

Fizyka Procesów Klimatycznych

Wykład 1

prof. dr hab. Szymon Malinowski
Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki
Uniwersytet Warszawski
malina@igf.fuw.edu.pl

dr hab. Krzysztof Markowicz
Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki
Uniwersytet Warszawski
kmark@igf.fuw.edu.pl

Materiały do wykładu

Literatura

- David Archer: Globalne ocieplenie – zrozumieć prognozę
- David Randall: Atmosphere, Clouds, and Climate, 2012, ISBN: 9780691143750
- Geoffrey K. Vallis: Climate and the Oceans, 2011, ISBN: 9780691150284
- David Archer: The Global Carbon Cycle, 2010, ISBN: 9780691144146
- Raymond T. Pierrehumbert: Principles of Planetary Climate, 2011, ISBN: 9780521865562
- WORKING GROUP I CONTRIBUTION TO THE IPCC FIFTH ASSESSMENT REPORT CLIMATE CHANGE 2013: THE PHYSICAL SCIENCE BASIS <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1>

Uwagi ogólne

Kod przedmiotu: 1103-5 FPK

Liczba punktów ETCS: 3

Nazwa przedmiotu: Fizyka Procesów Klimatycznych

Prowadzący: Szymon Malinowski Krzysztof Markowicz,

Termin: semestr letni, środa, godz. 10.15-12:00, sala 104a

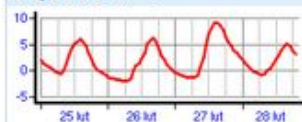
Forma zaliczenia: prace domowe, test sprawdzający

Pogoda i klimat.

Parametry powietrza

Czas pomiaru: 2014-02-28 19:40:55 CET
2014-02-28 18:40:55 UTC

temperatura: 2,7 °C



wilgotność: 87,7 %



ciśnienie: 996,0 hPa



temperatury ekstremalne

min max

bieżąca doba 00⁰⁰ - 24⁰⁰ UTC

-0,8 5,1

°C

poprzednia doba 00⁰⁰ - 24⁰⁰ UTC

-1,4 9,5

°C

temperatury ekstremalne

min max

18⁰⁰ - 06⁰⁰ UTC

2,7 3,1

°C

06⁰⁰ - 18⁰⁰ UTC

-0,7 5,1

°C

temperatura punktu rosy

0,9 °C

temperatura odczuwalna

-4,1 °C

ciśnienie zredukowane

1009,7 hPa

Parametry wiatru

prędkość w porywie
ciągnięcie 10 min

5,7 m/s

prędkość: 4,4 m/s

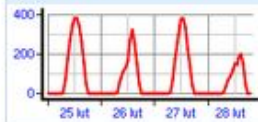


kierunek: 94,0 °



Promieniowanie słoneczne

moc: 0,0 W/m2



usłonecznienie
od świtu

5,1 h

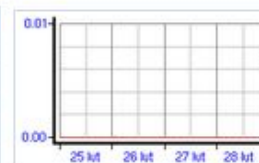
Opad atmosferyczny

opad [mm]

1h 0,0
2h 0,0
3h 0,0
4h 0,0
5h 0,0
6h 0,0

opad [mm]

9h 0,0
12h 0,0
15h 0,0
18h 0,0
21h 0,0
24h 0,0



Temperatura gruntu

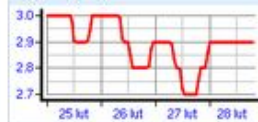
t (+10cm): 2,5 °C



t (-10cm): 2,8 °C



t (-50cm): 2,9 °C



Average Temperature

Warsaw, Poland

Average Wind Speed

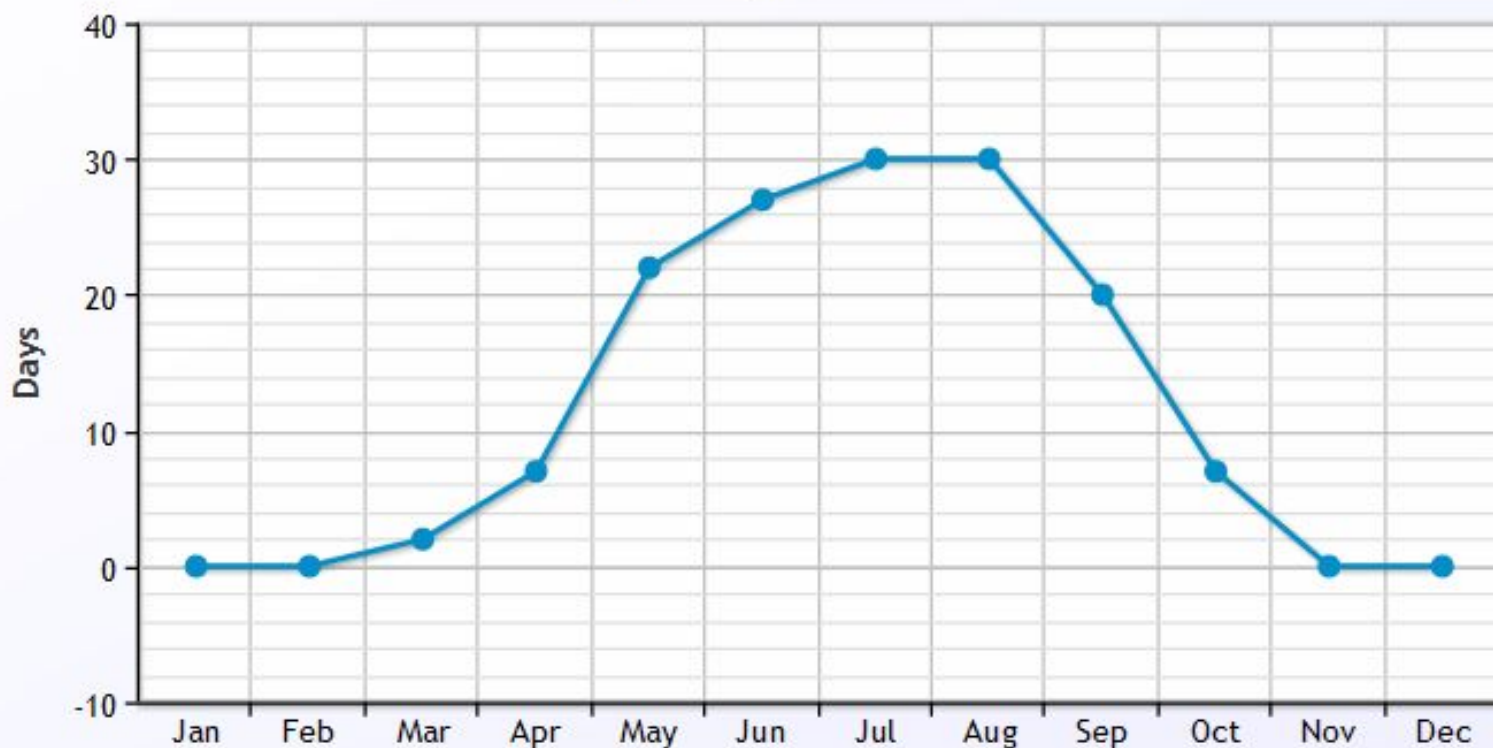
Warsaw, Poland

Average Number of Days With Precipitation

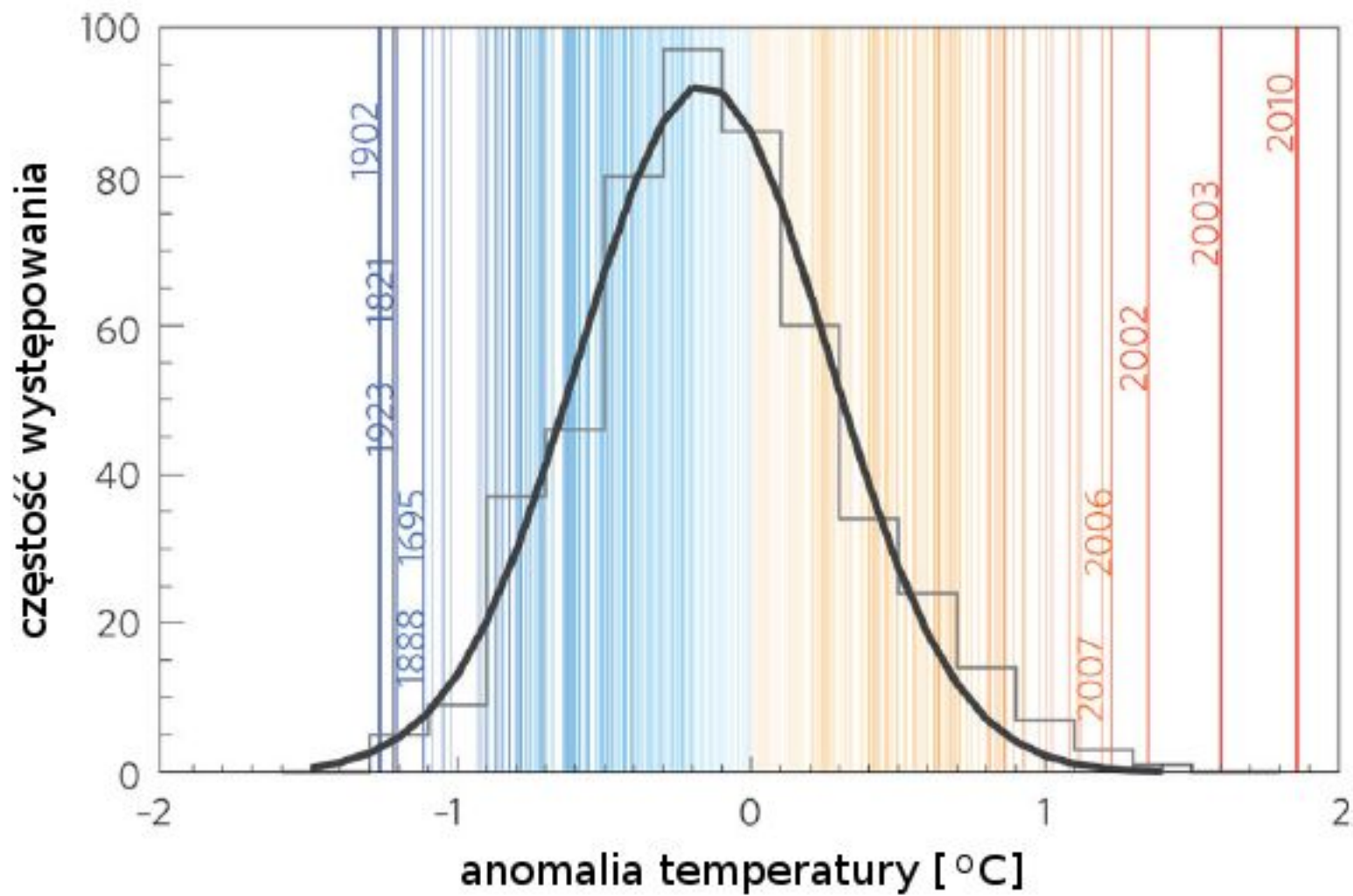
Warsaw, Poland

Average Number of Days Above 60F/15C

Warsaw, Poland

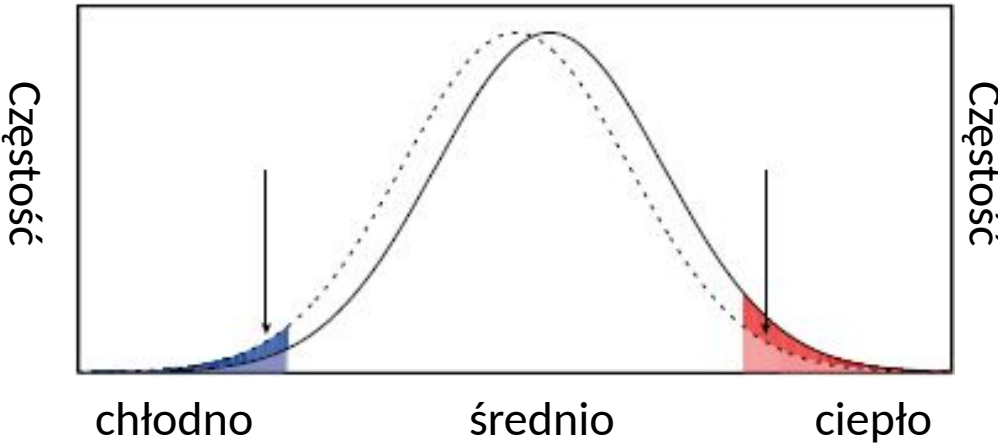


Temperatury latem w Europie po 1500 roku

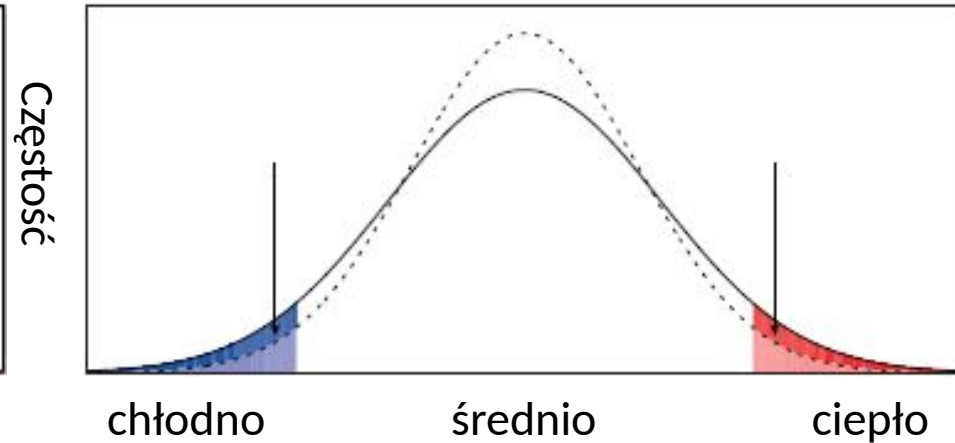


Przykład: zmiany w rozkładzie temperatur

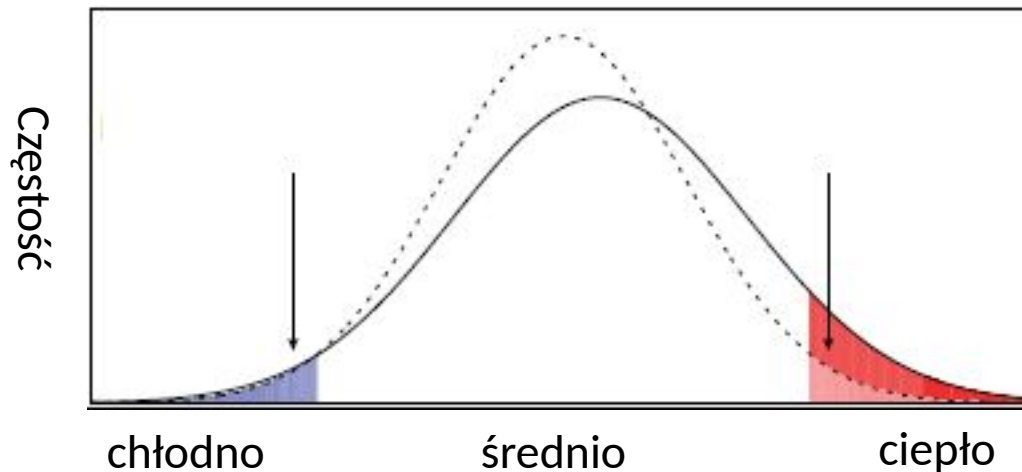
wzrost średniej



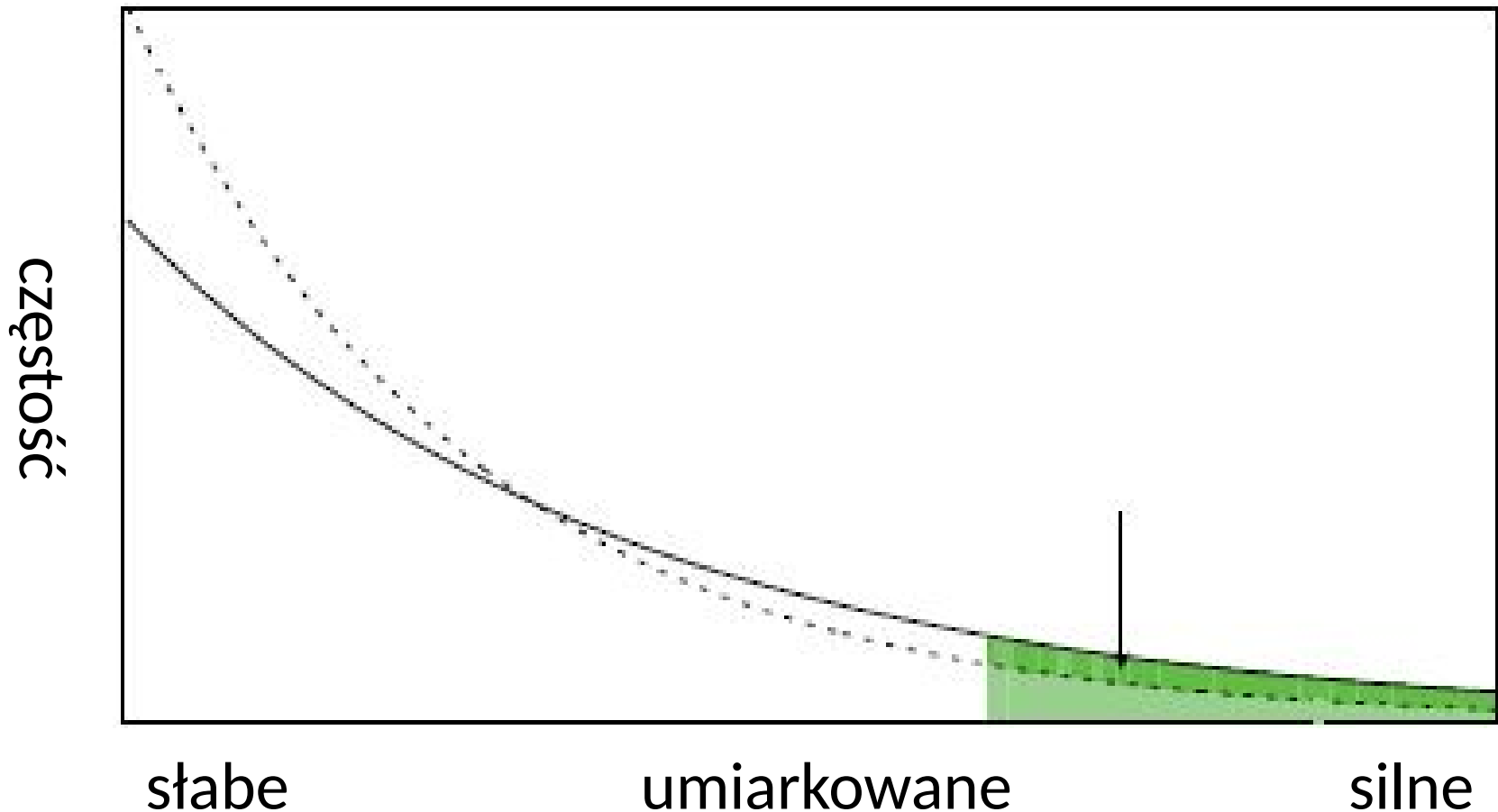
wzrost wariancji



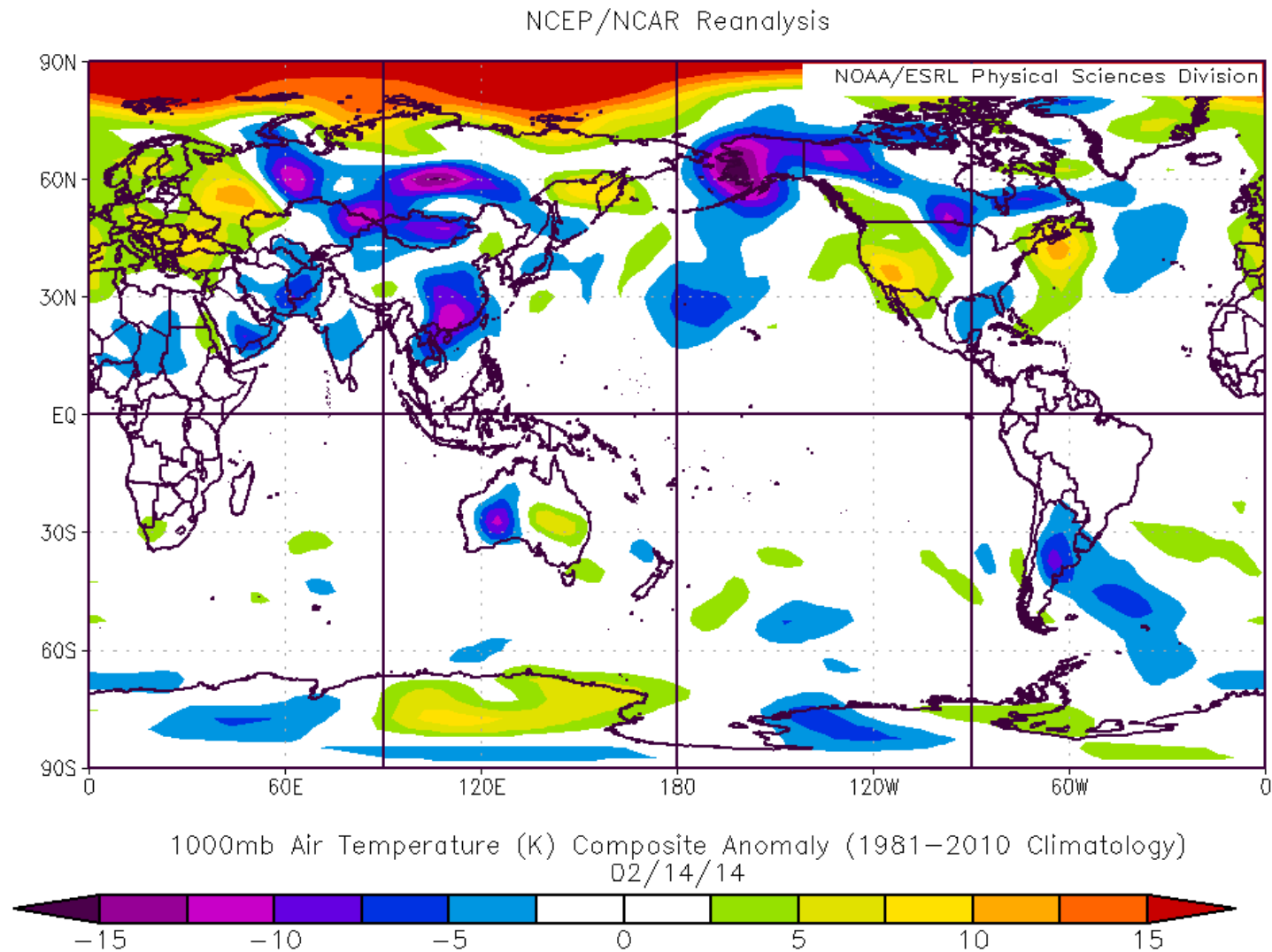
wzrost średniej i wariancji



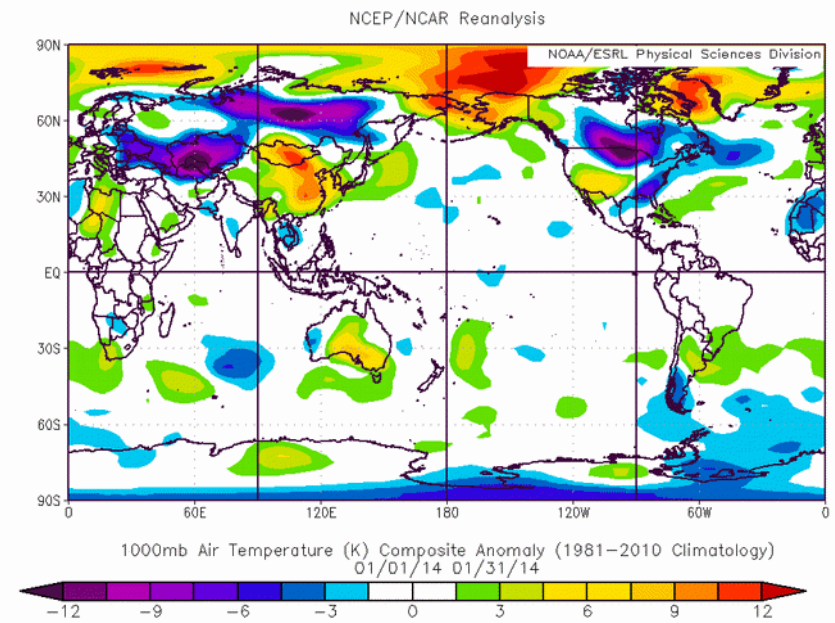
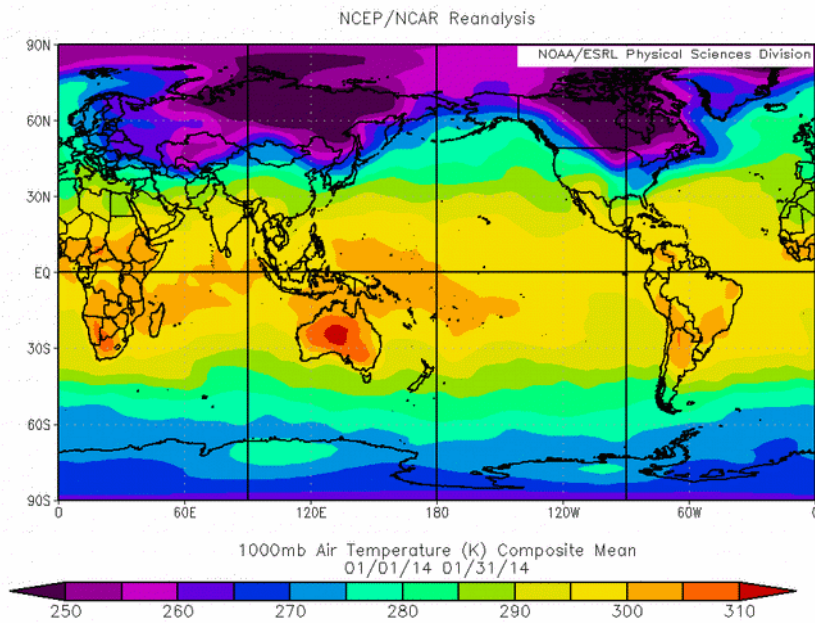
Przykład: zmiany w rozkładzie intensywności opadów



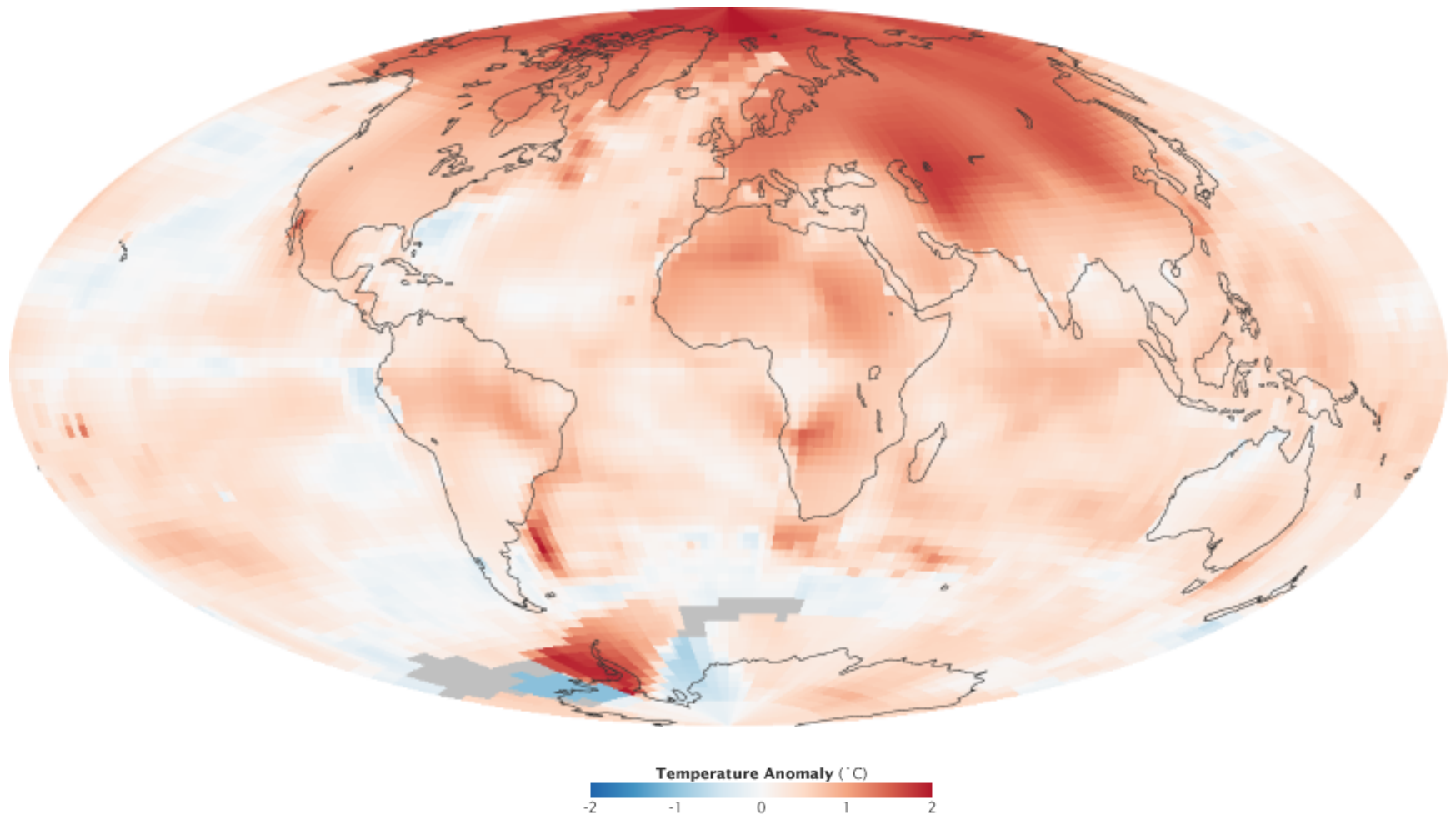
Anomalie pogodowe i klimatyczne



Anomalie pogodowe i klimatyczne

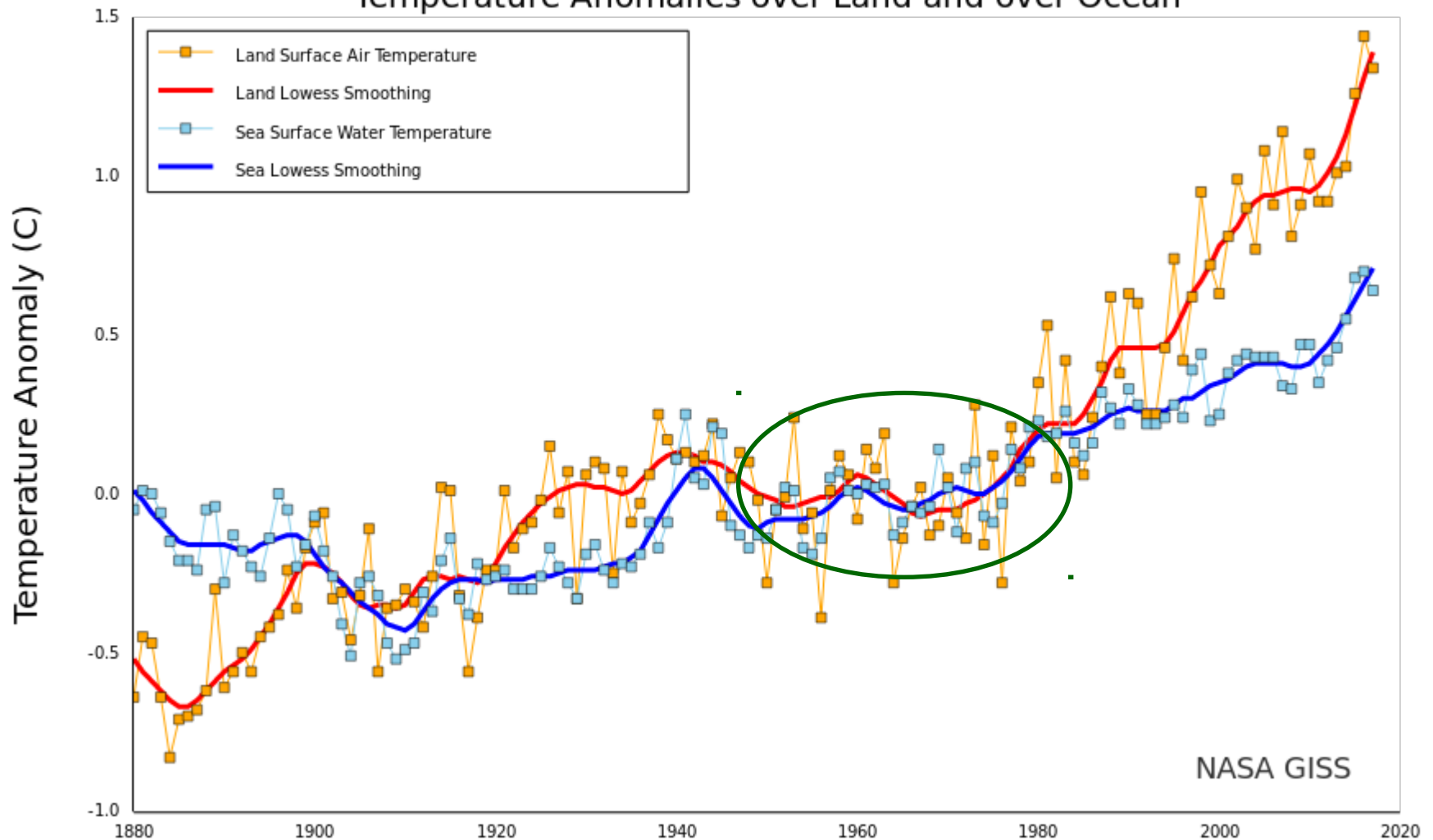


Przykład: średnia anomalia temperatury 2000-2009 względem lat 1951-1980

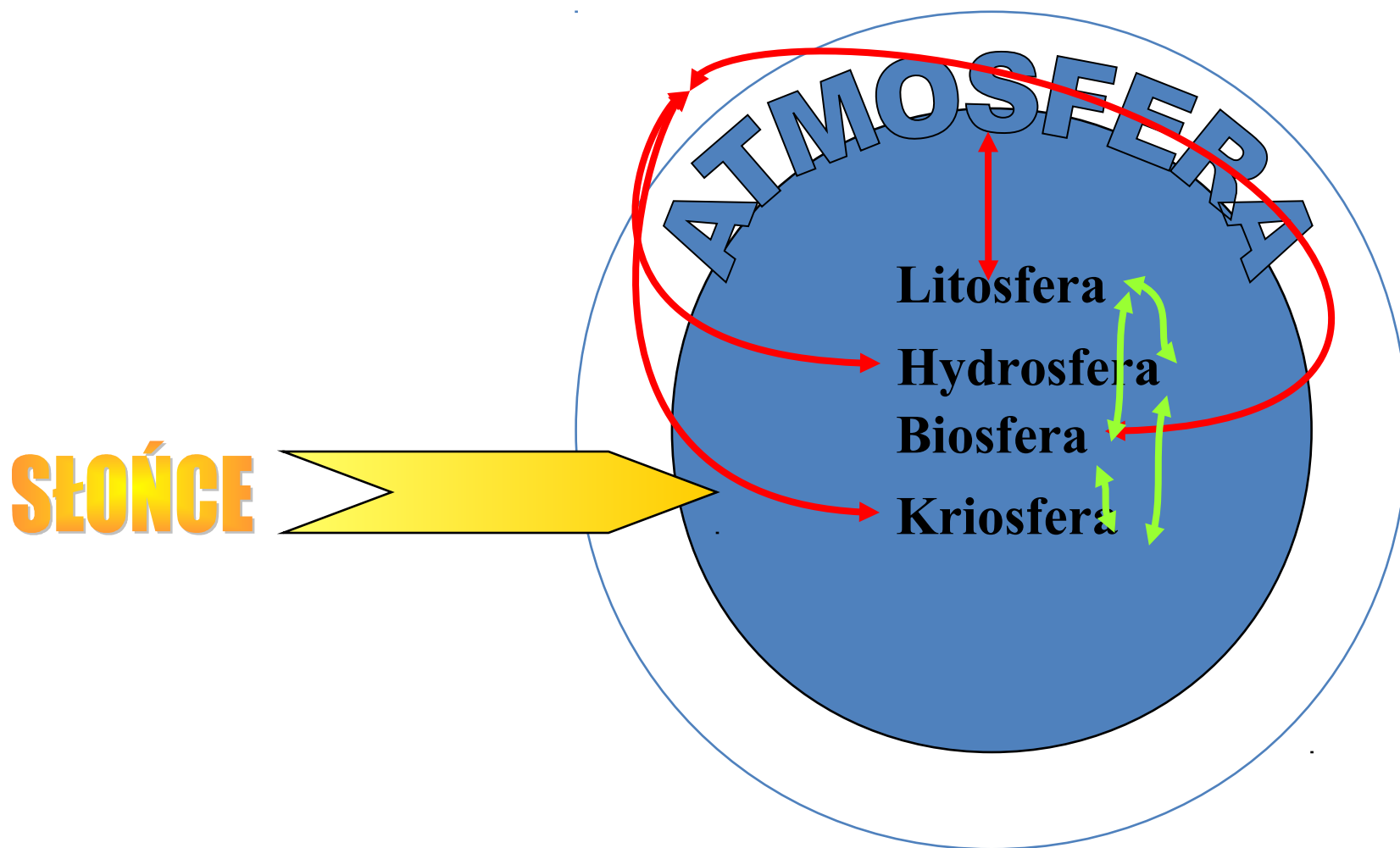


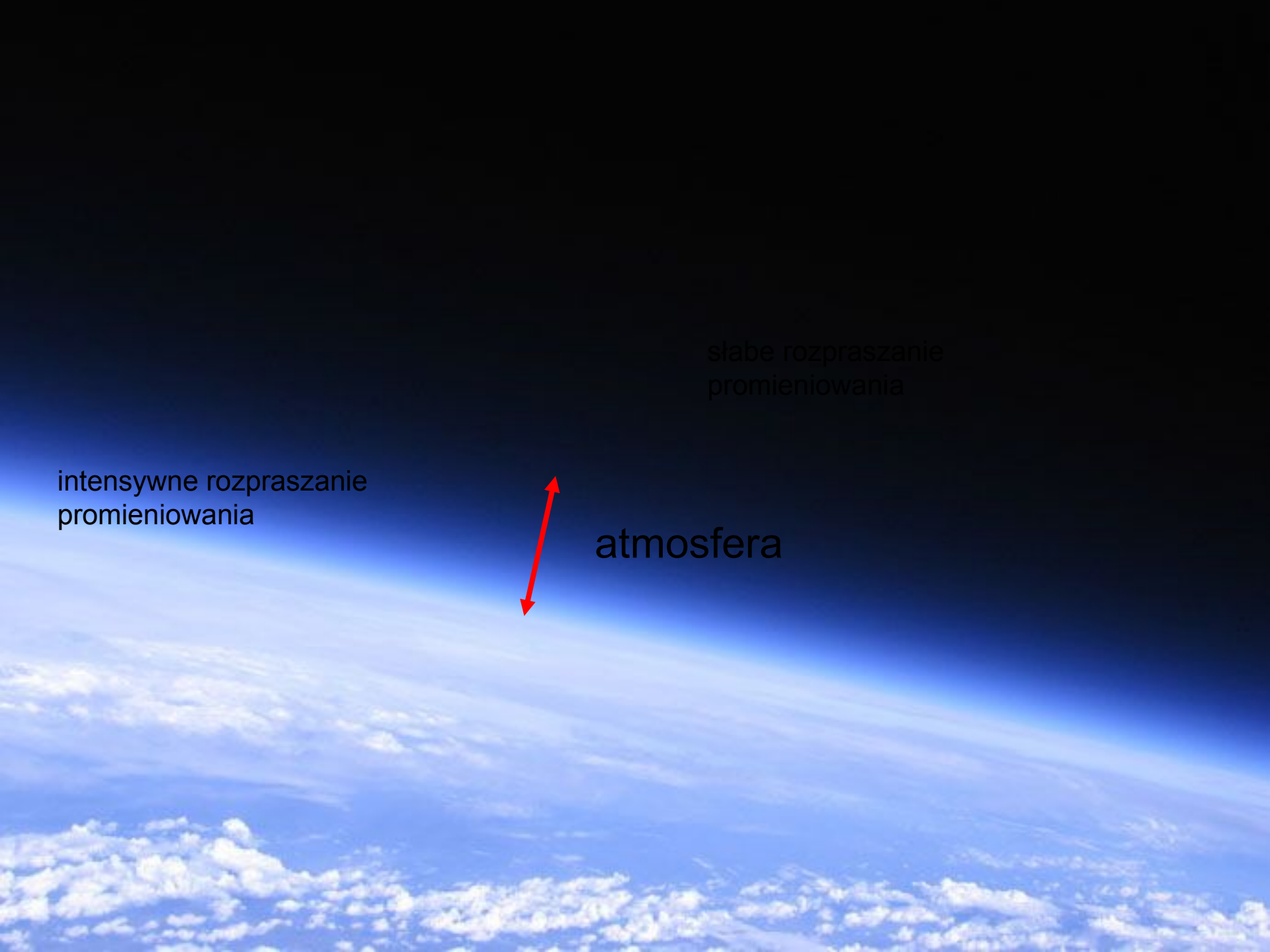
Anomalie c.d.

Temperature Anomalies over Land and over Ocean



System klimatyczny





słabe rozpraszanie
promieniowania

intensywne rozpraszanie
promieniowania



atmosfera



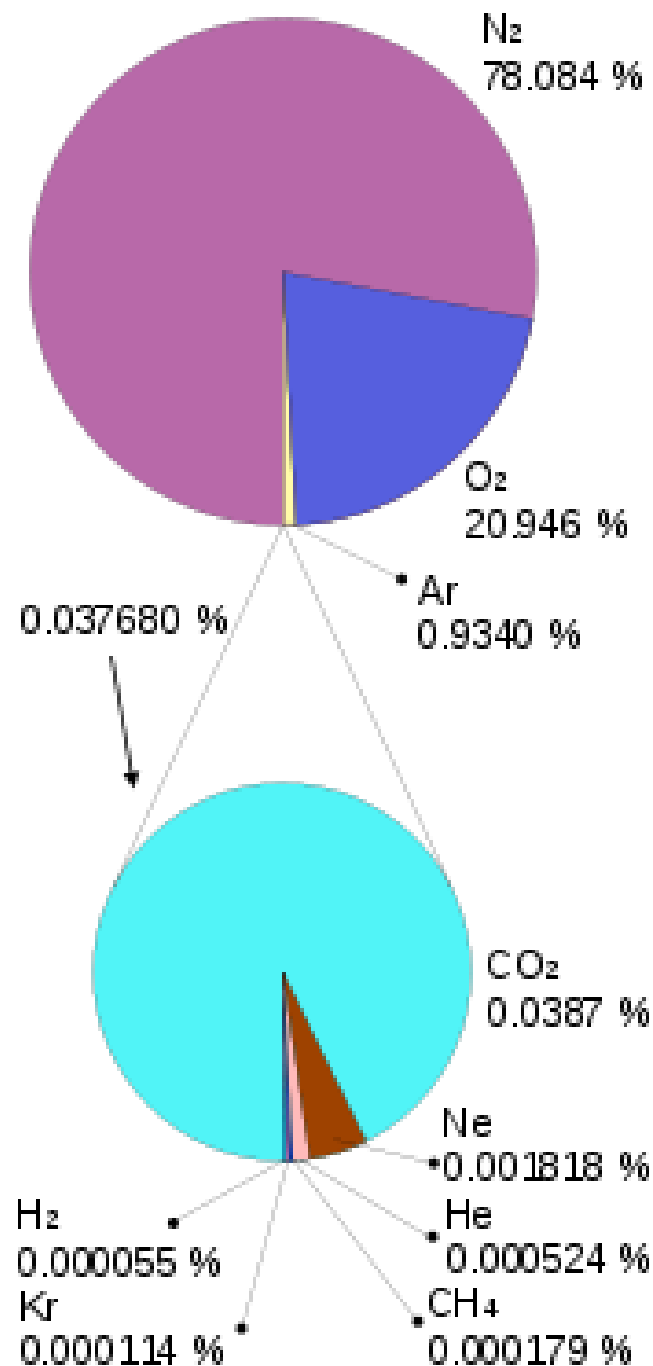
Skład atmosfery gazy stałe

gaz	% objętości	dłaczego ważny?
-----	-------------	-----------------

Azot [N ₂]	78,08	
------------------------	-------	--

Tlen [O ₂]	21	
------------------------	----	--

Argon [Ar]	0,9	
------------	-----	--



Skład atmosfery – składniki zmienne

Gaz	Symbol	% objętości	Dlaczego ważny?
Para wodna	H ₂ O	0-4	
Dwutlenek węgla	CO ₂	0,036	
Metan	CH ₄	0,00017	
Tlenek azotu	N ₂ O	0,00003	
Ozon	O ₃	0,000004	
Cząstki stałe (pyły, sadze), tzw aerozole		0,000001	

Rozkład śladowych gazów w atmosferze

Homosfera $z < 100$ km

Heterosfera $z > 100$ km

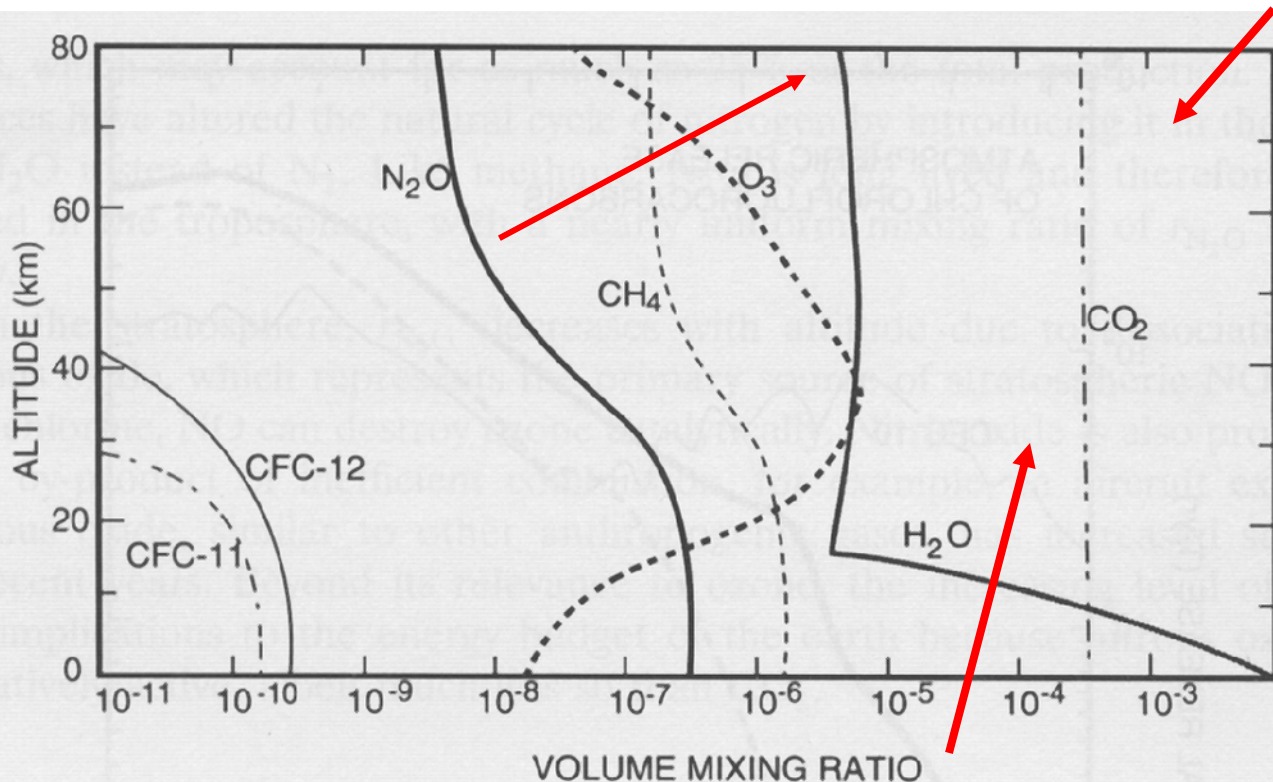
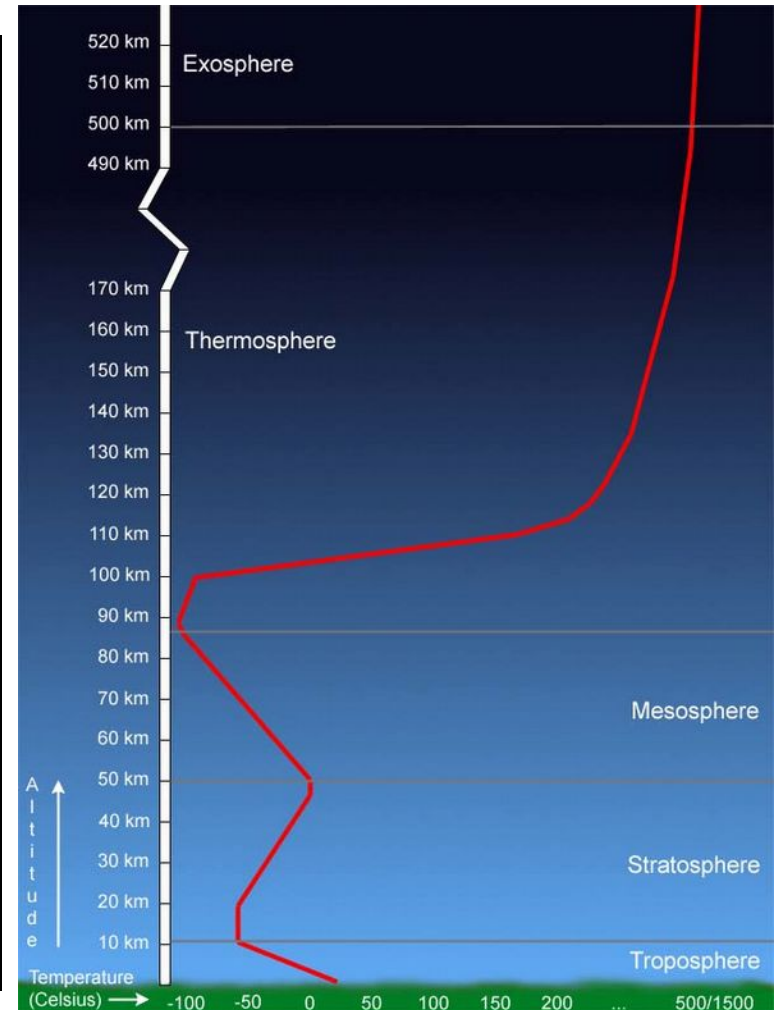
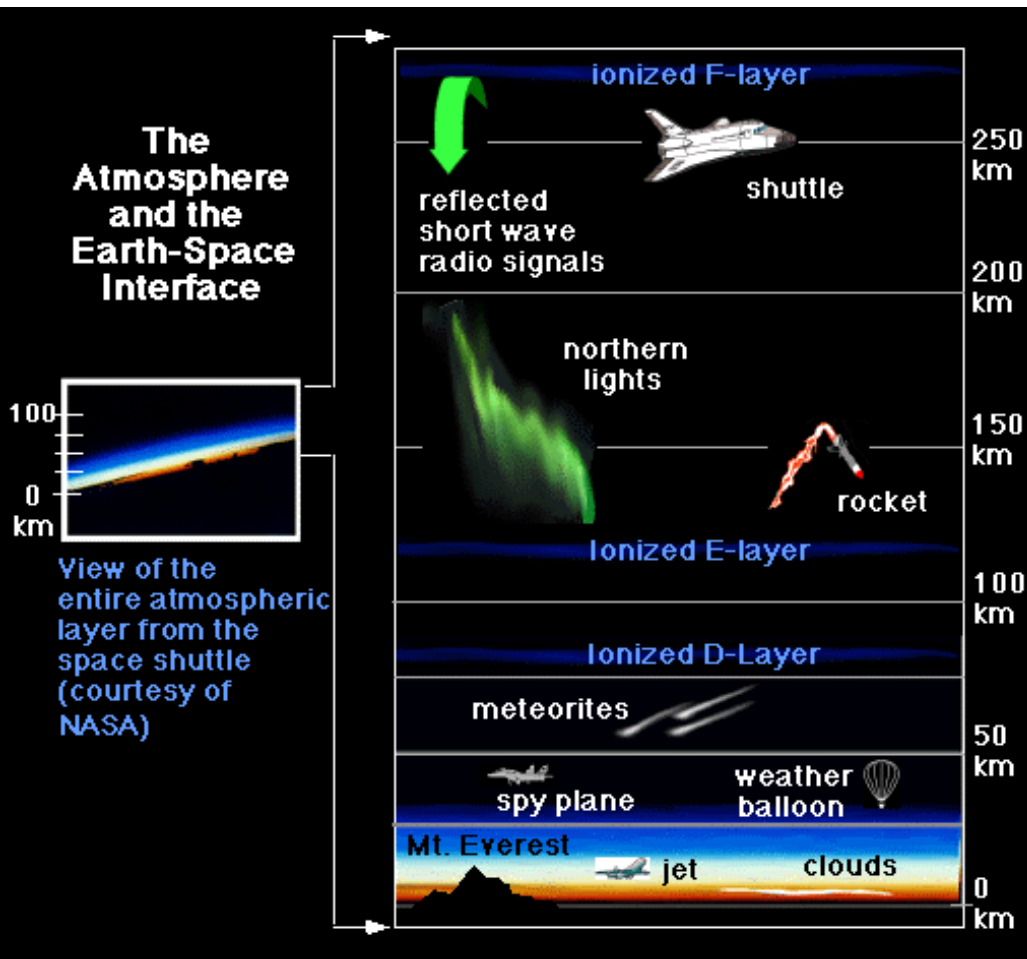


Figure 1.20 Mixing ratios of radiatively active trace species as functions of altitude. *Source:* Goody and Yung (1989).

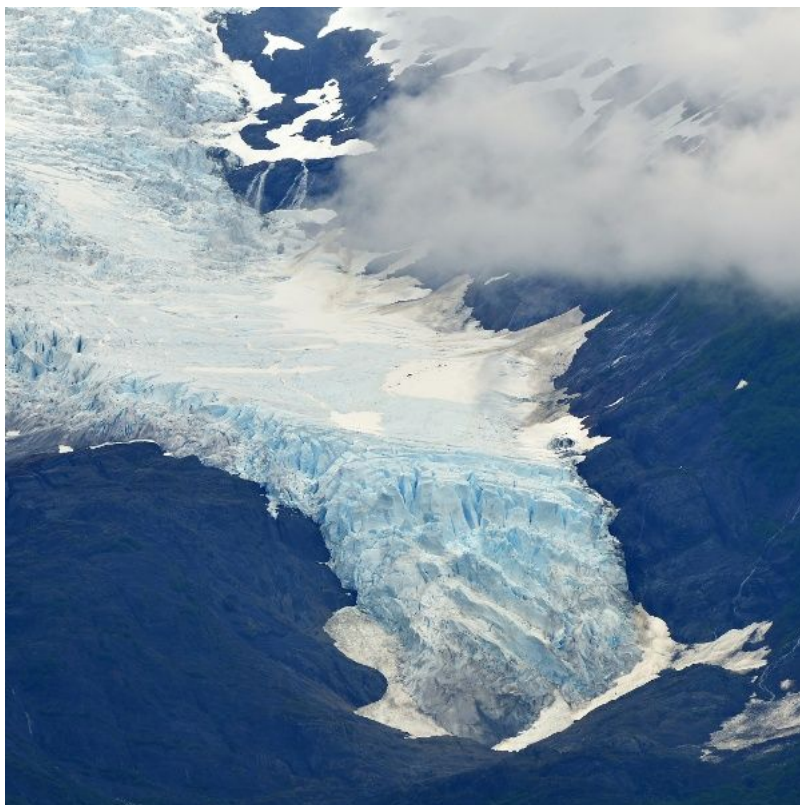
Podział atmosfery



Hydrosfera

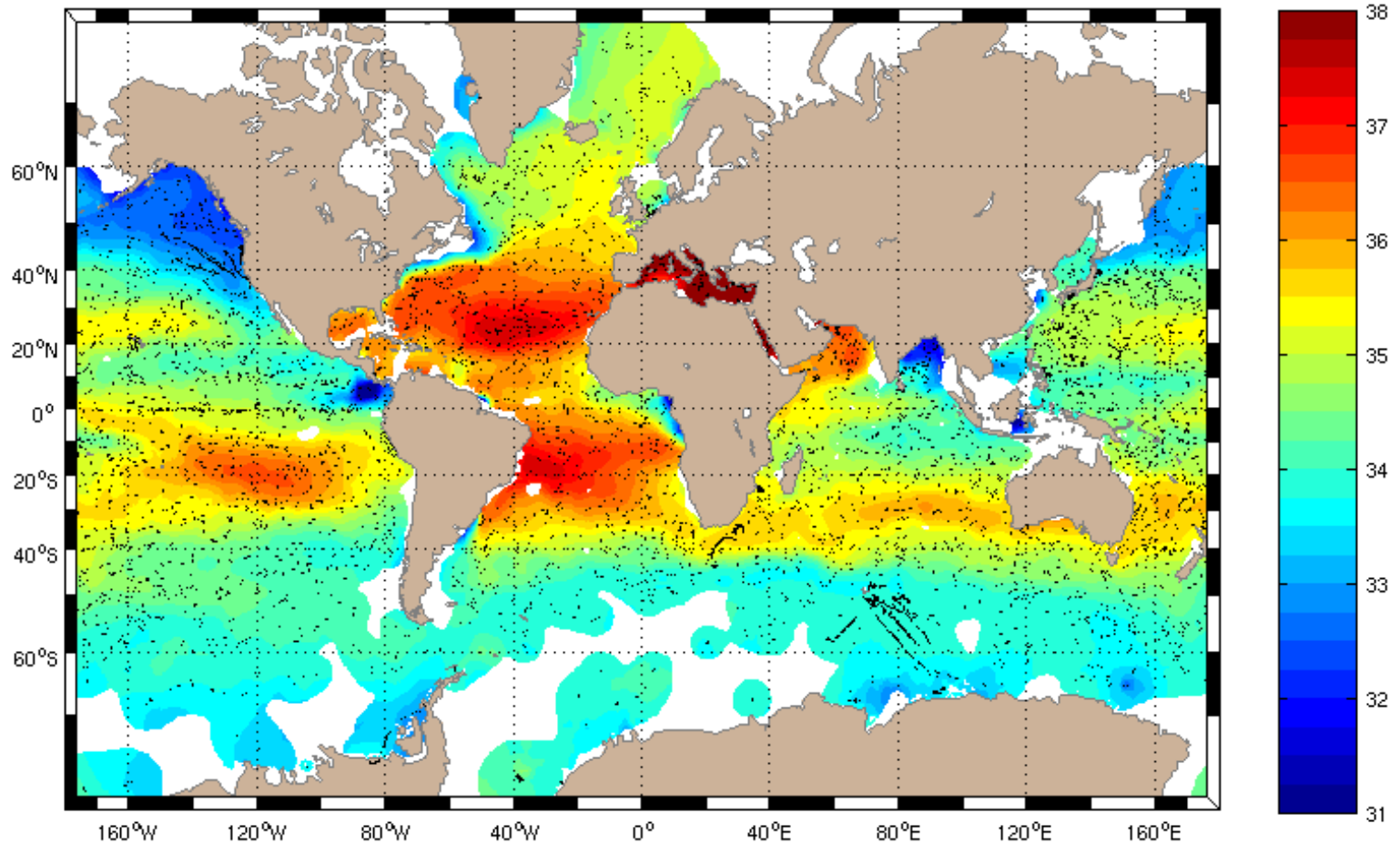


Woda słodka

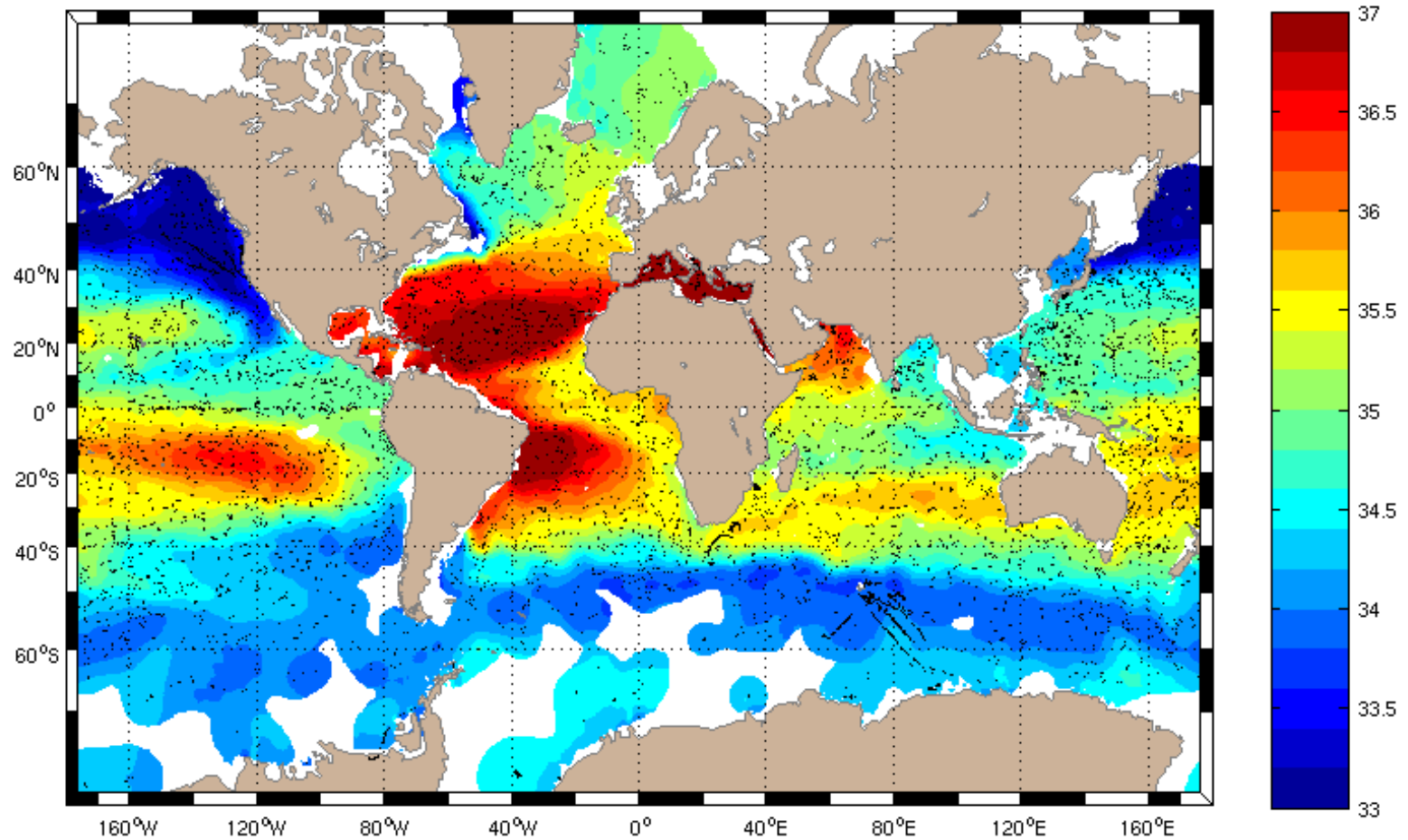


Oceany

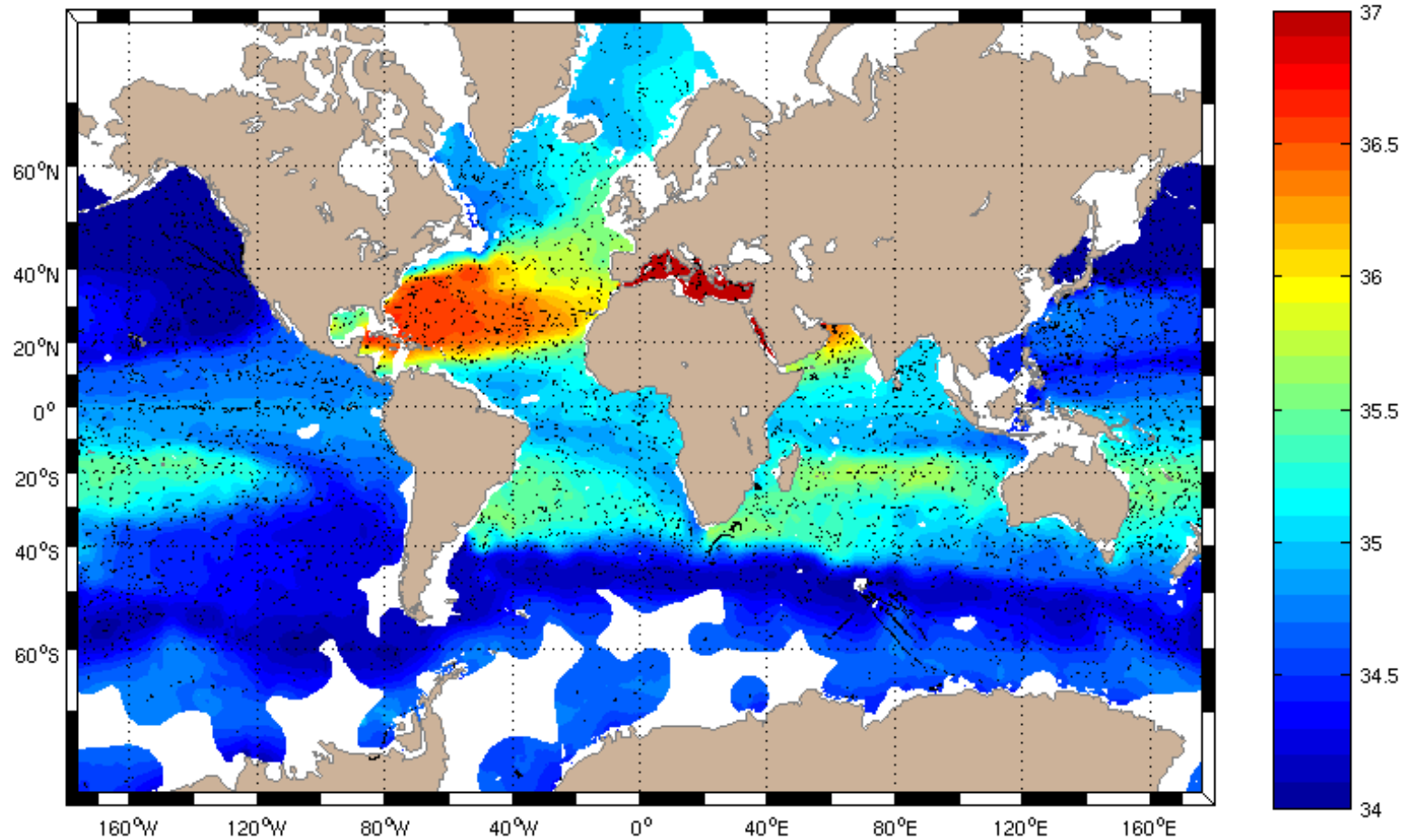
PSAL - 28 February 2014 - 10 m



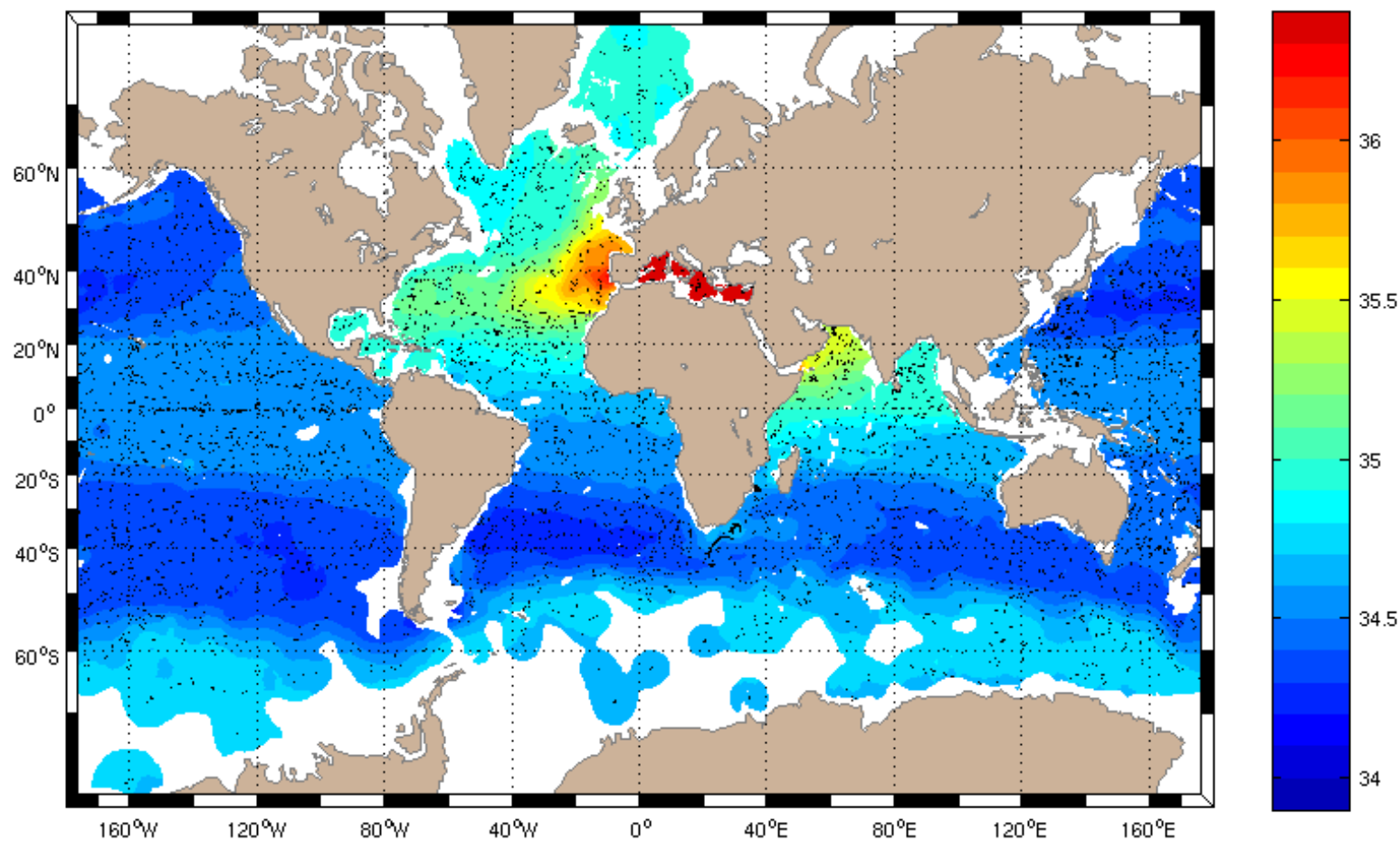
PSAL - 28 February 2014 - 100 m



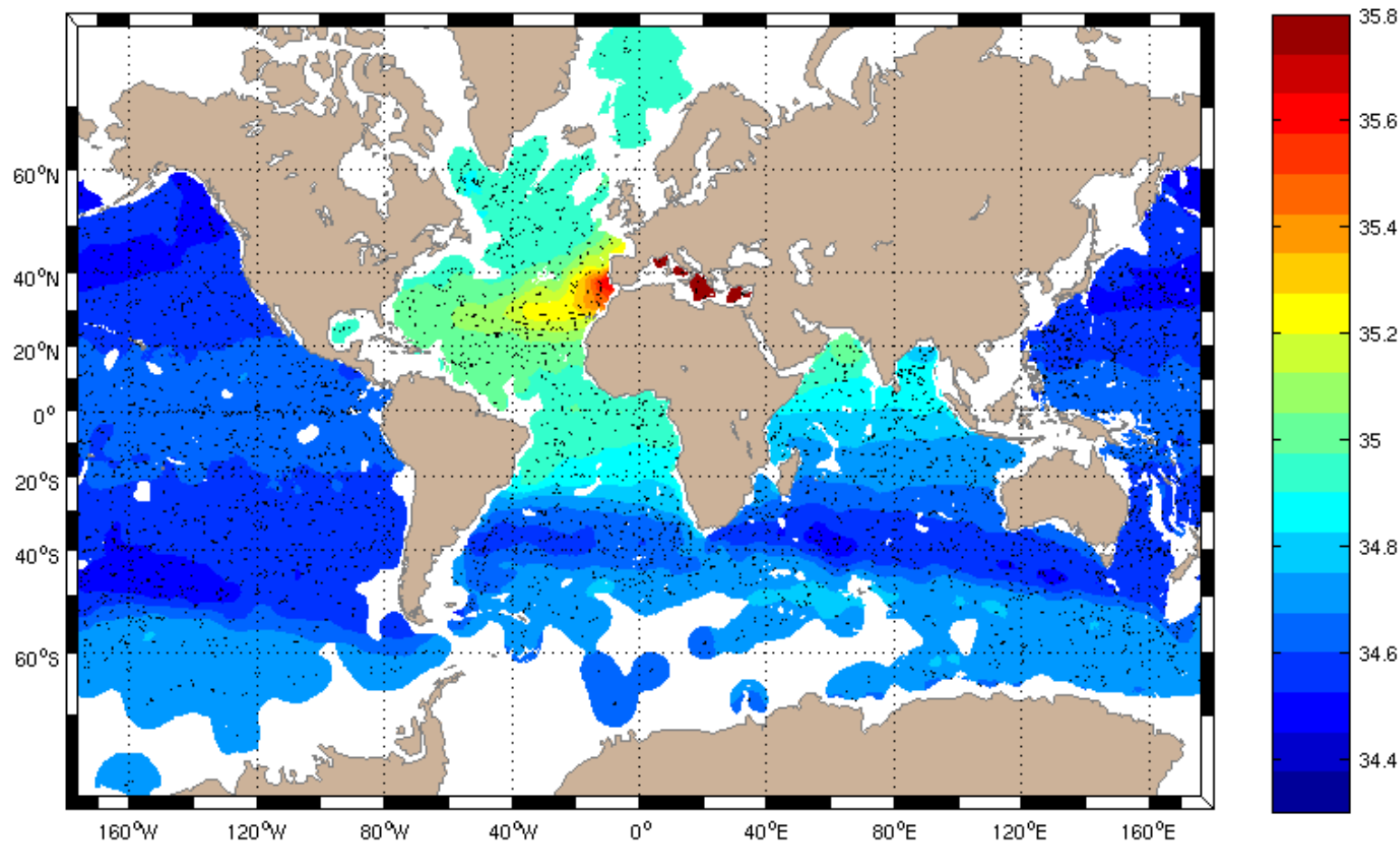
PSAL - 28 February 2014 - 300 m



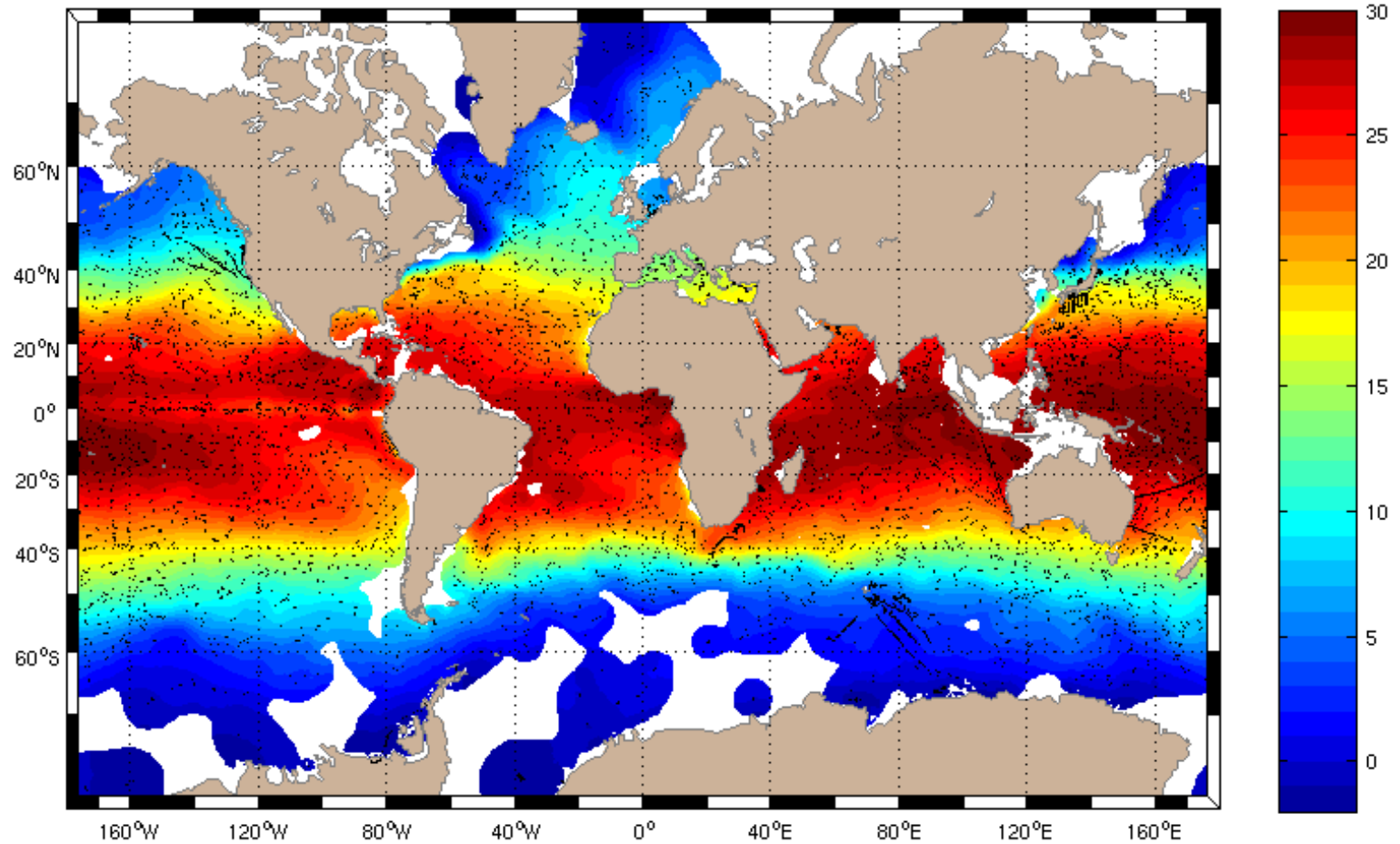
PSAL - 28 February 2014 - 1000 m



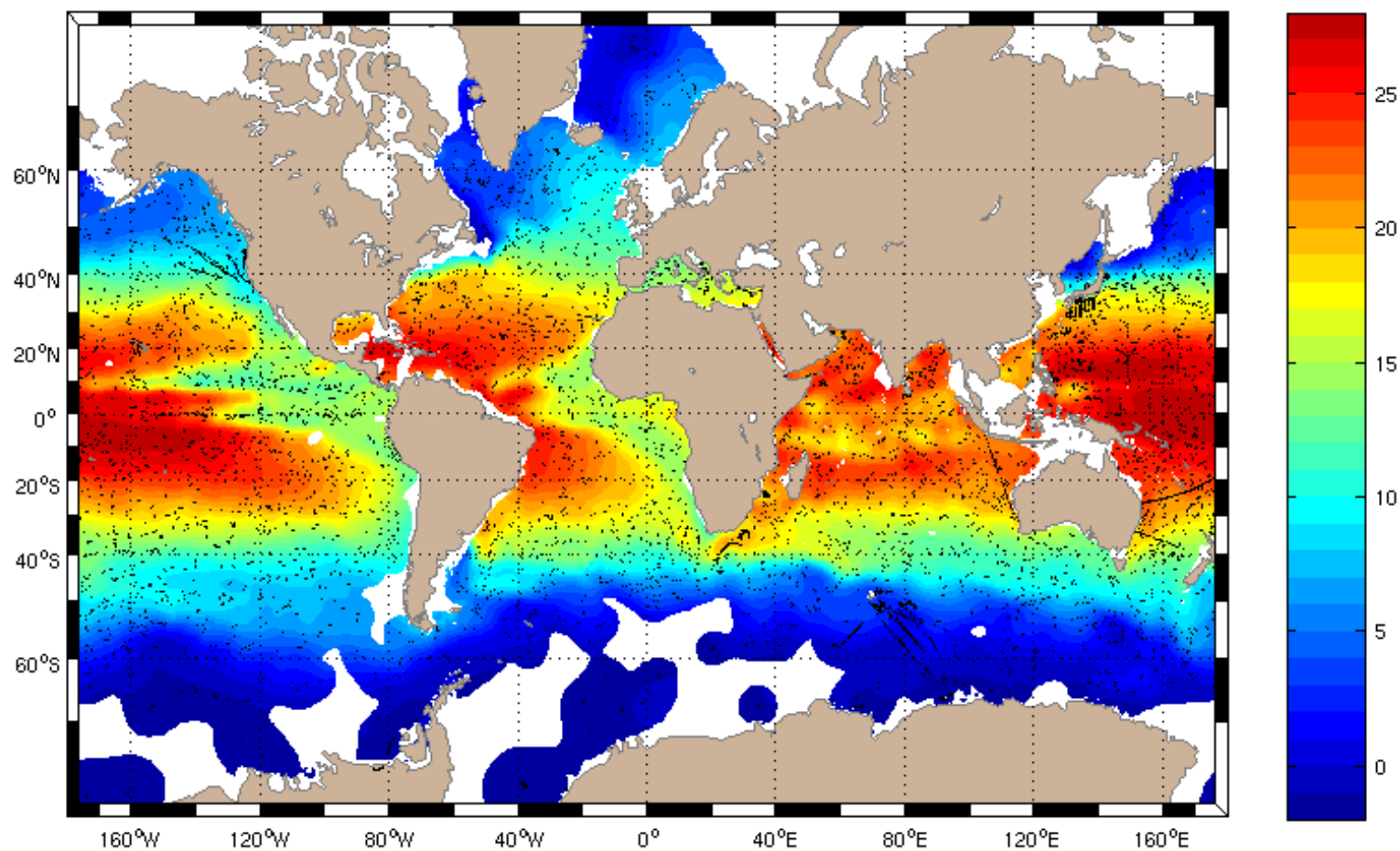
PSAL - 28 February 2014 - 1600 m



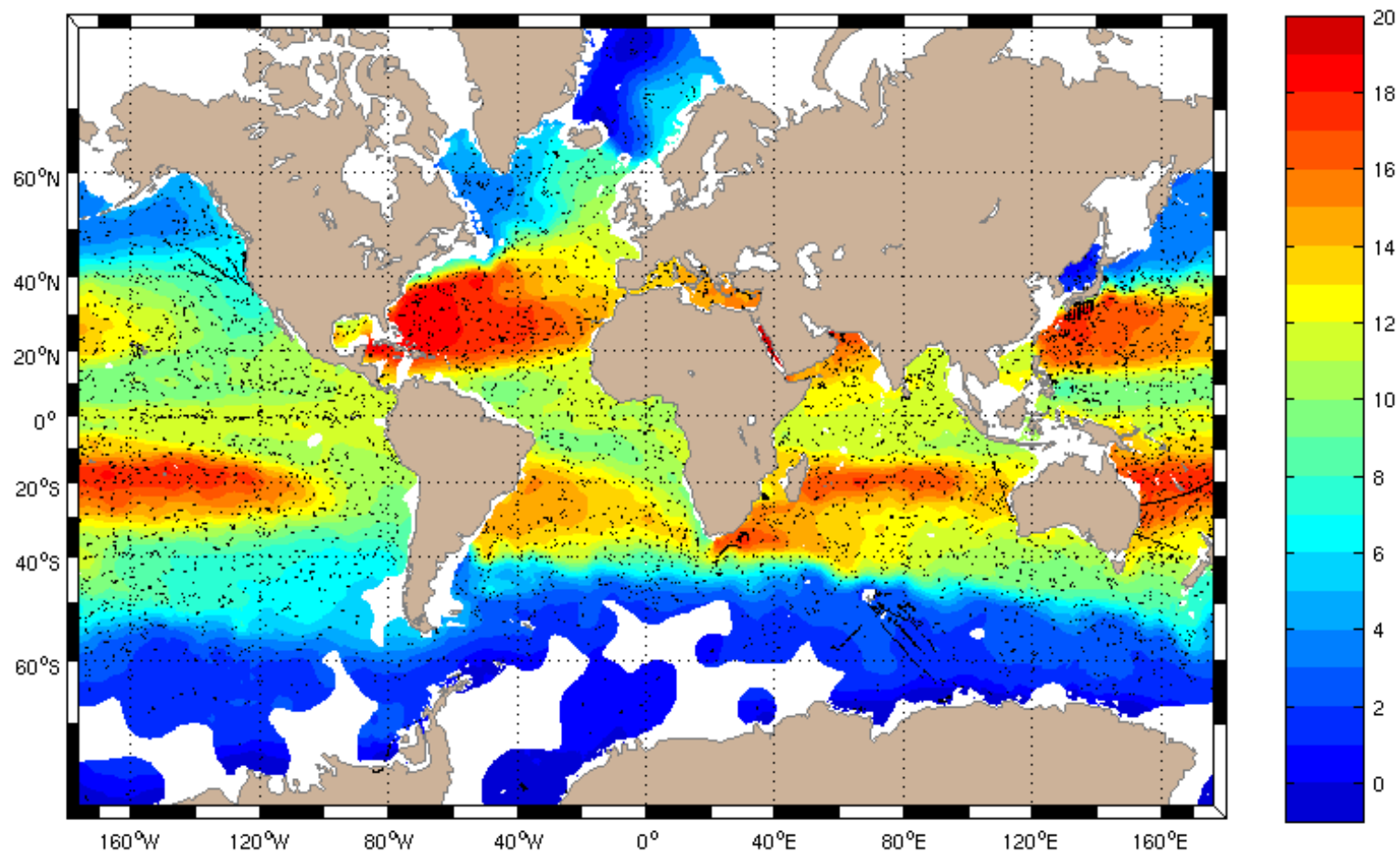
TEMP - 28 February 2014 - 10 m



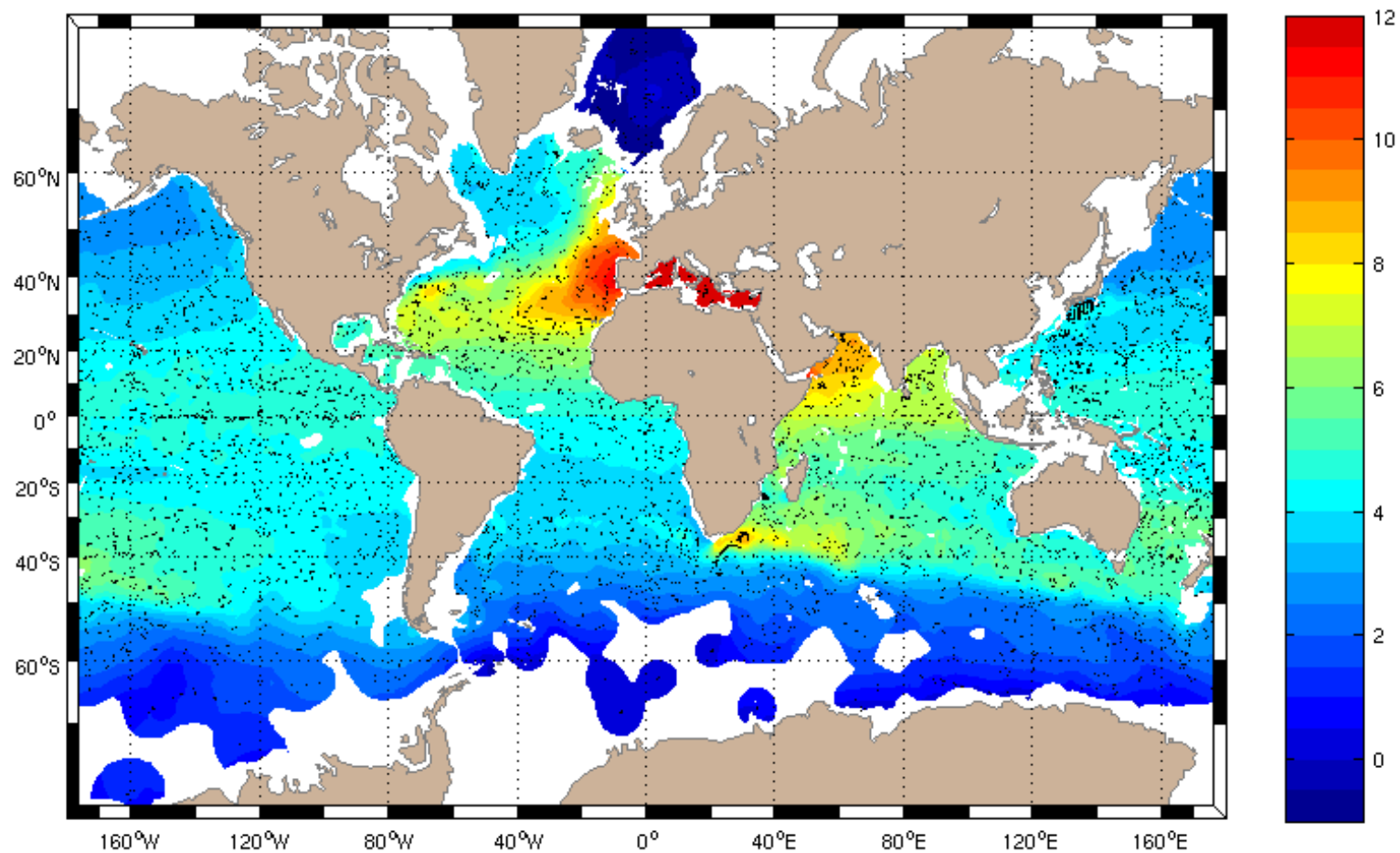
TEMP - 28 February 2014 - 100 m



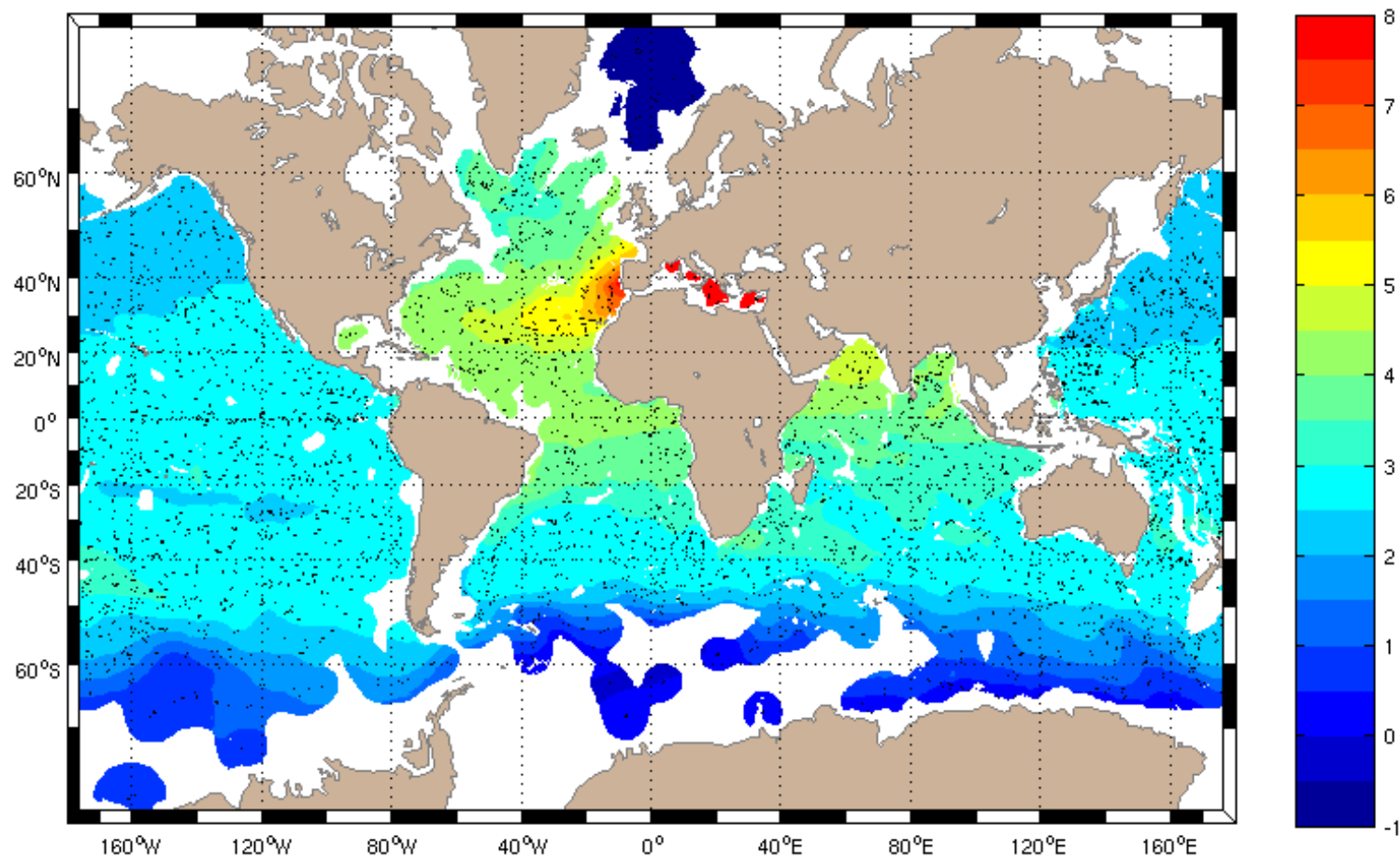
TEMP - 28 February 2014 - 300 m



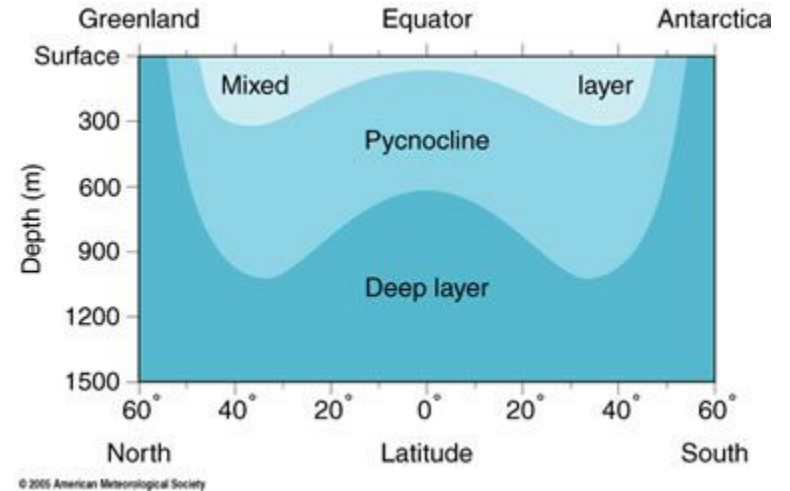
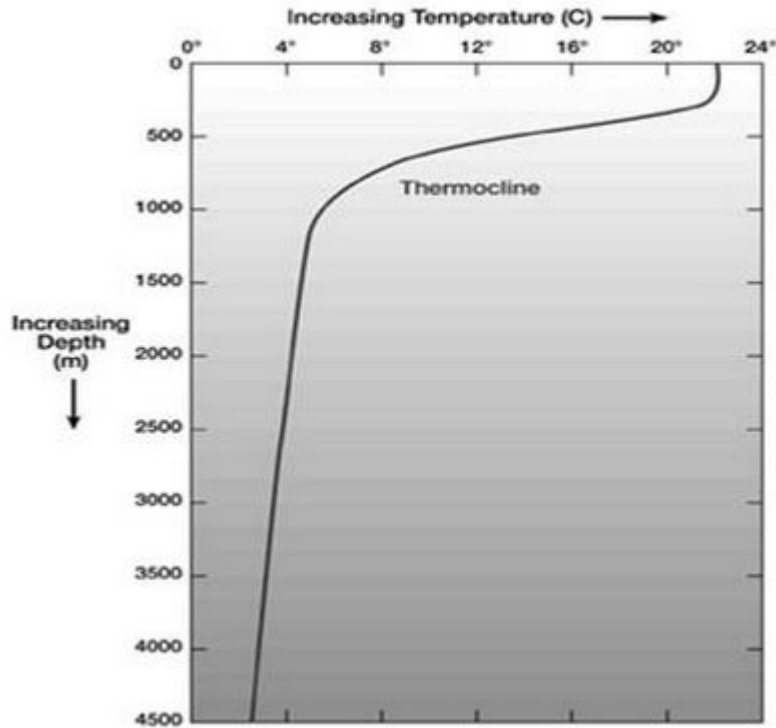
TEMP - 28 February 2014 - 1000 m



TEMP - 28 February 2014 - 1600 m



Struktura pionowa oceanów



- warstwa mieszania
- warstwa przejściowa – termoklina
- głębia oceaniczna

Różnice pomiędzy oceanem a atmosferą

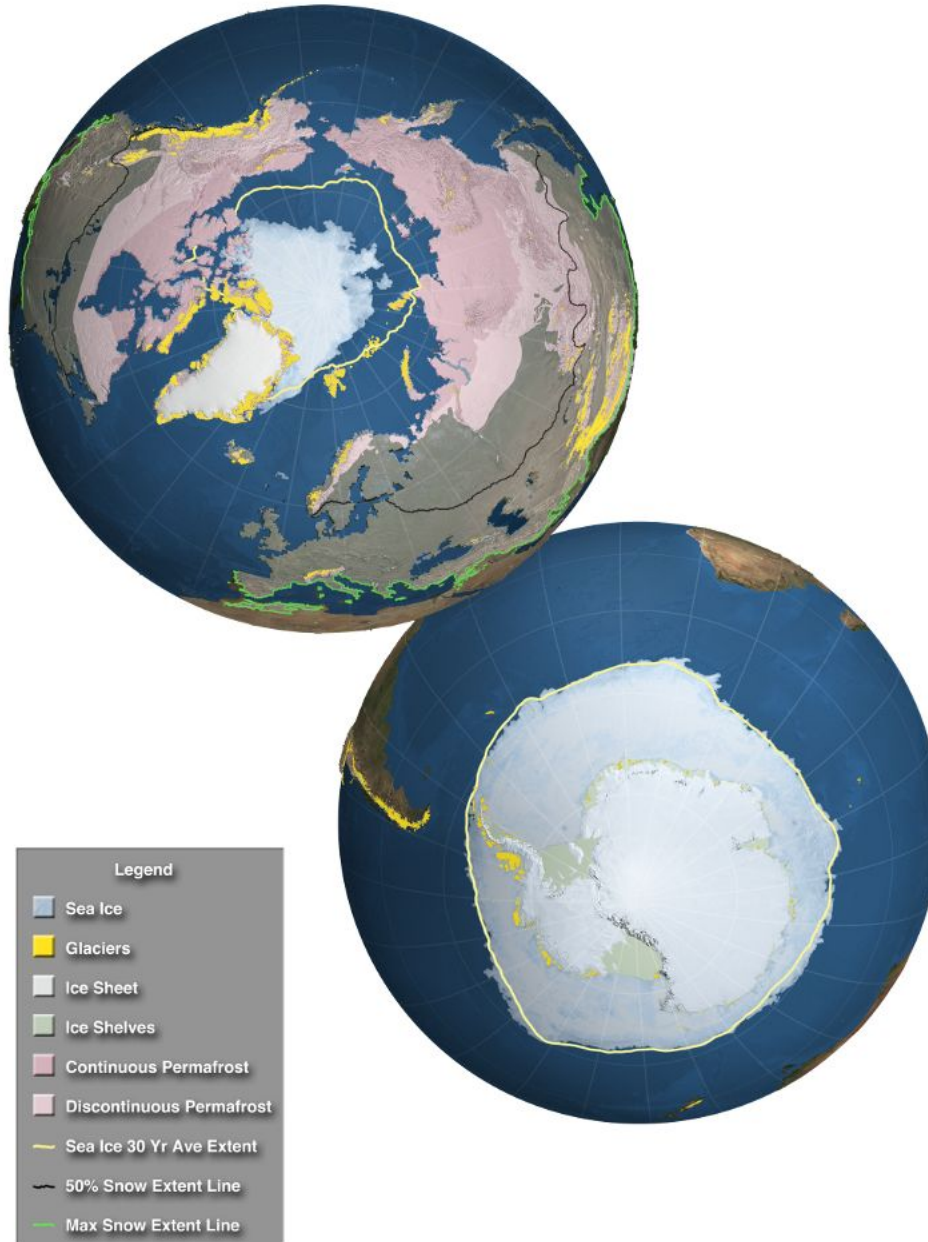


Interakcje pomiędzy atmosferą a oceanem

Wymiana:

- pary wodnej
- dwutlenku węgla
- soli morskiej (produkcja aerozolu morskiego)
- energii
- pędu

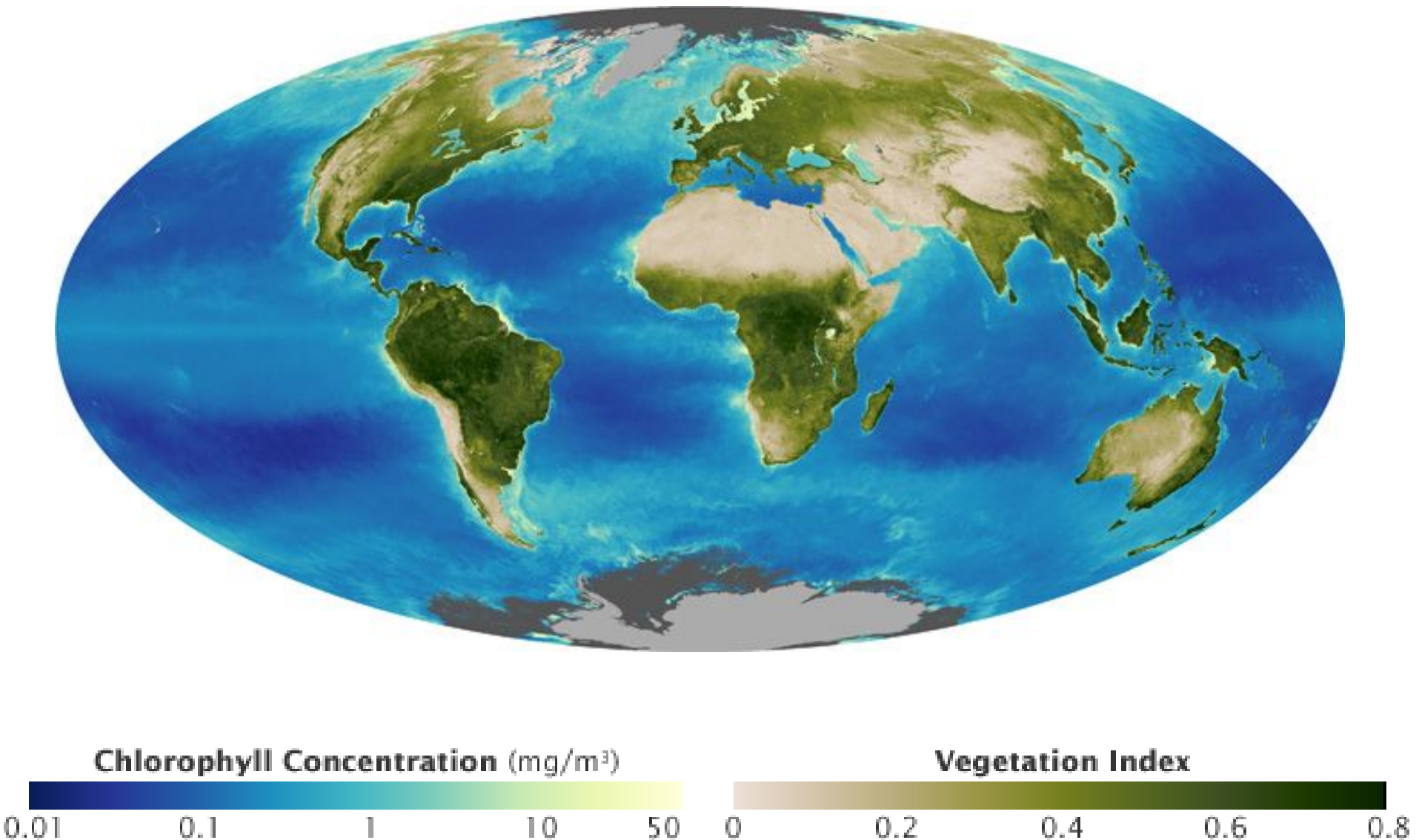
Kriosfera



Rola kriosfery w systemie klimatycznym

- wpływa na bilans energii (wysokie albedo śniegu i lodu)
- wpływa na poziom światowego oceanu
- wpływa na cyrkulację oceaniczną w wysokich szerokościach geograficznych i nie tylko
- bierze udział w szeregu sprzężeń zwrotnych w systemie klimatycznym

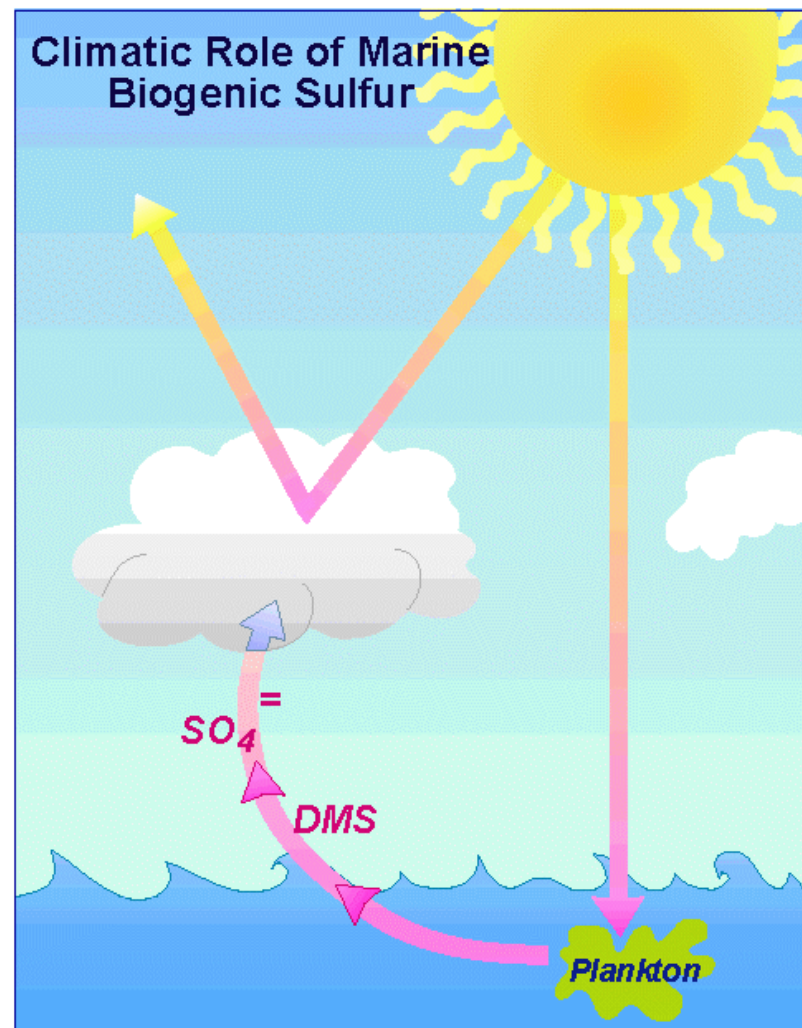
Biosfera



Rola biosfery w systemie klimatycznym

- Obieg węgla, produktywności biosfery
- Wpływ na bilans energii, wymianę pary wodnej (transpiracja)
- Emisja DMS będącego prekursorem aerozoli

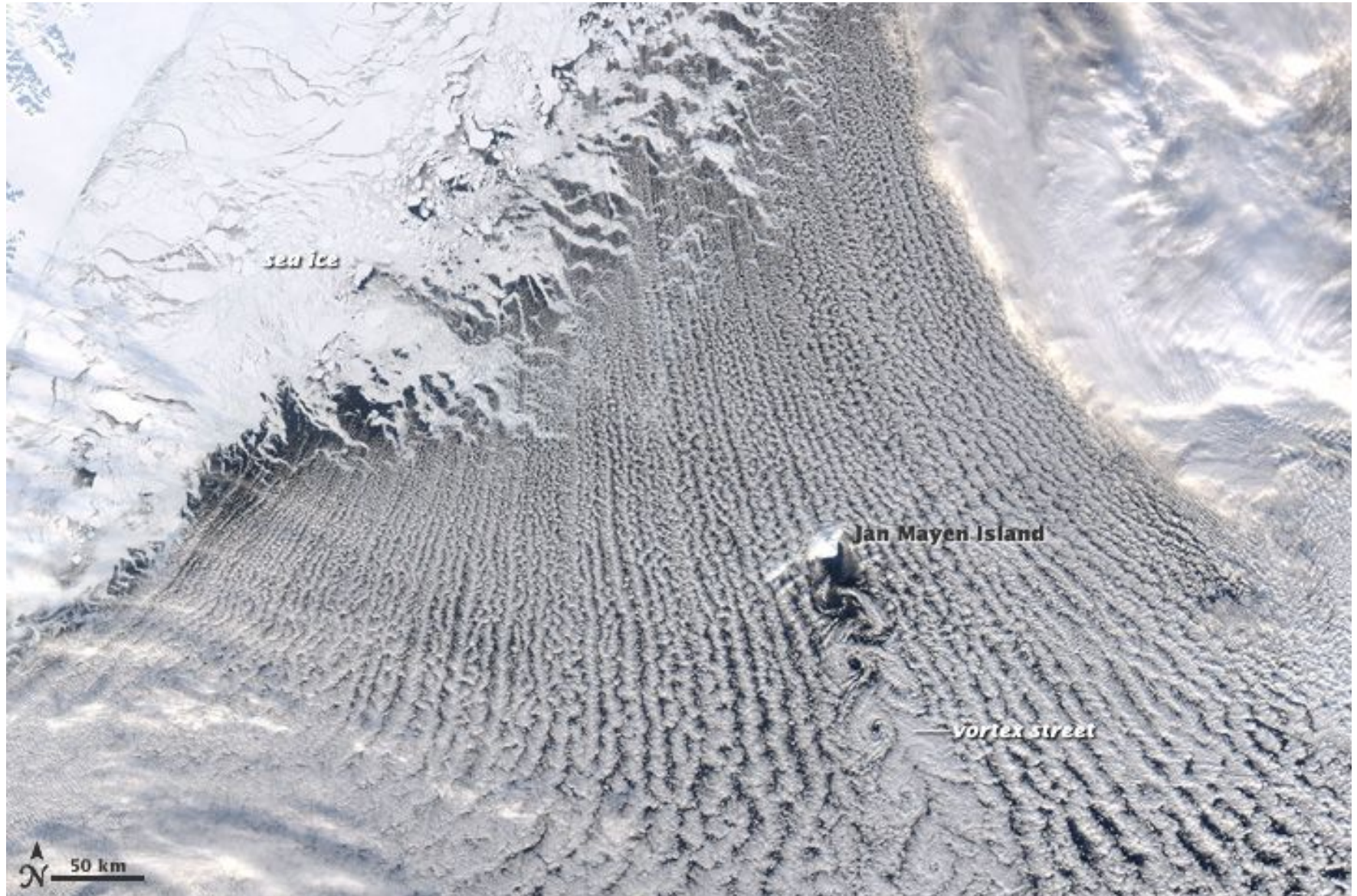
Charlson et al. (*Nature*, 326:655-661, 1987)



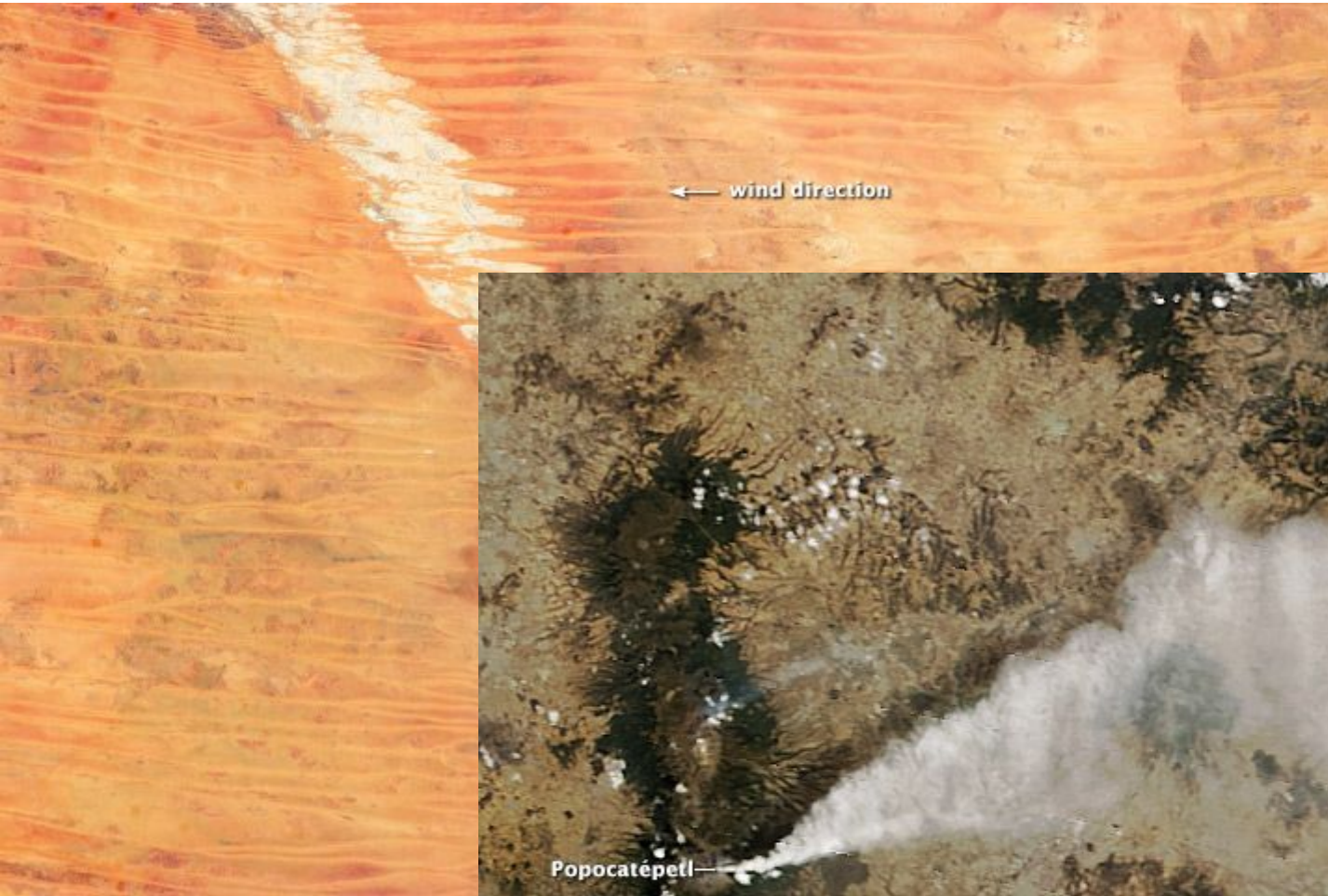
Litosfera

- zewnętrzna sztywna powłoka Ziemi obejmująca skorupę ziemską i warstwę perydotytową zaliczaną do górnej części płaszcza ziemskiego.
- miąższość litosfery wynosi od ok. 10-100 km a jej temperatura dochodzi do 700°C.
- wyróżnia się dwa zasadnicze rodzaje litosfery: kontynentalną i oceaniczną.

Rola litosfery w systemie klimatycznym

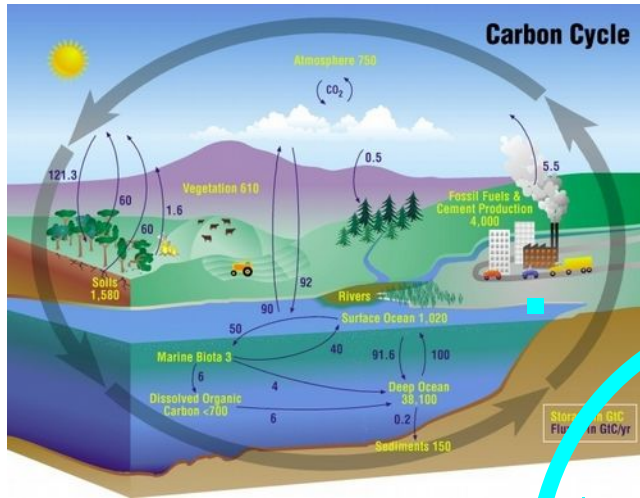


Rola litosfery w systemie klimatycznym

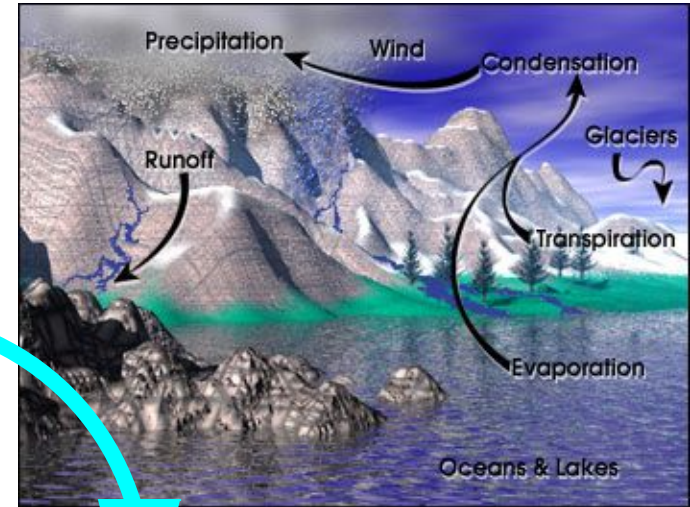


Procesy w systemie klimatycznym

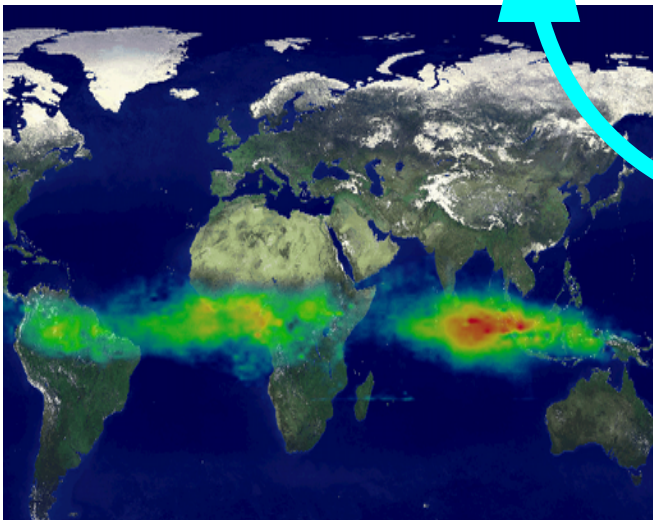
Obieg węgla



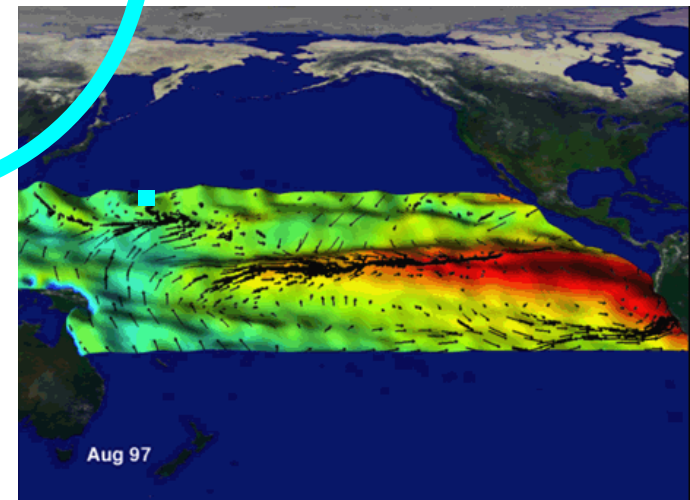
Obieg wody i energii



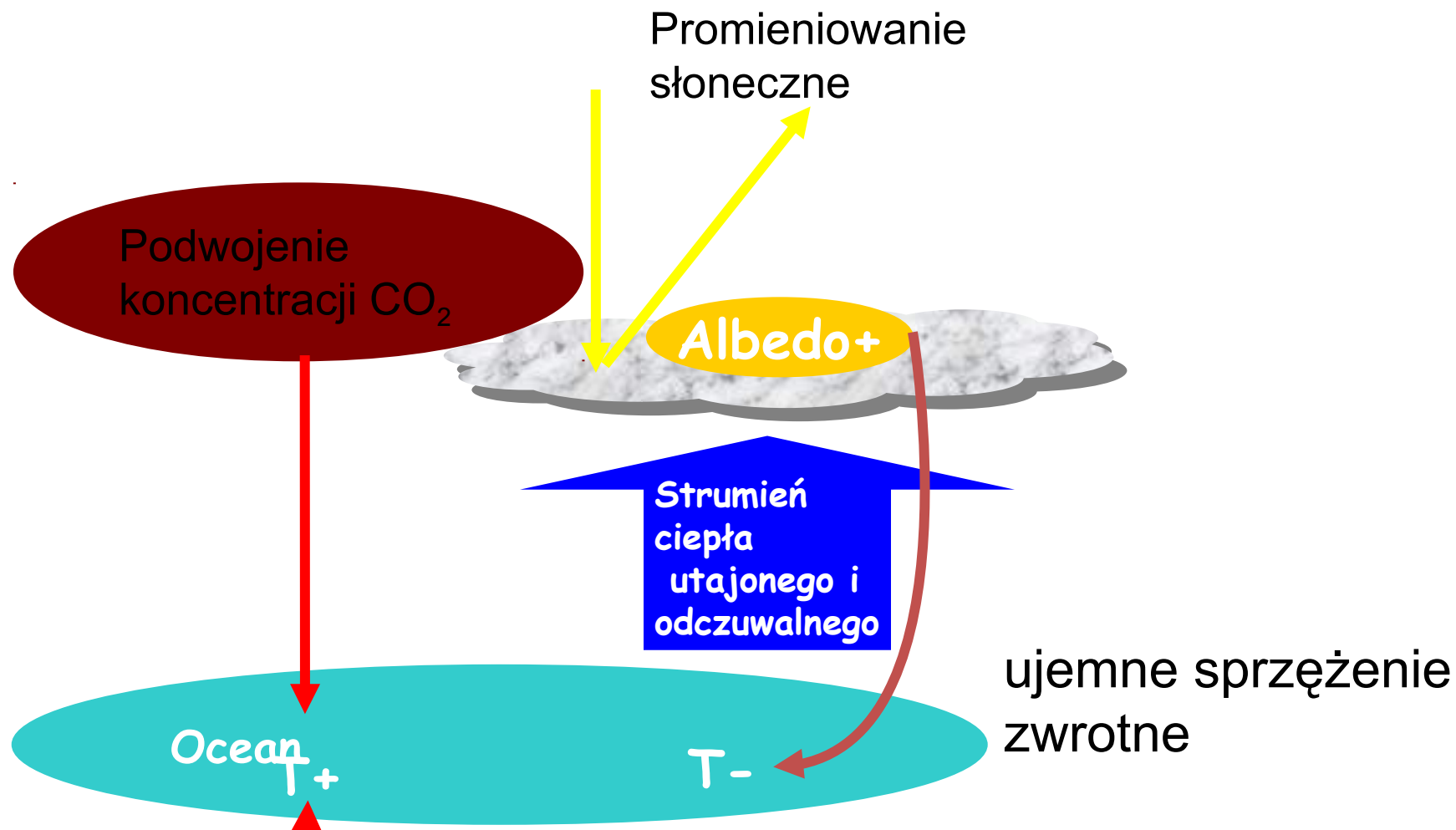
Reakcje chemiczne w atmosferze



Dynamika atmosfery i oceanu



Przykład sprzężenia zwrotnego w systemie klimatycznym Ziemi-Atmosfera



Badania klimatu

monitoring
zmienności

wymuszanie

odpowiedź

konsekwencje

predykcja

