

BILANS WĘGLA A ZMIANY
GLOBALNE
(jeszcze raz)

Nauka, pseudonauka, ideologia: Bilans węgla w biosferze i zmiany klimatu

- Wzrost zawartości CO₂ w atmosferze: **poza dyskusją**
- Zmiana parametrów efektu cieplarnianego: **poza dyskusją**
- Udział człowieka w zwiększeniu zawartości CO₂ w atmosferze: **dobrze udokumentowany**
- Długotrwała tendencja do „ocieplenia globalnego”: **dobrze udokumentowana**
- Ilościowy udział człowieka w obecnych zmianach klimatu: **można poprawić ilościowe oszacowania**
- Prognozy zmian klimatu: **hipotetyczne**
- Możliwość zahamowania zmian klimatu: **?????????**
- Co robić? **Pytanie spoza domeny nauki!**

Nauka, pseudonauka, ideologia: Bilans węgla w biosferze i zmiany klimatu

Co robić? **Pytanie spoza domeny nauki!**

Odpowiedź:

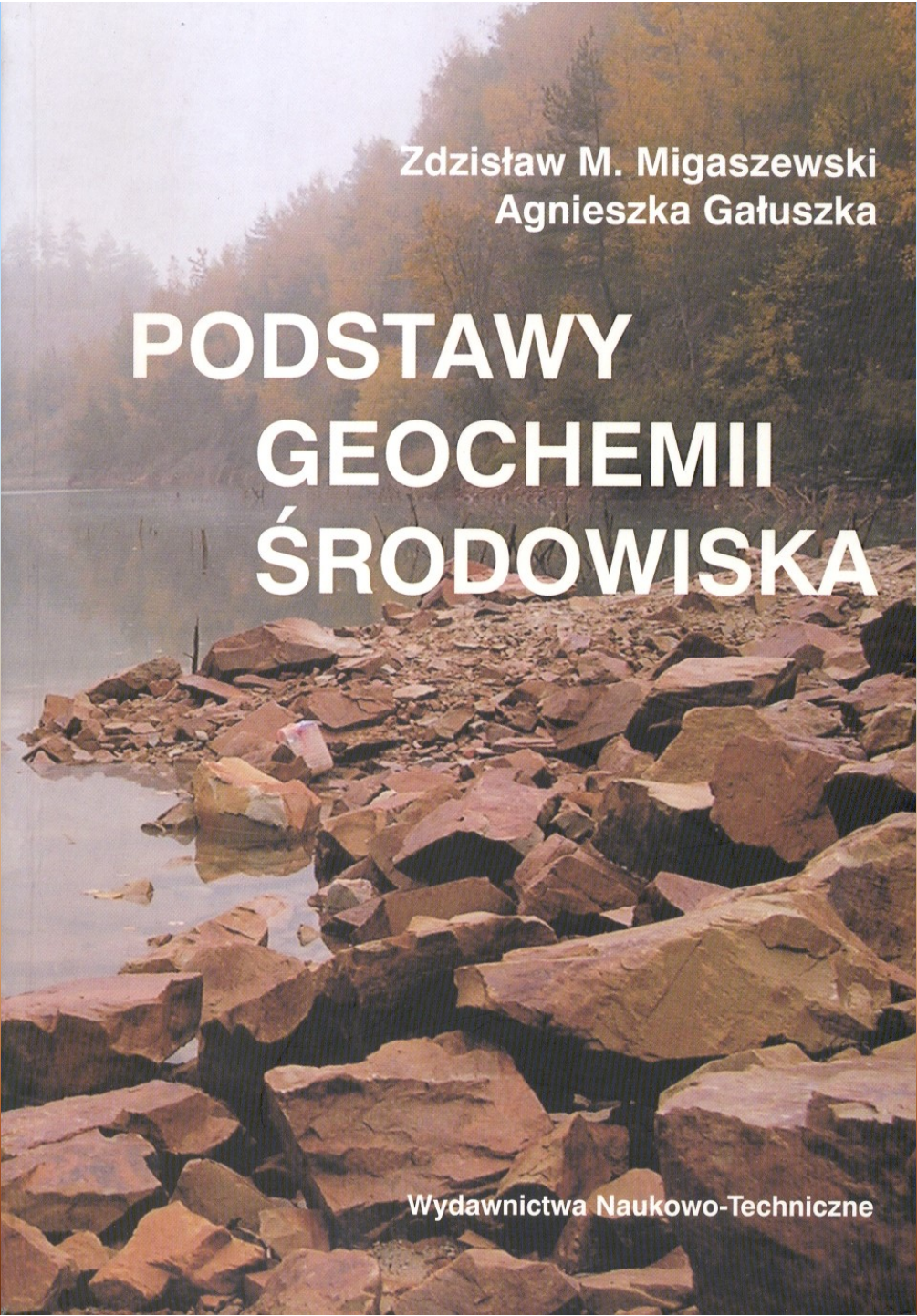
- Dotyczy wartości:
 - etycznych, ekonomicznych, estetycznych, [...]
- Polega na dokonaniu wyborów wg wartości
- Nauka
 - daje podstawy do przewidywania skutków tych wyborów
 - daje narzędzia do realizacji wybranych opcji
- **Nauki nie wolno zakłamywać w celu uzasadnienia wyborów wg wartości**

EKOLOGIA OGÓLNA

WBNZ 884

Wykład 5

Obieg pierwiastków
(Biogeochemia)



Zdzisław M. Migaszewski
Agnieszka Gałuszka

PODSTAWY GEOCHEMII ŚRODOWISKA

2007

Wydawnictwa Naukowo-Techniczne

THIRD EDITION



BIOGEOCHEMISTRY

AN ANALYSIS OF
GLOBAL CHANGE

WILLIAM H. SCHLESINGER
EMILY S. BERNHARDT

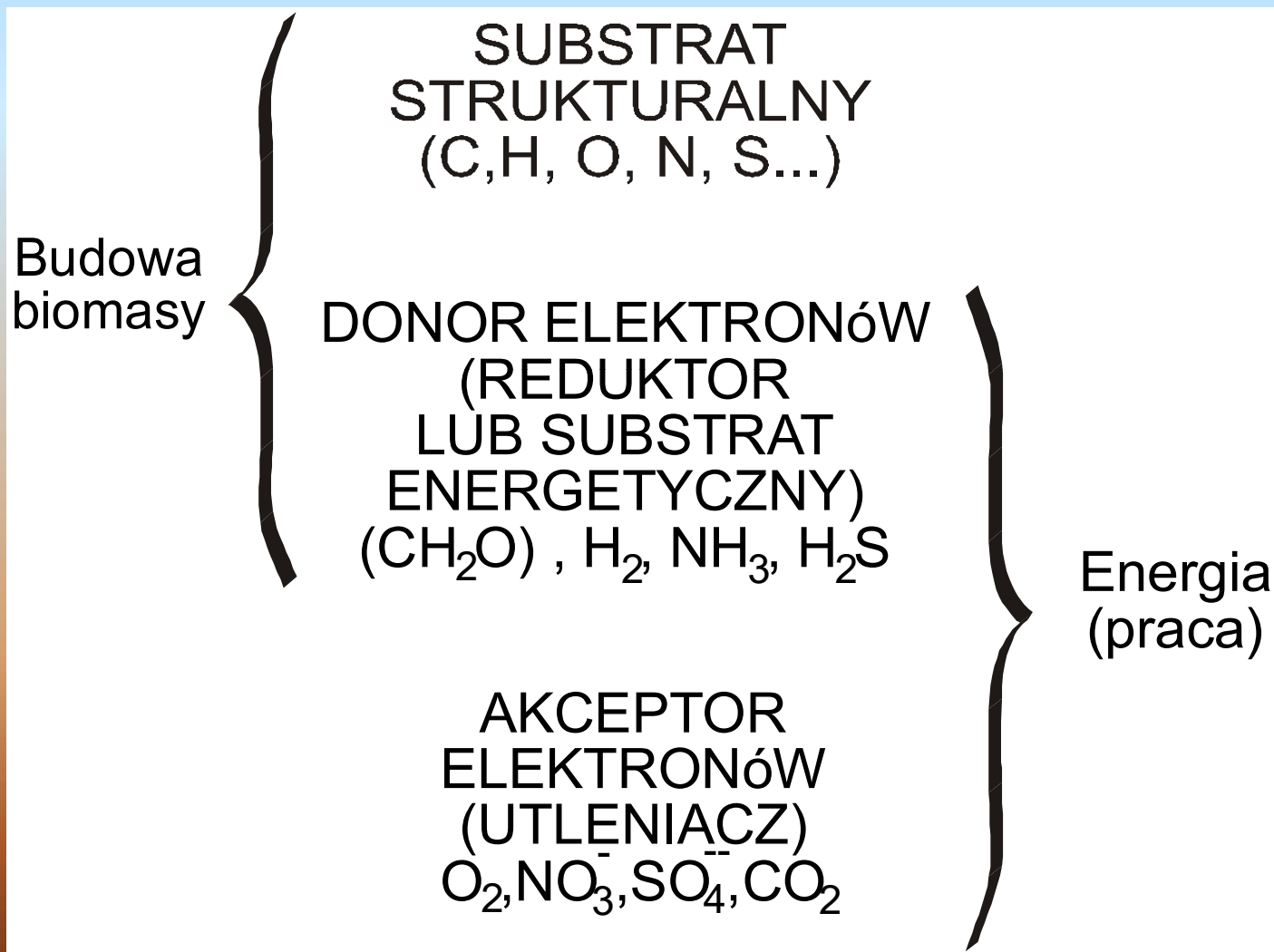


Kurs na Wydz. Biologii UJ:
Biogeochemia WBNZ-407

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

SUBSTRATY ŻYCIA



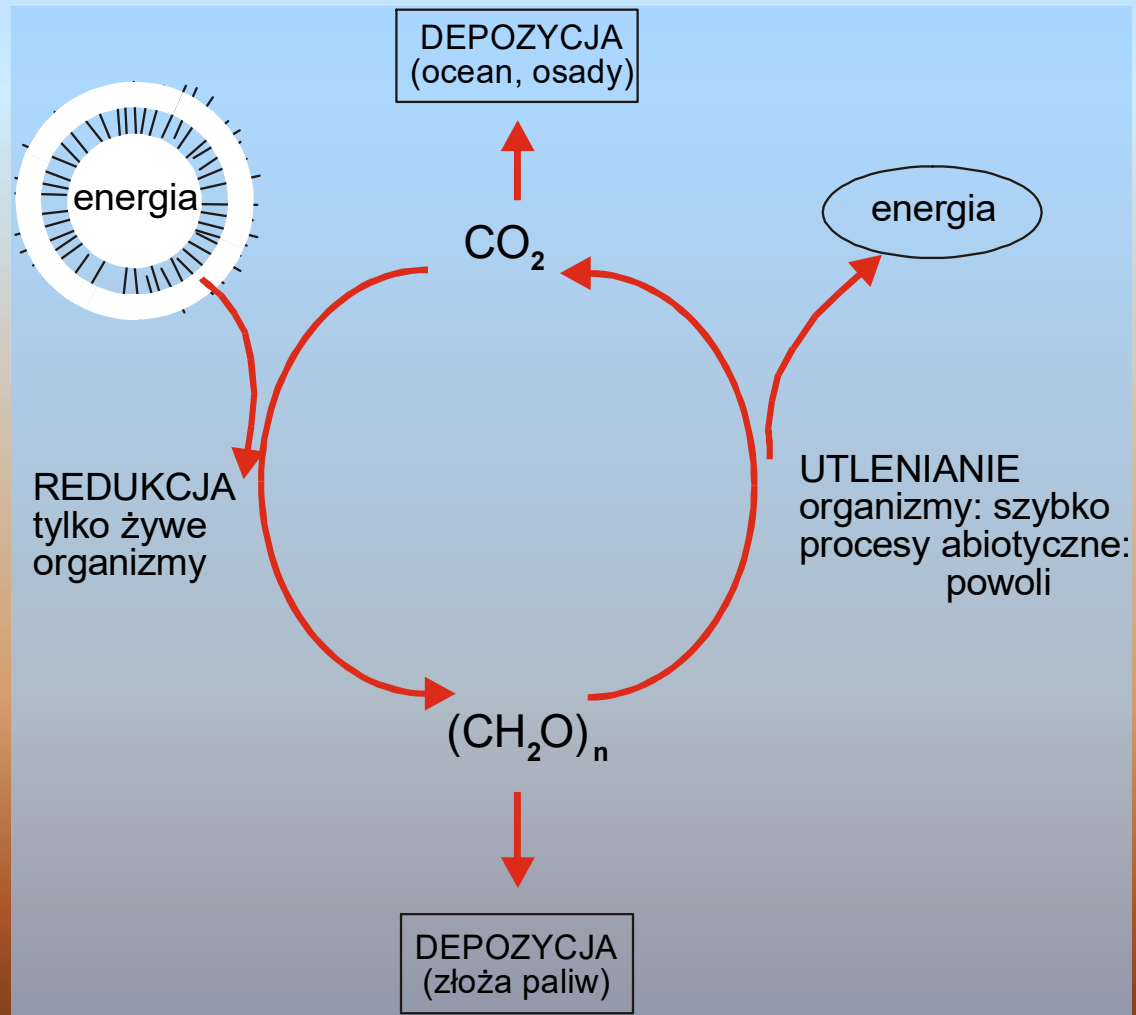
Przeciętny skład chemiczny wszystkich organizmów żywych

Pierwiastek	Zawartość [% masy]
O	52.429
C	39.346
H	6.590
N	0.502
Ca	0.378
K	0.229
Si	0.121
Mg	0.098
S	0.071
Al	0.056
P	0.052
Cl	0.050
Fe	0.039
Mn	0.021
Na	0.190

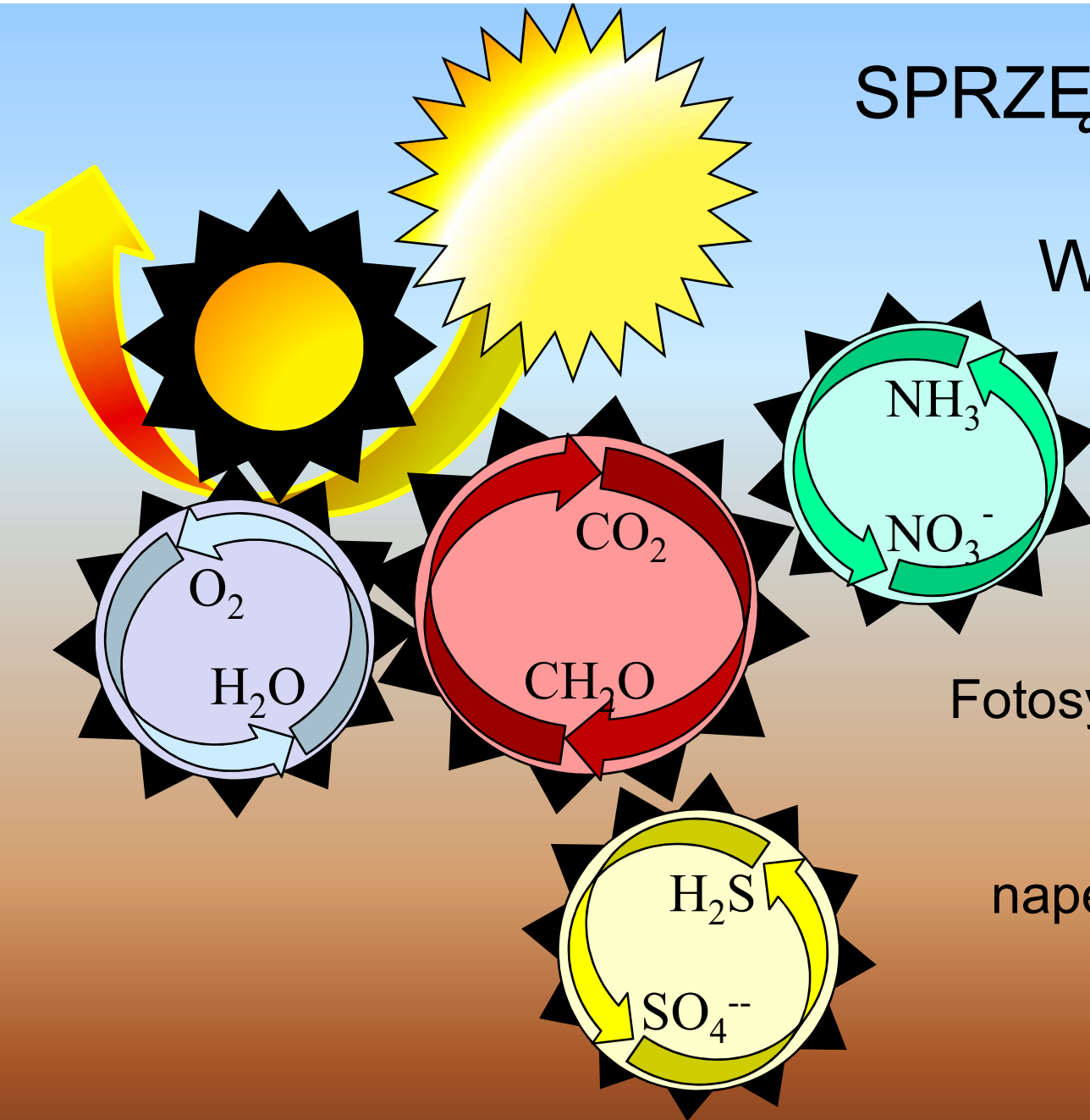
Cr, Mo, Co, Cu, Zn, I, Se, Sn, Cd, V

(ok. 25 pierwiastków)

Życie biosfery = cykl redoks węgla

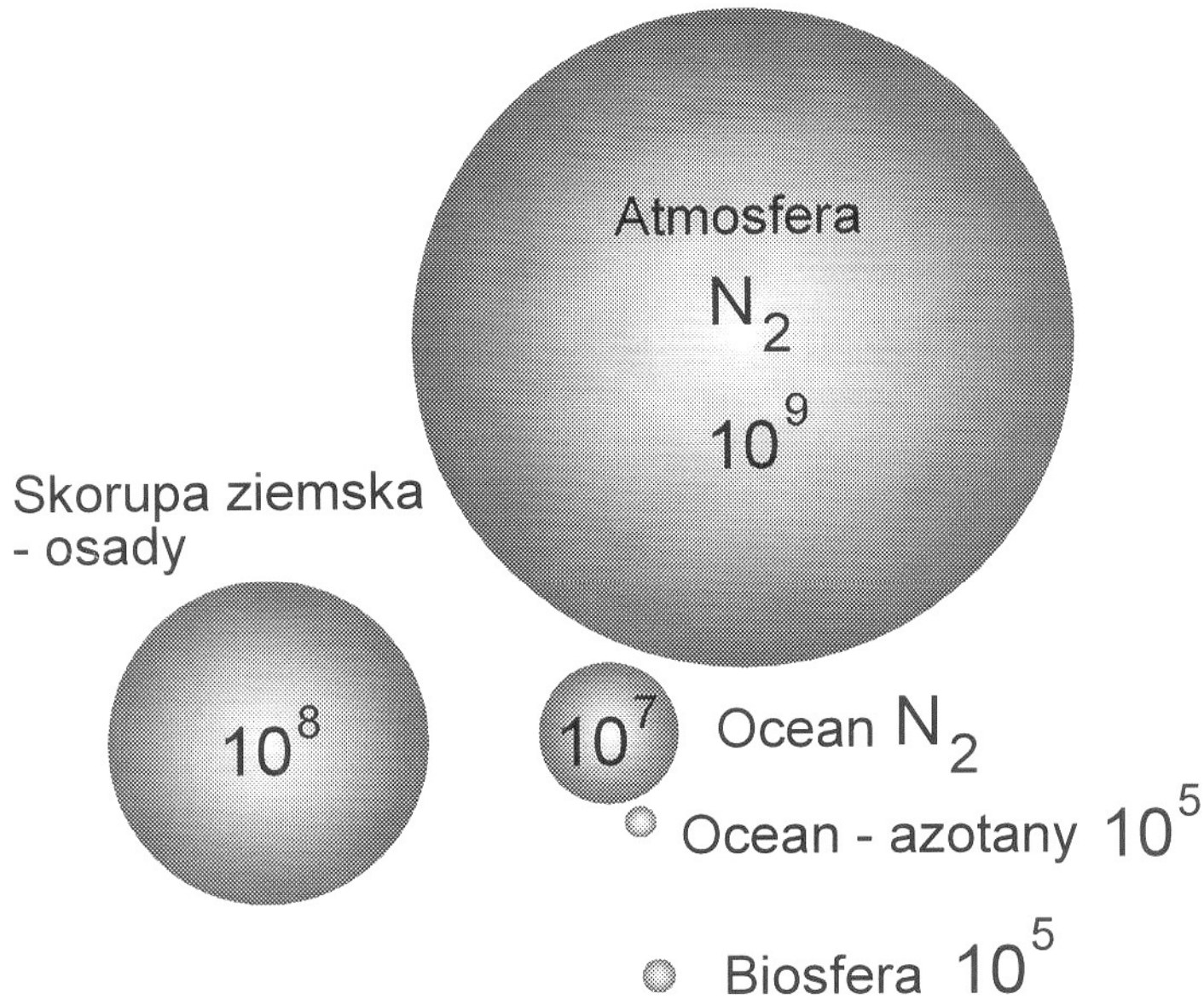


SPRZĘŻENIE CYKLI REDOKS W BIOSFERZE



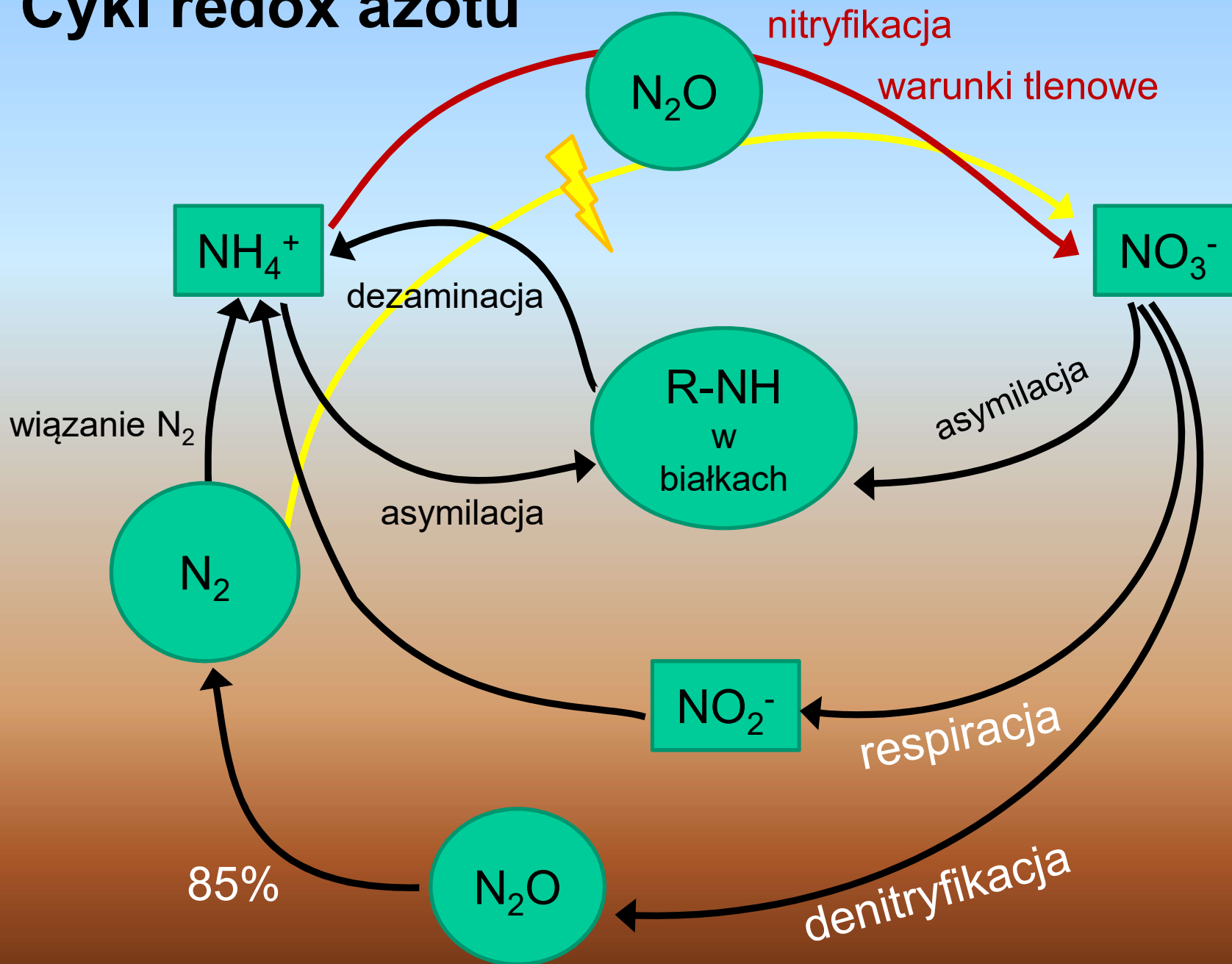
Fotosynteza podtrzymuje
potencjał redoks
w biosferze,
napędzając obieg wielu
pierwiastków

AZOT



Pule azotu (Tg = mln t)

Cykl redox azotu



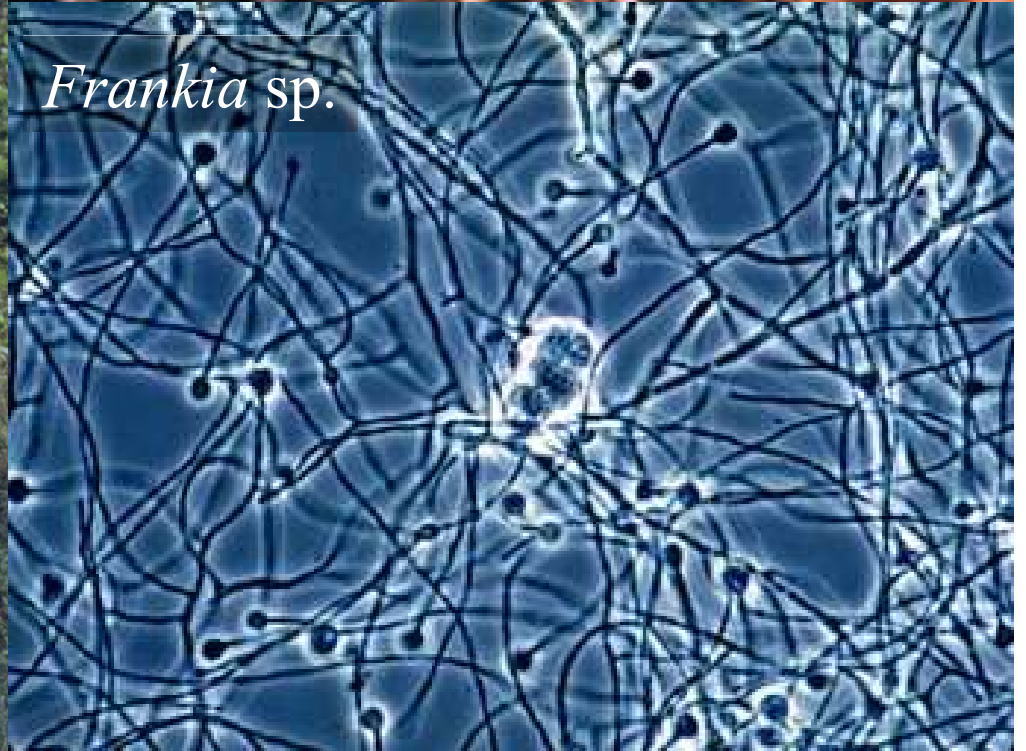




Brodawki korzeniowe
na łubinie



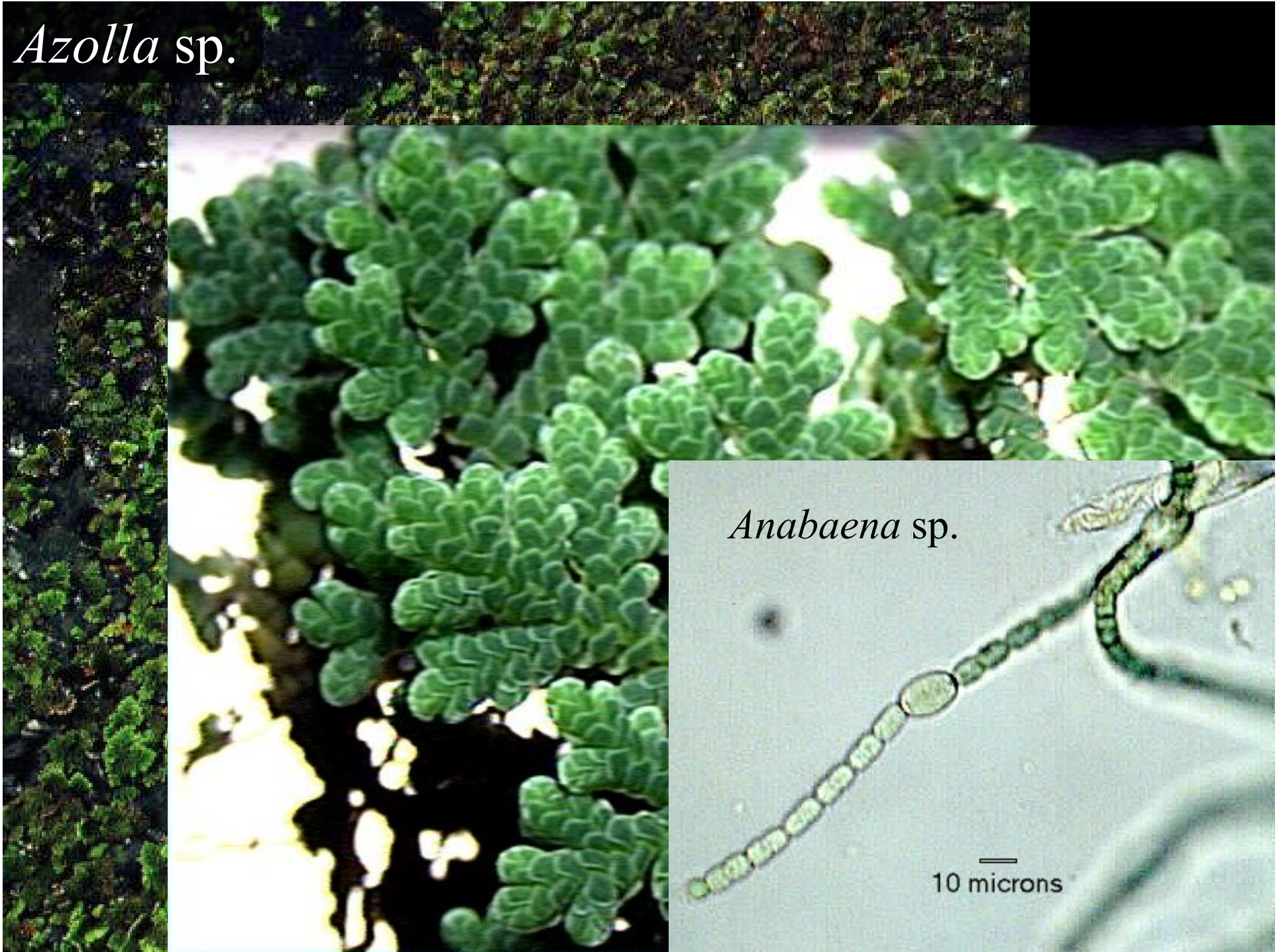
Olcha Alnus glutinosa



Frankia sp.

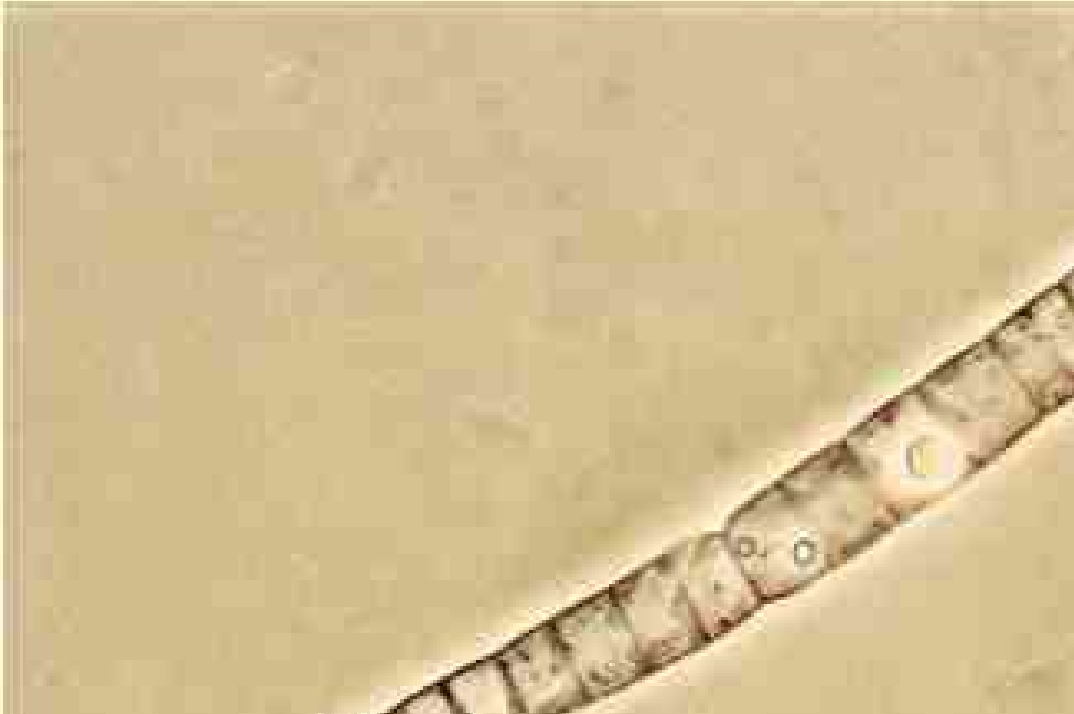


Azolla sp.

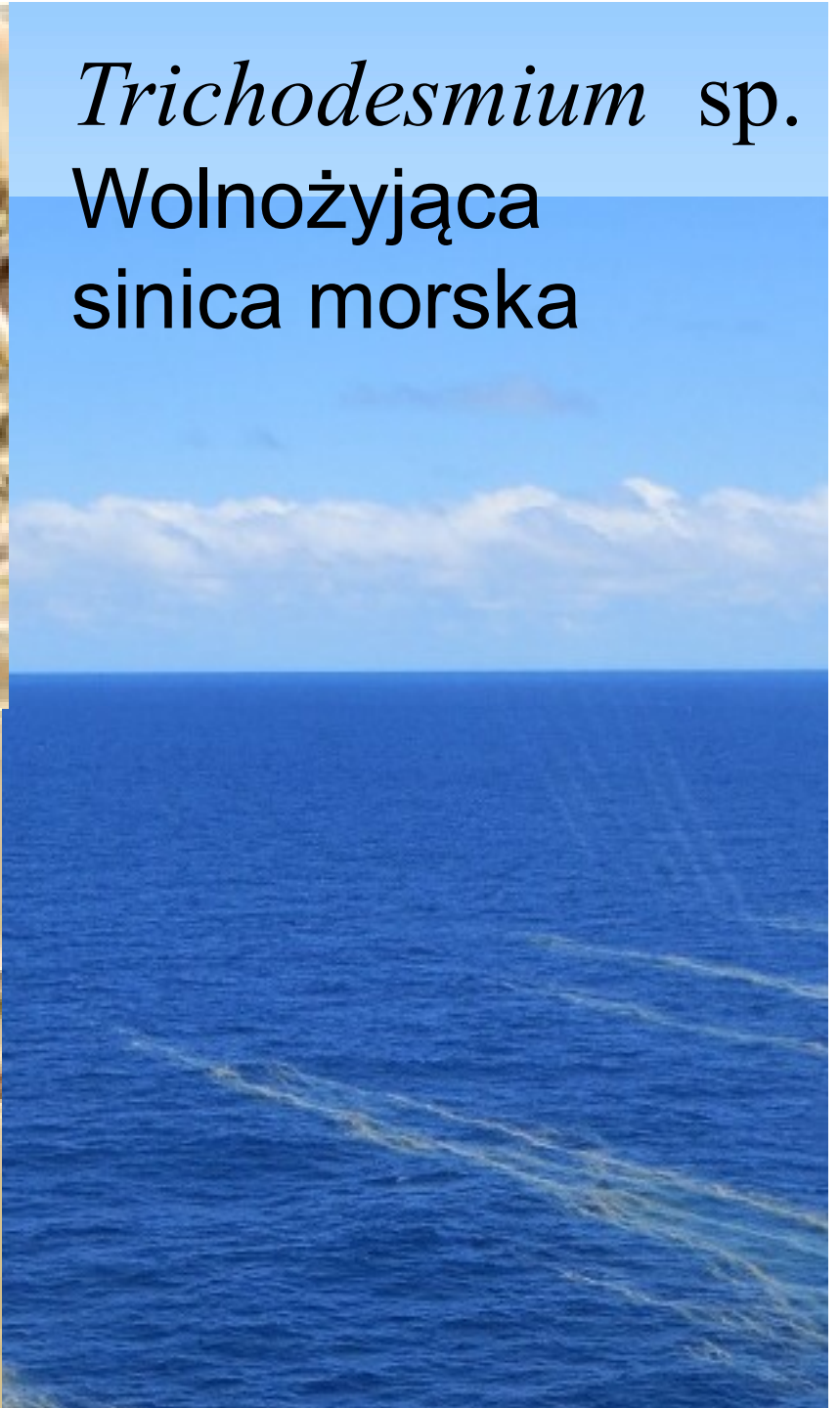


Anabaena sp.

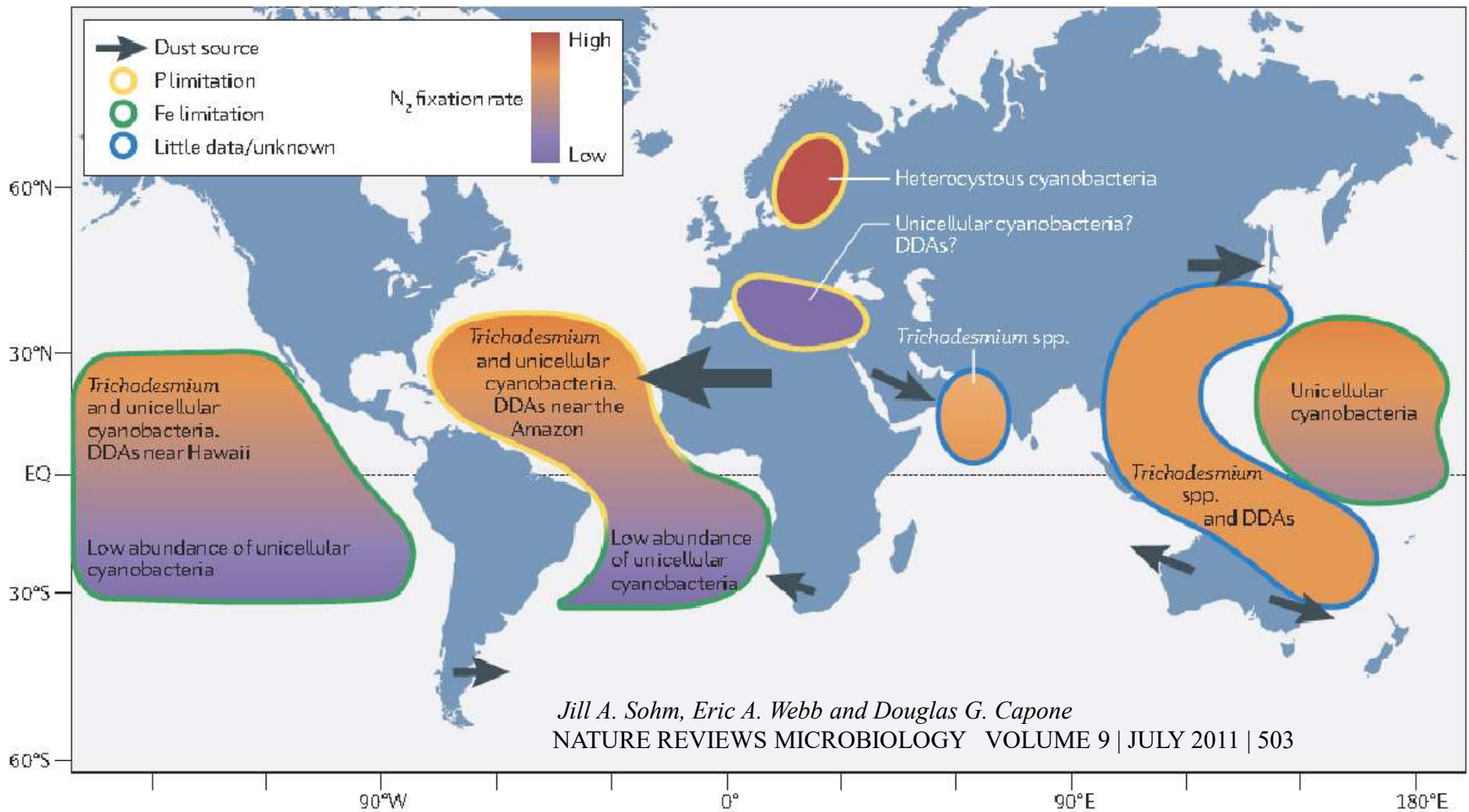
10 microns



Trichodesmium sp.
Wolnożyjąca
sinica morska



WIAZANIE AZOTU PRZEZ MIKROORGANIZMY (*Trichodesmium* sp. i in.) W OCEANACH



Jill A. Sohm, Eric A. Webb and Douglas G. Capone
NATURE REVIEWS MICROBIOLOGY VOLUME 9 | JULY 2011 | 503

WIĄZANIE AZOTU PRZEZ SYMBIONTY

ROŚLINA W SYMBIOZIE	kg N × ha ⁻¹ × rok ⁻¹
Lucerna	138-224
Groch	169-189
Inne motylkowe	14-189
Olcha (symbiont: <i>Frankia</i>)	140-209
Kazuaryna [Senegal]	52
Inne drzewa	0.3-3
Rokitnik [wydmy]	2-58
<i>Azolla</i> (symb.: <i>Anabaena</i>) [pola ryżowe]	83-125
<i>Dryas drummondi</i> [tundra]	12
Sinica wolna <i>Trichodesmium</i> [oceany, Σ]	60-80 Tg N/rok

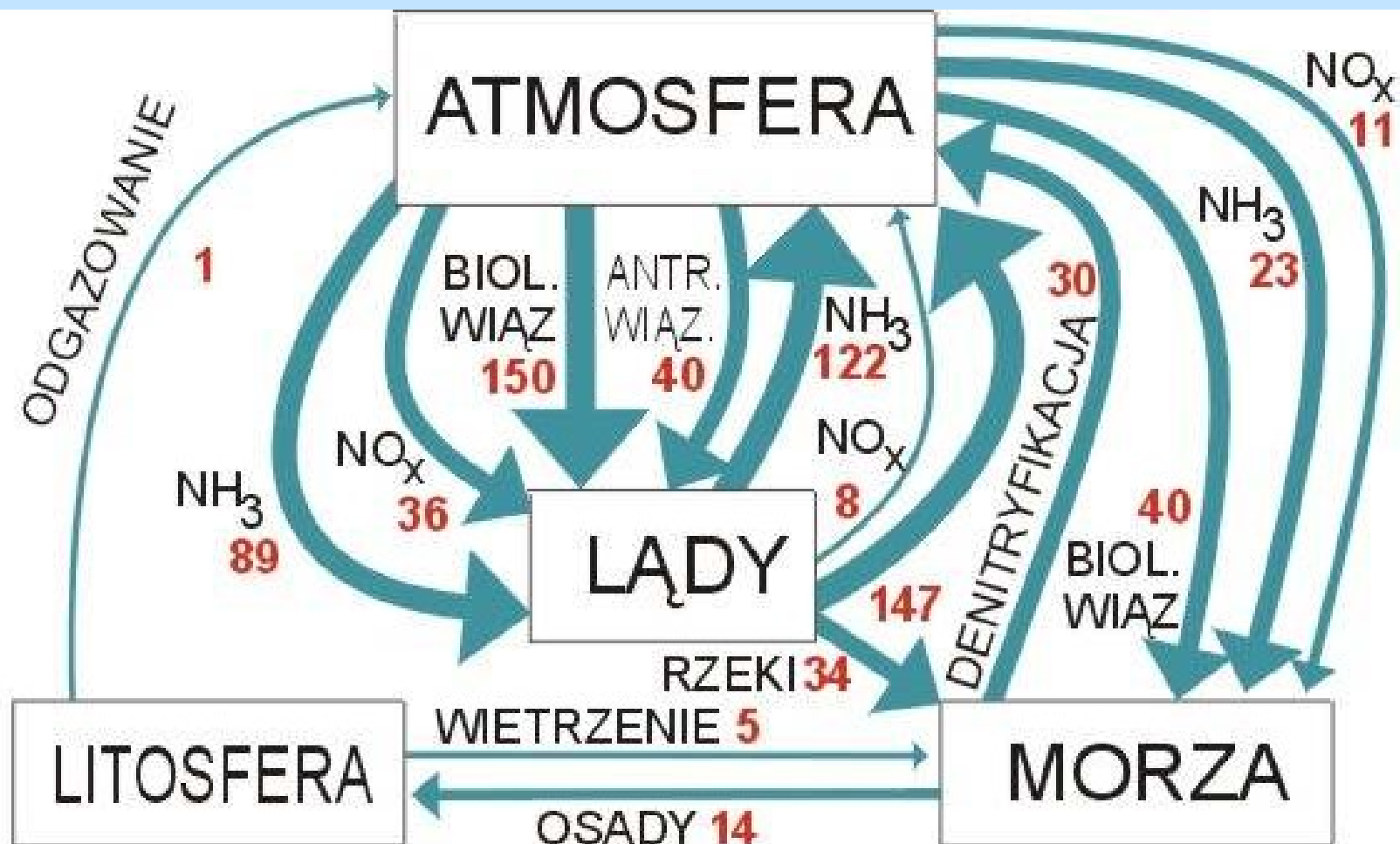
WIĄZANIE AZOTU ATMOSFERYCZNEGO W BIOSFERZE

mln t/rok

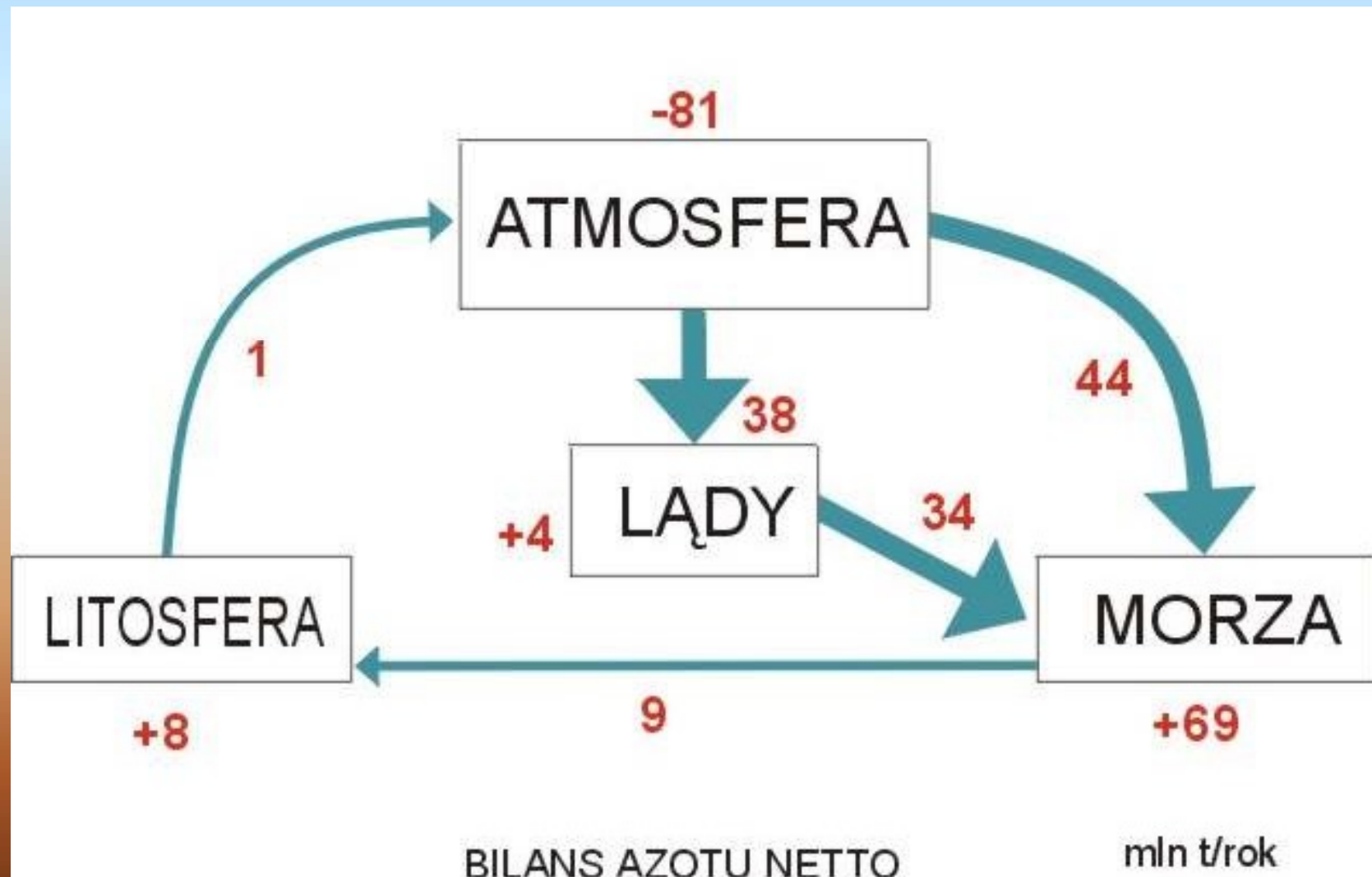
PRZEMYSŁ, NAWOZY	50-57
SPALANIE	20
WYŁADOWANIA ATMOSFERYCZNE	10
RAZEM NIE-BIOLOGICZNE	80-87
NATURALNE PROCESY NA UPRAWACH	89
LASY I TERENY NIELEŚNE	50-60
MORZA I OCEANY	36
RAZEM BIOLOGICZNE	175-185
RAZEM	255-272

BILANS AZOTU

mln t/rok

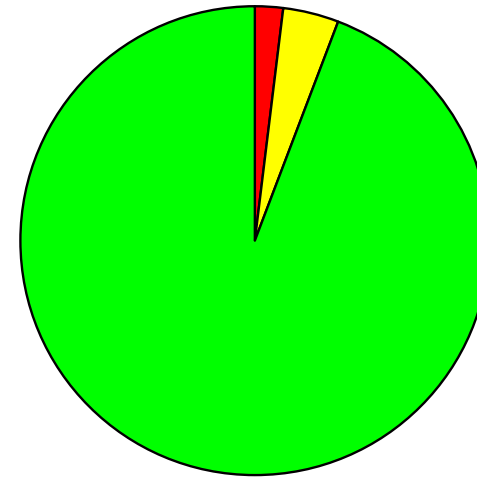
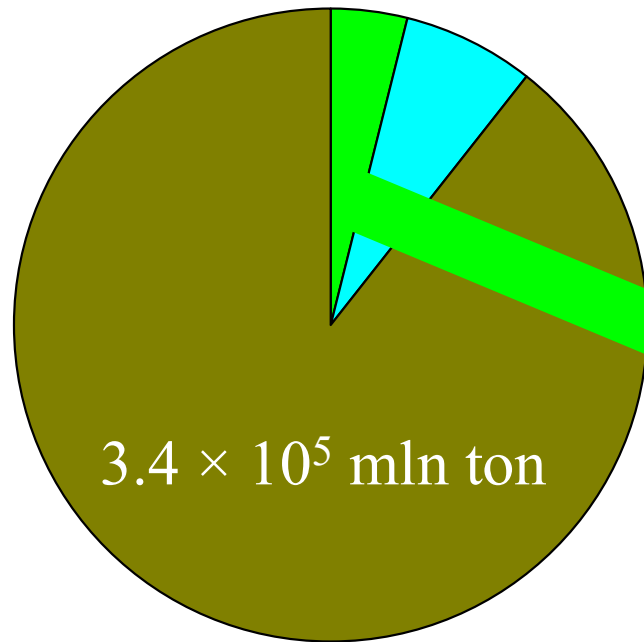


SUMARYCZNY BILANS AZOTU



Gdzie jest azot biosfery?

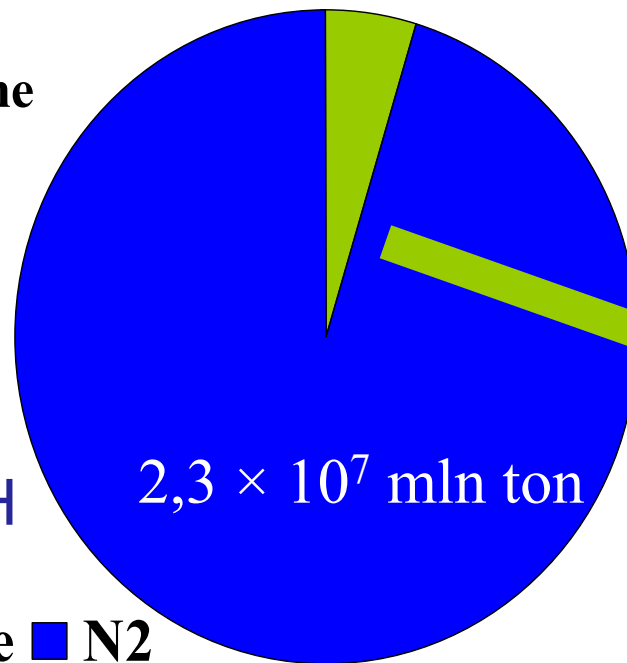
PODZIAŁ PULI AZOTU NA LĄDACH



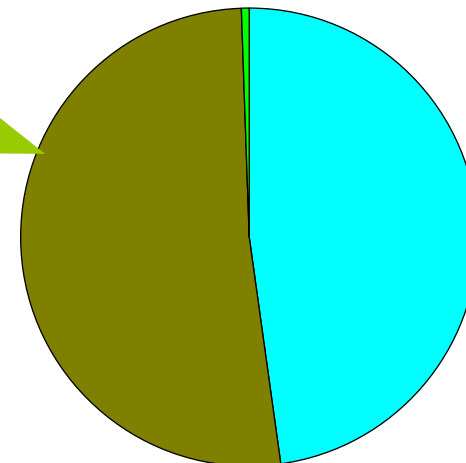
- Zwierzęta
- Mikroby
- Rośliny

- Biomasa
- Nieorganiczne
- Organiczne

W MORZACH

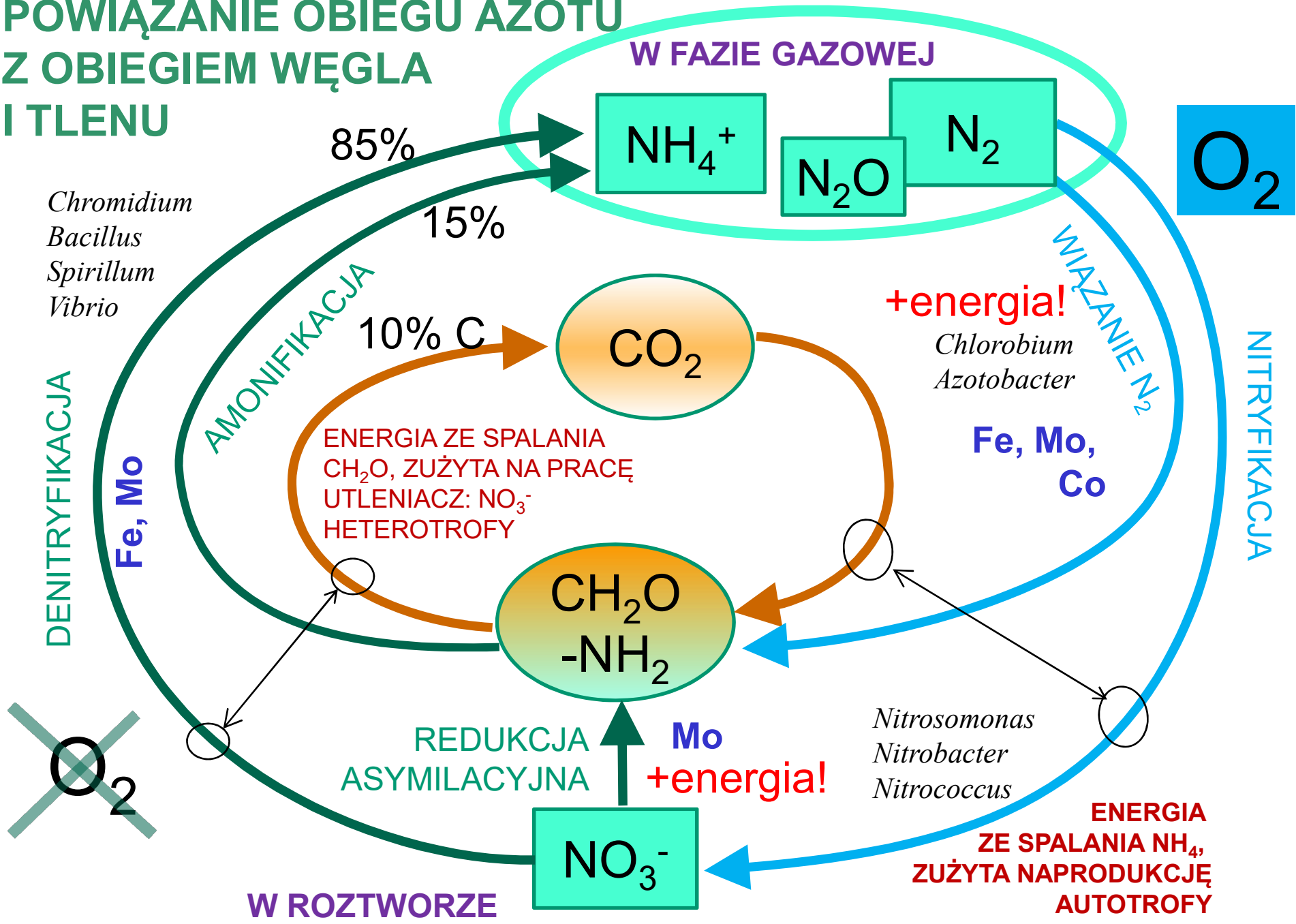


- Inne
- N₂

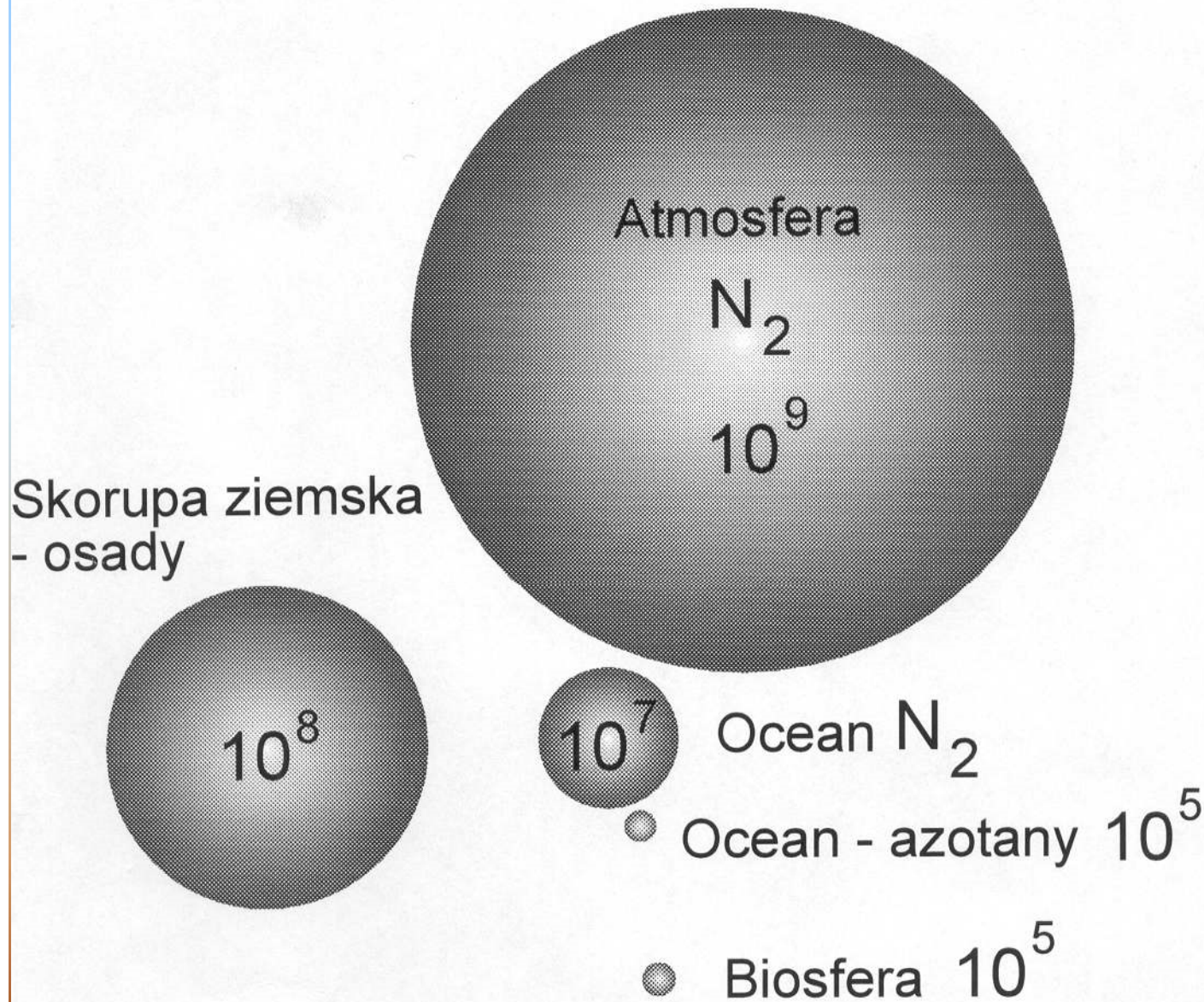


- Nieorganiczna
- Organiczna
- Biomasa 0,1

POWIĄZANIE OBIEGU AZOTU Z OBIEGIEM WĘGLA I TLENU



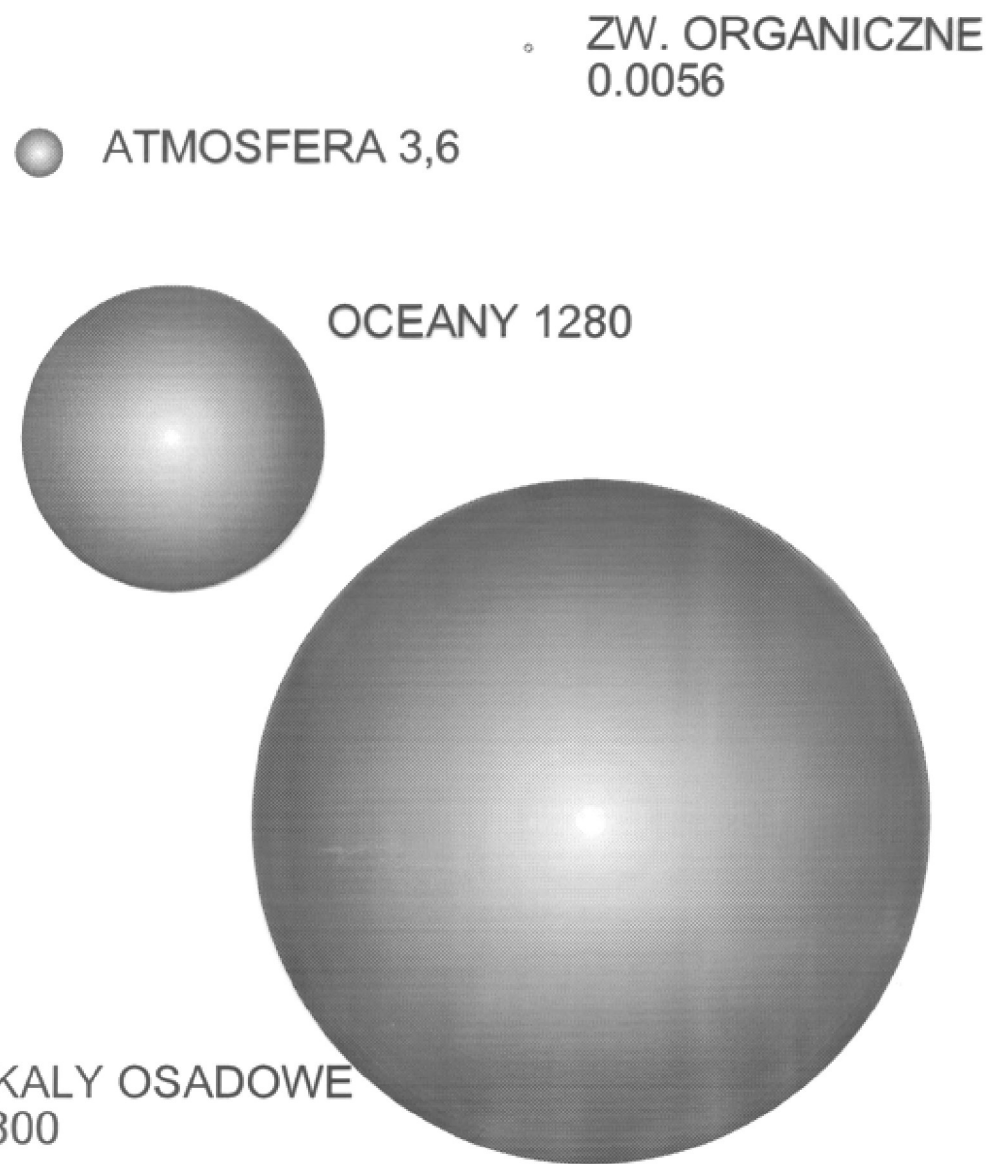
AZOT



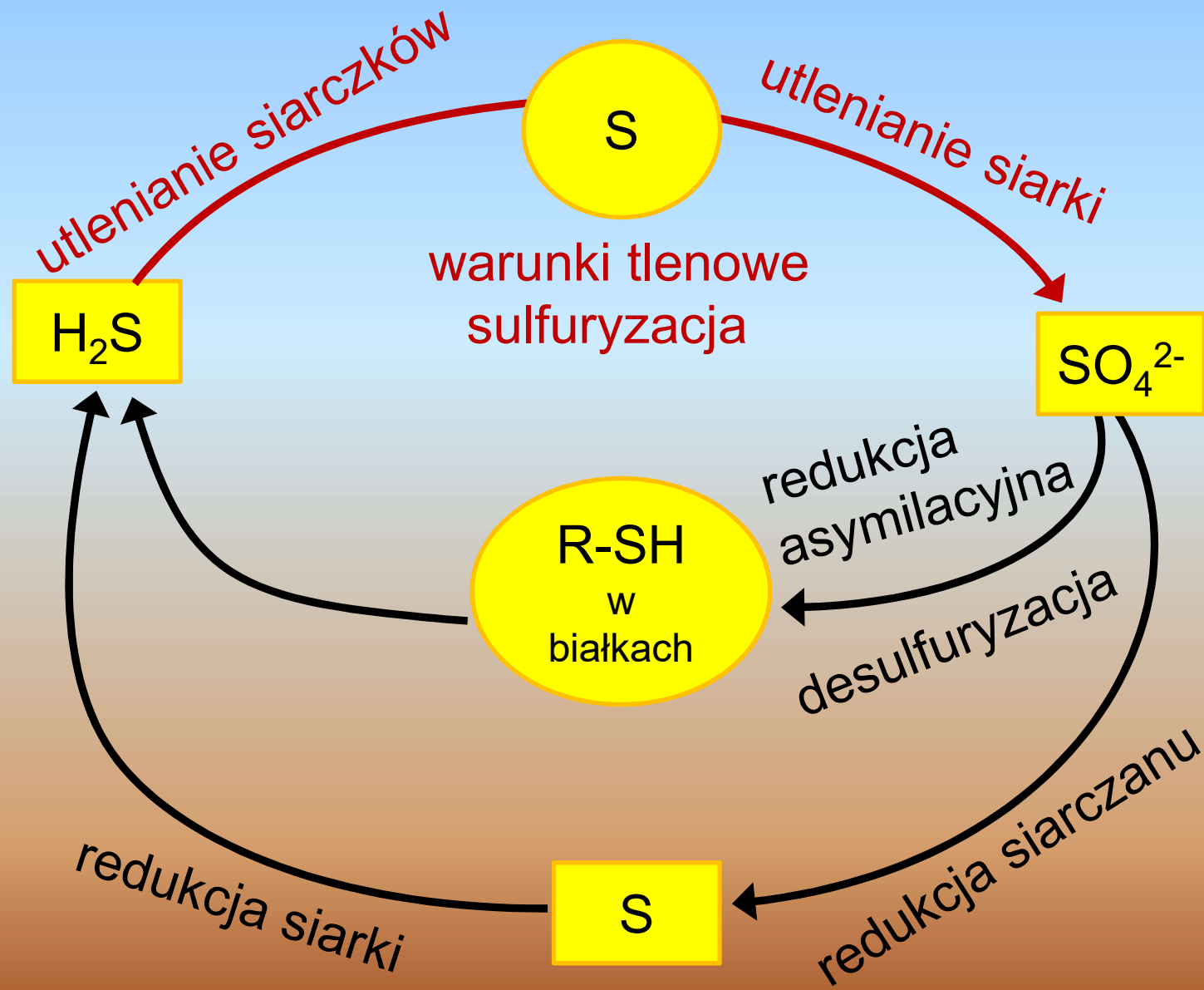
Pule azotu (Tg = mln t)

PULE SIARKI W BIOSFERZE

mln t

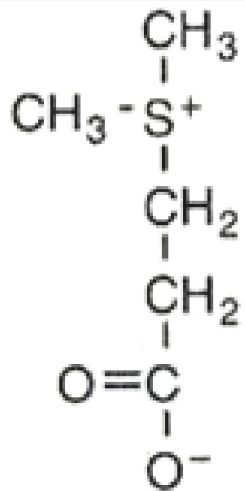
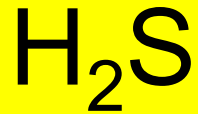


SIARKA

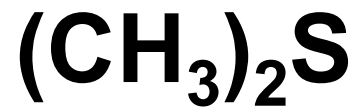


Cykl redoks siarki

LOTNE ZWIĄZKI SIARKI W ATMOSFERZE



Dimethylsulfonium
propionate (DMSP)



Siarczek
dwumetylu
(DMS)

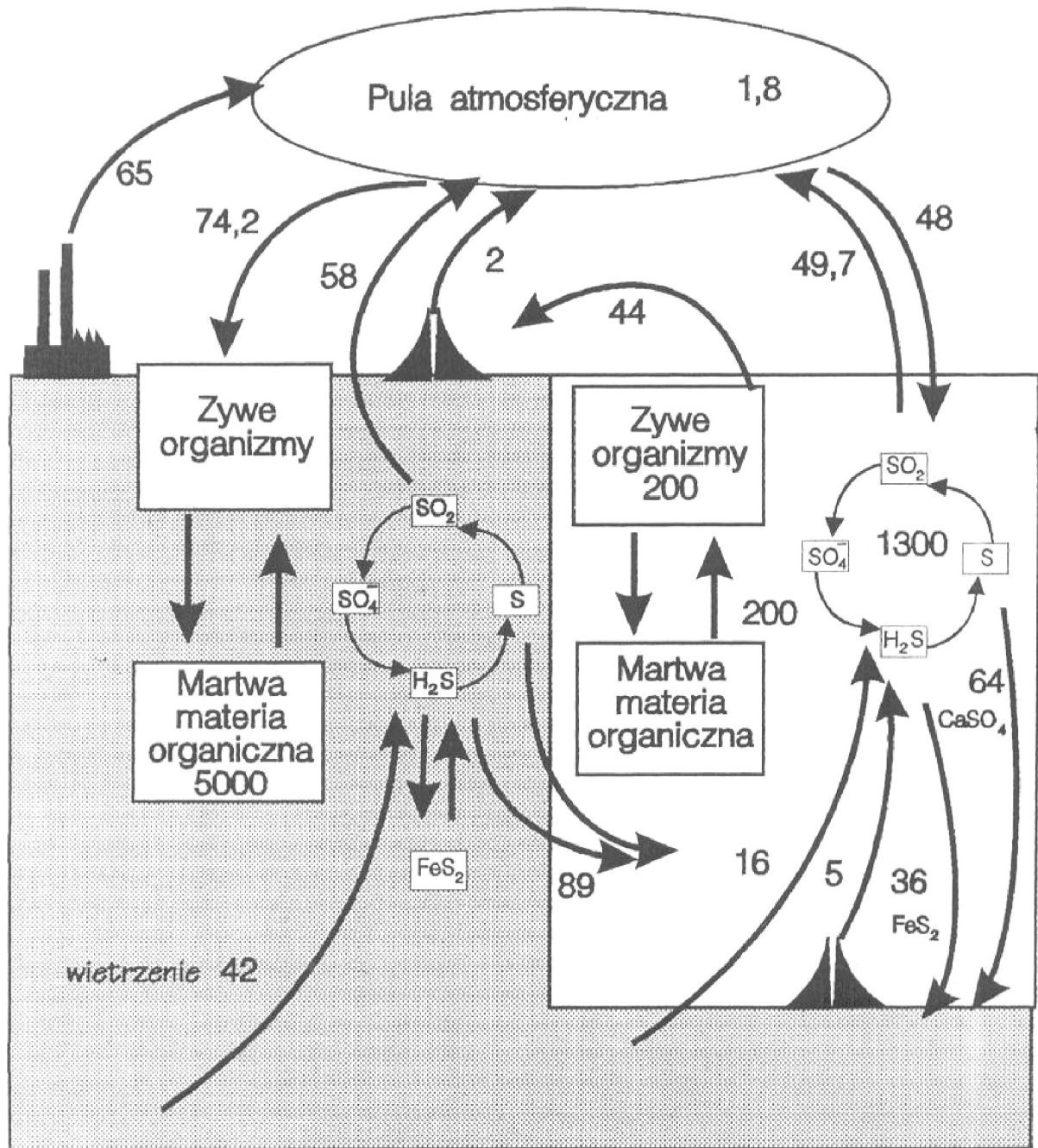


Siarczek
karbonylu
najbardziej
rozpowszechniony
lotny związek siarki
w atmosferze

Tabela 8.5. Ocenione tempo wydzielania lotnych związków siarki z różnych źródeł naturalnych do atmosfery (Wg. Kelleya i, Smitha, 1990, ze Schlesingera, 1991)

mln ton/rok

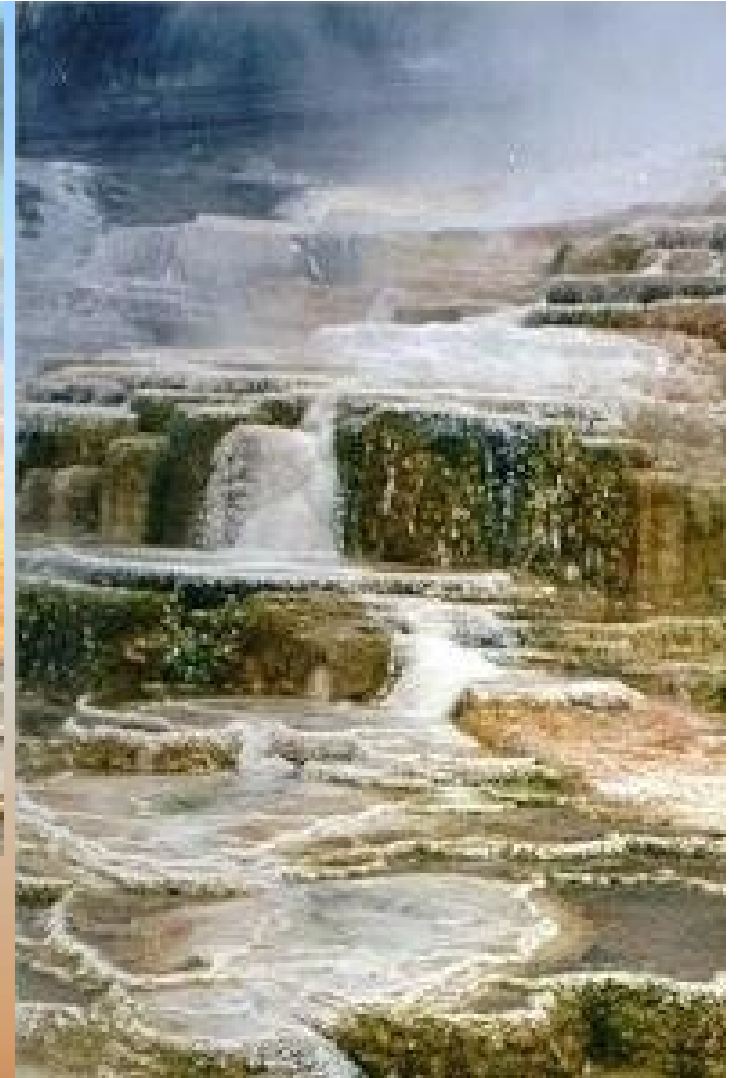
Źródło	Wydzielane lotne związki siarki (10^{12} g S/rok)						Razem
	SO ₂	H ₂ S	(CH ₃) ₂ S	DMDS i inne	CS ₂	COS	
Ocean		0-15	38-40	0-1	0,3	0,4	38,7-56,7
Słone błota		0,8-0,9	0,58	0,13	0,07	0,12	1,7-1,8
Bagna		11,7	0,84	0,2	2,8	1,85	17,4
Gleba i rośliny		3-41	0,2-4,0	1	0,6-1,5	0,2-1,0	5,0-48,5
Spalanie biomasy	7	0-1		0-1		0,11	7,1-9,1
Wulkany i fumarole	8	:		0-0,02	0,01	0,01	9,0
Razem	15	16,5- 70,6	39,6-45,4	1,3-3,4	3,8-4,7	2,7-3,5	78,9-142,6



Obieg siarki w biosferze

mln t,
mln t/rok

Roczny przepływ rzędu 10⁸ t (podobny jak N)

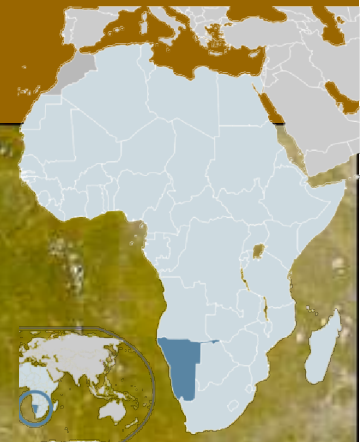


Termofile, chemoautotrofy

Sulfolobus (Archaea), *Thiobacillus thiooxidans*

Thiobacillus denitrificans - utlenia siarkowodór redukując azot

CHMURY SIARKOWODORU WYDZIELANEGO PRZEZ GŁĘBINOWE BAKTERIE ANAEROBOWE (24.04.2002, PÓŁNOCNA NAMIBIA)



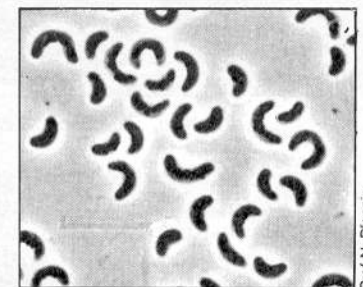
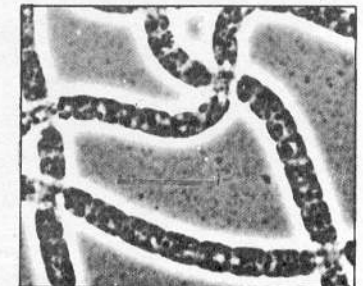
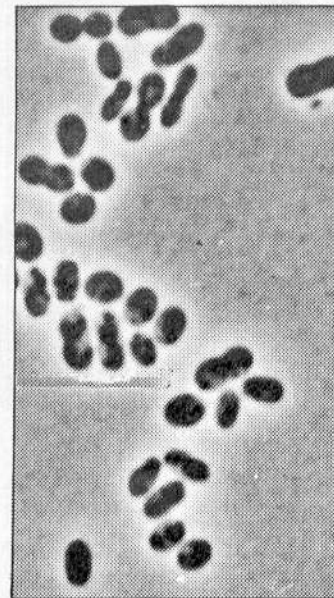
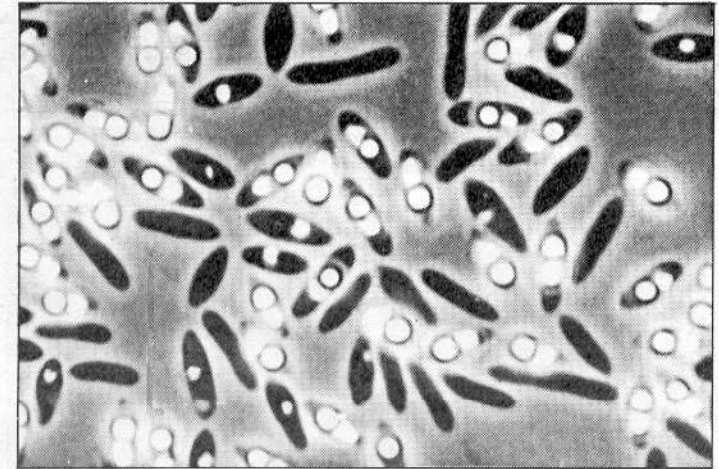
NASA/
MODIS

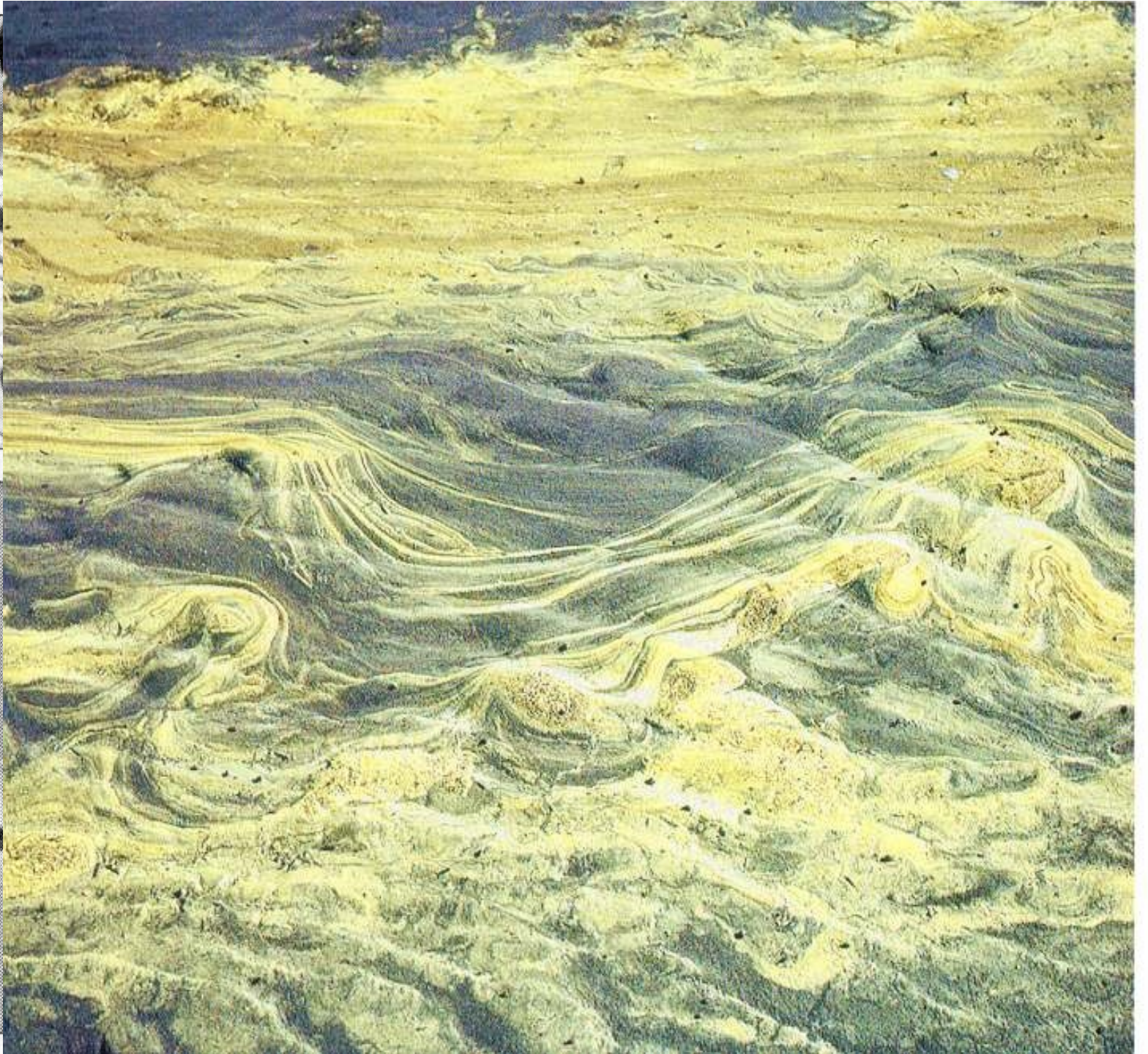
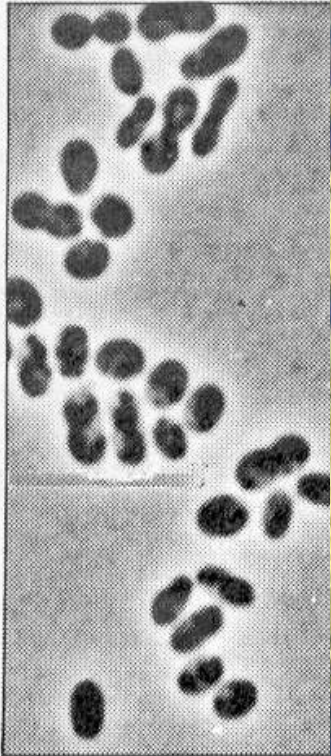


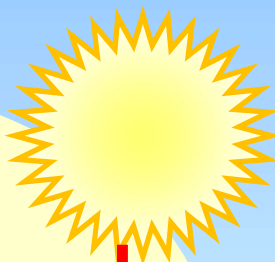
Mikroorganizmy redukujące siarkę (desulfuryzacja)

różne bakterie

Archaeoglobus (Archaea)
termofil

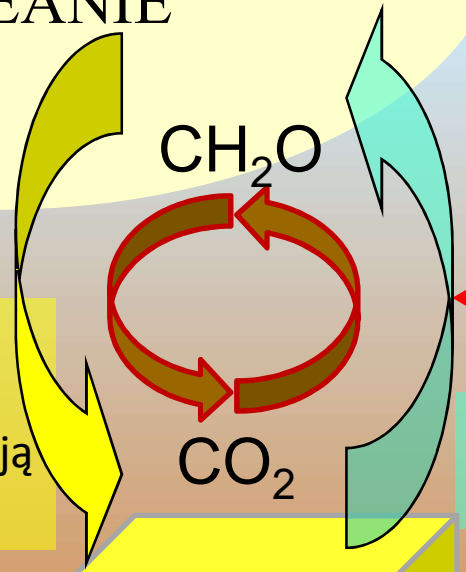






SIARCZAN
ROZPUSZCZONY
W OCEANIE

Dyskryminacja
izotopów
siarki przez
bakterie
desulfuryzacyjne
wykorzystujące
siarczan jako
utleniacz

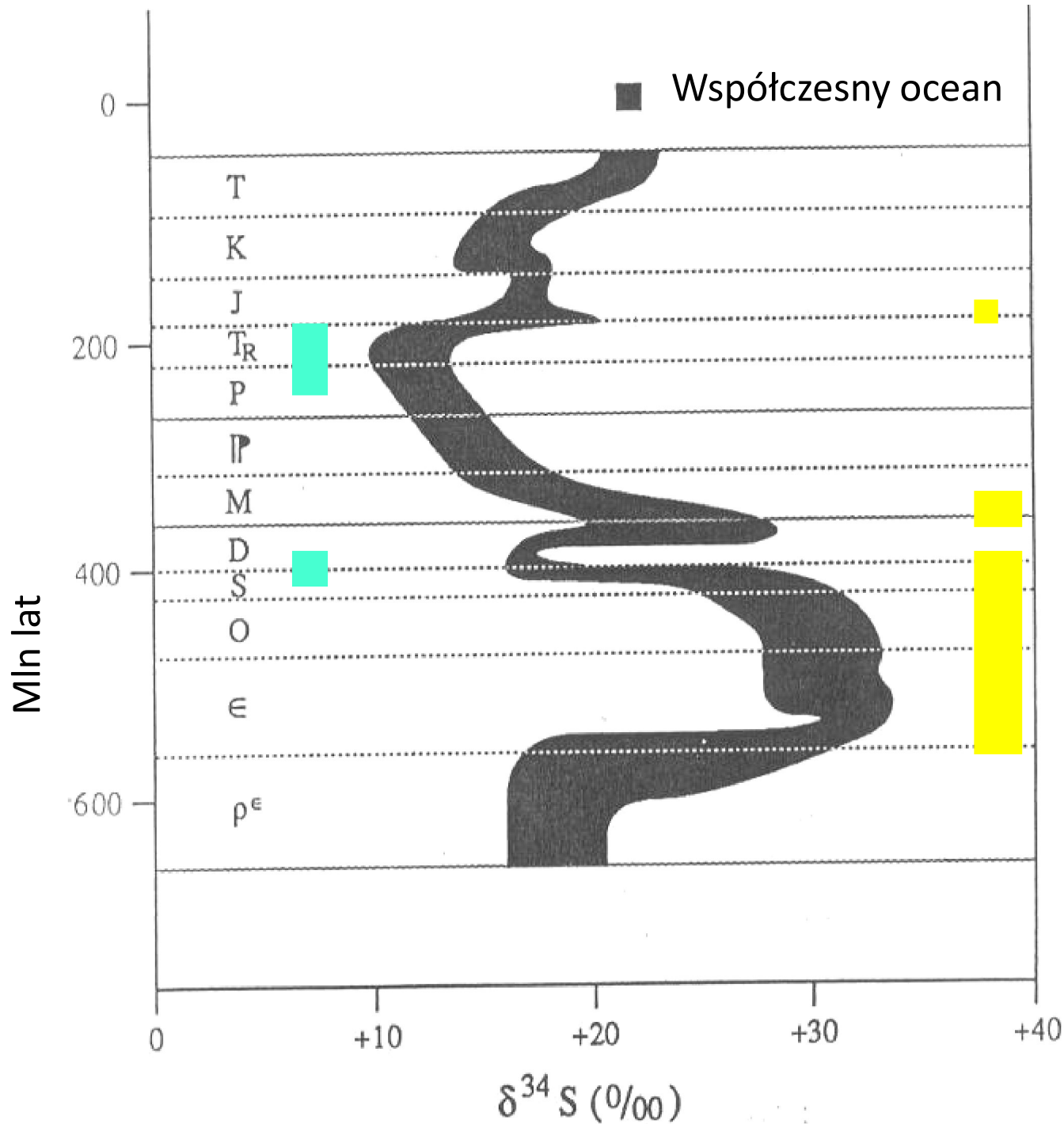


Bakterie
desulfur.
dyskryminują
 ^{34}S

Fotoautotrofy
siarkowe

SIARCZAN
OSAD
(gips)
 $\delta^{34}\text{S}=+17$

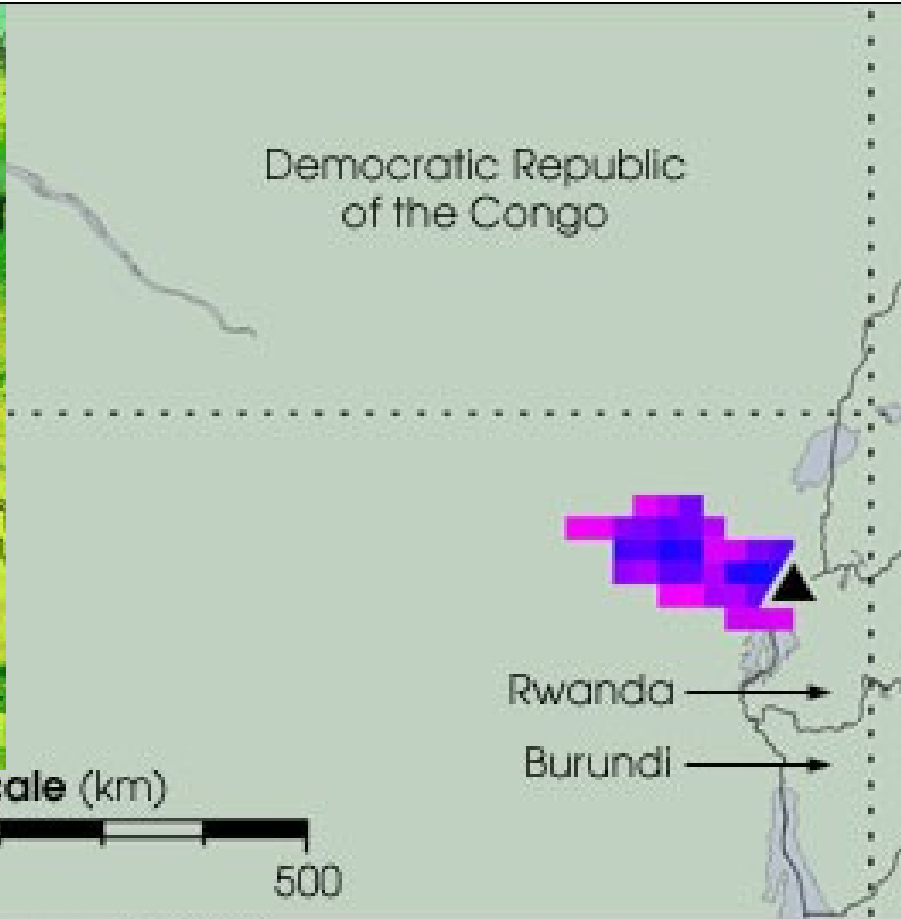
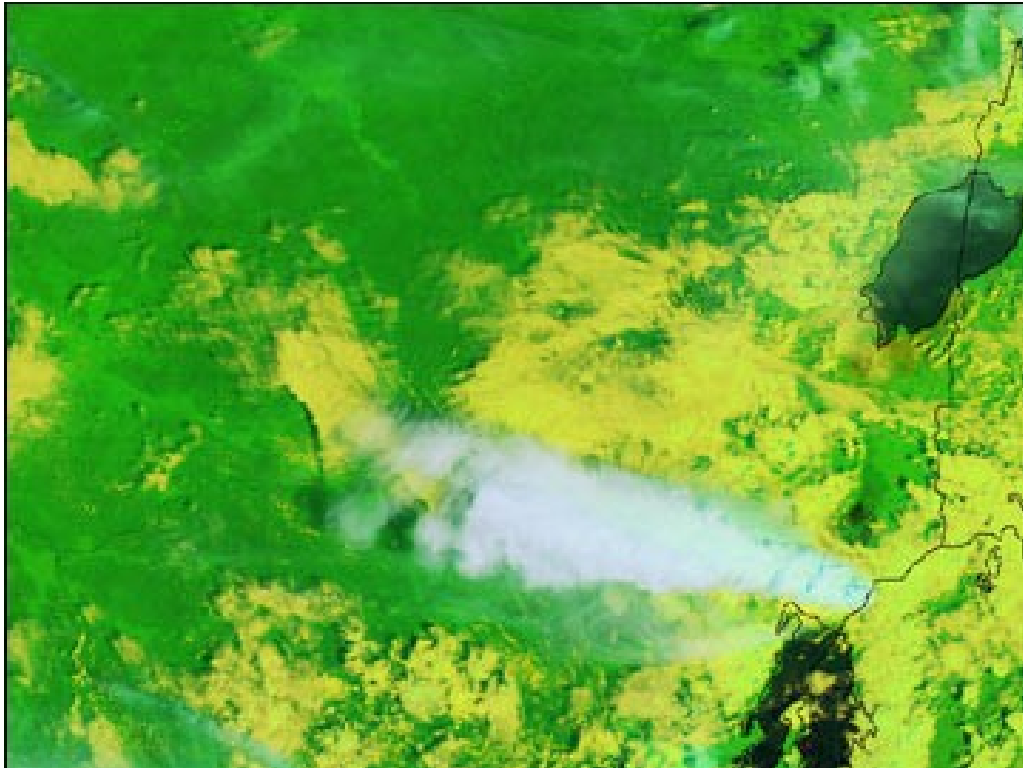
SIARCZEK
OSAD
(piryt)
 $\delta^{34}\text{S}= -18$



Sygnal izotopowy siarki w osadach morskich (siarczany) fanerozoiku

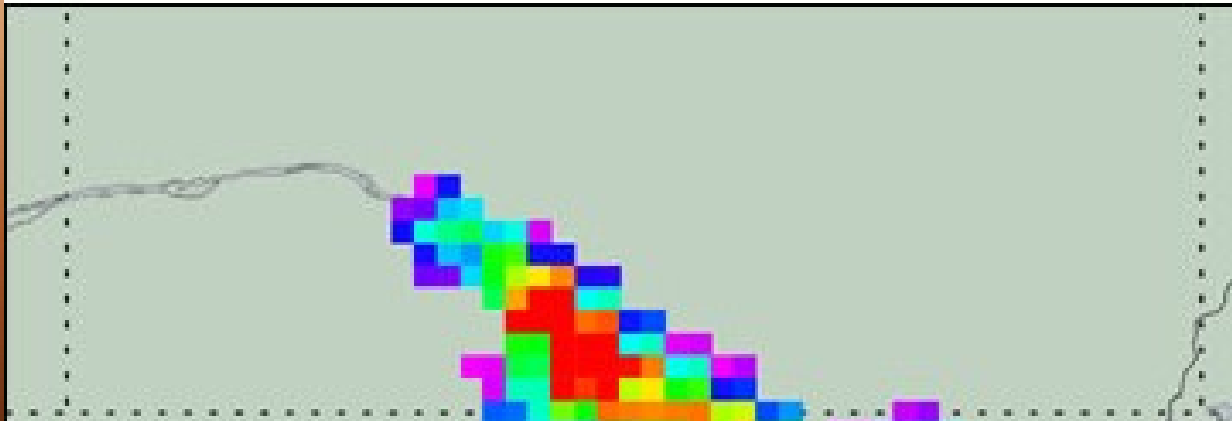
wysoka aktywność morskich beztlenowców

wysoka aktywność fotoautotrofów



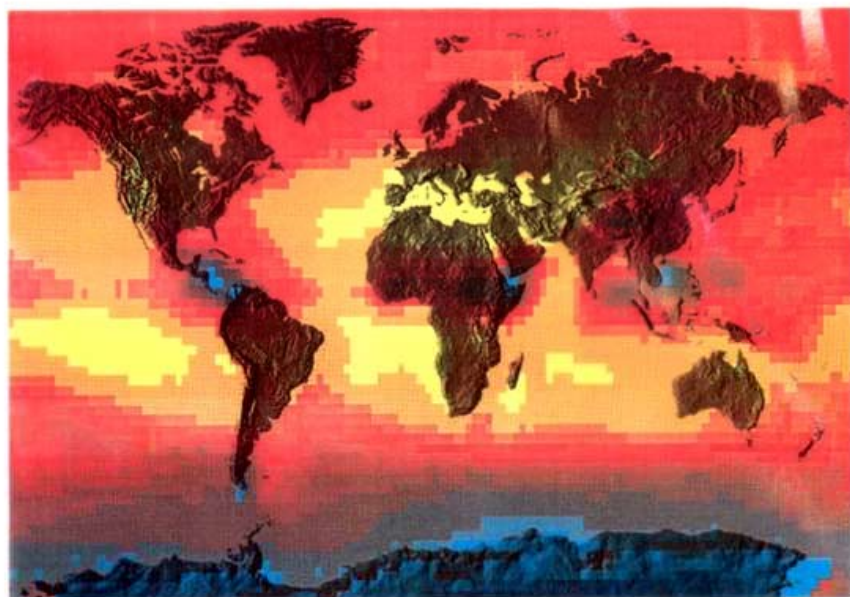
Nyiragongo—January 17, 2002

**WYBUCH
WULKANU
NYIRAGONGO**



WPŁYW AEROZOLU SIARCZANOWEGO NA LOKALNE ZMIANY TEMPERATURY

SPOWODOWANE EFEKTEM CIEPLARNIANYM



ZJAWISKO WYMUSZANIA KLIMATYCZNEGO spowodowane działalnością człowieka jest widoczne przy obliczeniach globalnego przychodu ciepła w ciągu lata na półkuli północnej. W lipcu gazy cieplarniane ogrzewają Ziemię o blisko 2.2 W/m^2 (z lewej); efekt cieplarniany jest wyraźniejszy nad ciepłymi obszarami tropikalnymi. Natomiast gdy uwzględnimy ochładzanie przez aerozole siarczanowe, wymuszenie zmniejsza się do około 1.7 W/m^2 (z prawej). W rzeczywistości ochładzanie dominuje nad obszarami przemysłowymi półkuli północnej.

(Świat Nauki 4/1994)



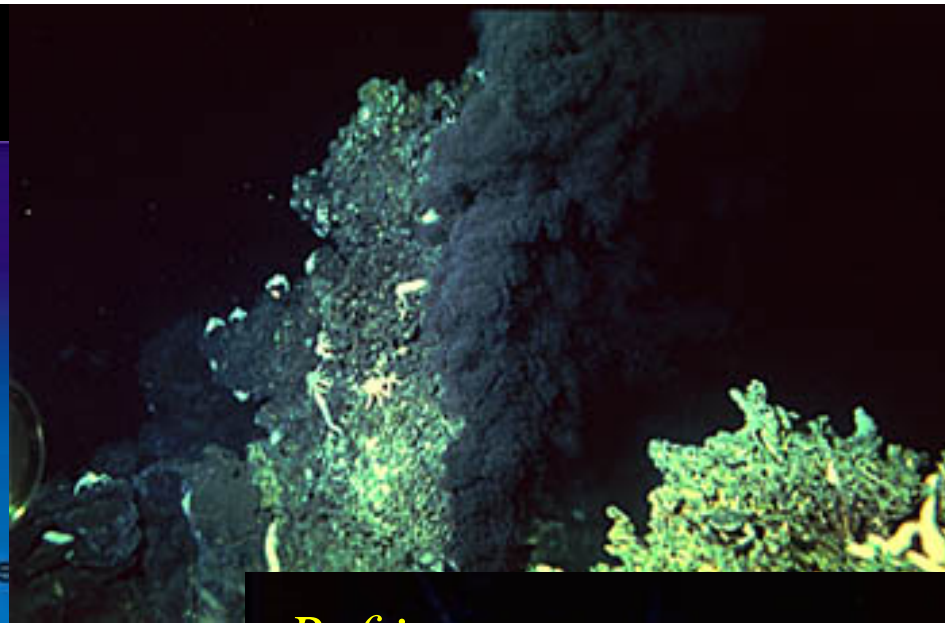
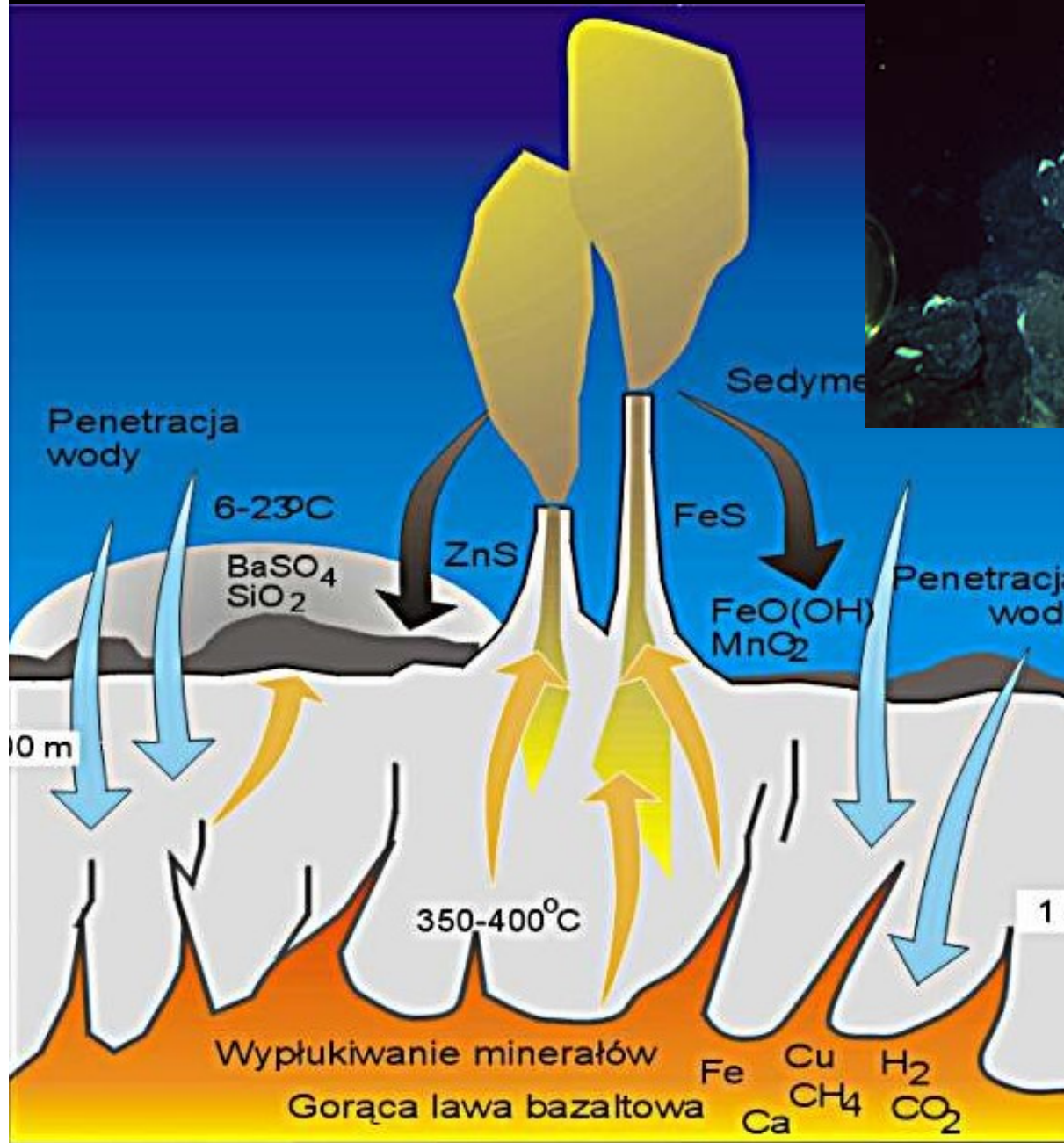
ŚREDNIE NADWYŻKI CIĘPŁA, LIPIEC 1993 (W/m^2)

Efekt cieplarniany (CO_2): 2.1 W/m^2
efekt albedo (SO_2) -0.54 W/m^2
Bilans: $+ 1.8 \text{ W/m}^2$



Pinatubo (1991)
20 mln t SO_2
Globalne ochłodzenie
o $0,6^\circ\text{C}$

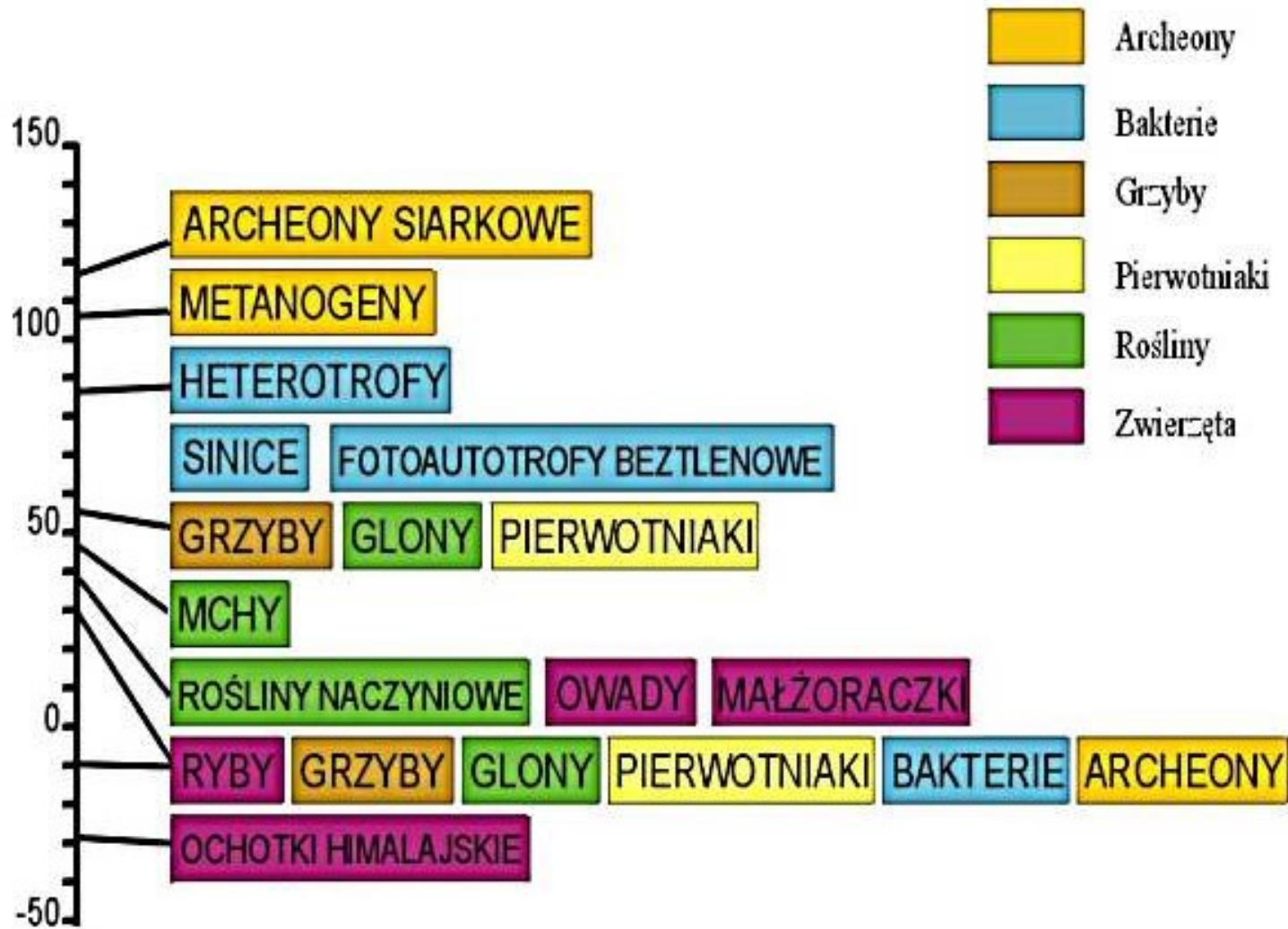
Źródła hydrotermalne



Ryftia sp



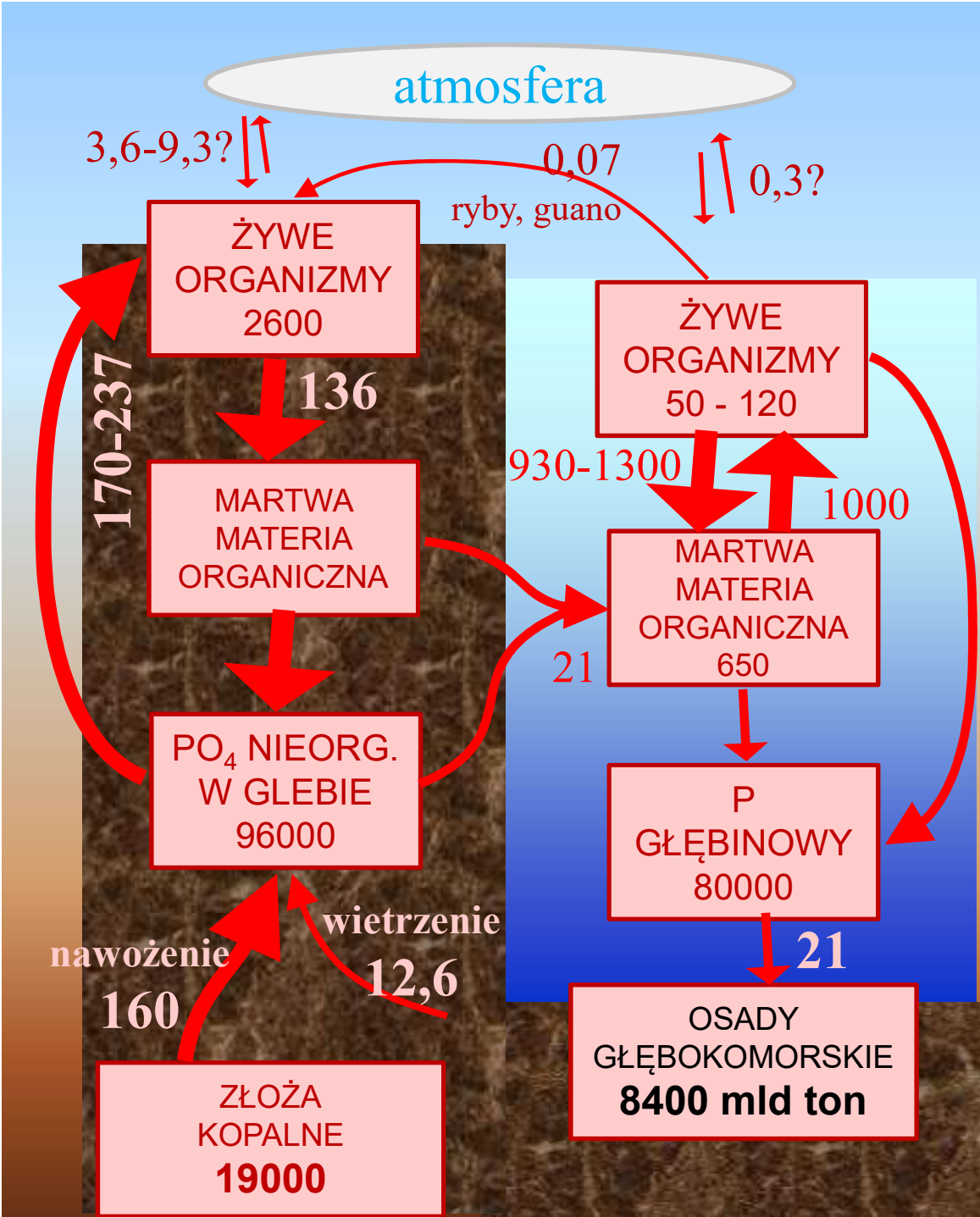
Termiczne granice życia - temperatury minimalne i maksymalne dla niektórych taksonów.



Obieg fosforu

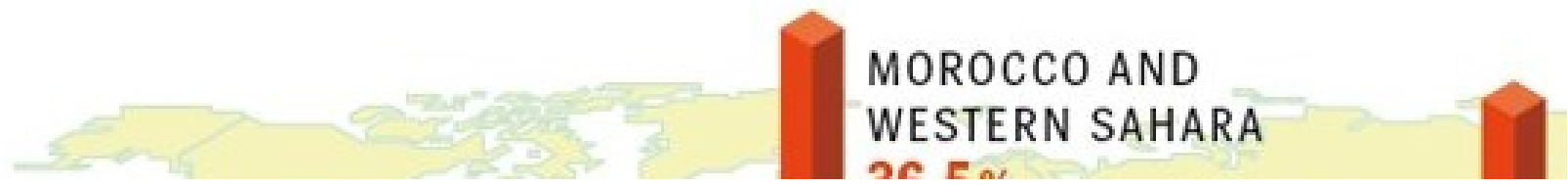
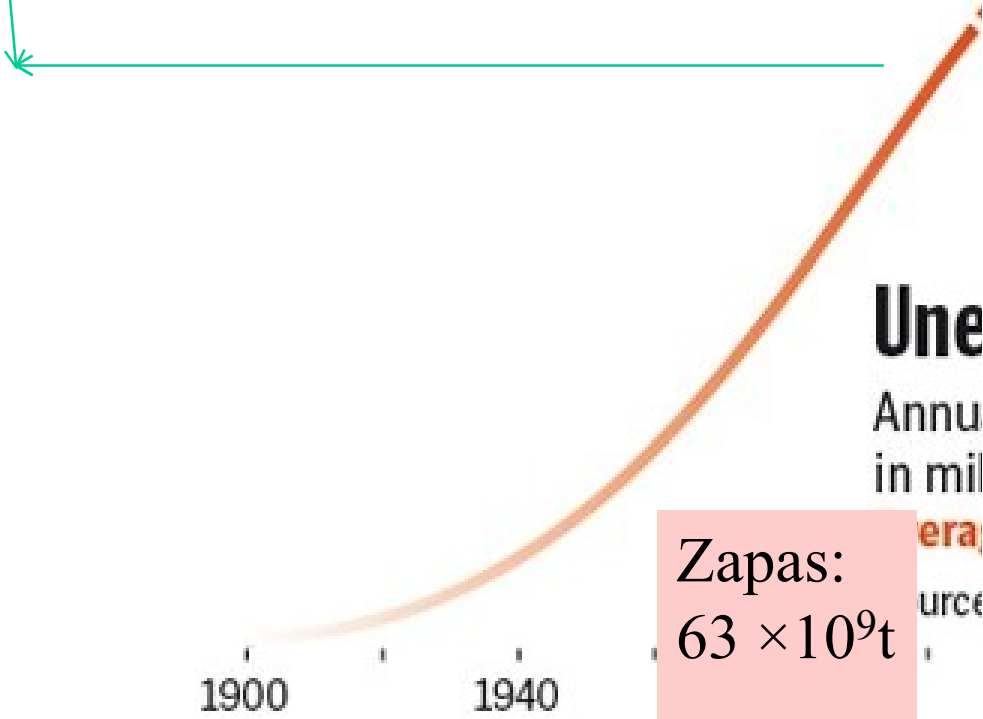
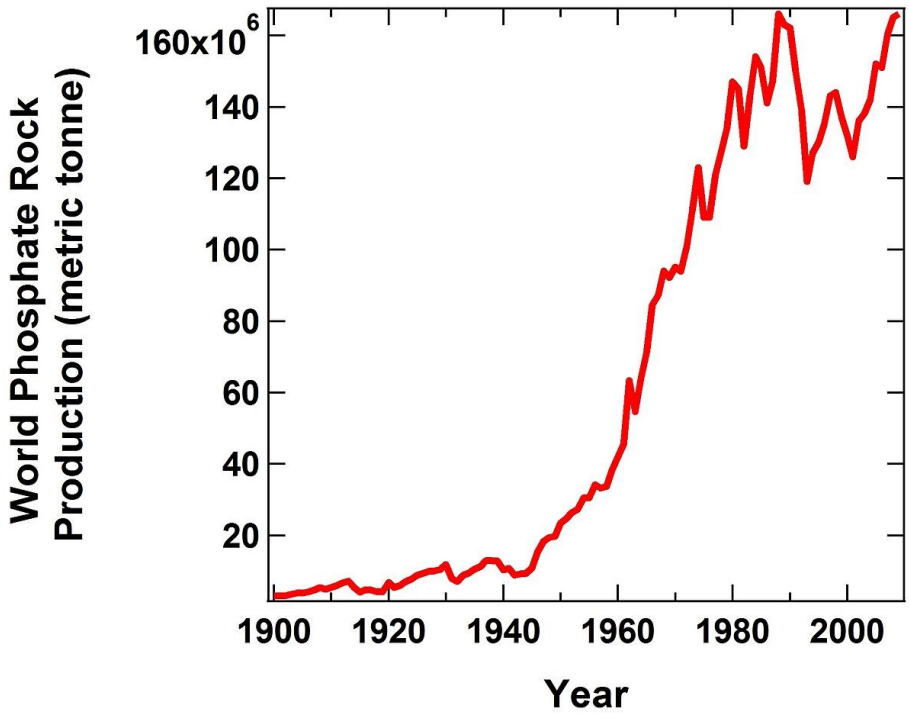
mln t
mln t/rok

Brak fazy gazowej!

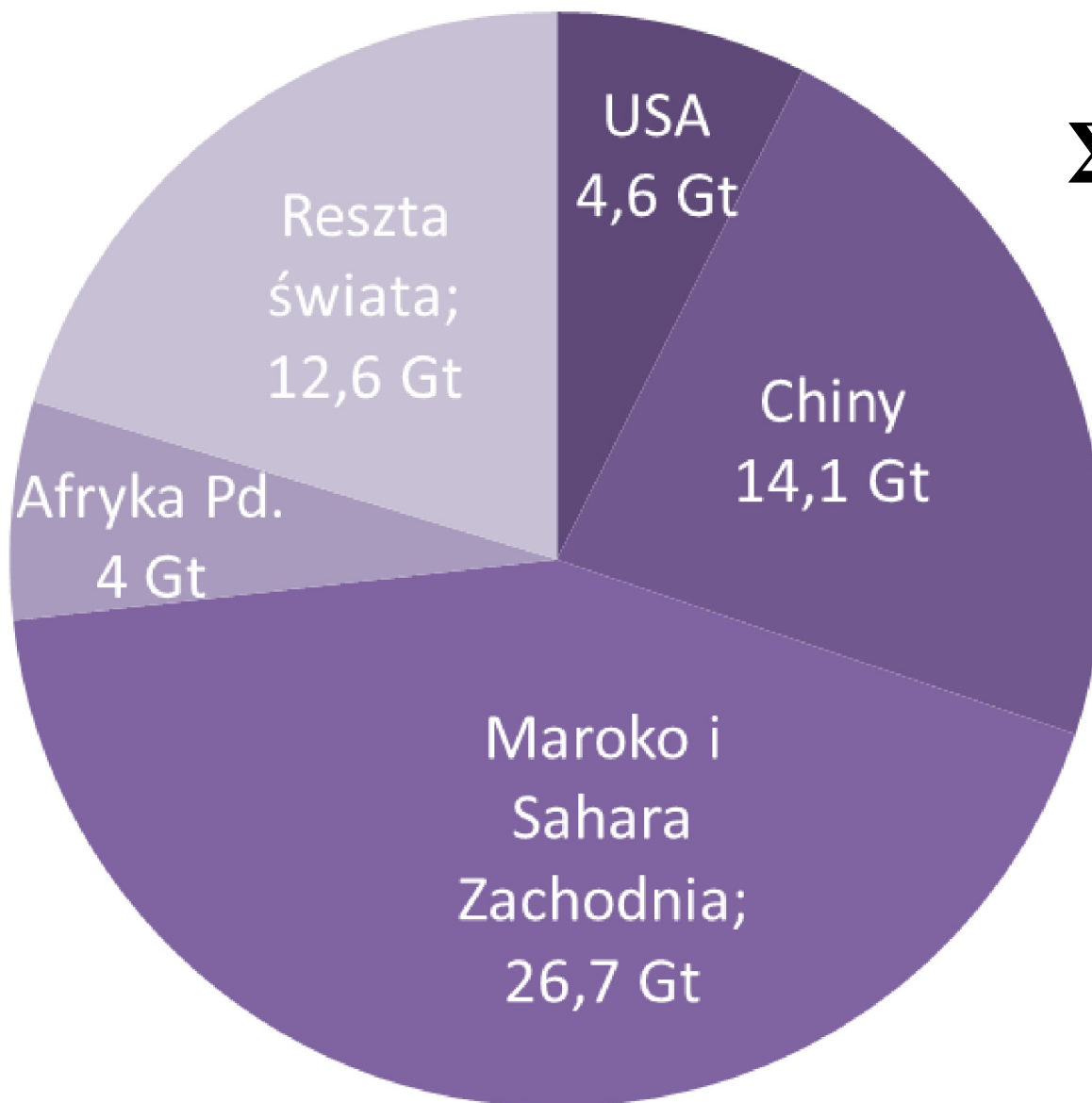


Wg. Pierron 1979
Schlesinger 1991

ŚWIATOWE ZŁOŻA FOSFORU ZOSTANĄ WKRÓTCE WYCZERPANE

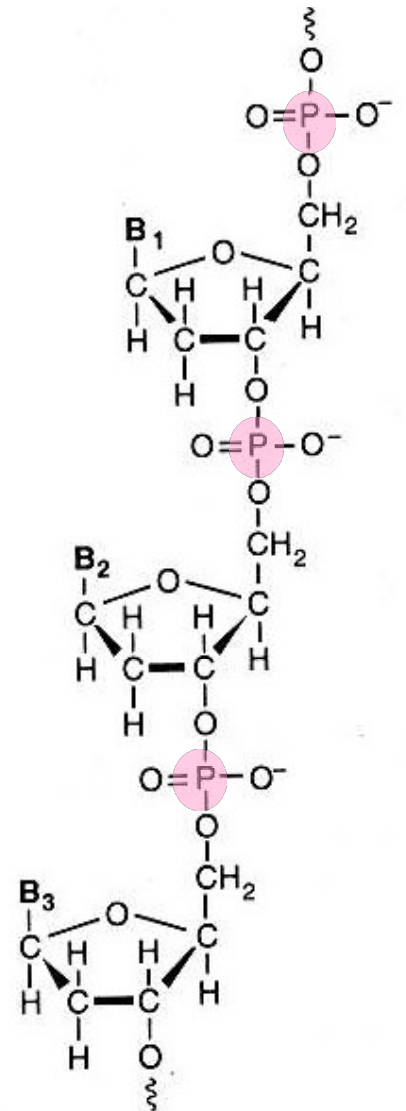
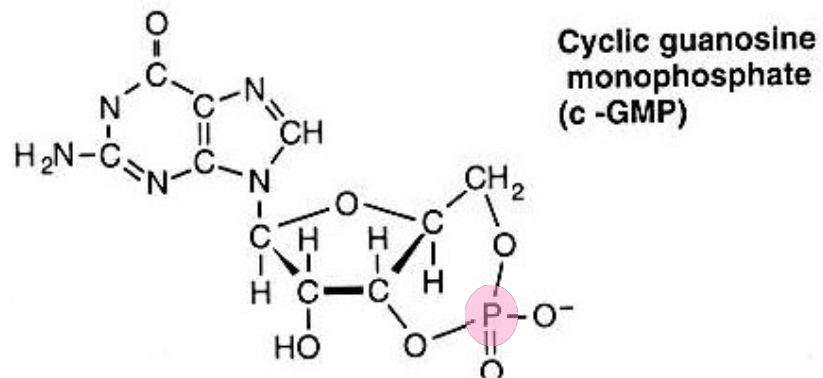
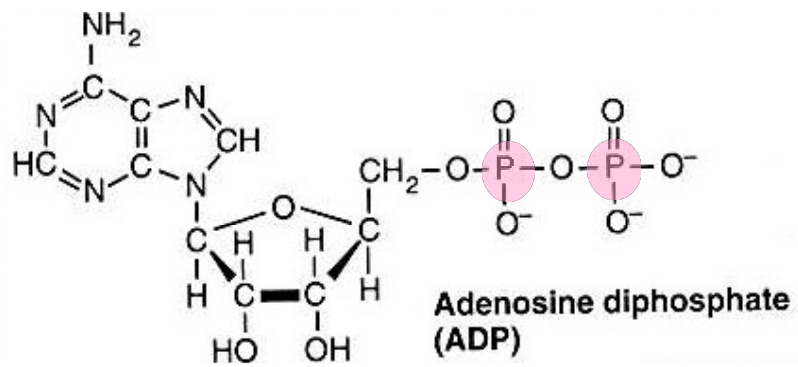
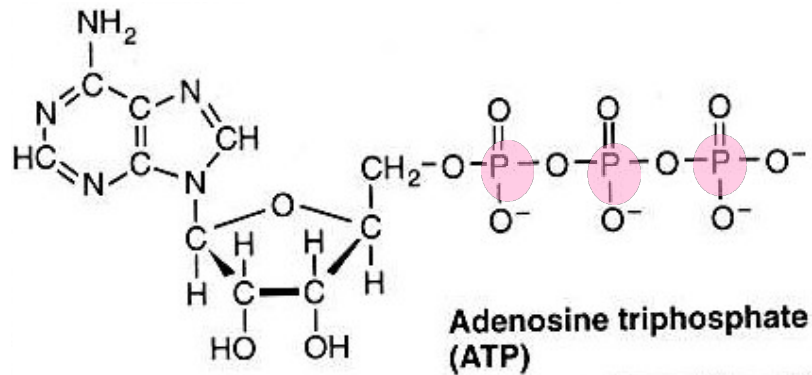


GLOBALNY ZAPAS FOSFATÓW



$$\Sigma = 63 \times 10^9 \text{ t}$$

Nature 461,8
Oct. 2009

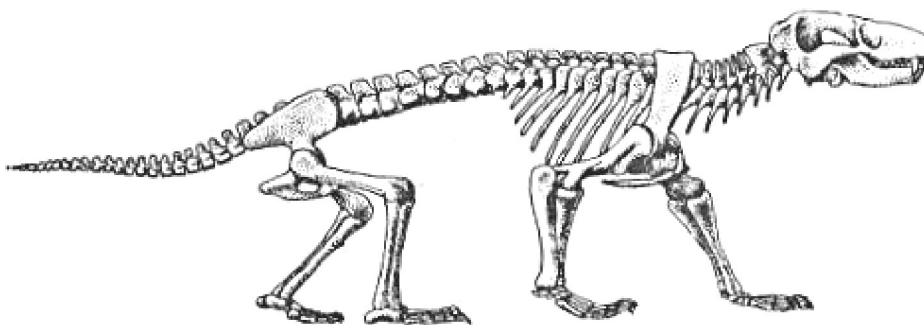


Part of DNA strand showing three bases B₁, B₂, and B₃

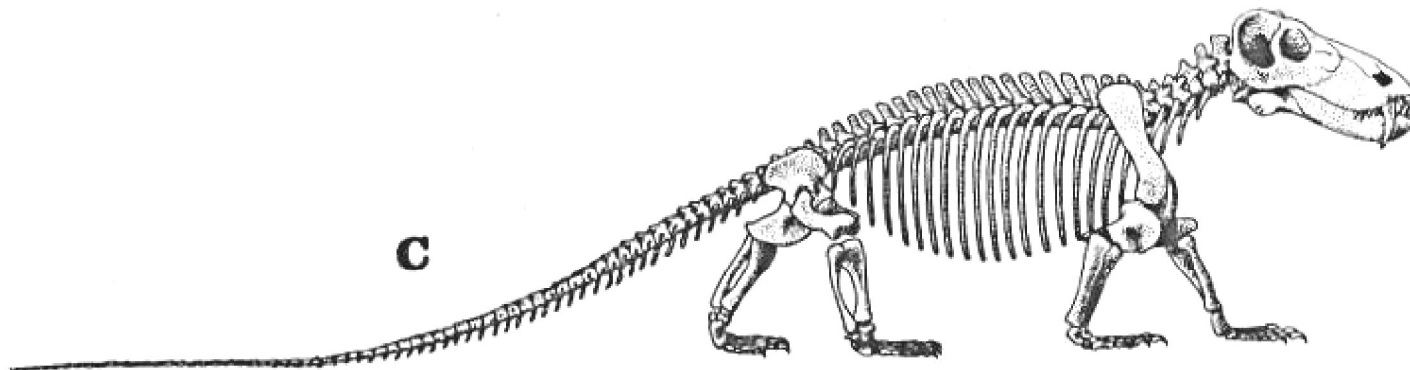
P

P

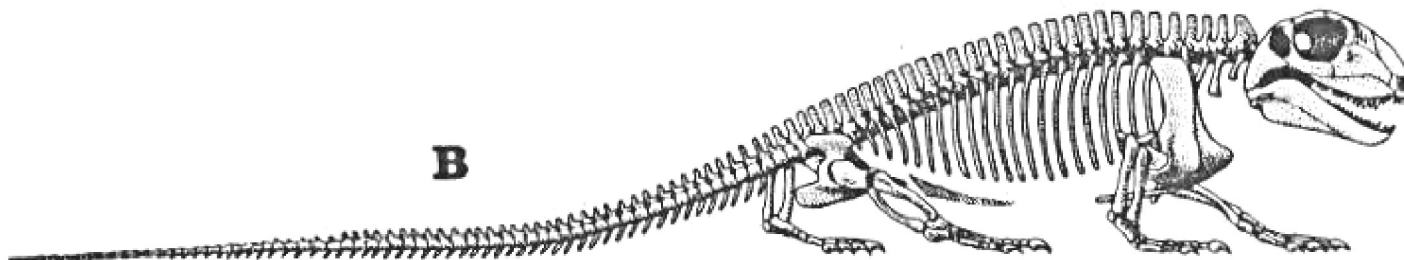
D



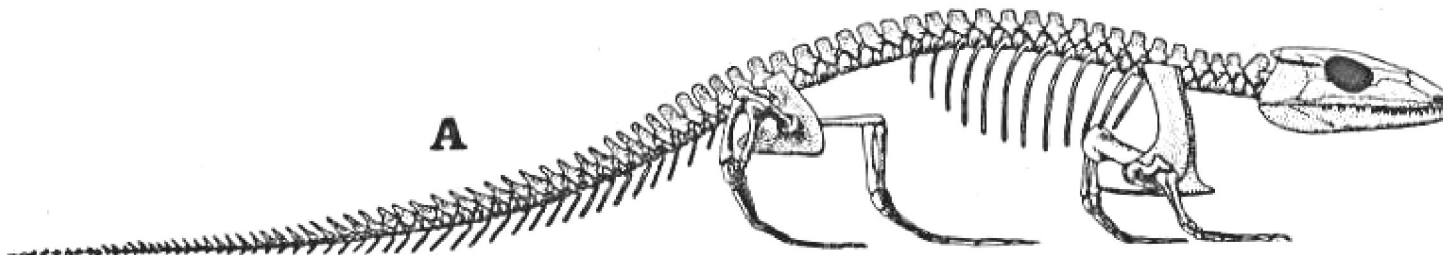
C



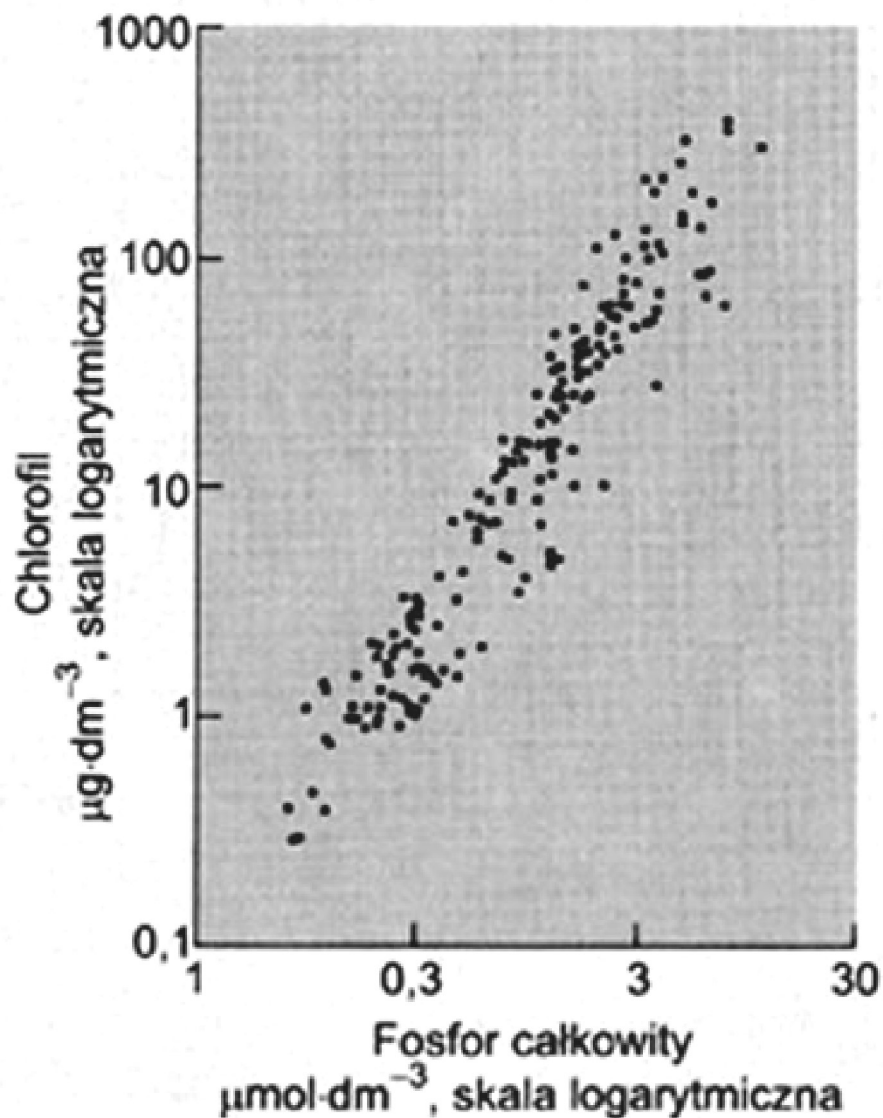
B



A



FOSFOR JAKO CZYNNIK OGRANICZAJĄCY PRODUKCJĘ BIOMASY



Współzależność między letnim poziomem cząsteczek chlorofilu (wskaźnik obfitości fitoplanktonu), a całkowitym stężeniem fosforu w różnych jeziorach.

Skala logarytmiczna.

[Wg Moss, 1988,
z Andrews et al. 1999]

Eksperyment
ze sztucznym
nawożeniem
jeziora fosforem
i azotem

(górną część)

lub samym

azotem

(dolną część).

Widać zakwit
glonów



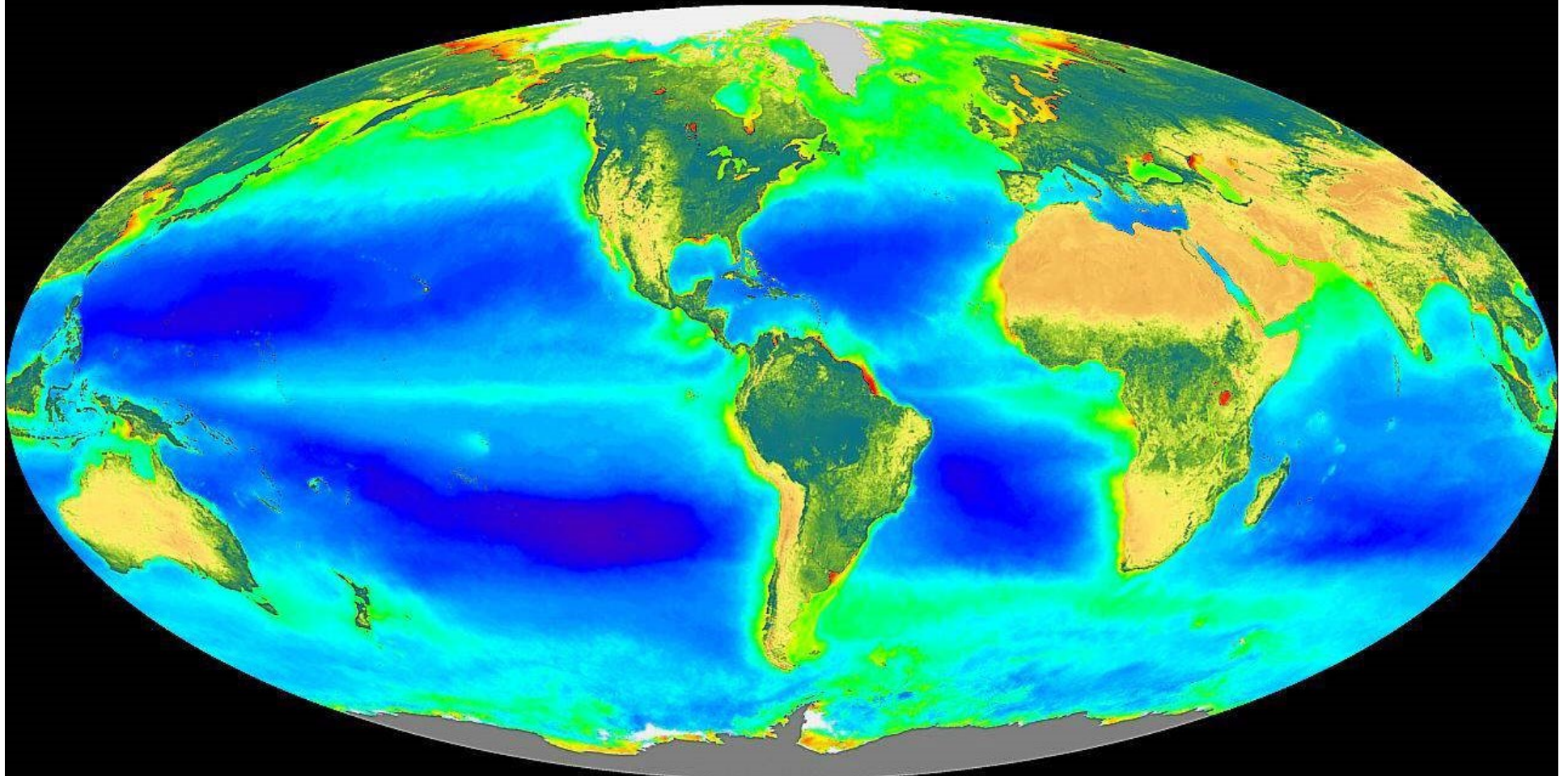




Fe

ŽELAZO

SeaWiFS Global Biosphere September 1997 – August 2000
Three Year Anniversary

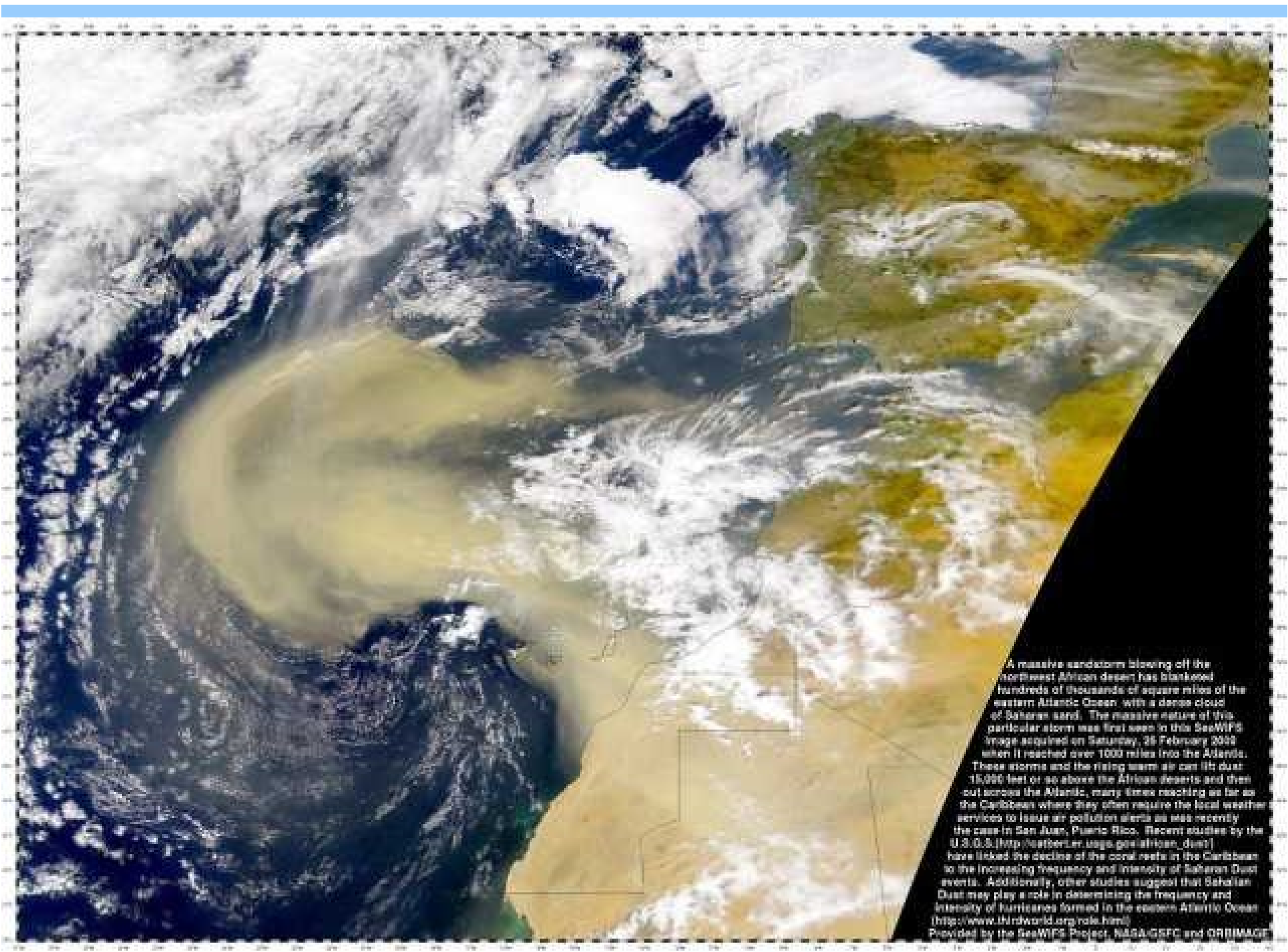


>01 .02 .03 .05 .1 .2 .3 .5 1 2 3 5 10 15 20 30 50
Ocean: Chlorophyll *a* Concentration (mg/m³)

Maximum Minimum
Land: Normalized Difference Land Vegetation Index



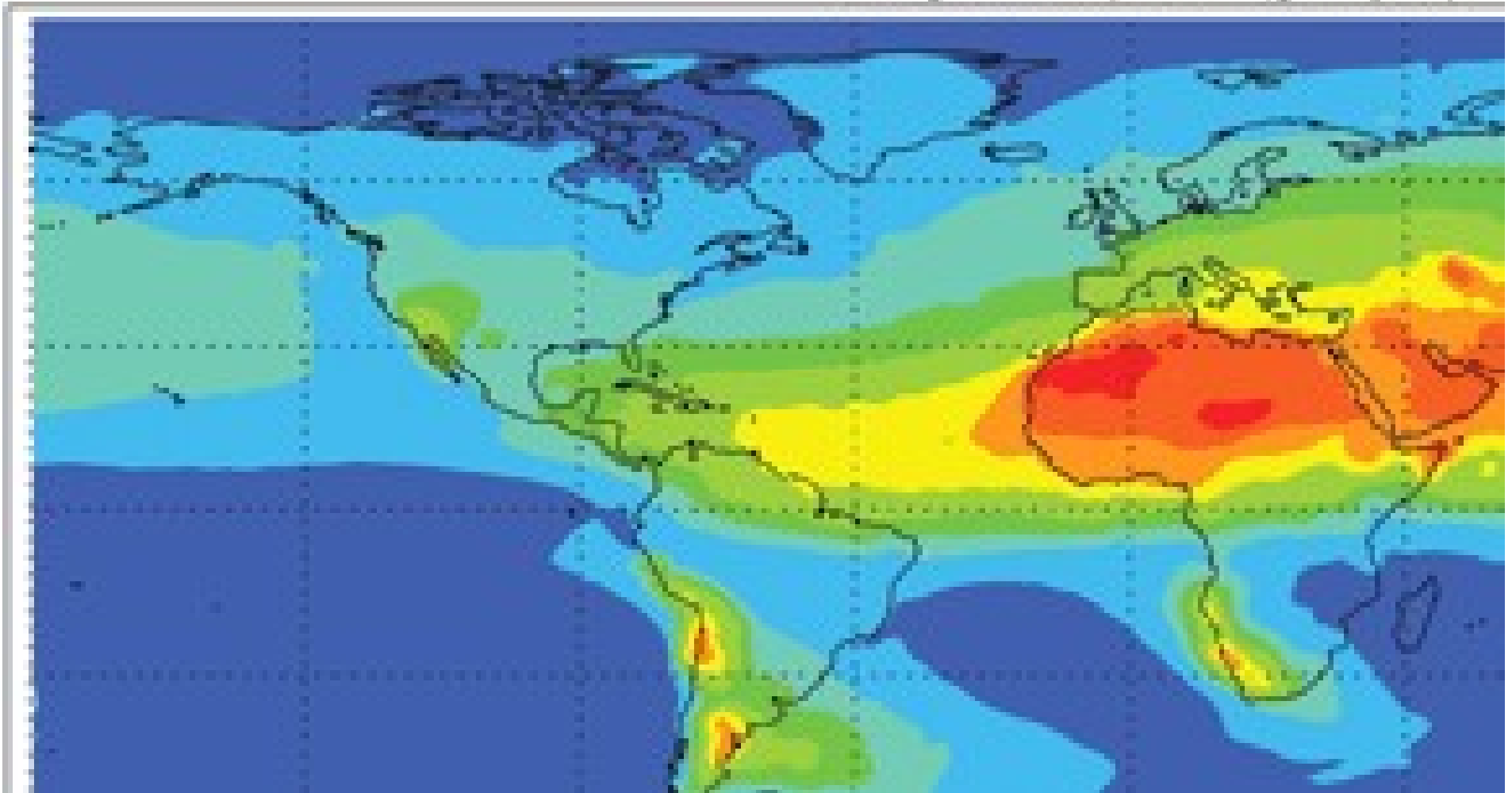
Pyły przenoszone na Morze Śródziemne



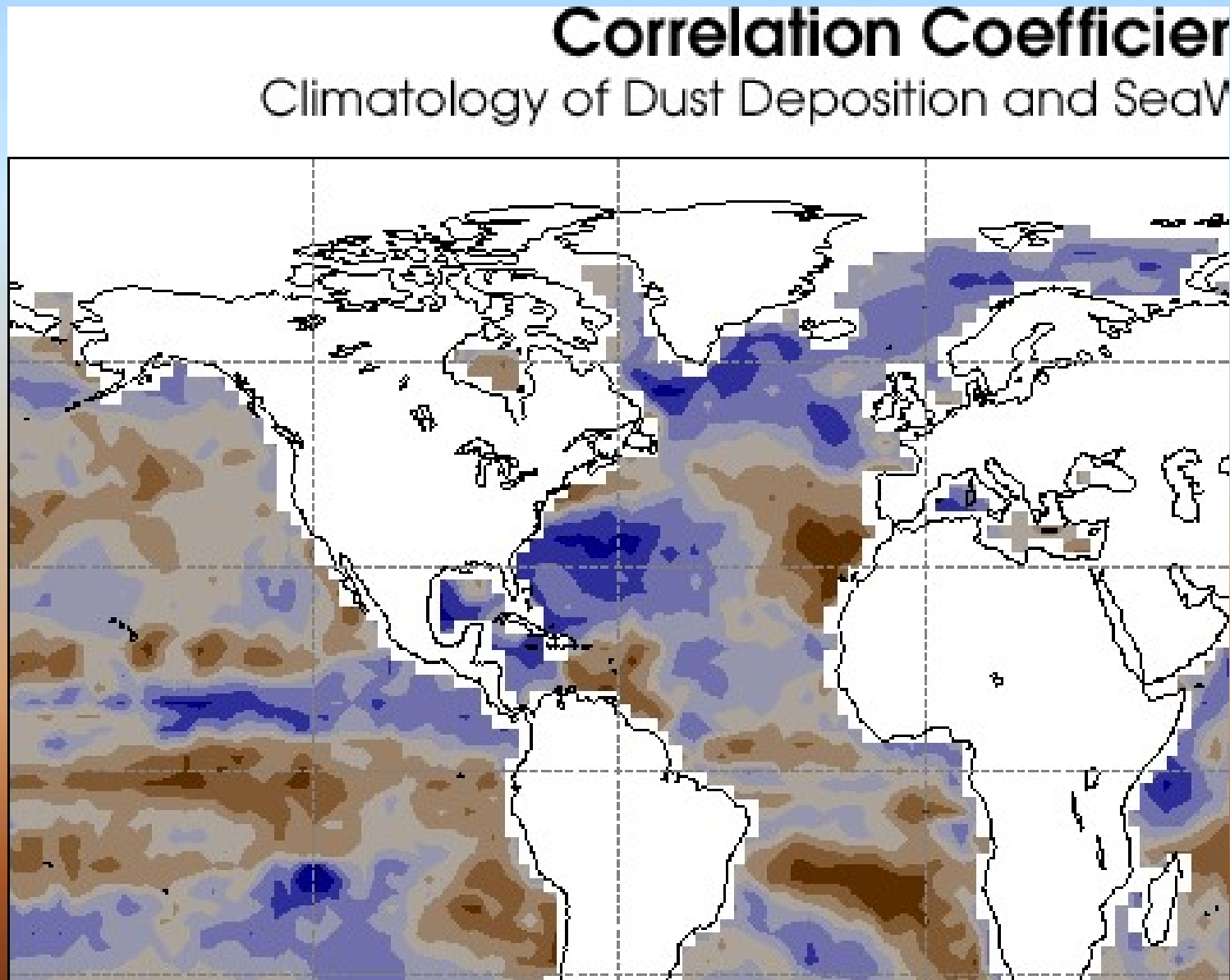
A massive sandstorm blowing off the northwest African desert has blanketed hundreds of thousands of square miles of the eastern Atlantic Ocean with a dense cloud of Saharan sand. The massive nature of this particular storm was first seen in this SeaWiFS image acquired on Saturday, 26 February 2002 when it reached over 1000 miles into the Atlantic. These storms and the rising warm air can lift dust 15,000 feet or so above the African deserts and then out across the Atlantic, many times reaching as far as the Caribbean where they often require the local weather services to issue air pollution alerts as was recently the case in San Juan, Puerto Rico. Recent studies by the U.S.O.S. (http://weather.usgs.gov/afgan_dust/) have linked the decline of the coral reefs in the Caribbean to the increasing frequency and intensity of Saharan Dust events. Additionally, other studies suggest that Sahelian Dust may play a role in determining the frequency and intensity of hurricanes formed in the eastern Atlantic Ocean (<http://www.thirdworld.org/rols.html>)
Provided by the SeaWiFS Project, NASA/GSFC and ORBIMAGE

Średnie tempo depozycji pyłów ($\text{g m}^{-2} \text{rok}^{-1}$)

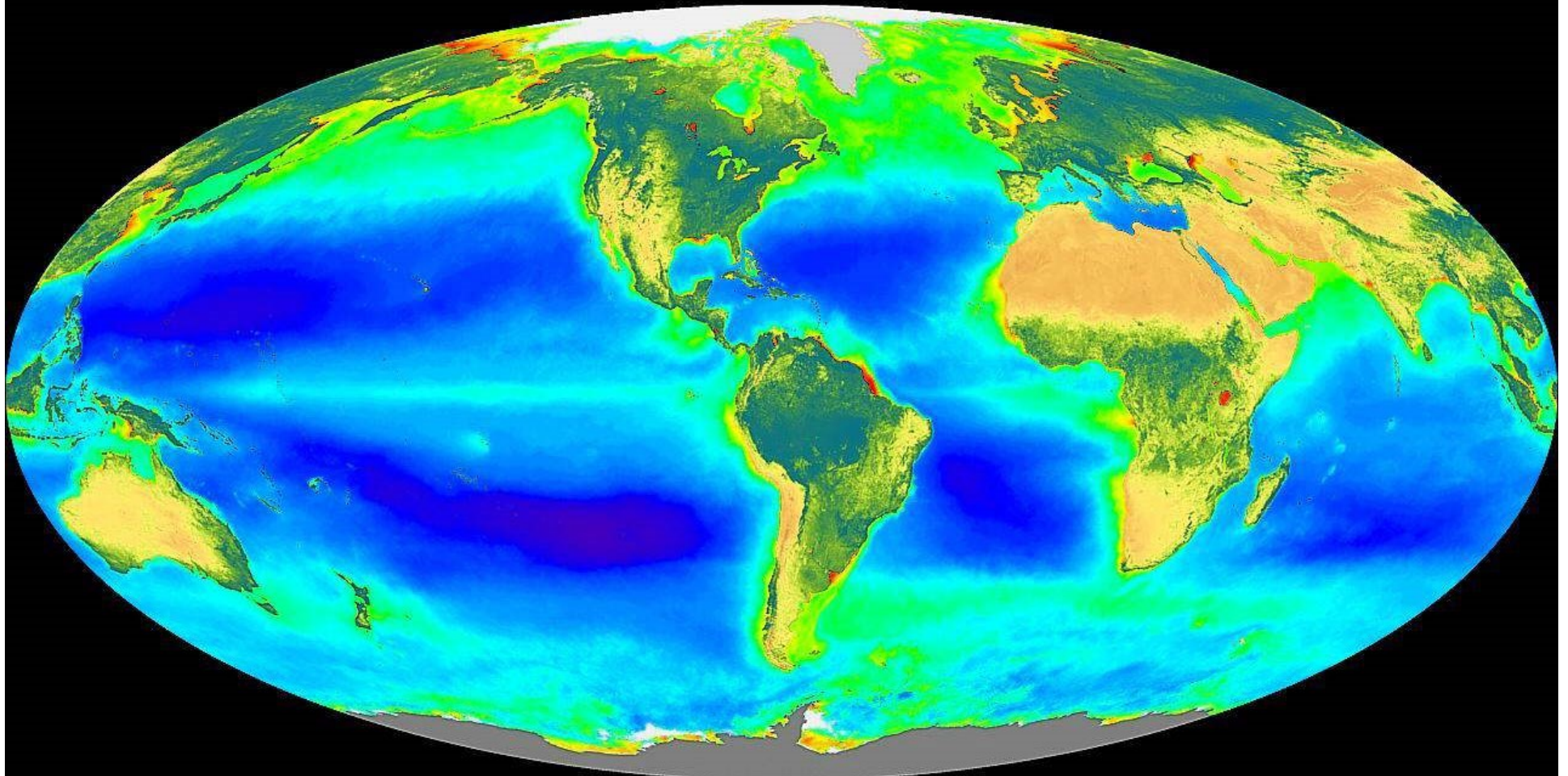
Średnie tempo depozycji pyłów (g m⁻² rok⁻¹)



Korelacja opadu pyłu (Fe) i zawartości chlorofilu



SeaWiFS Global Biosphere September 1997 – August 2000
Three Year Anniversary



>01 .02 .03 .05 .1 .2 .3 .5 1 2 3 5 10 15 20 30 50
Ocean: Chlorophyll *a* Concentration (mg/m³)

Maximum Minimum
Land: Normalized Difference Land Vegetation Index

EKSPERYMENT Z NAWOŻENIEM OCEANU ŻELAZEM

