

DR INŻ. KAMIL JANIAK

PROCESY JEDNOSTKOWE CZĘŚĆ 2

Zrozumieć globalną zmianę klimatu - kurs
Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika
Wrocławska

WROCLAW, 2024



Plan prezentacji

1. Albedo
2. Chmury
3. Wiatry i prądy powietrzne
4. Gazy cieplarniane

Albedo

Albedo

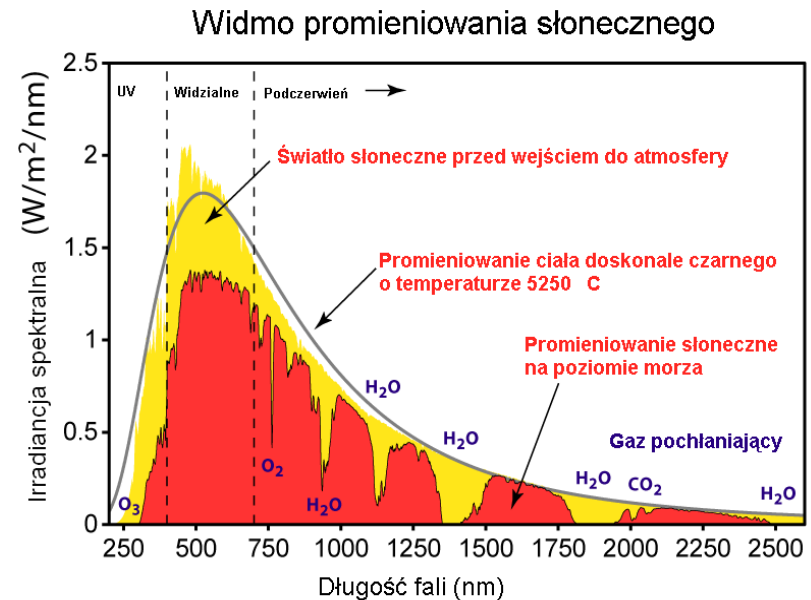
Definicja

$$\text{Albedo} = \frac{I_r}{I_c}$$

Promieniowanie odbite

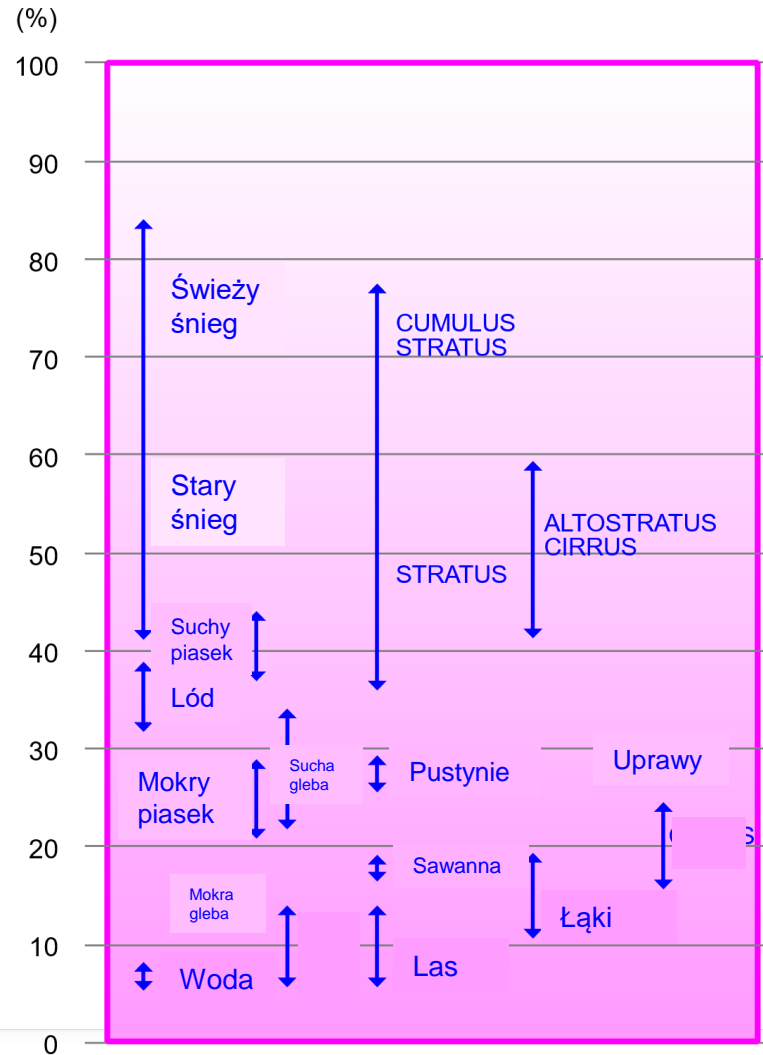
Promieniowanie całkowite

Jeżeli nie jest wskazane inaczej to mierzone dla spektrum 300 – 3000 nm (czyli zakres długości fal, w których promieniowanie słoneczne dociera do Ziemi)



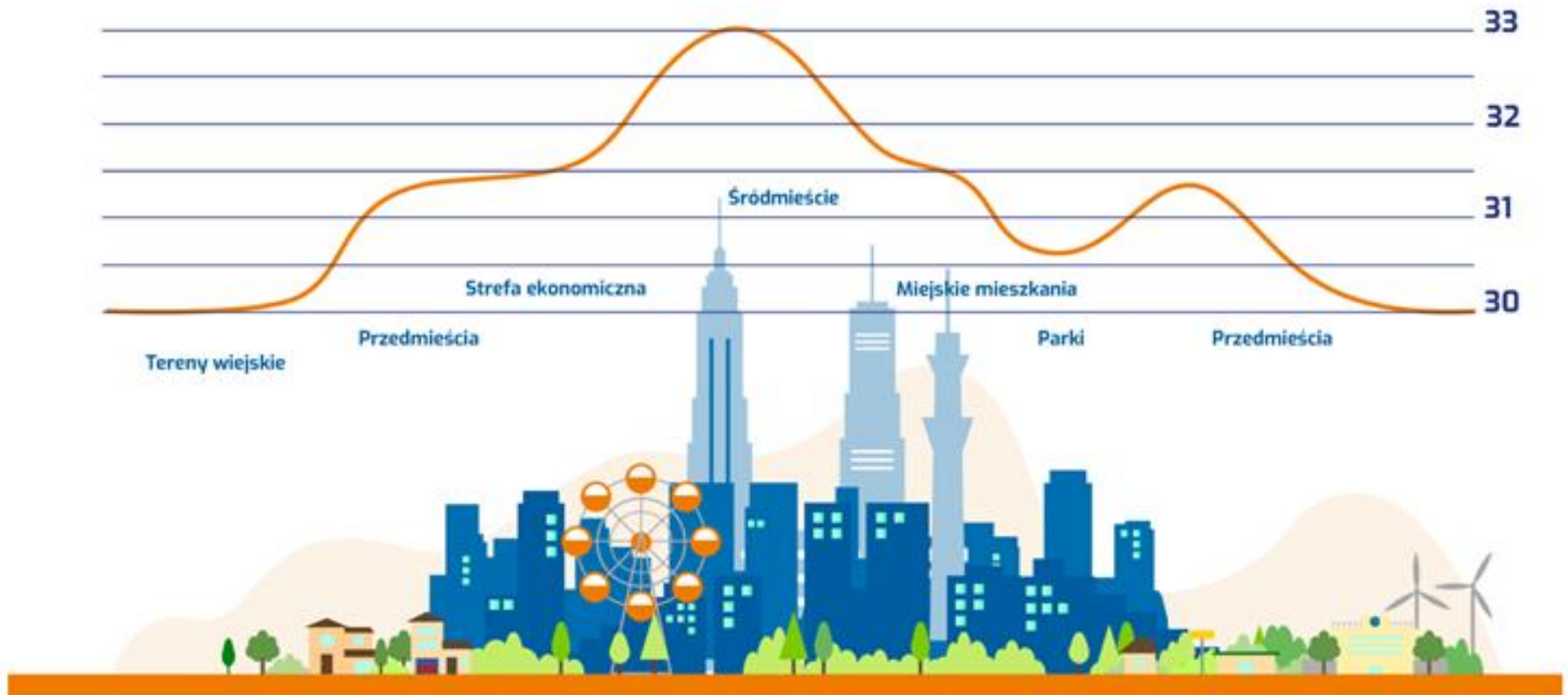
Albedo

Wartości



Albedo

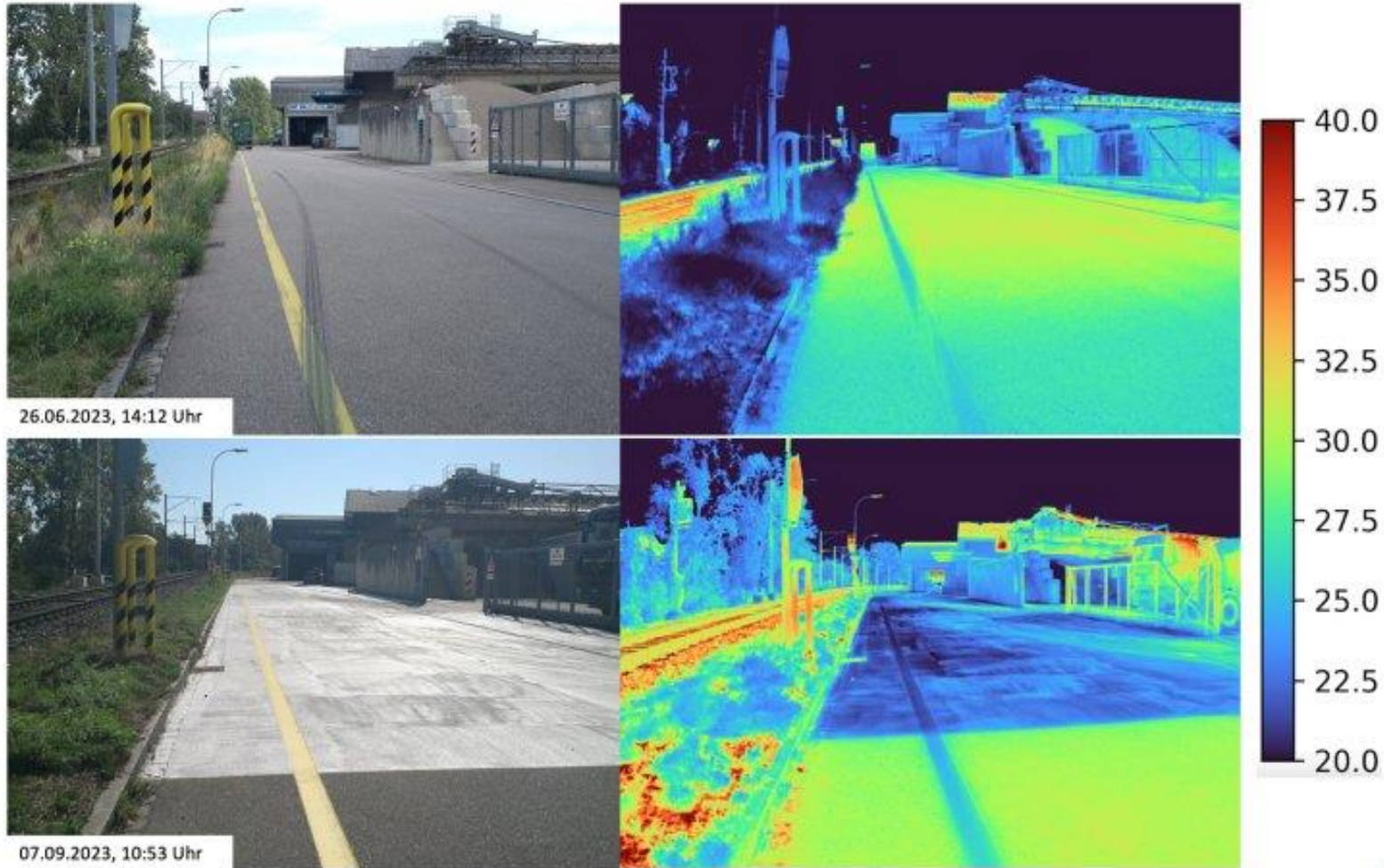
Miejskie wyspy ciepła



Niskie albedo betonu (0.05-0.4) i asfaltu (0.05-0.01) – jedna z przyczyn miejskich wysp ciepła

Albedo

Miejskie wyspy ciepła



https://www.meteoblue.com/en/blog/article/show/40258_Cool+Pavement+Experiment+in+Basel%3A+White+Road+to+Defy+the+Heat

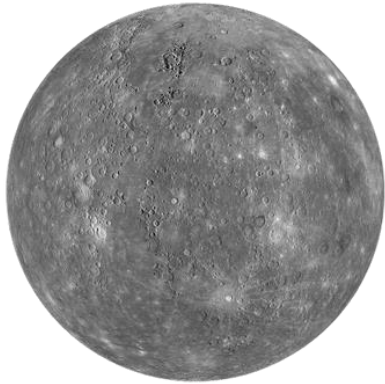
Albedo

Porównanie materiałów



Albedo

Wartości - planety



Adobe Stock | #509064402



Średnie albedo Ziemi to 0.367

**Z planet najmniejsze ma
Merkury – 0.142**

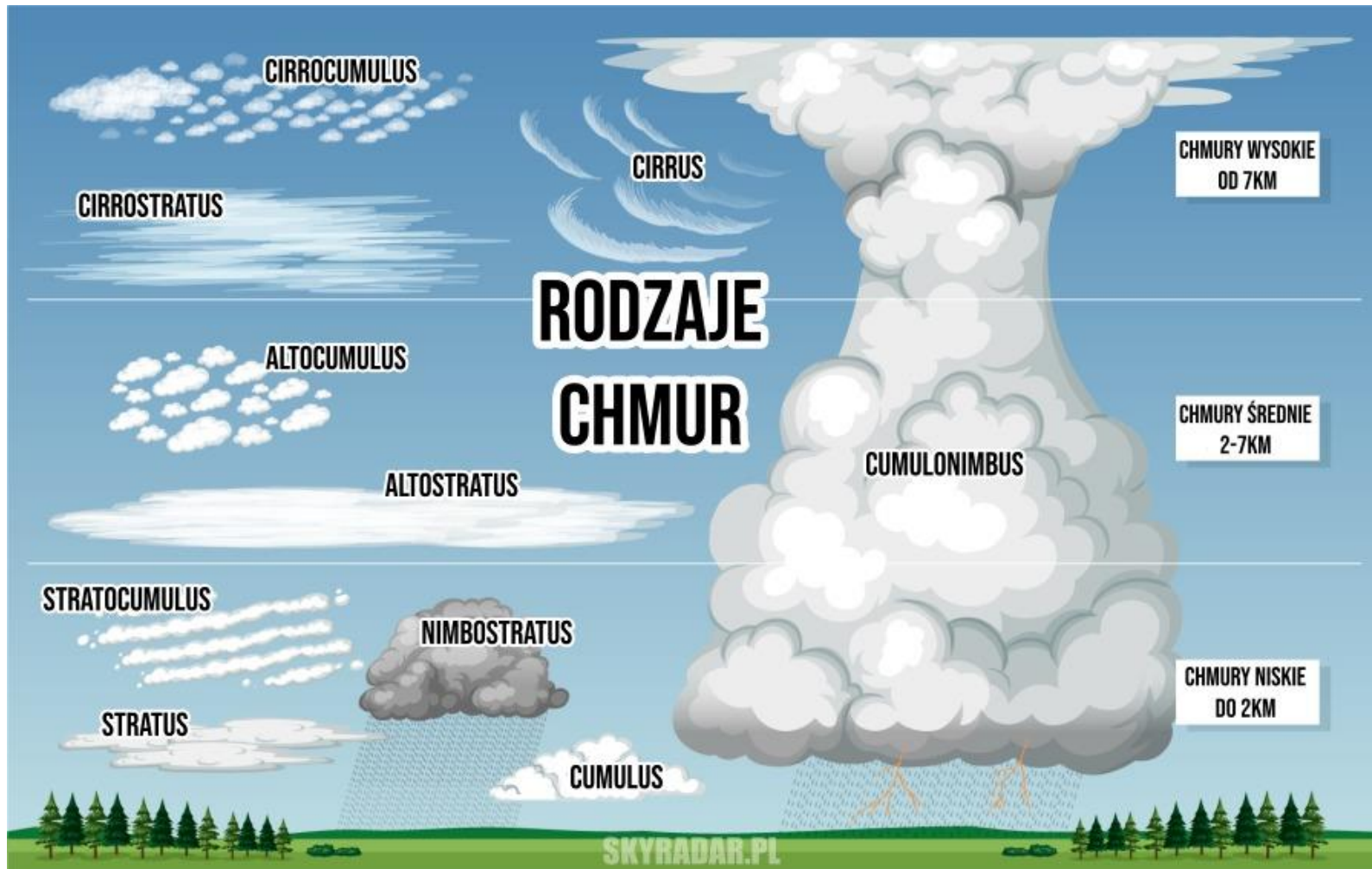
A największe Wenus – 0.67

Enceladus to rekord – 0.99

Chmury

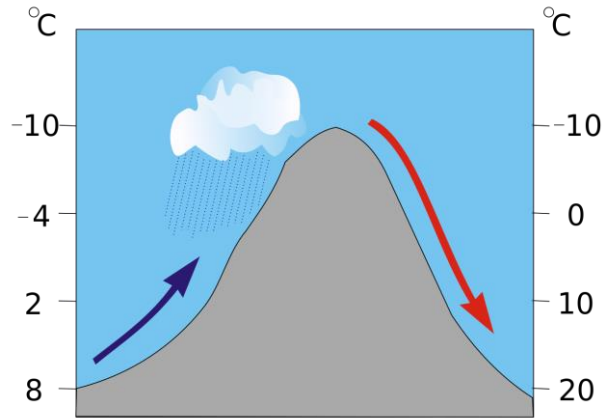
Chmury

Rodzaje

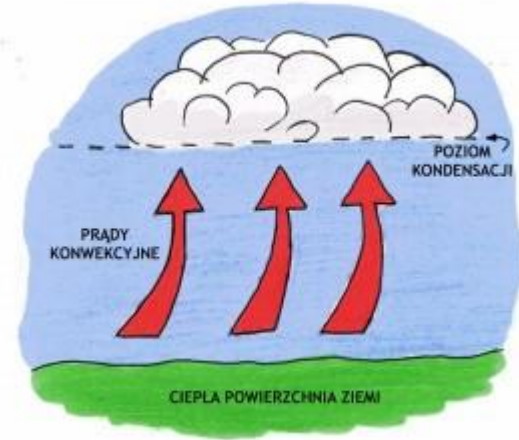


Chmury

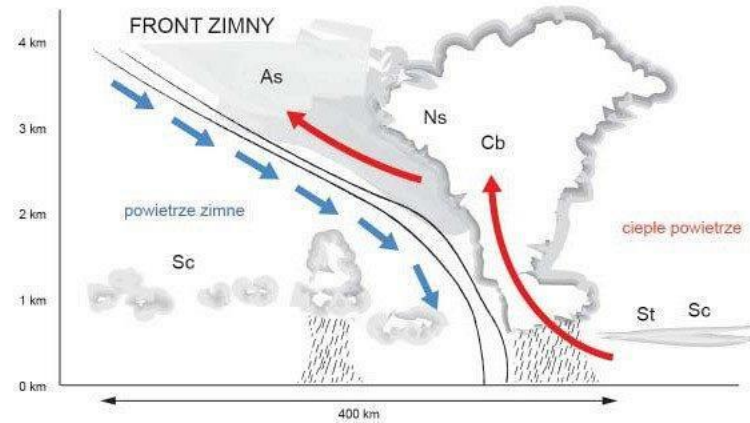
Powstawanie



Wznoszenie orograficzne



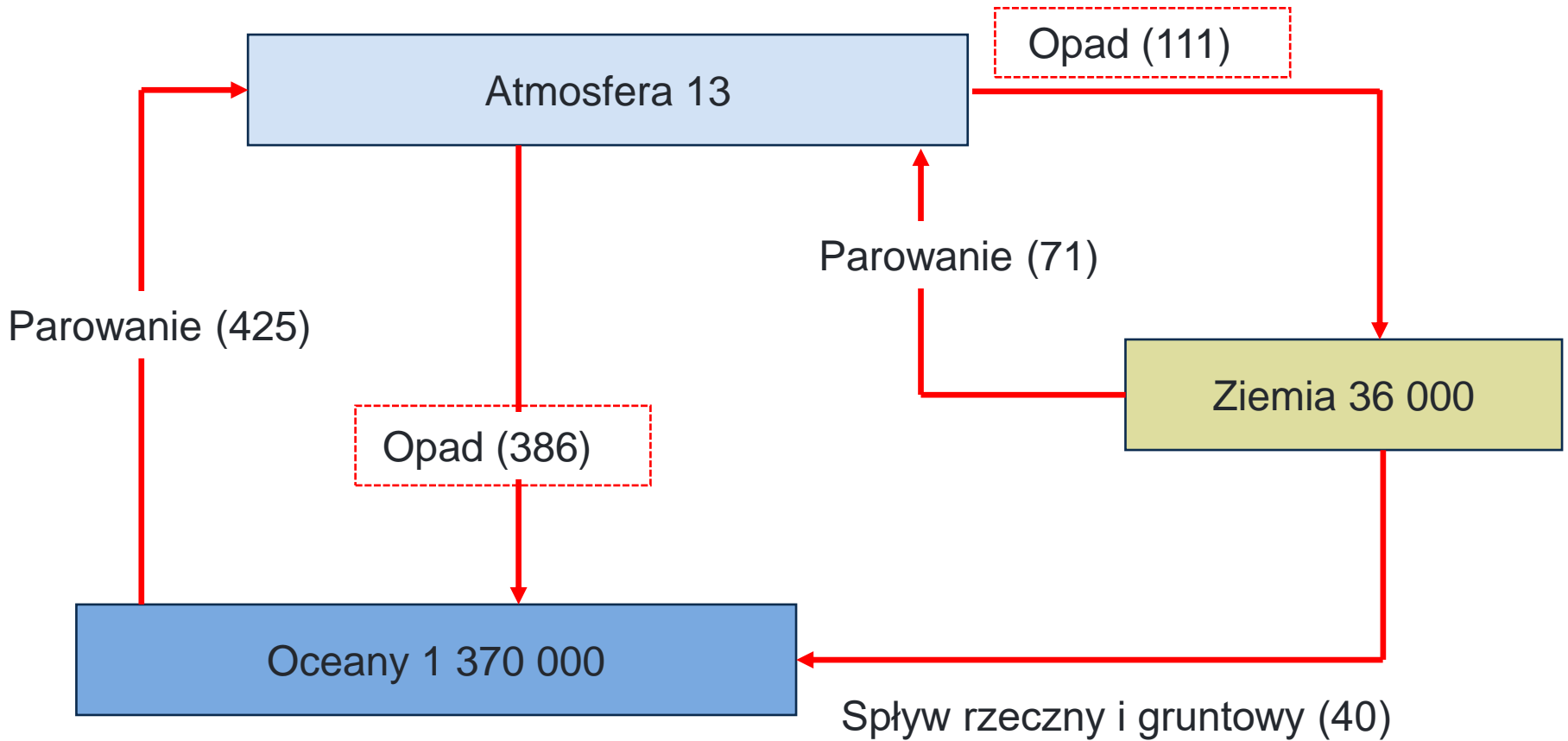
Konwekcja



Fronty atmosferyczne

Chmury

Rola w obiegu wody

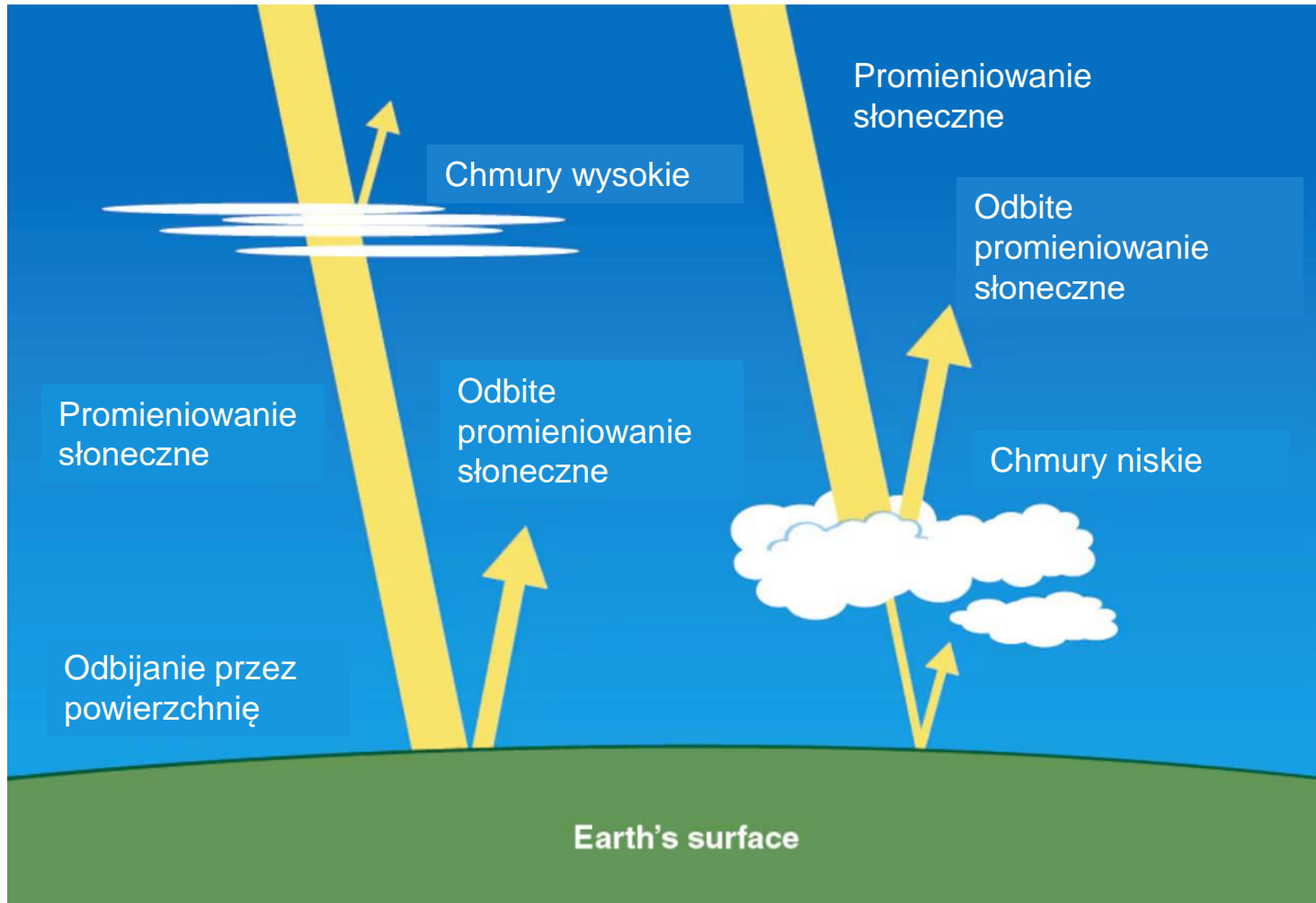


Objętość, tyś km³

Strumień, tyś km³/rok

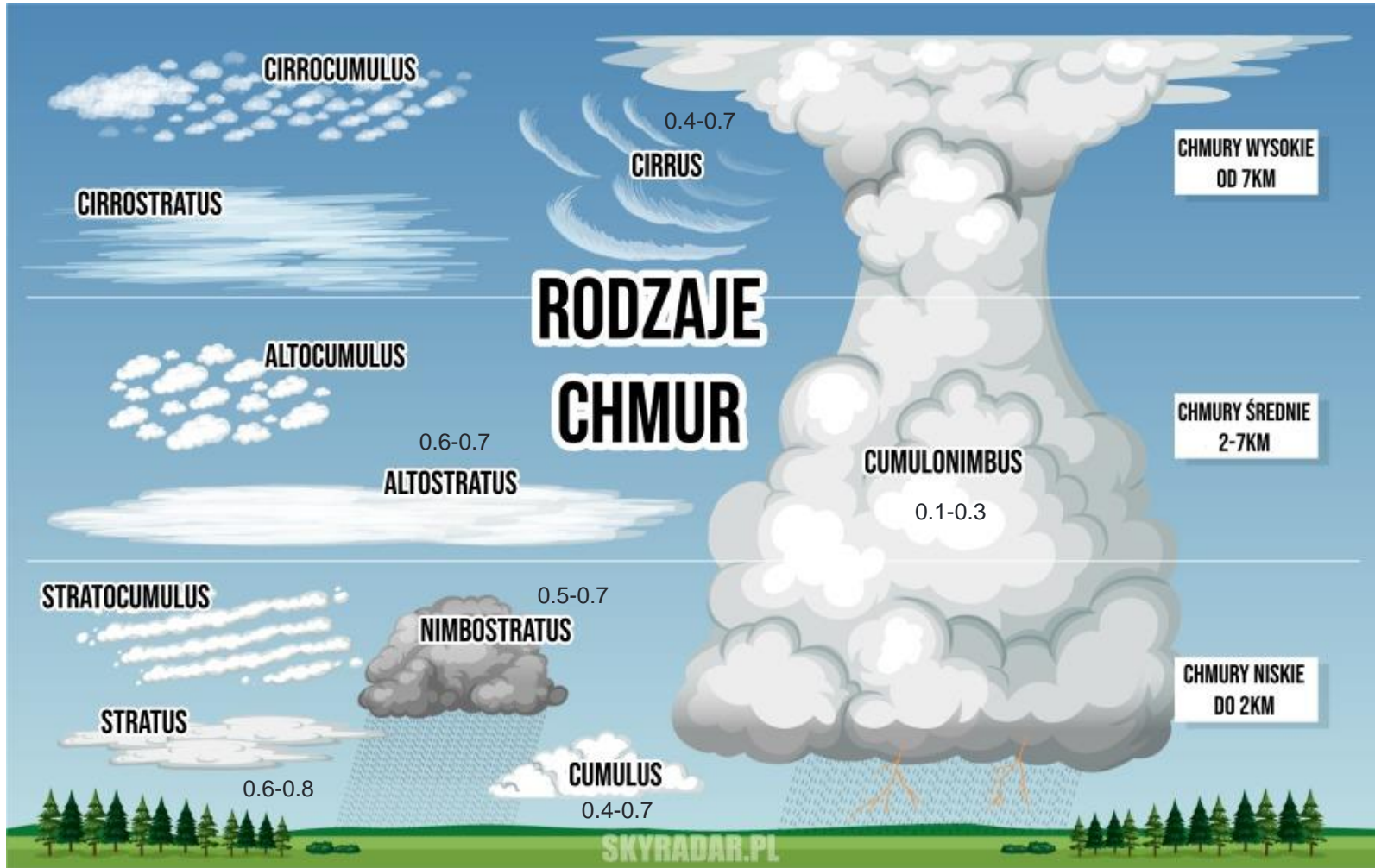
Chmury

Promieniowanie



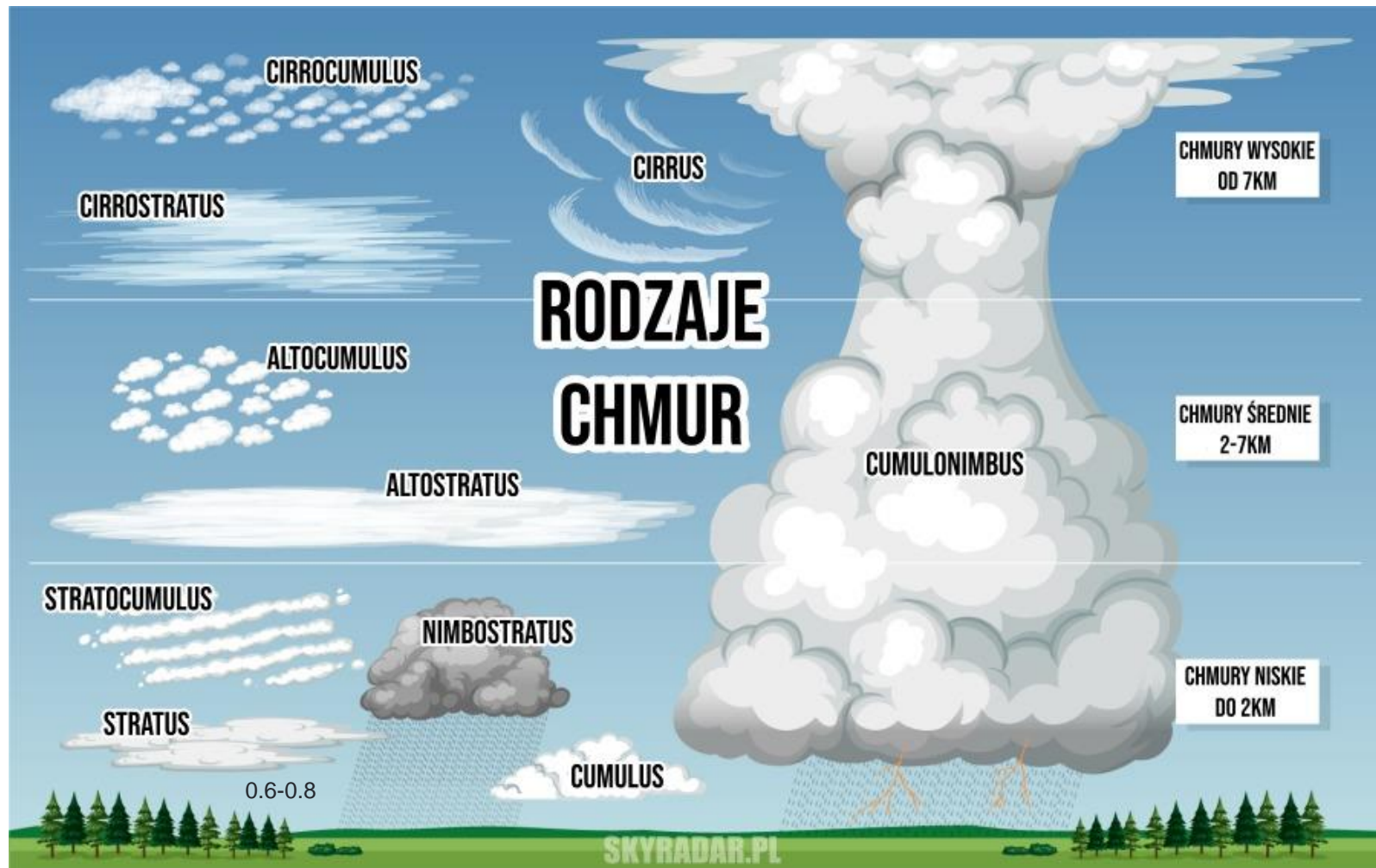
Chmury

Albedo



Chmury

Odbijanie promieniowania podczerwonego



Wiatry i prądy powietrze

Chmury

Pozostałe źródła

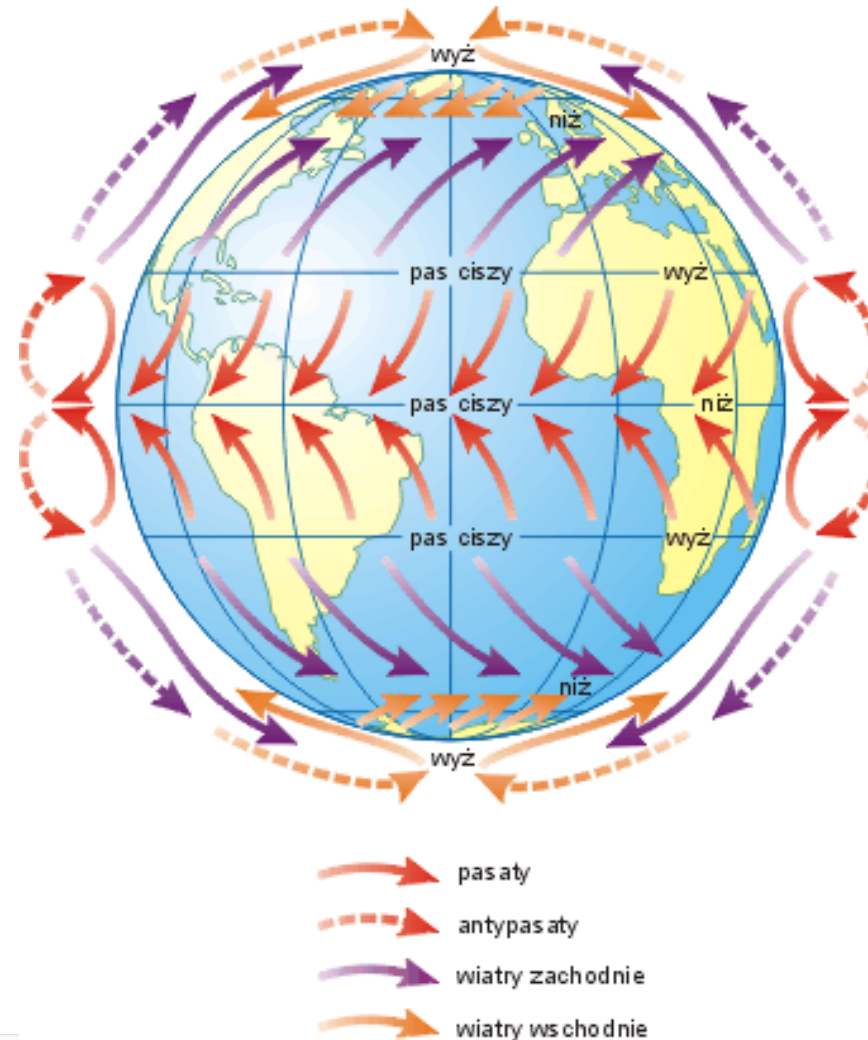
https://pl.wikipedia.org/wiki/Opad_orograficzny

<https://www.obozyzeglarskie.com/baza-wiedzy/dzialy/meteorologia/podrozdzialy-9/zachmurzenie-i-fronty-atmosferyczne/fronty/>

<https://obserwatorzy.info/edukacja-dla-spoleczenstwa-powstawanie-burz/>

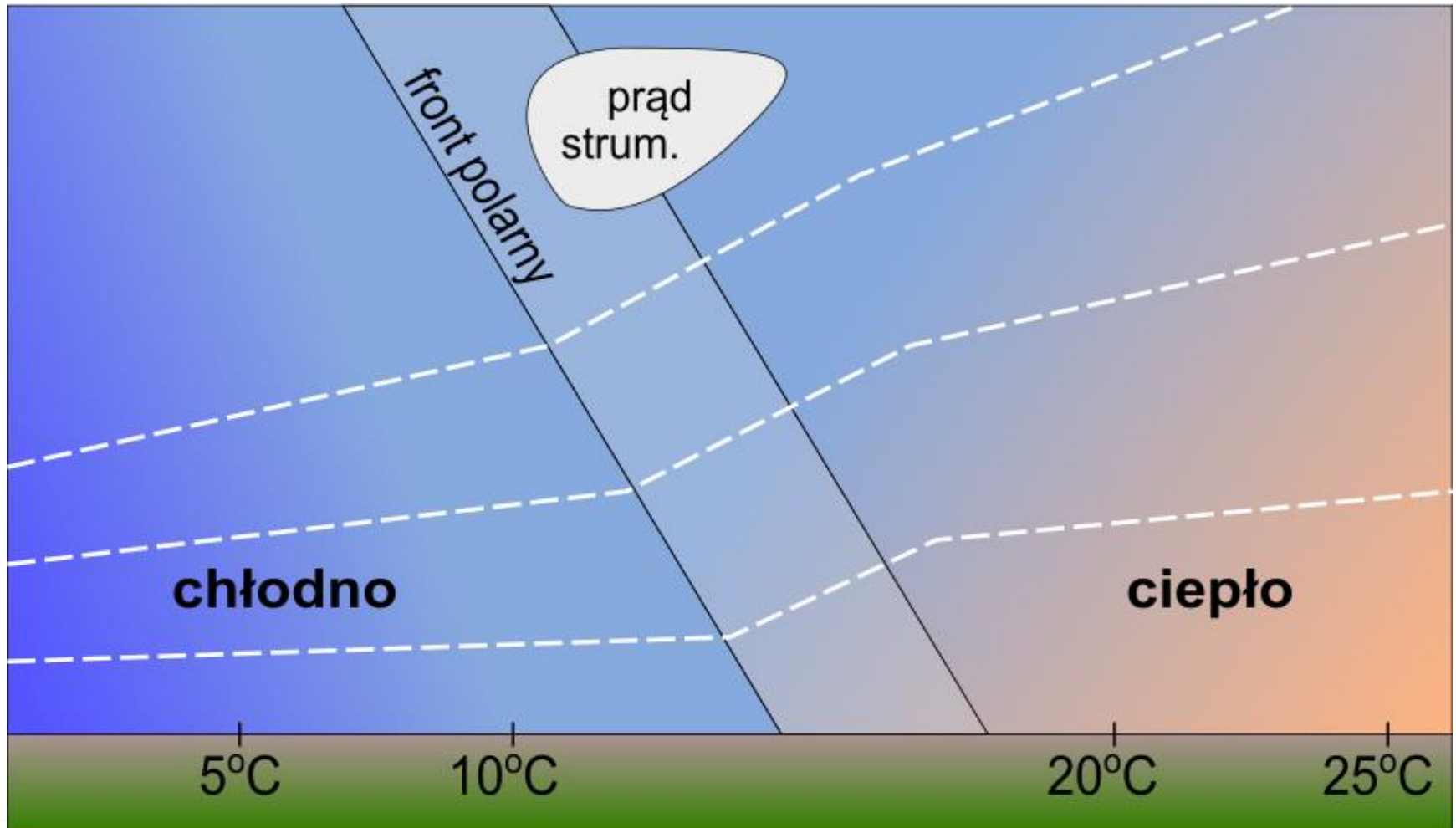
Wiatry

Globalna cyrkulacja



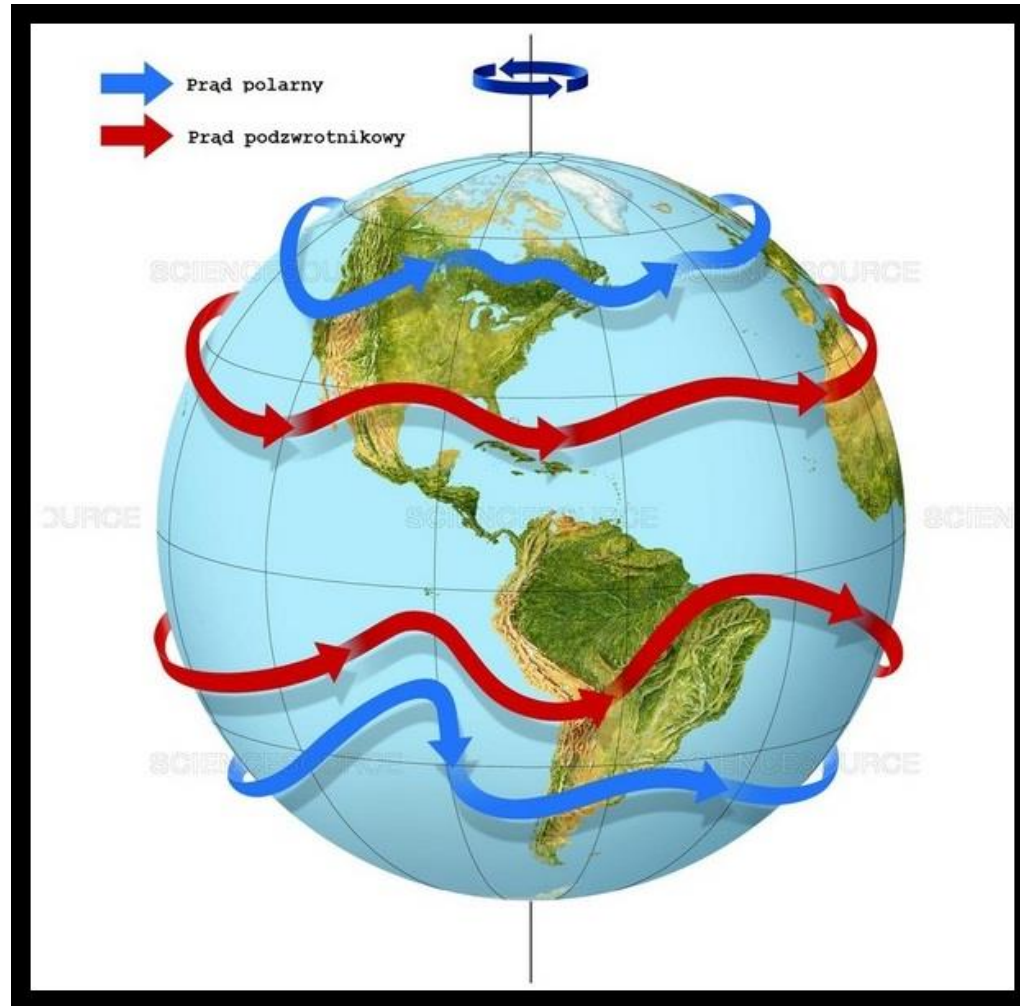
Prądy powietrzne

Prądy strumieniowe (jetstreams)



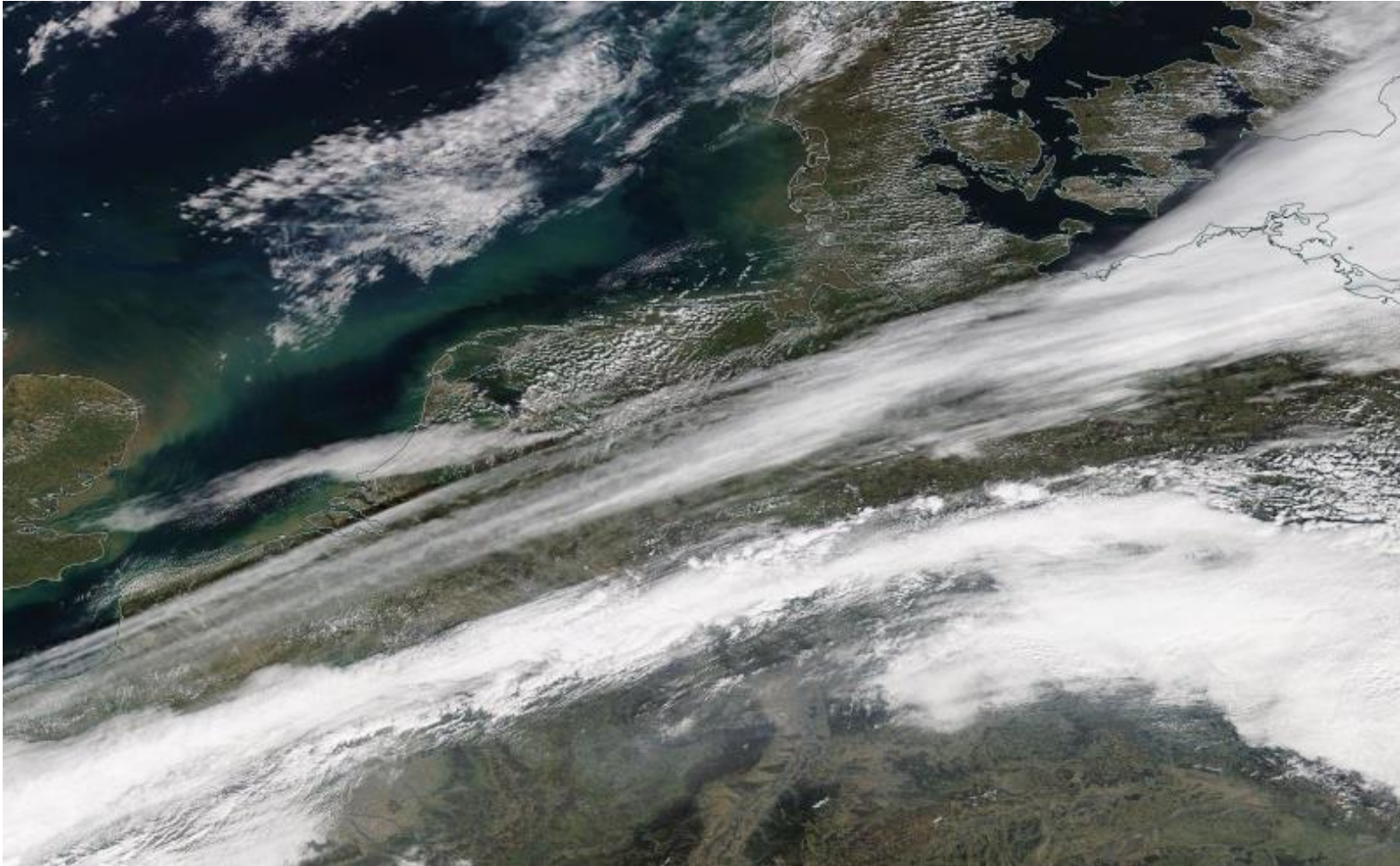
Prądy powietrzne

Prądy strumieniowe (jetstreams)



Prądy powietrzne

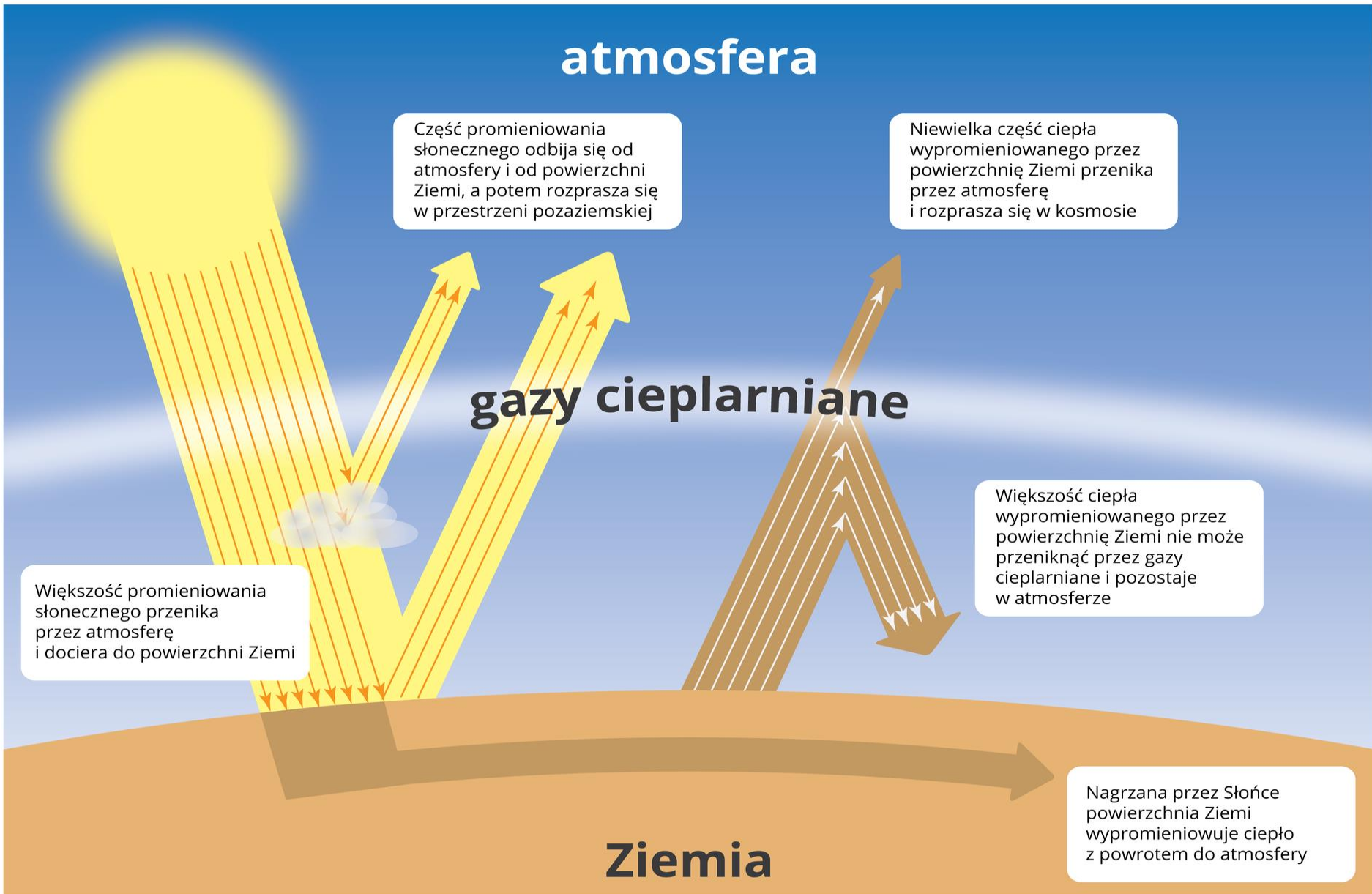
Prądy strumieniowe (jetstreams)



Gazy cieplarniane

Gazy cieplarniane

Co to jest efekt cieplarniany?



atmosfera

Część promieniowania słonecznego odbija się od atmosfery i od powierzchni Ziemi, a potem rozprasza się w przestrzeni pozaziemskiej

Niewielka część ciepła wypromieniowanego przez powierzchnię Ziemi przenika przez atmosferę i rozprasza się w kosmosie

gazy cieplarniane

Większość promieniowania słonecznego przenika przez atmosferę i dociera do powierzchni Ziemi

Większość ciepła wypromieniowanego przez powierzchnię Ziemi nie może przeniknąć przez gazy cieplarniane i pozostaje w atmosferze






Ziemia

Nagrzana przez Słońce powierzchnia Ziemi wypromiowuje ciepło z powrotem do atmosfery

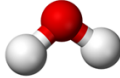

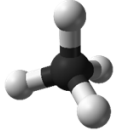

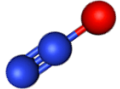
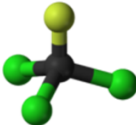
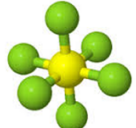
Gazy cieplarniane

Jakie to gazy?

Gazy niepochłaniające promieniowania długofalowego

| Molekuła | Gaz | Koncentracja |
|---|-------------------------|--------------|
|  | N ₂ azot | 78% |
|  | O ₂ tlen | 21% |
|  | Ar argon | 0,93% |
|  | H ₂ wodór | śladowa |
|  | He hel | śladowa |

Gazy pochłaniające promieniowanie długofalowe

| Molekuła | Gaz | Koncentracja |
|---|--|--|
|  | H ₂ O para wodna | zmienna – śr. w atmosf. 4000 ppm |
|  | CO ₂ dwutlenek węgla | 400 ppm |
|  | CH ₄ metan | 2 ppm |
|  | O ₃ ozon | 0,6 ppm |
|  | N ₂ O podtlenek azotu | 0,3 ppm |
|  | CCl ₃ F trichlorofluorometan przykład CFC/HFC | śladowa |
|  | SF ₆ sześćiofluorek siarki przykł. inny gaz przemysłowy | śladowa |

<https://naukaoklimacie.pl/aktualnosc/efekt-cieplarniany-dla-sredniozaawansowanych-2-gazy-cieplarniane-i-ich-cechy-410>