

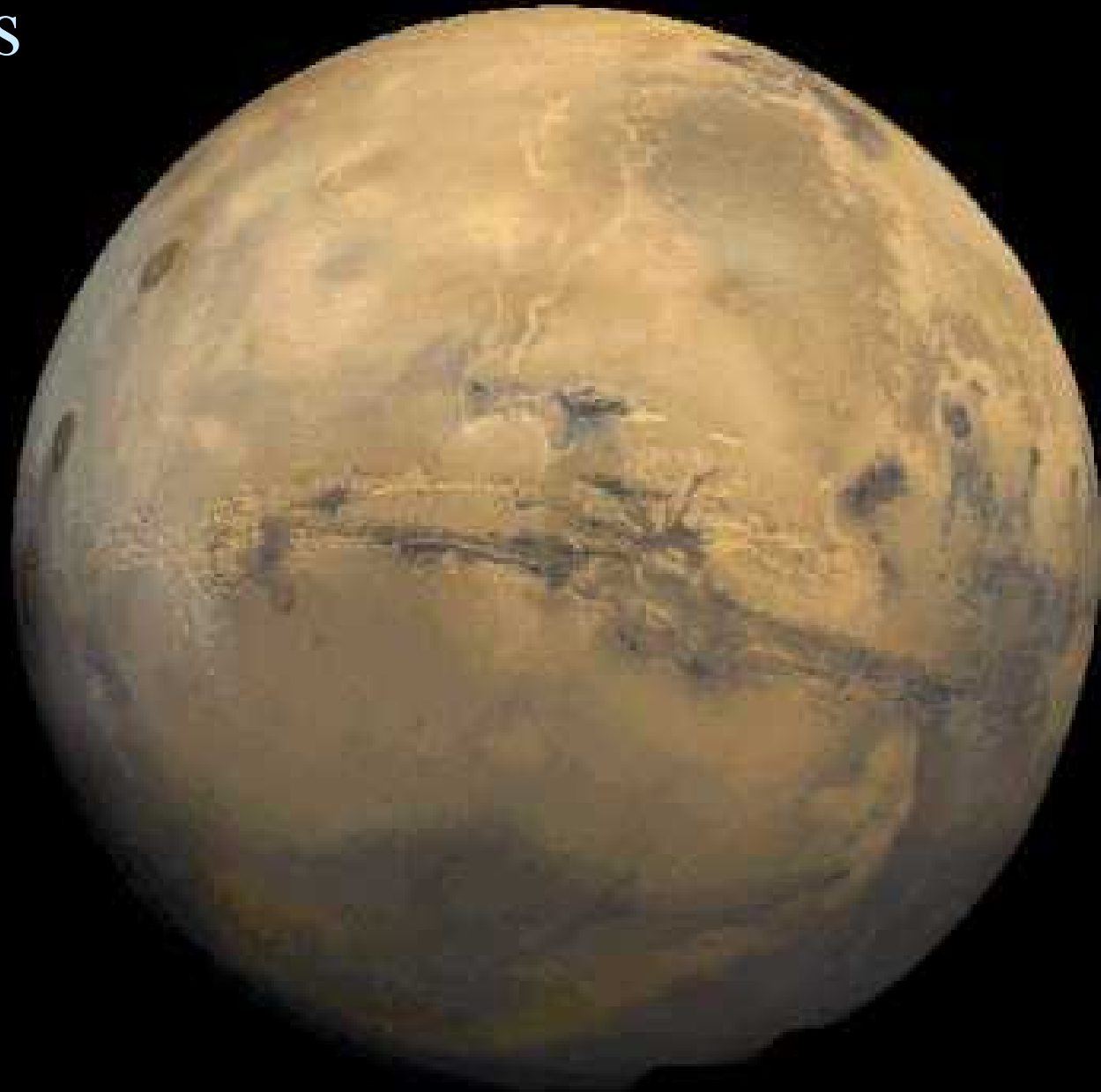
# EKOLOGIA

## WBNZ 961

Wykład 2  
Ziemia jako środowisko życia



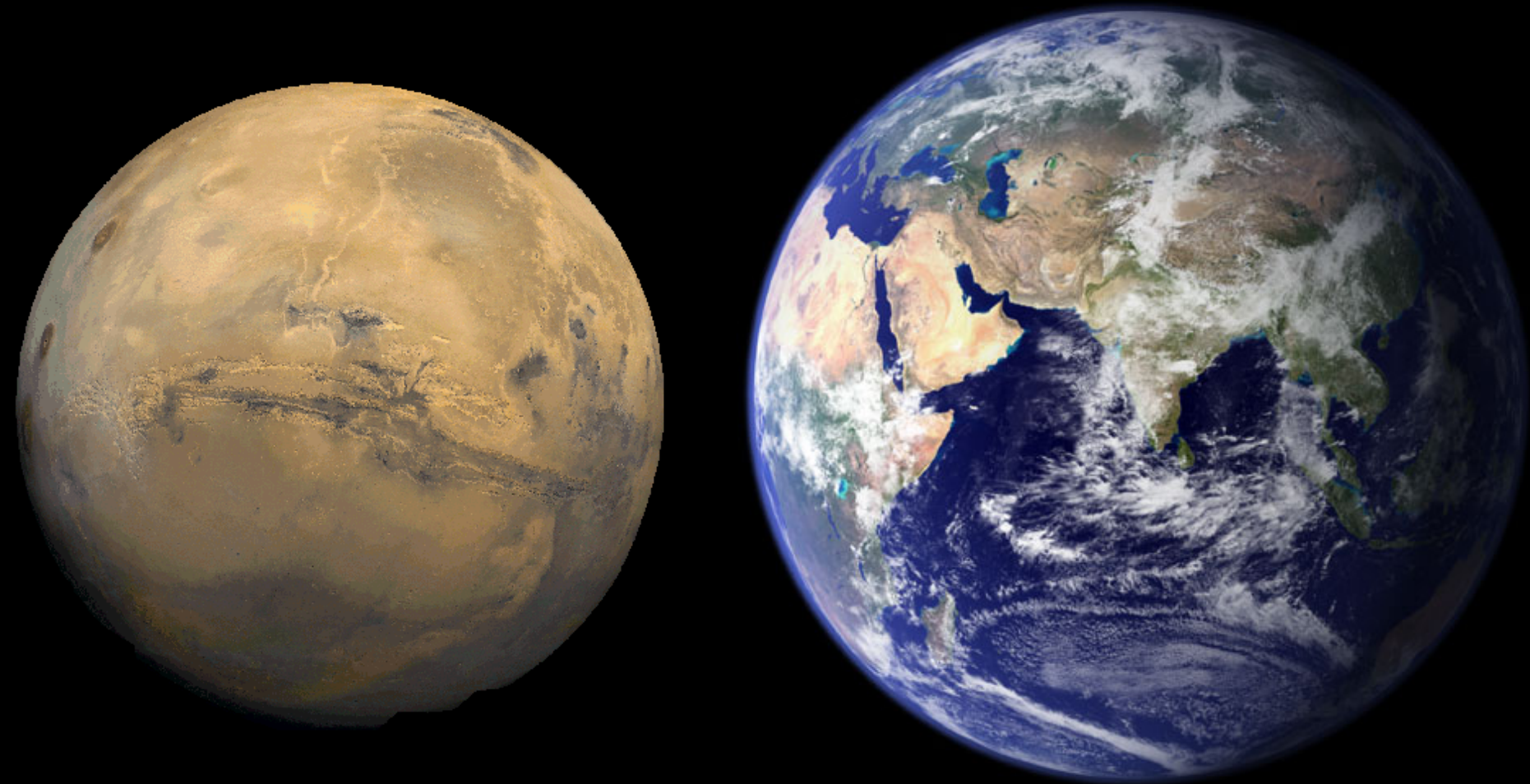
# Mars





Ziemia

# Życie na Ziemi widać z daleka



CO TO JEST „ŻYCIE”?



# PYTANIE ZASADNICZE:

- **Co to jest życie?**
  - kłopoty z definicją
    - (co to jest definicja?)
  - nie ma jednej definicji życia
  - definicje umowne

# MOŻNA KORZYSTAĆ Z WIKIPEDII (WERSJA ANGIELSKA) [BEZ GWARANCJI!!!]

Life - Wikipedia, the free encyclopedia - Opera

Plik Edycja Widok Zakładki Widżety Narzędzia Pomoc



http://en.wikipedia.org/wiki/Life

life definition wiki

Log in / create account



WIKIPEDIA  
The Free Encyclopedia

Main page  
Contents  
Featured content  
Current events  
Random article  
Donate to Wikipedia

Interaction  
Help  
About Wikipedia  
Community portal  
Recent changes  
Contact Wikipedia

Toolbox  
Print/export

Languages  
العربية  
Aragonés  
Aymar aru  
Azərbaycanca

Article Discussion

Read View source View history

Search

## Life

From Wikipedia, the free encyclopedia

*For other uses, see Life (disambiguation).*

**Life** (cf. *biota*) is a characteristic that distinguishes **objects** that have **signaling and self-sustaining processes** (i. e., **living organisms**) from those that do not,<sup>[1][2]</sup> either because such functions have ceased (**death**), or else because they lack such functions and are classified as **inanimate**.<sup>[3][4]</sup> **Biology** is the science concerned with the study of life.

Living organisms undergo **metabolism**, maintain **homeostasis**, possess a capacity to **grow**, respond to **stimuli**, **reproduce** and, through **natural selection**, adapt to their environment in successive generations. More complex living organisms can communicate through various means.<sup>[1][5]</sup> A diverse array of living organisms (life forms) can be found in the **biosphere** on **Earth**, and the properties common to these organisms—**plants**, **animals**, **fungi**, **protists**, **archaea**, and **bacteria**—are a **carbon-** and **water-based cellular** form with complex **organization** and heritable **genetic** information.

In **philosophy** and **religion**, the **conception** of life and its nature varies. Both offer interpretations as to how life relates to **existence** and **consciousness**, and both touch on many related issues, including **life stance**, **purpose**, **conception of a god or gods**, a **soul** or an **afterlife**.

### Contents [hide]

- Early theories about life
  - Materialism
  - Hylomorphism
  - Vitalism
- Definitions
  - Biology
  - Biophysics
  - Living systems theories
- Origin



Plants in the Rwenzori Mountains, Uganda

Scientific classification

Domains and kingdoms

Life on Earth:

- Non-cellular life (viruses) <sup>[note 1]</sup>
- Cellular life
  - Bacteria
  - Archaea
  - Eukarya
    - Protista

Start

2 Mi...

Life - ...

Total C...

Micros...

PL

100%

23:25

# DEFINIOWANIE ŻYCIA PRZEZ ENUMERACJĘ ATRYBUTÓW ŻYWEGO OBIEKTU

- Jedność strukturalna wszystkich organizmów
  - C, H, O, N, S, P ....
  - białka, tłuszczoce, węglowodany
  - budowa komórkowa
  - kod genetyczny
- Zdolność do przetwarzania materii (**METABOLIZM**)
- Zdolność do replikacji (**ROZMNAŻANIE**)
- Działanie doboru naturalnego (**EWOLUCJA**)



# Skład chemiczny organizmów

Pierwiastki						Związki chemiczne	Zawartość w organizmach				
							Bakteria	Roślina	grzyb	ryba	świnia
	H	O				Woda	75	94	90	83	57
C	H	O	N		S	Białka	17.5	1.4	3.6	12	20.1
C	H	O				Tłuszcze	2.5	0.4	0.4	3.5	20.2
C	H	O				Węglowodany	1.3	3.0	5.1	0	0
C	H	O	N	P		DNA, RNA, ATP	3.7	1.2	0.9	1.5	2.7

ZWIĄZKI ZREDUKOWANE: POTRZEBNA ENERGIA I DONOR ELEKTRONÓW

# ŻYCIE JAKO WŁAŚCIWOŚĆ PLANETY

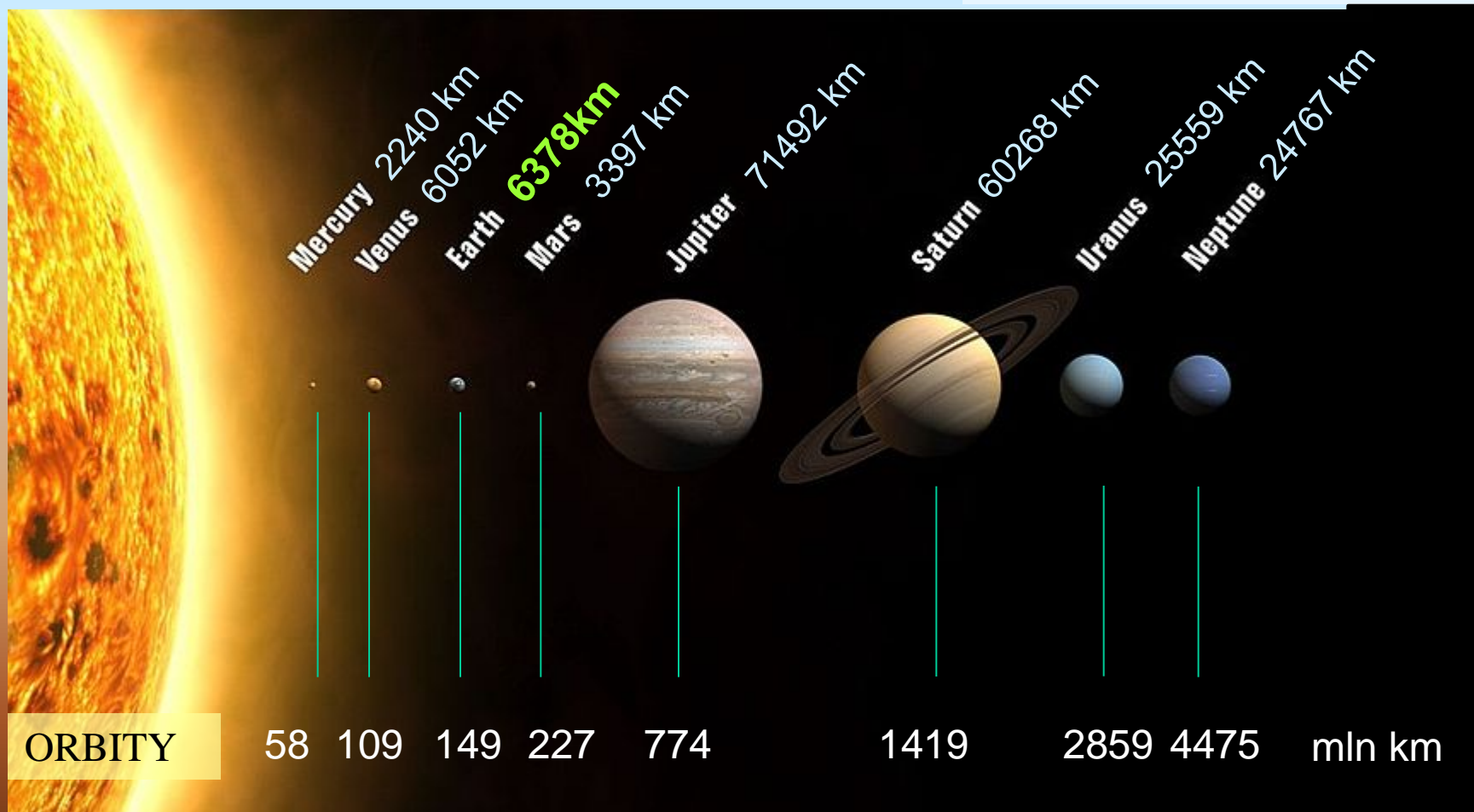
Życie to endoenergetyczny proces, polegający na cyklicznym utlenianiu i redukowaniu związków węgla, realizowany przez autokatalitycznie powielające się makrocząsteczki (organizmy).

# CZY JEST ŻYCIE POZA ZIEMIĄ?

CZY I GDZIE POZA ZIEMIĄ SĄ WARUNKI DLA ISTNIENIA ŻYCIA?

# Planety Układu Słonecznego

Promienie równikowe



# WARUNKI UTRZYMANIA ŻYCIA

## GWIAZDA

Odpowiednia klasa spektralna (temp. fotosfery 4000 – 7000 K)

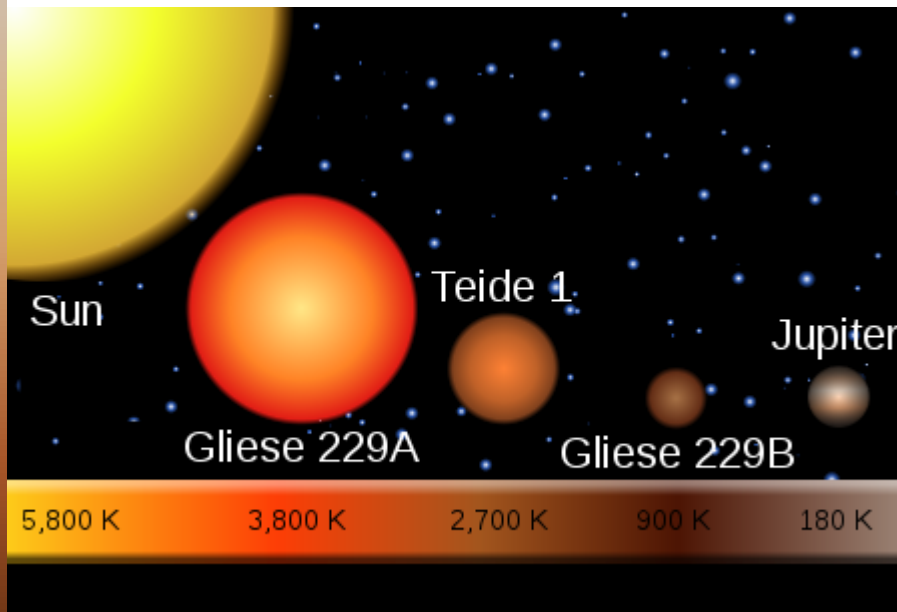
Stabilność w długim okresie (>kilka mld lat)

Odpowiednie natężenie UV

Wysoka „metaliczność”

Utrzymanie stabilnej ekosfery (*stable habitable zone*)

(tylko 5-10% gwiazd w galaktyce)



# WARUNKI UTRZYMANIA ŻYCIA

## PLANETA

Skalista (nie olbrzym gazowy)

### **Odpowiednia masa:**

- utrzymanie atmosfery
- utrzymanie ciepła, tektonika
- żelazny rdzeń (dynamo, pole magnetyczne)

(0.3 – 10 × masa Ziemi)

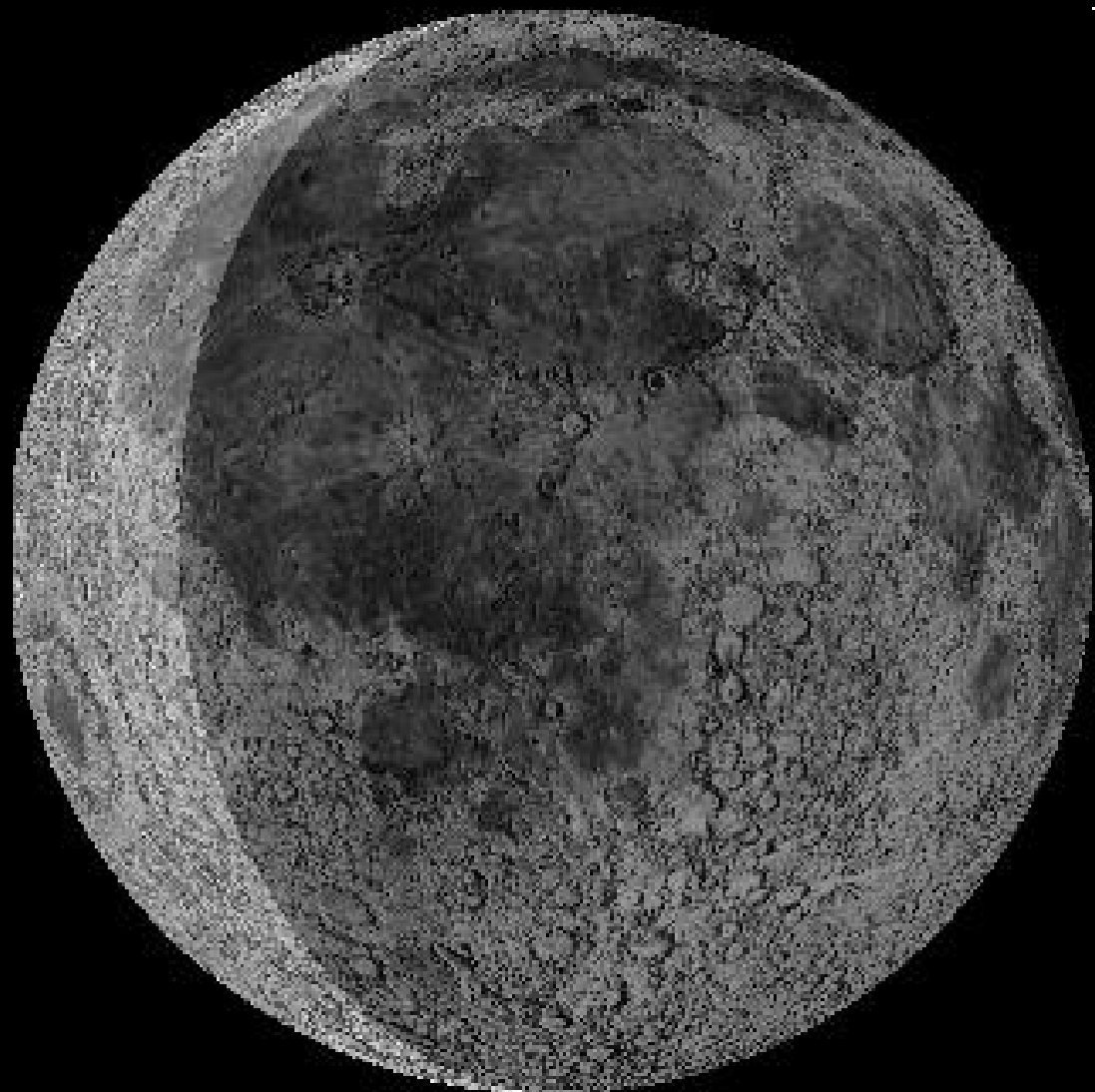
Mało ekscentryczna orbita (stabilne warunki) [ $<10\%$  odkrytych]

Odpowiednie nachylenie osi (nie za duże, nie za małe)

Odpowiednia szybkość rotacji (wyrównanie temperatur, dynamo)

Geochemia: C, H, O, N, P, S .....

# Księżyc



Promień równikowy 1738 km

# Księżyce Jowisza

Io



3630 km

Europa



3138 km

Ganimedes



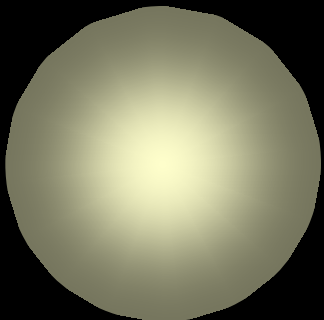
5262 km

Callisto



4800 km

Średnice



Księżyc Ziemi: 3476 km

Zarys średnicy  
Ziemi: 12756 km



# Księżyce Jowisza

Io

Europa

Ganimedes

Callisto



# Księżyce Jowisza

Io



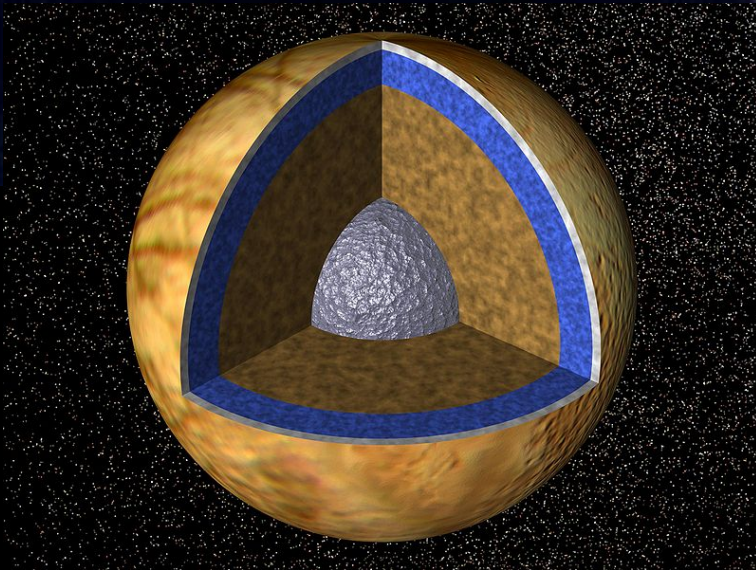
Europa



Ganimedes



Callisto

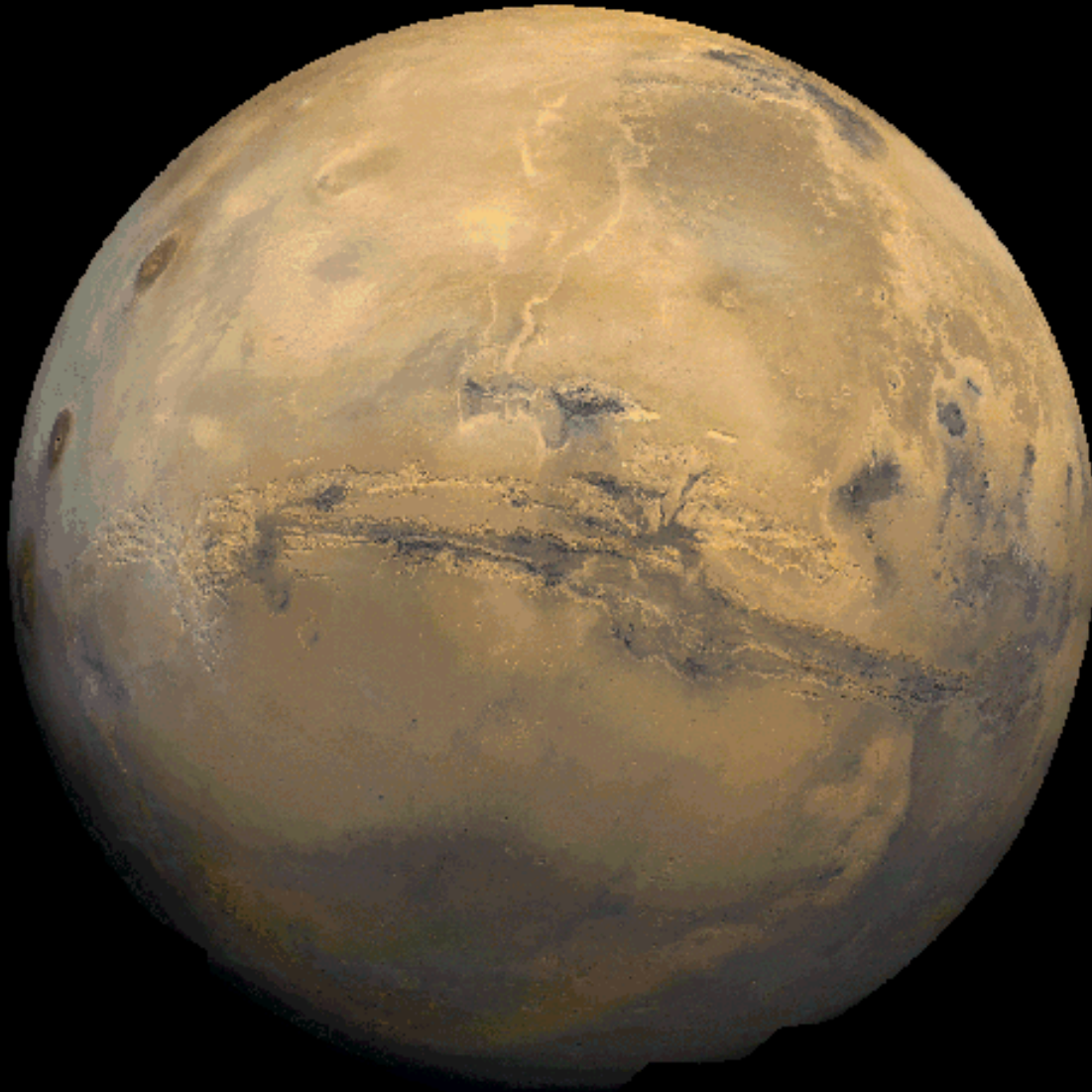


Enceladus

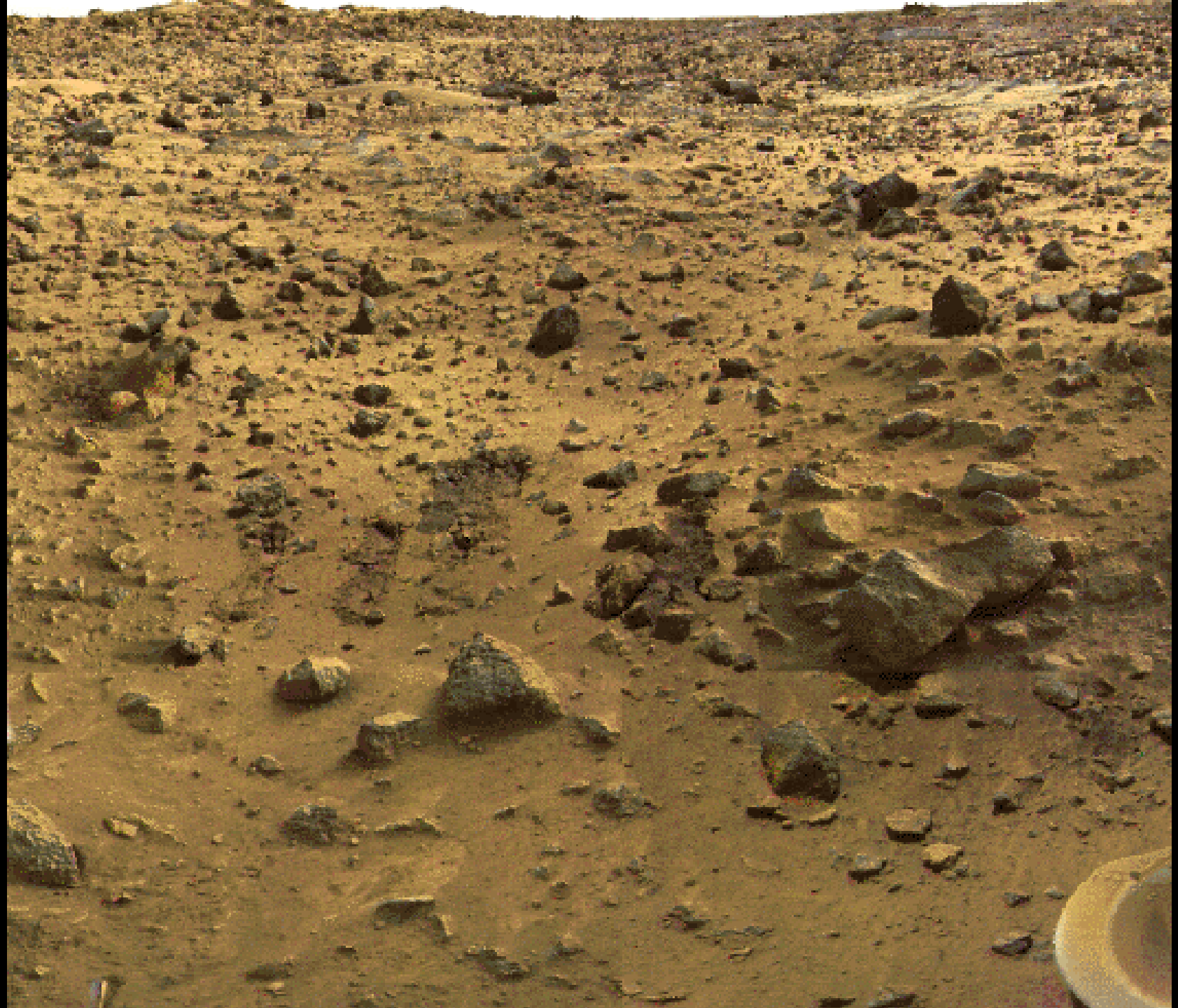




# ŻYCIE NA MARSIE WIDAĆ Z BLISKA ???



$H_2O$   
 $CH_4$





[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/msl/news/msl20130520.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/msl/news/msl20130520.html)

[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/msl/news/msl20130520.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/msl/news/msl20130520.html)

# Curiosity

Pierwszy odwiert

„John Klein”

3.03.2013



# Curiosity

Pierwszy odwiert

„John Klein”

3.03.2013





# Curiosity

Pierwszy odwiert

„John Klein”

3.03.2013

## Potencjalne warunki dla istnienia życia:

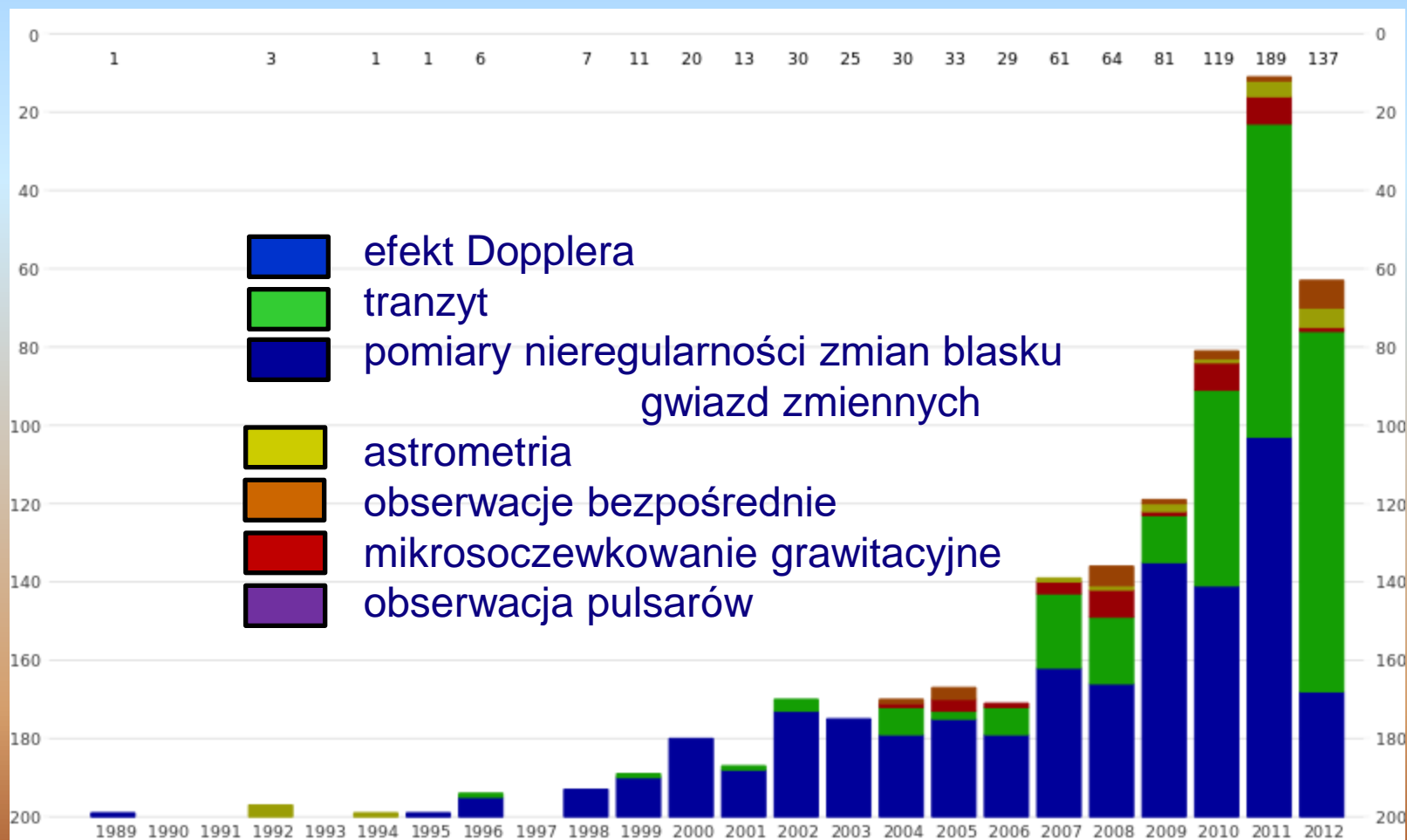
- odczyn zasadowy
- obecność minerałów zredukowanych
- gradient redoks
- woda



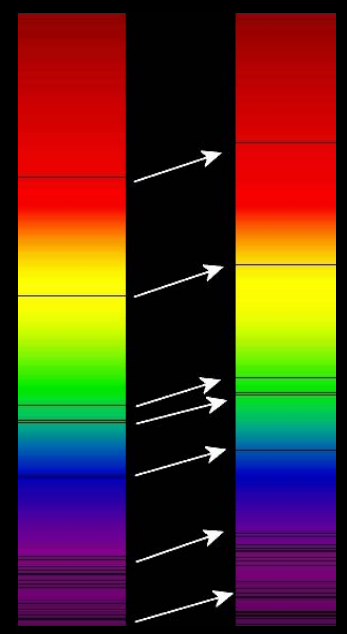
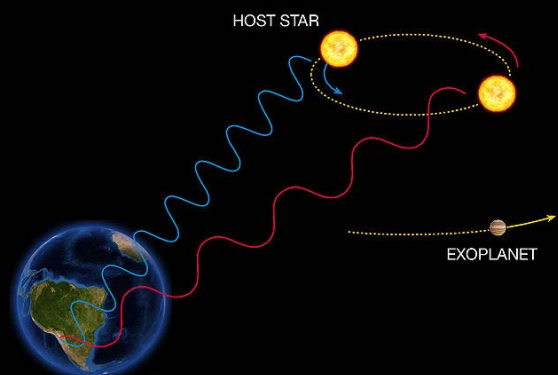
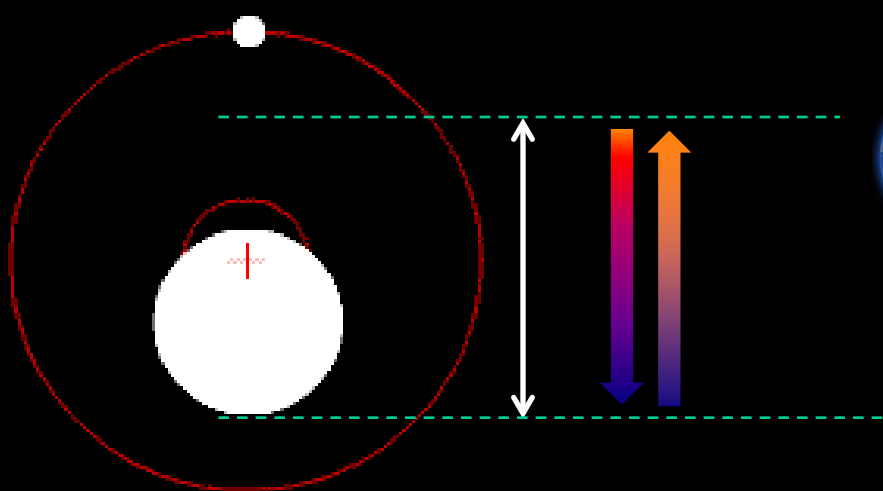
# Planety pozasłoneczne (exoplanets)

- Pierwsze planety poza Układem Słonecznym: Wolszczan 1992 (radioastronomiczna obserwacja nieregularności pulsara)
- Obecnie (stan z dn. **4.X.2013**) wykrytych jest **992** planet w 756 układach planetarnych, w tym 168 wielokrotnych
- Stan z dn. **2.X.2014**: **1760** egzoplanet zweryfikowanych
- Stan z dn. **4.X.2015**: **1969** planet, 490 wielokrotnych

# Metody poszukiwania planet



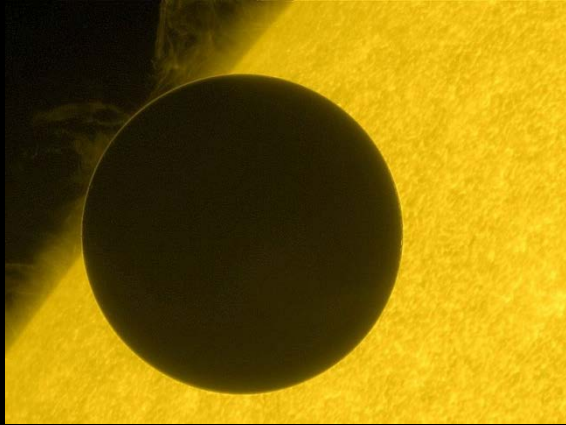
# Efekt Dopplera



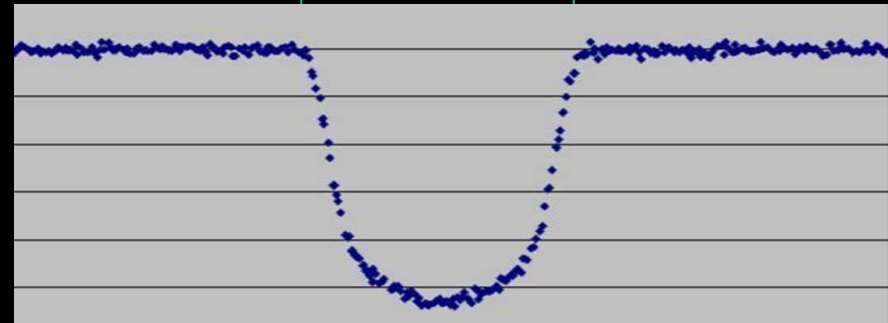
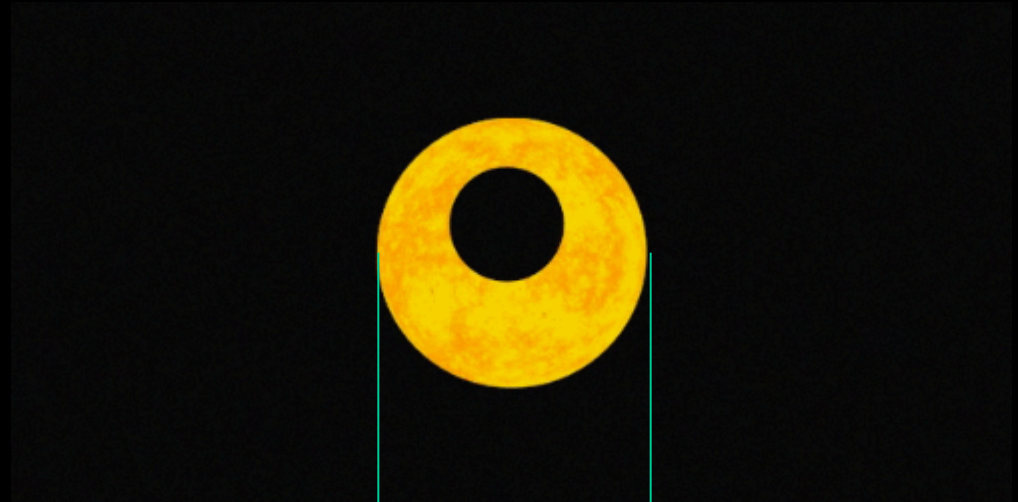
obserwator

Przesunięcie widma  
ku czerwieni

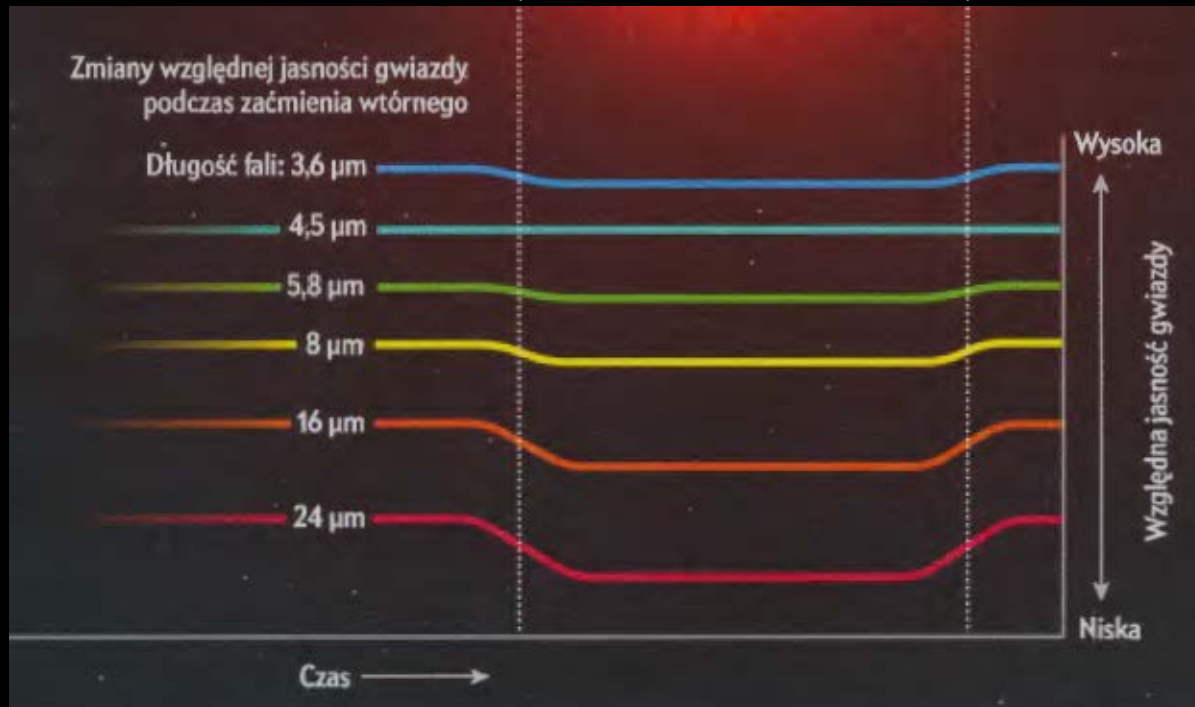
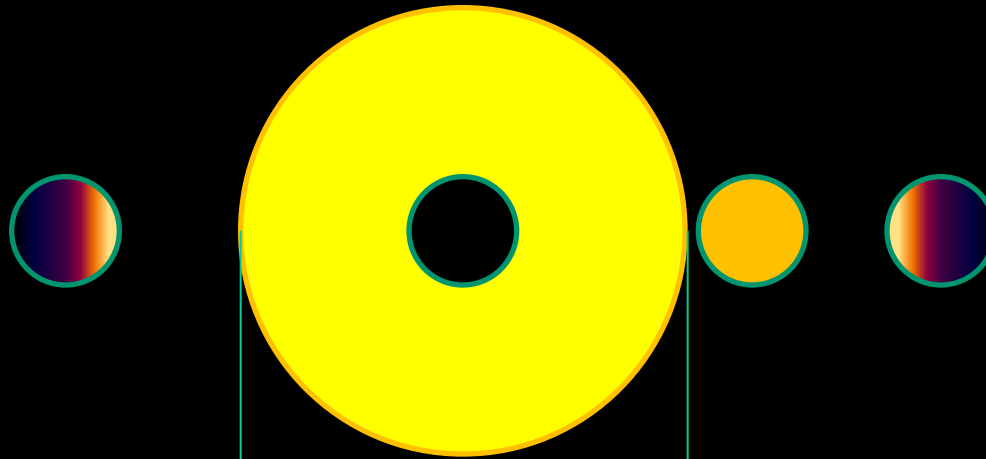
# Tranzyt



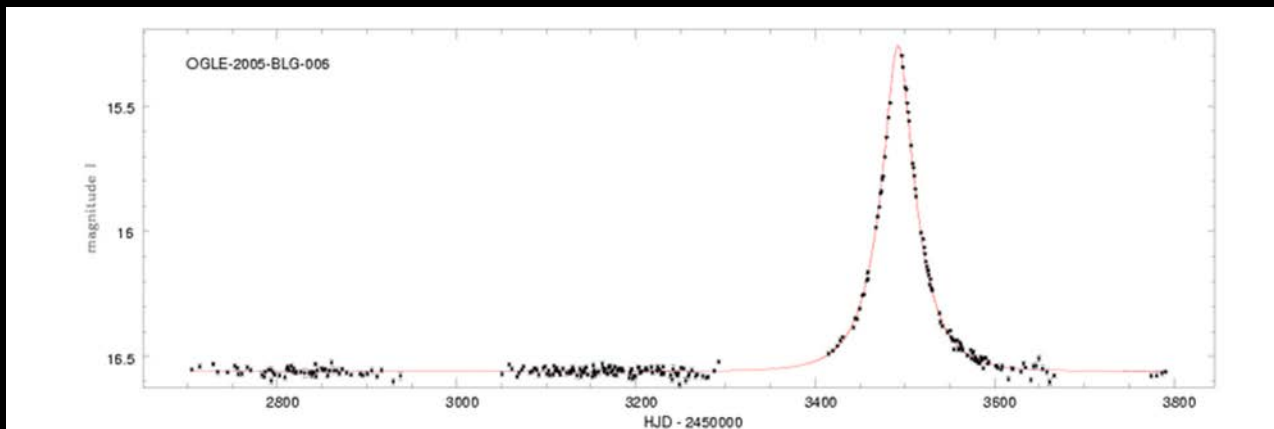
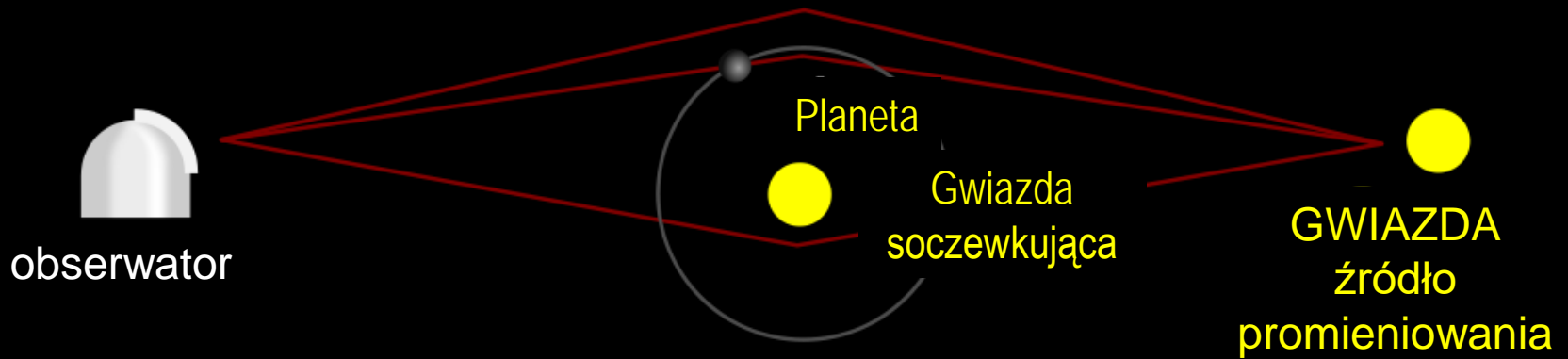
Przejście Wenus przed  
tarczą Słońca 2012



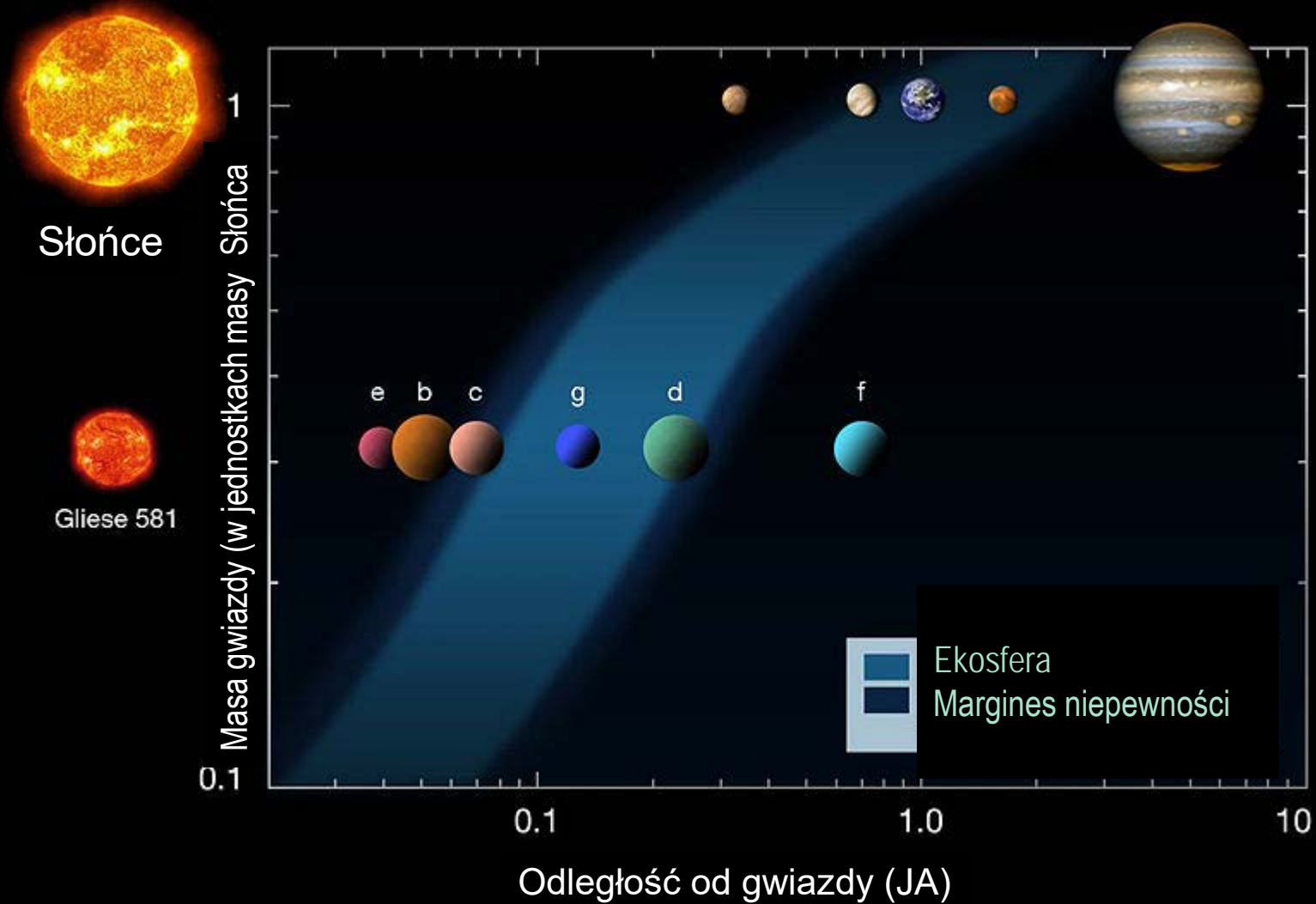
# Tranzyt – atmosfera planety



# Mikrosoczewkowanie grawitacyjne

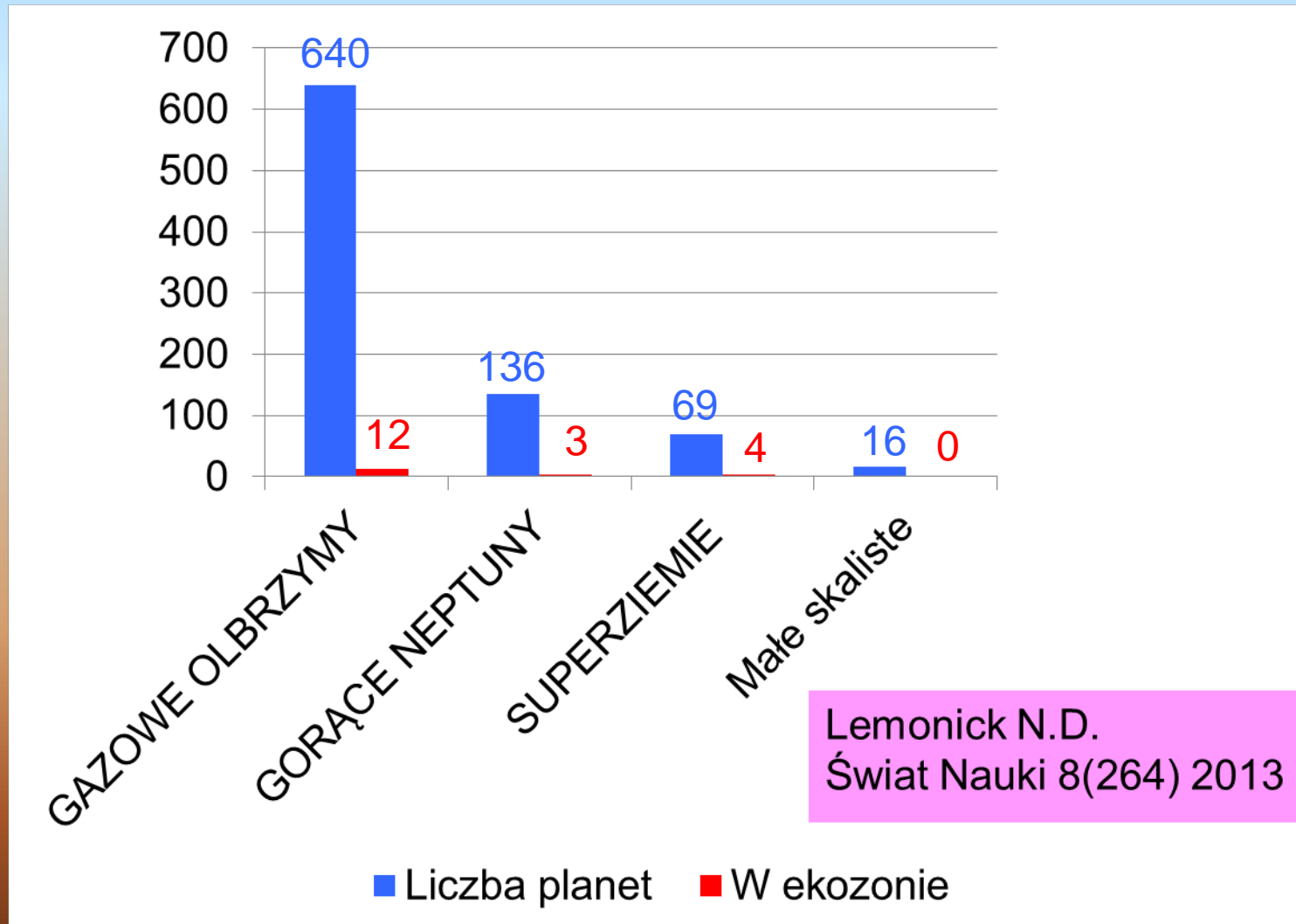


# Planety w ekosferze



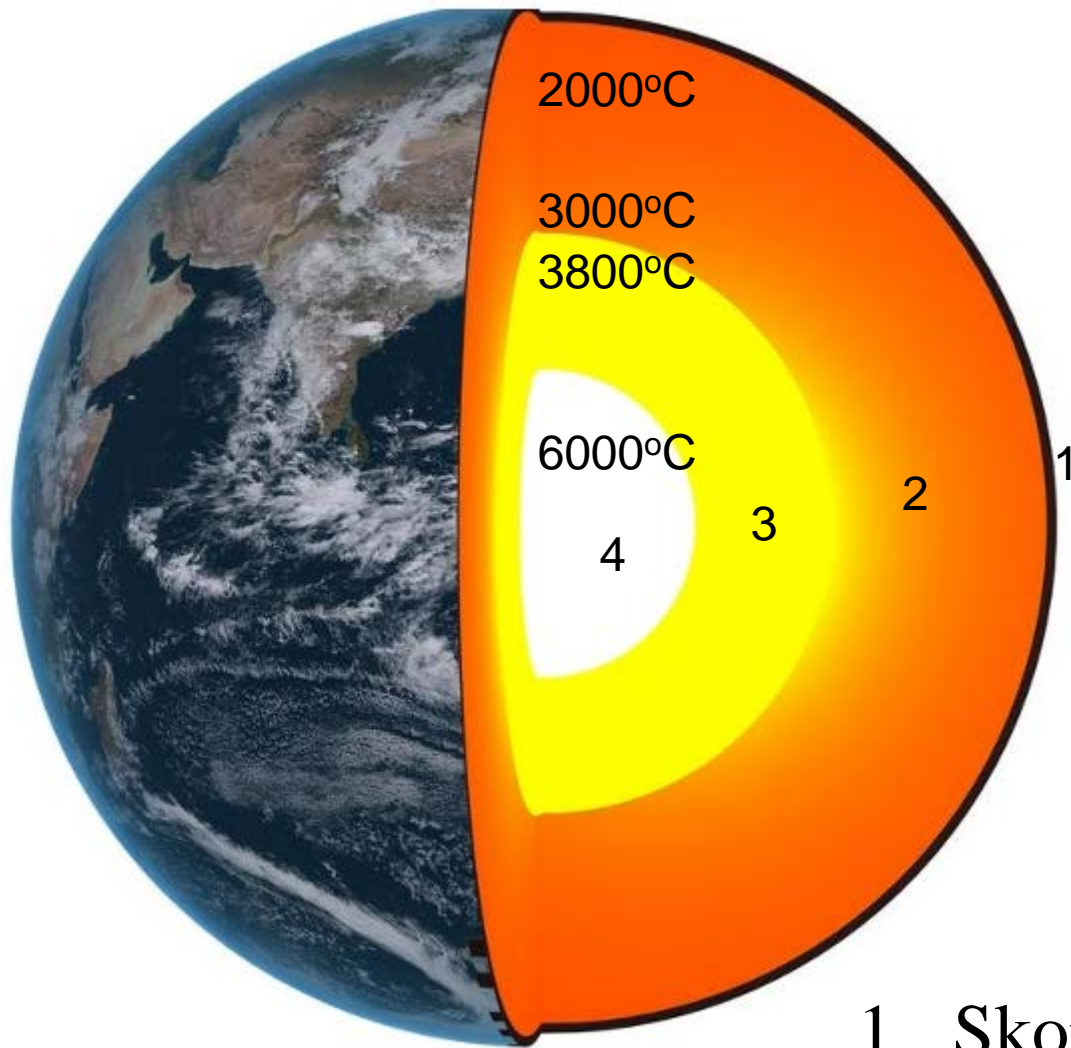


# Charakterystyka 861 odkrytych planet



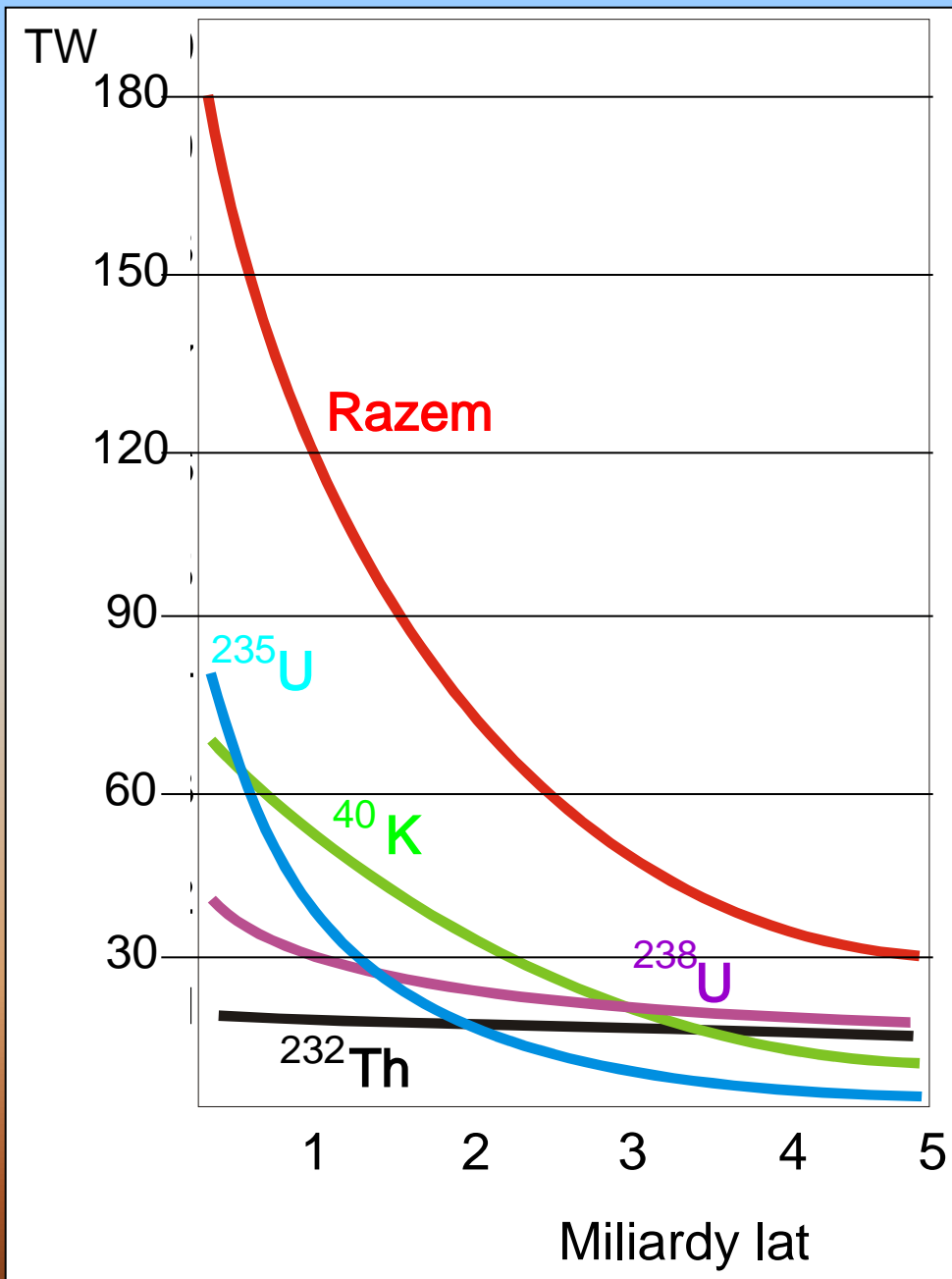
# WSPÓŁCZESNE WARUNKI FIZYCZNE NA ZIEMI

## ŹRÓDŁA ENERGII



1. Skorupa ziemiska: 10-40 km
2. Płaszcz: 3470 km
- 3 + 4. Jądro 2900 km

Promień równikowy: 6378 km



Energia cieplna  
wytwarzana w  
płaszczu Ziemi  
wskutek rozpadu  
pierwiastków  
radioaktywnych

$$\text{TW} = 10^{12} \text{ W}$$

wg. Winogradowa, 1960,  
zmienione

Całkowity przepływ ciepła geotermalnego:  
**30 to 44 TW**

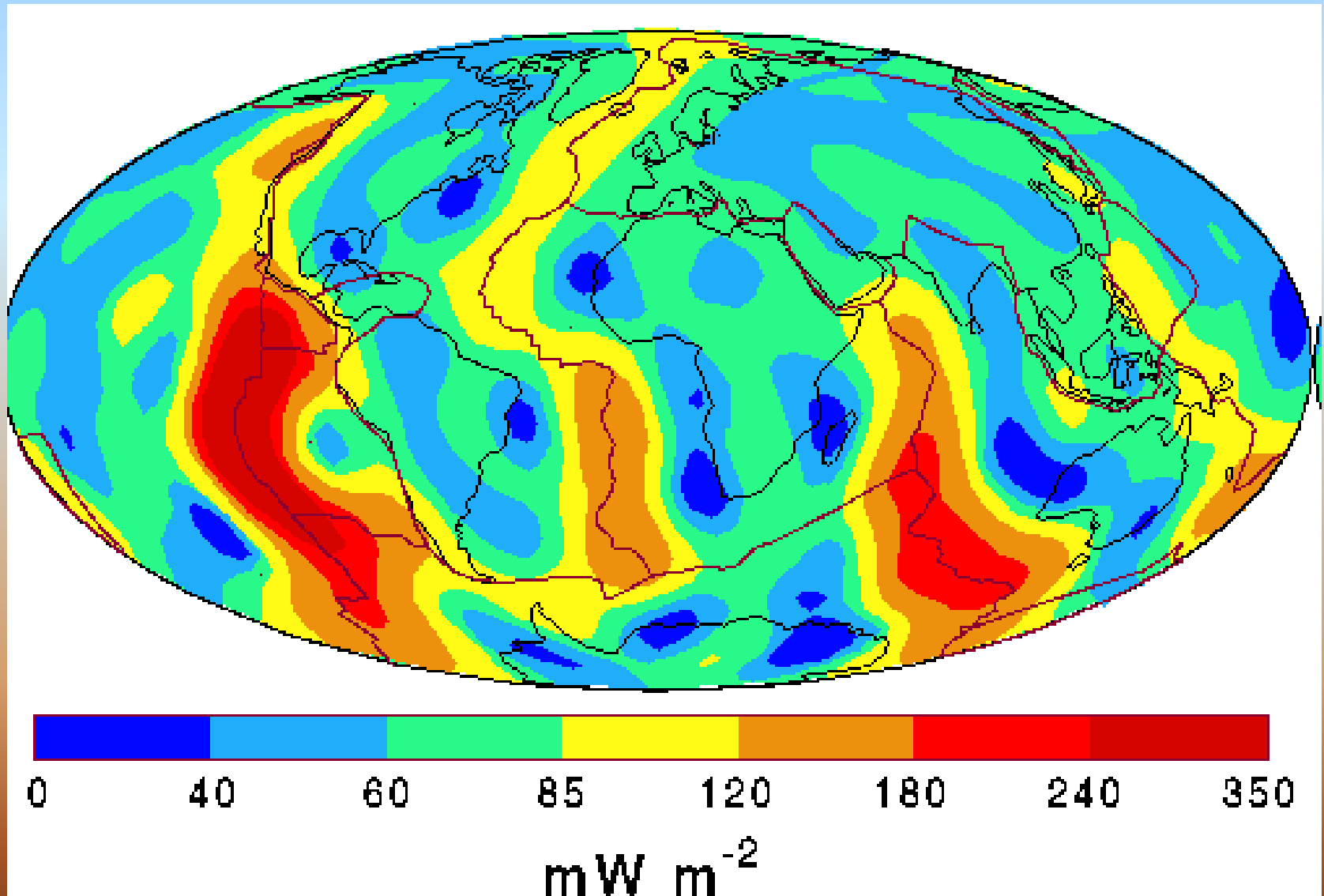
W tym z rozpadów promieniotwórczych  
**19 to 31 TW**

Inne źródła ciepła:

resztkowe (5-10%)

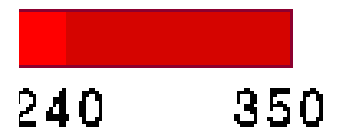
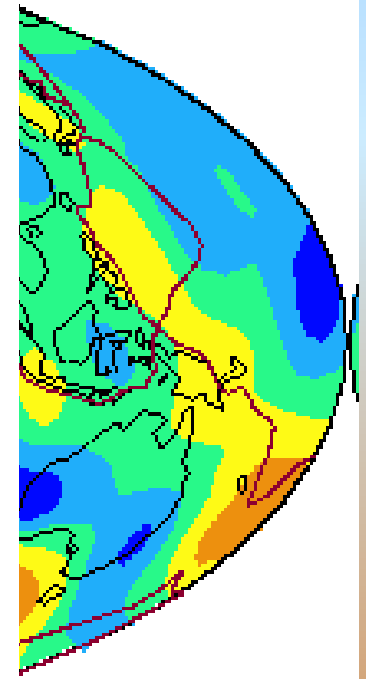
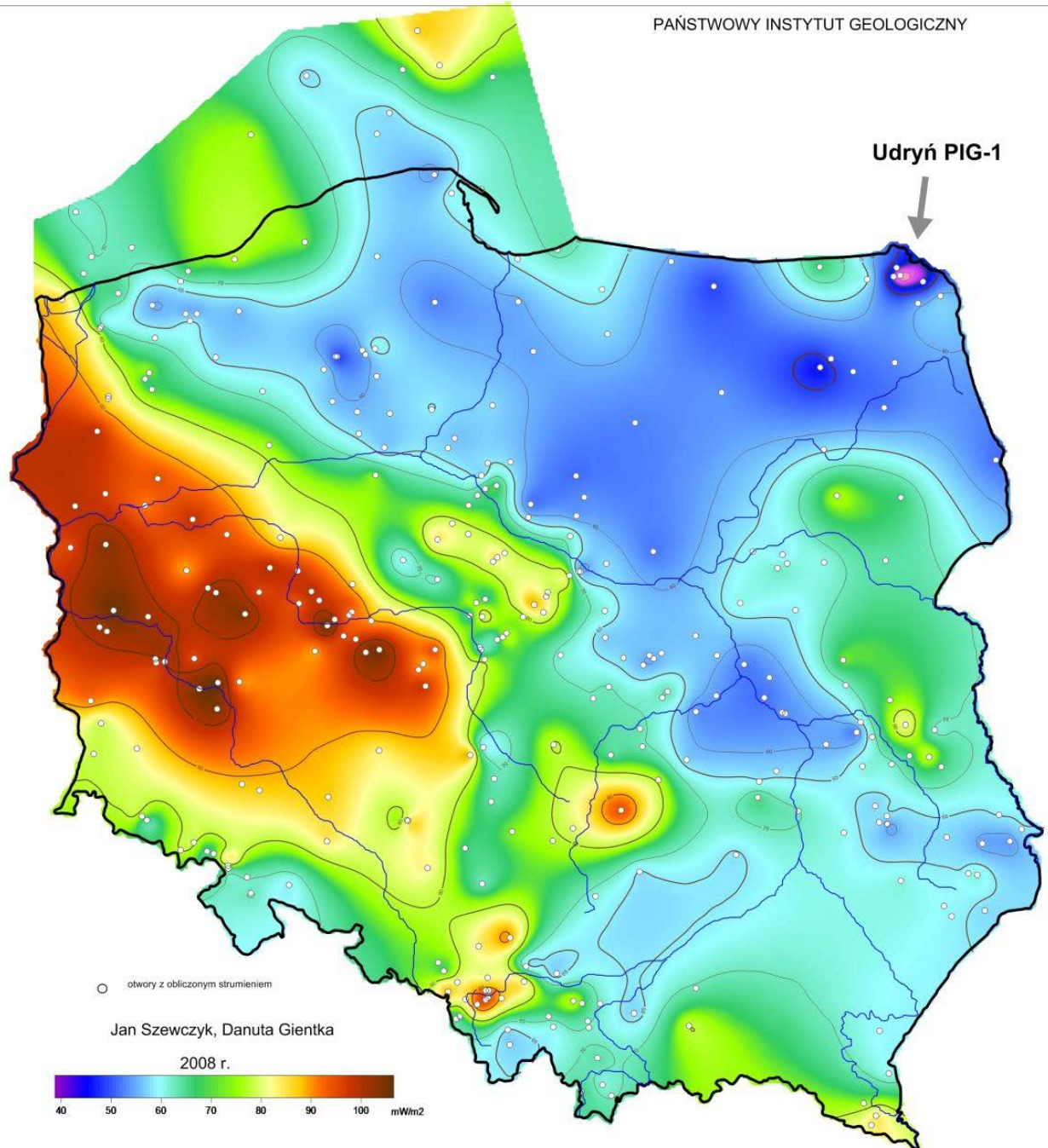
grawitacyjne (5-10%)

# Energia geotermalna



średnio 75 mW/m<sup>2</sup>

Udryń PIG-1



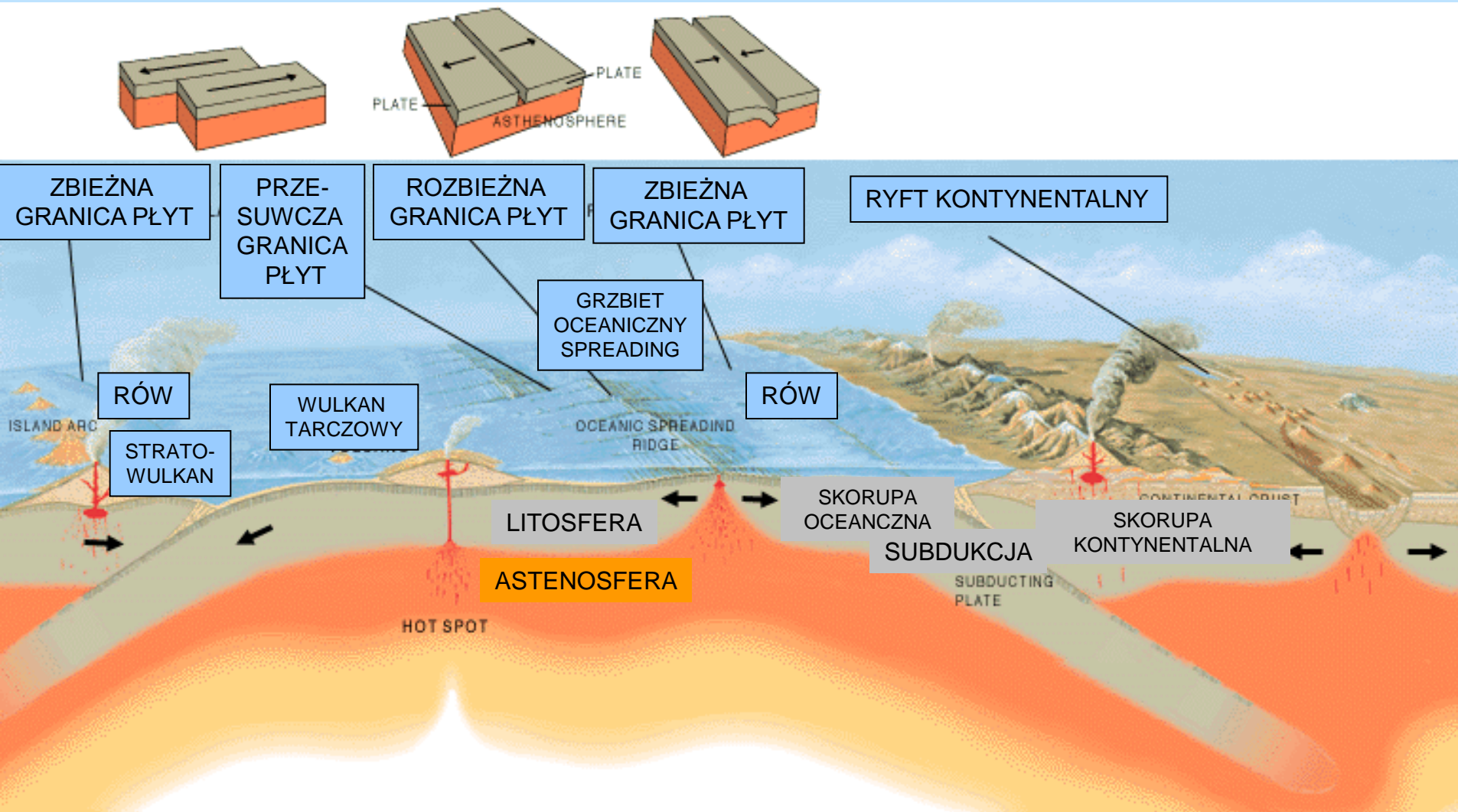
40

100 mWm<sup>-2</sup>

nieo 75 mW/m<sup>2</sup>

# TEKTONIKA PŁYT

## ENERGIA GEOTERMALNA NAPĘDZA RUCH KONTYNETÓW





# Wczesny kambryj 544 – 511 mln lat

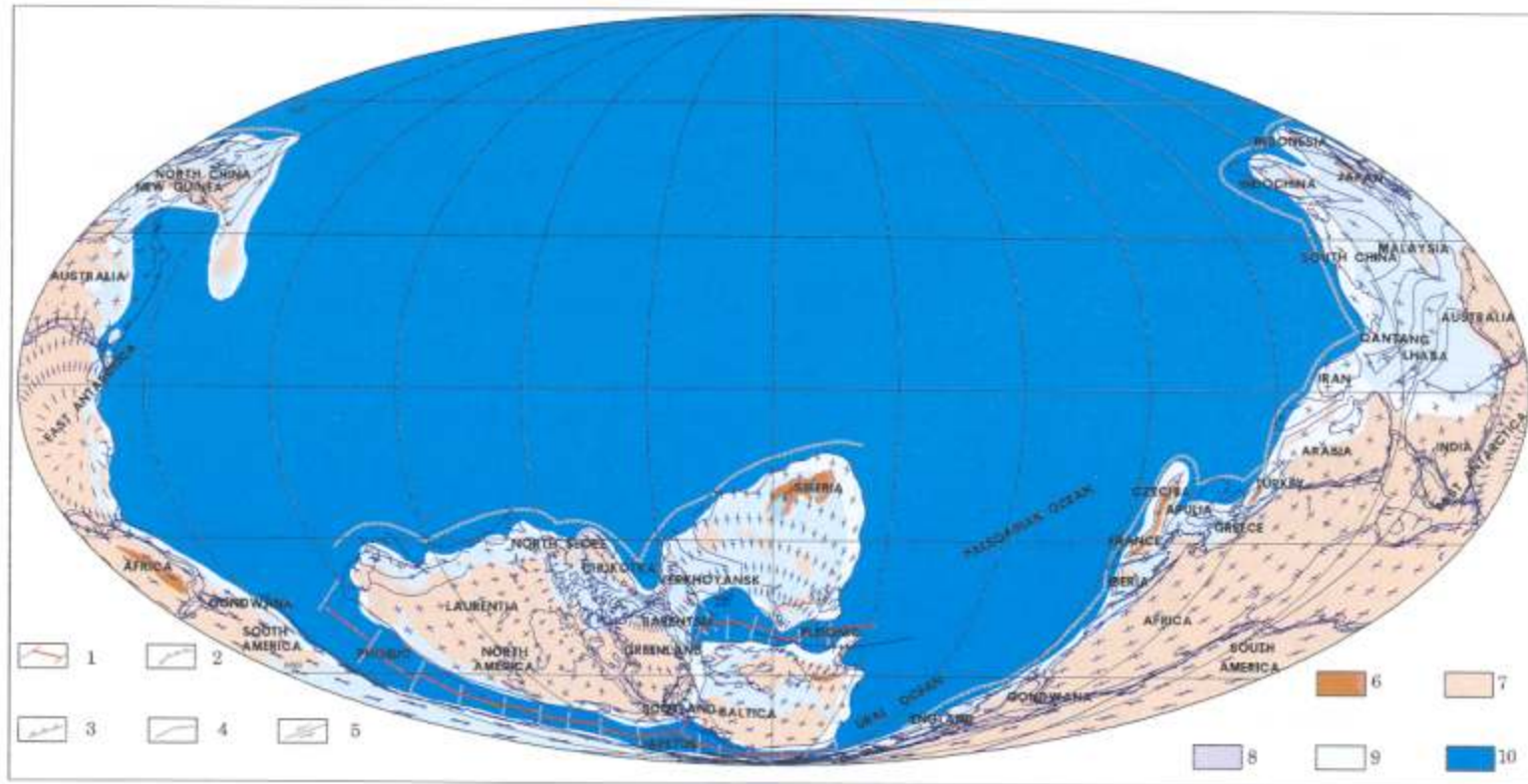


Fig. 1. Plate tectonic map of Sauk I – Early Cambrian – 544–511 Ma. 1 – oceanic spreading center and transform faults, 2 – subduction zone, 3 – thrust fault, 4 – normal fault, 5 – transform fault, 6 – mountains, 7 – landmass, 8 – ice sheet, 9 – shallow sea and slope, 10 – deep ocean basin

# Późny karbon 329-296 mln lat



Fig. 15. Plate tectonic map of Early Absaroka I – Late Carboniferous – 323–296 Ma. Explanations on Fig. 1

# Koniec permu 269-248 mln lat

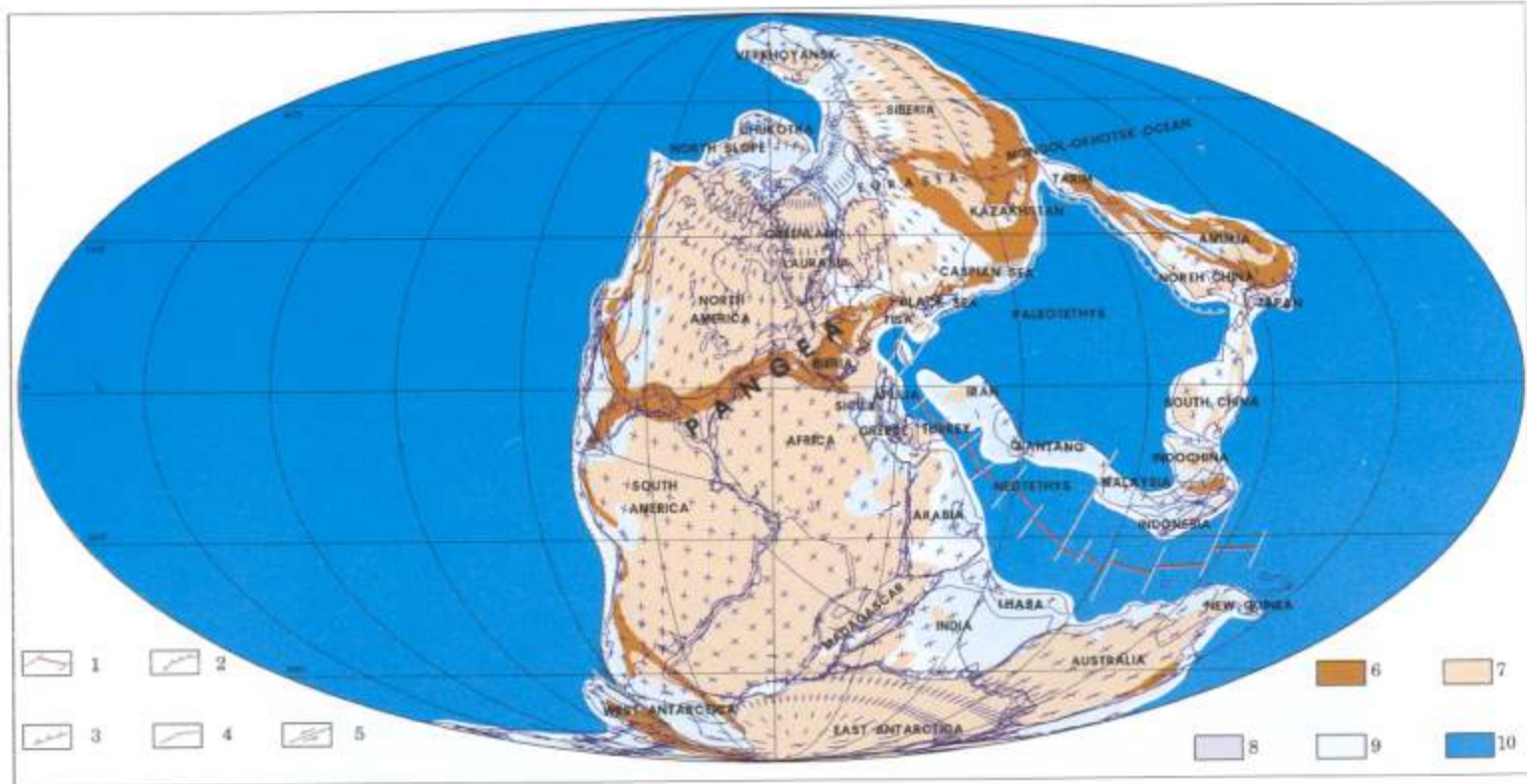


Fig. 18. Plate tectonic map of Early Permian – Late Permian – 269–248 ma. Explanations on Fig. 1

# Kreda/Trzeciorzęd 81-58 mln lat

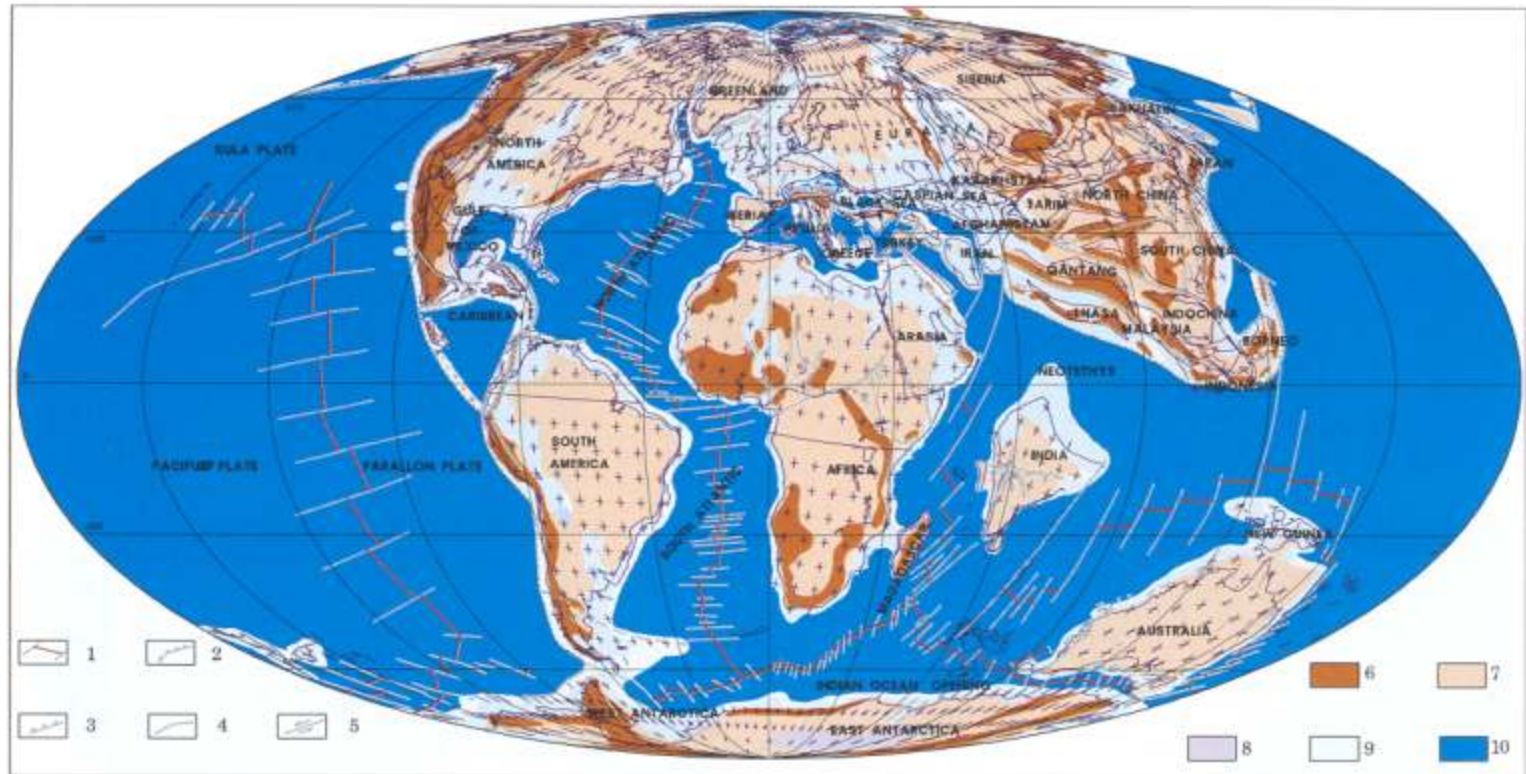


Fig. 31. Plate tectonic map of Late Cretaceous – earliest Paleogene – 81-58 Ma. Explanations on Fig. 1



## INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART



International Commission on Stratigraphy

Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP	
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene		0.0117	↗	
			Pleistocene	Upper		0.126	↗
				"Ionian"		0.781	↗
			Pliocene	Calabrian		1.806	↗
				Gelasian		2.588	↗
		Neogene	Miocene	Piacenzian		3.600	↗
				Zanclean		5.332	↗
				Tortonian		7.246	↗
				Serravallian		11.608	↗
				Langhian		13.82	↗
	Oligocene		Burdigalian		15.97	↗	
			Aquitanian		20.43	↗	
			Chattian		28.4 ± 0.1	↗	
			Rupelian		33.9 ± 0.1	↗	
			Priabonian		37.2 ± 0.1	↗	
	Paleogene	Eocene	Bartonian		40.4 ± 0.2	↗	
			Lutetian		48.6 ± 0.2	↗	
			Ypresian		55.8 ± 0.2	↗	
			Thanetian		58.7 ± 0.2	↗	
			Selandian		~ 61.1	↗	
		Paleocene	Danian		65.5 ± 0.3	↗	
			Maastrichtian		70.6 ± 0.6	↗	
			Campanian		83.5 ± 0.7	↗	
			Santonian		85.8 ± 0.7	↗	
			Coniacian		~ 88.6	↗	
	Mesozoic	Cretaceous	Upper	Turonian		93.6 ± 0.8	↗
				Cenomanian		99.6 ± 0.9	↗
			Lower	Albian		112.0 ± 1.0	↗
				Aptian		125.0 ± 1.0	↗
				Barremian		130.0 ± 1.5	↗
Jurassic		Upper	Hauterivian		~ 133.9	↗	
			Valanginian		140.2 ± 3.0	↗	
		Lower	Berriasian		145.5 ± 4.0	↗	

Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP
Phanerozoic	Mesozoic	Jurassic	Upper	Tithonian		145.5 ± 4.0
				Kimmeridgian		150.8 ± 4.0
			Middle	Oxfordian		~ 155.6
				Callovian		161.2 ± 4.0
				Bathonian		164.7 ± 4.0
		Lower	Bajocian		167.7 ± 3.5	
			Aalenian		171.6 ± 3.0	
			Toarcian		175.6 ± 2.0	
			Pliensbachian		183.0 ± 1.5	
			Sinemurian		189.6 ± 1.5	
	Triassic	Upper	Hettangian		196.5 ± 1.0	
			Rhaetian		199.6 ± 0.6	
			Norian		203.6 ± 1.5	
			Carnian		216.5 ± 2.0	
			Ladinian		~ 228.7	
		Middle	Anisian		237.0 ± 2.0	
			Induan		~ 245.9	
			Olenekian		~ 249.5	
			Lopingian		251.0 ± 0.4	
			Changhsingian		253.8 ± 0.7	
	Paleozoic	Permian	Wuchiapingian		253.8 ± 0.7	
			Capitanian		260.4 ± 0.7	
			Wordian		265.8 ± 0.7	
			Roadian		268.0 ± 0.7	
			Kungurian		270.6 ± 0.7	
		Carboniferous	Upper	Artinskian		275.6 ± 0.7
				Sakmarian		284.4 ± 0.7
			Lower	Asselien		294.6 ± 0.8
				Gzhelian		299.0 ± 0.8
				Kasimovian		303.4 ± 0.9
Paleozoic	Carboniferous	Upper	Moscovian		307.2 ± 1.0	
			Bashkirian		311.7 ± 1.1	
		Lower	Serpukhovian		318.1 ± 1.3	
			Visean		328.3 ± 1.6	
			Tournaisian		345.3 ± 2.1	
	Paleozoic	Ordovician	Upper	Fortunian		359.2 ± 2.5
				Stage 10		~ 492 *
			Lower	Stage 9		~ 496 *
				Stage 8		~ 499 *
				Stage 7		~ 503 *
Paleozoic	Silurian	Upper	Stage 6		~ 506.5	
			Stage 5		~ 510 *	
		Lower	Stage 4		~ 515 *	
			Stage 3		~ 521 *	
			Stage 2		~ 528 *	
	Paleozoic	Devonian	Upper	Fortunian		542.0 ± 1.0
				Famennian		359.2 ± 2.5
			Middle	Frasnian		374.5 ± 2.6
				Givetian		385.3 ± 2.6
				Eifelian		391.8 ± 2.7
Lower	Emsian		397.5 ± 2.7			
	Pragian		407.0 ± 2.8			
	Lochkovian		411.2 ± 2.8			
	Pridoli		416.0 ± 2.8			
	Ludlow		418.7 ± 2.7			
Paleozoic	Silurian	Upper	Ludfordian		421.3 ± 2.6	
			Gorstian		422.9 ± 2.5	
		Lower	Wenlock		426.2 ± 2.4	
			Homerian		428.2 ± 2.3	
			Telychian		436.0 ± 1.9	
	Paleozoic	Ordovician	Upper	Aeronian		436.0 ± 1.9
				Rhuddanian		439.0 ± 1.8
			Middle	Hirnantian		443.7 ± 1.5
				Katian		445.6 ± 1.5
				Sandbian		455.8 ± 1.6
Paleozoic	Ordovician	Lower	Darriwilian		460.9 ± 1.6	
			Dapingian		468.1 ± 1.6	
		Upper	Floian		471.8 ± 1.6	
			Tremadocian		478.6 ± 1.7	
			Furongian		488.3 ± 1.7	

Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP	
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene		0.0117	↗	
			Pleistocene	Upper		0.126	↗
				"Ionian"		0.781	↗
			Pliocene	Calabrian		1.806	↗
				Gelasian		2.588	↗
		Neogene	Miocene	Piacenzian		3.600	↗
				Zanclean		5.332	↗
				Tortonian		7.246	↗
				Serravallian		11.608	↗
				Langhian		13.82	↗
	Oligocene		Burdigalian		15.97	↗	
			Aquitanian		20.43	↗	
			Chattian		28.4 ± 0.1	↗	
			Rupelian		33.9 ± 0.1	↗	
			Priabonian		37.2 ± 0.1	↗	
	Paleogene	Eocene	Bartonian		40.4 ± 0.2	↗	
			Lutetian		48.6 ± 0.2	↗	
			Ypresian		55.8 ± 0.2	↗	
			Thanetian		58.7 ± 0.2	↗	
			Selandian		~ 61.1	↗	
		Paleocene	Danian		65.5 ± 0.3	↗	
			Maastrichtian		70.6 ± 0.6	↗	
			Campanian		83.5 ± 0.7	↗	
			Santonian		85.8 ± 0.7	↗	
			Coniacian		~ 88.6	↗	
	Mesozoic	Cretaceous	Upper	Turonian		93.6 ± 0.8	↗
				Cenomanian		99.6 ± 0.9	↗
			Lower	Albian		112.0 ± 1.0	↗
				Aptian		125.0 ± 1.0	↗
				Barremian		130.0 ± 1.5	↗
Jurassic		Upper	Hauterivian		~ 133.9	↗	
			Valanginian		140.2 ± 3.0	↗	
		Lower	Berriasian		145.5 ± 4.0	↗	

Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Age Ma	GSSP GSSA	
Precambrian	Proterozoic	Neo-proterozoic	Ediacaran	542	↗
			Cryogenian	~635	↗
			Tonian	850	↗
		Meso-proterozoic	Stenian	1000	↗
			Ectasian	1200	↗
			Calymmian	1400	↗
		Paleo-proterozoic	Statherian	1600	↗
			Orosirian	1800	↗
			Rhyacian	2050	↗
			Siderian	2300	↗
			Neoproterozoic	2500	↗
			Neoproterozoic	2500	↗
		Archean	Neoproterozoic	2800	↗
			Mesoarchean	3200	↗
			Paleoarchean	3600	↗
Eoarchean	4000		↗		
Hadean (informal)	~4600		↗		

Subdivisions of the global geologic record are formally defined by their lower boundary. Each unit of the Phanerozoic (~542 Ma to Present) and the base of Ediacaran are defined by a basal Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP), whereas Precambrian units are formally subdivided by absolute age (Global Standard Stratigraphic Age, GSSA). Details of each GSSP are posted on the ICS website ([www.stratigraphy.org](http://www.stratigraphy.org)).

Numerical ages of the unit boundaries in the Phanerozoic are subject to revision. Some stages within the Cambrian will be formally named upon international agreement on their GSSP limits. Most sub-Series boundaries (e.g., Middle and Upper Aptian) are not formally defined.

Colors are according to the Commission for the Geological Map of the World ([www.cgmw.org](http://www.cgmw.org)).

The listed numerical ages are from 'A Geologic Time Scale 2004', by F.M. Gradstein, J.G. Ogg, A.G. Smith, et al. (2004; Cambridge University Press) and 'The Concise Geologic Time Scale' by J.G. Ogg, G. Ogg and F.M. Gradstein (2008).

This chart was drafted by Gabi Ogg. Intra Cambrian unit ages with \* are informal, and awaiting ratified definitions.

Copyright © 2009 International Commission on Stratigraphy

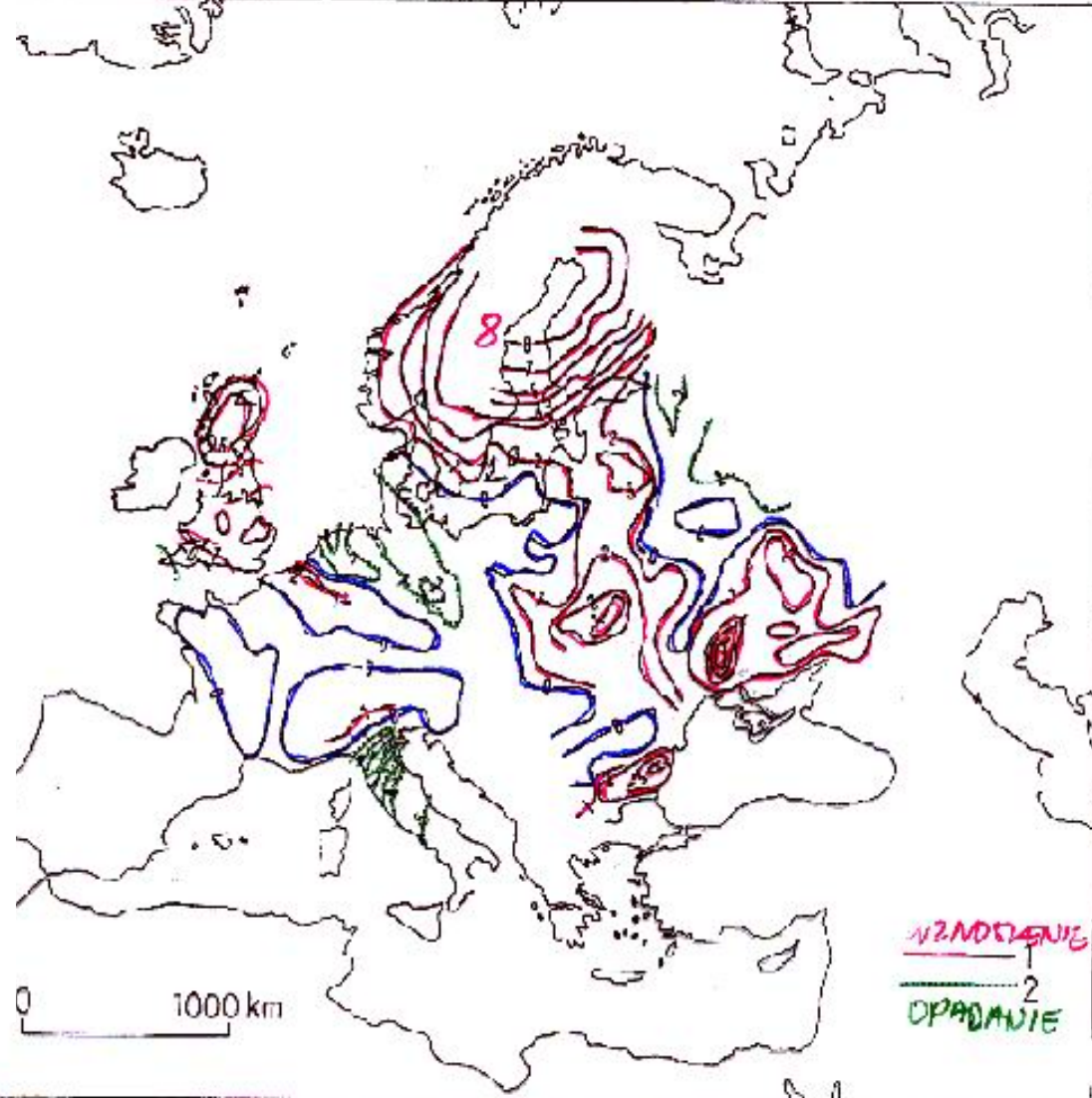


# Active Volcanoes, Plate Tectonics, and the "Ring of Fire"





Ryc. 101. Europa w czasie ostatniego zlodowacenia (10 tys. lat temu) (wg Mieszczerjakowa 1969)  
 1 - granice płyt, 2 - masyw górski, 3 - masyw górski, 4 - masyw górski, 5 - masyw górski, 6 - masyw górski



Ryc. 19. Mapa współczesnych ruchów skorupy ziemskiej w Europie (wg Mieszczerjakowa 1969)  
 1 - izolnie szybkości podnoszenia się w mm na rok, 2 - izolnie szybkości opadania w mm na rok

Ruchy tektoniczne w płn. Europie na skutek uwolnienia od ciężaru lądolodu 10 tys. lat temu

mm/rok

—○—

TEKTONIKA



# ENERGIA SŁONECZNA



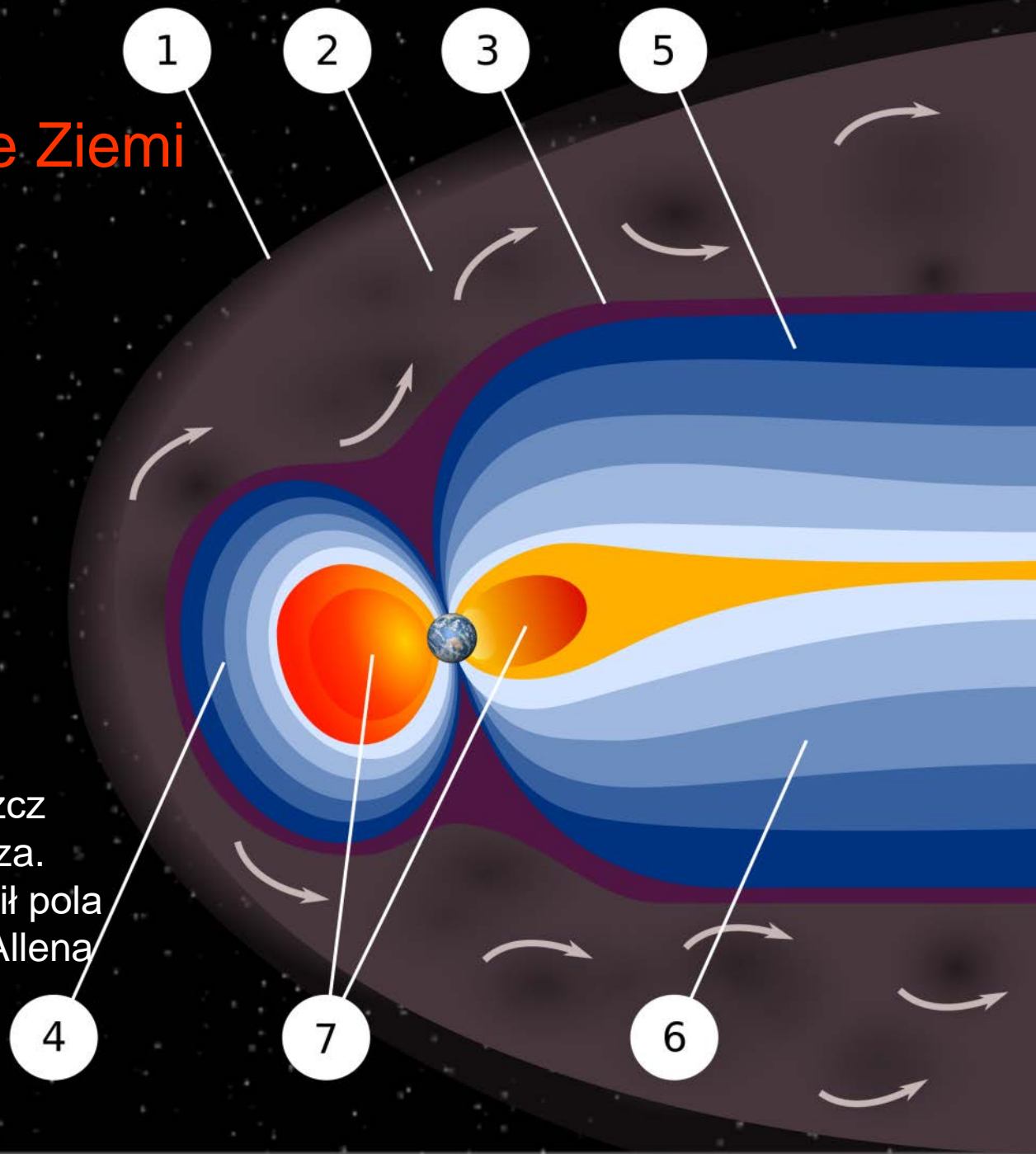
- Stała słoneczna (poza Ziemią): **1366 W/m<sup>2</sup>**
- Średnio na powierzchnię kuli: 1/4
- Odbicie od atmosfery: ok. 1/3
- Pochłanianie atmosferyczne: ok. 1/3
- Średnio na powierzchni Ziemi **ok. 113 W/m<sup>2</sup>**
- Rozkład nierównomierny

# Pole magnetyczne Ziemi



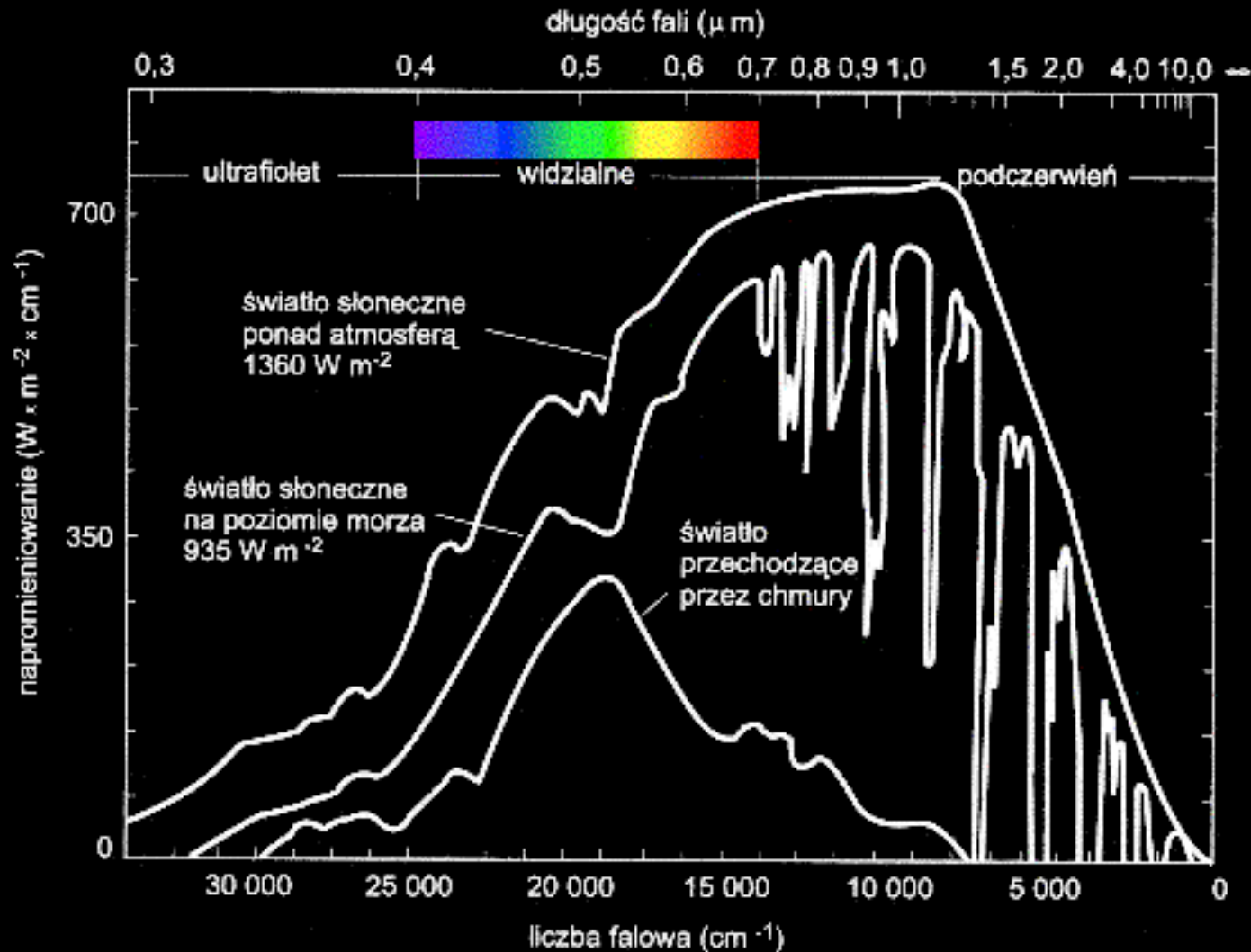
Wiatr słoneczny

1) Fala uderzeniowa 2) Płaszcz magnetyczny 3) Magnetopauza.  
4) Magnetosfera. 5), 6) Linie sił pola magnetycznego 7) Pasy Van Allena (plazmosfera)

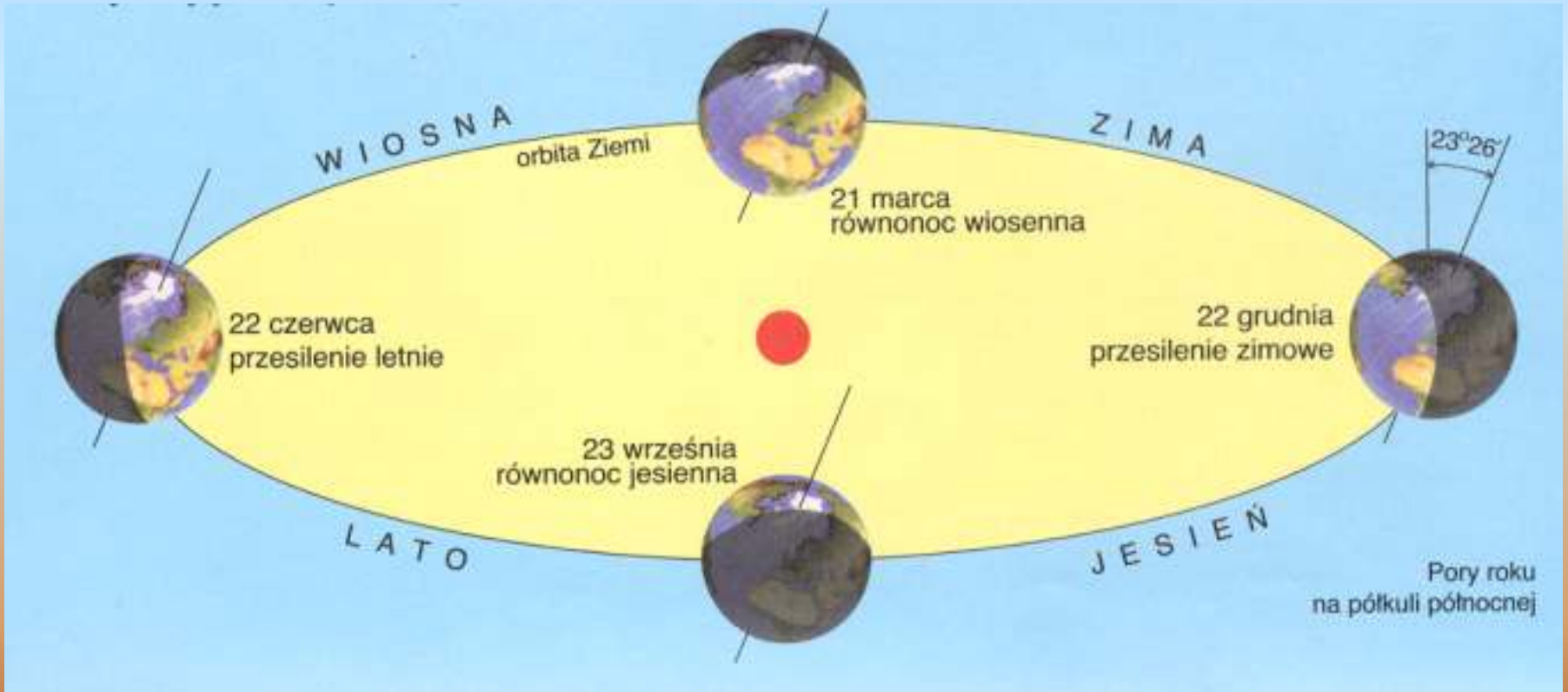


# Spektrum promieniowania słonecznego

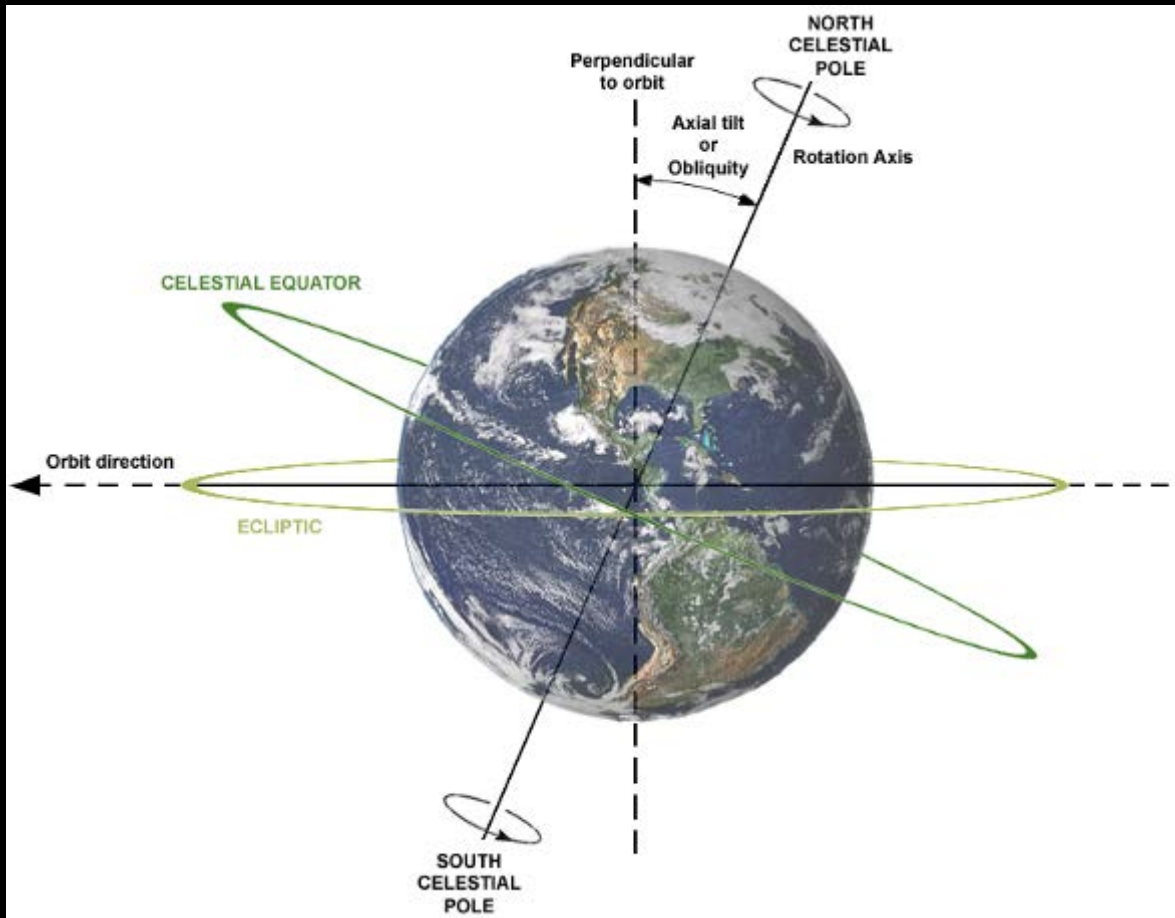
Stała słoneczna:  $1360 \text{ W/m}^2$



# *Skąd się biorą pory roku?*



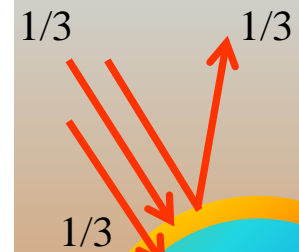
ELEMENARNA WIEDZA ASTRONOMICZNO-GEOGRAFICZNA!



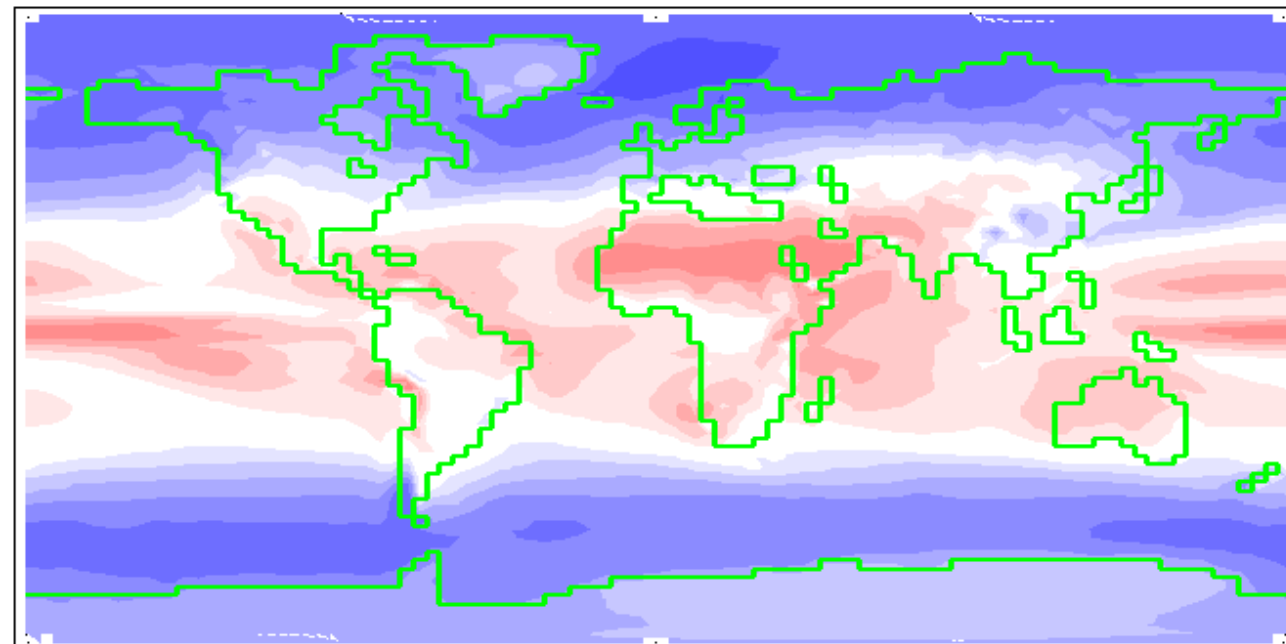
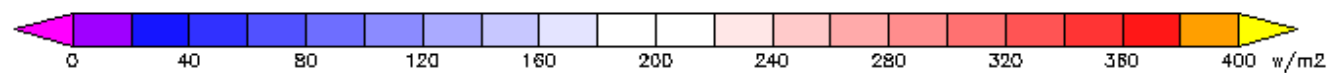
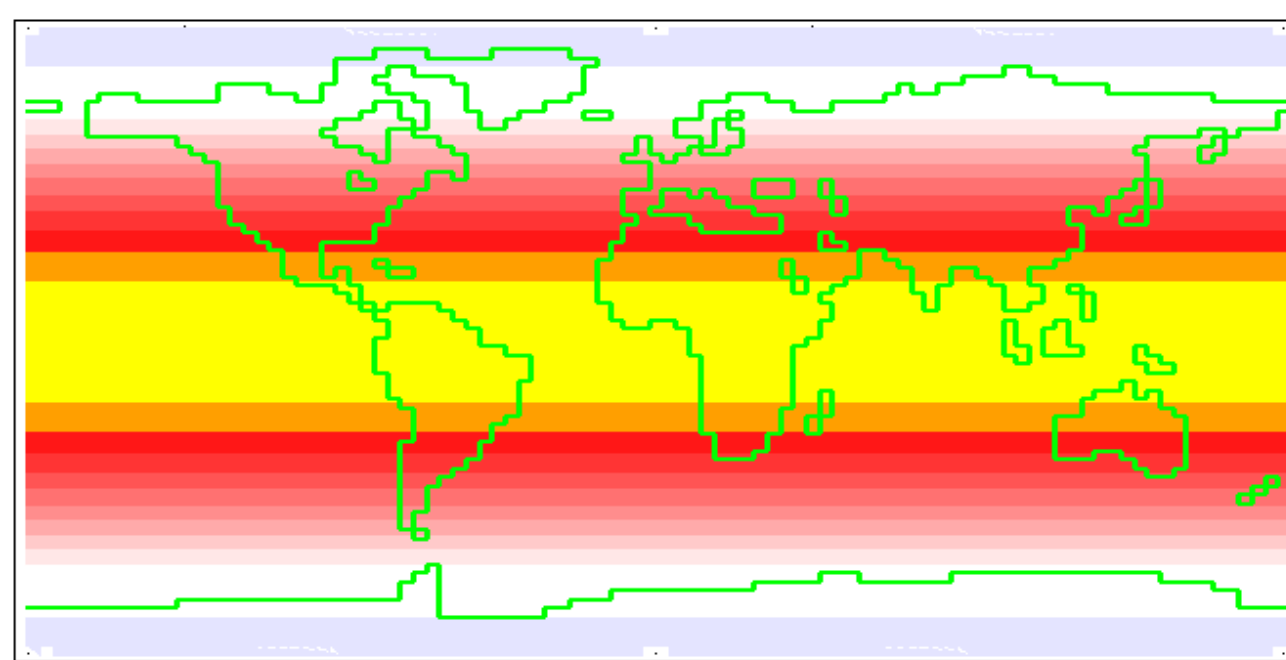
www. ....  
geography for kids?

# ŚREDNIE ROCZNE NASŁONECZNIENIE [W/m<sup>2</sup>] (NASA)

Na pow. atmosfery



Na pow. Ziemi

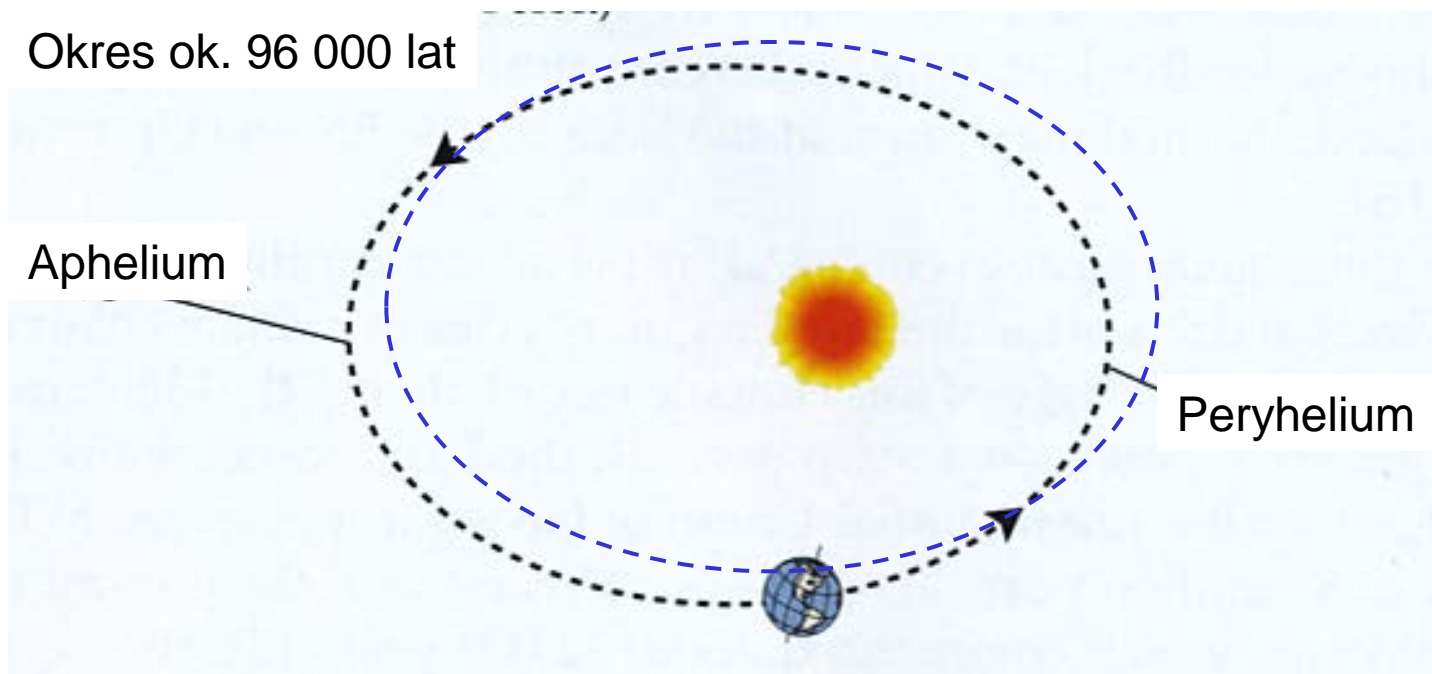


DŁUGOFALOWE ZMIANY BILANSU  
CIEPLNEGO ZIEMI

ZMIANY KLIMATU

Hipoteza Milankovica

# ZMIANY MIMOŚRODU ORBITY



Mimośród orbity		Odległość od Słońca [mln km]	
$(A-P)/(P+A)$		Peryhelium	Aphelium
Minimum	0,005	148,9	150,4
Obecnie	0,0167	147,2	152,2
Maksimum	0,0167	140,4	158,9



# ZMIANY NACHYLENIA OSI ZIEMI DO PŁASZCZYZNY EKLIPTYKI

Okres ok. 41 000 lat



Maksymalne nachylenie



Obecnie

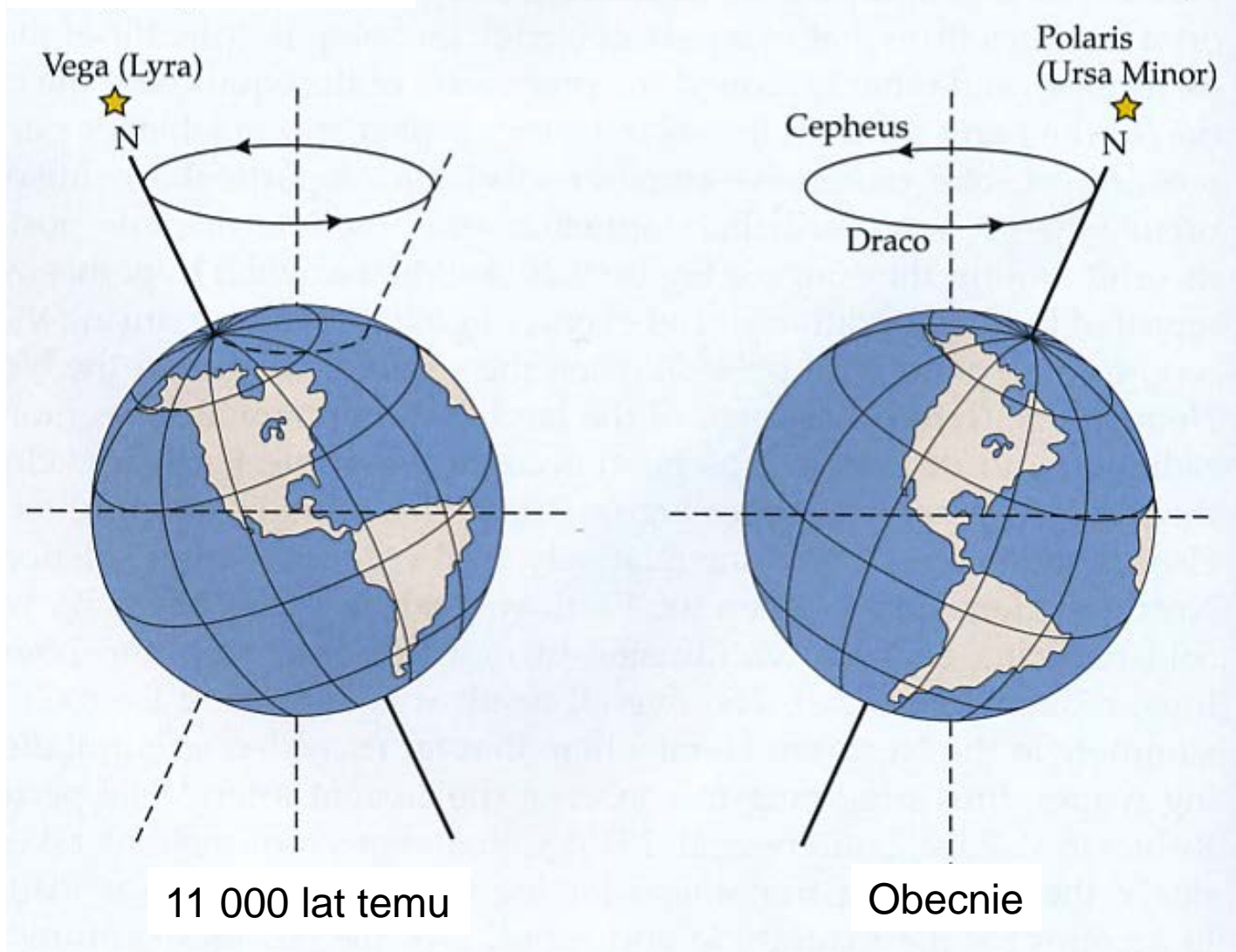


Minimalne nachylenie



# PRECESJA

Okres ok. 22 000 lat



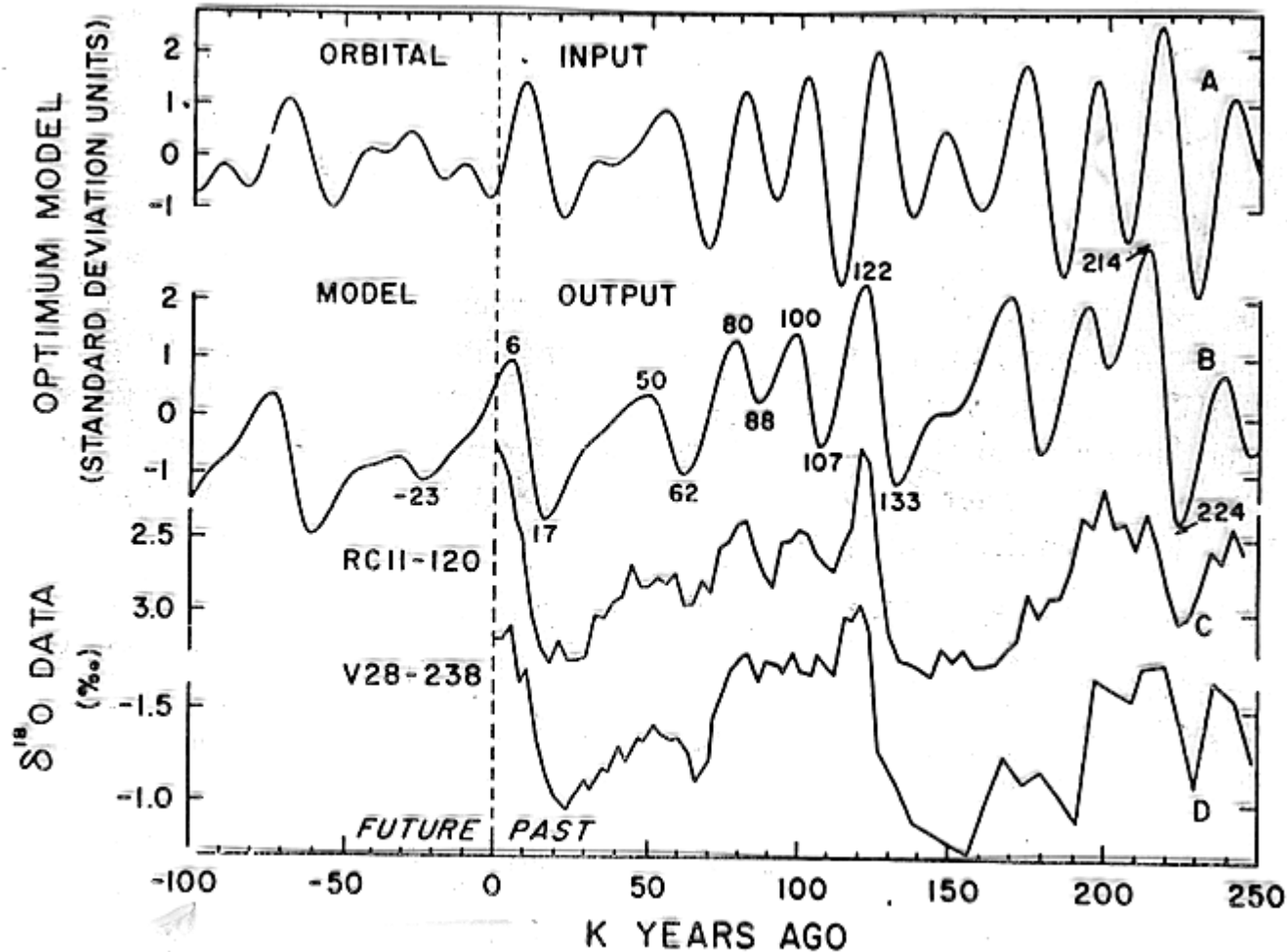
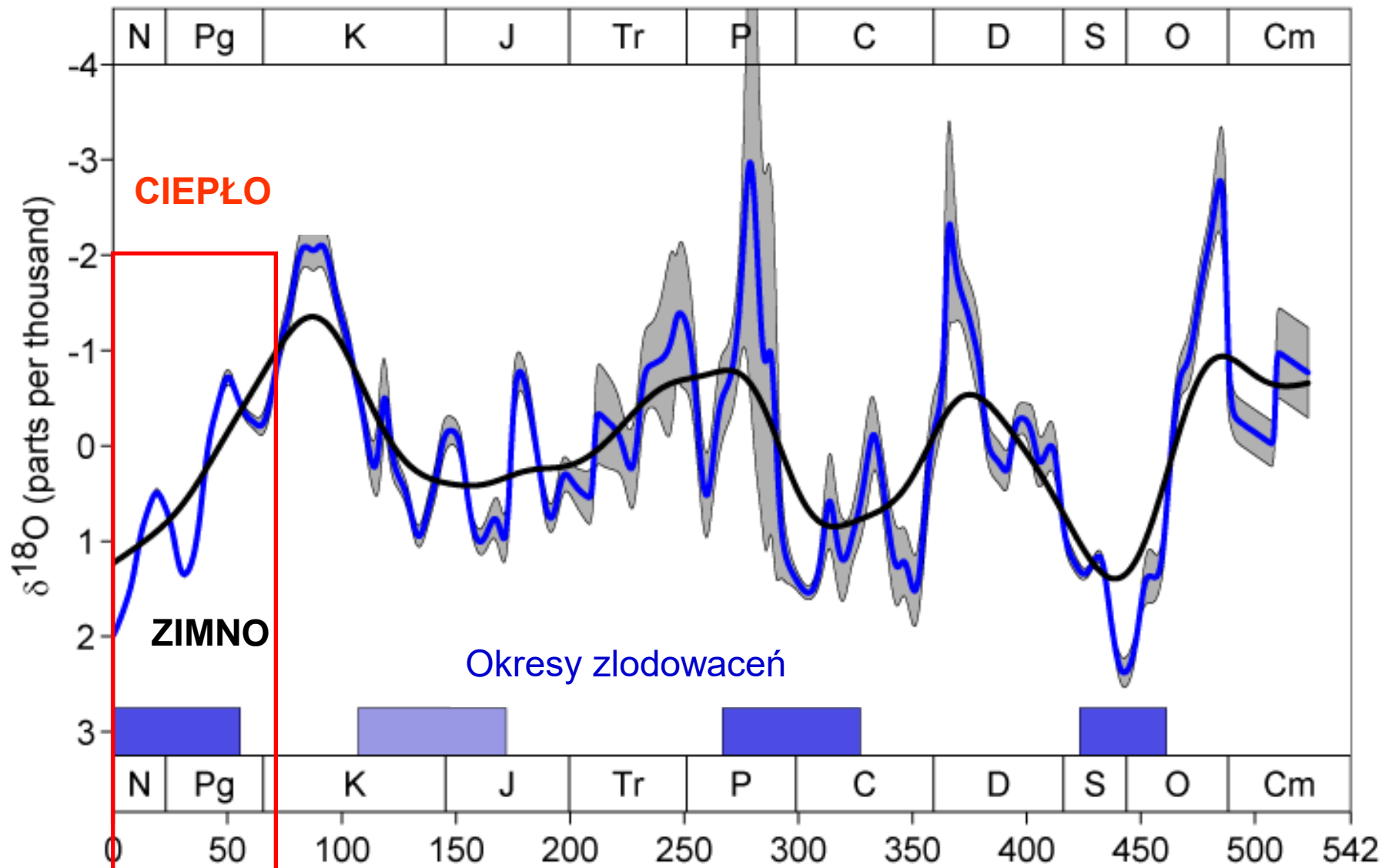
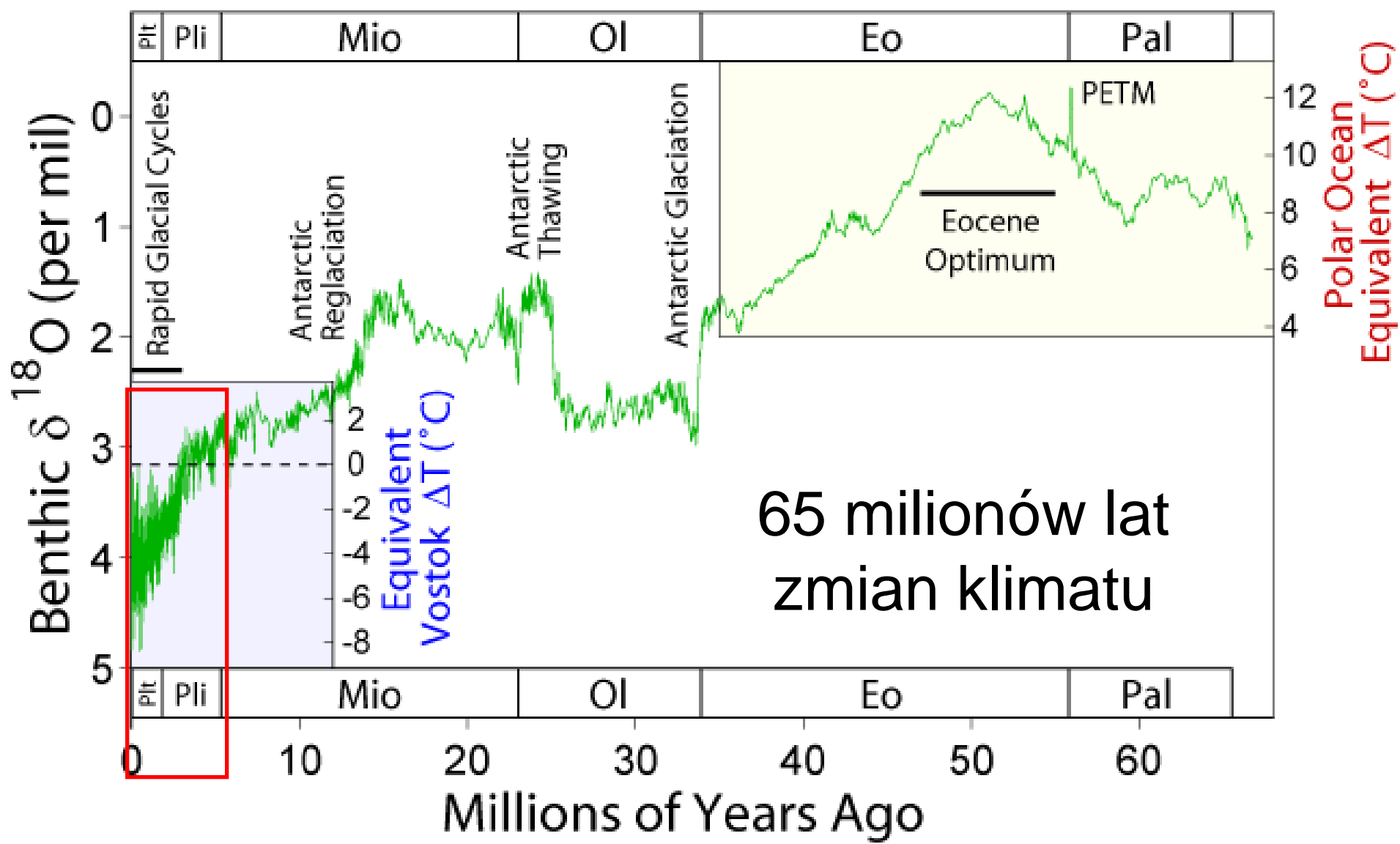
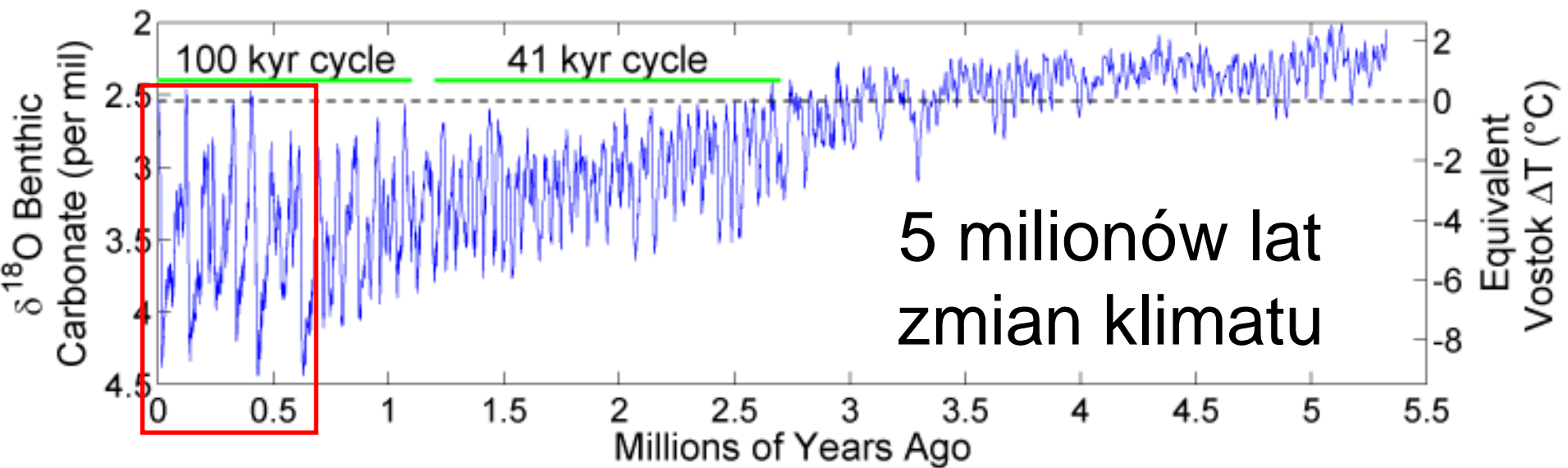


Figure 13. Orbital input (A), and ice volume response (B), compared with observed oxygen isotope derived ice-volume curves (C and D). From Imbrie and Imbrie,<sup>7</sup> reprinted by permission from *Science*, Vol. 207, Fig. 7, copyright 1980 by the American Association for the Advancement of Science.

# Zmiany klimatu w fanerozoiku





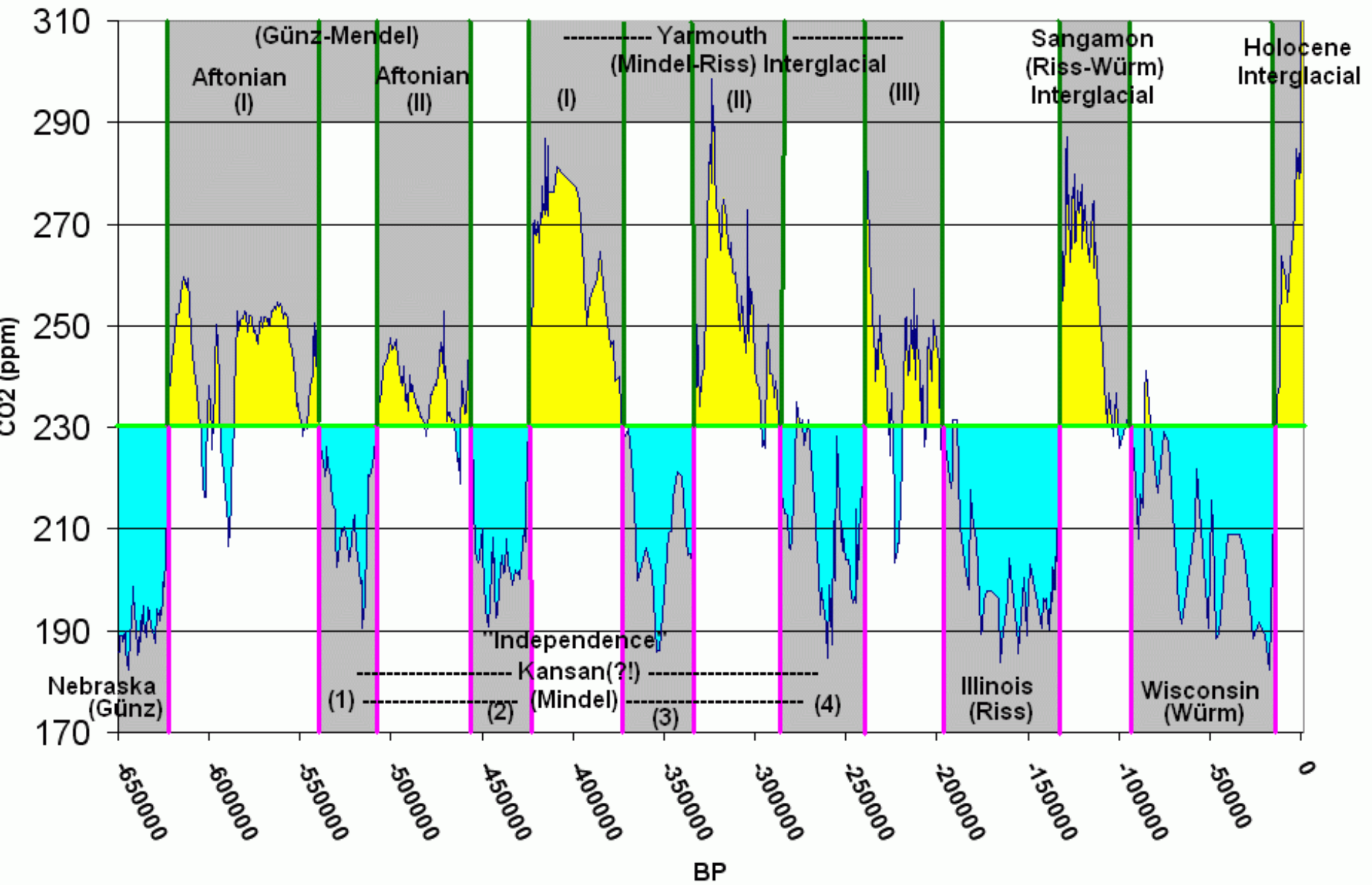


# Late Pleistocene: Atmospheric CO<sub>2</sub> and the Glacial cycles

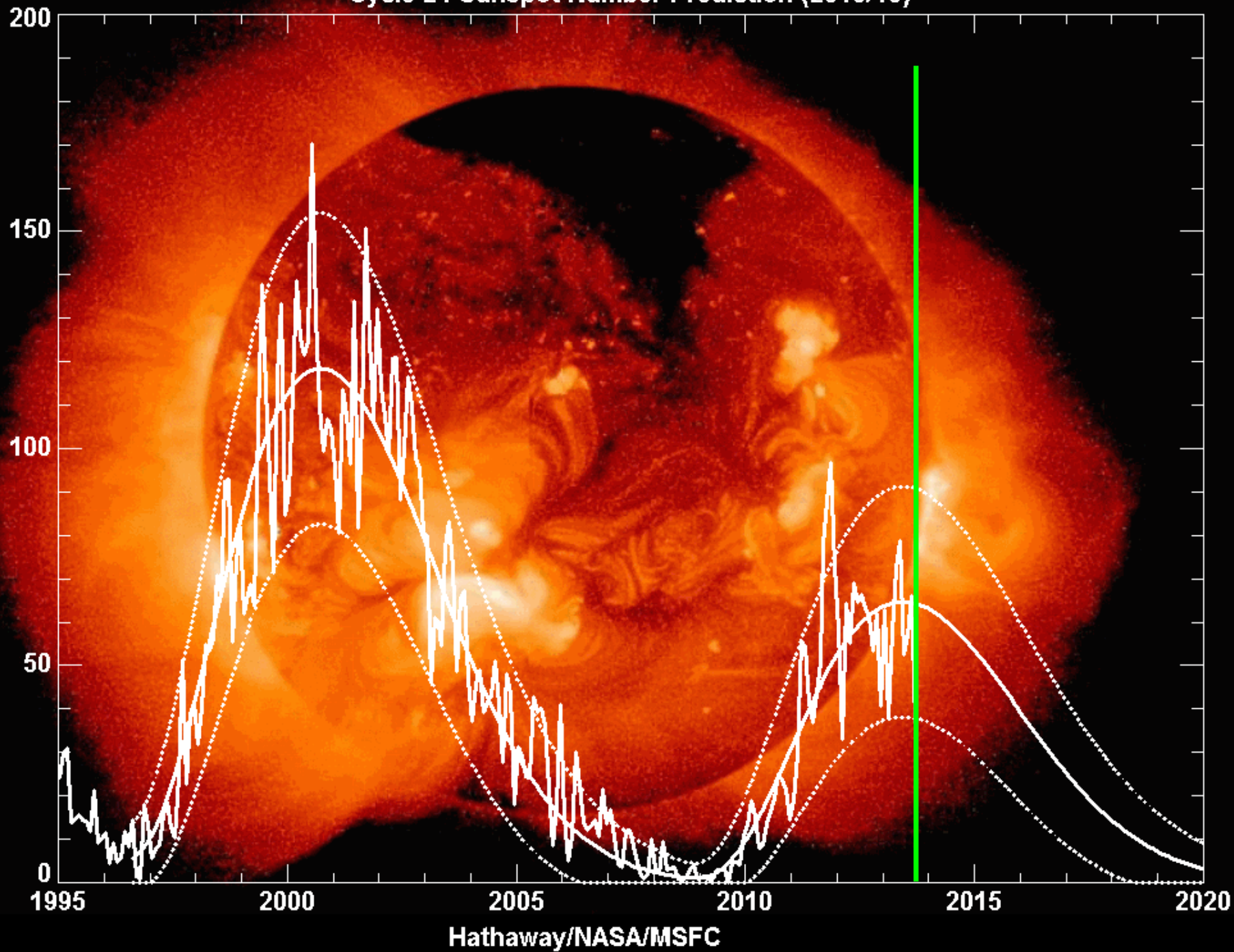
(650,000 - 0 years BP)

(ppm)

N.American & (Alpine) names

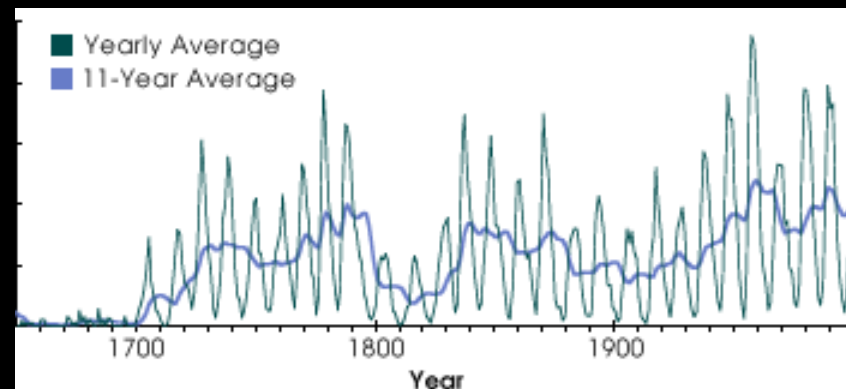
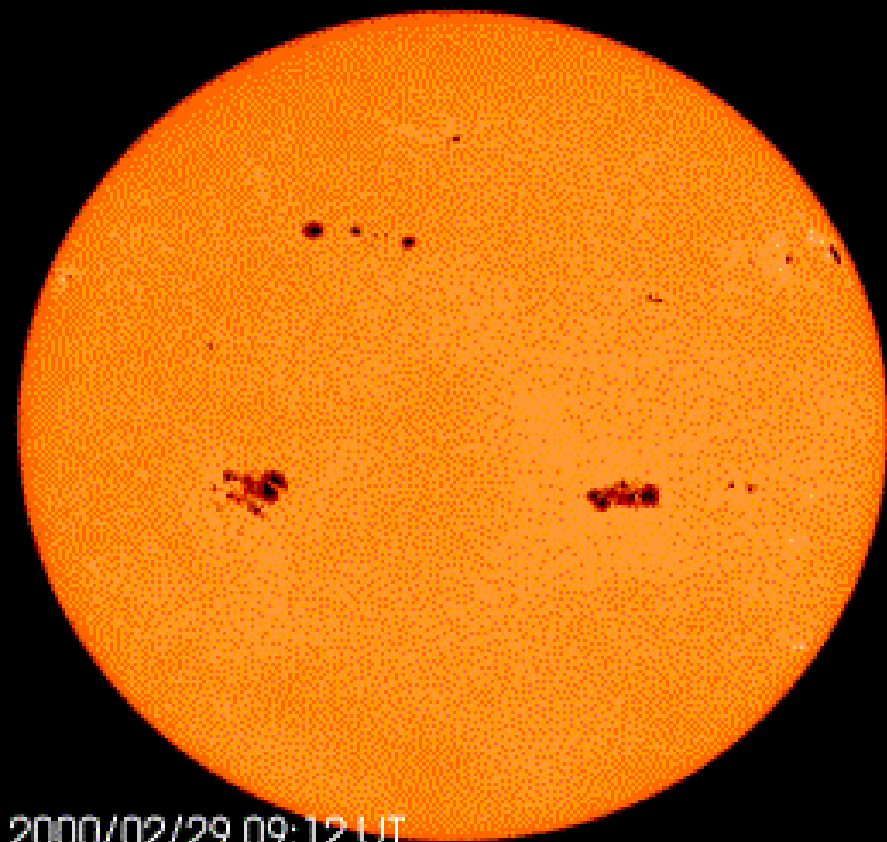


Cycle 24 Sunspot Number Prediction (2013/10)



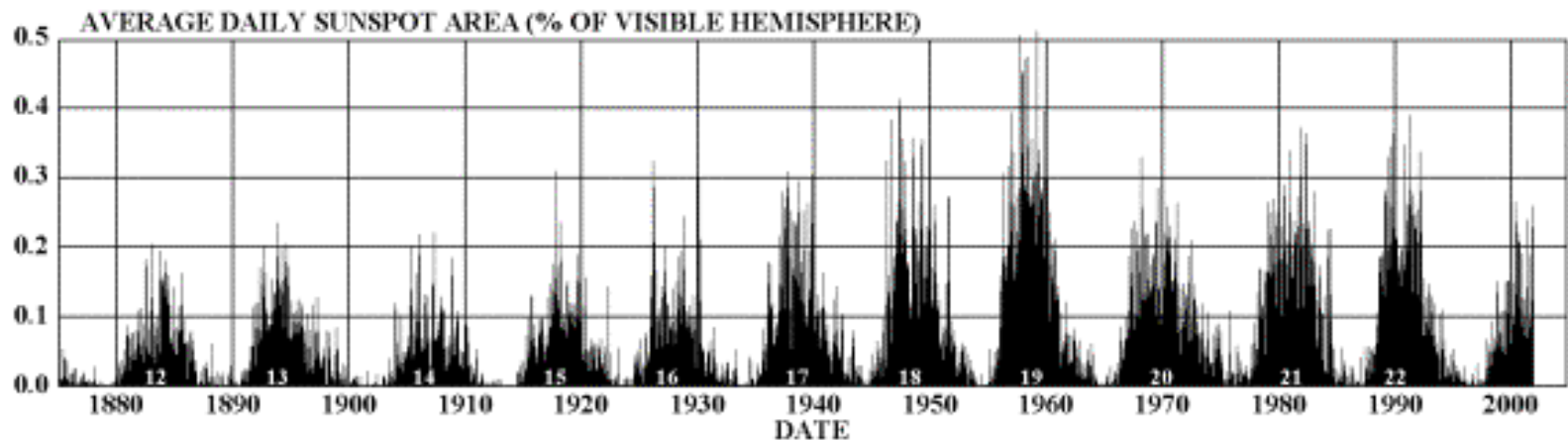
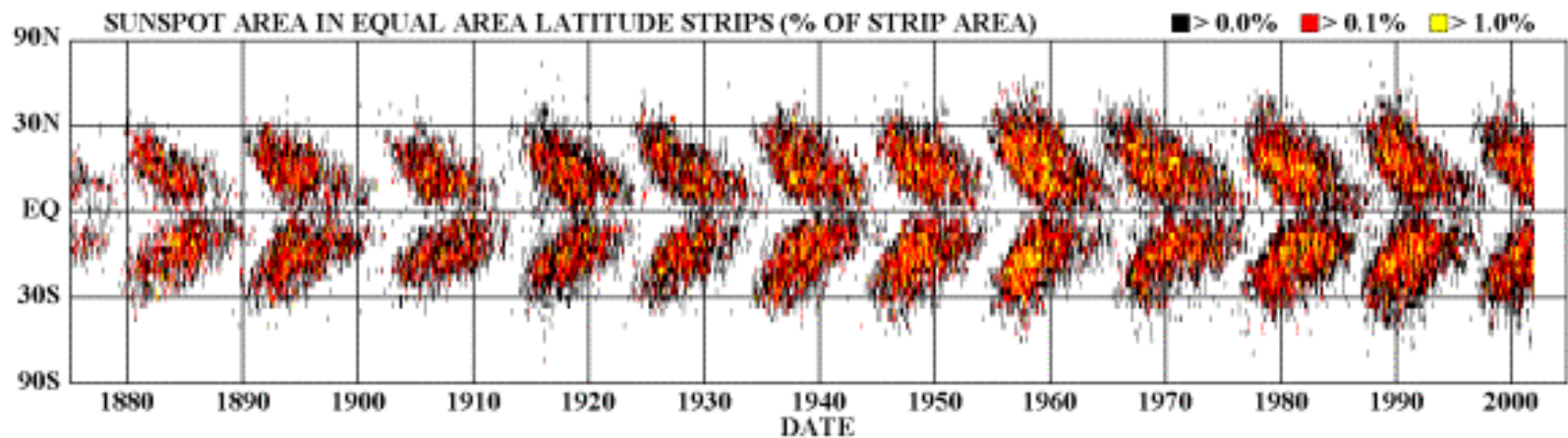


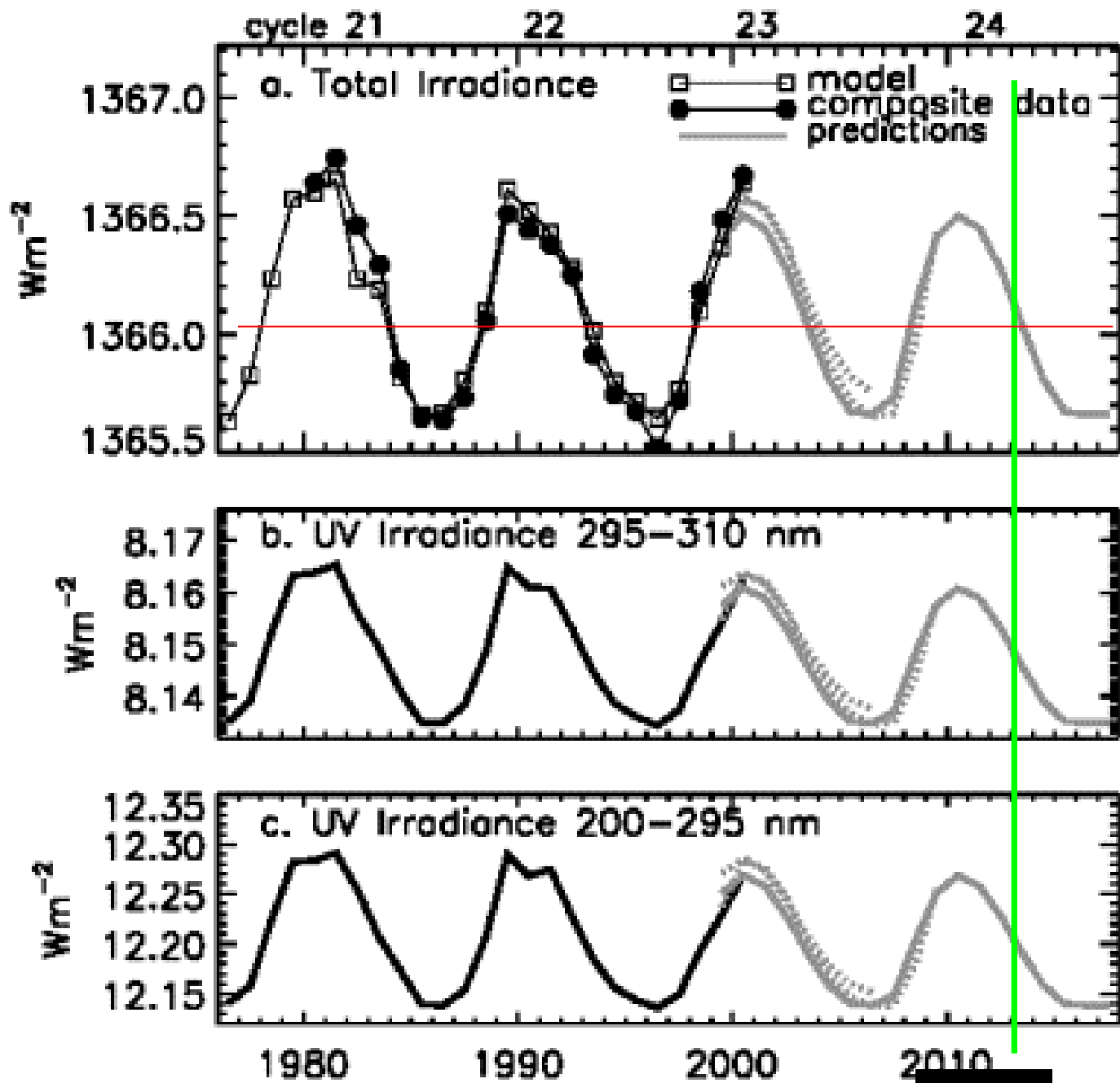
# Cykl plam słonecznych



# Dobowa pow. plam słonecznych uśredniona na poszczególne obroty Słońca

## DAILY SUNSPOT AREA AVERAGED OVER INDIVIDUAL SOLAR ROTATIONS





Zmiany „stałej” słonecznej w 11-letnim cyklu aktywności

2013

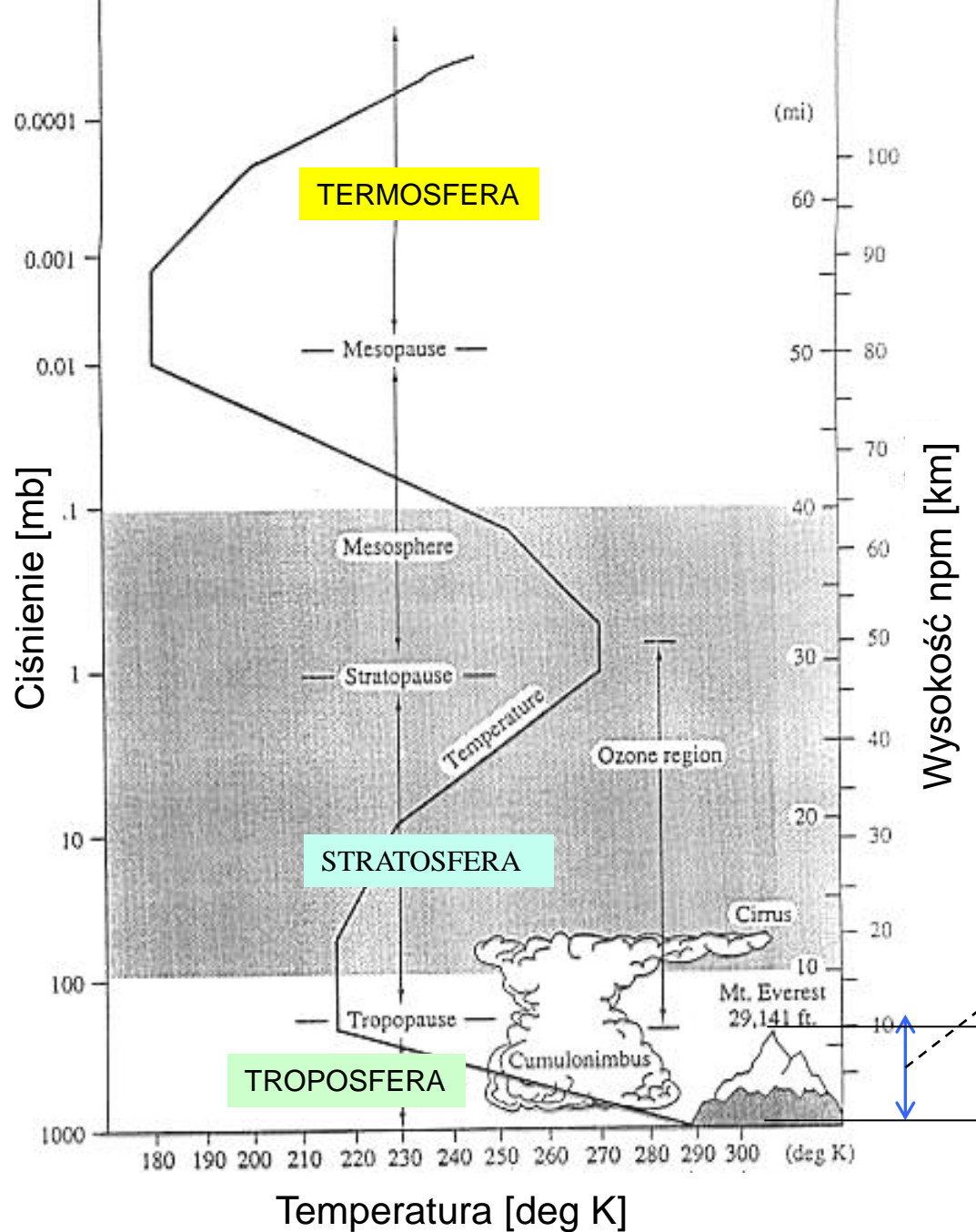
# Sumy dostępnej energii uśrednione dla całej Ziemi [W/m<sup>2</sup>]

	Obecnie	-4 mld lat
Promieniowanie słoneczne (całe spektrum)	352.	225.
Energia reakcji radioaktywnych płaszczka Ziemi	0.02	0.06
Wulkanizm	.000002	
Wyładowania elektryczne	0.005	
Całe ciepło z głębi Ziemi, wypromieniowywane z powierzchni	0.080	

# Atmosfera Ziemi



# Profil termiczny atmosfery Ziemi



Wysokość nrm [km]

≈0,1 mm

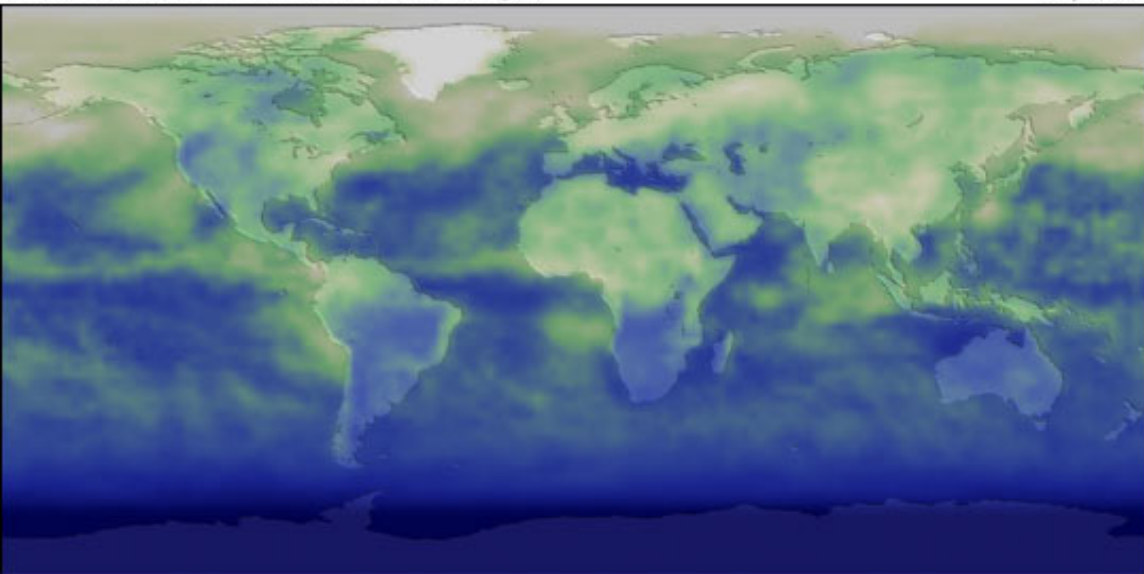
15 cm



Temperatura [deg K]

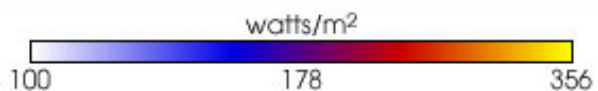
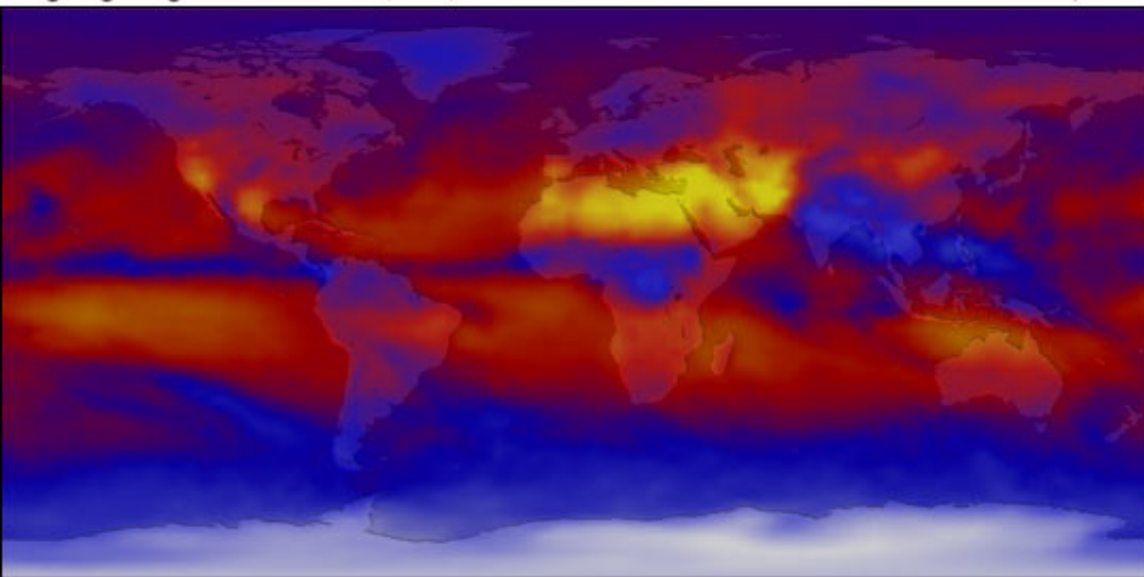
Reflected Shortwave Radiation (Visible Light)

July 2000



Outgoing Longwave Radiation (Heat)

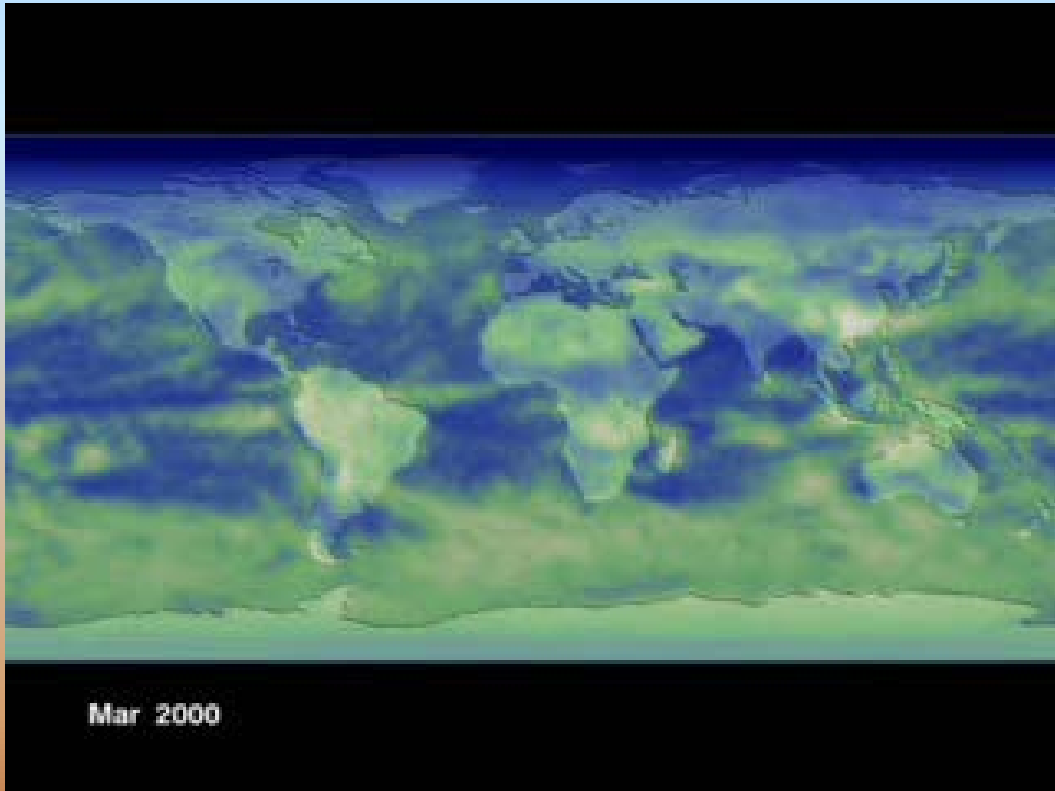
July 2000



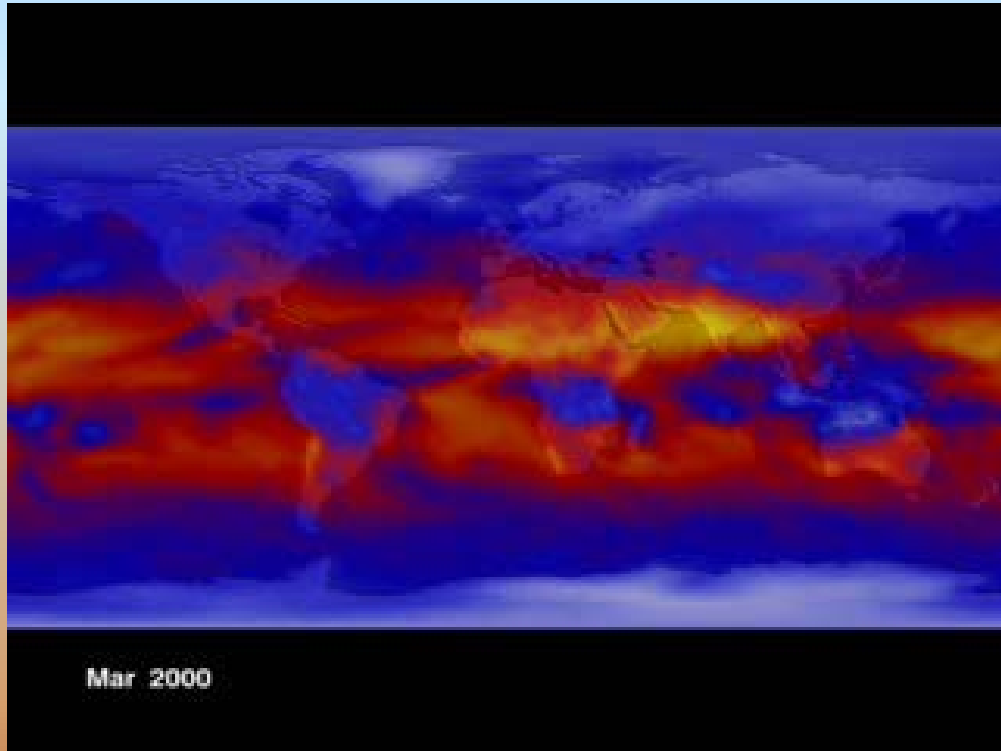
Odbite  
promieniowanie  
krótkofalowe  
( $\text{W}/\text{m}^2$ )

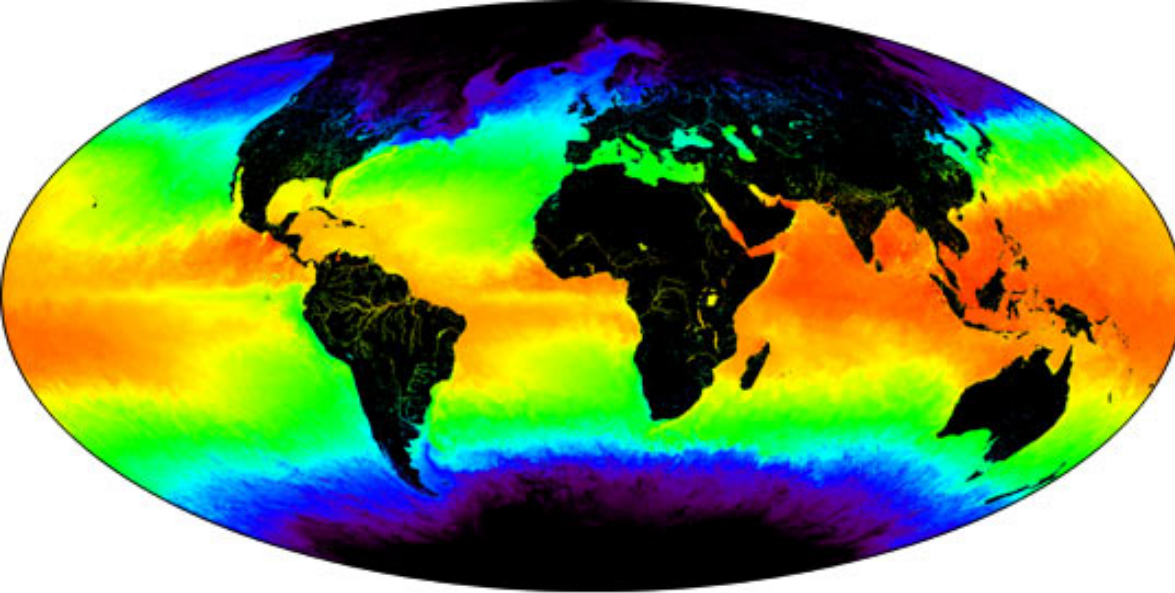
Bilans  
promieniowania  
Ziemi – efekt  
cieplarniany

Promieniowanie  
długofalowe  
Ziemi  
( $\text{W}/\text{m}^2$ )

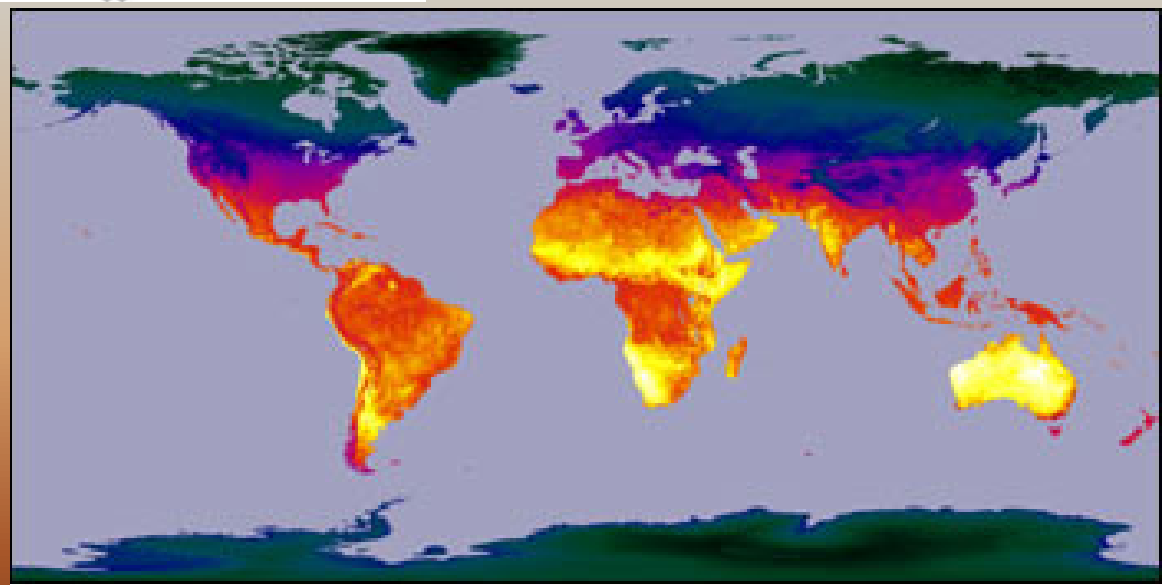






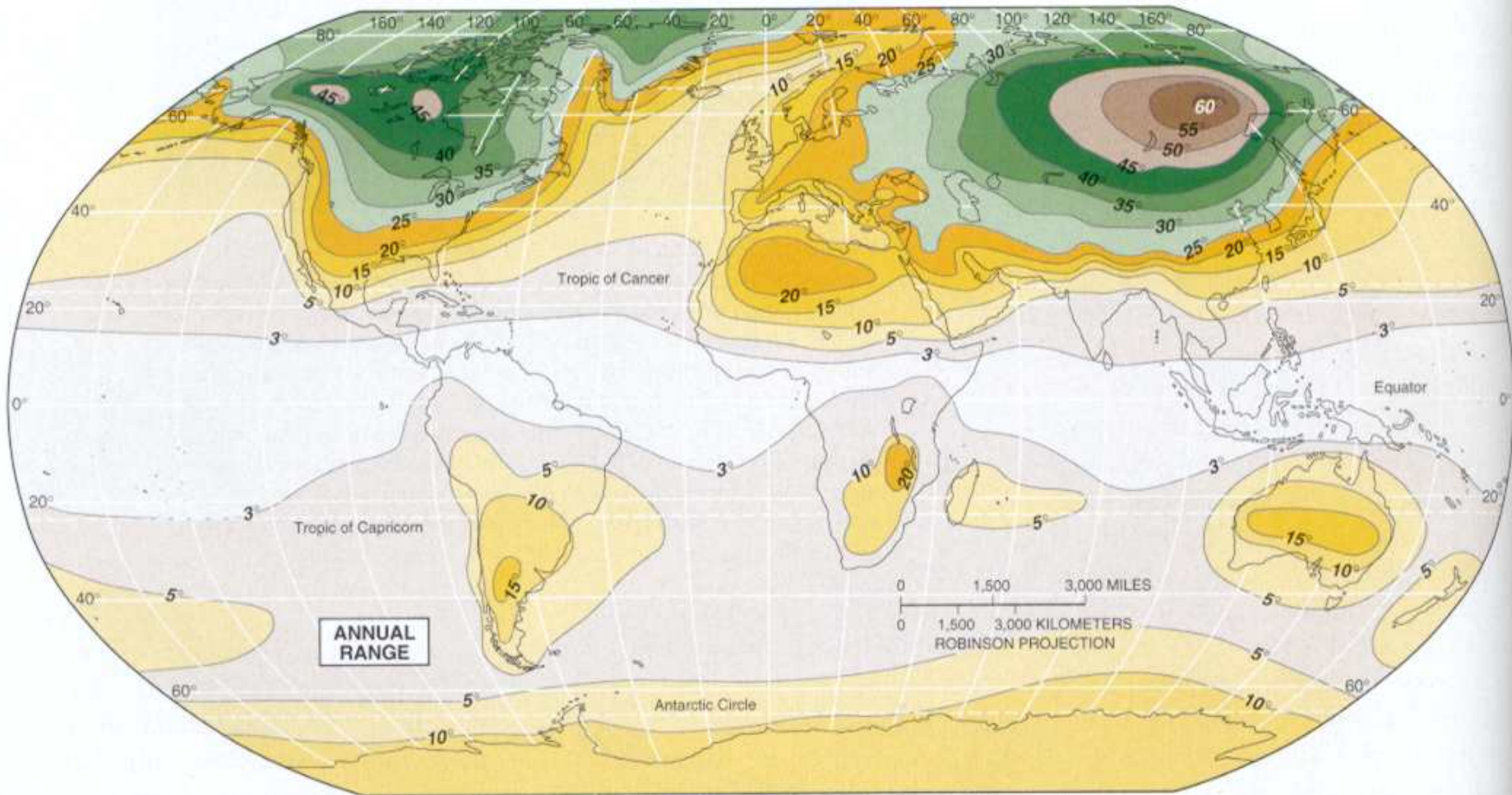


Sea Surface Temperature (°C)



Land Surface Temperature (°C)





**ANNUAL RANGE**

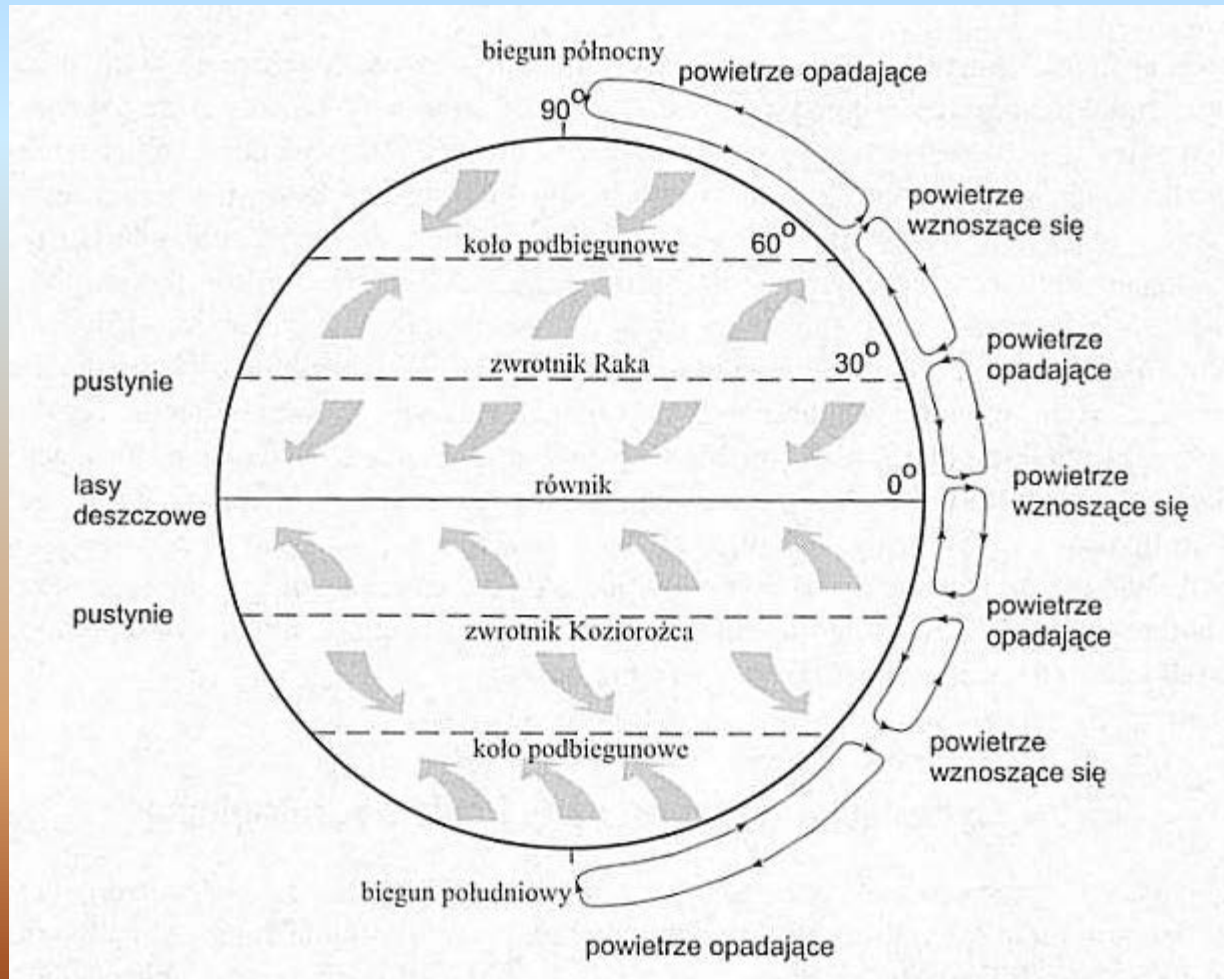
F°	5	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	F°
C°	3	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	C°

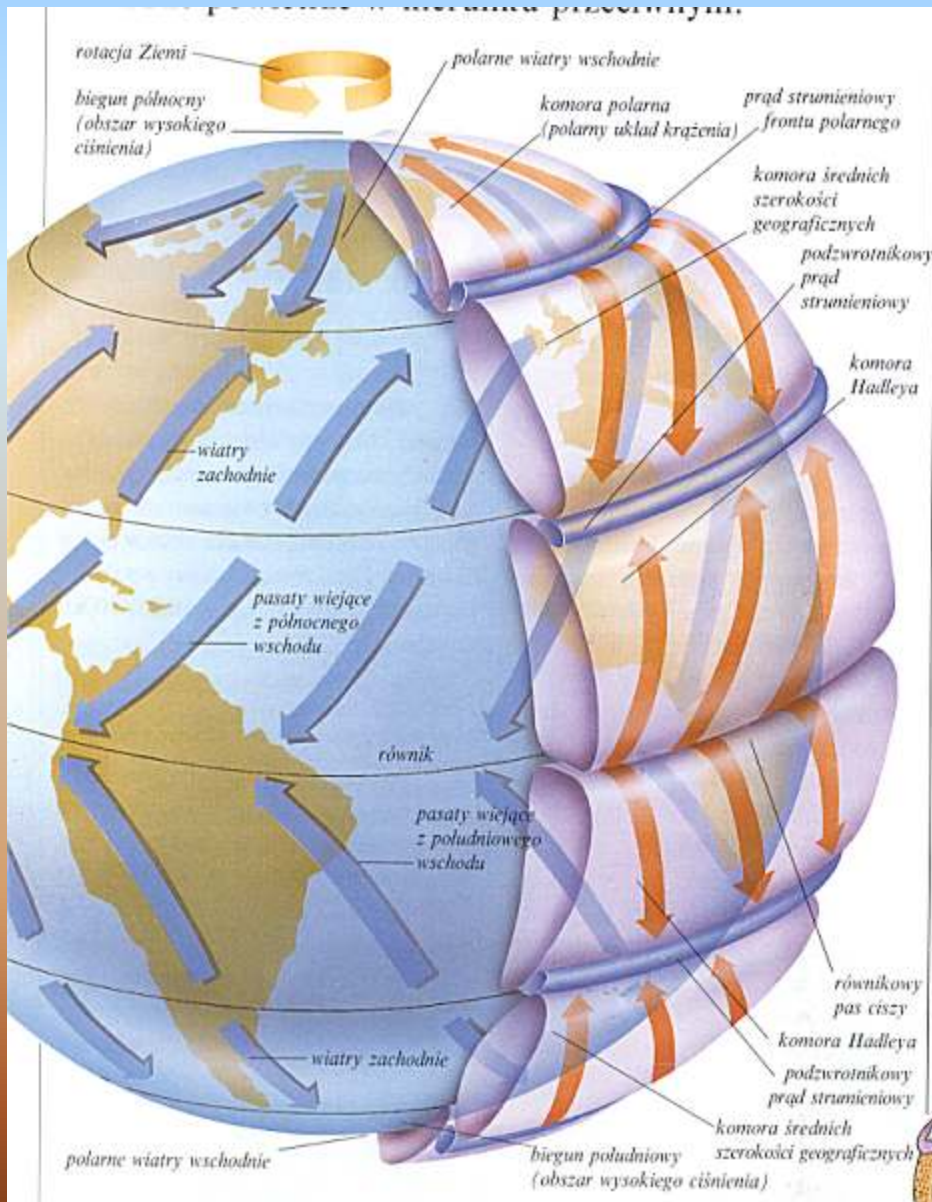
**FIGURE 5.17 Global annual temperature ranges.**

A generalized portrait of the annual range of global temperatures in Celsius degrees (conversions to Fahrenheit degrees shown on scale). The mapped data show the difference between January and July temperature means.

Amplituda temperatur (styczeń – lipiec)

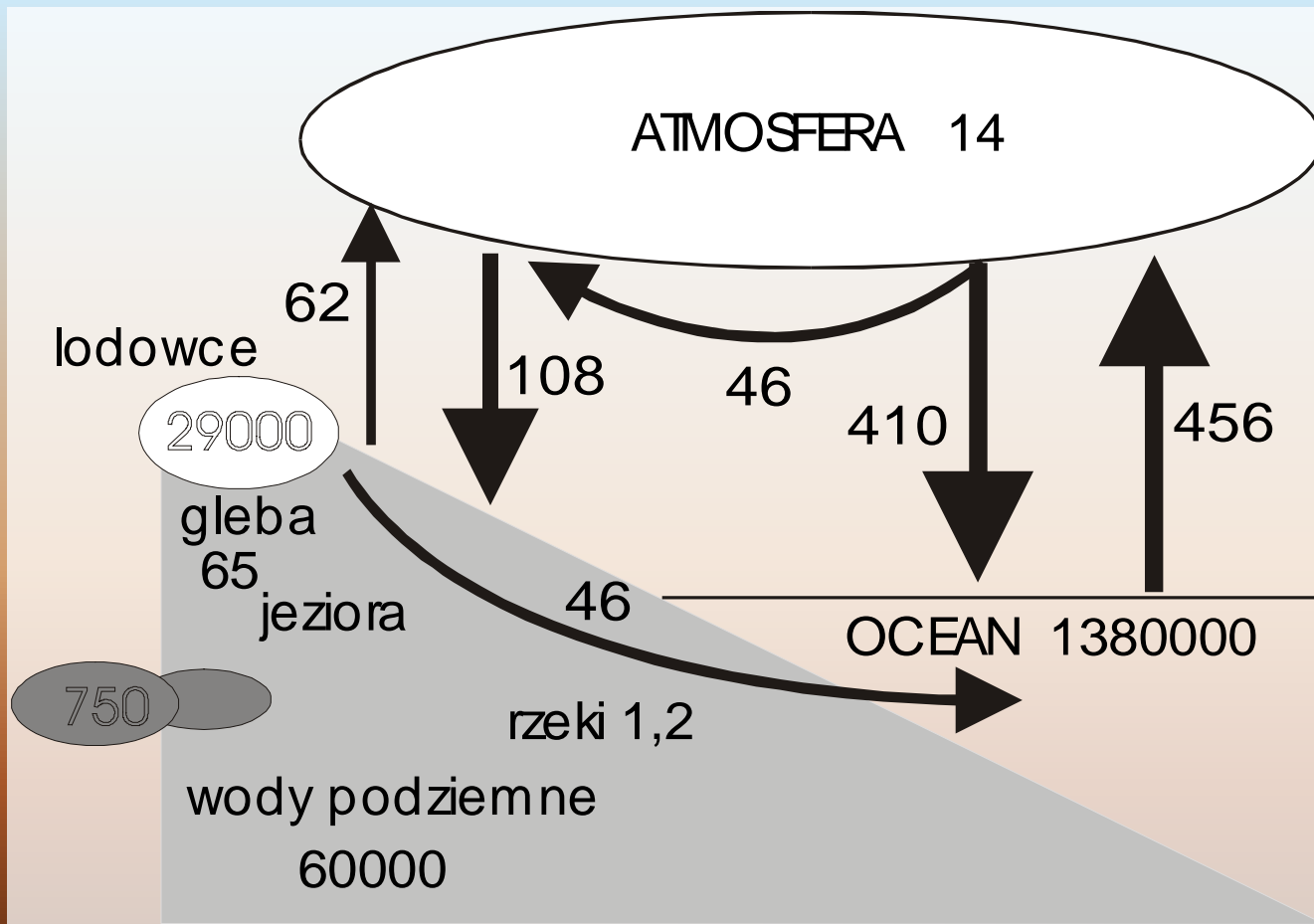
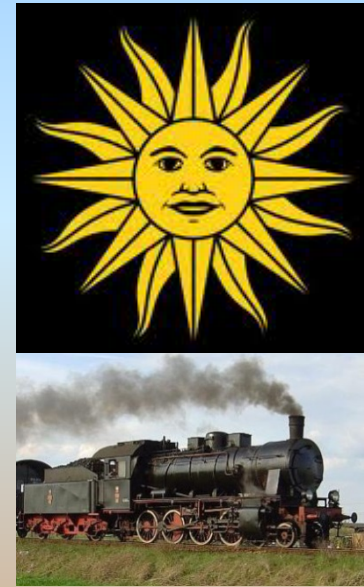
# Cyrkulacja atmosferyczna

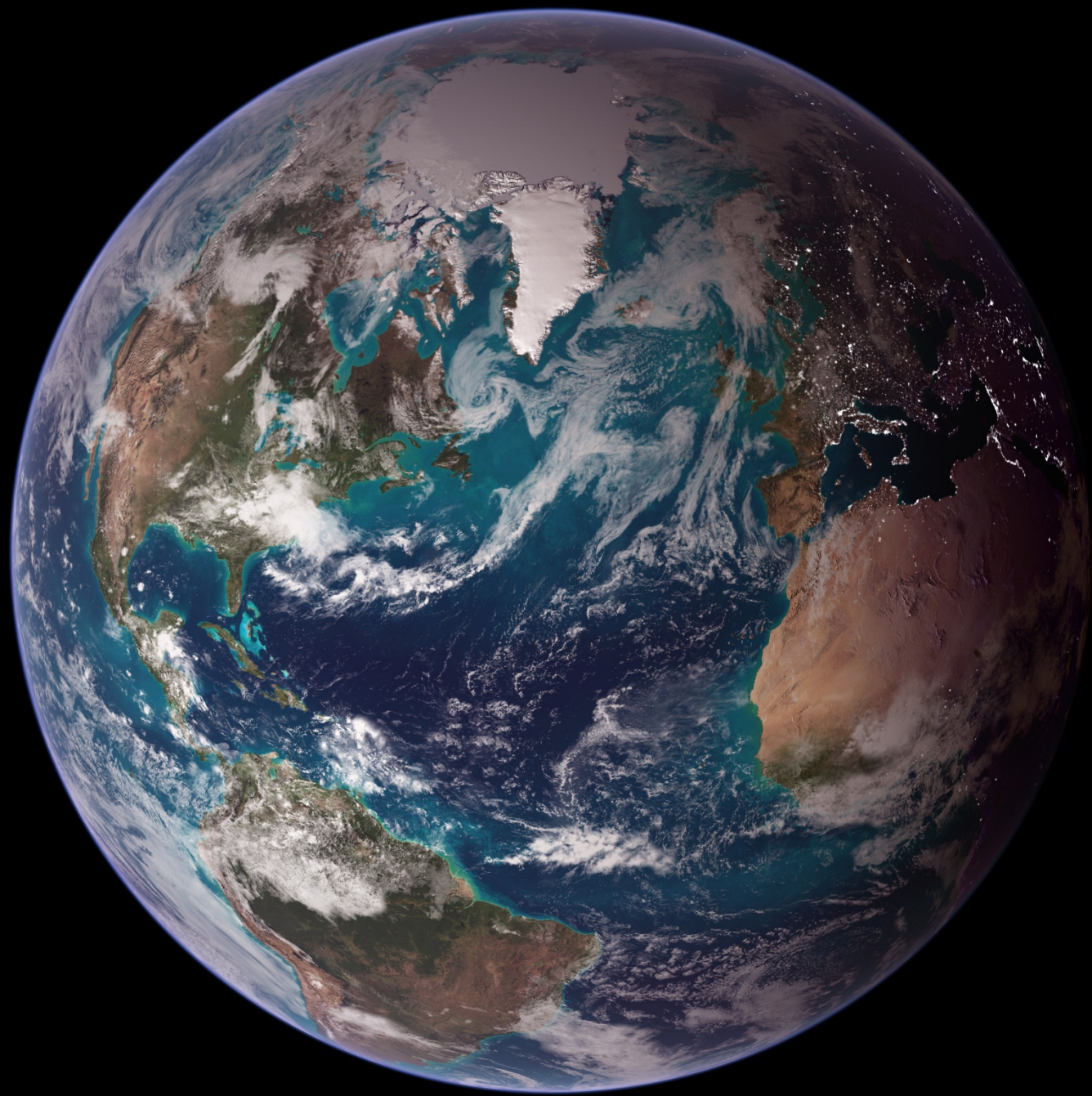


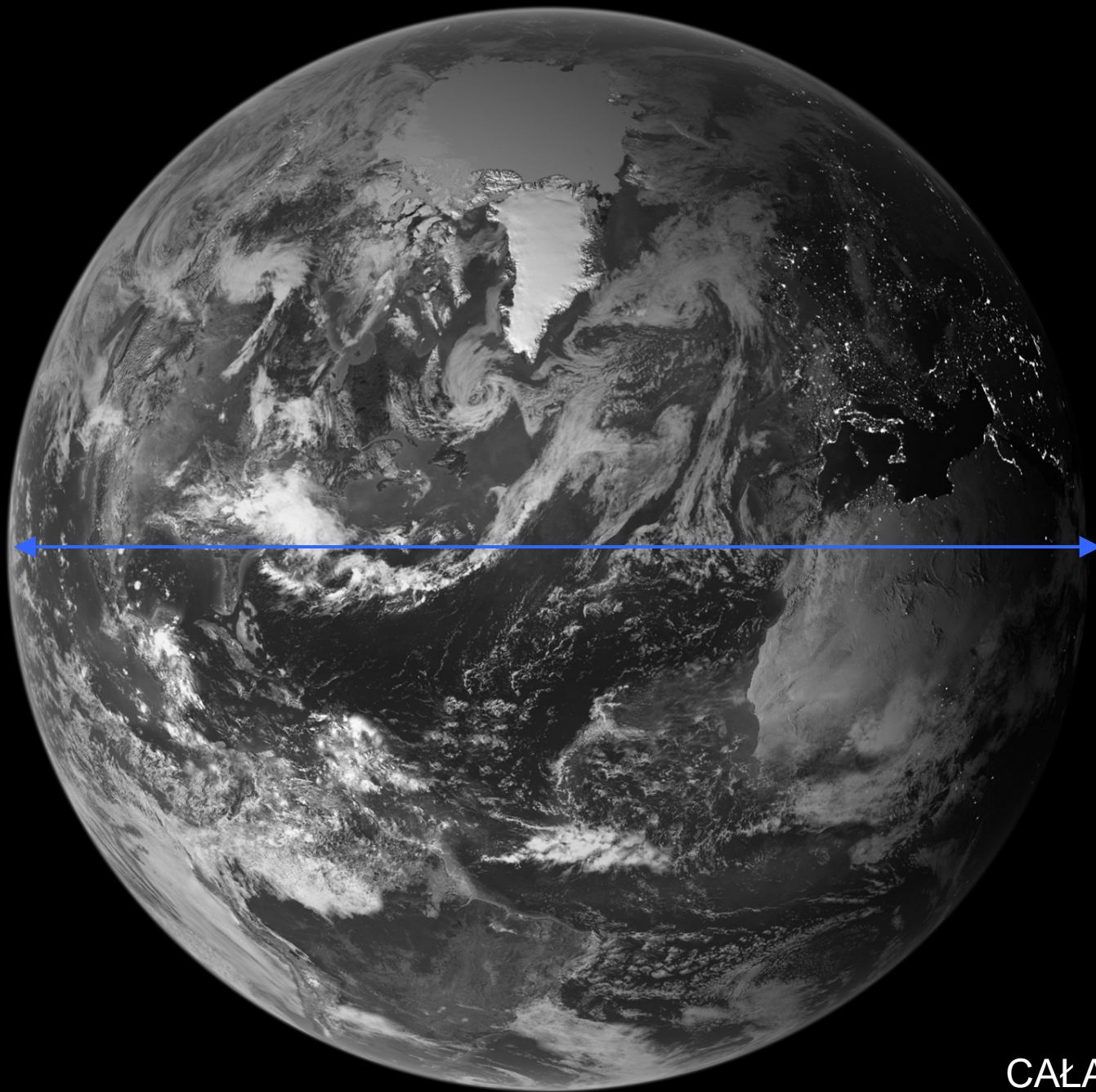


# Cyrkulacja atmosferyczna

# Obieg wody, tys. km<sup>3</sup>/rok



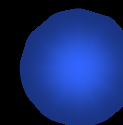




12742 km



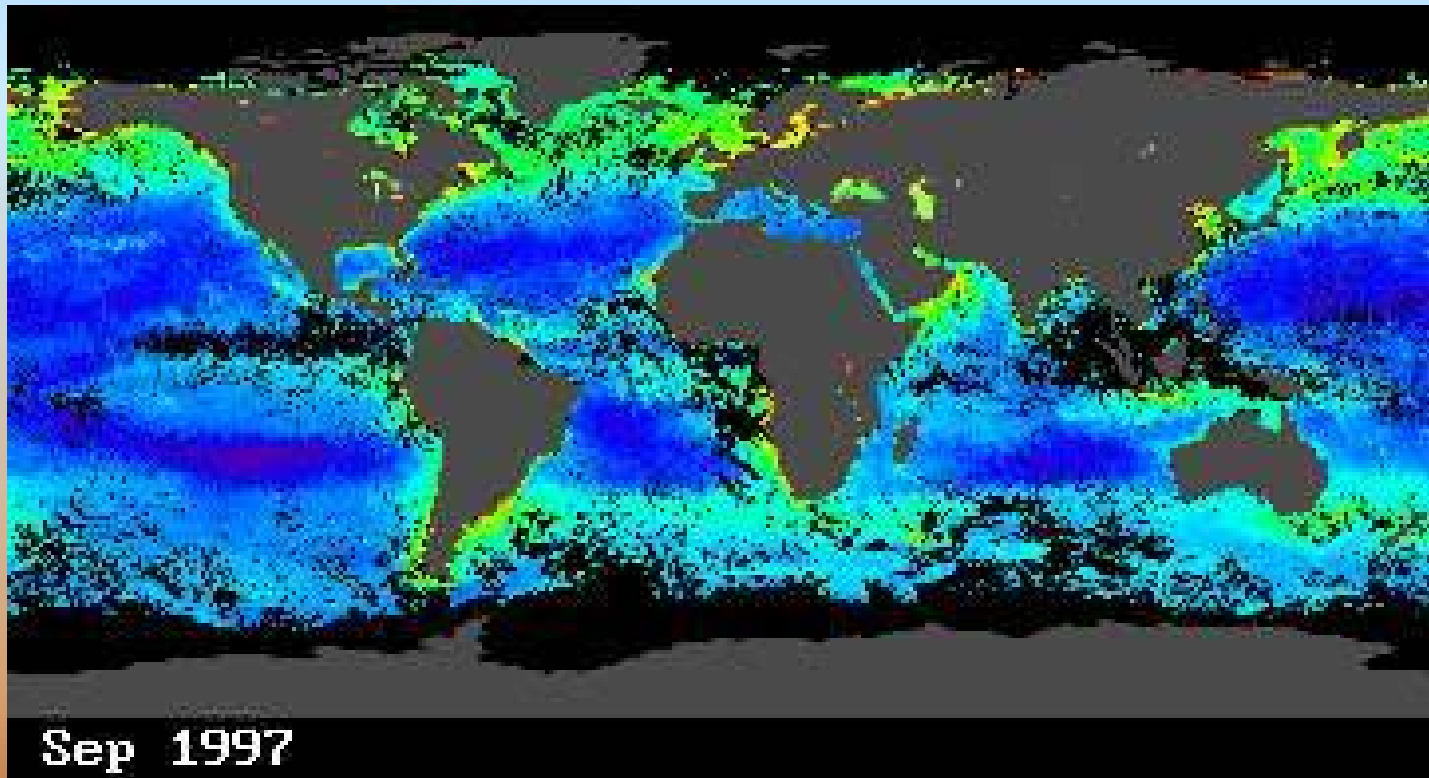
1358 km



CAŁA WODA OCEANÓW



# Sezonowość opadów atmosferycznych SEAWIFS



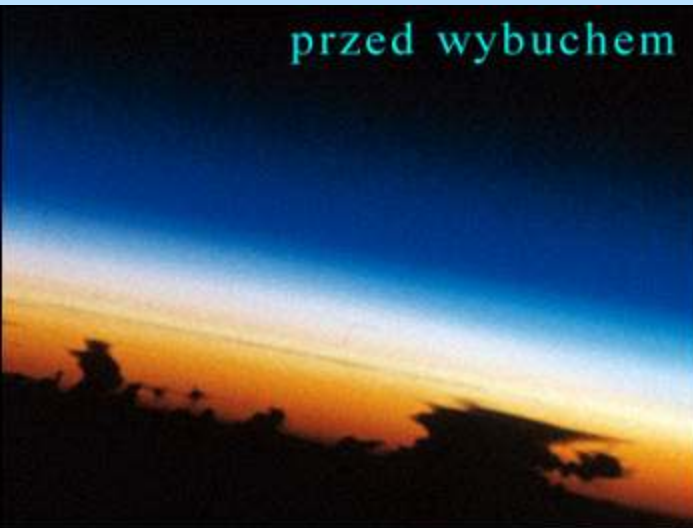
# ERUPCJA WULKANU PINATUBO NA FILPINACH



Date taken: 1991-06-15

Copyright: Ian Sharp (Wirraway)

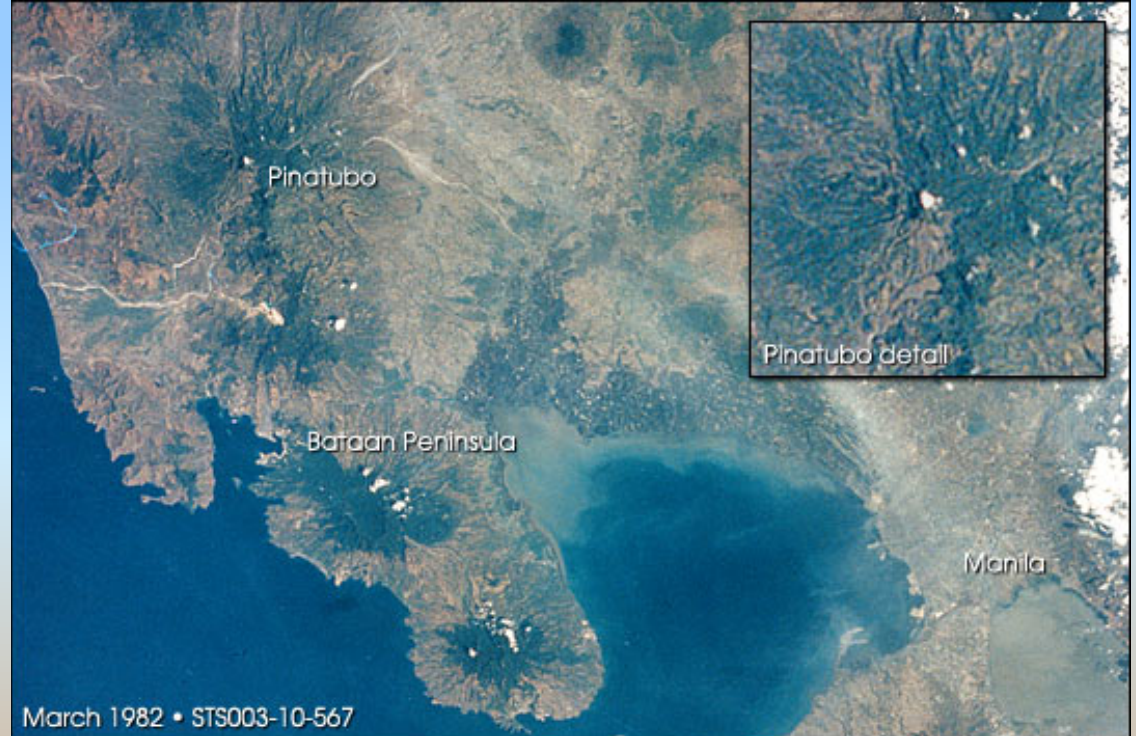
# Erupcja Pinatubo Filipiny, 1991



August 30, 1984



August 8, 1991



- pyły i gazy sięgnęły stratosfery
- 15 mln ton  $\text{SO}_2$  do stratosfery → aerozol siarczanowy
- absorpcja promieniowania słonecznego
- obniżenie temperatury globalnej średnio o  $0.6\text{ }^\circ\text{C}$

<http://earthobservatory.nasa.gov>

Warto zaprenumerować!

