

Ćwiczenie 6: Zero-wymiarowy model bilansu radiacyjnego Ziemi

Cel: Celem ćwiczenia jest zamodelowanie bilansu radiacyjnego Ziemi w oparciu o prosty model zaprezentowany na wykładzie.

Program ćwiczenia:

1. Zapoznanie się z bilansem energetycznym promieniowania krótkofalowego i długofalowego Ziemi.
2. Wykonanie prostych obliczeń średniej temperatury Ziemi bez uwzględnienia atmosfery.
3. Napisanie programu wyliczającego zależność średniej temperatury Ziemi od stałej słonecznej z uwzględnieniem wpływu atmosfery.
4. Obliczenie zależności temperatury od stałej słonecznej dla zadanego zakresu zmienności.
5. Badanie wpływu zmian parametrów optycznych powierzchni i atmosfery na wyniki.

Układ równań do rozwiązania (nie uwzględniający wpływu atmosfery):

$$P_{St} = S \cdot \frac{Pow_Z}{4} \cdot (1 - A)$$

$$P_Z = \sigma \cdot T^4 \cdot Pow_Z$$

$$P_Z = P_{St}$$

gdzie:

P_{St} – Moc docierająca do Ziemi ze Słońca (promieniowanie krótkofalowe)
 P_Z – Moc wypromieniowywana przez Ziemię (promieniowanie długofalowe)
 A – średnie albedo powierzchni Ziemi
 S – stała słoneczna
 Pow_Z - powierzchnia Ziemi
 σ -stała Stefana-Boltzmana

Układ równań do rozwiązania (uwzględniający wpływ atmosfery):

$$(-t_a)(1 - a_s) \frac{S}{4} + c(T_s - T_a) + \sigma T_s^4 (1 - a'_a) - \sigma T_a^4 = 0$$

$$-(1 - a_a - t_a + a_s t_a) \frac{S}{4} - c(T_s - T_a) - \sigma T_s^4 (1 - t'_a - a'_a) + 2\sigma T_a^4 = 0$$

gdzie:

t_a – transmisja atmosfery dla promieniowania krótkofalowego
 a_a – albedo atmosfery dla promieniowania krótkofalowego
 a_s - albedo powierzchni dla promieniowania krótkofalowego
 t'_a - transmisja atmosfery dla promieniowania długofalowego
 a'_a - albedo atmosfery dla promieniowania długofalowego
 T_a - średnia temperatura atmosfery
 T_s - średnia temperatura powierzchni

Dane wejściowe:

dla wersji 1:

$$A=0.3 \quad S=1366 \text{ W/m}^2 \quad \sigma=5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

dla wersji 2:

Promieniowanie krótkofalowe	Promieniowanie długofalowe
$a_s=0.19$ $t_a=0.53$ $a_a=0.30$	$t'_a=0.06$ $a'_a=0.31$
$c=2.7 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ Zakres zmienności stałej słonecznej 0.8 do 1.2 S	

Przebieg ćwiczenia:

1. Wykonanie prostych obliczeń średniej temperatury Ziemi bez uwzględnienia atmosfery
2. Napisanie programu rozwiązującego układ równań nieliniowych.
3. Obliczenie zależności średniej temperatury powierzchni i atmosfery od stałej słonecznej
4. Porównanie wyników obu obliczeń
5. Sprawdzić wpływ zmiany parametrów modelu (albedo, transmisja) na wyniki. Czy rezultaty są zgodne z intuicją (np. czy zmniejszenie albedo powierzchni powoduje wzrost temperatury?)
6. Program może być napisany w dowolnym języku lub środowisku obliczeniowym (np. Matlab).
7. Listing programu zaopatrzony w niezbędne komentarze należy umieścić w sprawozdaniu.
8. Sprawozdanie należy zakończyć wnioskami