

POMIARY WŁASNOŚCI MIKROFIZYCZNYCH MGŁY RADIACYJNEJ.

Krzysztof M. Markowicz^{1*}, Michał T. Chiliński², Agata Han¹, Przemysław Makuch³

¹Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski

²Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski

³Instytut Oceanologii, Polska Akademia Nauk, Sopot

Korespondencja: kmark@igf.fuw.edu.pl

STRESZCZENIE

Przedstawiono wyniki profilowania mgły radiacyjnej z wykorzystaniem aparatury umieszczonej na dronie oraz wyniki pomiarów stacjonarne. Do pomiarów parametrów mikrofizycznych wykorzystano licznik cząstek OPC-N3. Dodatkowo, na dronie umieszczona była radiosonda meteorologiczna RS92SGP oraz dwa radiometry (pyrgeometry SL-510 i SL-610). Profilowanie dronem wykonano podczas mgieł radiacyjnych pod koniec sierpnia 2020r. Natomiast pomiary stacjonarne prowadzono w latach 2019-2020. Wyniki pomiarów z wykorzystaniem OPC-N3 wskazują na duży potencjał pomiarów mikrofizycznych mgły oraz smogu. Przy użyciu tego czujnika możliwe jest badanie transformacji smogu do mgły i wykrywanie kondensacji pary wodnej na aerozolu. Gdy pojawiają się w powietrzu kropelki mgły licznik wykazuje gwałtowny skok promienia efektywnego oraz wielkość PM10. Badania z wykorzystaniem drona pokazały duży potencjał do pozyskiwania informacji o strukturze pionowej własności mikrofizycznych mgły. Uzyskane dane wskazują na silną niejednorodność mgły radiacyjnej i spójność pomiarów OPC-N3 z wynikami pomiarów strumieni promieniowania długofalowego. Na górnej granicy mgły obserwowano znaczący

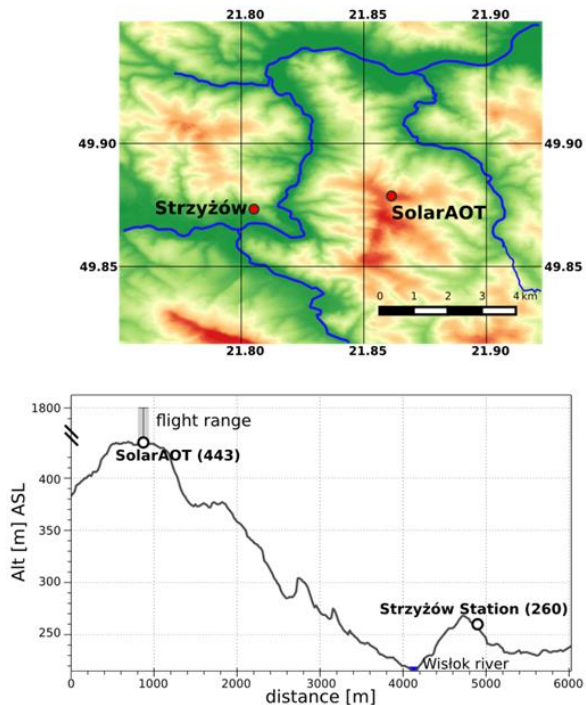
spadek strumieni podczerwonych powiązany ze spadkiem promienia efektywnego kropel. Na podstawie profilowania mgły wyznaczono całkowitą zawartość wody ciekłej.

1. WSTĘP

W ostatnich latach obserwuje się systematyczny spadek ilości mgieł w ciągu roku i dni ze znaczną redukcją widzialności poziomej, który tłumaczy się wzrostem temperatury oraz spadkiem emisji zanieczyszczeń powietrza. W Polsce w okresie jesienno-zimowych ze względu na emisje komunalno bytowe dochodzi w specyficznych warunkach meteorologicznych do rozwoju smogu, a przy wysokiej wilgotność względnej do rozwoju przyziemnej mgły. Nie jest oczywistym jaki wpływ na mgłę ma poziom koncentracji aerozolu (w szczególności jąder kondensacji) jak również obecność aerozoli absorbujących, które mogą przyspieszać dyssypację mgły w ciągu dnia. Mgły radiacyjne spotykane są w Polsce głównie w rejonach kotlin gdzie w warunkach sprzyjających powstawaniu mgieł dochodzi również do kumulacji zanieczyszczeń powietrza. Rejony te są więc idealne do badań nad wpływem aerozolu na własności mikrofizyczne mgły.

2. REJON PROWADZENIA BADAŃ.

Badania przeprowadzono na Podkarpaciu w rejonie stacji SolarAOT w okolicach Strzyżowa (5 km od centrum miasta). Stacja Solar AOT znajduje się na wysokości 444 m n.p.m. ok 200 metrów na dolina Wisłoka. Mgły radiacyjne na ogół obserwowane są w kotlinie Strzyżowa poniżej stacji SolarAOT. W związku z tym prowadzone były pomiary ciągłe w drugiej lokalizacji (260 m n.p.m.) oddalonej o 1 km od centrum miasta. Pomiary z wykorzystaniem drona prowadzono w kotlinie Wisłoka (na wysokości ok 230 m n. p. m.) pomiędzy Stacja SolarAOT a stacją Strzyżów (Ryc. 1 b). Dodatkowo, prowadzono pomiary z wykorzystaniem aparatury w samochodzie badawczym Kamper profilując mgłę wzdłuż drogi łączącej Strzyżów ze stacją SolarAOT.



Ryc.1 Mapa topograficzna rejonu badań terenowych oraz profil pionowy w kierunku

wschód zachód z lokalizacją stacji Solar AOT i stacji w Strzyżowie.

3. APARATURA POMIAROWA

Badania prowadzono z wykorzystaniem aparatury wymienionej w Tabeli 1. Głównym czujnikiem do pomiarów mikrofizycznych mgły był optyczny czujnik OPC-N3 (Markowicz i Chiliński, 2020), który był używany zarówno na dronie, samochodzie badawczym jak w i stacjach bazowych. Szczegółowy opis czujnika znajduje się na stronie producenta (<http://www.alphasense.com>). Pozwala on rejestrować cząstki w 24 klasach w zakresie od ok 0.3 do 40 μm . Mgła radiacyjna była obserwowana przez system kamer zainstalowany w górnej i w dolnej stacji. Profilowanie z wykorzystaniem hexaptera wyposażanego w czujniki parametrów termodynamicznych, licznik cząstek oraz zestaw radiometrów były prowadzone były głównie w godzinach nocnych. Pomiary strumieni radiacyjnych w zakresie długofalowym były mierzone przez czujniki SL510 i SL610, zaś w zakresie krótkofalowym przez SP510 i SP610

Tabela 1. Lista aparatury pomiarowej

SolarAOT	Strzyżów	Dron	Kamper
CHM15K ¹	OPC-N3 ⁷	RS92SGP ¹⁰	LAS ³
Aurora4000 ²	SEN0177 ⁸	OPC-N3 ⁷	Aurora4000 ²
LAS ³	Meteo ⁹	SL510/610 ¹¹	AE-31 ⁴
AE-31 ⁴	Kamery ⁶	SP510/610 ¹²	OPC-N3 ⁷
520 Vaisala ⁵			AE-51 ¹³
Kamery ⁶			METPAK ¹⁴
			Lidar ¹⁵

¹ Ceilometr CHM15K firmy Lufft

² Nefelometr polarny Aurora 4000 firmy Ekotech

³ Laserowy Spektrometr 3340 firmy TSI

⁴ Aethaometr stacjonarny firmy Magee

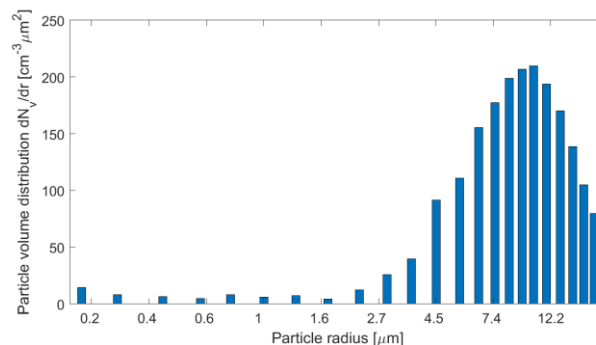
- ⁵ Stacja meteorologiczna
- ⁶ kamery przemysłowe AirCAM, CG4 Ubiquity
- ⁷ Optyczny licznik cząstek firmy Alphasens
- ⁸ Optyczny licznik cząstek SEN0177
- ⁹ Czujniki meteorologiczne: HYT939, Anemometr Campbell A100LK-L
- ¹⁰ Radiosonda Vaisala
- ¹¹ Pyrgeometry (oddolny i odgórny) firmy Apogee
- ¹² Pyranometry (oddolny i odgórny) firmy Apogee
- ¹³ Miniaturowy aethalometr firmy AethLabs
- ¹⁴ Stacja meteorologiczna firmy Gill Instruments
- ¹⁵ Lidar MD100 firmy Raymetrics.



Ryc.2 Dron z aparaturą pomiarową

4. WYNIKI I KONKLUZJE

W ramach badań przeanalizowano 55 przypadków mgły radiacyjnej zarejestrowanej od września 2019 do listopada 2020r. Średnie widmo objętościowe kropel mgły (Ryc.3) wykazuje maksimum ok 10 μm . Natomiast średni promień efektywny wyniósł ok. 2.1 μm .



Ryc.3 Rozkład objętości kropel mgły oraz aerozolu zmierzony licznikiem OPC-N3 w okresie od września 2019 do listopada 2020r.

5. BIBLIOGRAFIA

Markowicz, K.M. i M. T. Chiliński, 2020, Evaluation of Two Low-Cost Optical Particle Counters for the Measurement of Ambient Aerosol Scattering Coefficient and Ångström Exponent, *Sensors*, 20(9), 2617; <https://doi.org/10.3390/s20092617>.

6. PODZIĘKOWANIA

Badania zostały sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie umowy UMO-2017/27/B/ST10/00549 do projektu *OPUS pt.* Oddziaływanie aerozolu na własności mikrofizyczne, optyczne i radiacyjne mgły.