

**PROJEKTY KOŃCOWE DO WYKŁADU Z METOD TELEDETEKCJI W BADANIACH
ATMOSFERY,
ROK AKADEMICKI 2024/2025**

1. Wyznaczanie temperatury powierzchni wody SST na podstawie danych satelitarnych (SEVIRI/MSG)

Wyznacz temperaturę powierzchni Morza Bałtyckiego a następnie narysuj jej przestrzenną zmienność przy użyciu metody dwu-kanalowej (zależnej od kąta zenitalnego satelity) omawianej na wykładzie. W tym celu należy zaproponować prostą metodę odrzucania pikseli zachmurzonych (maska chmurowa) w oparciu o wartość progową współczynnika odbicia w zakresie widzialnym. Dla wybranego sektora i zdjęć MSG lub MTG z zakresu długofalowego wyznacz temperatury radiacyjne a następnie transmisję atmosfery w dwóch kanałach spektralnych. W celu wyznaczenia transmisji atmosfery skorzystaj z modelu MODTRAN (http://modtran.spectral.com/modtran_home#plot). Obliczyć transmisję uwzględniając tylko wpływ pary wodnej oraz dwutlenku węgla. Wyznaczyć średnią wartość transmisji dla kanału 9 i 10 (MSG) uwzględniając ich charakterystykę spektralną. Wyznacz błąd SST metody. http://www.eumetsat.int/Home/Main/What_We_Do/Satellites/Meteosat_Second_Generation/Space_Segment/SP_1138096039033?l=en

2. Wyznaczanie grubości optycznej chmur warstwowych na podstawie pomiarów pyranometrem.

Na podstawie pomiarów promieniowania słonecznego przy użyciu pyranometru prowadzonych w Laboratorium Transferu Radiacyjnego wyznaczyć grubość optyczną chmur warstwowych. W tym celu należy wybrać dzień z całkowitym zachmurzeniem, ale bez opadów (najlepiej w okresie letnim) a następnie użyć prostego modelu transferu promieniowania (smodel.m <http://www.igf.fuw.edu.pl/~kmark/stacja/kody.php>) w celu wyznaczenia zależności strumienia promieniowania od grubości optycznej chmury. Kluczowym parametrem modelu jest całkowita zawartość pary wodnej w pionowej kolumnie powietrza, która można założyć stałą w ciągu dnia. Jej wartość przyjąć na podstawie sondażu aerologicznego z Legionowa (<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>). Ponadto założyć w modelu:

albedo pojedynczego rozpraszania = 1

parametr asymetrii chmury $g=0.85$.

wykładnik Angstroma = 0.0

albedo podłoża $rg=0.15$.

Kąt zenitalny Słońca wyznaczyć na podstawie programu w matlabie sunpos.m (<http://www.igf.fuw.edu.pl/~kmark/stacja/kody.php>).

Dane z pyranometru dostępne są w bazie danych Poland-AOD.

Literatura:

Boers, R., A. van Lammeren, and A. Feijt, 2000: Accuracy of Cloud Optical Depth Retrievals from Ground-Based Pyranometers. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, **17**, 916–927.

Model radiacyjny (spectral model: smodel.m) znajduje się na stronie: <http://www.igf.fuw.edu.pl/meteo/stacja/kody.php>

3. Badanie odbiciowości radarowej.

Porównać współczynniki rozpraszania wstecznego dla sferycznych kropeł wody i lodu obliczone na podstawie teorii Rayleigha i Lorentza-Mie. W przypadku teorii MIE użyć

dostępnego programu w matlabie: <http://www.igf.fuw.edu.pl/~kmark/stacja/kody.php>. Wywołanie programu ma postaci: $[S1, S2, Qe, Qs, Qb, g] = mie(x, n, nteta)$, gdzie S1 i S2 są funkcjami do wyznaczania funkcji fazowej, Qe, Qs, Qb to efektywne przekroje czynne na ekstynkcję, rozpraszanie oraz rozpraszanie wsteczne, g parametr asymetrii, zaś parametry wejściowe to: x – parametr wielkości, n – zespolony współczynnik refrakcji, nteta liczba kątów do wyznaczania funkcji fazowej np. 100.

Współczynnik refrakcji wody i lodu można wyznaczyć na podstawie kodów:

http://www.igf.fuw.edu.pl/~kmark/stacja/kody/ref_water.m wraz z bazą danych:

<http://www.igf.fuw.edu.pl/~kmark/stacja/kody/refwater.dat>

oraz http://www.igf.fuw.edu.pl/~kmark/stacja/kody/ref_ice.m z bazą danych:

http://www.igf.fuw.edu.pl/meteo/~kmark/kody/IOP_2007_ASCIItable.dat

gdzie parametrem wejściowym jest długość fali w $[\mu m]$. Porównać wyniki w zależności od wielkości cząstek rozpraszających. W jakim zakresie wielkości przybliżenie Rayleigha jest uzasadnione w przypadku radarów o długości fali 5.7 cm. Z badać jak zmienia się zależności odbiciowości radarowej od średnicy obiektów czy ma ona postać D^6 ?

Rozważyć przypadek topniejącego gradu i wyznaczyć współczynniki rozpraszania wstecznego przy pomocy metody coated sphere jako funkcje wielkości lodu w stosunku do otaczającej go warstwy wody (<http://www.igf.fuw.edu.pl/~kmark/stacja/kody.php>). Metoda ta umożliwia wyznaczanie własności optycznych obiektów w postaci sferycznych dwóch kul. W tym przypadku są to lód i woda. Wywołanie tego programu na postać: $[Qe, Qs, Qb] = coat(x1, x2, m1, m2)$;

gdzie parametry wejściowe x1 i x2 oznaczają parametry wielkości dla wewnętrznej i zewnętrznej kulki, zaś m1 i m2 oznaczają odpowiednio współczynniki refrakcji tych kul. Porównać jak zmienia się odbiciowość radarowa, gdy grad topi się i pojawia się cienka warstwa wody pokrywająca lód.

4. Symulowanie opóźnienia sygnału GPS w atmosferze

Wyznaczyć opóźnienie sygnału GPS w troposferze w oparciu o profile radiosondażowe z Legionowa dla wybranych 3 dni. Napisać program do wyznaczania całkowitej zawartości pary wodnej (PW). Przeprowadzić wpływ parametrów termodynamicznych na błędy wyznaczania PW w atmosferze na podstawie opóźnienia sygnału w troposferze (bez wpływu jonosfery). W szczególności przebadanie wpływu stałego gradientu temperatury w troposferze w zależności od profilu rzeczywistych profili temperatury i pary wodnej na błąd PW. Dodatkowo, wyznaczyć efekt zakrzywienia (refrakcji) promieniowania elektromagnetycznego w zakresie sygnału GPS.

5. Całkowita zawartość ozonu w kolumnie powietrza

Opracować i zaimplementować metodę trójkanałową do wyznaczania całkowitej zawartości ozonu w pionowej kolumnie powietrza na podstawie naziemnych pomiarów promieniowania bezpośredniego w zakresie UV. Metoda powinna umożliwiać wybór dowolnych 3 długości fali poniżej 330 nm, w których wykonywany jest pomiar promieniowania bezpośredniego. Zaproponować metodę szacowania niepewności pomiarowej ozonu. Sztuczne dane pomiarowe należy wyznaczyć przy założeniu grubości optycznej aerozolu 0.2 dla 500 nm i wykładniku Angstroma 1.5. Można założyć zaniedbywalny wpływ SO_2 i NO_2 . Współczynniki absorpcji dla ozonu wyznaczać na podstawie modelu MODTRAN http://modtran.spectral.com/modtran_home

6. Całkowita zawartość pary wodnej w kolumnie powietrza

Napisać program do wyznaczenia całkowitej zawartości pary wodnej w atmosferze na podstawie pomiarów strumieni promieniowania długofalowego docierającego do powierzchni ziemi (pyrgeometr) oraz temperatury powietrza przy ziemi podczas bezchmurnych warunków. Wykorzystać w tym celu model transferu radiacji Fu-Liou <https://cloudsgate2.larc.nasa.gov/cgi-bin/fuliou/runfl.cgi> oraz wyniki pomiarów z laboratorium transferu radiacji IGF UW. Dane dostępne poprzez bazę danych Poland-AOD.

7. Profil temperatury:

Wyznaczyć profil temperatury powietrza na podstawie spektralnych pomiarów promieniowania w pasmie absorpcji przez CO₂ (ok. 15 μm) dochodzącego z zenitu do powierzchni ziemi. W tym celu wykorzystać syntetyczne dane wygenerowane w oparciu o model transferu radiacji. Do wyznaczenia współczynników absorpcji wykorzystać model MODTRAN http://modtran.spectral.com/modtran_home.