

Wyznaczanie stopnia zachmurzenia

Krzysztof Markowicz

Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski

Czas trwania: 15 minut

Czas obserwacji: dowolny

Wymagane warunki meteorologiczne: brak

Częstotliwość wykonania: przynajmniej raz w ciągu dnia

Poziom szkoły: wszystkie

Materiały i przyrządy: zwierciadło wypukłe, aparat cyfrowy, statyw fotograficzny

1. Wstęp

Chmury odgrywają istotną rolę w kształtowaniu pogody i klimatu. Podstawowy parametrem określającym ilość chmur jest stopień zachmurzenia. Pomimo, że wielkość ta jest obserwowana od wielu lat jednak dopiero od niedawna dostępne są metody do obiektywnego szacowania stopnia zachmurzenia. Obserwacje wizualne wykonywane przez wiele dziesięcioleci są dość subiektywne. Dopiero pomiary satelitarne oraz fotografia cyfrowa umożliwiła opracowanie metod, które są dokładniejsze. Mimo stałego postępu w tej dziedzinie precyzyjne określanie stopnia zachmurzenia przez detektory satelitarne nie jest proste. Chcielibyśmy wiedzieć czy długiej perspektywie czasowej występują zmiany stopnia zachmurzenia. Okazuje się, że czasami wyniki satelitarne nie dają jednoznacznej odpowiedzi. Jedne detektory mogą np. wskazywać na niewielki wzrost zachmurzenia, zaś inne na niewielki spadek. Z tego powodu niezmiernie ważnym jest opracowanie metod, który byłyby bardzo precyzyjne umożliwiające w ten sposób walidację obserwacji satelitarnych. W przypadku stopnia zachmurzenia nie mamy możliwości kalibracji przyrządów, bo nie istnieją przyrządy wzorcowe. W tym przypadku można na ogół z dużą precyzją określić dwa stany: całkowite zachmurzenie lub jego całkowity brak. Jeśli atmosfera jest silnie zanieczyszczona to sytuacja w drugim przypadku nie jest taka oczywista. W tym przypadku, że względu na spadek widzialności detektory zachmurzenia podobnie jak nasze oczy mogą nie dostrzec chmur znajdujących się w wyższych warstwach troposfery.

Od kilkudziesięciu lat obserwuje się systematyczny wzrost pomiarów zachmurzenia wykonywanych przy użyciu kamery całego nieba (ang. whole sky camera). Przyrząd ten umożliwia ciągłe obserwacje stopnia pokrycia chmurami całego nieboskłonu oraz okolic tarczy słonecznej, co ma szczególnie znaczenie w pomiarach fotometrycznych. Analiza zdjęć cyfrowych pozwala na identyfikację rodzajów chmur, zaś sekwencja czasowa kolejnych fotografii umożliwia szacowanie prędkości i kierunku przemieszania się chmur. Przyrząd ten wpisuje się w kanon standardowych pomiarów meteorologicznych i stopniowo wypełnia lukę związaną z brakiem przyrządów do obserwacji zachmurzenia.



Rys. 1 Profesjonalna kamera całego nieba,
<http://www.yesinc.com/products/cloud.html>

2. Budowa kamery nieba

Głównym elementem kamery nieba jest wypukłe zwierciadło oraz aparat cyfrowy wraz ze statywem. Rolę zwierciadła może pełnić chromowany kołpak od samochodu ciężarowego (np. Baby Moons – Hubcaps), który ma za zadanie odbić promieniowanie pochodzące od sklepienia niebieskiego w ten sposób aby padało ono na matryce CCD aparatu cyfrowego. Rozwiązanie takie pozwala na niemal 180° kąt widzenia matrycy aparatu, jeśli umieścimy aparat nad zwierciadłem. Optymalna odległość aparatu od zwierciadła zależy od jego średnicy oraz promienia zakrzywienia. Aparat cyfrowy montujemy przy użyciu statywu fotograficznego. Jeśli jednak umieścimy aparat cyfrowy w wodoszczelnej obudowie możemy wykonywać pomiary w sposób ciągły [1]. Jednym z możliwych rozwiązań w tym przypadku jest użycie kamery GOPRO. Pozwala ono wykonywać zdjęcia zgodnie z zaplanowanym interwałem czasowym.



Rys. 2 Przykładowe zdjęcia nieboskłonu wykonane kamerą całego nieba

3. Przeprowadzenie obserwacji

Pomiar przeprowadzamy w terenie gdzie możliwe największa część nieboskłonu jest widoczna. Ustawiamy na ziemi lub na stole zwierciadło a nad nim mocujemy aparat cyfrowy. Wykonujemy kilka testowych zdjęć, aby upewnić się, że aparat wykonuje zdjęcia obejmując całe zwierciadło. Właściwe zdjęcie wykonujemy ustawiając kilkusekundowe opóźnienie wyzwolenia migawki tak, aby w tym czasie oddalić się od kamery. Na to na celu eliminację niepożądanych obiektów na zdjęciu. Jeśli wykonujemy zdjęcie w pogodny dzień, gdy widoczna jest tarcza słoneczna może ona powodować silnie prześwietlenie zdjęcia (nasylenie matrycy aparatu). W tym przypadku warto wykonać dwa zdjęcia. Jedno w normalnych warunkach, a drugie ustawiając krótki czas ekspozycji tak, aby zdjęcie było relatywnie ciemne. Pozwoli to na detekcję chmur znajdujących się blisko tarczy słonecznej. Dodatkowo, podczas wykonywania zdjęć szacujemy stopień zachmurzania obserwując nieboskłon i zapisując wynik w zakresie od 0 do 100% z krokiem 10%,

4. Analiza wyników

Po wykonaniu zdjęcia należy zgrać go na komputer, a następnie przy użyciu odpowiedniego oprogramowania wyznaczyć stopień zachmurzenia. Uzyskany wynik porównujemy z wartością obserwacji wizualnej nieboskłonu oraz oceną wizualną zachmurzenia na podstawie wykonanego zdjęcia.

5. Literatura

[1] Markowicz, K., Amatorskie pomiary meteorologiczne: kamera całego nieba, Delta, 12/2010. www.mimuw.edu.pl/delta/artykuly/delta2010-12/pomiary.pdf