

Pomiary koncentracji aerozoli absorbujących

Krzysztof Markowicz

Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski

Czas trwania: 10 minut

Czas obserwacji: dowolny w ciągu dnia

Wymagane warunki meteorologiczne: dowolne

Częstotliwość wykonania: raz w ciągu dnia

Poziom szkoły: podstawowa, gimnazjum, liceum

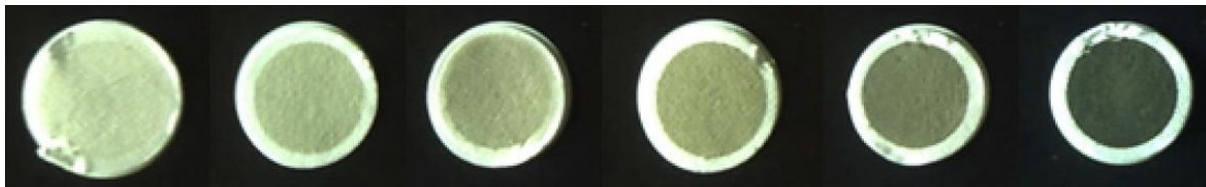
Materiały i przyrządy: aethalometr

1. Wstęp

Wszystkie aerozole zawarte w atmosferze ochładzają system klimatyczny. Nie wszystkie aerozole chłodzą klimat w jednakowym stopniu, a niektóre nawet ogrzewają atmosferę. Aerozole, które ocieplają powietrze zwane są aerozolami absorbującymi gdyż pochłaniają znaczną część promieniowania słonecznego. Najbardziej absorbującym typem aerozoli jest sadza, która jest emitowana do atmosfery podczas niepełnego spalania związków organicznych. Aerozole absorbujące emitowane są do atmosfery wskutek działalności człowieka, ale również podczas pożarów, które wybuchają w sposób naturalny. Niewielkie własności absorbujące wykazują również drobiny pyłu pustynnego oraz aerozol wulkaniczny. Aerozole absorbujące poza tym, że pochłaniają promieniowanie słoneczne w atmosferze w istotnie wpływają na własności śniegu. Osadzające się na powierzchni śniegu drobiny sadzy zmniejszają albedo śniegu przyczyniając się do szybszego topnienia śniegu. Zjawisko to jest szczególnie ważne w obszarach polarnych, gdzie wiosną każdego roku dochodzi do transportu silnie zanieczyszczonych mas powietrza niosących aerozol absorbujący. Opadające na powierzchni śniegu cząstki zmieniają własności optyczne śniegu przyspieszając jego topnienie wiosną i latem. W Polsce zjawisko to występuje szczególnie widocznie w dużych miastach gdzie emisja zanieczyszczeń jest wysoka. Sadza jest również bardzo niebezpieczna dla naszego zdrowia gdyż jej bardzo drobne cząstki mogą z łatwością dostać się do dolnych dróg oddechowych a w płacach do krwioobiegu. Z tego powodu monitoring tego typu cząstek jest bardzo ważny a w Polsce pomiary tego typu należą do rzadkości.

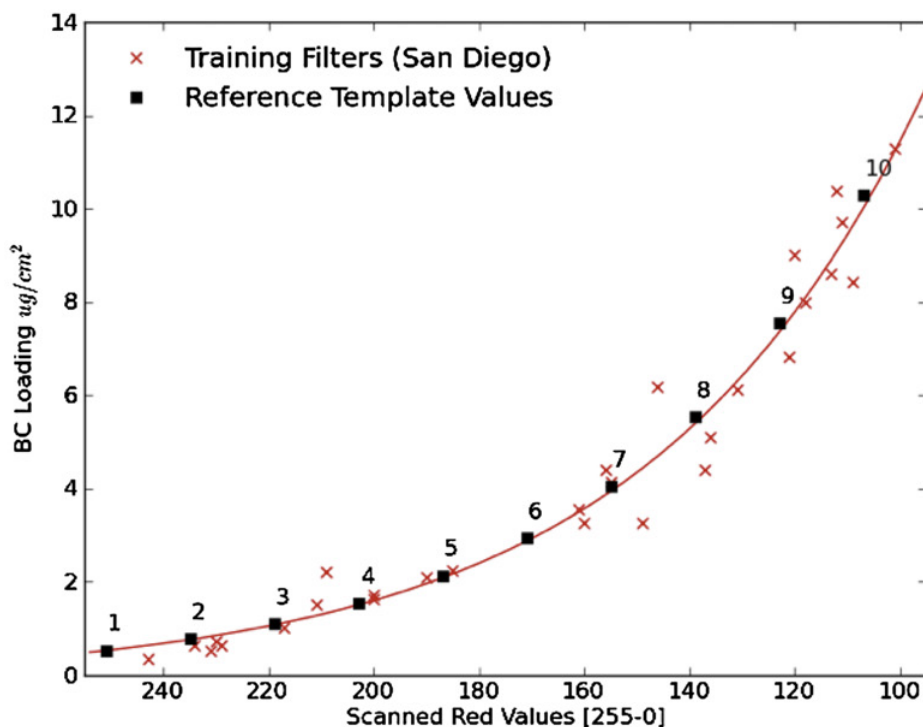
2. Przyrządy pomiarowe

Pomiary aerozoli absorbujących (ang. black carbon) wykonane zostaną przy użyciu prostej techniki opartej na badaniu stopnia zabrudzenia filtra kwarcowego.



Ryc. 1 Przykładowe zabrudzenie filtrów kwarcowych związanych z obecnością aerozoli absorbujących w atmosferze.

Przepuszczając przez biały filtr powietrze zawierające drobne aerozole możemy zauważyć, że powierzchnia filtra zmienia zabarwienie (ryc. 1). Im powietrze jest bardziej zanieczyszczone aerozolami absorbującymi tym ciemniejszy obszar zabrudzonego filtra. W ten sposób możemy ocenić jak dużo aerozoli absorbujących zawiera powietrze. Posłużymy się w tym przypadku przyrządem zwanym aethalometr, który składał się będzie z małej pompki powietrza, uchwyty do zainstalowania filtra, filtra kwarcowego oraz zasilacza. Powietrze zasysane jest w tym układzie przez specjalną rurkę a następnie przepływa przez filtr trafiając do pompki ssącej. Prędkość przepływu powietrza wynosi w omawianym układzie ok. 0,6 litra na minutę. Jednak może być zmniejszona w obszarach o bardzo silnym zanieczyszczeniu powietrza, aby zaciemnienie filtra nie było za każdym razem maksymalne. Średnica obszaru filtra, na którym będzie osadzał się aerozol wynosi ok. 2 cm. Czas trwania pomiaru wynosi ok. 24 h. Po upływie tego czasu wyciągamy zabrudzony filtr i zakładamy nowy. Stopień zabrudzenia filtra będzie mierzony za pomocą zwykłego aparatu cyfrowego bądź telefonu komputowego wyposażonego w matrycę do robienia zdjęć. Po zgraniu zdjęcie do komputera wykorzystujemy specjalne oprogramowanie, które odczytuje intensywność światła odbitego od zabrudzonej części filtra. Intensywność ta jest przeliczana na masę cząstek absorbujących w jednostce objętości zgodnie z krzywą kalibracyjną (ryc. 2). Niniejsza krzywa obrazuje, że masa cząstek jest nieliniową funkcją intensywności światła. Intensywność światła mniejsza (ciemniejszy filtr) tym zawartość aerozoli absorbujących jest wyższa. W przypadku aparatu cyfrowego i zdjęć w formacie JPG intensywność światła (w jednostkach bezwymiarowych) zawiera się w przedziale od 0 do 255. Masa aerozoli absorbujących będziemy wyrażana w [$\mu\text{g}/\text{cm}^3$].



Rys.2 Krzywa kalibracji dla aethalometru opisująca koncentracje aerozoli absorbujących jako funkcję intensywności światła rejestrowanego przez aparat cyfrowy.

3. Przeprowadzenie obserwacji

Okres pomiaru wynosi minimum 24h jednak może być rozrzedzony do 48 lub 72h podczas weekendu lub okresu świątecznego. Procedura pomiarowa składa się będzie z dwóch elementów. Instalacji nowego filtra oraz analizy stopnia zabrudzenia filtra po upływie doby lub dłuższego okresu czasu. Pierwsza instalacja przyrządu wymagać będzie zainstalowania aethalometru na parapecie (lub innym miejscu blisko okna) z dostępem do gniazda zasilania 230 V. Ponadto musimy przeprowadzić rurkę zasysającą powietrze atmosferyczne przez otwór w framudze okna lub futryn okna w taki sposób, aby nie uległa ona nigdzie zgięciu lub załamaniu. Na zewnątrz przewód doprowadzający powietrze powinien kończyć się min 30 cm od ściany budynku i być skierowany lekko w dół tak, aby opady atmosferyczne nie mogły dostać się do przewodu z powietrzem a następnie do aethalometru.

Procedura pomiarowa

1. Upewnij się, że przewody doprowadzające powietrze są dobrze podłączone
2. Podłączyć zasilacz aethalometru do sieci 230V
3. Rozłącz biały uchwyt do filtra

4. Przy użyciu pęsety włóż nowy filtr. Zwróć uwagę na to aby powierzchnia pomiarowe filtra znajdowała się od strony wlotu powietrza atmosferycznego.
5. Zamknij uchwyt do filtra
6. Zanotuj czas UTC założenia nowego filtra
7. Po upływie minimum 20-24 h wymień filtr na nowy zgodnie z punktami 3-5
8. Zanotuj czas UTC
9. Zabrudzony filtr ustaw na czarnej kartce papieru
10. Przy użyciu linijki zmierz średnicę zabrudzonego fragmentu filtra z dokładnością do 1 mm
11. Wykonaj zdjęcie aparatem cyfrowym z odległości ok. 50 cm. Nie używaj lampy błyskowej
12. Prześlij wykonane zdjęcie na komputer
13. Uruchom przeglądarkę internetową i stronę www.polandaod.pl a następnie zakładkę raportowania wyników. Po wczytaniu zdjęcia i podaniu pozostałych danych wysyłamy dane i odczytujemy wynik pomiaru. Odczytaj intensywność światła a następnie koncentrację masy cząstek absorbujących.
14. Jeśli filtr nie jest zbyt zabrudzony umieszczamy go ponownie w przyrządzie. Zwróć uwagę aby strona zabrudzona znajdowała się od strony wejścia rurki z powietrzem atmosferycznym.
15. Jeśli filtr jest zabrudzony użyj nowego.

4. Protokół wyników

Wypełnij tabele wpisując datę rozpoczęcia i zakończenia zbierania cząstek na filtrze czasie uniwersalnym (odjąć 2 godziny dla czasu letniego lub odjąć 1 godzinę dla czasu zimowego), intensywność światła zabrudzonej części filtra, średnice zabrudzenia filtra przez aerozol w [mm]. Oblicz czas trwania pomiaru wyrażając go w godzinach i częściach dziesiętnych godziny. Przepisz to tabeli wynik uzyskany przy użyciu programu do czytania zdjęć filtrów.

Lp	Data i czas UTC			natężenie światła	średnica warstwy aerozolu [mm]	masa aerozolu [$\mu\text{g}/\text{cm}^3$]
	start	koniec	Okres czasu w [h]			
1						

2						
3						

5. Analiza wyników

Przeanalizuj zmiany czasowe zawartości aerozoli absorbujących w okresie miesiąca, dekady czy całego roku. Zastanów się, jakie warunki meteorologiczne sprzyjają kumulacji dużej ilości zanieczyszczeń a jakie powodują, że powietrze nie zawiera dużych ilości aerozoli absorbujących.

6. Literatura

[1] A cellphone based system for large-scale monitoring of black carbon, N. Ramanathan, <http://www-ramanathan.ucsd.edu/files/pr181.pdf> .