



**Streszczenia wystąpień prezentowanych w ramach  
III konferencji sieci badawczej Poland-AOD  
pt. „Rola aerozoli w systemie klimatycznym”  
Warszawa 3-4 lipca 2017r.**

## **Stężenia powierzchniowe jako wskaźnik ekspozycji na submikronowe pyły zawieszone w środowisku miejskim**

**Dorota Belkowska-Wołoczko**

Politechnika Warszawska

Korespondencja: dorotabelkowska@wp.pl

Metodę oceny ekspozycji człowieka na submikronowe pyły zawieszone (PM1) skonstruowano w związku z brakiem ujednoczonej miary definiującej taką ekspozycję. Algorytm obliczania stężeń powierzchniowych pyłów zawieszonych, został skonstruowany na podstawie parametrów statystycznych rozkładu frakcyjnego, w oparciu o metodę Hatch-Choate i Maynarda, rozszerzoną o szacowanie powierzchni stadium akumulacji z uwzględnieniem m.in. ustaleń Eggersdorfera i Pratsinisa. Metodę zweryfikowano opierając się na danych zgromadzonych z siedmiu prac badawczych, w których przedstawiono wyniki pomiarów stężeń masowych, liczbowych i powierzchniowych jednocześnie. Analiza statystyczna wykazała bardzo silną korelację pomiędzy stężeniami zmierzonymi i oszacowanymi skonstruowaną metodą (korelacja na poziomie 85%).

## **A Meteosat Bayesian Cloud Fractional Cover Climate Data Record: evaluation, homogeneity assessment and intercomparison with existing climate data records**

**Jędrzej S. Bojanowski** (1,2), Reto Stöckli (2), Anke Duguay-Tetzlaff (2), Stephan Finkensieper (3)

(1) Remote Sensing Centre, Institute of Geodesy and Cartography, Warsaw, Poland,

(2) Federal Office of Meteorology and Climatology MeteoSwiss, Zurich, Switzerland,

(3) German Weather Service DWD, Offenbach, Germany

Korespondencja: jedrzej.bojanowski@igik.edu.pl

A cloud fractional cover dataset covering 1991-2015 derived from Meteosat First Generation (MFG) and Meteosat Second Generation (MSG) has been recently produced by the EUMETSAT's Satellite Application Facility for Climate Monitoring. The dataset optimally exploits the limited information from only two channels (broad band visible and thermal infrared) acquired by older geostationary sensors. The underlying algorithm employs a cyclic generation of clear sky background fields, uses continuous cloud scores and runs a Bayesian cloud fraction estimation using concurrent information on cloud state and variability. The algorithm depends on well characterized IR radiances and VIS reflectances from the Meteosat Fundamental Climate Data Record (FCDR) provided by EUMETSAT. The evaluation of both Level-2 (instantaneous) and Level-3 (daily and monthly means) data has been performed using two reference datasets: ground-based observation (SYNOP) and retrievals from an active satellite instrument (CALIPSO/CALIOP). Inter-comparisons have employed concurrent state-of-the-art satellite-based datasets derived from geostationary and polar orbiting passive visible and infrared imaging sensors (MODIS, PATMOS-x, CLARA-A2, CLAAS-2 and CC4CL-AVHRR). Averaged over all reference sites, Meteosat CFC complies with requirements for accuracy and precision (defined by EUMETSAT and reflecting GCOS requirements) as compared to SYNOP. We conclude the Meteosat CFC corresponds to CFC measured at WMO SYNOP sites, and it is thus useful to extend in both space and time century-long ground-based climate observations. We also emphasize that Meteosat CFC is the longest currently available high temporal (sub-daily) and high spatial (0.05x0.05 deg) resolution satellite-derived CFC climatology. The current time span of 25 years (1991–2015) will be extended back to 1983 once the underlying inter-calibrated FCDR becomes available for MFG-2 and MFG-3.

## **Bayesian automatic cloud amount detection algorithm (BACADA): a case study at the Baseline Surface Radiation Network**

**Jędrzej S. Bojanowski** (1,2), Reto Stöckli (2)

(1) Remote Sensing Centre, Institute of Geodesy and Cartography, Warsaw, Poland,

(2) Federal Office of Meteorology and Climatology MeteoSwiss, Zurich, Switzerland

Korespondencja: jedrzej.bojanowski@igik.edu.pl

Polar-orbiting satellite data can be used to build global long-term cloud climatologies. In order to be useful for climate studies, the accuracy, temporal stability and homogeneity of satellite-based cloud datasets must be assessed. The active sensors onboard CloudSat and CALIPSO have proved beneficial for the validation of passive radiometers with their ability to reveal the vertical cloud structure. However, their short time series and a scarce spatio-temporal coverage limit the number of possible collocations. Thus, the ground-based cloud observations remain a key reference for the validation of cloud cover from passive sensors. In case of polar orbiting satellites of a sub-daily revisit, only a high frequency of ground-based observations allow for timely collocations. Classical synoptic observations are rarely performed more often than every 3 hours, with a likely lower temporal resolution at night. Moreover, visual observations are sparse in many parts of the world such as in polar, mountainous or tropical climate zones. However, in these areas the satellite-based cloud retrieval is challenging and requires rigorous assessment. Herein, we present a dataset of 10-minute cloud amount estimates at 24 sites of the Baseline Surface Radiation Network. These are located worldwide in different climate zones. The length of cloud amount time series varies among sites from 3 to 22 years. Cloud amount was calculated from ground measurements of long-wave incoming radiation, air temperature and relative humidity by means of the Bayesian Automatic Cloud Detection Algorithm (BACADA). The algorithm largely builds on APCADA algorithm (Dürr and Philipona, JGR, 2004). BACADA replaces a decision tree approach of APCADA with a naïve-Bayesian classifier trained against total cloud amount, in contrast to APCADA's partial cloud amount (without high clouds). Algorithm evaluation was carried out based on comparison with synoptic and total-sky imager cloud observations. Comparison of cloud fraction (0-100%) reveals a mean bias error (MBE) of -1.53% and mean absolute error (MAE) of 17.86%. However, when cloud cover (in okta) is transformed to a binary cloud mask, the accuracy improves to 0.08% and 5.08% for MBE and MAE, respectively. Moreover, BACADA outperforms APCADA in partial cloud amount estimates: MBE=1.55% and MAE=15.35% for BACADA, as compared to MBE=7.18% and MAE=17.89% for APCADA. We conclude that the accuracy of our dataset allows for its application in validation of instantaneous satellite-based cloud retrievals. Although the study focuses on the need of cloud amount estimates for evaluation of satellite-based retrievals, the dataset demonstrated here may potentially be valuable for other disciplines.

## **Projekt EDU Poland-AOD: Szkolne stacje pomiaru jakości powietrza w oparciu o proste czujniki optyczne**

**Michał T. Chiliński**, Krzysztof M. Markowicz  
Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski  
Korespondencja: mich@igf.fuw.edu.pl

Okres zimy 2016-2017 obfitował nie tylko w wysokie wartości koncentracji pyłu zawieszonego (PM), ale także w liczne doniesienia medialne o tym zjawisku. Szeroka akcja informacyjna wzbudziła duże zainteresowanie społeczeństwa kwestiami pomiaru jakości powietrza oraz środkami jego ochrony. Jednym z efektów wzmożonego zainteresowania był wzrost zapotrzebowania na proste czujniki pozwalające na przybliżone pomiary zmian koncentracji pyłów zawieszonych w atmosferze.

W ramach sieci Poland-AOD od ponad roku prowadzone są pomiary z wykorzystaniem taniego czujnika SEN-177, które pozwalają na porównanie raportowanych przez niego wartości ze wskazaniem pełnowymiarowego nephelometru Ecotech Aurora 4000 oraz aethalometru McGee AE-31. W oparciu o dotychczasowe doświadczenia z wykorzystaniem powyższego czujnika zdecydowaliśmy się na przygotowanie projektu oraz konstrukcję prostych stacji pomiarowych pozwalających na automatyczne pomiary wartości PM<sub>1.0</sub>, PM<sub>2.5</sub> oraz PM<sub>10</sub>, które następnie są przekazywane do centralnej bazy pozwalającej na weryfikację danych oraz ich prezentację poprzez serwis internetowy. W toku opracowywania systemu do analizy porównawczej czujników został włączony moduł PMS7003, którego wskazania, w czasie ponad miesięcznych testów, porównaliśmy z wynikami dostarczonymi przez SEN-177.

Prezentacja będzie obejmowała prezentację wniosków z dotychczasowych pomiarów prowadzonych z użyciem prostych czujników optycznych koncentracji PM (SEN-177 oraz PMS7003), a także proponowane rozwiązanie wykorzystujące je do stałej kontroli jakości powietrza. Zaprezentowana zostanie stacja pomiarowa stworzona na potrzeby projektu EDU Poland-AOD oraz środowisko informatyczne pozwalające na łatwą walidację danych, analizę zmienności oraz rozszerzenie sieci o nowe punkty pomiarowe. Projekt ten jest jednym z elementów promocji pomiarów aerozolowych w szkołach prowadzonych w czasie zajęć lekcyjnych lub poprzez udział w programie „Global Learning and Observations to Benefit the Environment”.

## **Wyznaczanie profili pionowych SSA w warstwie granicznej na przykładzie pomiarów na stacji SolarAOT w Strzyżowie w latach 2014-2016.**

**Michał T. Chiliński**(1), Krzysztof M. Markowicz(1), Iwona S. Stachlewska(1), Przemysław Makuch(2), Tomasz Petelski(2)

(1) Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski

(2) Instytut Oceanologii, Polska Akademia Nauk

Korespondencja: mich@igf.fuw.edu.pl

Dzięki pozyskiwaniu profili pionowych współczynnika absorpcji w oparciu o sondowanie atmosfery przy pomocy drona wyposażonego w micro-aethalometer możliwe stało się wyznaczanie profili pionowych albedo pojedynczego rozpraszania z wykorzystaniem danych o współczynniku ekstynkcji aerozolu z pomiarów lidarowych. Ze względu na ograniczone możliwości systemów aktywnej teledetekcji – systemów lidarowych w pomiarach rozkładu pionowego aerozoli absorbujących połączenie wyników z nich uzyskanych z pomiarami sondażowymi dedykowanym cząstkom absorbującym pozwala na szacowanie rozkładu pionowego własności pojedynczego rozpraszania w zakresie obejmującym sondowaną warstwę atmosfery. Sondaż prowadzony przy pomocy bezzałogowej latającej platformy pionowego startu pozwala także na pozyskanie profilu temperatury, wilgotności oraz ciśnienia bezpośrednio od poziomu gruntu, co uzupełnia dane lidarowe o pomiar w zakresie, który znajduje się poniżej obszaru detekcji teleskopu (overlap). Dodatkowo profil termodynamiczny wykonany w czasie lotu stanowi wejście do algorytmu metody odwrotnej stosowanego w Ramanowskich systemach lidarowych. Błędy w przyjętym profilu termodynamicznym mogą prowadzić do niepewności oszacowania współczynnika ekstynkcji, stąd wykorzystanie drona do równoległego pomiaru aerozoli absorbujących oraz stanu atmosfery pozwalają na zmniejszenie błędów oszacowania profilu pionowego ekstynkcji. W przypadku braku możliwości zastosowania metody Ramanowskiej oszacowanie SSA może zostać wykonane w oparciu o lidarowy profil ekstynkcji przybliżony metodą Kletta-Fernalda ze zdefiniowaną aerozolową grubością optyczną, niezależnie mierzoną przez fotometr słoneczny.

Błąd oszacowania profilu pionowego SSA w zależności od ilości aerozoli mieści się w zakresie 4 – 16% i maleje wraz ze wzrostem ilości aerozoli, co wiąże się ze spadkiem niepewności poszczególnych metod składowych (wyznaczanie profilu współczynnika ekstynkcji oraz profilu współczynnika absorpcji). Ważnym elementem metody jest także uwzględnienie różnic w długościach fali elektromagnetycznej stosowanej przez poszczególne wykorzystywane instrumenty. Prace nad metodą obejmowały zagadnienia związane z kalibracją micro-aethalometru, metod uśredniania pozwalających na poprawienie poziomu sygnału do szumu oraz podejście do tematu rozdzielczości czasowej i przestrzennej finalnego oszacowania.

W trakcie prezentacji zaprezentujemy teoretyczne założenia metody wraz ze wskazaniem potencjalnych obszarów indukujących niepewności. Ilustracją do założeń będą wyniki pozyskane w czasie kampanii pomiarowych prowadzonych na stacji badawczej transferu radiacyjnego oraz własności optycznych aerosoli atmosferycznych - SolarAOT w Strzyżowie. Prezentowane dane będą obejmowały wybrane przypadki z kampanii przeprowadzonych w latach 2014 – 2016.

## **Identyfikacja źródeł epizodów wysokich stężeń pyłu PM10 w Polsce w latach 2013-2016**

**Paweł Durka**(1), Jacek W. Kamiński(2), Joanna Strużewska(3)

(1) Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy

(2) Instytut Geofizyki PAN,

(3) Politechnika Warszawska - Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska

Korespondencja: pawel.durka@ios.edu.pl

Zła jakość powietrza stanowi poważny problem zdrowotny w Polsce, zwłaszcza w sezonie zimowym. W centrum i na południu kraju przekroczenia normy dziennej pyłu PM10 są bardzo częste, nie brak również epizodów bardzo wysokich stężeń potrafiących trwać nawet kilka dni. Jako główne źródło zanieczyszczeń powietrza podaje się niską emisję związaną z ogrzewaniem. W dużych miastach ruch uliczny również stanowi problem, natomiast w rejonach przygranicznych dodatkowo dochodzi transgraniczne oddziaływanie zanieczyszczeń. W ramach kontraktu dla Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przeprowadzono analizę 55 epizodów wysokich stężeń pyłu PM10 w latach 2013-2016. W pracy uwzględniono analizę warunków synoptycznych w trakcie trwania epizodów, kalkulację trajektorii wstecznych oraz modelowanie z zastosowaniem modelu chemii troposfery GEM-AQ. Modelowanie zostało wykonane na siatce o rozdzielczości 10km, z centrum nad Polską, z wykorzystaniem najnowszej bazy emisyjnej udostępnionej przez GIOŚ. W wyniku symulacji modelowych uzyskano pola rozkładu zanieczyszczeń oraz obliczono udziały źródeł powierzchniowych, liniowych i punktowych. W prezentacji przedstawimy udziały poszczególnych źródeł emisji w całkowitym zanieczyszczeniu powietrza pyłem PM10 w Polsce, oraz transgraniczne oddziaływanie zanieczyszczeń. Dodatkowo przedstawimy trajektorie wsteczne dla różnych typów epizodów.

## **Strumienie aerozolu morskiego w przywodnej warstwie atmosfery w rejonach południowego Bałtyku oraz europejskiej części Arktyki**

**Katarzyna Dziembor**(1), Tomasz Petelski(2), Jacek Piskozub(2), Tymon Zieliński(2), Przemysław Makuch(2), Violetta Drozdowska(2), Piotr Markuszewski(2), Paulina Pakszys(2), Iwona Wróbel(2), Dorota Gutowska(2)

Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii/Instytut Oceanologii PAN, Zakład Dynamiki Morza, Pracownia Wzajemnego Oddziaływania Morza i Atmosfery

Korespondencja: katarzyna.dziembor95@gmail.com

Emisja kropeł wody morskiej z powierzchni mórz i oceanów jest jednym ze słabiej poznanych zagadnień związanych z badaniami wzajemnego oddziaływania morza i atmosfery. Sól morską, która pod postacią kropeł (tzw. aerozol marygeniczny) dostaje się do wyższych partii atmosfery ma ogromne znaczenie dla prawidłowego opisu procesów radiacyjnych, procesów oczyszczania warstwy granicznej z zanieczyszczeń antropogenicznych czy też fizyki chmur. Parametryzacja strumieni aerozolu z powierzchni morza jest niezwykle trudnym zagadnieniem. Szacuje się, że roczna emisja soli morskiej wynosi od 1400 do 6800 Tg/rok (Boucher i inni, 2013) przy niepewności względnej 80% (Tsigaridis, 2013). Tak duża niepewność w oszacowaniu wartości emisji motywuje do głębszej analizy zjawisk zachodzących w przywodnej warstwie atmosfery. W ramach prezentacji przedstawione zostaną wyniki pomiarów gradientowych strumieni aerozolu morskiego na pokładzie r/v Oceanii Instytutu Oceanologii PAN. Obserwacje aerozolowe prowadzone były w rejonach południowego Bałtyku oraz podczas dorocznych ekspedycji naukowych AREX w północnych regionach Oceanu Atlantyckiego. Do pomiarów wykorzystane zostały optyczne liczniki cząstek CSASP-100\_HV oraz OPC-N2. Efektem badań są parametryzacje strumieni aerozolu w przywodnej warstwie atmosfery w zależności od prędkości wiatru oraz promienia cząstek (Petelski, 2014). Ponadto zaprezentowana zostanie nowa analiza pokazująca wpływ falowania i zmian prędkości wiatru na strumienie aerozolu (Markuszewski i inni, 2016).

### **Bibliografia:**

- Boucher, O. , Randall, D., Artaxo, P., Bretherton, C., Feingold, G., Forster, P., ... & Rash, P. (2013). Clouds and aerosols. In *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 571-657). Cambridge University Press
- Markuszewski, P., Kosecki, S., & Petelski, T. (2016). Sea spray aerosol fluxes in the Baltic Sea region: Comparison of the WAM model with measurements. *Estuarine Coastal and Shelf Science*.
- Petelski, T., Markuszewski, P., Makuch, P., Jankowski, A., & Rozwadowska, A. (2014). Studies of vertical coarse aerosol fluxes in the boundary layer over the Baltic Sea. *Oceanologia*, 56 (4), 697-710.
- Tsigaridis, K., Koch, D., & Menon, S. (2013). Uncertainties and importance sea spray composition on aerosol direct and indirect effects. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 118(1), 220-235



## **An investigation of mineral dust radiative forcing by WRF/Chem**

**Farnoush Ataei**

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej- Państwowy Instytut Badawczy

Korespondencja: farnoush.ataei@imgw.pl

The aim of my study was to investigate vertical distribution, direct radiative forcing and impact of mineral dust on some of meteorological fields. The Weather Research and Forecasting with Chemistry (WRF/Chem) regional model is used to calculate and simulate of distribution and radiative forcing. To determine the emission flux and concentration of mineral dust the Goddard Global Ozone Chemistry Aerosol Radiation and Transport (GOCART) scheme is coupled to WRF/Chem model. The model is executed for January and July 2011 in global scales with  $335 \times 168$  grid point at 120 km horizontal resolution, with 28 vertical layers. Meteorological initial and boundary conditions are obtained from National Center for Environmental Prediction (NCEP) Final Analysis (FNL) re-analysis data. This study consists of two major parts: in the first part the average concentration of mineral dust aerosols in the atmosphere is presented with Dust Optical Depth (DOD) and the impact of dust on shortwave and longwave radiative balance in Top of the Atmosphere (TOA) and surface are estimated. Also the effects of dust aerosols on precipitation and temperature fields are investigated. In the second part, Middle East region is considered as one of the most important of dust emission sources in the world and the monthly average of shortwave and longwave radiative forcing with daily and nocturnal separation are calculated. Also the vertical distribution of dust extinction coefficient, the impact of dust on temperature vertical profile and boundary layer stability in one of dust source of Middle East is examined. The evaluation of results shows that the main sources of dust locate in the north of Africa, Middle East and east of china regions. The emitted dust of these sources is transported by atmospheric circulation to the other regions in the world and influence climate system. Dust concentration average in Middle East region is considerably greater than global averages and also there is more intense radiative forcing in this area. These aerosols effect on atmospheric radiative balance and lead to decrease the atmosphere temperature. Daily cooling due to the shortwave radiative forcing in this region is greater than daily and nocturnal warming of longwave radiative forcing of dust aerosols and therefore presence of dust aerosols in this area has a greater cooling effect in earth-atmosphere system. Investigation of boundary layer shows a considerable effect of dust in boundary layer stability. Also the presence of dust in the atmosphere leads to decrease the wind speed in boundary layer.

## **Wpływ właściwości optycznych atmosfery na pochłanianie CO<sub>2</sub> przez torfowisko w Rzecinie**

**Kamila M. Harenda**(1), Bogdan H. Chojnicki(1), Mateusz Samson(1), Radosław Juszcak(1), Damian Józefczyk(1), Marek Urbaniak(1), Krzysztof M. Markowicz(2), Iwona S. Stachlewska(2), Alasdair MacArthur(3)

(1) Katedra Meteorologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

(2) Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski,

(3) The School of Geoscience, University of Edinburg, ,

Promieniowanie rozproszone jest jednym z czynników środowiskowych, który wywołuje wzrost produktywności ekosystemów lądowych. Obserwowany obecnie w skali globalnej wzrost przezroczystości atmosfery (ang. global brightening) powoduje spadek rozpraszania promieniowania słonecznego. Torfowiska stanowiące obecnie jeden z największych zbiorników węgla organicznego w biosferze wymagają badań na temat wpływu właściwości optycznych atmosfery na wymianę CO<sub>2</sub> między tymi ekosystemami a atmosferą. Analizy te są kluczowe dla zrozumienia oraz przewidzenia funkcjonowania tych środowisk w przyszłości. W prezentowanych wynikach badań skoncentrowano się na ocenie wpływu aerozolowej grubości optycznej (ang. Aerosol Optical Thickness - AOT) na produkcję netto (ang. Net Ecosystem Production - NEP) torfowiska w Rzecinie (52°45'N, 16°18'E, 54 m n.p.m.), ekosystemu położonego w północno-zachodniej Polsce, ok. 70 km od Poznania. Analizowane dane zostały zgromadzone w okresie od czerwca do września 2016 roku. Wartości AOT zostały obliczone na podstawie pomiarów wykonanych przy użyciu fotometru słonecznego CE318 (CIMEL Electronique, Francja). Pomiar gęstości strumienia promieniowania fotosyntetycznie aktywnego (ang. Photosynthetic Photon Flux Density - PPF) wykonano czujnikiem promieniowania BF5 (DeltaT, Wielka Brytania), natomiast wartości NEP zostały obliczone na podstawie pomiarów wykonanych systemem kowariancji wirów (LI7550, LICOR, USA). Dodatkowo zastosowany wieloczynnikowy model produktywności torfowiska w Rzecinie oraz atmosferyczny model transferu promieniowania słonecznego umożliwił ocenę wpływu zmian wartości AOT na wartość NEP torfowiska w warunkach bezchmurnego nieba. Wykonane analizy wykazały, iż wzrost wartości AOT na poziomie różnicy pomiędzy pierwszym a trzecim kwartylem wartości AOT dla długości fali 500 nm (o 0.12), podnosi zdolności pochłaniania CO<sub>2</sub> przez torfowisko w Rzecinie średnio o ok. 8%.

## **Typowanie aerozolu w różnorodnych warstwach obserwowanych nad Warszawą w warunkach obecności zafalowanego frontu w sierpniu 2015**

**Łucja Janicka**, Iwona S. Stachlewska

Uniwersytet Warszawski, Wydział Fizyki, Instytut Geofizyki

Korespondencja: [lucja.janicka@igf.fuw.edu.pl](mailto:lucja.janicka@igf.fuw.edu.pl)

W sierpniu 2015 sytuacja wyżowa panująca nad większą częścią Europy spowodowała falę upałów i napływ powietrza zwrotnikowego, charakteryzującego się dużym zapyleniem. W dniach 9 – 11 sierpnia 2015 Polska znalazła się w strefie pofalowanego frontu biegnącego z południowego-zachodu na północny-wschód. W ciągu wymienionych trzech dni front stacjonował w pobliżu Warszawy, co spowodowało obecność w atmosferze wielu warstw aerozoli o różnym pochodzeniu. Pomiarzy wykonane w Instytucie Geofizyki UW wielokanałowym lidarem depolaryzacyjno – Ramanowskim PollyXT- UW pozwoliły na dyskryminację poszczególnych warstw aerozoli. Ewaluacja danych dała możliwość uzyskania pionowych profili współczynników rozproszenia wstecznego, ekstynkcji, depolaryzacji oraz stosunku zmieszania pary wodnej. Parametry wyznaczone dla poszczególnych warstw, takie jak lidar ratio, color ratio, współczynnik Angströma dostarczyły cennych informacji umożliwiających typowanie aerozolu. W pracy przedstawione zostaną optyczne właściwości aerozolu pochodzącego ze spalania biomasy w pożarach na Ukrainie, pyłu mineralnego z Afryki oraz mas powietrza cyrkulujących kilka dni wcześniej nad Zachodnimi Karpatami i Słowacją.

## **Analiza zmienności sezonowej i miesięcznej modelowanej wartości AOD dla 2016 roku.**

**Maciej Krystian Jefimow**(1,2), Joanna Strużewska(2), Jacek W. Kamiński(3)

(1) Instytut Ochrony Środowiska, Polski Instytut Badawczy, Warszawa

(2) Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska, Politechnika Warszawska

(3) Instytut Geofizyki PAN, Warszawa

Korespondencja: maciej\_jefimow@is.pw.edu.pl

W ramach sieci Poland-AOD od marca 2016 roku publikowana jest prognoza AOD@550 nad obszarem Polski. Jako narzędzie obliczeniowe wykorzystywany jest model GEM-AQ. W prezentacji przedstawione zostaną wyniki modelowania długości optycznej aerozolu modelem GEM-AQ z zaimplementowanym modułem optycznym. Analizy przeprowadzono dla rozkładu przestrzennego w siatce zagnieżdżonej nad obszarem Polski o rozdzielczości 15km. Analizie poddano wartości średniomiesięczne oraz sezonowe dla 5 typów aerozoli: organicznego, mineralnego, sadzy, soli morskiej oraz aerozolu pochodzenia siarczanowego, a także aerozolu całkowitego. Wyniki porównano z obserwacjami pochodzącymi z pomiarów satelitarnych MODIS. Analizy przeprowadzono dla długości fali 550 nm, współczynniki ekstynkcji dla poszczególnych typów aerozoli wyznaczono z teorii rozwiązywania rozpraszania światła na cząstkach sferycznych typu Mie.

## **Weryfikacja danych powierzchniowych CM SAF (SARAH-2) dotyczących krótkofalowego promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni ziemi (SIS) za pomocą naziemnych danych pomiarowych na obszarze Polski**

**Kinga Kulesza**

Instytut Geografii Fizycznej, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski

Korespondencja: kingakulesza@uw.edu.pl

Dopływ promieniowania słonecznego do powierzchni Ziemi jest najważniejszym czynnikiem kształtującym klimat na Ziemi i głównym elementem bilansu cieplnego powierzchni czynnej. Istniejące repozytoria danych powierzchniowych (reanaliz, produktów satelitarnych) dotyczących ilości krótkofalowego promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni ziemi wymagają weryfikacji za pomocą danych z naziemnych punktów pomiarowych. Weryfikacji takiej poddano średnie dobowe, miesięczne i roczne sumy ( $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ ) promieniowania krótkofalowego dochodzącego do powierzchni ziemi (produkt SIS – Surface Incoming Shortwave Radiation), pochodzące z produktów satelitarnych CM SAF w najnowszej wersji SARAH-2 (Surface Solar Radiation Data Set-Heliosat, edition 2). Do weryfikacji wykorzystano sumy dobowe, miesięczne i roczne całkowitego promieniowania słonecznego ( $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ ) pochodzące z 17 stacji położonych na obszarze Polski (znajdujących się w różnych typach krajobrazu). Największą zgodność wykazują dane w punktach zlokalizowanych na obszarach nizinnych (Koło, Warszawa) oraz na wybrzeżu Bałtyku (Gdynia). Najmniejszą zgodność wykazują dane pochodzące z obszarów przedgórzy i kotlin górskich (Jelenia Góra, Legnica, Zakopane). Dane SIS z produktów satelitarnych CM SAF są porównywalne z danymi pomiarowymi ze stacji naziemnych. Błąd oszacowania RMSE na większości stacji nie przekracza  $7 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$  w odniesieniu do poszczególnych dni i  $300 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$  w odniesieniu do poszczególnych lat (%RMSE nie przekracza 9%).

## **Charakterystyka własności optycznych aerozolu w sezonie wiosennym w latach 2014 – 2017 na Spitsbergenie. Podsumowanie wyników kampanii iAREA.**

**Justyna Lisok**(1), Krzysztof M. Markowicz(1), Przemysław Makuch(2), Tomasz Petelski(2), Anna Rozwadowska(2)

(1) Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski

(2) Instytut Oceanologii, Polska Akademia Nauk

Korespondencja: jlisok@igf.fuw.edu.pl

Celem niniejszej prezentacji jest przedstawienie wyników eksperymentów polowych przeprowadzonych w latach 2014 – 2017 w Ny-Alesundzie na Spitsbergenie, które zostały zorganizowane w ramach grantu iAREA (Impact of Absorbing Aerosols on Radiative Forcing in the European Arctic). Głównym zadaniem opisywanych kampanii pomiarowych było określenie własności optycznych aerozoli absorbujących charakterystycznych dla sezonu smogu arktycznego. W związku z tym prowadzono pomiary in-situ współczynników absorpcji i rozpraszania w kilku długościach fali, rozkładu wielkości cząstek oraz aerozolowej grubości optycznej.

Podczas prezentacji omówione zostaną podobieństwa oraz różnice we własnościach optycznych aerozolu w latach 2014 – 2017 ze szczególnym uwzględnieniem trendów oraz zaobserwowanych dni z transportem aerozolu z niższych szerokości geograficznych. Specjalna uwaga kładziona będzie na czynniki meteorologiczne warunkujące pojawienie się i zanik dni z wysoką koncentracją aerozolu oraz ich przebieg czasowy.

## Lidarowe badania aerozolu nad Bałtykiem

Przemysław Makuch(1), **Stefan Sitarek(2)**, Tomasz Petelski(3), Tadeusz Stacewicz(3)

(1) Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk

(2) Instytut Optyki Stosowanej

(3) Instytut Fizyki Doświadczalnej, Wydz. Fizyki, Uniwersytet Warszawski

Korespondencja: Tadeusz.Stacewicz@fuw.edu.pl

Sondowanie atmosfery za pomocą lidarów wieloczęstotliwościowych może dostarczyć informacji o jej optycznych własnościach, jak i o strukturze zawartego w niej aerozolu.

Przedmiotem przedstawionych w komunikacie badań lidarowych była transformacja aerozolu w granicznej warstwie atmosfery nad Bałtykiem. Pomiary przeprowadzono we Władysławowie w styczniu i lutym 2015 roku. Lidar umiejscowiono około 50 m od plaży (54.803 N, 18.396 E),

Wykorzystano lidar, w którym źródłem światła był laser Nd:YAG (Quantel Brilliant) emitujący z częstotliwością powtarzania 10 Hz impulsy o czasie trwania 6 ns, o długościach fal: 1064, 532 i 355 nm oraz energiach w impulsie odpowiednio: 100, 60 i 40 mJ. Odbiornik optyczny wyposażono w teleskop Cassegraina o średnicy 150 mm. Promieniowanie rejestrowano w trzech kanałach spektralnych odpowiadających wymienionym długościom fal. Sygnały przetwarzano na postać cyfrową za pomocą trójkanałowego przetwornika pracującego z częstotliwością 50MHz i rozdzielczością 12 bitów.

Wykorzystano program analizy wieloczęstotliwościowych sygnałów lidarowych umożliwiający uzyskanie rozkładu rozmiarów cząstek aerozolu ( $n(r)$ ). Do porównania własności aerozolu użyto promienia efektywnego:

—————,

gdzie  $r$  oznacza promień cząstki aerozolu [1].

Stwierdzono, że przy napływie znad lądu zachodzi wymieszanie aerozolu objawiające się stałą wartością promienia efektywnego  $1000\pm 200$  nm, niezależnie od wysokości. Przy napływie znad morza obserwuje się brak wymieszania aerozolu objawiający się monotonicznym szybkim spadkiem wartości promienia efektywnego wraz z wysokością z początkowej wartości rzędu  $1,8 \mu\text{m}$  na wysokości około 200 m do około  $0,8 \mu\text{m}$  na około 400 m [2].

Przeprowadzone badania pozwoliły stwierdzić, że Bałtyk, pomimo iż nie jest wielkim akwenem, może wpływać na własności optyczne powietrza przemieszczającego się nad nim.

### Literatura:

1). S. Sitarek, T. Stacewicz, M. Posyniak, *Software for retrieval of aerosol particle size distribution from multiwavelength lidar signals*, Computer Physics Communication **199** (2016) 53-60, DOI:10.1016/j.cpc.2015.08.024

2). P. Makuch, *Transformacja aerozolu w granicznej warstwie atmosfery nad Bałtykiem* – rozprawa doktorska, Instytut Oceanologii PAN, Sopot 2016

## **Badania prowadzone w ramach sieci Poland-AOD w latach 2015-2017**

**Krzysztof M. Markowicz**

Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski

Korespondencja: kmark@igf.fuw.edu.pl

Aerologiczna sieć badawcza Poland-AOD została powołana w 2011 r. Jej głównym celem jest integracja badań nad wpływem aerozolu na system klimatyczny poprzez ujednoczenie i koordynację pomiarów radiacyjnych oraz obserwacji własności optycznych i mikrofizycznych aerozolu atmosferycznego. W ostatnich latach sieć Poland-AOD została rozszerzona i obecnie w jej skład wchodzi 9 stacji pomiarowych w tym dwie stacje wchodzące w skład sieci lidarowej EARLINET oraz cztery stacje wchodzące w skład sieci fotometrycznej AERONET. Badania realizowane w ramach sieci w ostatnich latach skupiały się głównie na profilowaniu dolnej troposfery z wykorzystaniem dronów oraz wyciągów narciarskich, analizie różnic w bezpośrednim promieniowaniu słonecznym w rejonie aglomeracji miejskiej Warszawy oraz w rejonie Zakopanego, badaniu relacji pomiędzy własnościami optycznymi aerozolu mierzonym w powietrzu przy powierzchni ziemi oraz w pionowej kolumnie atmosfery, analizie epizodu transportu aerozolu wyemitowanego w Kanadzie podczas pożarów w lipcu 2013 r. Ponadto prowadzono prace związane z modelowaniem transportu zanieczyszczeń z wykorzystaniem modelu GEM-AQ oraz WRF-CHEM jak również z wykorzystaniem re-analazy modelu NAAPS. Równolegle prowadzono prace nad integracją przetwarzania danych zbieranych w ramach sieci. W szczególności nad modulem radiacyjnym służącym do symulacji transferu promieniowania w atmosferze i wyznaczania wymuszenia radiacyjnego. W tym celu wykorzystywano model MODTRAN ver. 5.2. Symulacje wykonywane są jedynie w lokalizacjach gdzie znajdują się stacje pomiarowe. Do badania zmian przestrzennych wykorzystywany jest dwustrumieniowy model Fu-Liou oraz dane pomiarowe pochodzące z obserwacji satelitarnych, pomiarów naziemnych oraz z modeli transportu zanieczyszczeń.



## Podsumowanie projektu iAREA realizowanego w latach 2013-2016

**Krzysztof M. Markowicz(1)**, Justyna Lisok(1), Iwona S. Stachlewska(1), Anna Rozwadowska (2), Przemysław Makuch(2), Tomasz Petelski(2), Tymon Zieliński(2), Joanna Strużewska(3), Jacek Kamiński(4)

(1) Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski

(2) Instytut Oceanologii, Polska Akademia Nauk

(3) Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska, Politechnika Warszawska

(4) Instytut Geofizyki, Polska Akademia Nauk

Korespondencja: kmark@igf.fuw.edu.pl

Projekt iAREA (Impact of absorbing aerosols on radiative forcing in the European Arctic) realizowany był w latach 2013-2016 w ramach norweskiego mechanizmu finansowego. Tematem prowadzonych badań był wpływ aerozolu absorbującego na bilans radiacyjnych w rejonie Svalbardu. Podczas realizacji grantu przeprowadzono trzy wiosenne oraz trzy letnie kampanie pomiarowe, podczas których prowadzono pomiary z wykorzystaniem przyrządów in-situ oraz aparatury zdalnej. Pozyskano informacje o profilach pionowych aerozoli absorbujących w dolnej troposferze na podstawie profilowania balonem na uwięzi. Wyniki tych badań wskazują, że średni profil pionowy nie wykazuje znaczących zmian koncentracji węgla elementarnego z wysokością. Opracowano technikę wyznaczania profilu pionowego albedo pojedynczego rozpraszania z połączenia pomiarów lidarowych oraz sondowania mikro-aethalometrem AE-51. Wykazano, że pomimo znaczących szumów aparatury pomiarowej związanych z niskim poziomem zaproponowana metoda pozwala wyznaczyć zmiany albedo pojedynczego rozpraszania z wysokością. Wskazano, że w przypadku warunków arktycznych należy zwiększyć prędkość przepływu powietrza przez aethalometer, co mniejszy szum elektroniczny przyrządu. Przeprowadzono analizę kilku epizodów aerozolowych podczas okresu wiosennego oraz napływu cząstek wyemitowanych podczas pożarów na Alasce w lipcu 2015r. W ostatnim przypadku zanotowano rekordowe wartości parametrów optycznych mierzonych tuż przy powierzchni ziemi jak i w pionowej kolumnie atmosfery. W ramach badań oszacowano wymuszenia radiacyjne związane z obecnością tych cząstek w rejonie Svalbardu w jak i w całym rejonie polarnym. Obliczenia wykonano przy użyciu 1D modeli transferu promieniowania MODTRAN ora Fu-Liou oraz z wykorzystaniem modelu 3D Monte Carlo. Pokazano, że efekty 3D są ważne w rejonie Svalbardu głównie ze względu na skomplikowaną orografię i zróżnicowane albedo powierzchni ziemi. Dodatkowo, wykonano symulację wpływu aerozolu absorbującego na warunki termodynamiczne w transferze podczas epizodu lipcowego. Wyznaczone tempo grzania radiacyjnego sięgało 2.5K/dzień na wysokości ok. 3 km. Wyniki obliczeń wykonanych przy użyciu modelu EULAG wskazują na destabilizację stratyfikacji i intensyfikację turbulencji poprzez wzrost kinetycznej energii turbulencji w rejonie gdzie występują aerozole absorbujące. Obszar ten pokrywa się z występowaniem chmur altocumulus, gdzie powietrze zawiera dużą ilości cząstek absorbujących promieniowanie słoneczne. W ramach projektu wykonano symulacje numeryczne wymuszeń radiacyjnej dla całej Arktyki (powyżej 70.5 N). Średnie wymuszenie radiacyjne dla powierzchni ziemi wyniosło  $-4 \text{ W/m}^2$  dla warunków bezchmurnych oraz  $-1.3 \text{ W/m}^2$  przy uwzględnieniu rzeczywistego zachmurzenia. Na górnej granicy atmosfery wartości te wyniosły odpowiednio  $-1.3 \text{ W/m}^2$  and  $-0.4 \text{ W/m}^2$ . W przypadku aerozoli pochodzenia antropogenicznego Wymuszenie radiacyjne na powierzchni ziemi wyniosło  $-2.4$  oraz  $-0.8 \text{ W/m}^2$ , zaś na górnej granicy atmosfery  $-0.1 \text{ W/m}^2$  dla warunków bezchmurnym oraz niemal zero dla rzeczywistego zachmurzenia

## **Analiza pojedynczych cząstek aerozoli atmosferycznych z Krakowa**

**Wanda Wilczyńska-Michalik(1), Marek Michalik(1), Wanda Wilczyńska-Michalik(2),  
Lucyna Samek(3), Bartłomiej Pietras(4)**

- (1) Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Jagielloński
- (2) Instytut Geografii, Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie
- (3) Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, Akademia Górniczo-Hutnicza
- (4) Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – PIB, Oddział w Krakowie

Analiza pojedynczych cząstek aerozoli atmosferycznych wykonywana przy użyciu mikroskopu elektronowego skaningowego z systemem mikroanalizy składu chemicznego umożliwia poznanie istotnych właściwości aerozoli. Przeprowadzono analizy cząstek aerozoli pobranych w Krakowie na filtrach (z określonej objętości powietrza) oraz metodą sedymentacyjną (sucha i mokra depozycja). Wśród aerozoli pierwotnych pod względem liczby cząstek dominują cząstki sadzy. Obecne są one zarówno w postaci pojedynczych cząstek (często nanocząstek) lub niewielkich agregatów zawierających kilka cząstek. Obecne są też, aczkolwiek w mniejszych ilościach, bardziej złożone agregaty, z których największe osiągają wielkość kilkudziesięciu mikrometrów. Składniki mineralne (m.in. ziarna kwarcu, kwarcu z agregatami minerałów ilastych, skaleni, węglanów), są mniej liczne lecz ich cząstki osiągają większe rozmiary (do kilkudziesięciu mikrometrów). Ich pochodzenie (naturalne lub antropogeniczne) jest dyskusyjne. Istotny udział mają też składniki antropogeniczne, których powstawanie w procesach przemysłowych nie budzi wątpliwości. Do tej grupy składników należą kuliste formy glinokrzemianowe powstające w procesach spalania paliw, kuliste formy żelaziste (żelazo metaliczne lub tlenki żelaza), kuliste formy bogate w glin i in. Niekiedy skład chemiczny cząstek, mimo braku charakterystycznej morfologii, jest przesłanką wskazującą na pochodzenie ze źródeł przemysłowych. Wśród aerozoli wtórnych dominują siarczany (zawierające wapń, lub wapń i sód, magnez i potas). Obecne są też chlorki oraz azotany. Często jest występowanie agregatów zawierających składniki pierwotne i wtórne. Udział bioaerozoli jest sezonowo zróżnicowany. Zróżnicowanie składu aerozoli wskazuje na udział składników pochodzących ze źródeł naturalnych i antropogenicznych (emisja przemysłowa, emisja z silników samochodowych, emisja z palenisk domowych, wtórne pylenie) oraz aerozoli wtórnych. Dyskusja dotycząca pochodzenia cząstek aerozoli wymaga szczegółowej znajomości cech materiału emitowanego z różnych źródeł. Metoda analizy pojedynczych cząstek aerozoli jest czasochłonna. Dopiero analiza 500 cząstek pozwala na uzyskanie wyników istotnych statystycznie. Metoda ta pozwala na uzyskanie szeregu cennych informacji takich jak zróżnicowanie wielkości cząstek i ich morfologii oraz składu chemicznego. Cechy te mogą być podstawą do określenia pochodzenia badanego materiału, zasięgu transportu, oddziaływań na środowisko z uwzględnieniem wpływu na zdrowie. Wyniki badań przy użyciu mikroanalizy pojedynczych cząstek aerozoli atmosferycznych mogą być także wykorzystane w modelowaniu procesów zachodzących w atmosferze. Metoda ta pozwala też na wyróżnienie, przynajmniej niektórych typów cząstek aerozoli w osadach lub glebach.

## **The Aerosol Mask and Optical Depth Retrieval (AMOR) algorithm suited for the MODIS satellite data**

**Jan Musial**

Instytut Geodezji i Kartografii

Korespondencja: jan.musial@igik.edu.pl

Concentration of atmospheric aerosols is a key variable for all domains of optical remote sensing including satellite meteorology and climatology. In this respect the EUMETSAT NWC SAF issued a Visiting Scientist activity to investigate the feasibility of an aerosol mask and optical depth retrieval. The study was carried out at SMHI from May to September 2016. Its primary objective was to develop the AMOR (Aerosol Mask and Optical depth Retrieval) prototype algorithm based on MODIS imagery and to evaluate its performance by means of the AERONET AOD data. The secondary objective was to verify the portability of the method to other satellite sensors. The AMOR method is based on the Vectorized Earth Observation Retrieval (VEOR) algorithm that stems from the robust Look-Up Vector (LUV) approach. Its concept is based on a multidimensional sparse matrix, called the information space, which dimensions are composed of discrete features such as: spectral channels, satellite/Sun angular data and ancillary information (e.g. NWP fields). In order to transform continuous data (e.g. spectral channels) to a discrete form a set of step functions is employed. Further, all of the discrete datasets are combined into a single feature of a vector form by means of bitwise operations i.e. bit position shift and bitwise sum. As a result each unique combination of the information space features is described by a single value, which serves as a LUV index. During the algorithm training process, for each index value a statistical estimate of a desired quantity (e.g. mean AOD or its standard deviation) is computed from the accumulated training data. This leads to derivation of separate LUVs for each quantity of interest including separate LUV indexes. The satellite product retrieval is limited to derivation of the LUV indexes by means of the step functions and the bitwise operators. Further, the derived LUV index is located by means of the nearest neighbour technique within the LUV indexes acquired during the algorithm training. The retrieved positions of each pixel from input imagery within the training LUV allows for the extraction of desired quantity estimates. The AMOR was trained against the MODIS MYD04 collection 6 product which is composed of 3 retrieval algorithms: the Ocean algorithm (Tanré et al., 1997), enhanced Deep Blue algorithm over land (Hsu et al., 2013), and the Dark Target algorithm over land (Levy et al., 2009). To obtain full spatial cover the first two algorithms were used in the study as the last one does not provide AOD estimates over reflective surfaces. The AMOR training was performed for two spectral features setups in order to be applicable to: 1) the PPS MODIS processing chain using channels: 421, 488, 645, 858, 2130 nm; 2) the PPS VIIRS processing chain using only AVHRR heritage channels: 645, 858, 1640 nm. The AMOR AOD retrieval over ocean agrees very well ( $R^2 > 0.92$ ) with the reference MYD04 AOD "Ocean algorithm". Slightly better results were obtained using the PPS MODIS processing chain prototype due to availability of the 2130 nm channel. Prototyping results over land are of lesser quality as compared to the ocean cases due to a complex nature and dynamics of a surface reflectance. The better results ( $R^2 > 0.73$ ) were obtained for the PPS MODIS processing chain than for the PPS VIIRS processing chain ( $R^2 > 0.52$ ) limited to AVHRR heritage channels. The validation of AMOR and MYD04 AOD retrievals was performed against the global AERONET measurements. Overall agreement with the AERONET across all of the products is at moderate level ( $R^2 \sim 0.64$ ). However, the best linear fit is achieved by the MYD04 Deep Blue

product and the worst one by the AMOR PPS VIIRS prototype. The validation analysis revealed very similar AOD retrieval accuracy between the MYD04 Deep Blue product and the AMOR prototype for the PPS MODIS processing chain.

## **ACTRIS PL-infrastruktura badawcza, stan obecny i perspektywy.**

**Alesander Pietruczuk.**

Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk

Korespondencja: [alek@igf.edu.pl](mailto:alek@igf.edu.pl)

## **Wpływ aglomeracji warszawskiej na bezpośrednie promieniowanie słoneczne.**

**Micha Posyniak(1)**, Joanna Uscka-Kowalkowska(2), Krzysztof M. Markowicz(3)

(1) Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk

(2) Katedra Meteorologii i Klimatologii, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytet  
Mikołajka Kopernika

(3) Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski

Korespondencja: mpos@igf.edu.pl

Tematem wystąpienia jest analiza zależności między bezpośrednim promieniowaniem słonecznym mierzonym w mieście (Warszawa) i w jego szeroko pojętym obszarze podmiejskim (Belsk). Analiza obejmuje okres 1969-2003, gdy obserwacje przeprowadzono w obu tych lokalizacjach. Stopień osłabienia promieniowania słonecznego wyrażano za pomocą współczynnika zmętnienia Linkego. Jego średnia wartość roczna w wybranych dniach badanego okresu wynosiła  $3,00 \pm 0,10$  w Warszawie i  $3,00 \pm 0,11$  w Belsku. Wszelkie różnice w zmętnieniu atmosfery pomiędzy Warszawską i Belskiem w poszczególnych porach roku były marginalne i w granicach błędów wyznaczenia współczynnika Linkego.

Rozpatrywany okres został również podzielony na dwa podokresy (1969-1993 i 1994-2003), w których mętność atmosfery w Warszawie i Belsku porównywano według poszczególnych sezonów i lat. Statystycznie istotną różnicę zmętnienia atmosfery stwierdzono tylko w przypadku okresów wiosennych w latach 1969-1993, kiedy atmosfera w Warszawie była bardziej mętna niż w Belsku. Żadne inne przypadki nie wykazywały różnic znaczących statystycznie, ani nie stwierdzono zależności pomiędzy zakresem mętności atmosferycznej w obu miejscach a typem panujących mas powietrza

## **Badanie pionowej zmienności właściwości aerozolu w oparciu o pomiary in-situ prowadzone na kolejce linowej.**

**Michał Posyniak(1)**, Olga Zawadzka(2), Kinga Kulesza(3), Piotr Markuszewski(4), Michał T. Chiliński(2), Dominika Czyżewska(2), Justyna Lisok(2), Krzysztof. M. Markowicz(2)

(1) Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk

(2) Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski

(3) Instytut Geografii Fizycznej, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski

(4) Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk

Korespondencja: mpos@igf.edu.pl

Nowoczesne miniaturowe czujniki umożliwiają wykonywanie profili pionowych rozkładów rozmiarów cząstek aerozoli czy koncentracji węgla cząsteczkowego wykorzystując kolej linową, jako platformę pomiarową. Jest o wiele bardziej skuteczna metoda w porównaniu do pomiarów pieszych, gdyż skraca czas wykonywania profilu i zwiększa liczbę wykonywanych profili w ciągu doby.

Przydatność takiego zestawu została sprawdzona w czasie pilotażowej kampanii pomiarowej przeprowadzonej w marcu 2016 r. przez sieć badawczą PolandAOD w Beskidzie Sądeckim. W badaniach tych zastosowano zestaw pomiarowy składający się z małego licznika cząstek aerozoli OPC-N2 i mikro-aethalometru AE-51. Aparatura pomiarowa została zamontowana na wagoniku kolei linowej na Jaworzynie Krynickiej. Wstępne wyniki z tego eksperymentu pokazują duży potencjał tej metody badawczej.

Podczas kampanii pomiarowej wykorzystano również przyrządy foto-akustyczne umieszczone w okolicach dolnej i górnej stacji kolejki co pozwoliło na oszacowanie zmienności właściwości aerozoli na przestrzeni 360 m w pionie.

Średnie współczynniki ekstynkcji na stacji górnej ( $37 \text{ Mm}^{-1}$ ) i dolnej ( $43 \text{ Mm}^{-1}$ ) były około 3 razy mniejsze niż średnia długoterminowa dla tej pory roku ze względu na warunki atmosferyczne, które nie sprzyjały rozwojowi sytuacji smogowej. Stwierdzono istotną korelację pomiędzy gradientem temperatury a różnicą współczynnika ekstynkcji między dołą a górną stacją. W nocy i stabilnych warunkach termodynamicznych wartości zmierzone w dolinie były wyższe od rejestrowanych blisko szczytu. Profile uzyskane dzięki kolejce linowej wykazały znaczne obniżenie stężenia węgla organicznego i aerozolu na wysokości również w ciągu dnia. Ponadto promień efektywny, a także koncentracja cząstek aerozoli drobnych i grubych zmieniły się z wysokością, gdy wilgotność względna wynosiła poniżej 100%. Podczas kondensacji i tworzenia się chmur stwierdzono znaczną zmienność promienia efektywnego, cząstek drobnych i grubych w wyniku aktywacji aerozolu i procesów chmur w pobliżu szczytu gór.

**Obserwacje ewolucji warstwy granicznej oraz warstw aerozolowych w wolnej troposferze na stacji w Raciborzu podczas fali upałów w sierpniu 2015.**

**Artur Szop**, Aleksander Pietruczuk.  
Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk,  
Korespondencja: [alek@igf.edu.pl](mailto:alek@igf.edu.pl)



## **Raman lidar water vapor profiling over Warsaw, Poland**

**Iwona S. Stachlewska**(1), Montserrat Costa-Surósa(2), Dietrich Althausen(3)

(1) Institute of Geophysics, Faculty of Physics, University of Warsaw, Warsaw, Poland

(2) Institute for Geophysics and Meteorology, University of Cologne, Cologne, Germany

(3) Leibniz Institute for Tropospheric Research (TROPOS), Leipzig, Germany

Korespondencja: iwona.stachlewska@igf.fuw.edu.pl

Water vapor mixing ratio and relative humidity profiles were derived from the multi-wavelength Raman PollyXT lidar at the EARLINET site in Warsaw, using the Rayleigh molecular extinction calculation based on atmospheric temperature and pressure from three different sources: i) the standard atmosphere US 62, ii) the Global Data Assimilation System (GDAS) model output, and iii) the WMO 12374 radiosoundings launched at Legionowo. With each method, 136 midnight relative humidity profiles were obtained for lidar observations from July 2013 to August 2015. Comparisons of these profiles showed in favor of the latter method (iii), but it also indicated that the other two data sources could replace it, if necessary. Such use was demonstrated for an automated retrieval of water vapor mixing ratio from dusk until dawn on 19/20 March 2015; a case study related to an advection of biomass burning aerosol from forest fires over Ukraine. Additionally, an algorithm that applies thresholds to the radiosounding relative humidity profiles to estimate macro-physical cloud vertical structure was used for the first time on the Raman lidar relative humidity profiles. The results, based on a subset of 66 profiles, indicate that below 6 km cloud bases/tops can be successfully obtained in 53% and 76% cases from lidar and radiosounding profiles, respectively. Finally, a contribution of the lidar derived mean relative humidity to cloudy conditions within the range of 0.8 to 6.2 km, in comparison to clear-sky conditions, was estimated.

## Activities of EARLINET/ACTRIS lidar site in Warsaw

**Iwona S. Stachlewska**, Wojciech Kumala, Krzysztof M. Markowicz, Dominika Szczepanik  
Institute of Geophysics, Faculty of Physics, University of Warsaw, Warsaw, Poland  
Korespondencja: iwona.stachlewska@igf.fuw.edu.pl

Established in 2000, European Aerosol Research Lidar Network - EARLINET, provides a most extensive collection of quantitative, comprehensive, statistically significant database of ground-based lidar derived aerosol vertical distribution over Europe. The Warsaw EARLINET site was established in March 2015, when the Radiative Transfer Laboratory (RT-Lab) of the University of Warsaw, located in city-center (52.21°N, 20.98°E, 112 m asl) was accepted to join the EARLINET network with our regular multi-wavelength aerosol polarization Raman lidar measurements. The excellent capabilities of the next generation PollyXT lidar ( $3\beta+2\alpha+2\delta+WV$ ), developed in a scientific collaboration with Institute of Tropospheric Research (TROPOS, Germany), allow for an independent retrieval of the complex lidar data set. The wavelength dependent lidar observations in Warsaw, Poland conducted in the frame of EARLINET/ACTRIS climatology measurements were analyzed for the period of July 2013 to December 2016. Data products are publicly available via the EARLINET and ACTRIS Data Bases, which allow to search, download and visualize the data from different stations. The products available for the Warsaw site include, in most cases a set of profiles: aerosol backscattering coefficient at 355, 532, 1064nm, extinction coefficient at 355, 532nm, and linear depolarization at 355, 532nm wavelengths. They are provided as a function of height above mean sea level, together with their uncertainties. Here, we report on climatological profiles of above mentioned physical quantities as well as on climatological lidar ratios, color ratio of lidar ratios, extinction and backscattering related Angstrom exponent, and lidar aerosol optical depth within the boundary layer and in the free troposphere.

## **POLIMOS nowy mobilny system lidarowo-radarowy dla sieci PolandAOD**

**Iwona S. Stachlewska**(1), V. Freudenthaler(2), J. Delanoe(4), B. Chojnicki(3), K. M. Markowicz(1), M. Samson(3), O. Zawadzka(1), K. Harenda(3), L. Janicka(1)

(1) Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski

(2) Ludwig-Maximilian-University, Meteorological Institute

(3) Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

(4) University of Versailles Saint-Quentin

Korespondencja: iwona.stachlewska@igf.fuw.edu.pl

W prezentacji zostanie przedstawiony mobilny system lidarowo-radarowy POLIMOS rozwijany obecnie w ramach współpracy międzynarodowej pod patronatem Europejskiej Agencji Kosmicznej. POLIMOS, zamontowany w wanie, będzie wykonywał pomiary regularne w ramach sieci PolandAOD głównie na stacji w Rzecinie oraz pomiary w wybranych lokalizacjach podczas krótkich kampanii polowych. Jeden z instrumentów POLIMOS to 8-kanałowy lidar z detekcją rozproszenia elastycznego (355 p&s, 532 p&s, 1064nm) oraz Ramanowskiego (na azocie: 387, 607nm; na parze wodnej 408nm) w zakresie od 350m do 15km (rozdzielczość 3.75m, 10min). Drugi insrtument to 95 GHz Dopplerowski bi-statyczny radar chmurowy pracujący w rozdzielczości 12.5 m (chmury i mgła), 25m (LWC i IWC), 100m (Cirrus). Pomiary POLIMOSA zostaną wykorzystane do walidacji/evaluacji danych satelitarnych oraz szeroko-rozumanego odzyskiwania własności optycznych i typowania rodzaju aerozoli atmosferycznych i chmur, szacowania wymuszenia radiacyjnego, oraz badań wpływu atmosfery na ekosystem torfowiska w Rzecinie.

## **Wysokorozdzielcza prognoza pyłu w woj. małopolskim i perspektywa asymilacji pomiarów naziemnych PM10.**

**Joanna Strużewska**(1), Jacek W. Kaminski(2,3), Paweł Durka(3), Aleksander Norowski(1)

(1) Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska, Politechnika Warszawska

(2) Instytut Geofizyki PAN

(3) Instytut Ochrony środowiska – Państwowy Instytut badawczy

Korespondencja: struzw@is.pw.edu.pl

Województwo małopolskie, a w szczególności aglomeracja krakowska, charakteryzują się niekorzystnymi warunkami jakości powietrza. Wartości stężeń zanieczyszczeń w powietrzu niejednokrotnie znacząco przekraczają poziomy normowane I alarmowe, co powoduje negatywne skutki dla środowiska. Fakt, iż w okresie zimowym przekraczane są poziomy alarmowe stężeń pyłu PM10 (gdy stężenie średniodobowe pyłu PM10 przekracza 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) implikuje konieczność podejmowania działań zaradczych, które w najbardziej ograniczonym zakresie sprowadzać by się mogły do informowania społeczeństwa o prawdopodobnym zagrożeniu. Operacyjna prognoza zanieczyszczenia powietrza w woj. małopolskim z wykorzystaniem modelu GEM-AQ prowadzona jest od 2010. W roku bieżącym wdrożono konfigurację dla siatki obliczeniowej w rozdzielczości 2,5km nad obszarem województwa małopolskiego. Aktualnie testowana jest baza emisyjna stworzona na podstawie szczegółowej inwentaryzacji źródeł na obszarze województwa. Następnym etapem prac jest asymilacja danych pomiarowych pyłu PM10 ze stacji automatycznych WIOŚ w Krakowie w przygotowaniu warunku początkowego dla modelu. Asymilacja danych pomiarowych do modelu GEM-AQ zostanie wykonana metodą interpolacji optymalnej (Optimal Interpolation – OI). Estymacja statystyk błędów zostanie wykonana metodą Hollingswotha-Lonnberga (H-L). Zaprezentowana zostanie sprawdzalność prognoz, analiza jakości emisji wysokorozdzielczych oraz analiza miar błędów do procedury asymilacji.

## **The relation between columnar and surface aerosol optical properties in a background environment.**

**Dominika Szczepanik**, Krzysztof M. Markowicz  
Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski  
Korespondencja: dszczepa@igf.fuw.edu.pl

This work presents the results of observation and the numerical simulation relationship between columnar and surface aerosol optical properties. The presented data include sun photometer nephelometer, aethalometer, and ceilometer observation, as well as the Navy Aerosol Analysis and Prediction System (NAAPS) re-analysis obtained between 2013 and 2015. Measurements were made in Strzyzow station (south-eastern part of Poland), which belongs to the AERONET and Poland-AOD network. Observation and simulation data show that the correlation coefficient between aerosol optical depth and surface aerosol scattering coefficient depends on the averaging period. For the monthly mean both parameters are significantly negatively correlated as a result of the seasonal variability of anthropogenic emission in Central Europe and long-range transport of natural aerosol, as well as the change of the meteorological conditions. Reduction of the averaging time leads to an increase in the correlation coefficient, which is almost zero for a 10-day period and 0.4 when the six-hour data are selected. In addition, the correlation between columnar and surface aerosol optical properties shows significant variation with surface temperature gradient. During convective conditions the correlation coefficient between aerosol optical depth and aerosol scattering coefficient is as much as 0.87 while during inversion it is approximately 0.45.

## **Jaki błąd popełniamy stosując przybliżenie „płasko-równoległe” do oceny wymuszenia radiacyjnego aerozolu w Arktyce.**

**Anna Rozwadowska**(1), Justyna Lisok (2), Krzysztof Markowicz (2)

(1) Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk

(2) Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski

Przy modelowaniu wymuszenia radiacyjnego aerozolu często stosuje się założenie, że układ powierzchnia Ziemi-atmosfera jest horyzontalnie uwarstwiony (Plane-Parallel Approximation) lub że składa się on z horyzontalnie uwarstwionych kolumn, pomiędzy którymi nie zachodzi wymiana fotonów (Independent Column Approximation). W przypadku obszarów pagórkowatych lub górzystych o silnie zróżnicowanym albedo takie przybliżenie może powodować dodatkowy błąd w modelowaniu. Celem niniejszej pracy jest oszacowanie, czy błędy wynikające z przyjęcia złożenia PPA lub IPA przy modelowaniu wymuszenia radiacyjnego aerozolu w rejonie Spitsbergenu są istotne. W pracy wykorzystano trójwymiarowy model Monte Carlo transferu promieniowania słonecznego w atmosferze. Błędy wynikające z przybliżenia „płasko-równoległego” analizowano dla dwóch przypadków: (1) dla rejonu fiordu Hornsund i pikseli o boku 17 km oraz dla rejonu fiordu Kongsfjord i pikseli o boku 200 m. Modelowanie przeprowadzono dla długości fali 469 nm.

## **Aqueous-phase oxidation of the monoterpene derivatives: a new source of secondary organic aerosols in the atmosphere**

**Bartłomiej Witkowski**, Tomasz Gierczak  
Wydział Chemii, Uniwersytet Warszawski,  
Korespondencja: bwitk@chem.uw.edu.pl

Atmospheric aerosols have direct and indirect impact on the climate. Fine particles formed in the atmosphere also have a negative impact on our health. Composition of the fine particles vary significantly; they can contain both organic and inorganic carbon (soot) as well as inorganics, such as ammonium sulfate. Globally, organic compounds of natural and man-made sources compose a large fraction ( $\approx 50\%$ ) of the fine aerosol mass in the troposphere. Isoprene and terpenes account for approx. 90% of the global non-methane hydrocarbon emission. For this reason, reactions of biogenic volatile organic compounds (BVOC) with oxidants such as ozone, hydroxyl and nitrate radicals in the atmosphere are very important secondary organic aerosols (SOA) formation pathways. SOA formation occurs when semi-volatile oxidation products of the BVOCs nucleate and/or condense onto preexisting particles in accordance with partitioning theory. This mechanism was considered the major SOA formation mechanism and the gas-phase oxidation of BVOC has been studied extensively over the past decade. More recently, it was concluded that clouds, fogs, and wet aerosols can act as an efficient medium for aqueous-phase processing of the semi-volatile organic compounds and these processes significantly contribute to the SOA formation. As opposed to the gas-phase SOA, modeling of aqSOA formation is currently in the development stages and mechanistic as well as kinetic data about the reactions occurring inside the clouds, fogs, and wet aerosols particles are needed. While the BSOA precursors, such as monoterpenes, are hydrophobic hydrocarbons, their more polar oxidation products are readily soluble in water. In the aqueous phase, the monoterpene oxidation products can undergo further reactions to yield even less volatile and more hydrophilic products. After water evaporation, these highly oxygenated compounds will produce solid particles. The aim of this work was to study kinetics and mechanism of the aqueous-phase oxidation of terpene-derived carboxylic acids. Reaction of *cis*-pinonic and limononic acids with hydroxyl radicals was studied in the aqueous-phase photoreactor. Obtained results will allow to model aqSOA formation in the atmosphere.

## **Modelowanie stężeń pyłu zawieszonego dla Polski – porównanie z pomiarami**

**Małgorzata Werner, Maciej Kryza**

Zakład Klimatologii i Ochrony Atmosfery, Uniwersytet Wrocławski

Korespondencja: malgorzata.werner@uwr.edu.pl

W pracy prezentujemy wyniki aplikacji dwóch eulerowskich modeli transportu zanieczyszczeń – WRF-Chem oraz EMEP dla obszaru Polski. Obliczenia dla obu modeli były prowadzone w tej samej domenie, rozdzielczości przestrzennej oraz profilu pionowym. Domena zewnętrzna obejmuje Europę w rozdzielczości 12 km x 12 km, domena wewnętrzna jest zagnieżdżona nad Polską (rozdzielczość 4 km x 4 km). WRF-Chem oraz EMEP jest zasilany danymi meteorologicznymi z modelu WRF. Emisja antropogeniczna pyłu zawieszonego oraz jego prekursorów została dostarczona z bazy danych TNO MACC III w rozdzielczości ok. 7 km x 7 km. Symulacje zostały wykonane dla całego roku 2015, z zapisem wyników co 1 godzinę. Wyniki modeli zostały porównane z godzinowymi pomiarami automatycznymi stężeń PM10 oraz PM2.5 prowadzonymi przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska oraz pomiarami grubości optycznej atmosfery prowadzonymi w ramach sieci badawczej Poland-AOD. Statystyki błędu policzono: 1) w postaci wartości średnich ze wszystkich stacji dla 4 sezonów (zima, wiosna, lato i jesień), oraz 2) indywidualnie dla każdej stacji i pokazano ich rozkłady przestrzenne.



## **Validation of the improved SEVIRI Aerosol Optical Depth retrieval algorithm based on case study from September 2016**

**Olga Zawadzka**, Iwona S. Stachlewska, Krzysztof M. Markowicz  
Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski  
Korespondencja: [zawadzka@igf.fuw.edu.pl](mailto:zawadzka@igf.fuw.edu.pl)

The improvement of the MSG-SEVIRI based aerosol optical depth (AOD) retrieval was conducted in the frame of the ESA-ESRIN SAMIRA project. The new algorithm aims at providing the aerosol optical depth maps over the territory of Poland with a high temporal resolution of 15 minutes. An extensive testing of the SEVIRI AOD algorithm was carried out for an exceptionally warm September of 2016, with the unique, stable weather conditions over Poland. Data set was collected between 11-16 September 2016, during which a day of very clean atmospheric background related to an Arctic air-mass inflow was surrounded by a few days with well increased aerosol load of different origin. On the clean reference day, for estimating surface reflectance the CAMS AOD forecast was used. The obtained AOD maps were validated against AODs available within the Poland-AOD and the AERONET networks, and AODs obtained from the PollyXT-UW lidar.

## **Wieloletnie i sezonowe zmiany aerozolowej grubości optycznej i współczynnika Ångströma w rejonie Svalbardu**

P. Pakszys, **T. Zielinski**, T. Petelski, P. Makuch, P. Markuszewski  
Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk  
Korespondencja: tymon@iopan.gda.pl

Efekt aerozolowy (bezpośredni i pośredni), obok efektu cieplarnianego, wybuchy wulkanów oraz zmian w ozonosferze, cyrkulacji oceanicznej i aktywności Słońca, jest jedną z głównych przyczyn zmian klimatycznych. Przy czym ten pierwszy jest silnie zależny od właściwości optycznych cząstek zawieszonych w atmosferze. Istnieją dwa podstawowe parametry wykorzystywane do scharakteryzowania tych własności. Jest to aerozolowa grubość optyczna (AOD) i współczynnik Ångströma. Klimat Arktyki ulega stałym przekształceniom. Raport ACIA wykazał, iż wartość zmiany temperatury w Arktyce jest dwa do trzech razy większa w stosunku do zmiany wartości globalnej. Tylko w ostatnim stuleciu wzrost temperatury Arktyki jest większy od wzrostu średniej globalnej (IPCC, 2013). Kluczową rolę w zmianach klimatu Arktyki odgrywa atmosfera i jej składniki, a pozycję lidera, w tym aspekcie, przypisuje się aerozolom. Dla trzech stacji lądowych (Longyearbyen, Ny-Alesund, Hornsund) oraz obszaru Cieśniny Fram (pomiędzy Spitsbergenem a Grenlandią) zarchiwizowano dane fotometryczne pochodzące z rutynowych pomiarów IO PAN, z projektu AERONET i MAN, z modelu CAMS. Baza danych aerozolowych została już częściowo wzbogacona o archiwalne dane meteorologiczne, satelitarne, a także trajektorie wsteczne. Dane z programu Aerosol Robotic Network (AERONET) uzyskane przy użyciu fotometrów automatycznych Cimel CE-318 oraz z sieci Maritime Aerosol Network (MAN), w ramach, której zbierane są dane uzyskane z pokładów statków za pomocą fotometrów Microtops II, zarchiwizowano dla poziomu 2.0 lub, jeśli dane 2.0 nie są jeszcze dostępne, z poziomu 1.5 (poziomy te zawierają już zaimplementowane niezbędne poprawki atmosferyczne, poprawki błędów pomiarowych oraz przeprowadzoną detekcję zachmurzenia).