

EKOLOGIA OGÓLNA

WBNZ 884

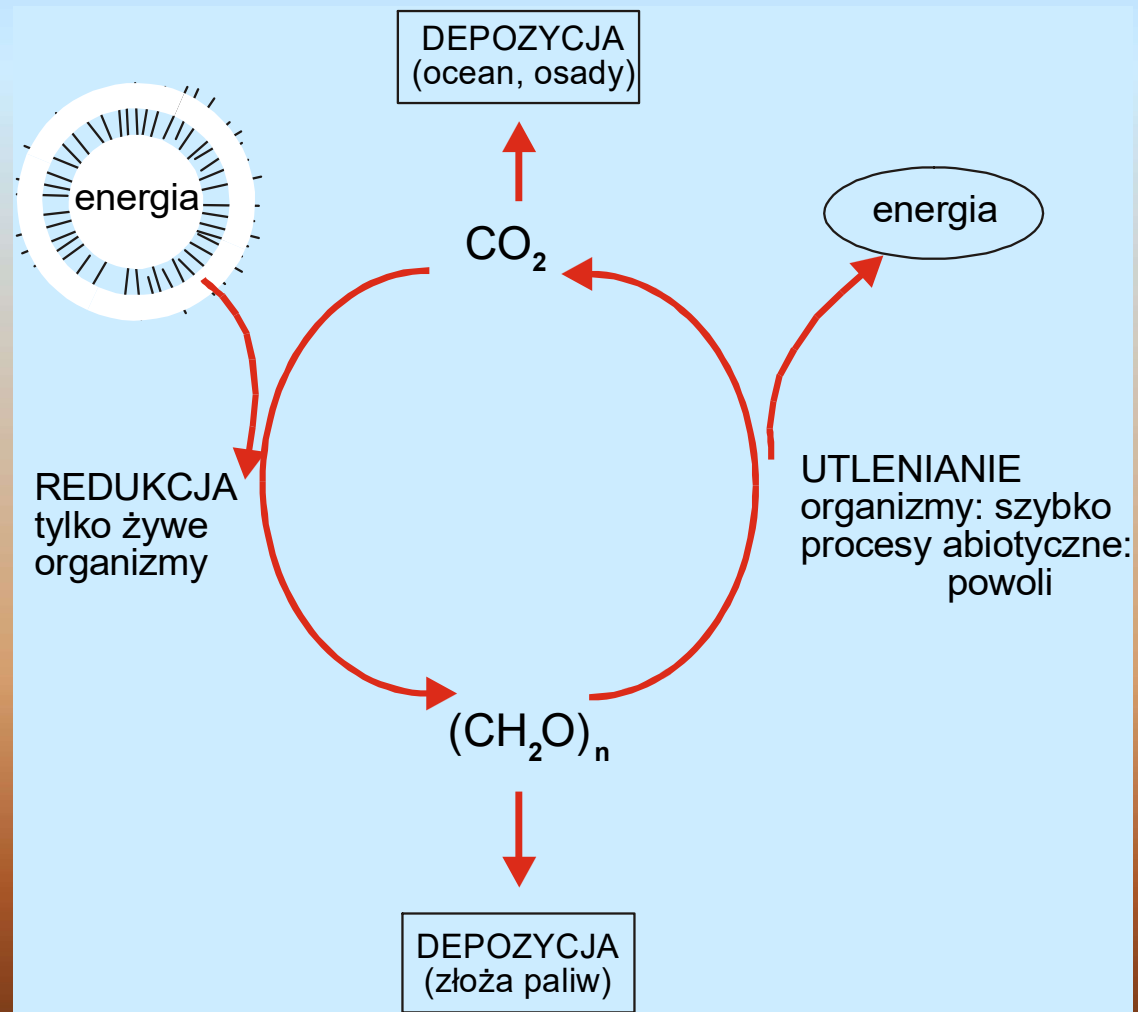
Wykład 4

Dekompozycja

Obieg węgla

Biogeochemia a klimat

Życie biosfery = cykl redoks węgla



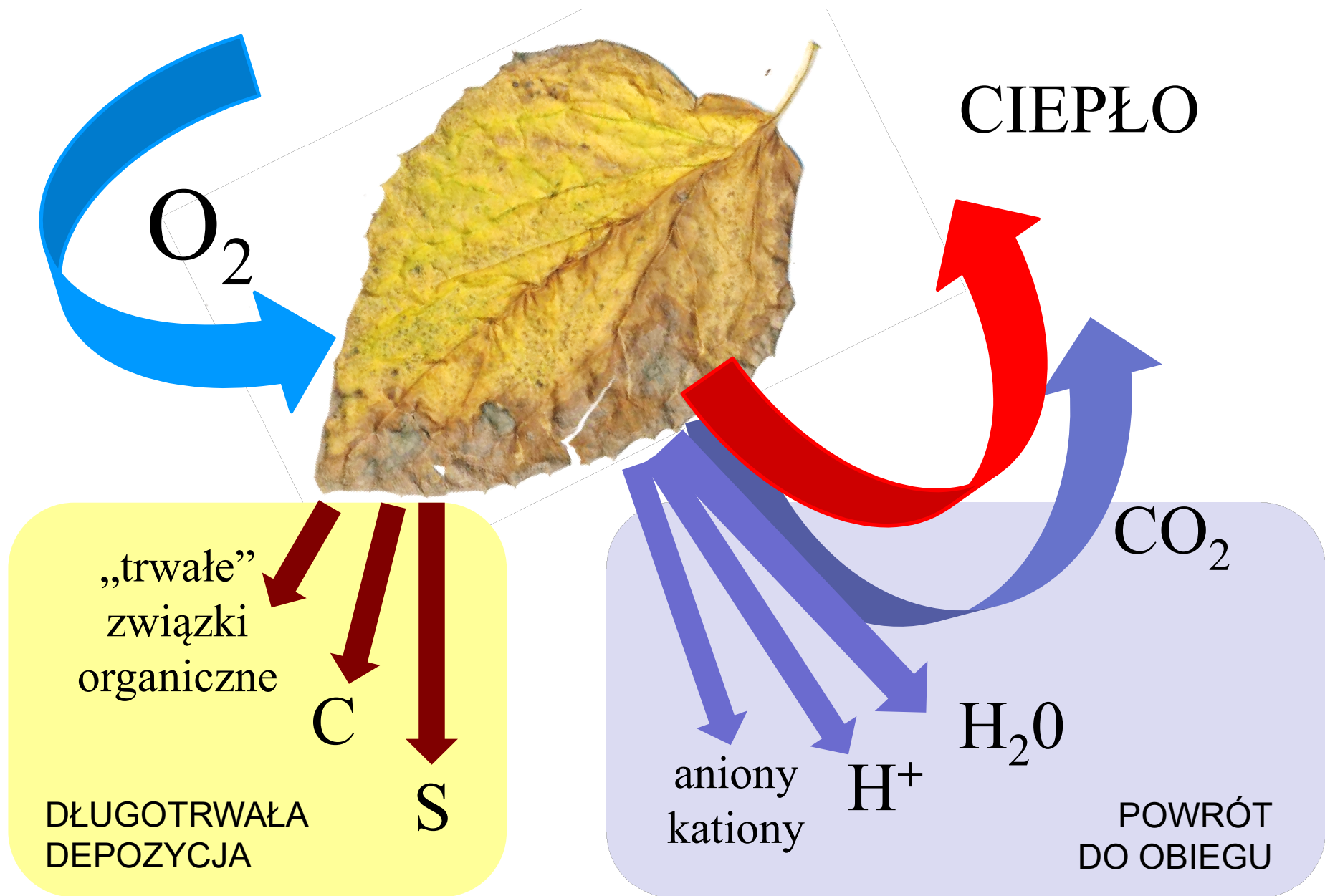
A photograph of a forest path in autumn. The ground is covered in a thick layer of fallen yellow and brown leaves. The trees are tall and thin, with some showing yellowing foliage. The atmosphere is misty and soft, with light filtering through the canopy. The path leads into the distance, creating a sense of depth.

DEKOMPOZYCJA





DEKOMPOZYCJA



DEKOMPOZYCJA W BIOSFERZE

DEPOZYCJA MATERII ORGANICZNEJ

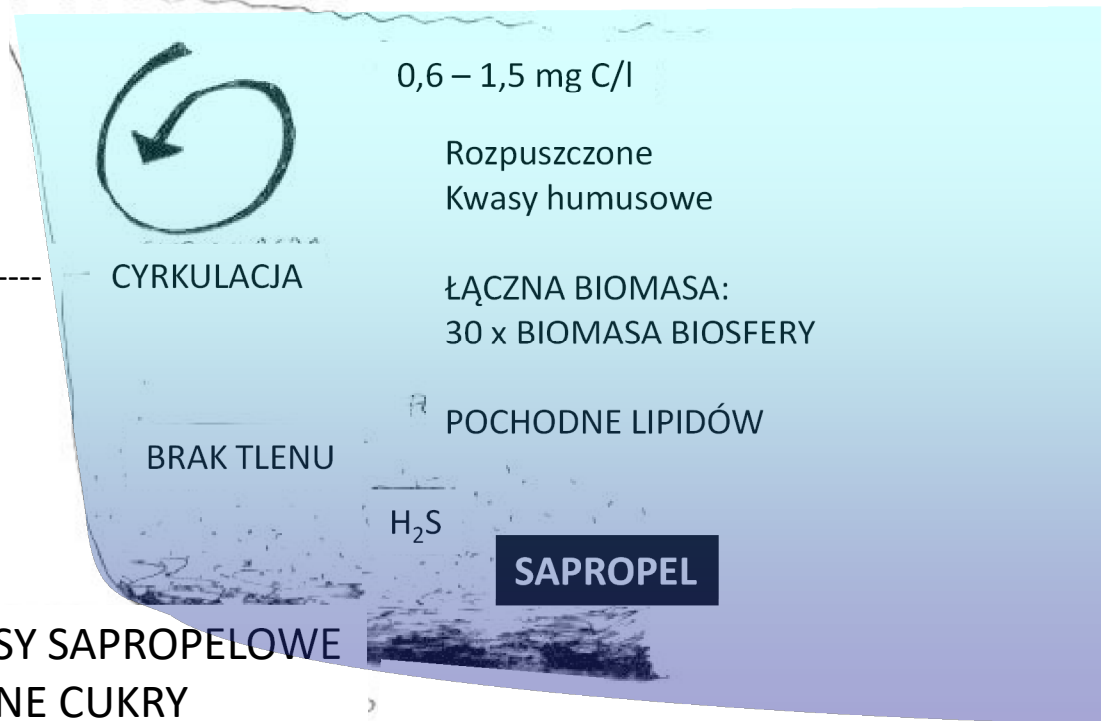
LĄD



GLEBA

ZWIĄZKI HUMUSOWE
POCHODNE LIGNINY
KWASY FENOLOWE

OCEAN



0,6 – 1,5 mg C/l

Rozpuszczone
Kwasy humusowe

ŁĄCZNA BIOMASA:
30 x BIOMASA BIOSFERY

POCHODNE LIPIDÓW

H₂S

SAPROPEL

400 m -----

CYRKULACJA

BRAK TLENU

KWASY SAPROPELOWE
WOLNE CUKRY
LIPIDY



Dekompozycja
nigdy nie jest
kompletna

**Portal
Katedry Wawelskiej**

„Marmur” (wapień) dębnicki

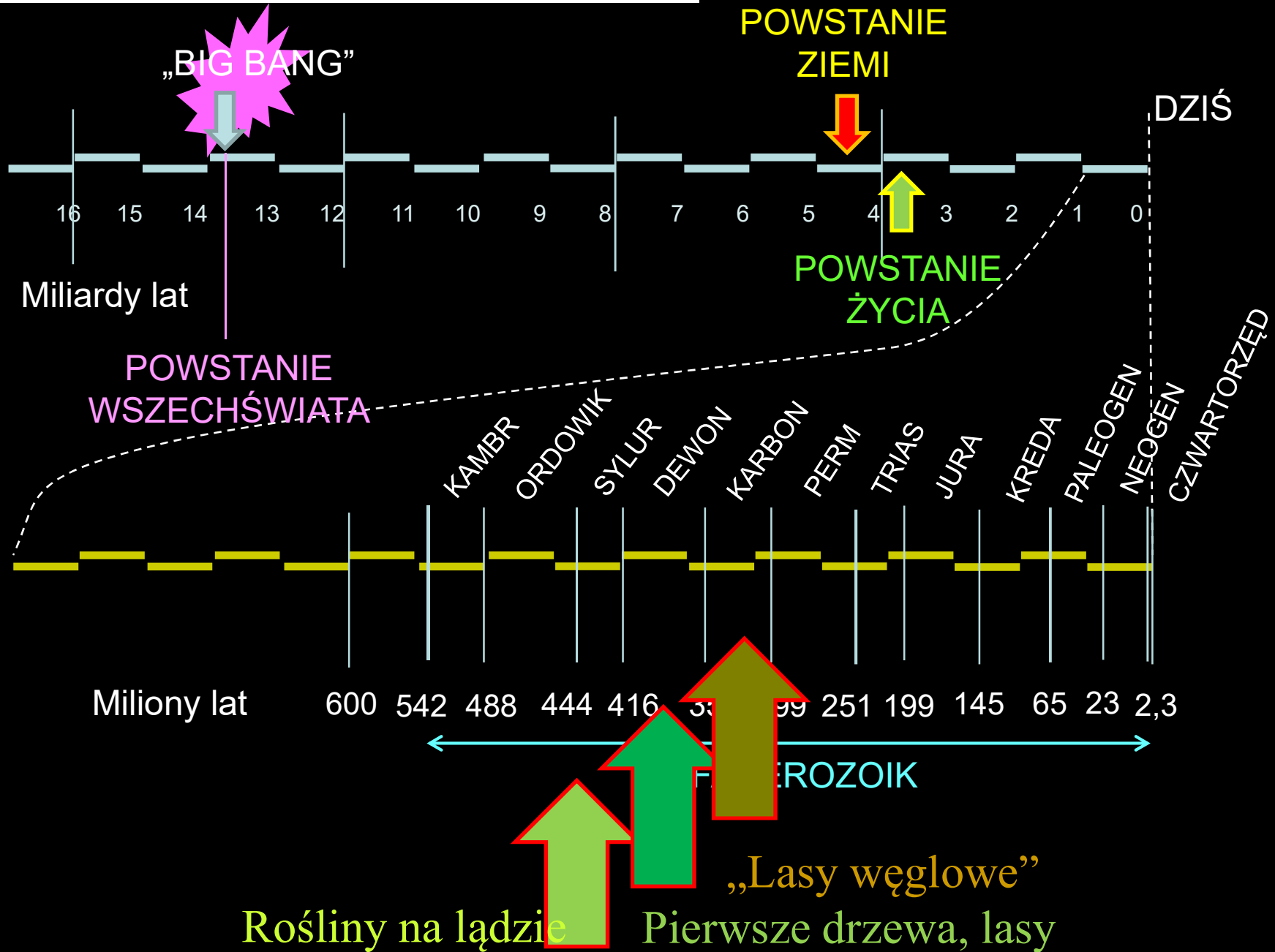


POKŁADY WĘGLA KAMIENNEGO

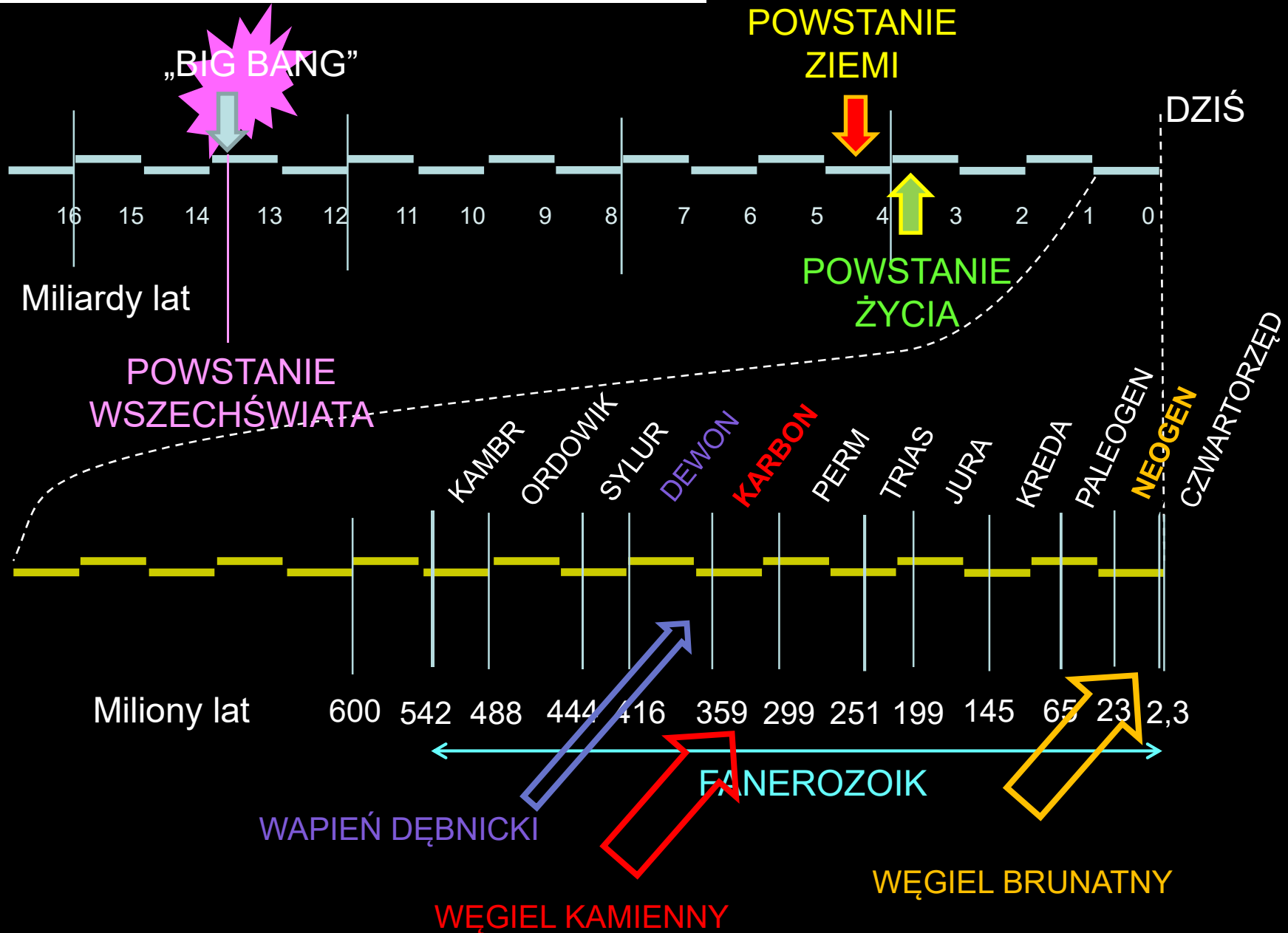


POKŁADY WĘGLA BRUNATNEGO
MIĄŻSZOŚĆ niektórych > 100 m

Historia Ziemi



Historia Ziemi



Kwasy humusowe na powierzchni leśnej kałuży



Gleba gruntowo-glejowa



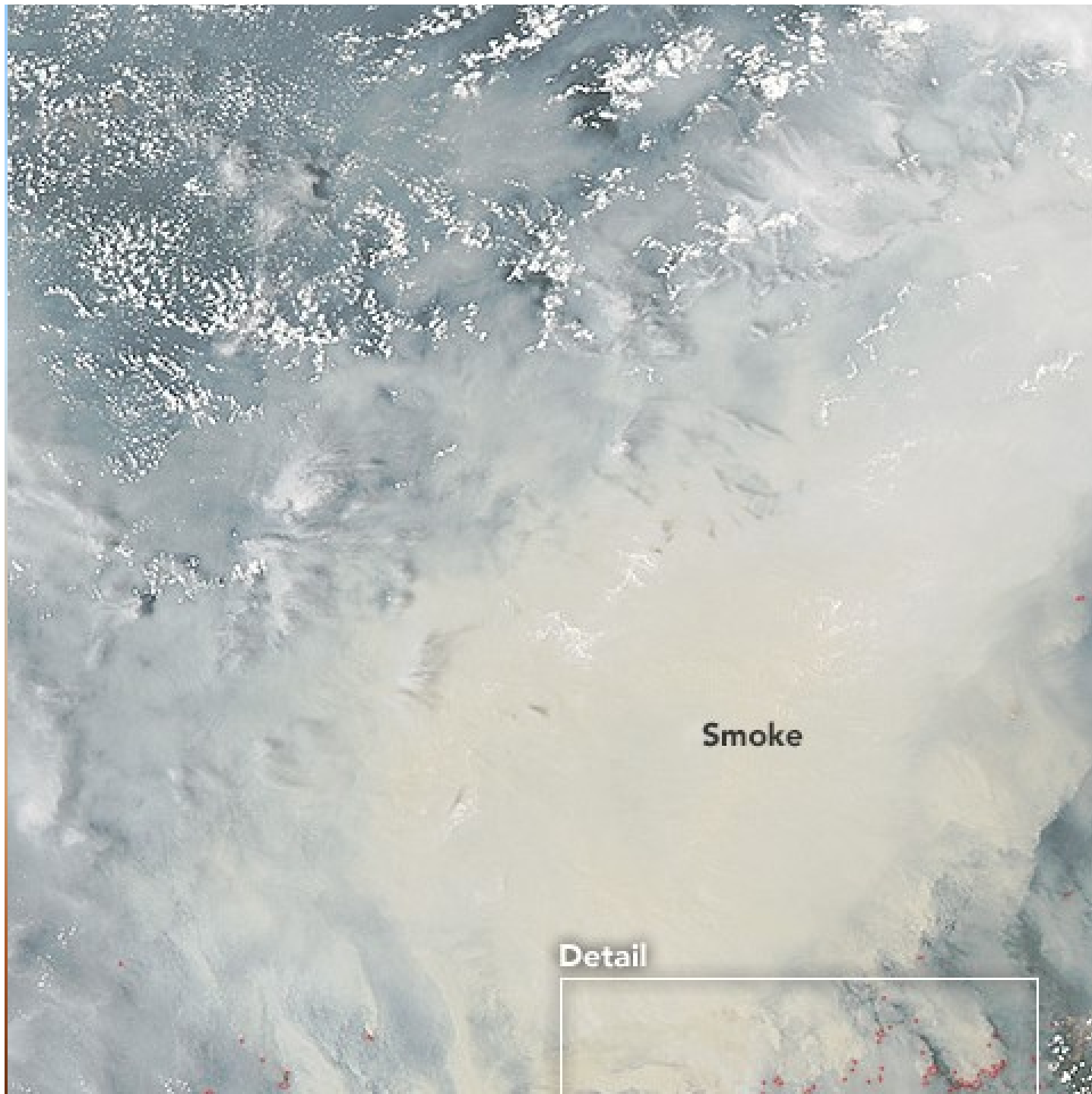
Gleba bielkowa



Pożary jako ważny czynnik w dekompozycji materii organicznej

Pożary lasów i torfowisk
na Borneo w 1997 r:
(8000 + 60000 km²)
uwolnione 2.6 mld t
C (ok.. 40% rocznej
emisji CO₂ z paliw
kopalnych)



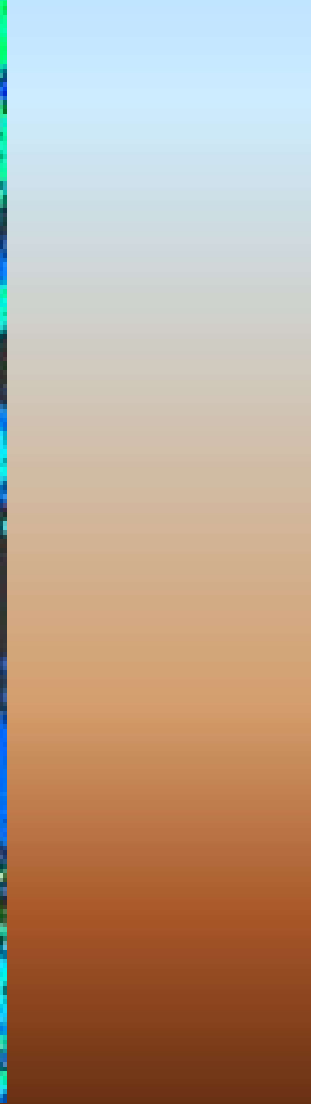
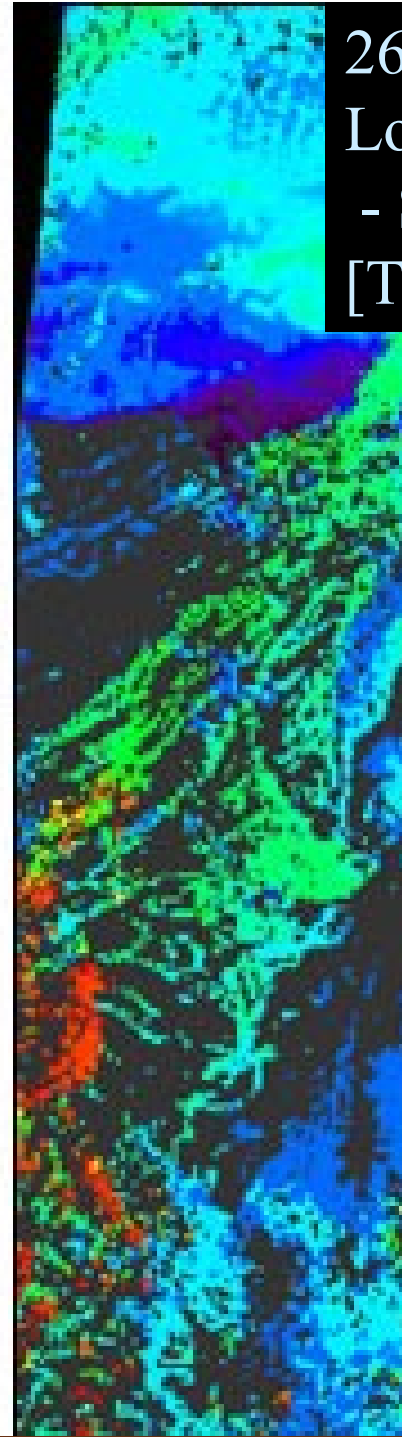


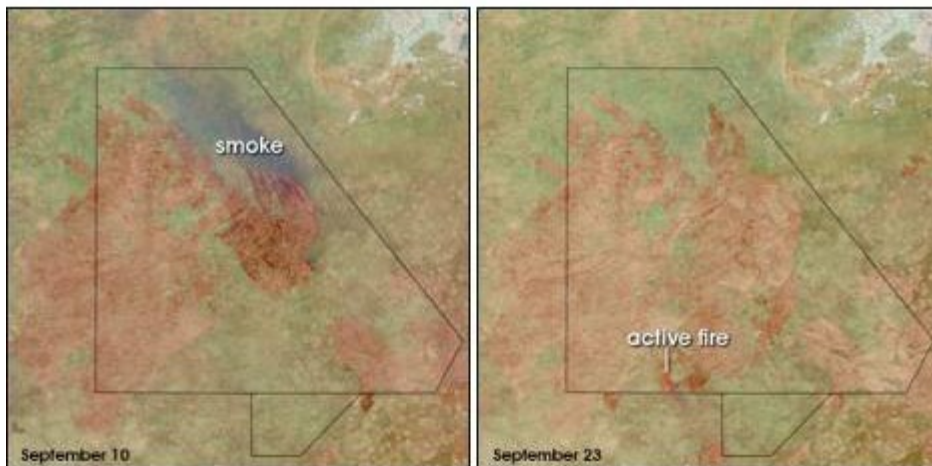
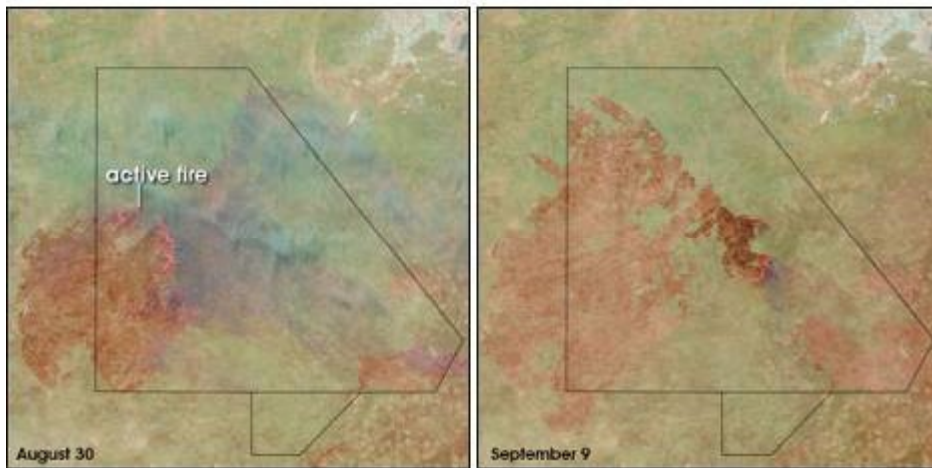
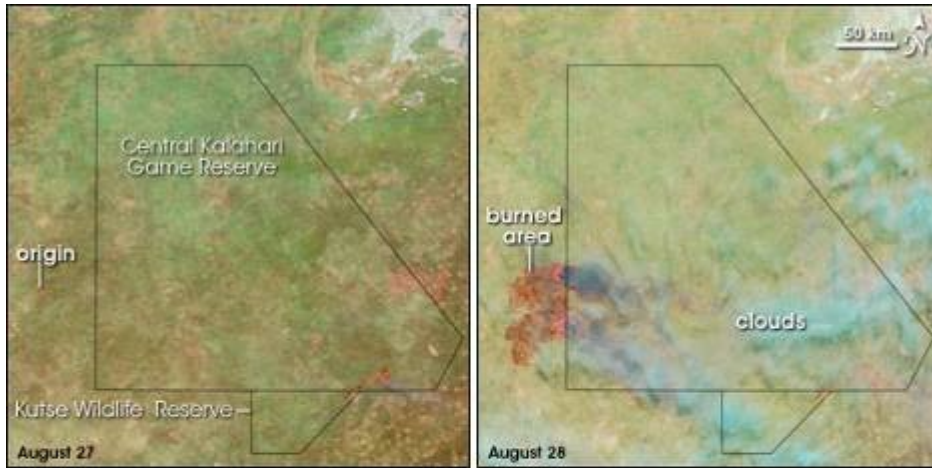
DYM
nad
Indonezyjskim
Borneo:
Pożary
Torfowisk
19.X.2015

NASA
EarthObservatory



26.10.2003
Los Angeles
- San Diego
[Terra, MISR

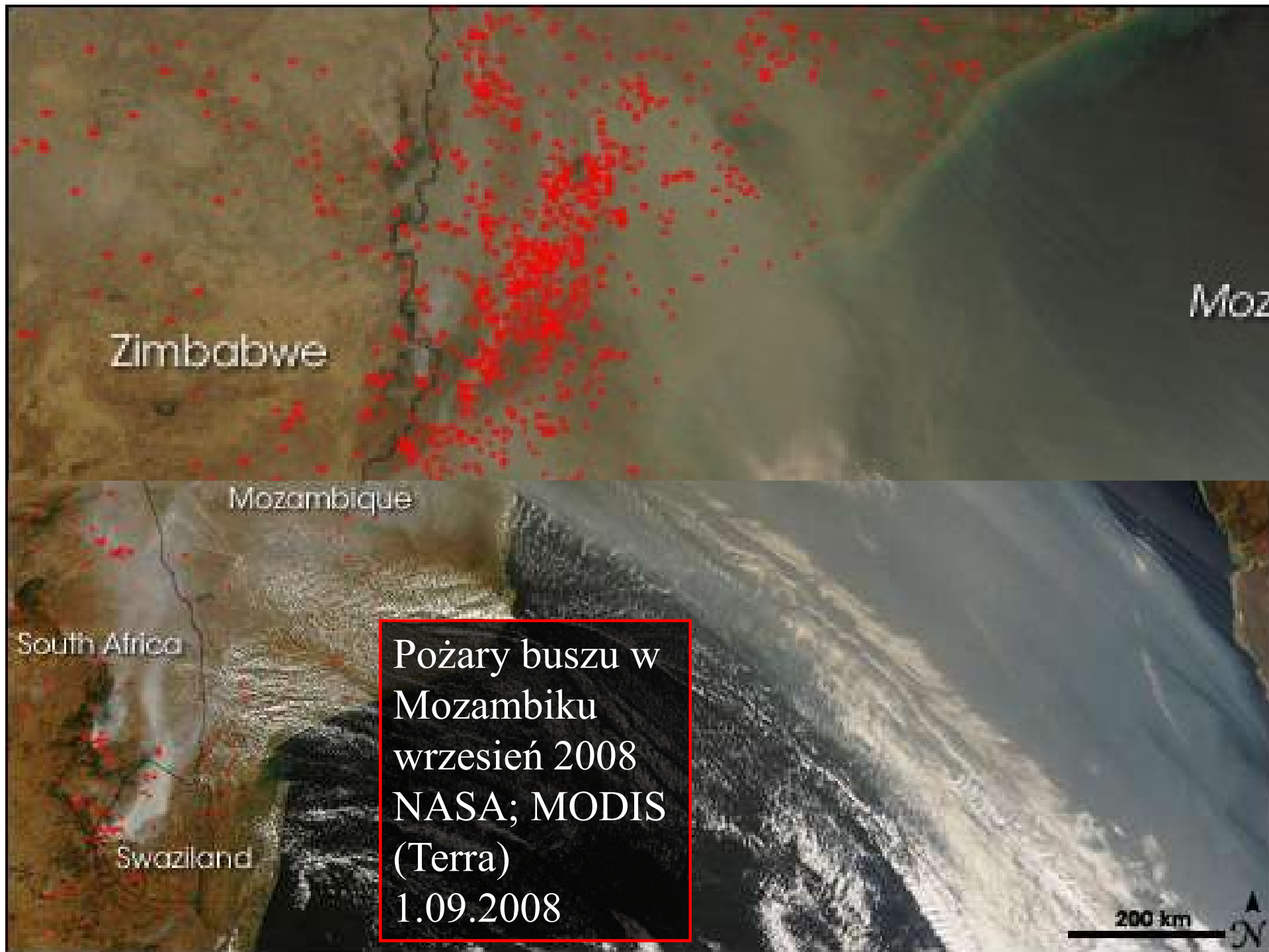




Pożar w parku narodowym Kalahari sierpień-wrzesień 2008

spłonęło 40000 km² buszu

NASA; MODIS (Aqua & Terra)



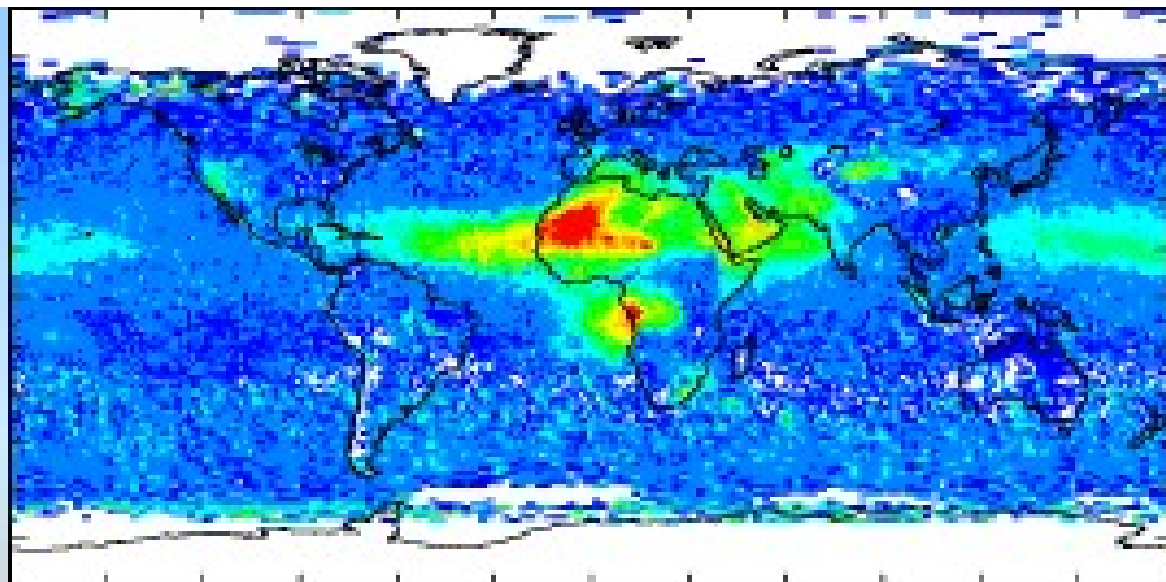


Požary w Korei Północnej; 15.X.2009
earthobservatory.nasa.gov.
MODIS

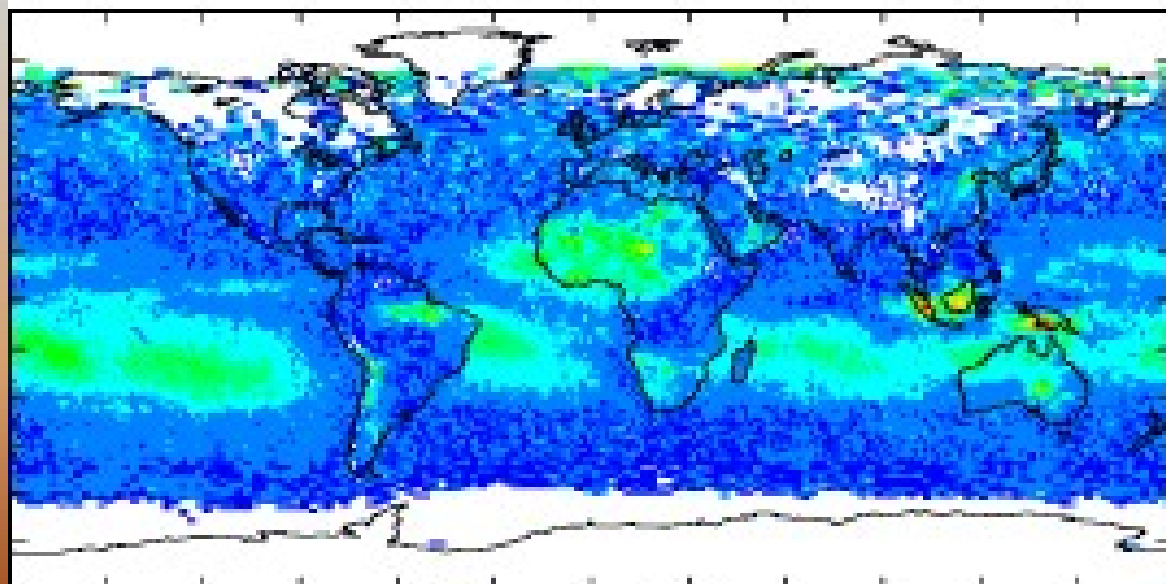
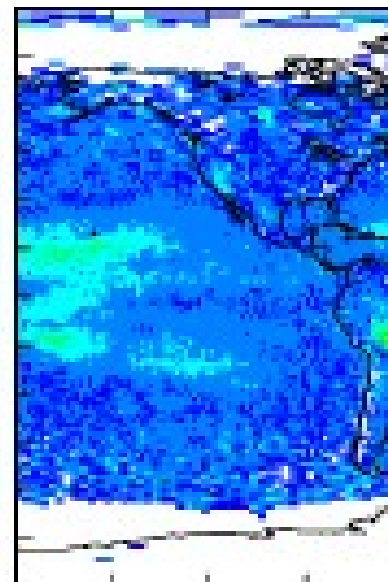
„SADZA”

aerozol
węglowy
ze spalonej
w pożarach
lasów
biomasy
(susza po
el Nino
1997/98:
Indonezja,
Meksyk,
Am. Środk.)

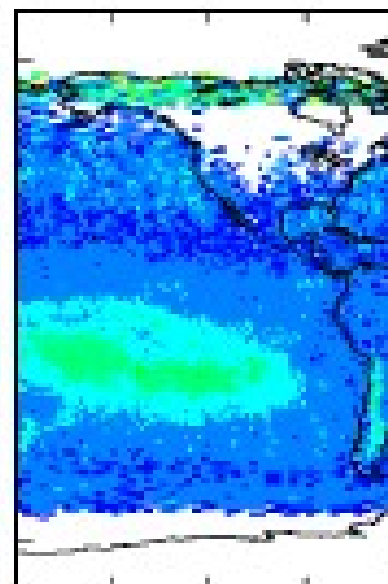
[NASA]



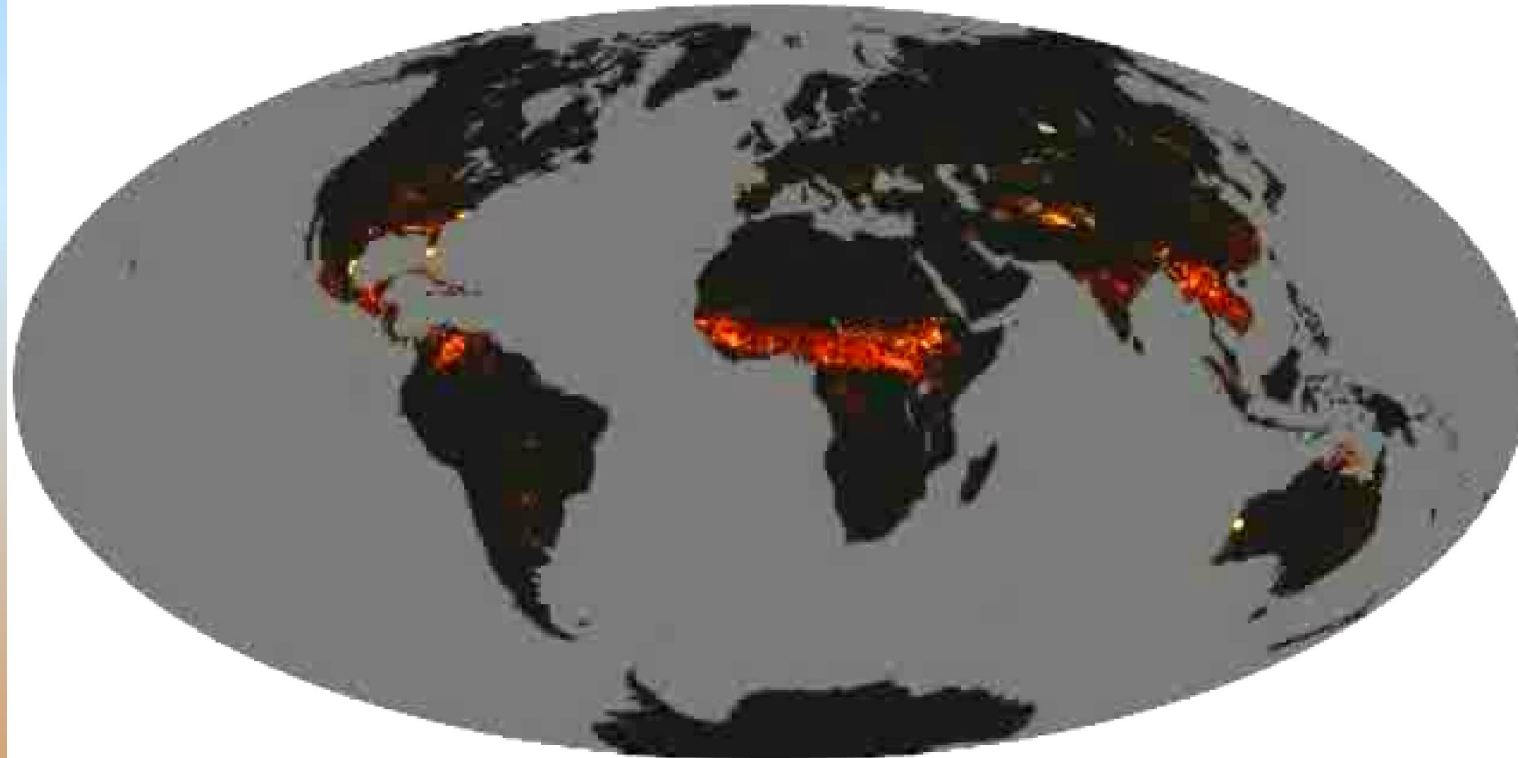
July 1997



November 1997



USTAWICZNE POŻARY NA ZIEMI



Active Fires

fire pixels / 1000 km² / day



March 2000

NASA, EARTH OBSERVATORY. MODIS (Terra)





Dendrobaena sp.





Lumbricus terrestris



Onychiurus sp. (Collembola)



Morulina sp. (Collembola)



Campodea sp. (Diplura)

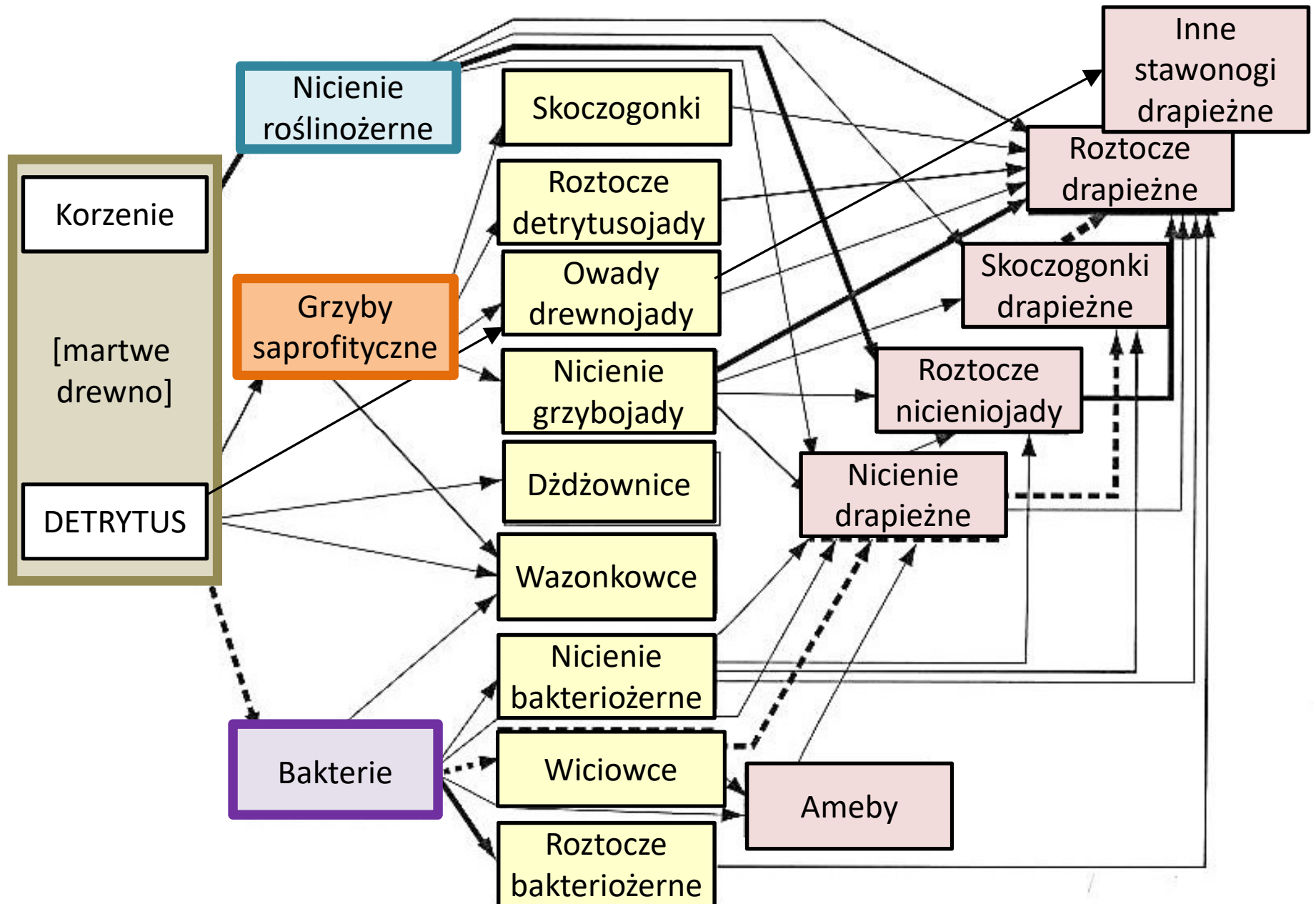


P
o
r
c
e
l
l
i

Porcellio sp. (Isopoda)



SIEĆ TROFICZNA DETRYTUSOJADÓW



Pomiary tempa dekompozycji *in situ*



Pomiar tempa dekompozycji *in situ*



Respiracja gleby na zajęciach terenowych



Respiracja gleby na zajęciach terenowych

Wyniki w zakresie $0,25 - 0,35 \text{ g CO}_2\text{m}^{-2}\text{h}^{-1}$



Respiracja gleby na zajęciach terenowych

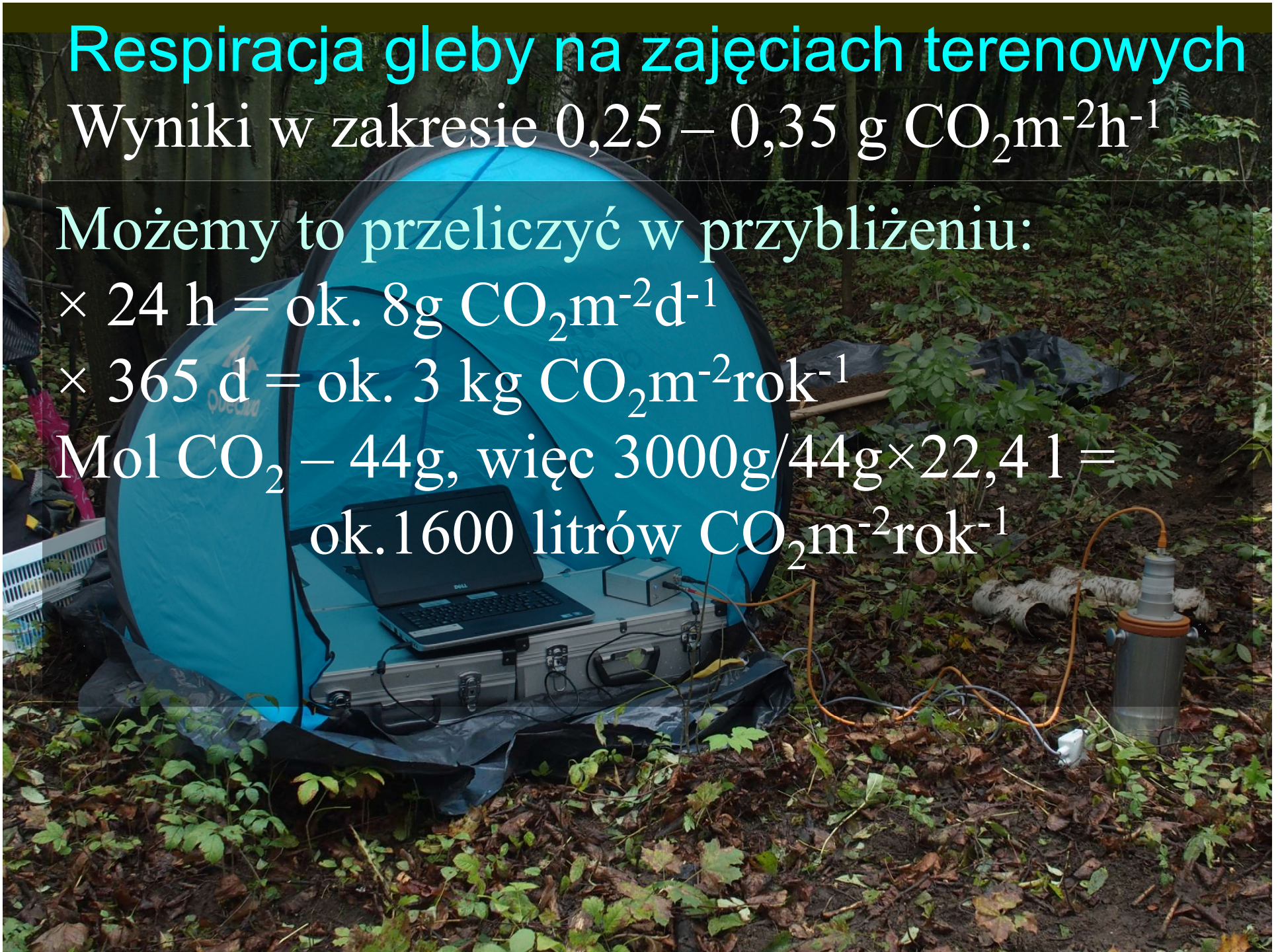
Wyniki w zakresie $0,25 - 0,35 \text{ g CO}_2\text{m}^{-2}\text{h}^{-1}$

Możemy to przeliczyć w przybliżeniu:

× 24 h = ok. $8 \text{ g CO}_2\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$

× 365 d = ok. $3 \text{ kg CO}_2\text{m}^{-2}\text{rok}^{-1}$

Mol CO_2 – 44g, więc $3000\text{g}/44\text{g} \times 22,4 \text{ l} =$
ok. $1600 \text{ litrów CO}_2\text{m}^{-2}\text{rok}^{-1}$



Respiracja gleby na zajęciach terenowych

Wyniki w zakresie $0,25 - 0,35 \text{ g CO}_2\text{m}^{-2}\text{h}^{-1}$

Możemy to przeliczyć w przybliżeniu:

$$\times 24 \text{ h} = \text{ok. } 8 \text{ g CO}_2\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$$

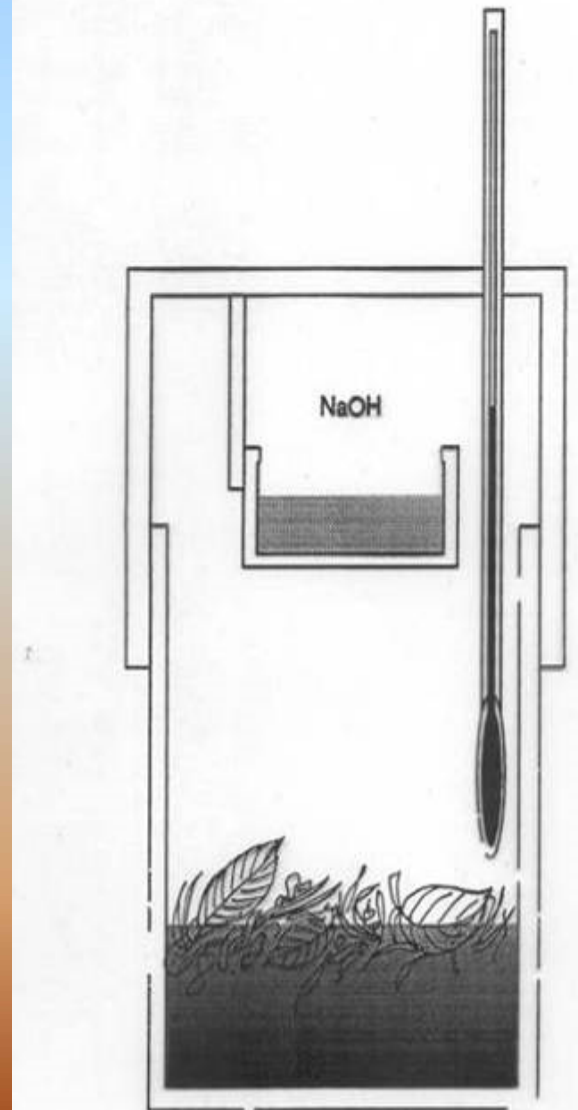
$$\times 365 \text{ d} = \text{ok. } 3 \text{ kg CO}_2\text{m}^{-2}\text{rok}^{-1}$$

Mol CO_2 – 44g, więc $3000\text{g}/44\text{g} \times 22,4 \text{ l} =$
ok. 1600 litrów $\text{CO}_2\text{m}^{-2}\text{rok}^{-1}$

$$\begin{aligned} \text{Zaw. węgla w CO}_2 &= \\ 12/(12+2 \times 16) &= 12/44 = 0,273 \\ &= \text{ok. } 820 \text{ g C m}^{-2}\text{rok}^{-1} \end{aligned}$$

Pomiar tempa dekompozycji materii organicznej *in vitro*

Nie ma odpowiednika dla zdalnych,
wielkoskalowych pomiarów produkcji





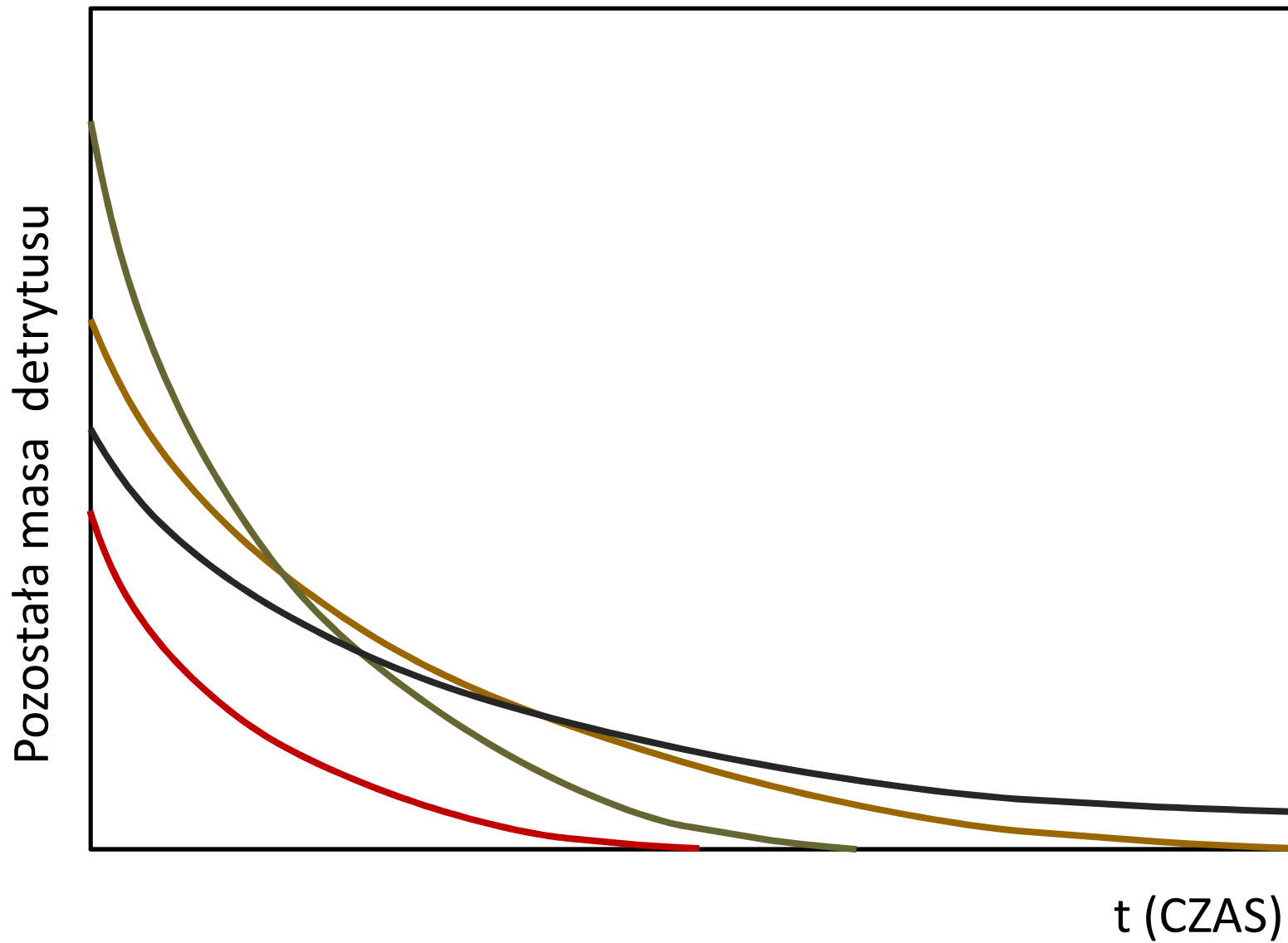
METODA WORECZKÓW ŚCIÓŁKOWYCH

sącunki celulozowe
wzbogacone
biogenami
N, P, K

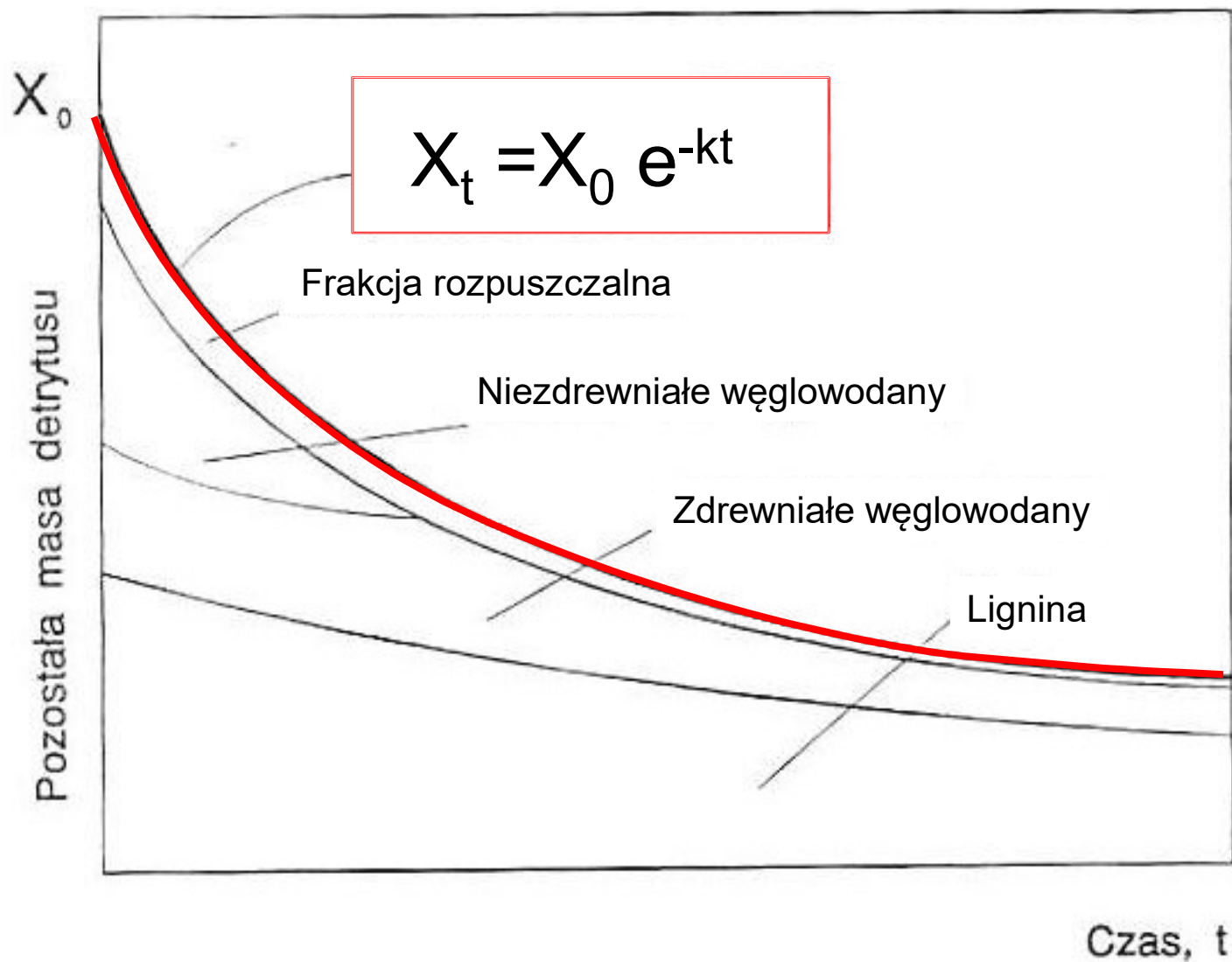
Rancho Grande
Venezuela
lipiec 2008



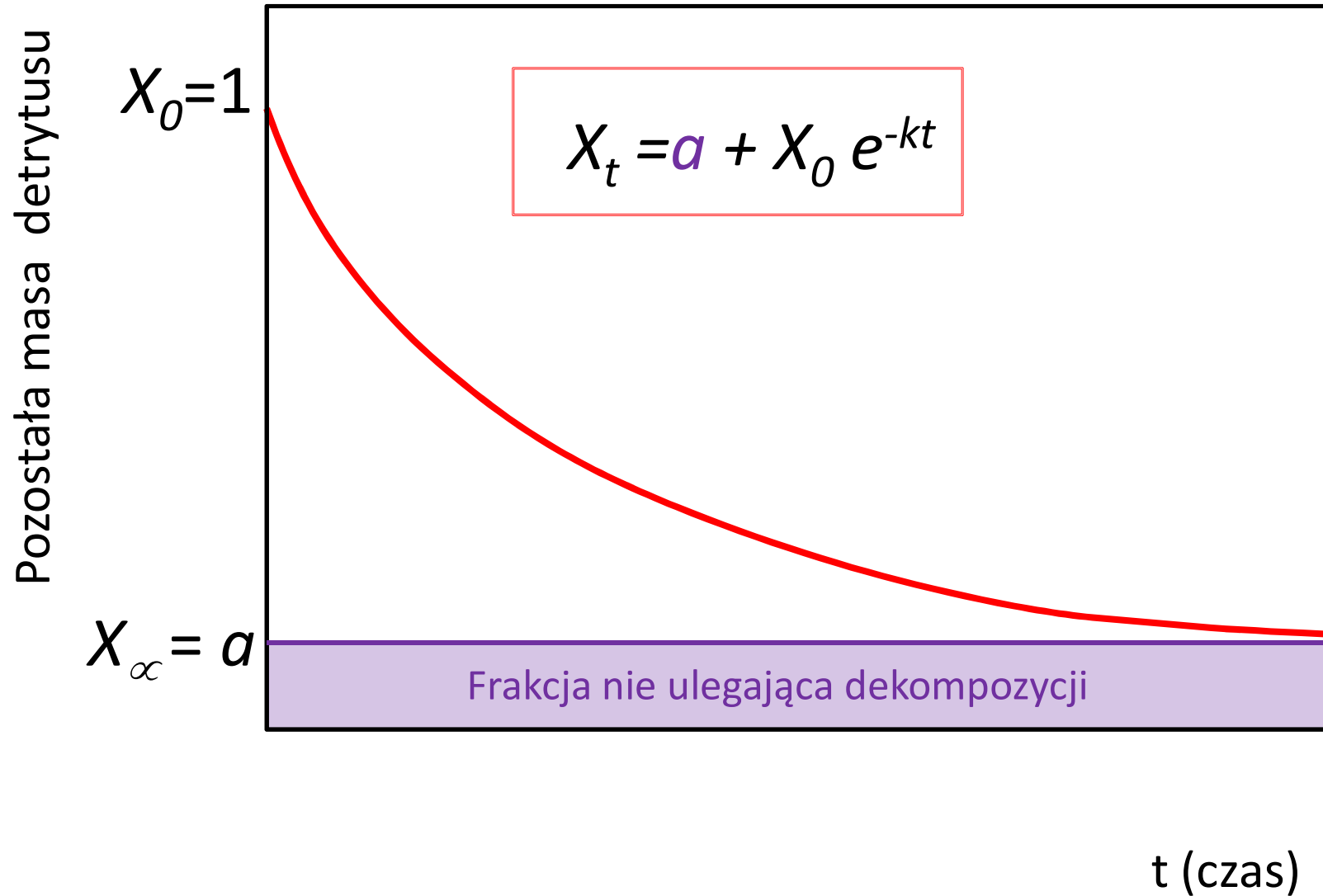
RÓŻNE FRAKCJE DETRYTUSU SĄ DEKOMPONOWANE Z RÓŻNĄ PRĘDKOŚCIĄ



TEMPO DEKOMPOZYCJI (UPROSZCZONY MODEL WYKŁADNICZY)

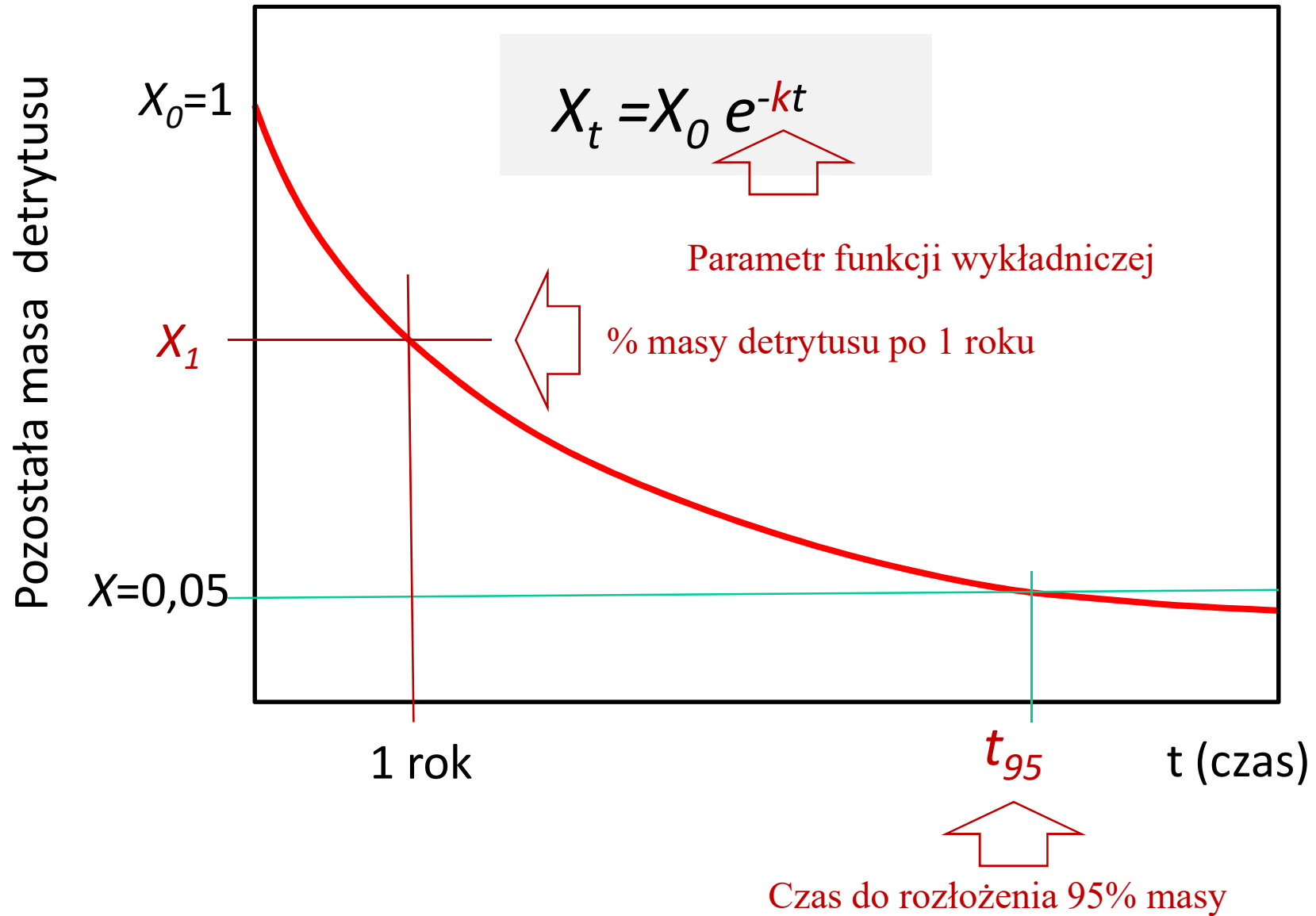


Deompozycja: model asymptotyczny



Dekompozycja: model wykładniczy

Używane parametry do opisu tempa dekompozycji



TEMPO DEKOMPOZYCJI ŚCIÓŁKI LEŚNEJ

$$x_t = x_0 e^{-kt}$$

$$x_t/x_0 = e^{-kt}$$

$$x_{t_{95}}/x_0 = 0,05$$

$$0,05 = e^{-kt_{95}}$$

$$\ln(0,05) = -kt_{95}$$

$$t_{95} = \ln(0,05)/-k$$

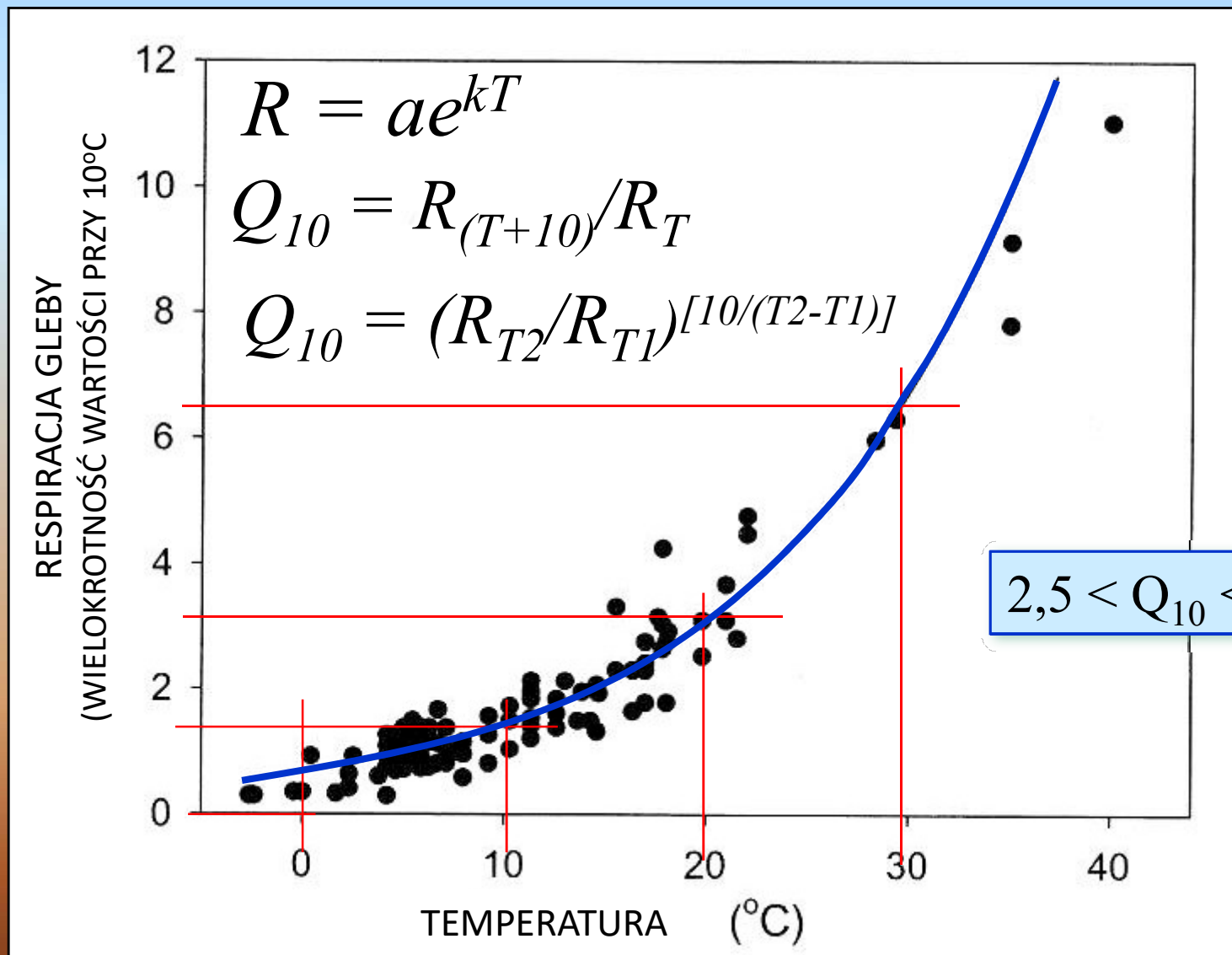
$$= -2,996.../-k$$

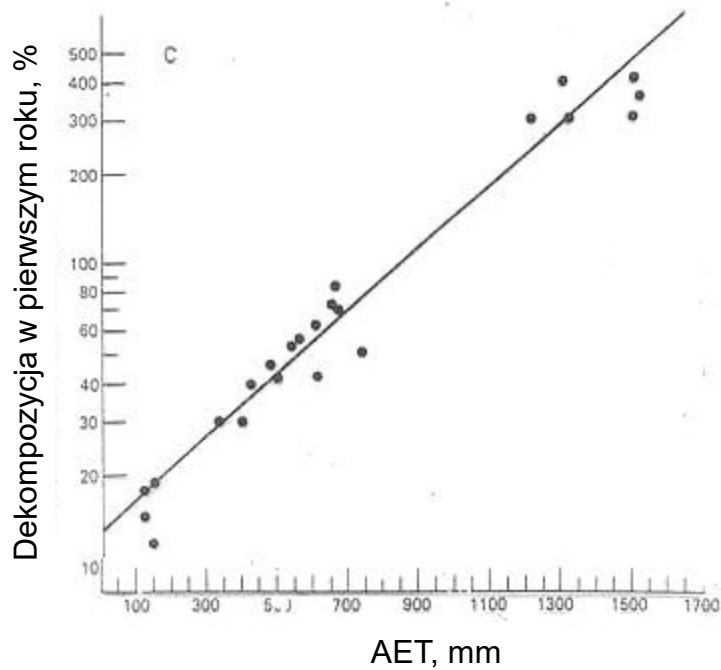
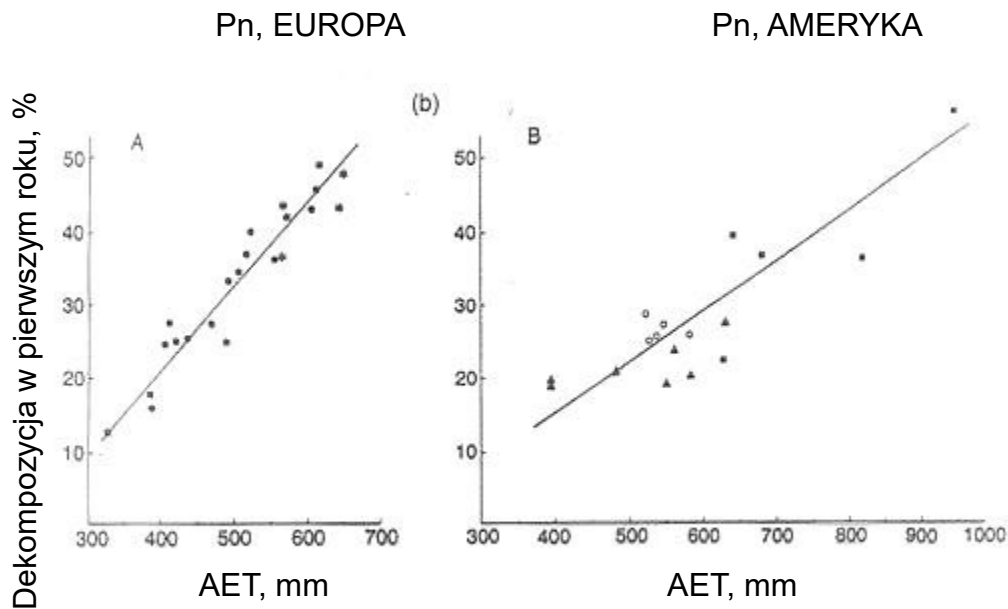
$$= \text{ok. } 3/k$$

Typ lasu	Tempo dekompozycji	
	k	t_{95}
grab	1,06	2,83
lipa	0,91	3,30
dąb	0,63	4,86
dodgewood	0,56	5,35
klon czerwony	0,39	7,68
chestnut oak	0,33	9,08
świerk	0,30	10,0
sosna	0,21	14,29
buk	0,08	37,45

WPŁYW TEMPERATURY NA TEMPO RESPIRACJI

(Luo i Zhou 2006)





Zależność tempa dekompozycji (% ubytku s,m, w pierwszym roku) od rzeczywistej ewapotranspiracji (AET, mm)

Wzorzec przestrzenny tempa dekompozycji ściółki (% ubytku s,m,w pierwszym roku) na terytorium U,S,A,

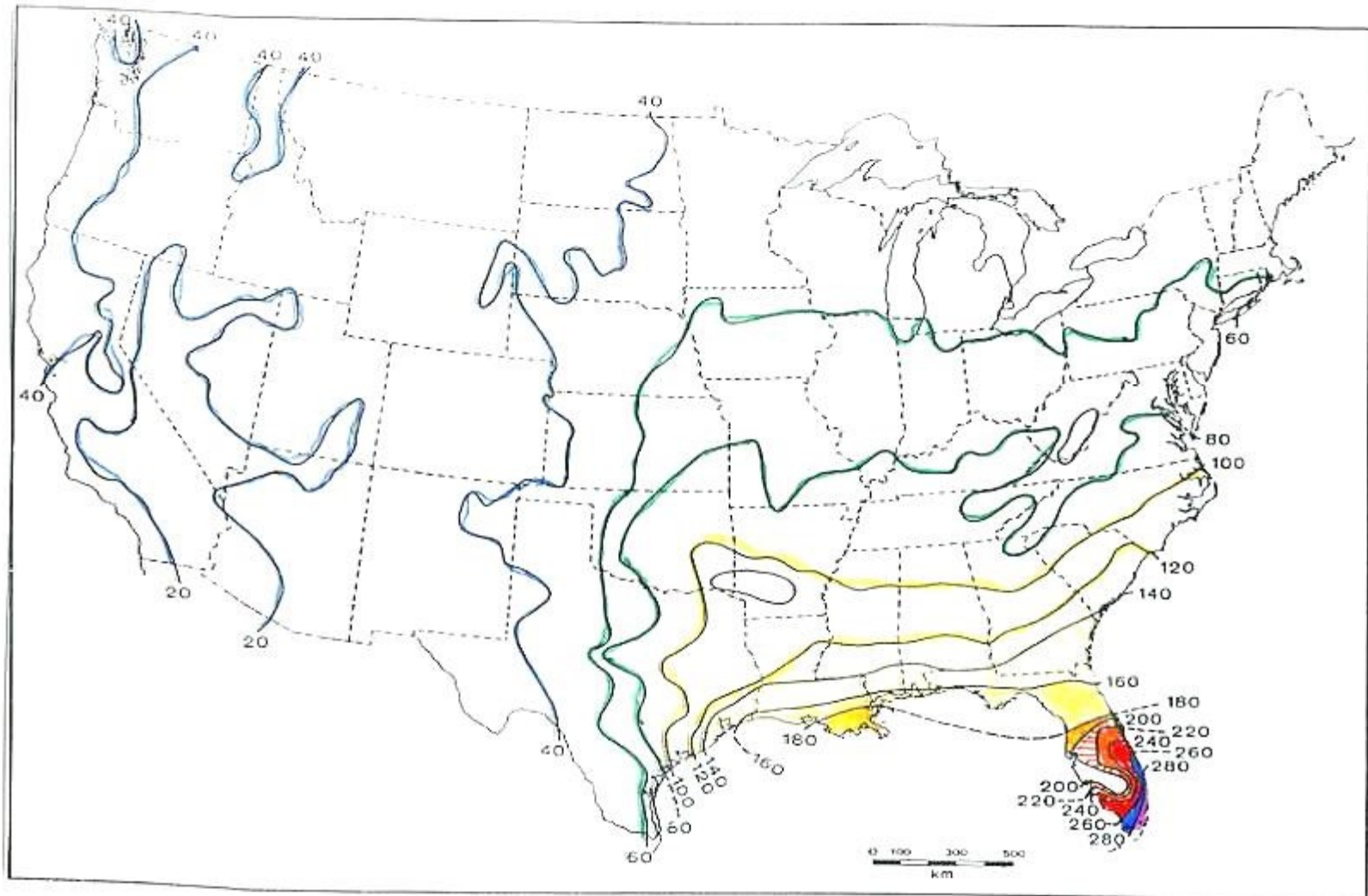
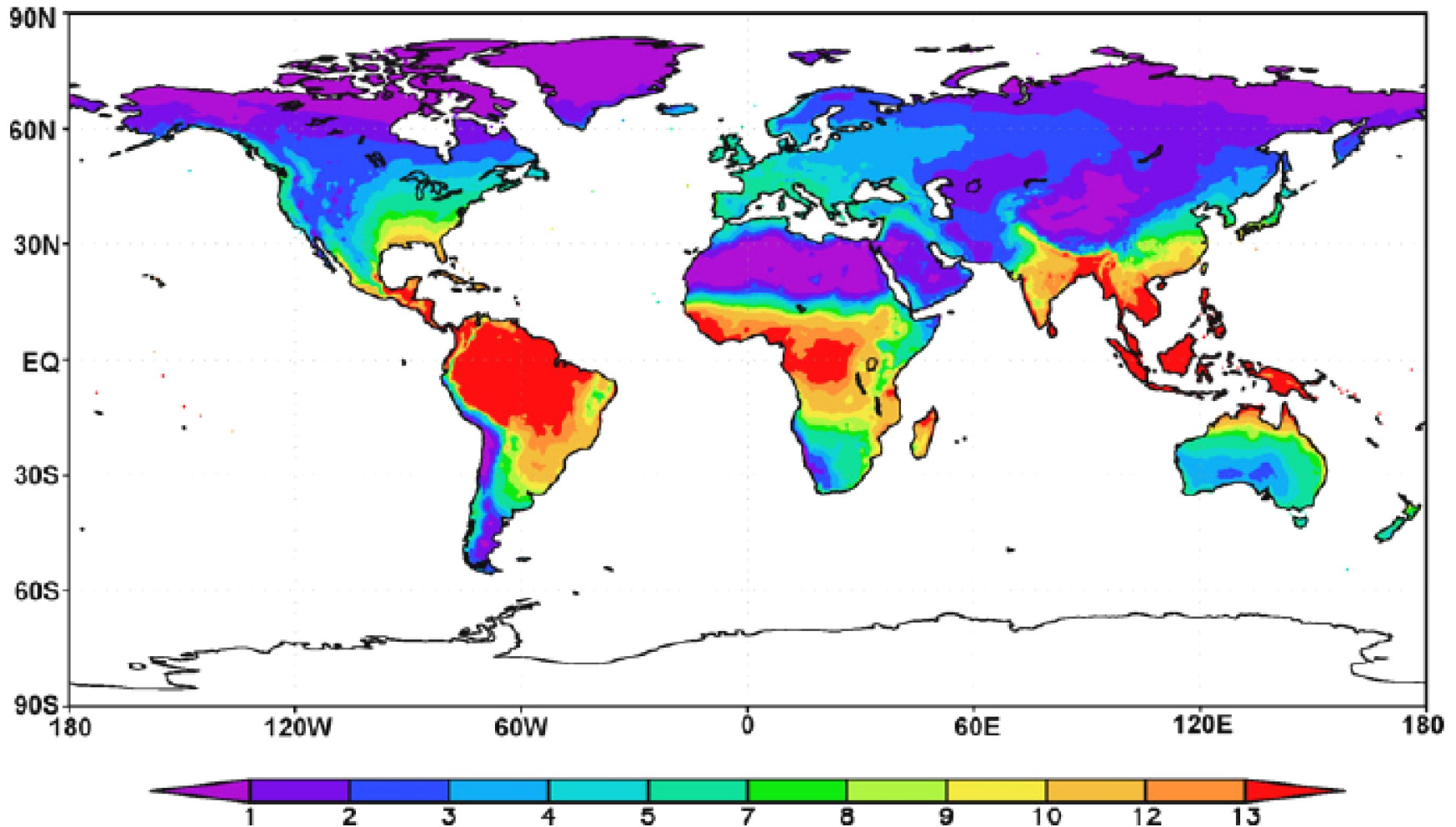


Fig. 2 Isopleths of percent of leaf litter produced annually which will decompose in the first year.



Oszacowana zmienność geograficzna tempa dekompozycji ściółki liściowej, Wartość 1,0: dla temp 0°C i wilgotności nielimitującej, *Tuomi et al, 2009 (Ecological Modelling 220: 3362–3371)*

Średni czas zatrzymania materii organicznej
i pierwiastków odżywczych
w ściółce ekosystemów leśnych

Typ lasu	Czas zatrzymania (lata)					
	Mat. org.	N	P	K	Ca	Mg
Tajga	353	230	324	94	149	455
Las iglasty	17	17.9	15.3	2.2	5.9	12.9
Las liściasty	4	5.5	5.8	1.3	3.0	3.4
Macchia	3.8	4.2	3.6	1.4	5.0	2.8
Las deszczowy	0.4	2.0	1.6	0.7	1.5	1.1

$$\text{CZAS ZATRZYMANIA} = \frac{\text{MASA W ŚCIÓŁCE}}{\text{MASA W ROCZNYM OPADZIE}}$$

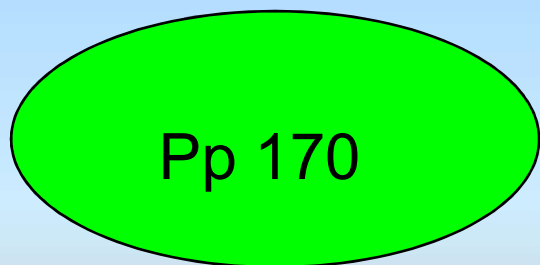
Akumulacja materii organicznej w różnych ekosystemach

Typ ekosystemu	Tempo akumulacji [g C × m ⁻² × rok]
Tundra	0.2
Tajga	11.7 - 15.3
Las iglasty	6.8 - 10.0
Las liściasty	0.7 - 5.1
Las deszczowy	2.3 - 2.5

BILANS WĘGLA RÓŻNYCH LASÓW

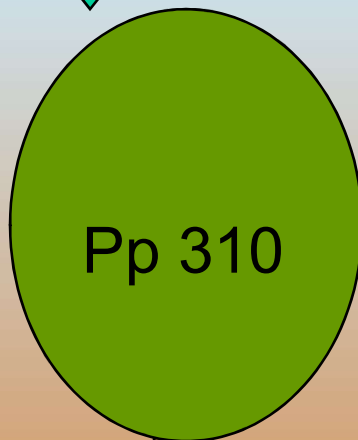
$\text{g C} \times \text{m}^{-2} \times \text{rok}^{-1}$

3040 ↓ ↑ 2450



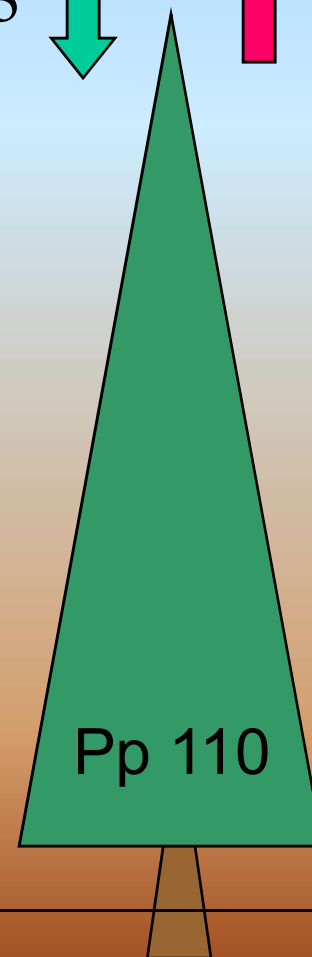
SOM 16200

1676 ↓ ↑ 1226



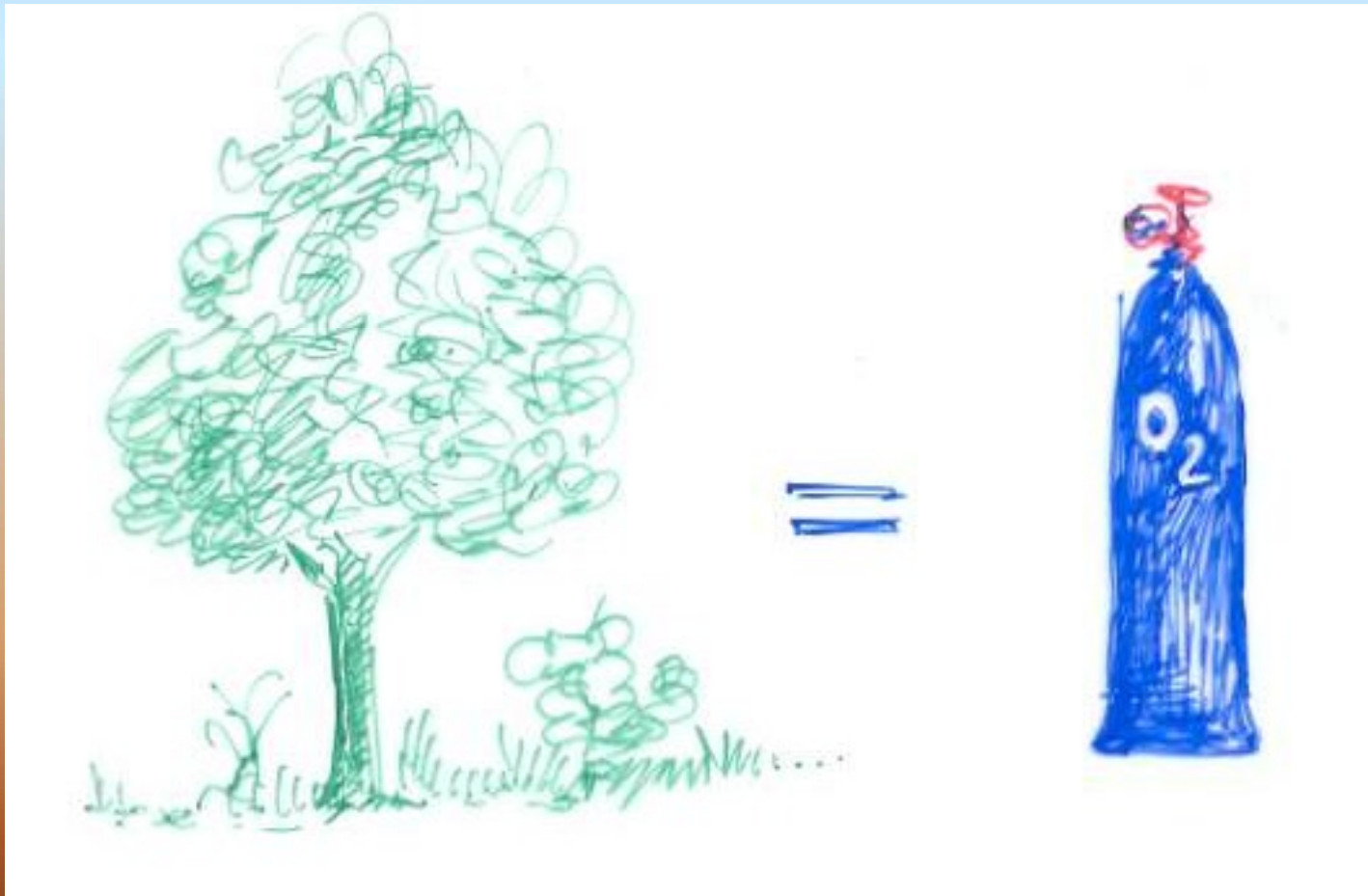
SOM 5600

963 ↓ ↑ 695

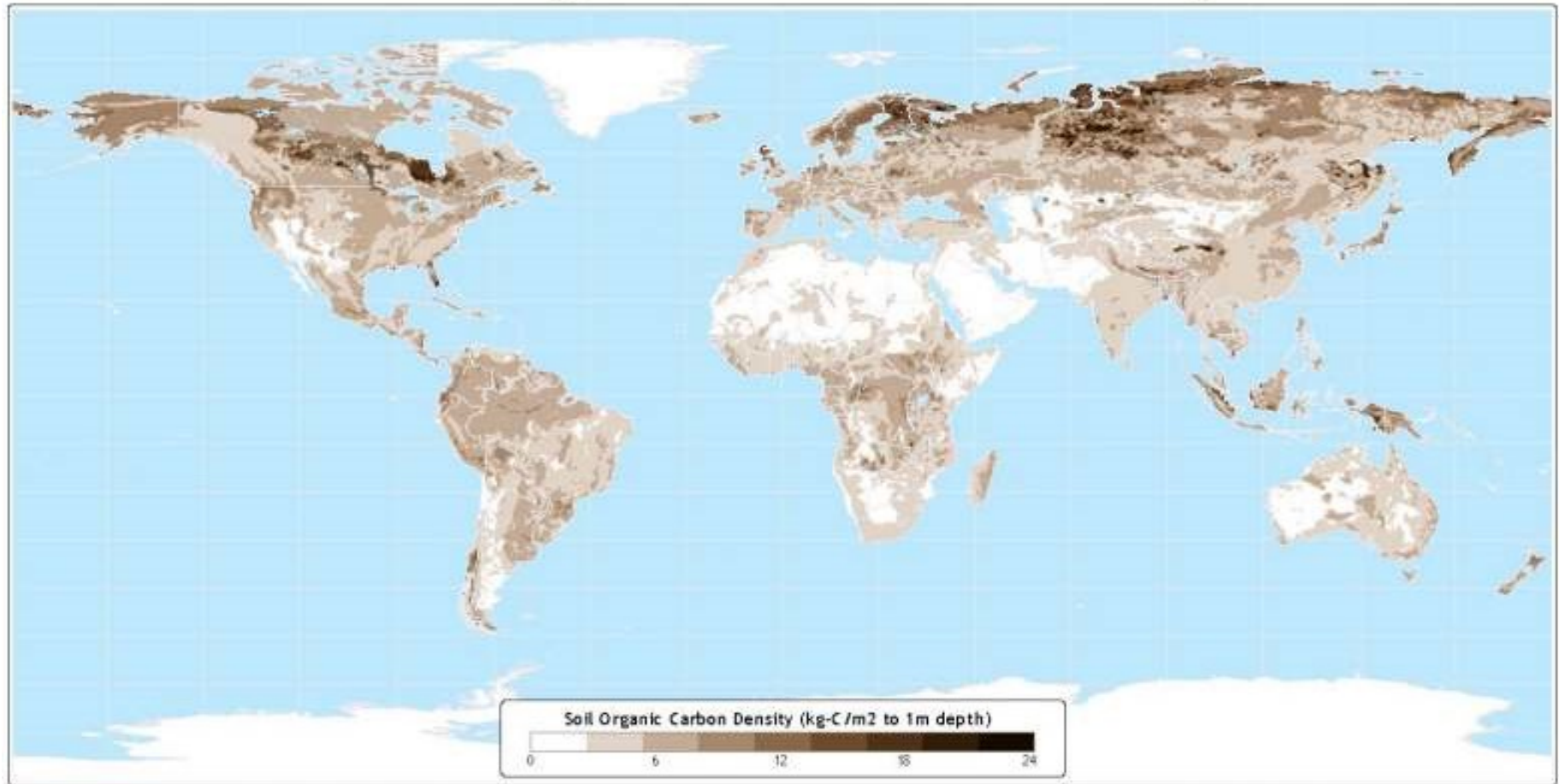


SOM 39000

MITOLOGIA „ZIELONYCH PŁUC”



Soil Organic Carbon Density



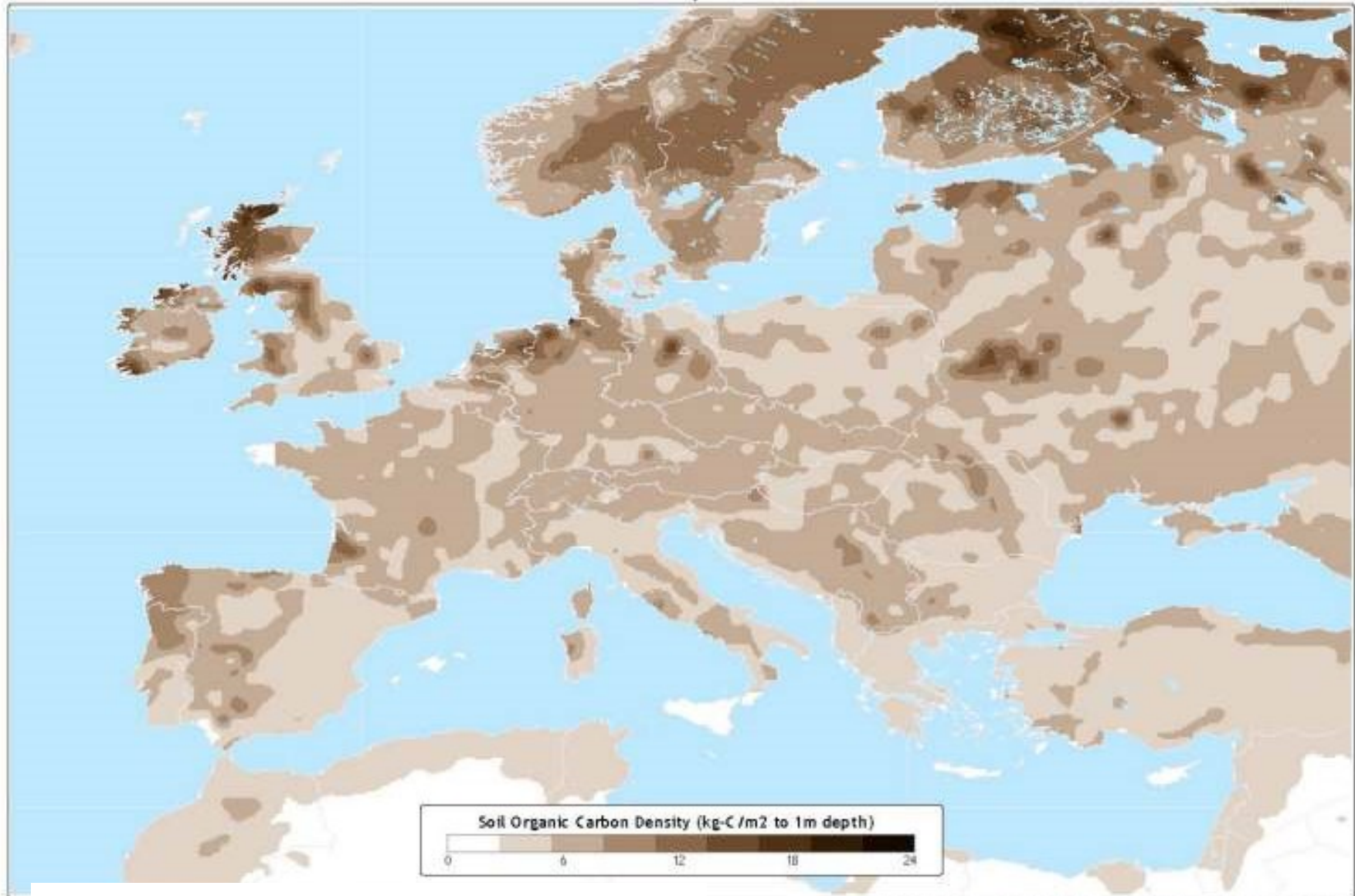
Data taken from: IGBP-DIS Global Soils Dataset (1998)

kg C/m² gleby do głęb. 1 m

Atlas of the Biosphere
Center for Sustainability and the Global Environment
University of Wisconsin - Madison

Soil Organic Carbon Density

Europe



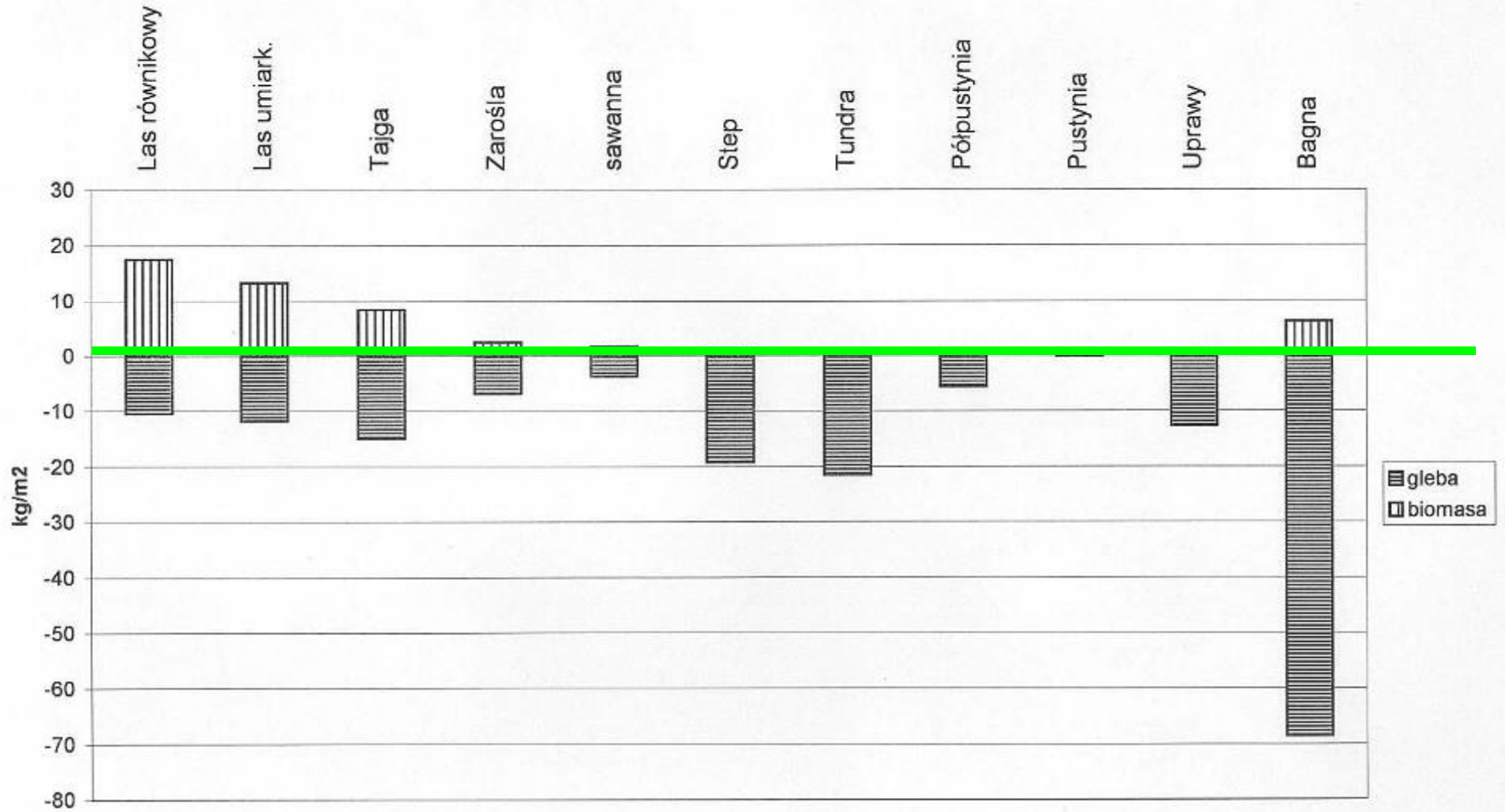
kg C/m² gleby do głęb. 1 m

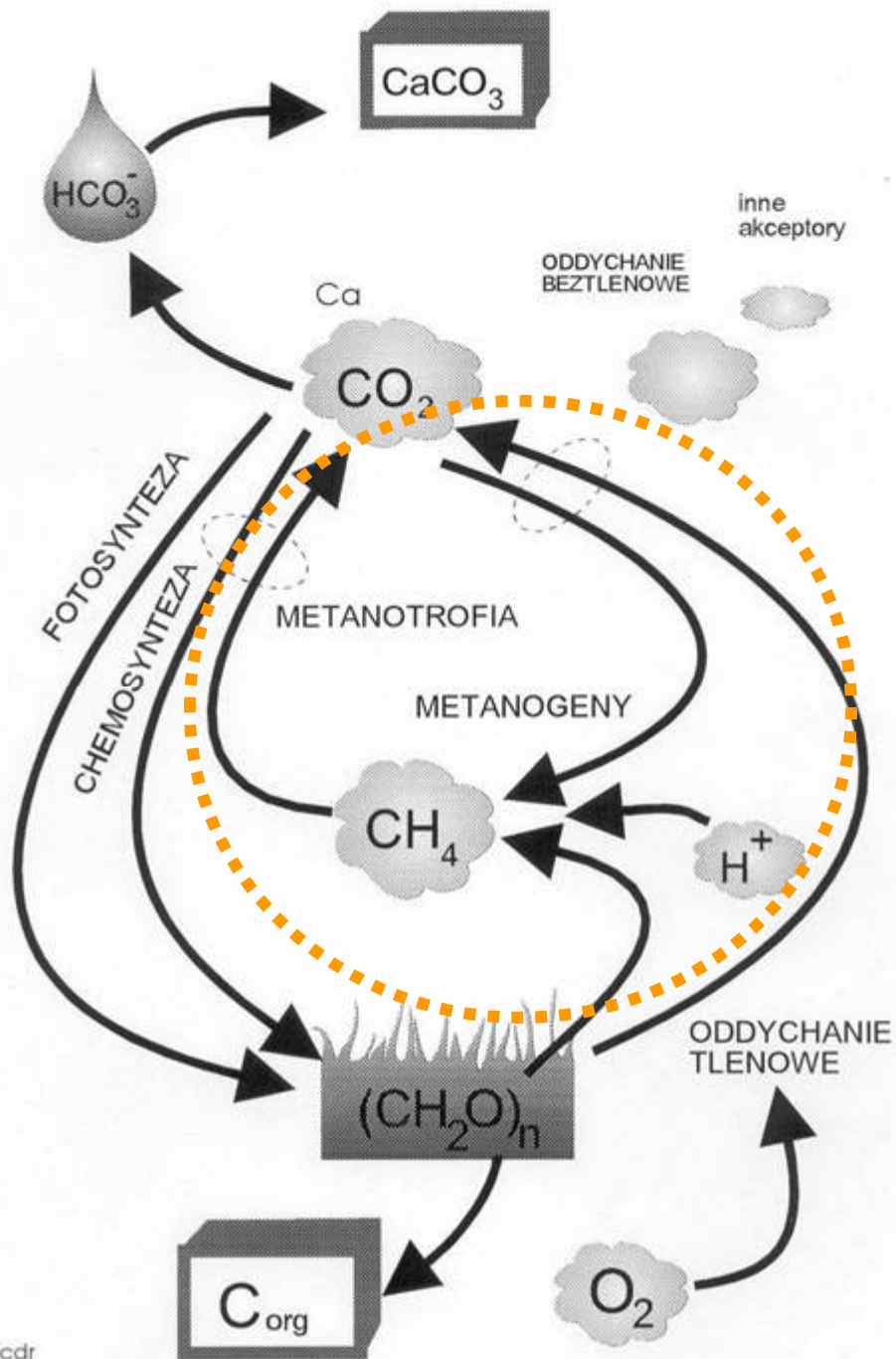
Atlas of the Biosphere
Center for Sustainability and the Global Environment
University of Wisconsin - Madison

Rozmieszczenie węgla w różnych ekosystemach lądowych

Ekosystem	Średnia zawartość C org. w biomacie $\text{kg} \times \text{m}^{-2}$	Średnia zawartość C org. w glebie $\text{kg} \times \text{m}^{-2}$	Obszar zajmowany przez ten ekosystem $\text{ha} \times 10^8$	Stosunek C biomasy C gleby	Suma C org. w biomacie $\text{t} \times 10^9$	Suma C org. w glebie $\text{t} \times 10^9$
Las równik.	17,5	10,4	24,5	1,68	429	255
Las umiark.	13,3	11,8	12,0	1,13	160	142
Tajga	8,3	14,9	12,0	0,55	100	179
Zarośla	2,5	6,9	8,5	0,36	21	59
Sawanna	1,7	3,7	15,0	0,46	25	56
Step itp.	0,7	19,2	9,0	0,04	6	173
Tundra	0,2	21,6	8,0	0,01	2	173
Półpustynia	0,3	5,6	18,0	0,05	5	101
Pustynia	0,01	0,1	24,0	0,10	0,2	3
Uprawy	0,4	12,7	14,0	0,03	6	178
Bagna	6,3	68,6	2,0	0,09	13	137
Razem			147,0		767	1456

Zawartość C org





tlen1.cdr

OBIEG WĘGLA W BIOSFERZE

UDZIAŁ METANU

BILANS METANU W BIOSFERZE

Nowe dane

Przed rozwojem przemysłu:

233 mln t/rok

Mokradła	168
Spalanie biomasy	20
Termity	20
Oceany	15
Hydraty	10

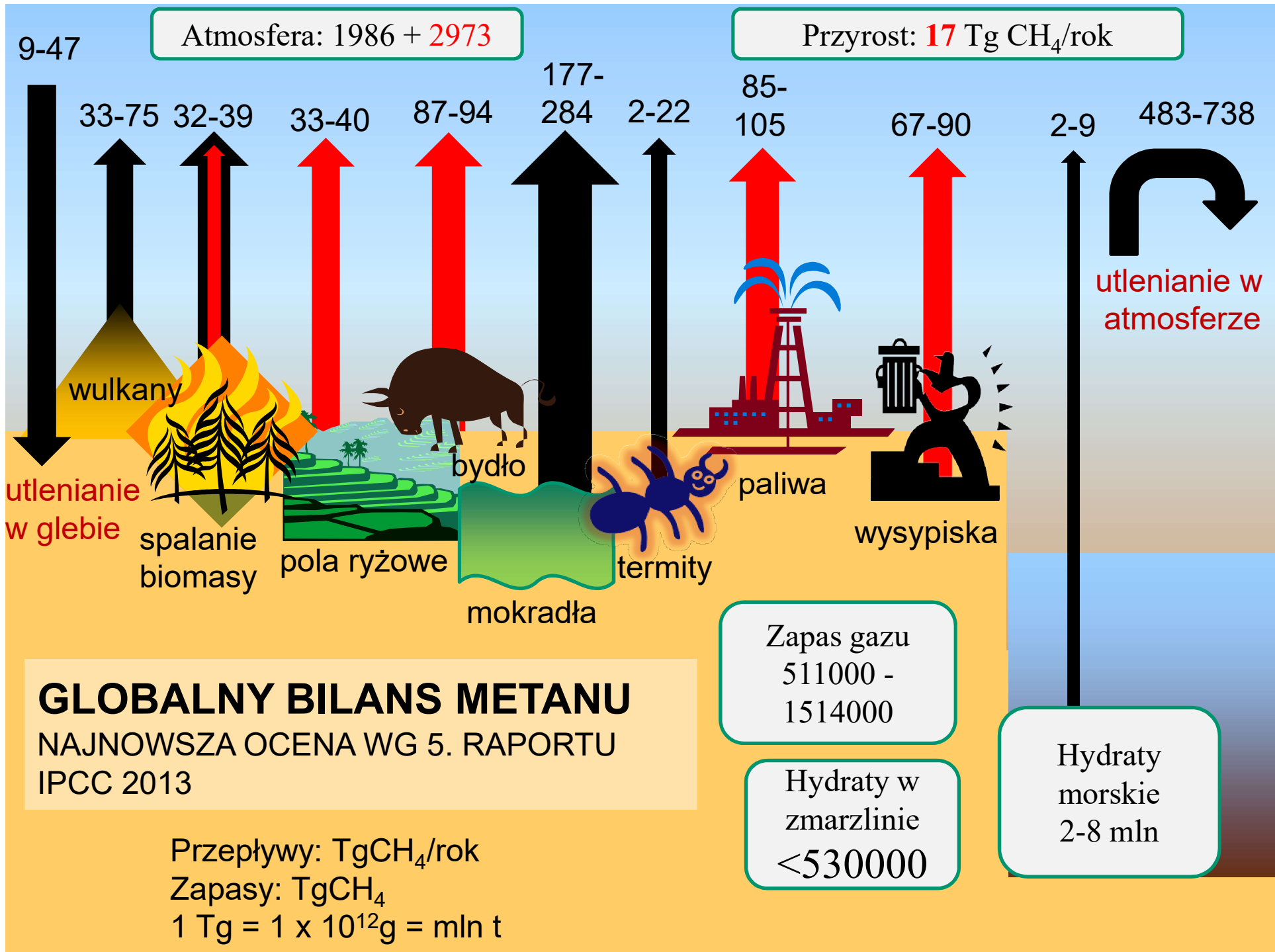
Keppler & Roeckman
Świat Nauki, kwiecień 2007

5. Raport IPCC, wrzesień 2013

Obecnie:

600 mln t/rok

Pola ryżowe	33-40	
Produkcja energii	85-105	110
Przeżuwacze	87-94	115
Mokradła	178-284	225
Hydraty	2-9	10
Oceany		15
Termity	2-22	20
Spalanie biomasy	32-39	40
Wysypiska i oczyszczalnie ścieków	67-90	60
Roślinność	60-240	?





TERMITY



Nasutitermes sp.



Nasutitermes sp.





BAWOŁY AFRYKAŃSKIE (Masai Mara, Kenia)

PRZEŻUWACZE

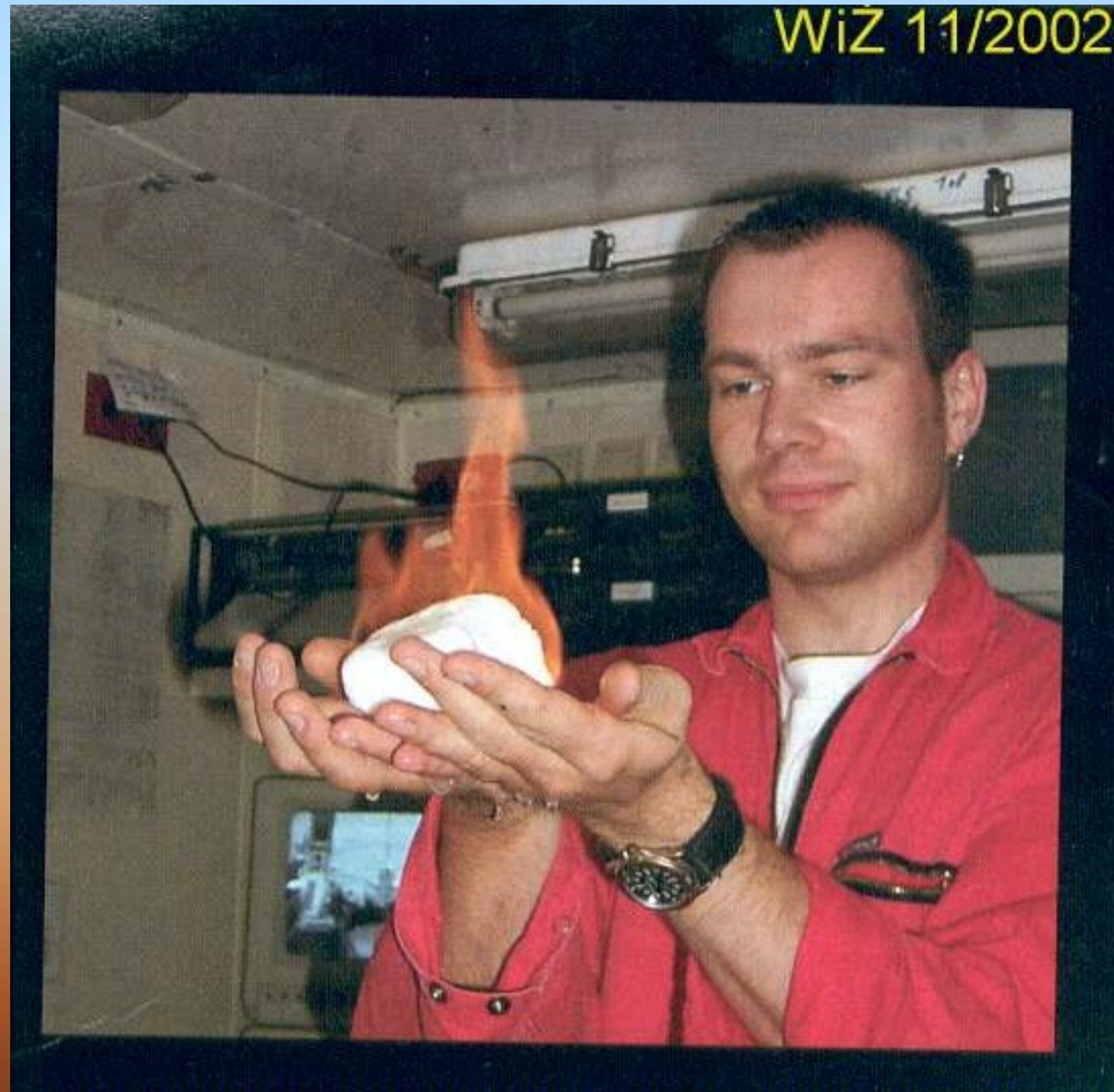
BYDŁO ZEBU (Pantanal – Mato Grosso do Sul, Brazylia)



BAKTRIANY (Gurwan Turuu, Mongolia)



Hydrat metanu



Figuriny występujące na dnie oceanów zawierają więcej energii niż wszystkie zasoby paliw kopalnych na świecie. Jeżeli jednak nastąpi nagły rozkład tych związków, to uwalniają się z nich metan może pogłębić efekt cieplarniany

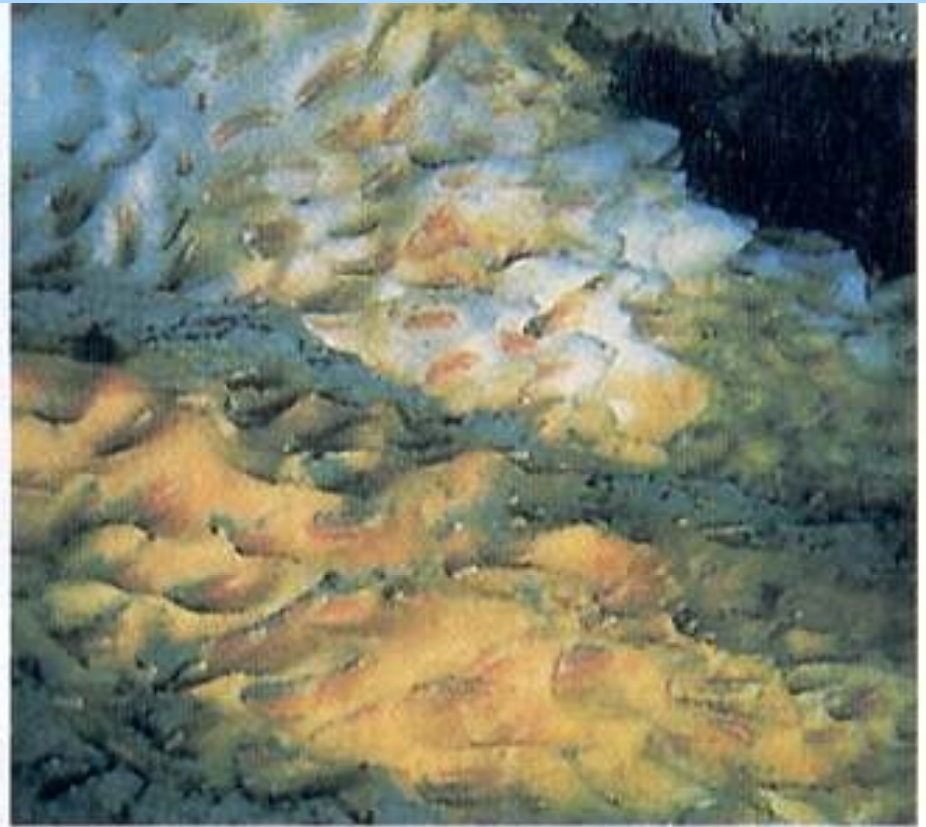
Erwin Suess, Gerhard Bohrmann, Jens Greinert i Erwin Lauth

HYDRAT METANU



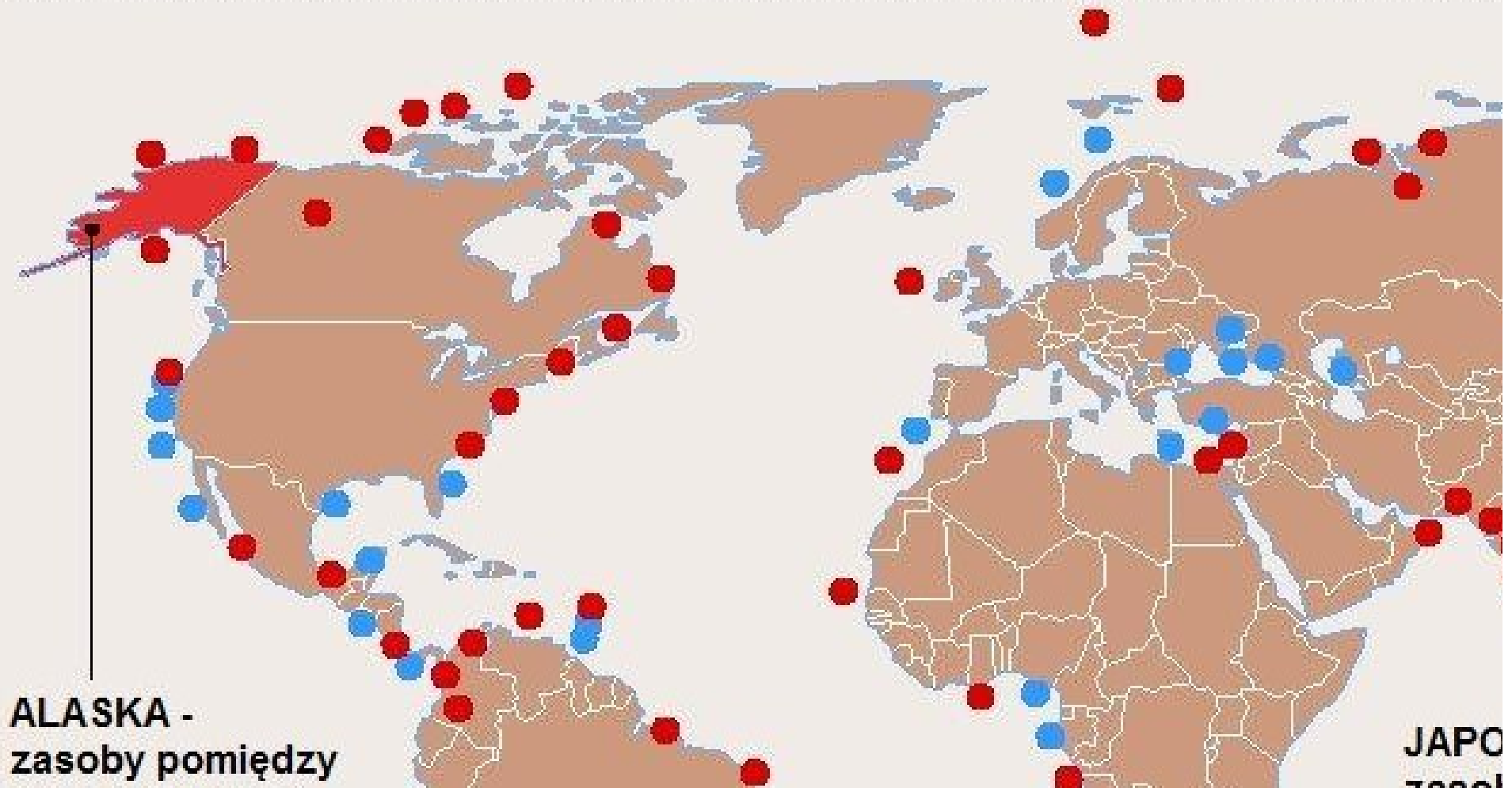


GEUMAH

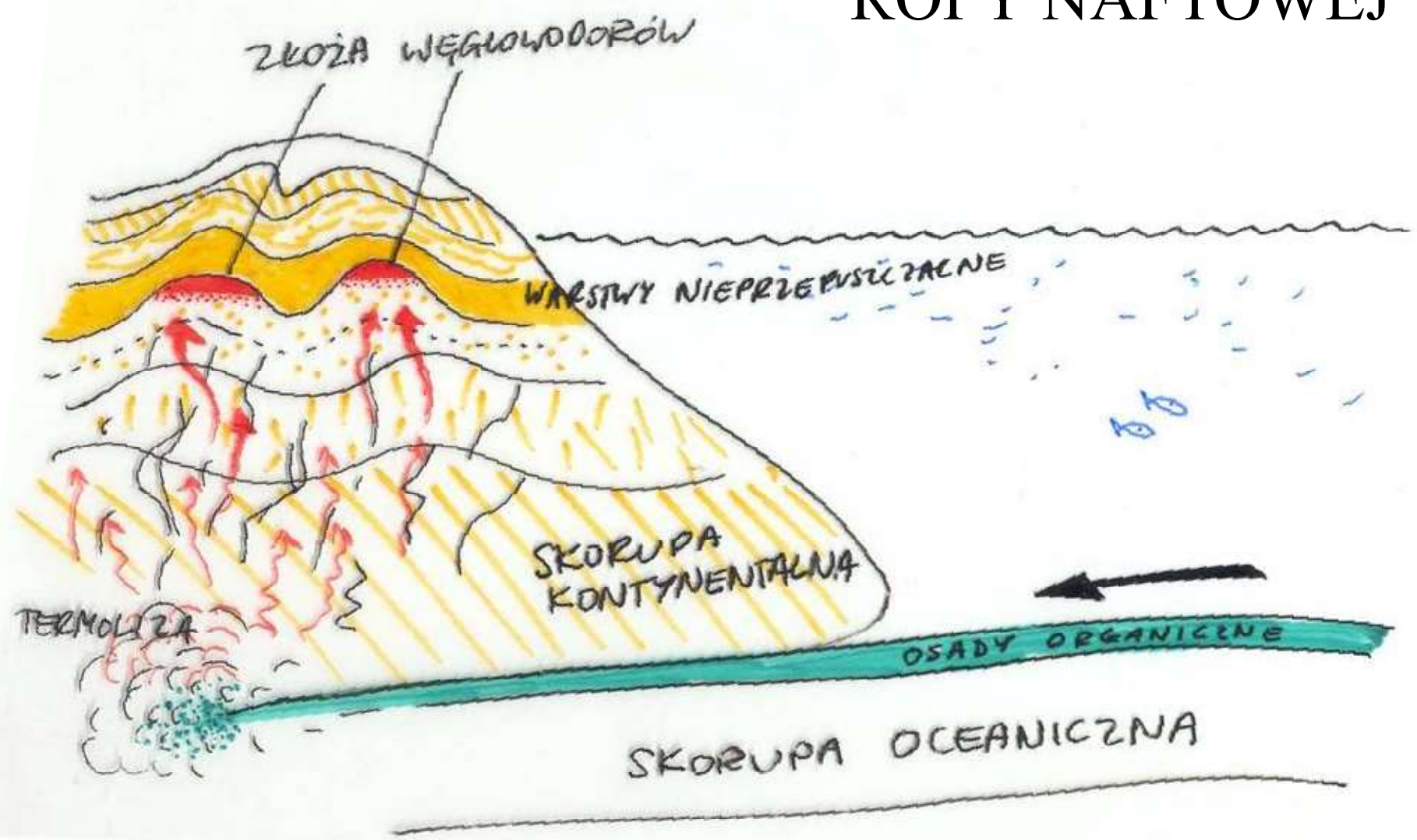


RÓŻOWE WIELOSZCZETY długości 2–5 cm, które Charles Fisher z Pennsylvania State University obserwował na głębokości 700 m z pokładu batyskafu, wydrążyły sobie w warstwie hydratu tuż obok siebie norki (z *prawej*). Ci przedstawiciele nieznanego dotychczas gatunku *Hesiocaeca methanicola* (z *lewej*) żyją w symbiozie z bakteriami, które czerpią energię z metanu pochodzącego z hydratu.

KLATRATY METANOWE - ŚWIATOWE ZŁOŻA

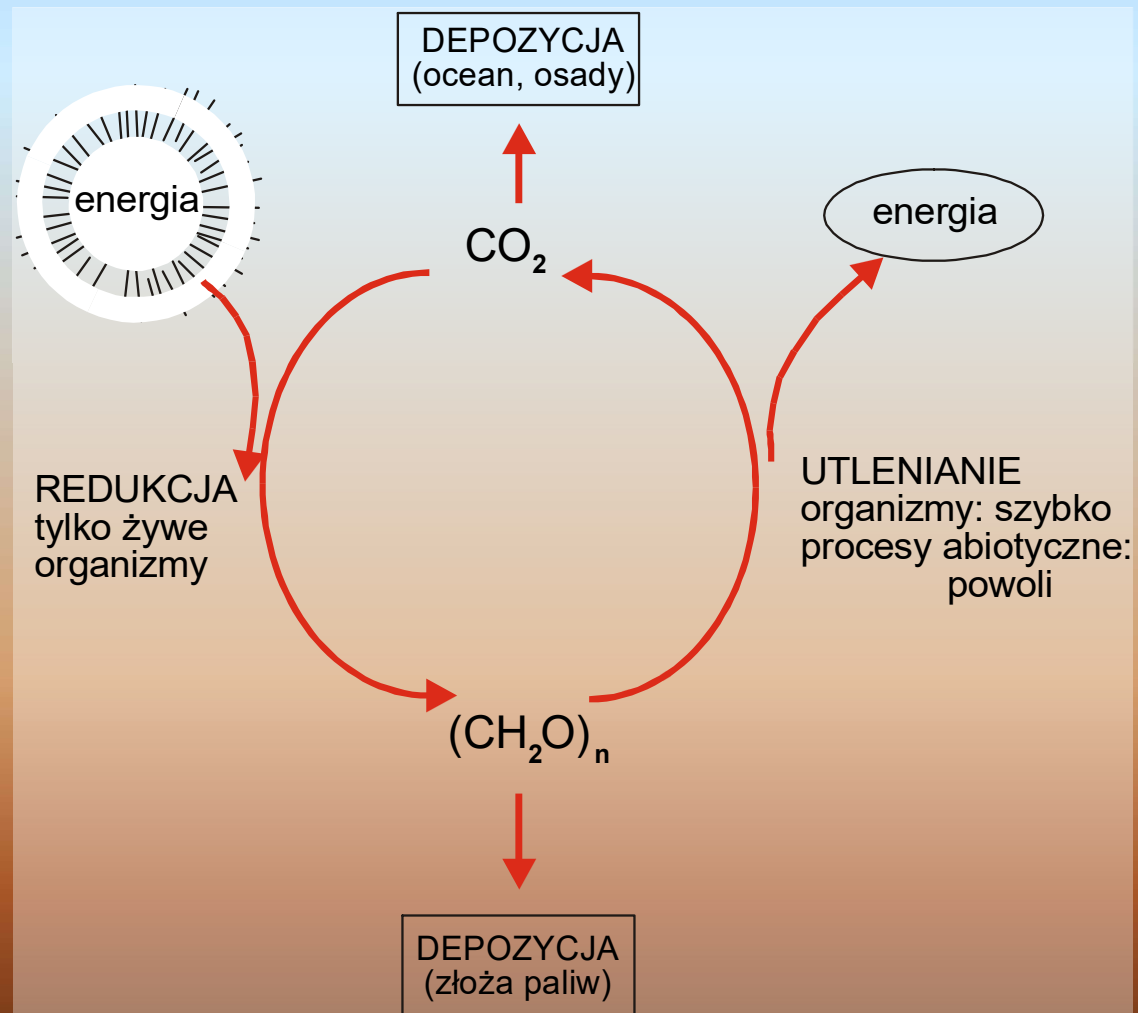


JEDNA Z HIPOTEZ O POCHODZENIU ŹRÓDŁ ROPY NAFTOWEJ



M. ZEPERSKI
WARSZAWA 92/1 101

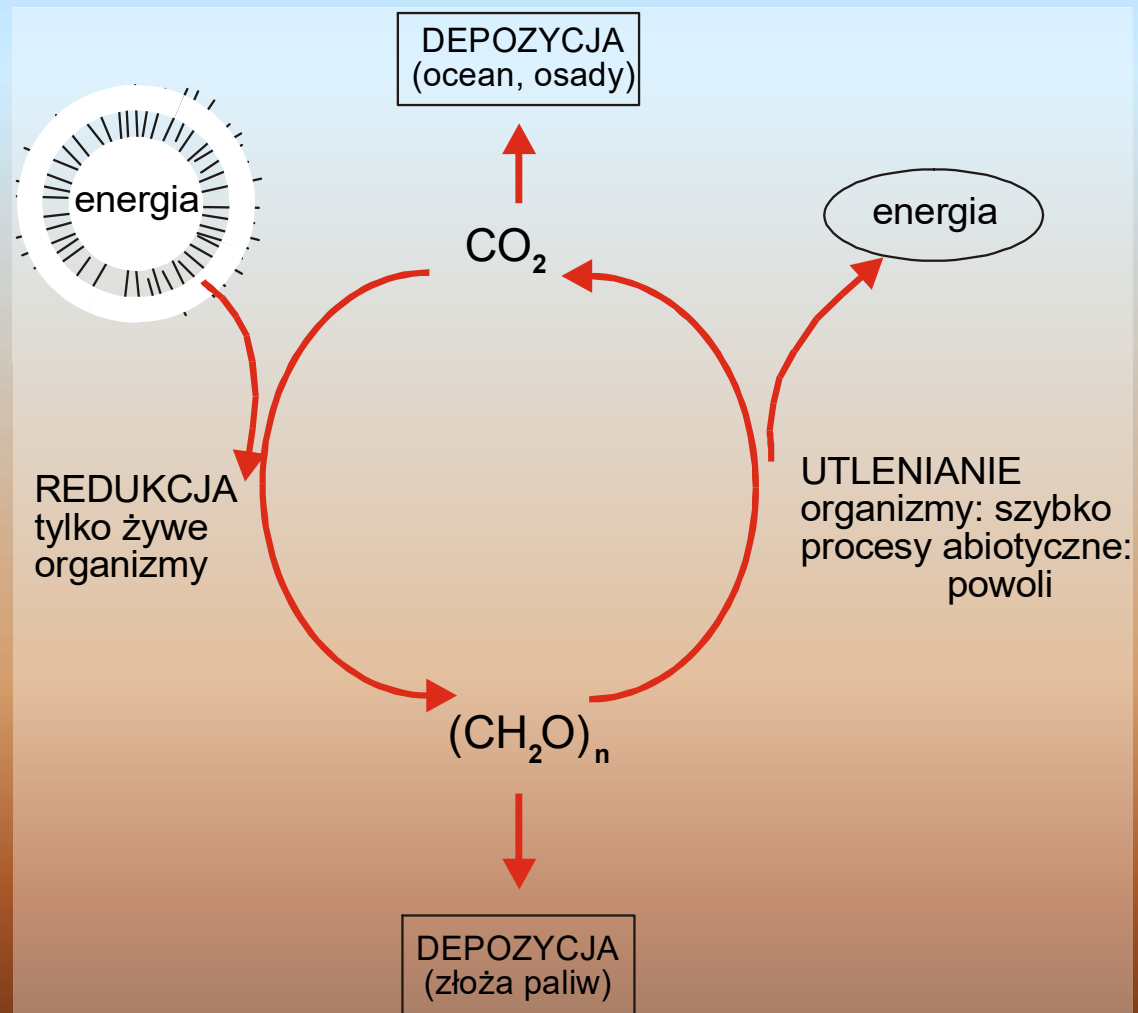
Życie biosfery = cykl redoks węgla



Ocieplenie globalne

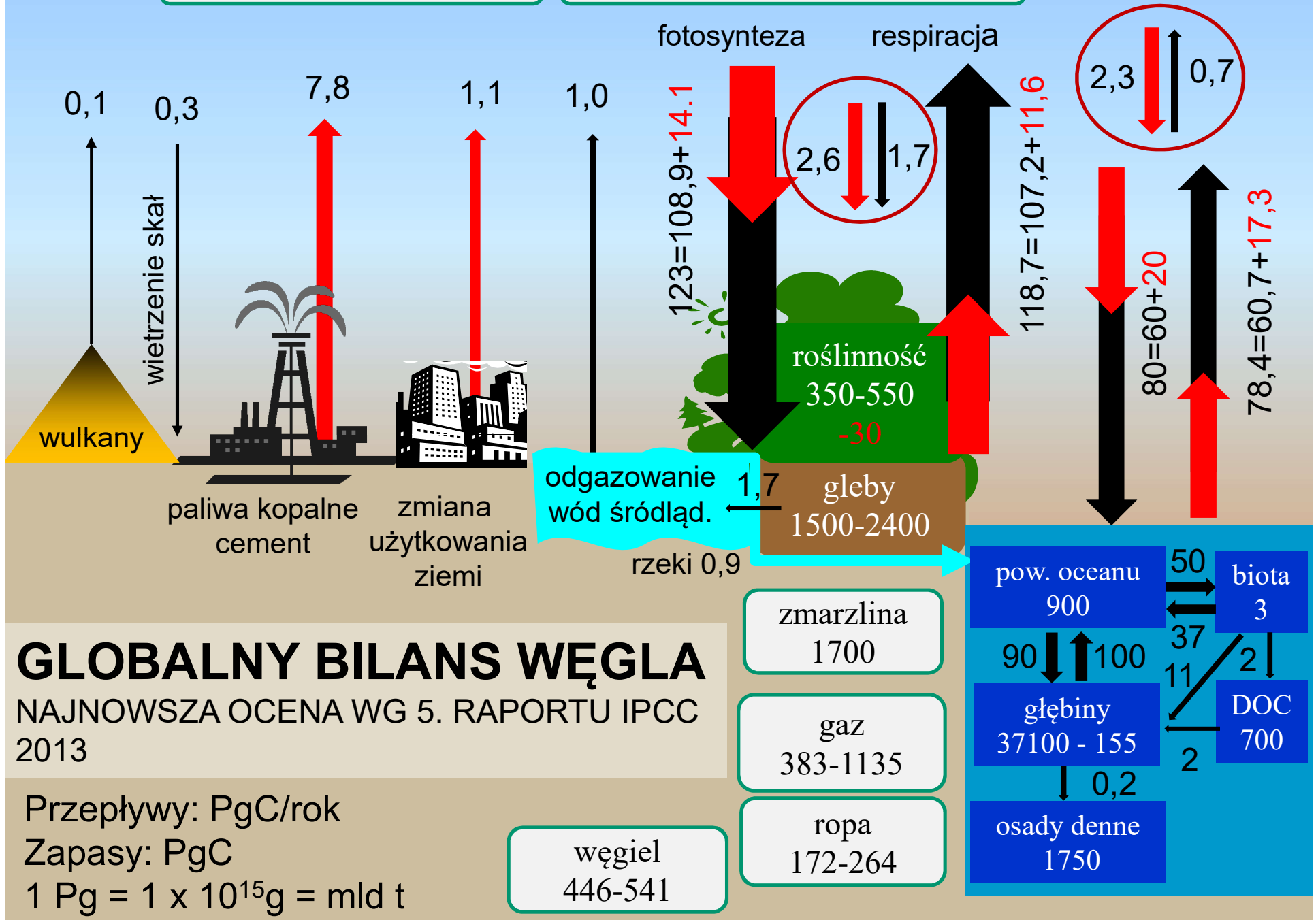
1. Jest faktem, jest powodowane przez człowieka
2. Jest faktem, inne przyczyny
3. Nie wiadomo, zdania uczonych są podzielone
4. Nie jest faktem
5. Żadne z powyższych (napisz, co myślisz)

Życie biosfery = cykl redoks węgla



Atmosfera: 589 + 240

Przyrost: 4 Pg C/rok



GLOBALNY BILANS WĘGLA

NAJNOWSZA OCENA WG 5. RAPORTU IPCC 2013

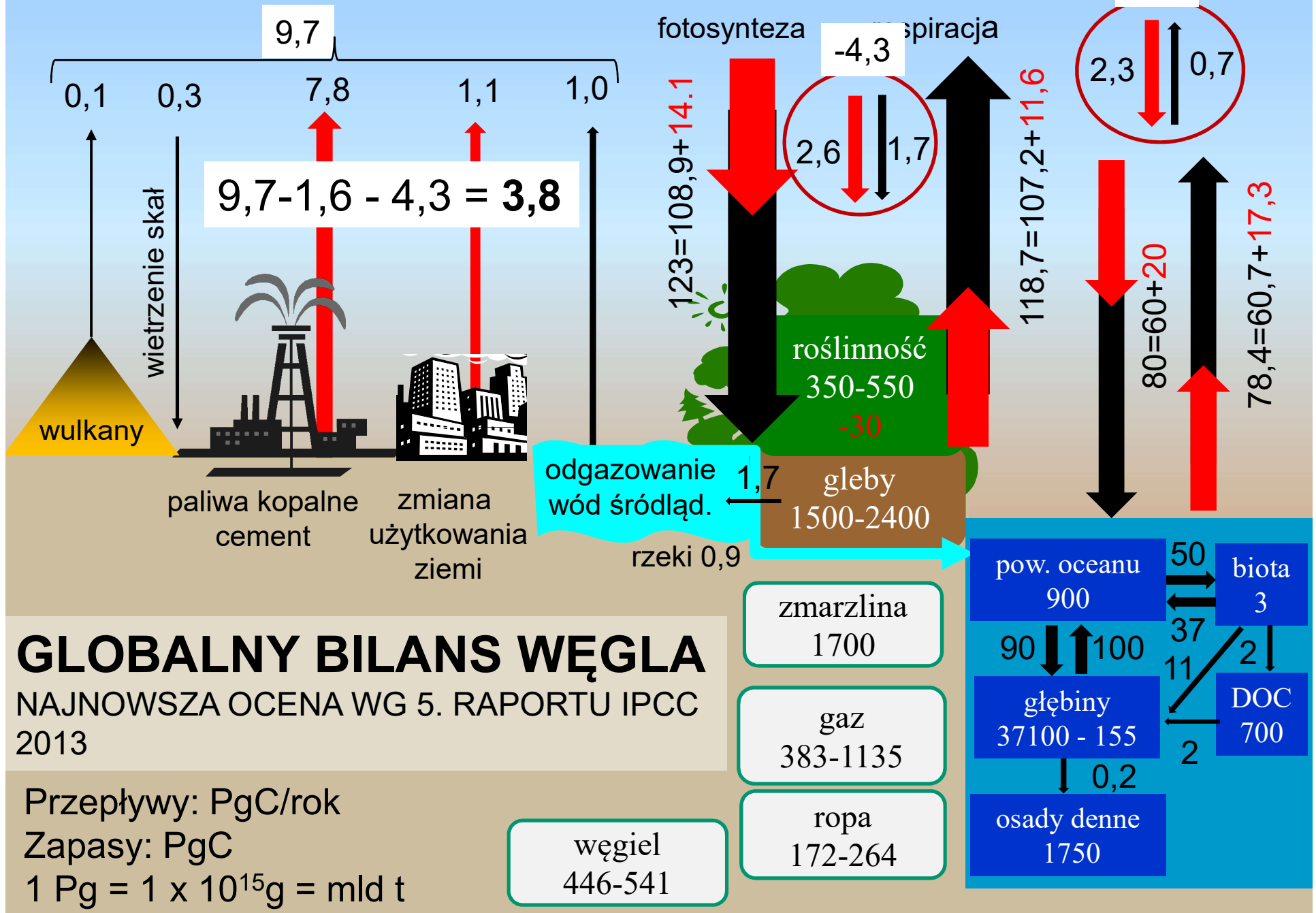
Przepływy: PgC/rok

Zapasy: PgC

1 Pg = 1 x 10¹⁵g = mld t

Atmosfera: 589 + 240

Przyrost: 4 Pg C/rok



GLOBALNY BILANS WĘGLA

NAJNOWSZA OCENA WG 5. RAPORTU IPCC 2013

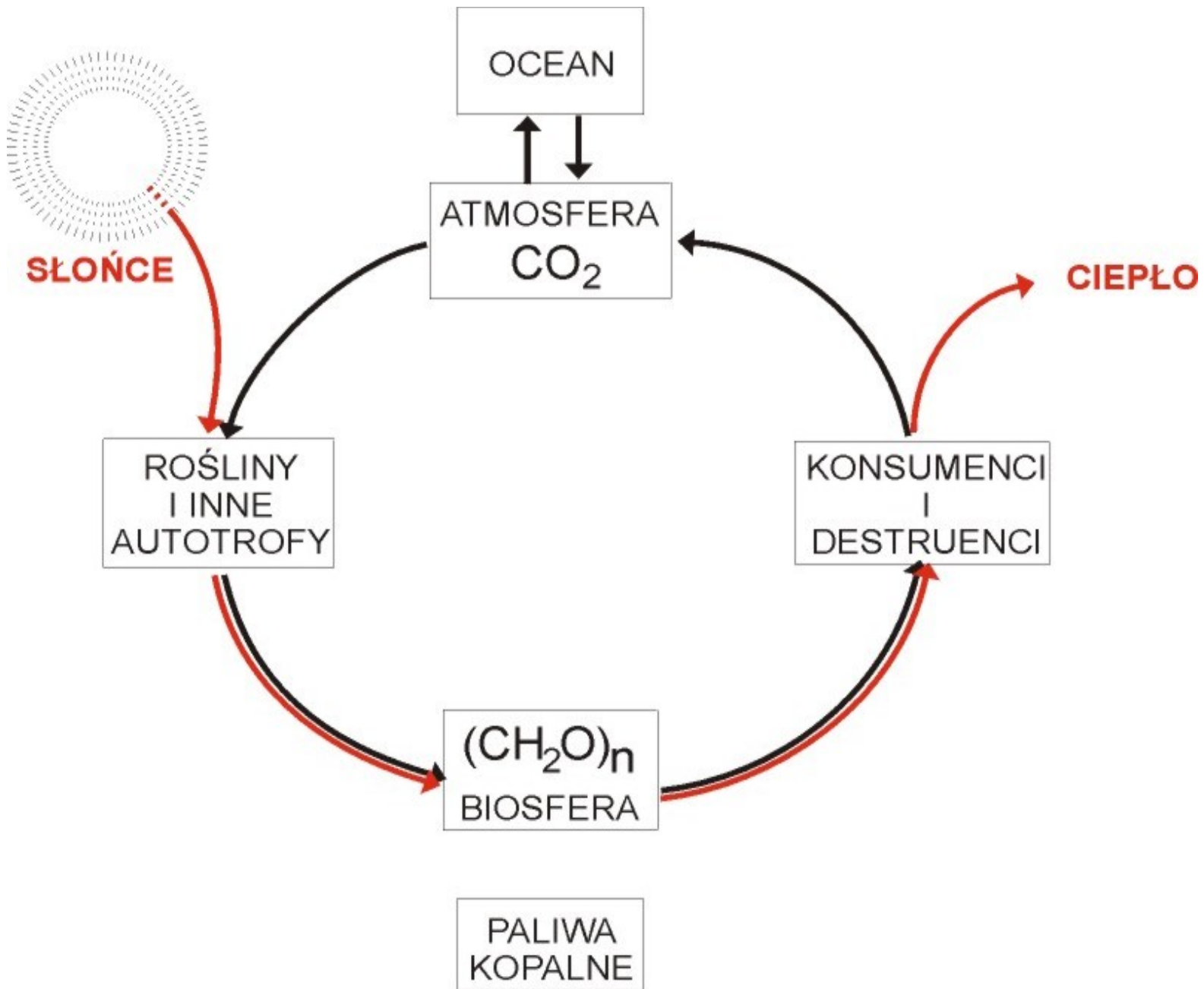
Przepływy: PgC/rok

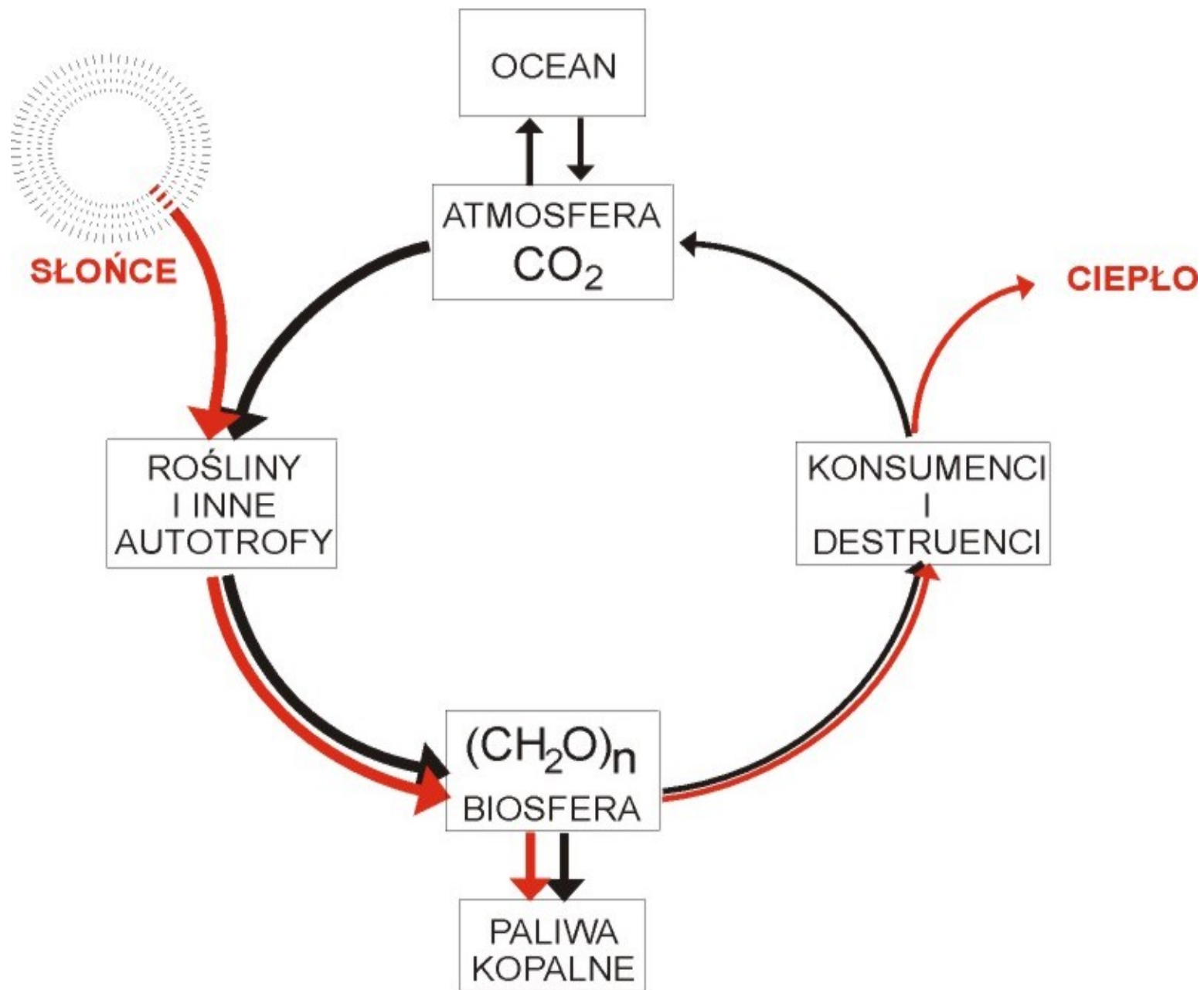
Zapasy: PgC

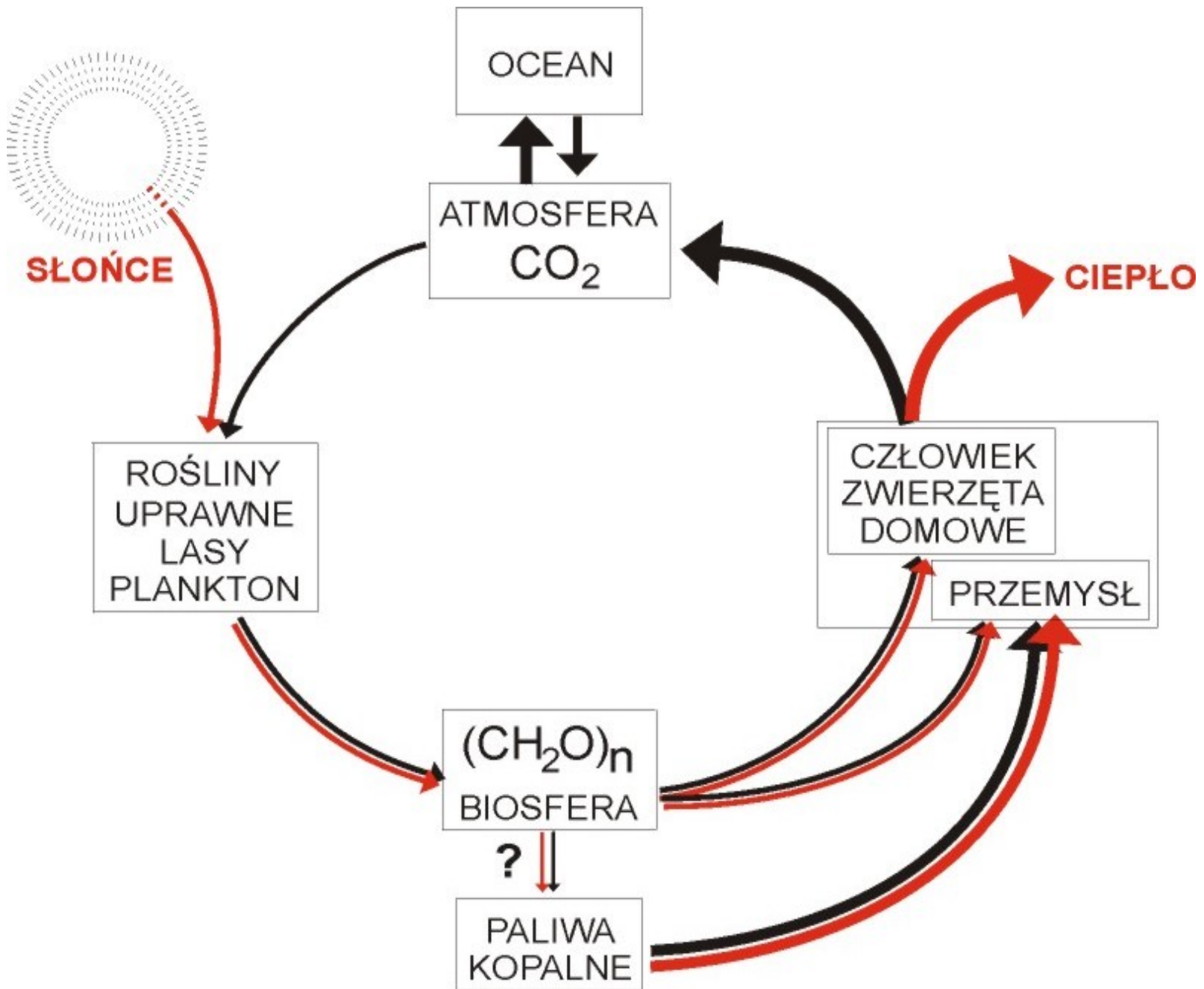
1 Pg = 1 x 10¹⁵g = mld t

ZMIANY KLIMATU

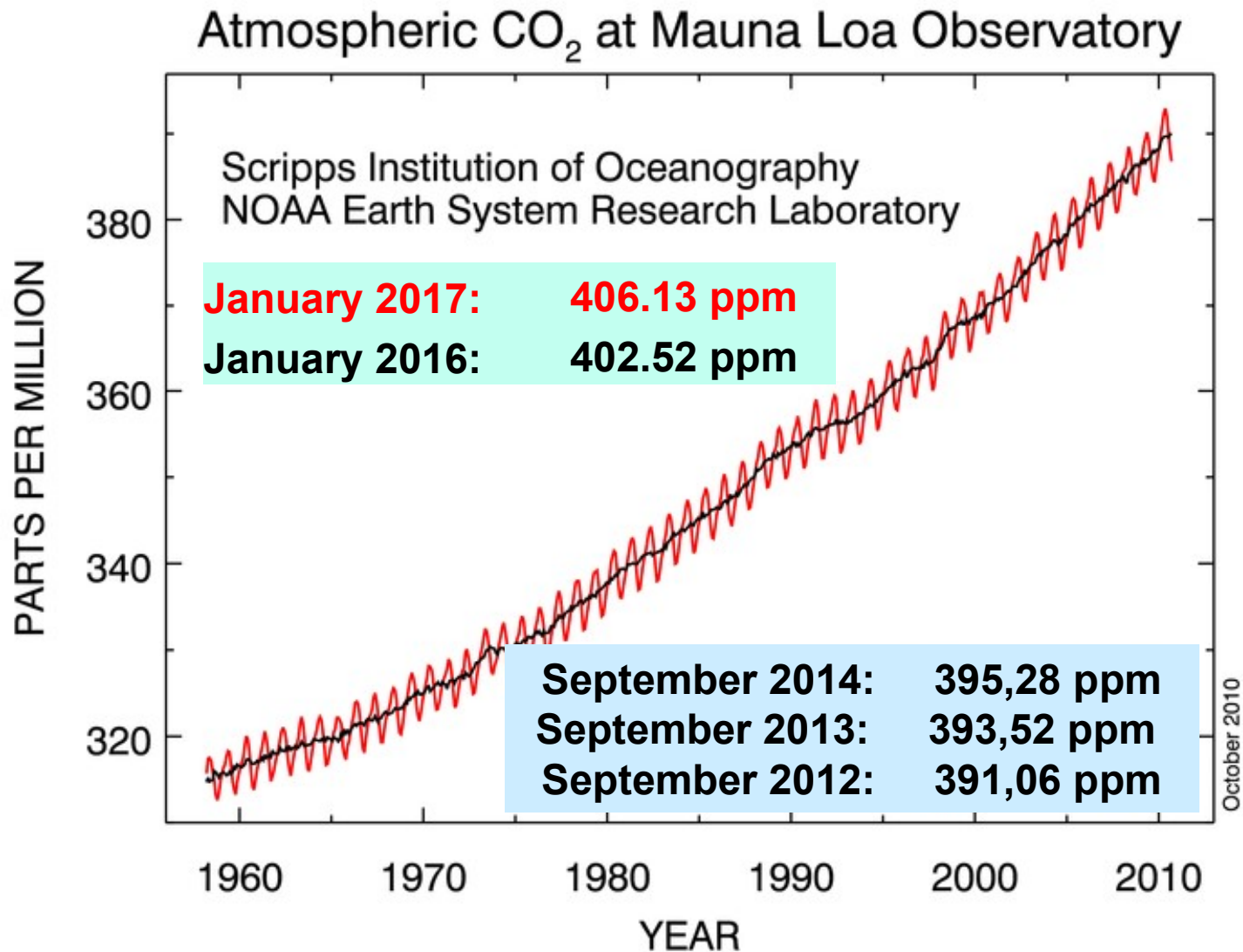
„GLOBAL CHANGE”







STĘŻENIE CO₂ W ATMOSFERZE

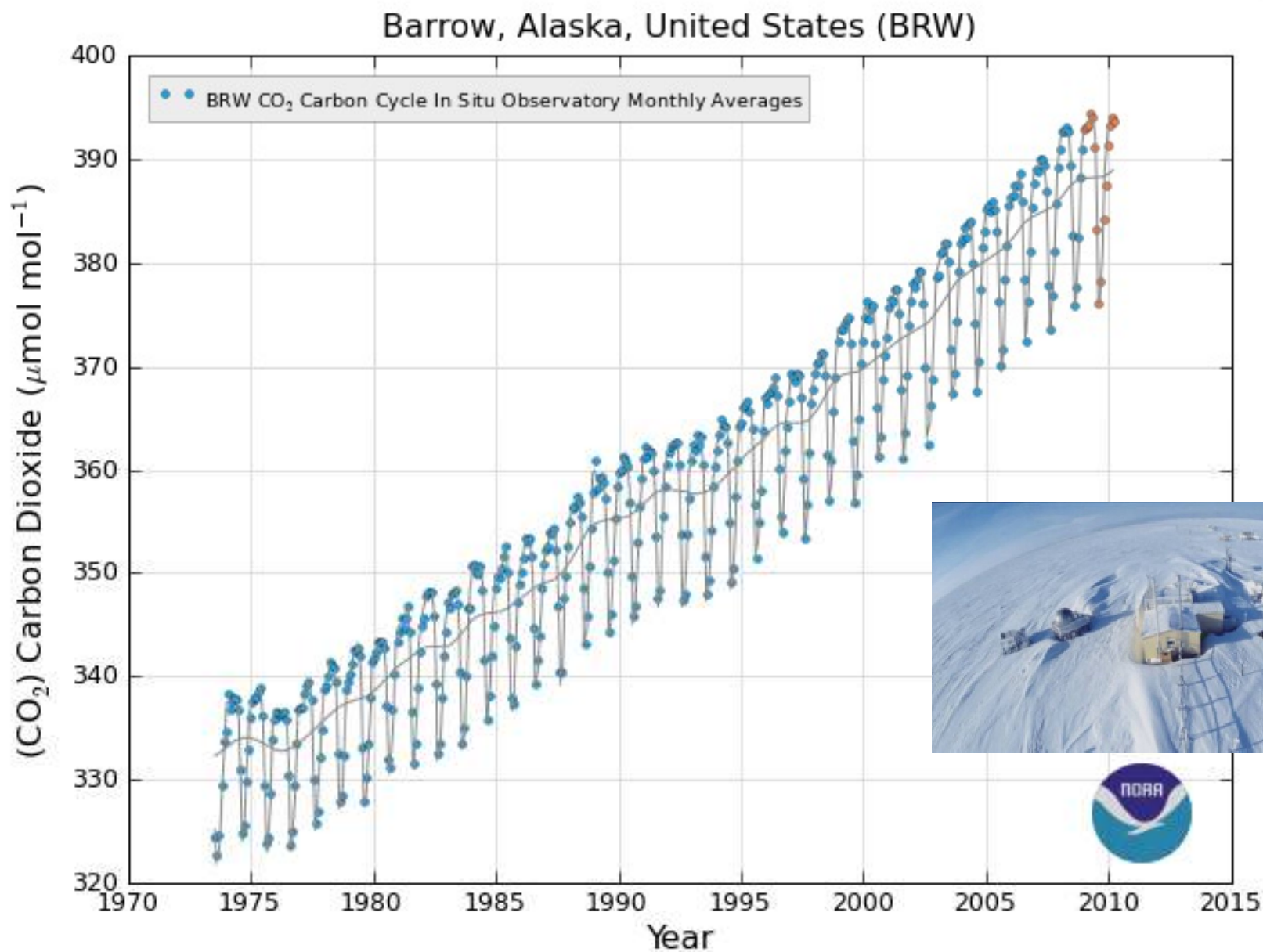




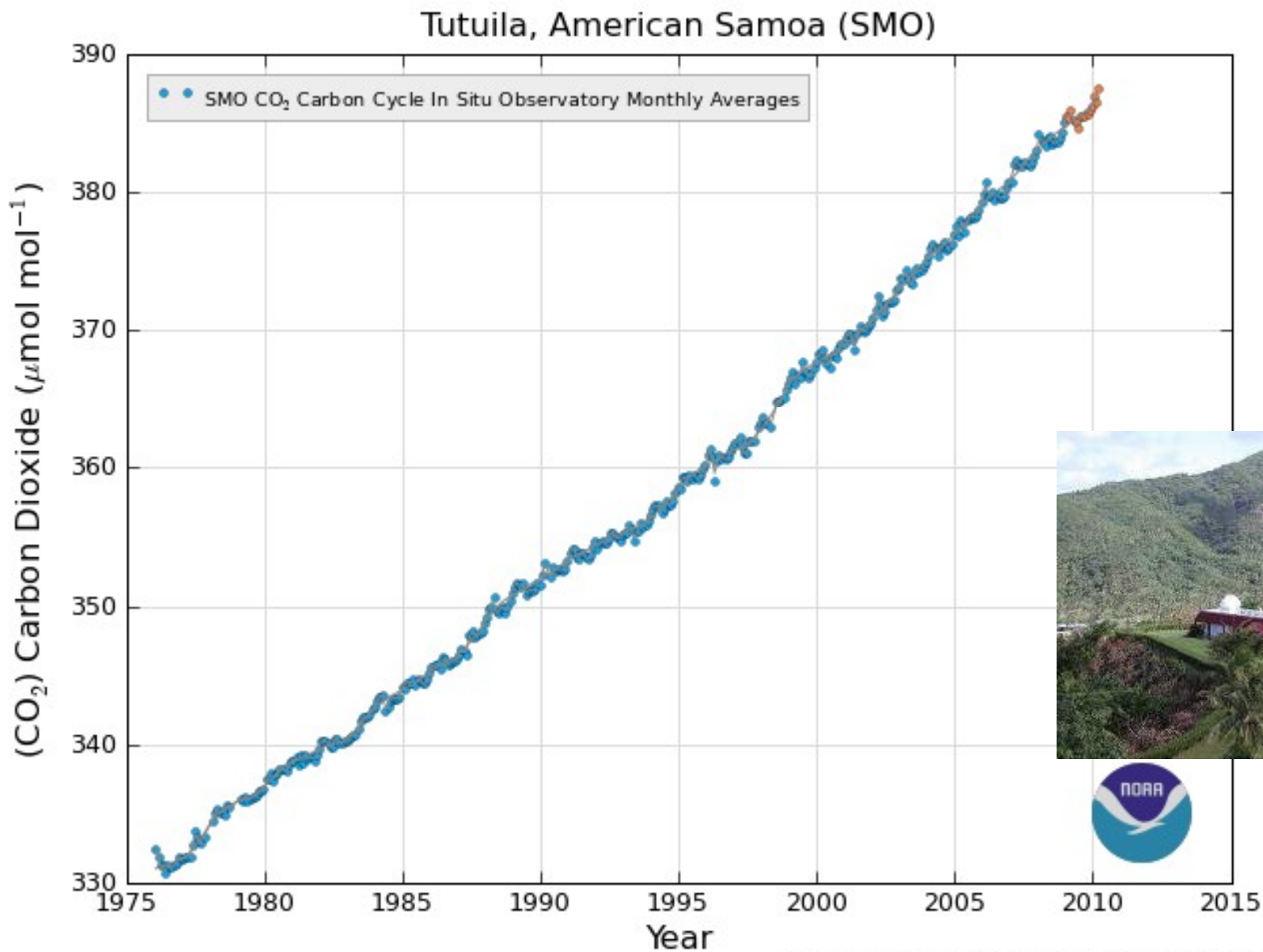
**National Oceanic and Atmospheric
Administration**

<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>

ZMIANY STĘŻENIA DWUTLENKU WĘGLA W ATMOSFERZE

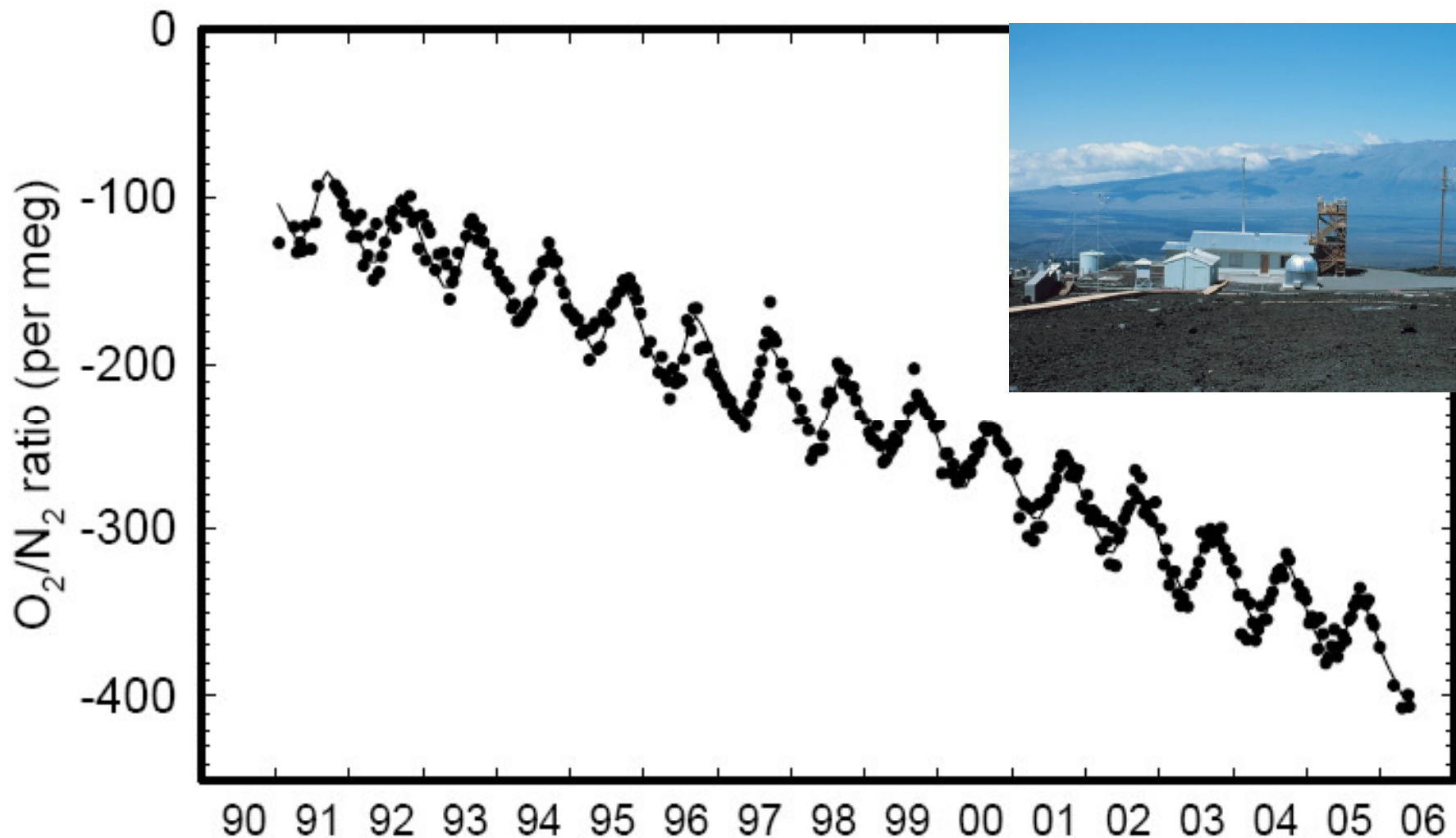


ZMIANY STĘŻENIA DWUTLENKU WĘGLA W ATMOSFERZE

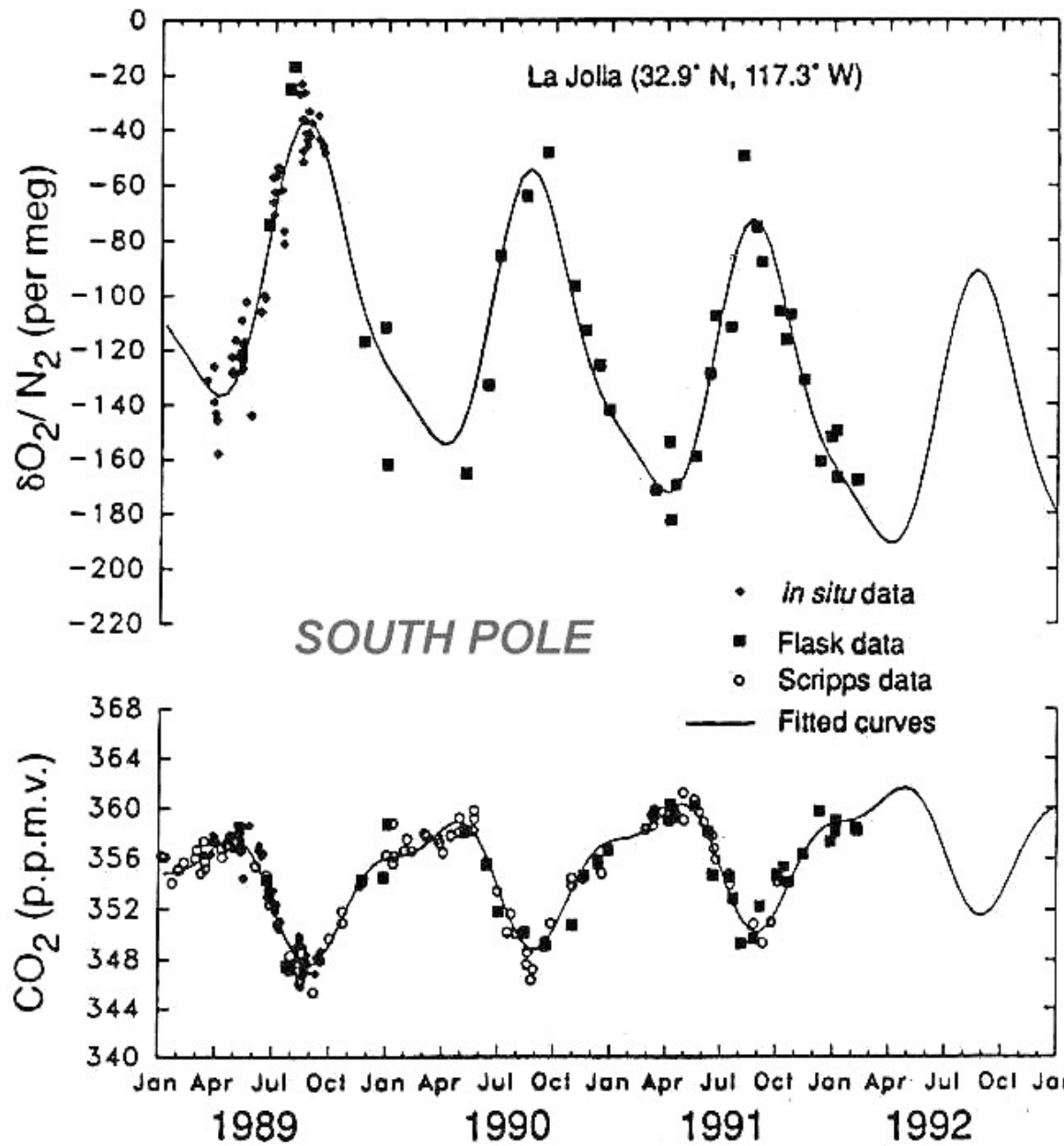


Generated ESRL/GMD - 2010-March-04 12:36 pm

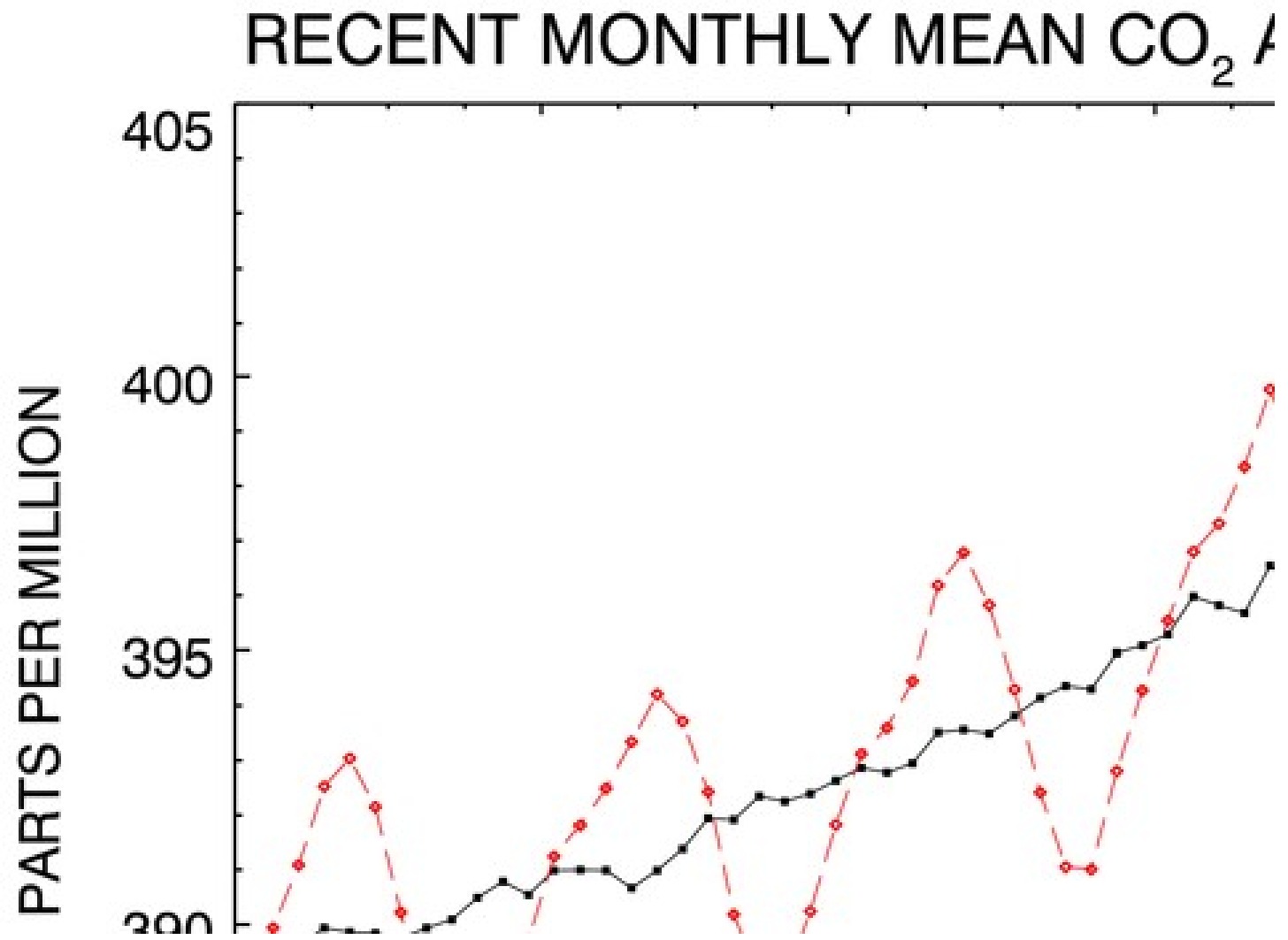
ZMIANY ZAWARTOŚCI **TLENU** W ATMOSFERZE W OKRESIE 1990-1996



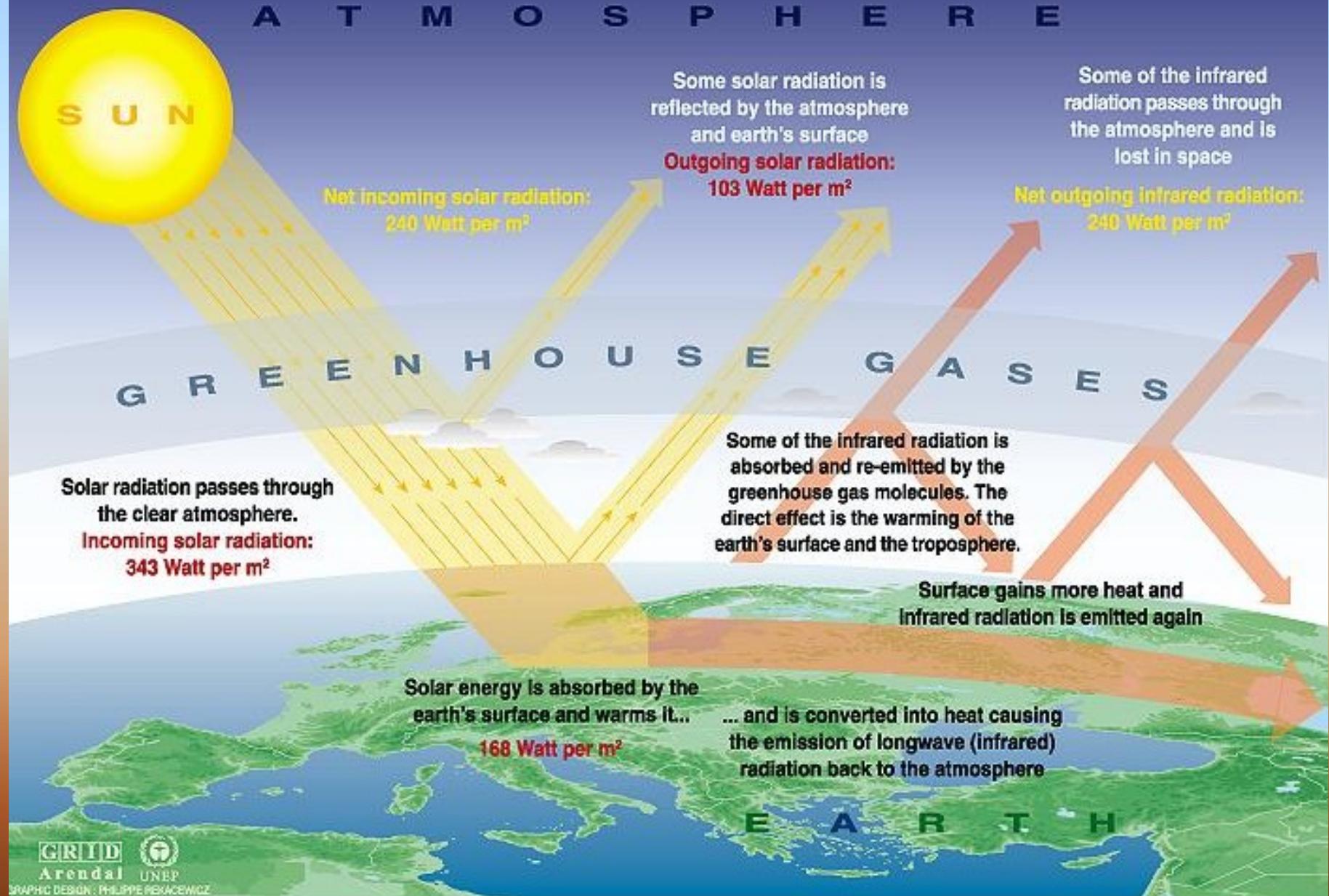
ZMIANY ZAWARTOŚCI TLENU/AZOTU W KALIFORNI (LA JOLLA)



<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>



The Greenhouse effect



GRID Arendal UNEP
GRAPHIC DESIGN: PHILIPPE PEKACEWICZ

Sources: Okanagan university college in Canada, Department of geography, University of Oxford, school of geography; United States Environmental Protection Agency (EPA), Washington; Climate change 1995, The science of climate change, contribution of working group 1 to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change, UNEP and WMO, Cambridge university press, 1996.

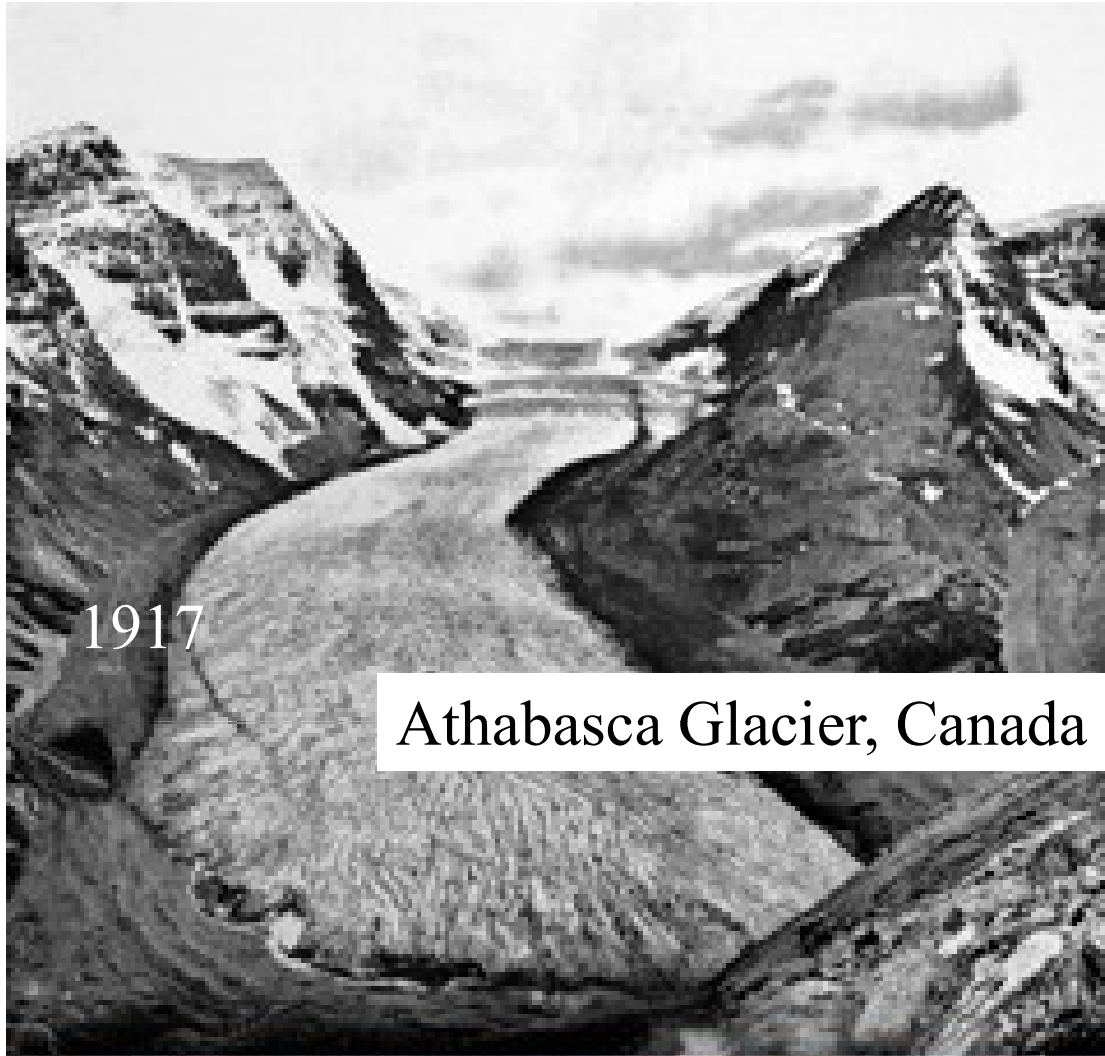


Columbia Glacier c. 1980



Columbia Glacier





1917

Athabasca Glacier, Canada

Athabasca Glacier, Jasper National Park Canada in 1917 and 2005. Wheeler Survey p

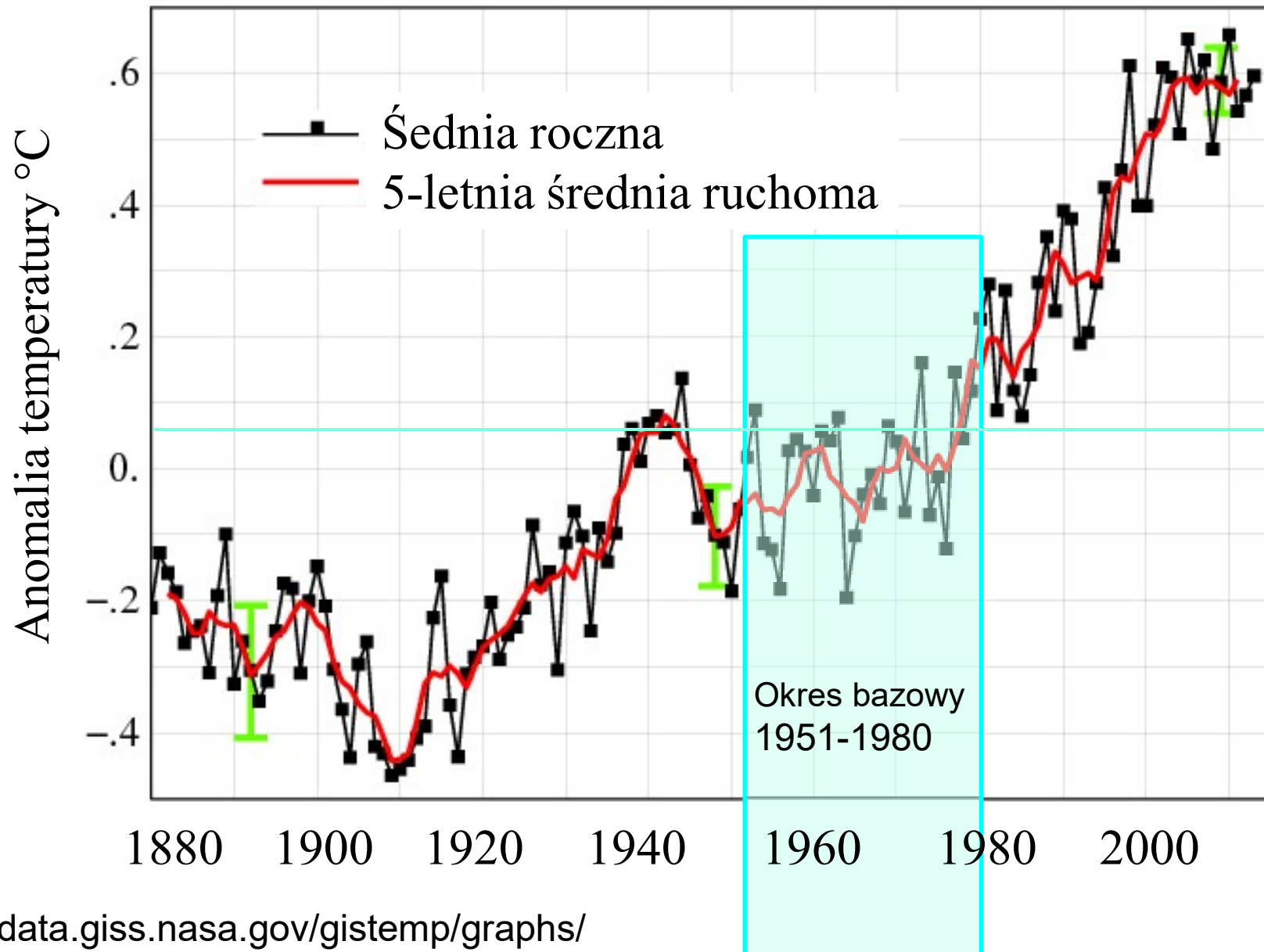


2005

INTERNET:

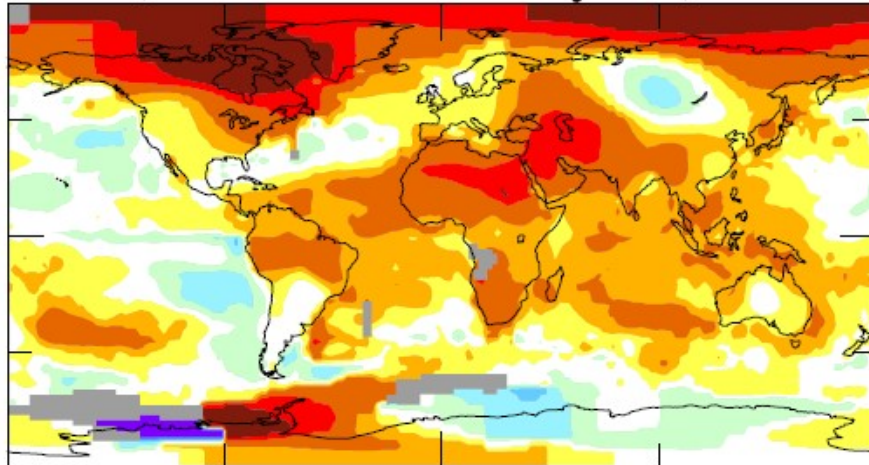
„Glacier retreat warming”
„Receding glaciers”
Etc.

Globalny wskaźnik zmian temperatury

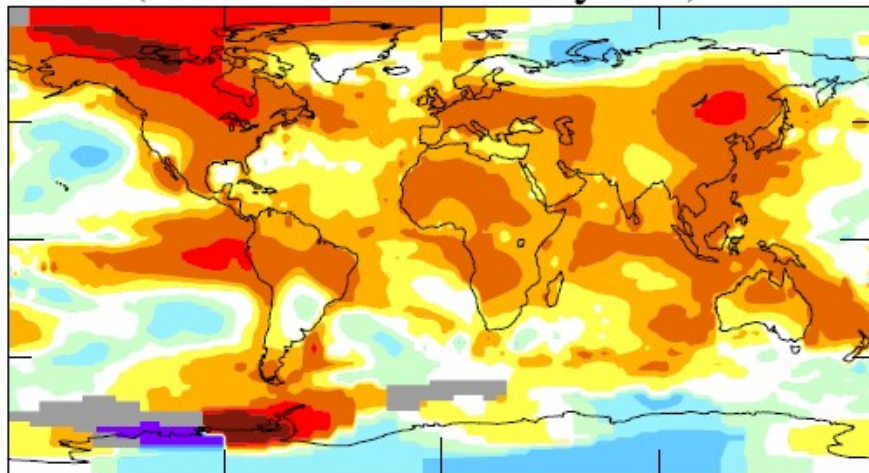


January-October Mean Surface Temperature Anomaly (°C)

2010 (the warmest of 131 years) 0.65

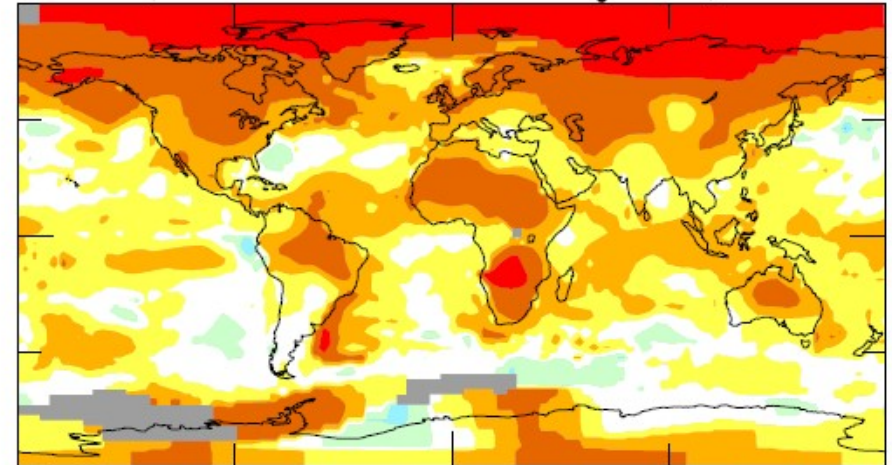


1998 (4th warmest of 131 years) 0.59

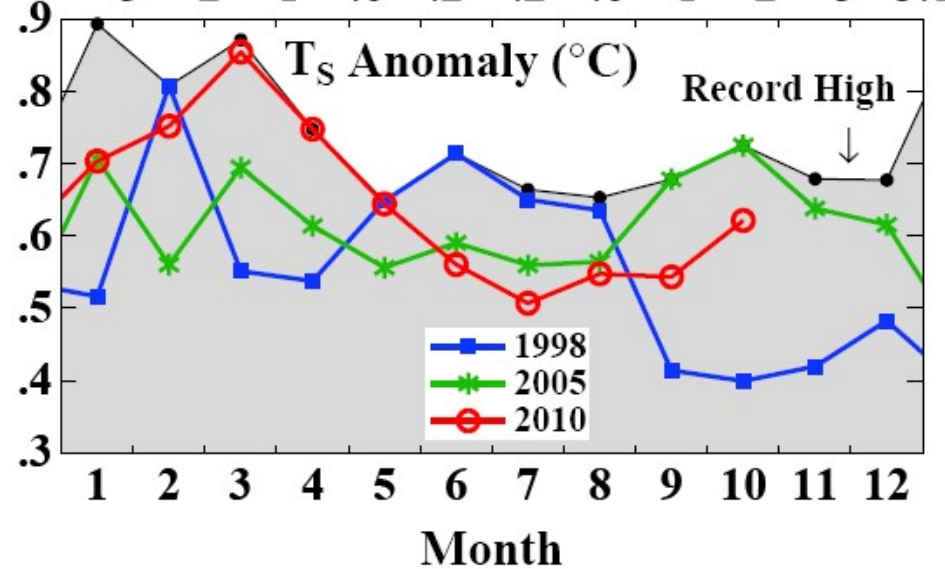


-4.5 -3 -2 -1 -0.6 -0.2 .2 .6 1 2 3 4.1

2005 (2nd warmest of 131 years) 0.62



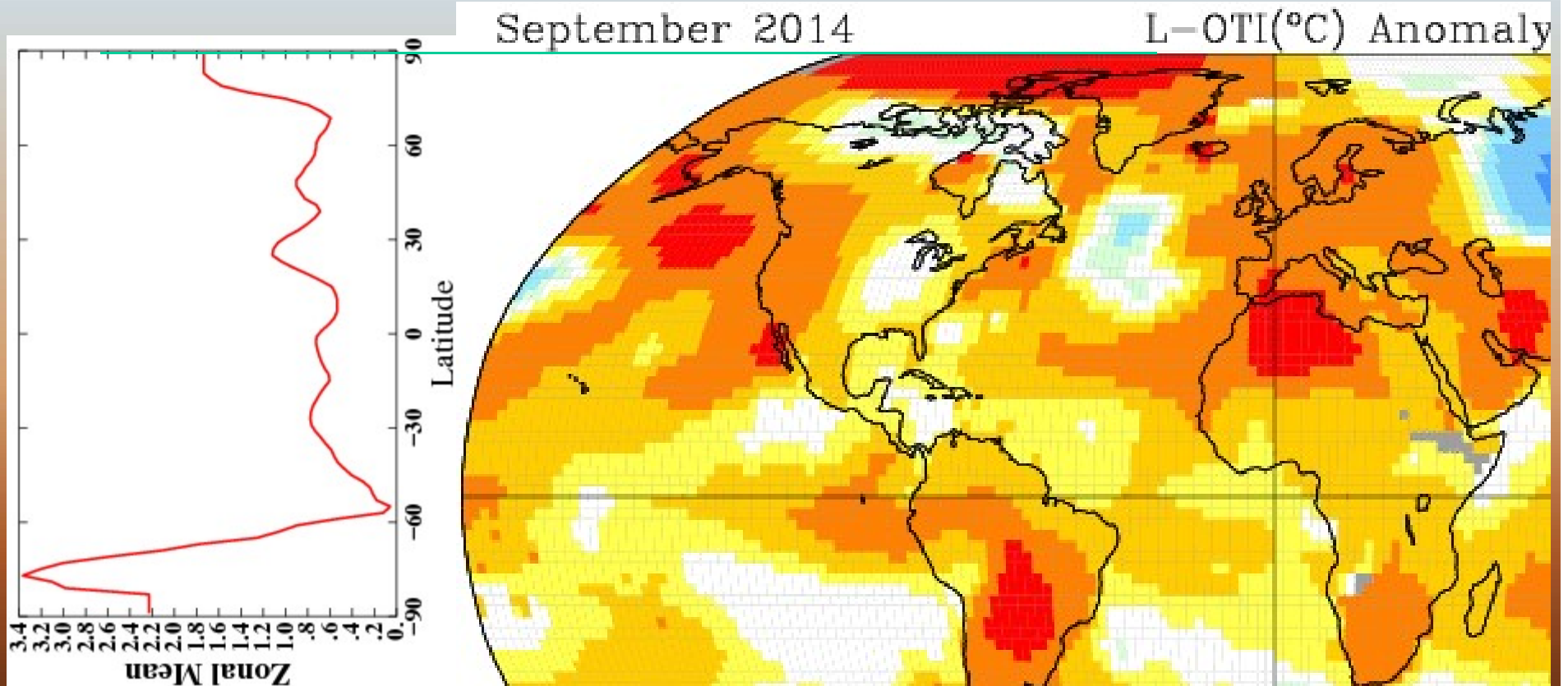
-3 -2 -1 -0.6 -0.2 .2 .6 1 2 3 3.1



Base Period: 1951-1980

Najnowsze dane NASA:

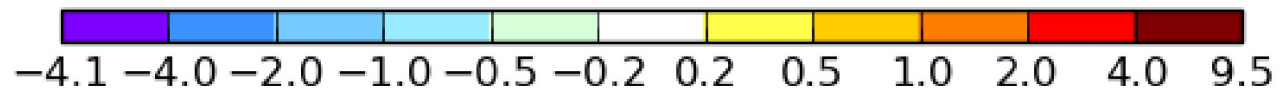
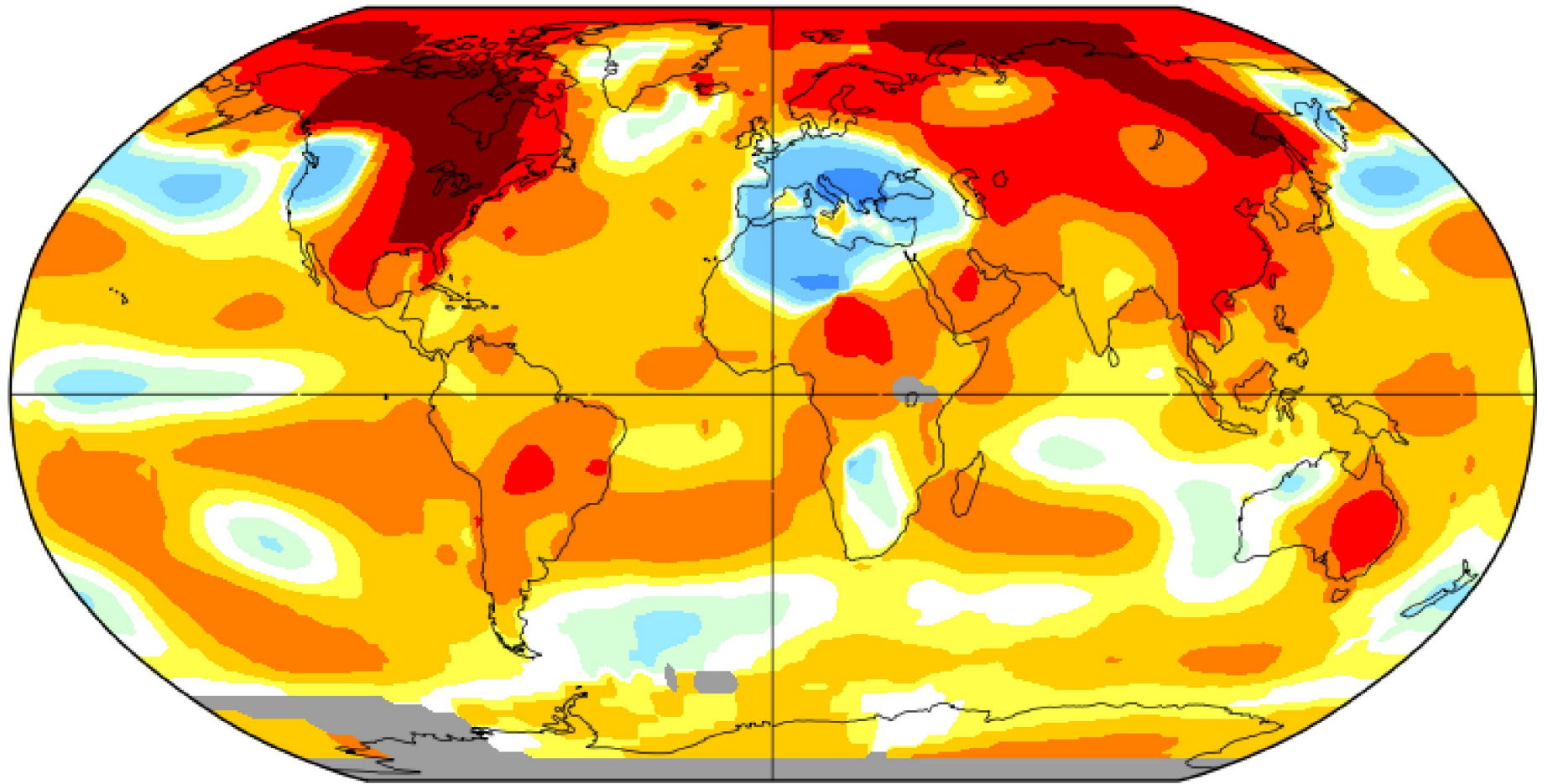
- w r. 2014 najcieplejszy wrzesień, odkąd są prowadzone pomiary;
- ostatnie 6 miesięcy: najcieplejsze półrocze w dotychczasowych danych (od 1880).
- W kwietniu 2014 po raz pierwszy od 800 000 lat stężenie CO₂ > 400 ppm.



January 2017

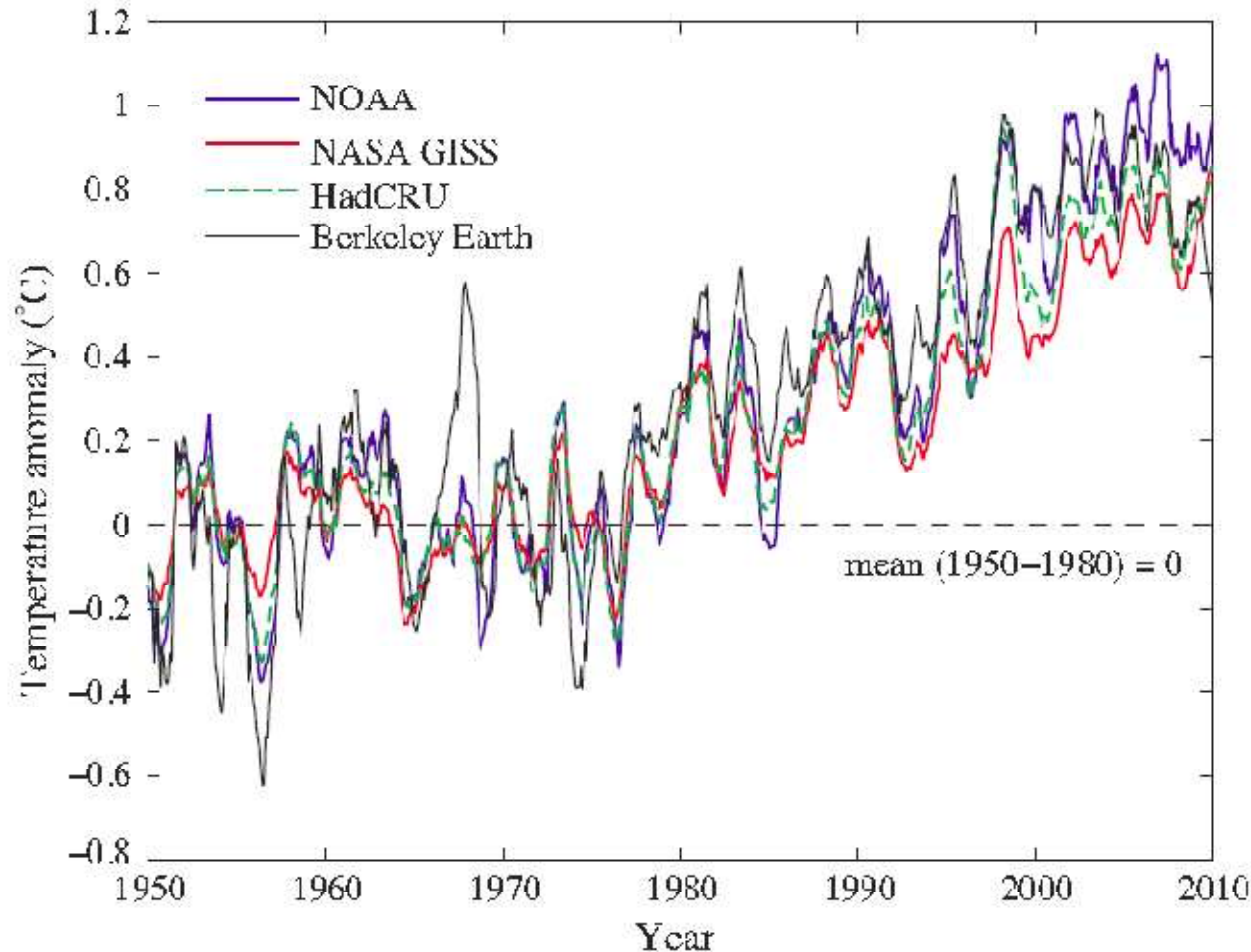
L-OTI(°C) Anomaly vs 1951-1980

0.93



<https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/>

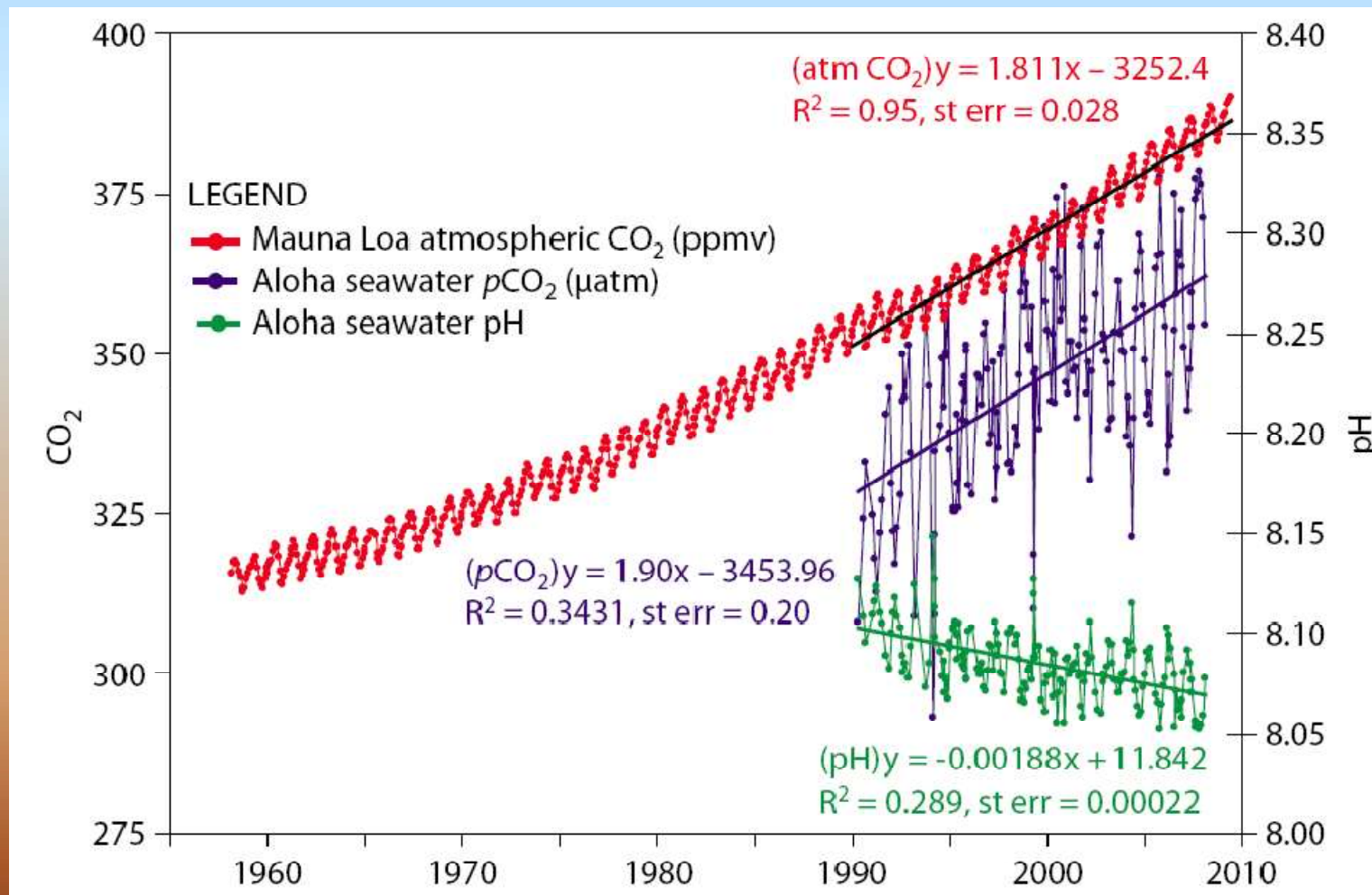
Berkeley Earth Releases Global Land Warming Analysis



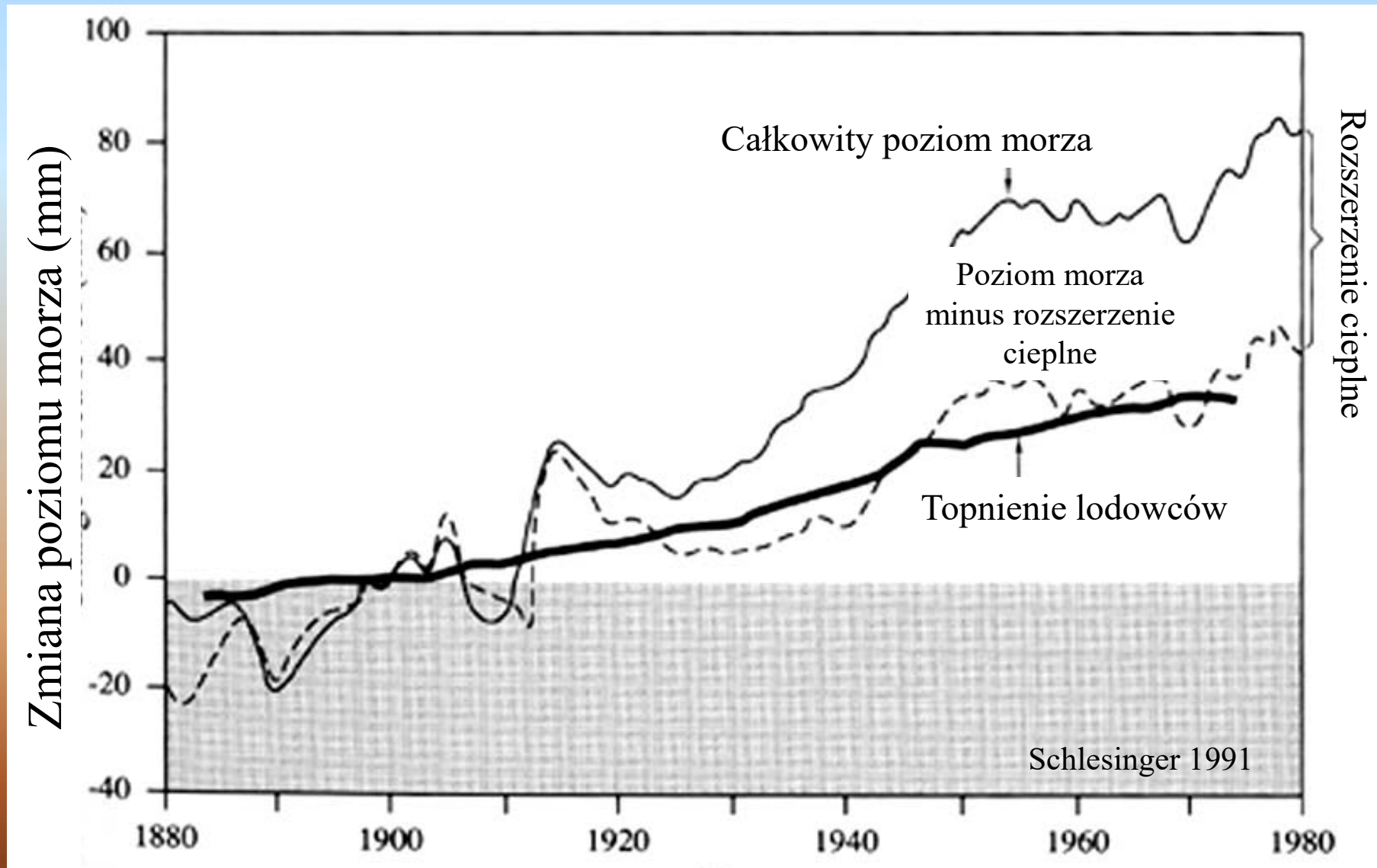
**Muller et al. 2011:
Decadal Variations
in the Global
Atmospheric Land
Temperatures.
20.10.2011 msc.
in print.**

Figure 1. Global land temperature estimates T_{avg} , smoothed by a 12-month moving average. The temperature anomaly is the difference between the estimated temperature and the mean in the period 1950-1980 for each temperature series. Note the similarity of many of the short-term fluctuations with periods 2-15 years. The Berkeley Earth data were randomly chosen from 30,964 sites that were not used by the other groups.

ZMIANY STĘŻENIA CO₂ W ATMOSFERZE I OCEANIE I ZMIANY KWASOWOŚCI OCEANU

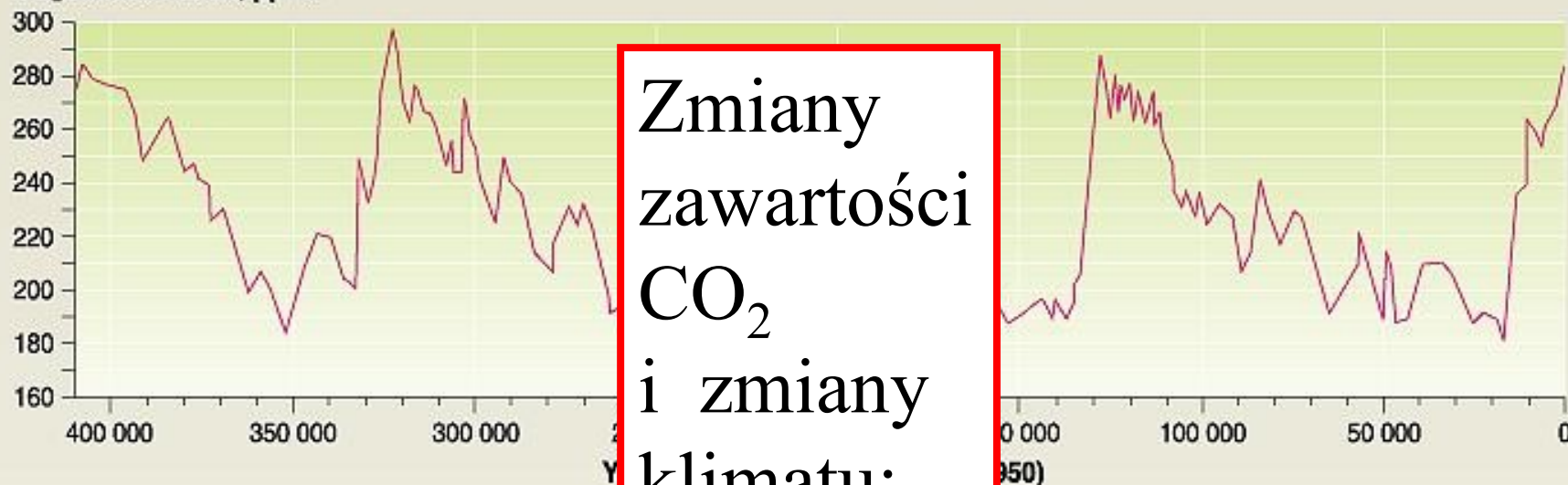


ZMIANY POZIOMU MORZA SPOWODOWANE OCIEPLENIEM GLOBALNYM

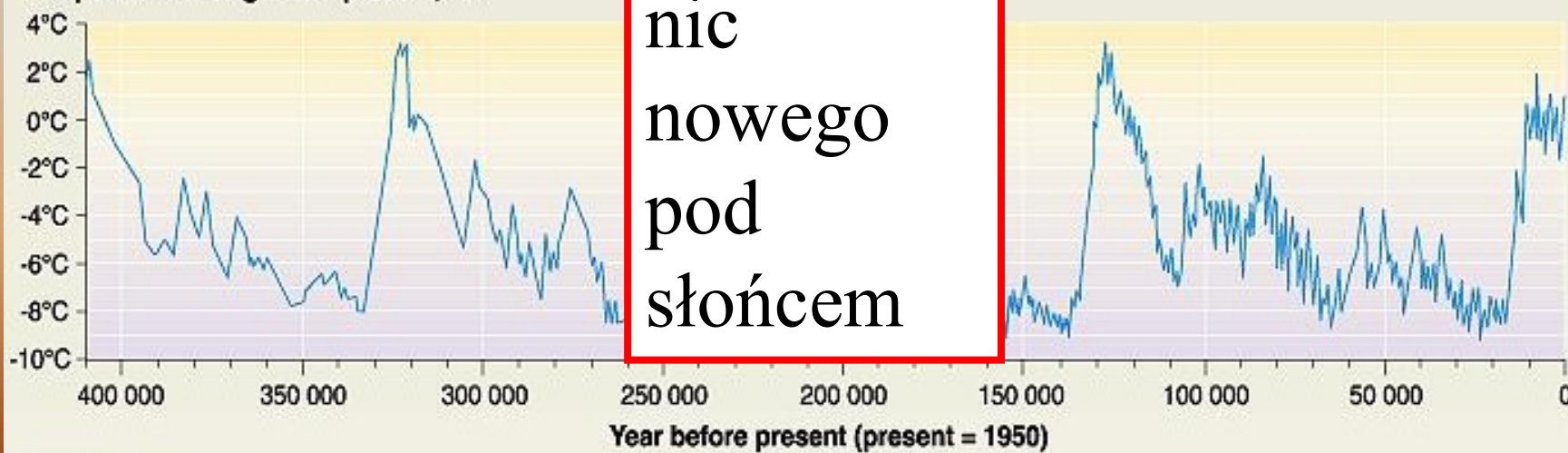


Temperature and CO₂ concentration in the atmosphere over the past 400 000 years (from the Vostok ice core)

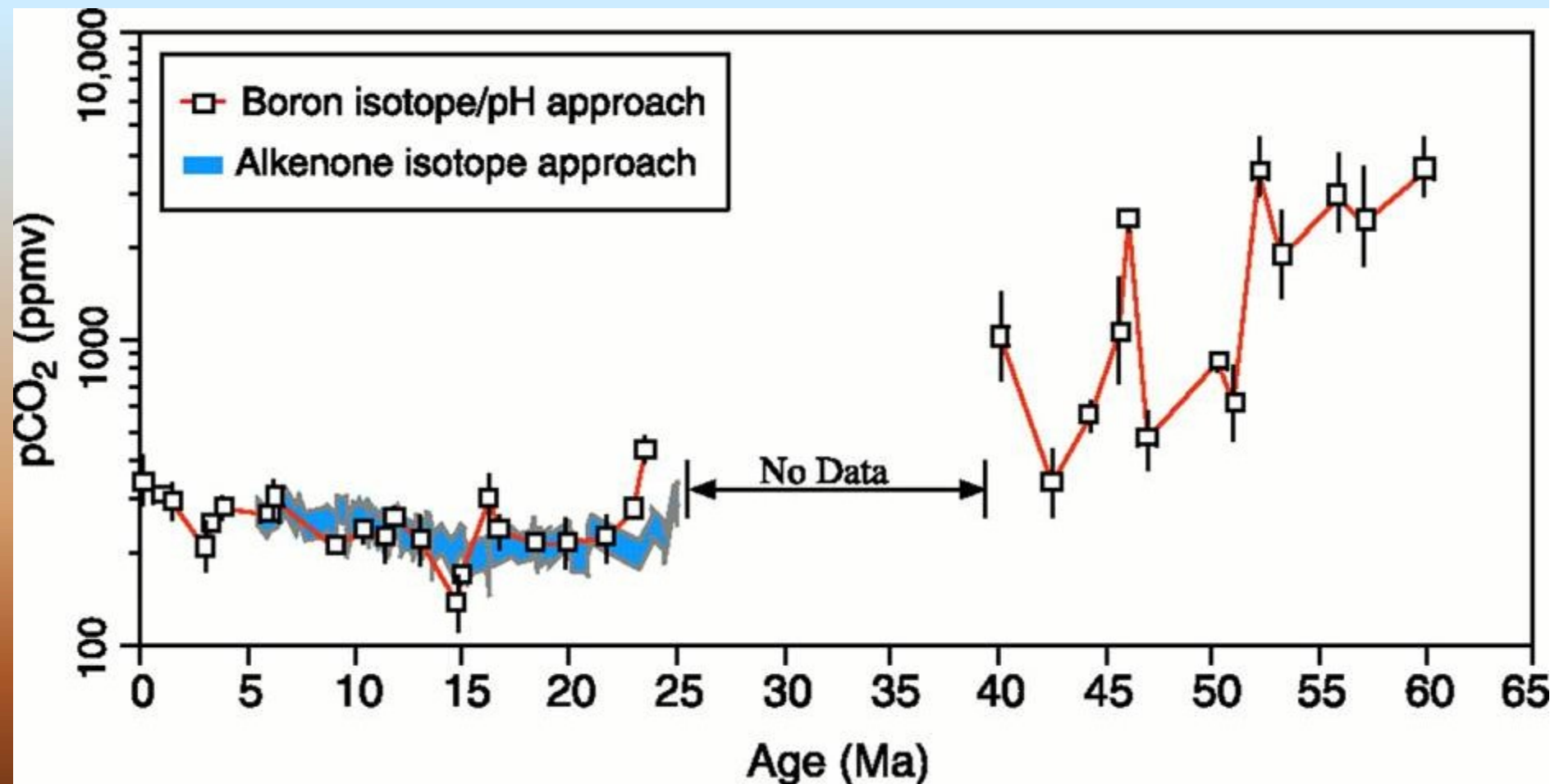
CO₂ concentration, ppmv

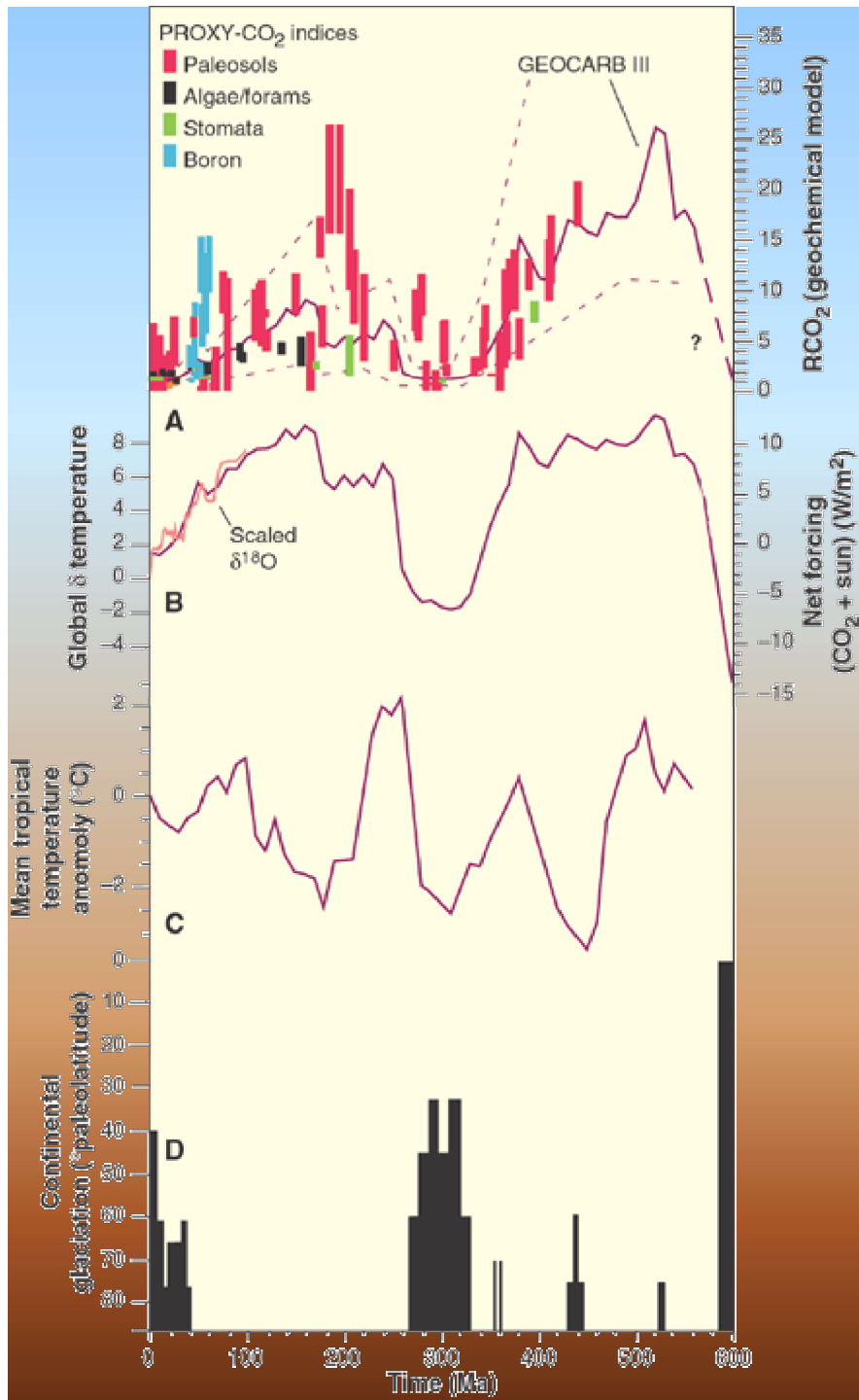


Temperature change from present, °C



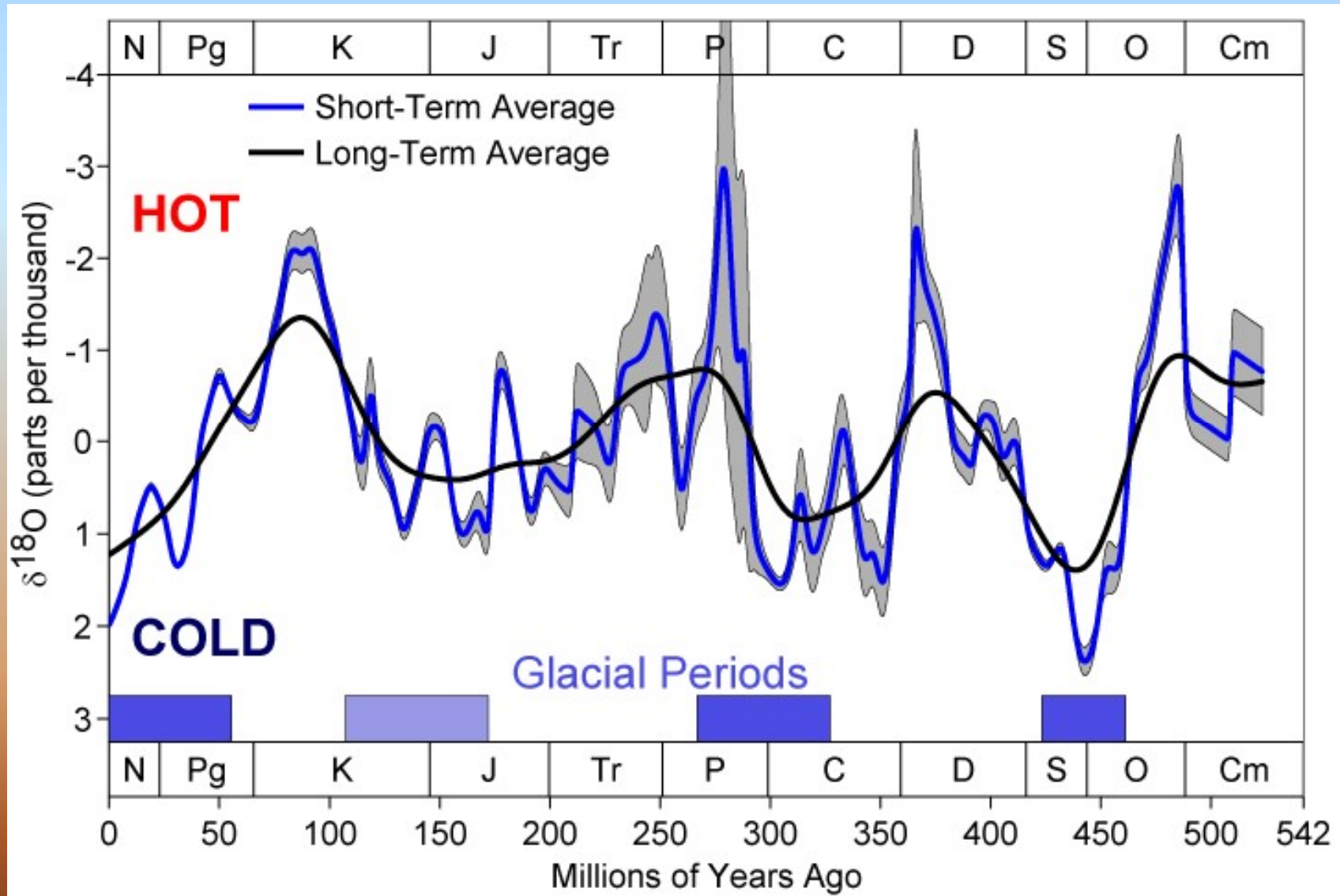
Zmiany zawartości atmosferycznego CO₂ w kenozoiku



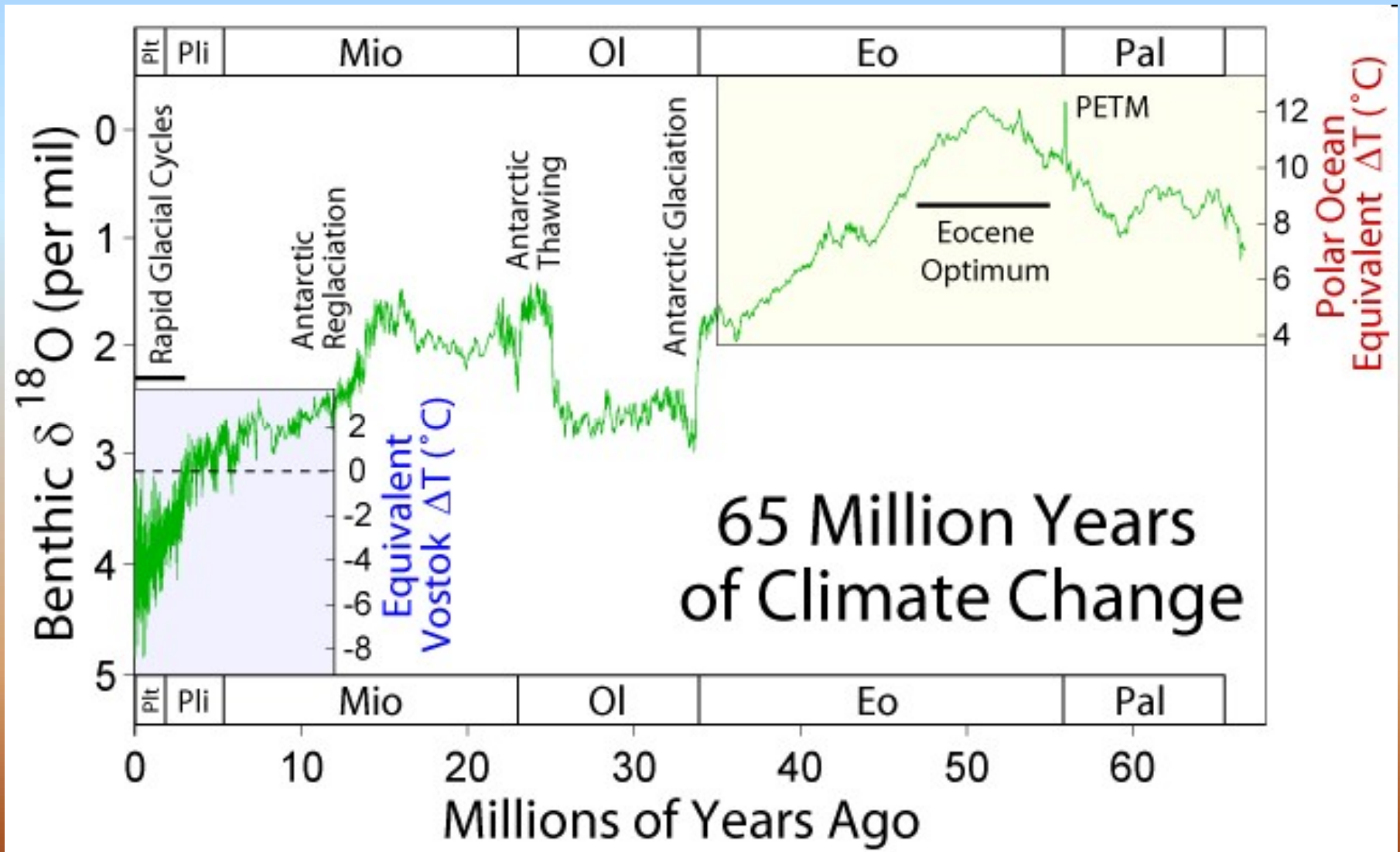


Zmiany zawartości CO₂ w atmosferze i zmiany klimatu - rekonstrukcja dla całego fanerozoiku

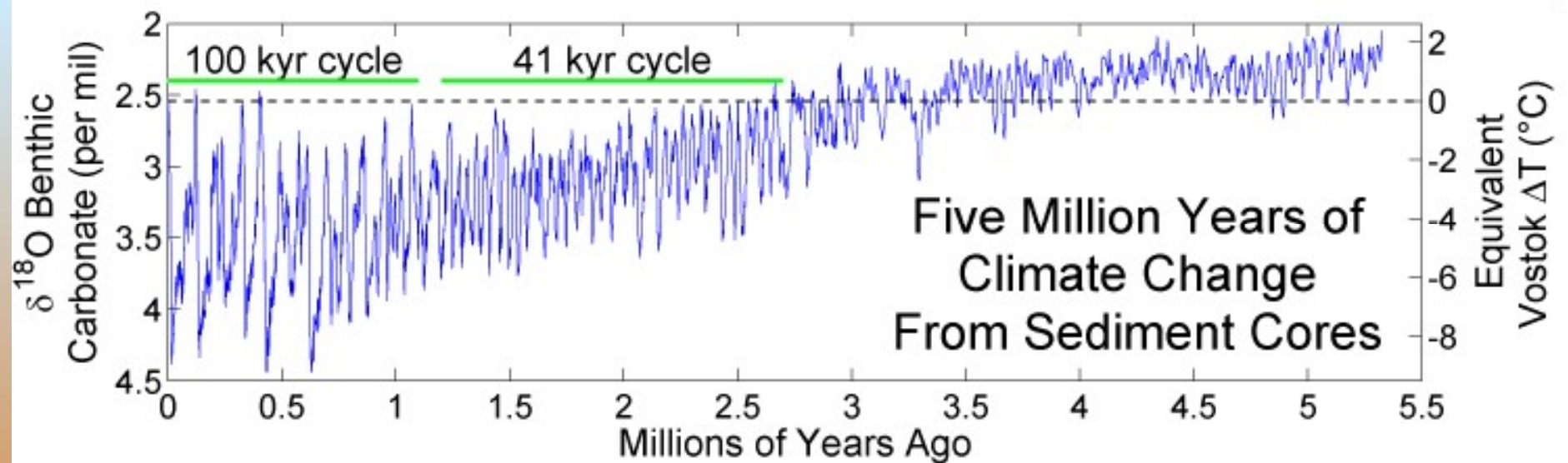
ZMIANY KLIMATU W FANEROZOIKU



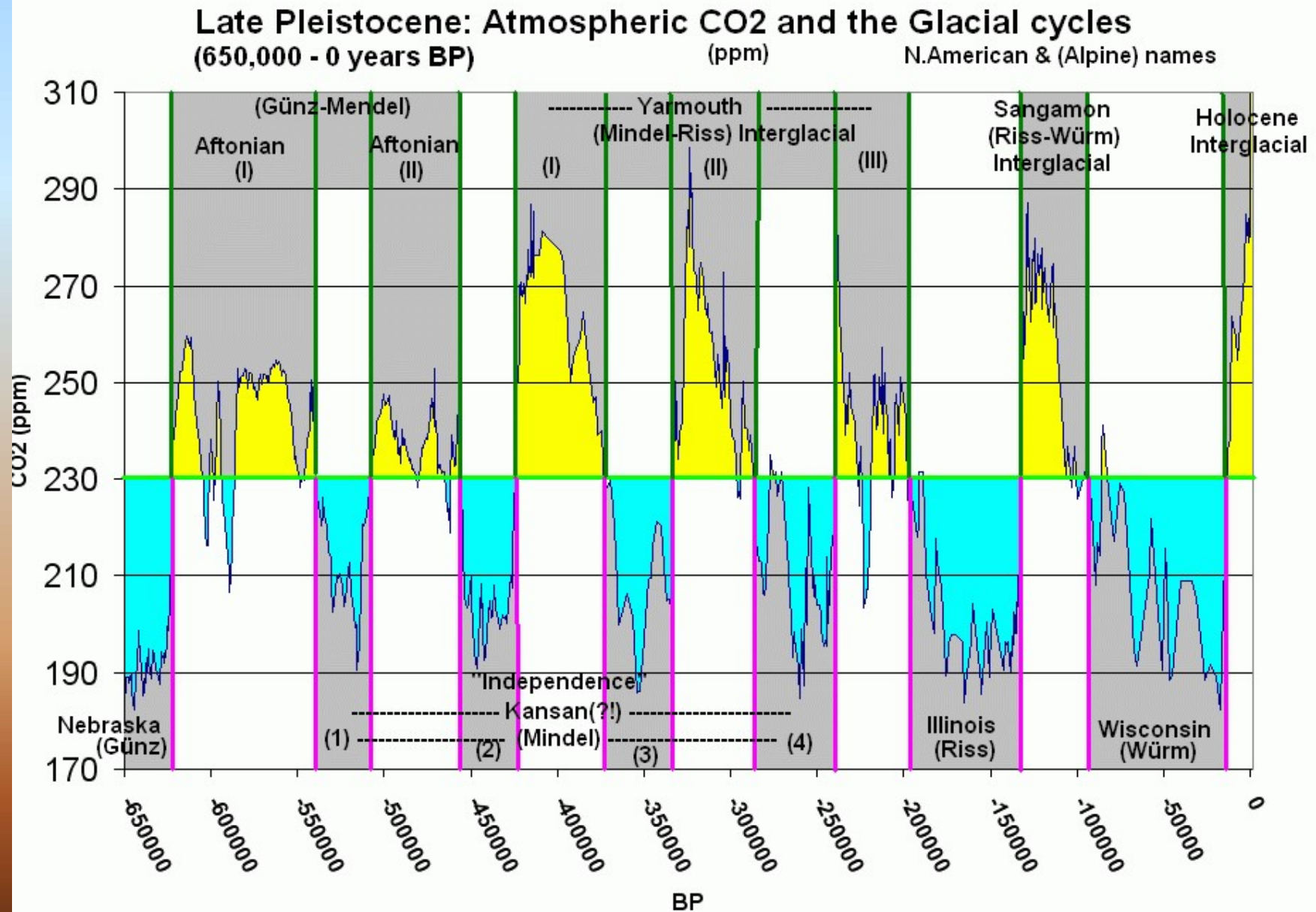
ZMIANY KLIMATU W KENOZOIKU



ZMIANY KLIMATU W CIĄGU OSTATNICH 5 mln LAT



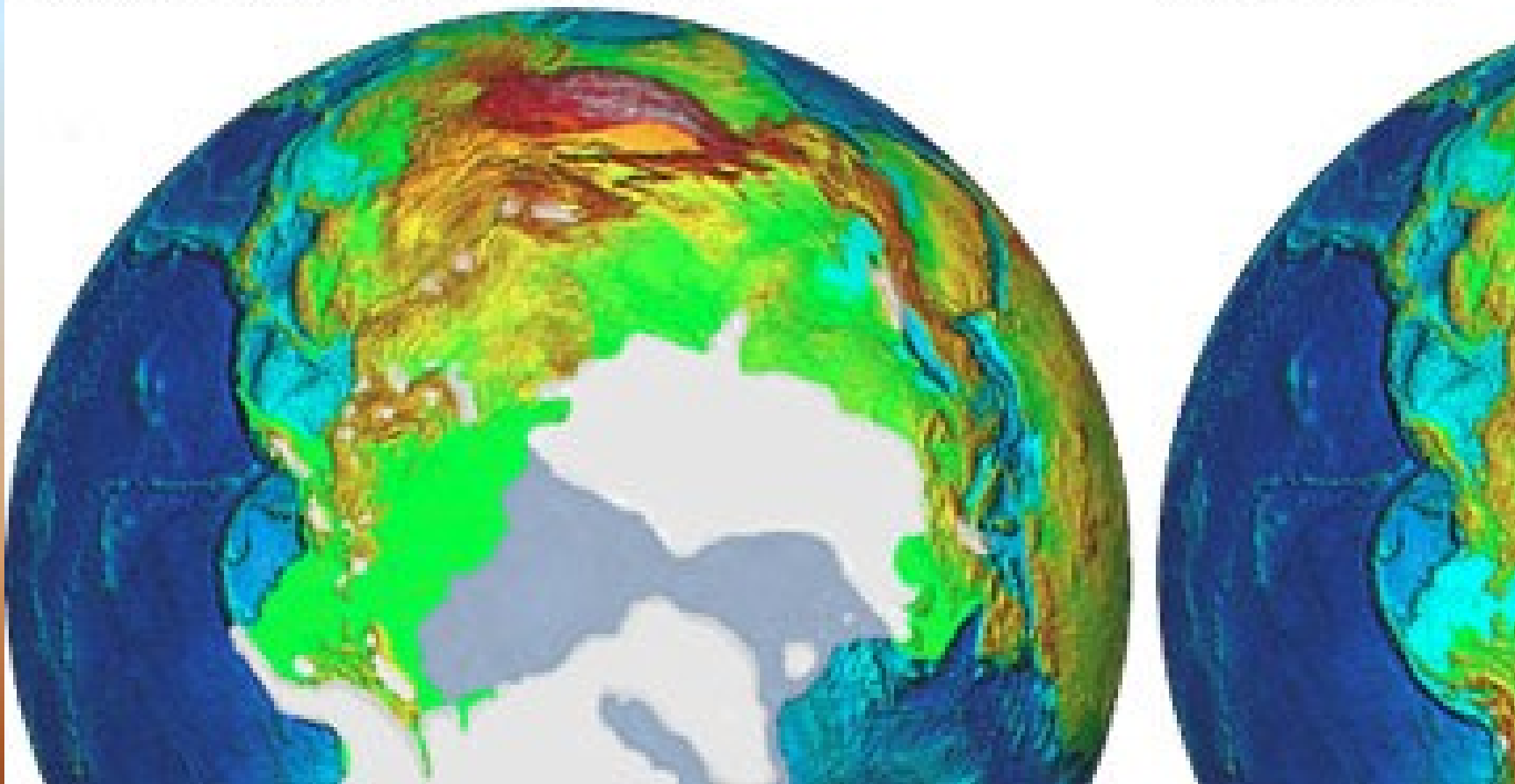
ZMIANY KLIMATU W PEJSTOCENIE



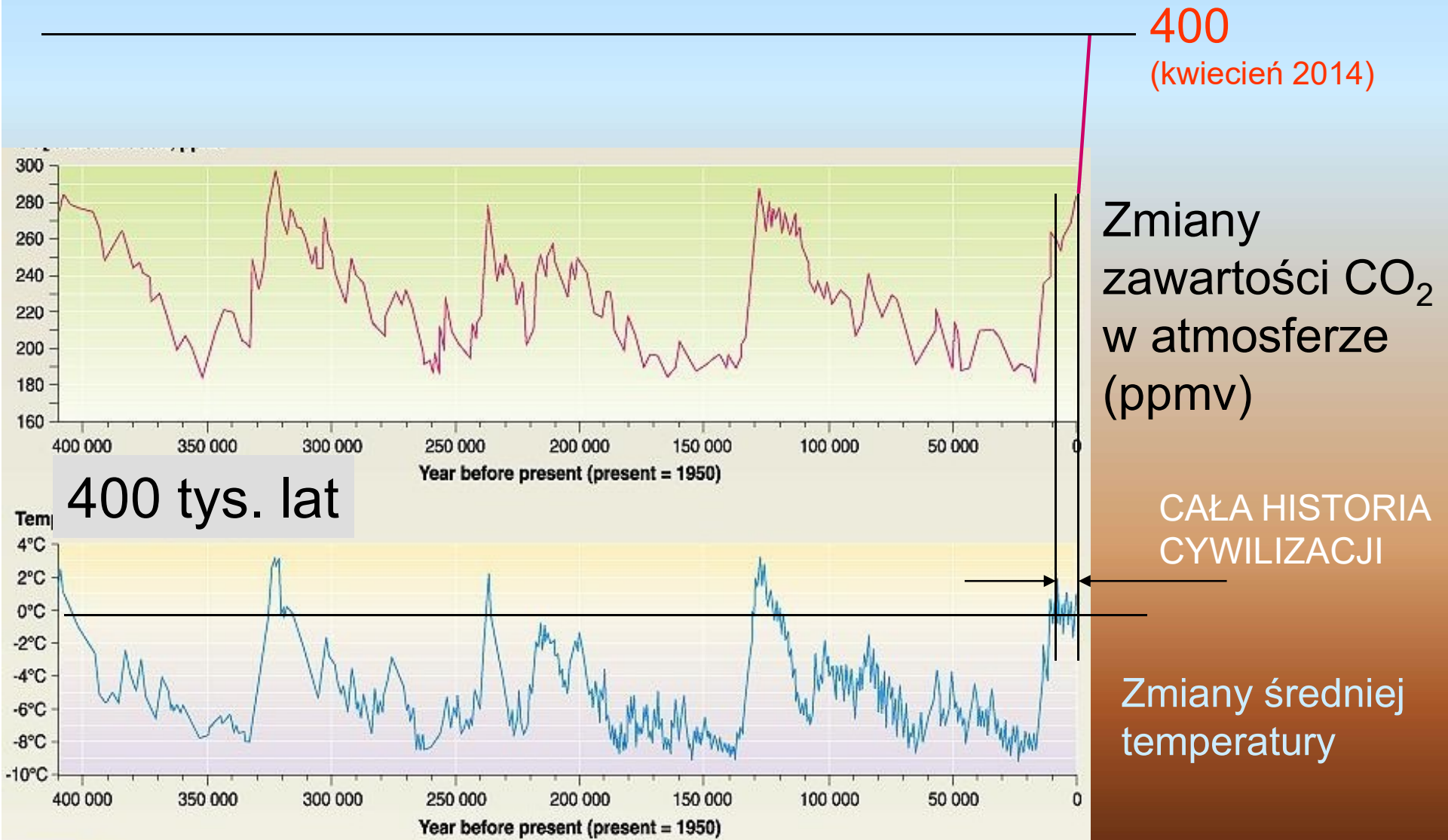
ZMIANY KLIMATU: EPOKA LODOWCOWA I WSPÓŁCZESNOŚĆ

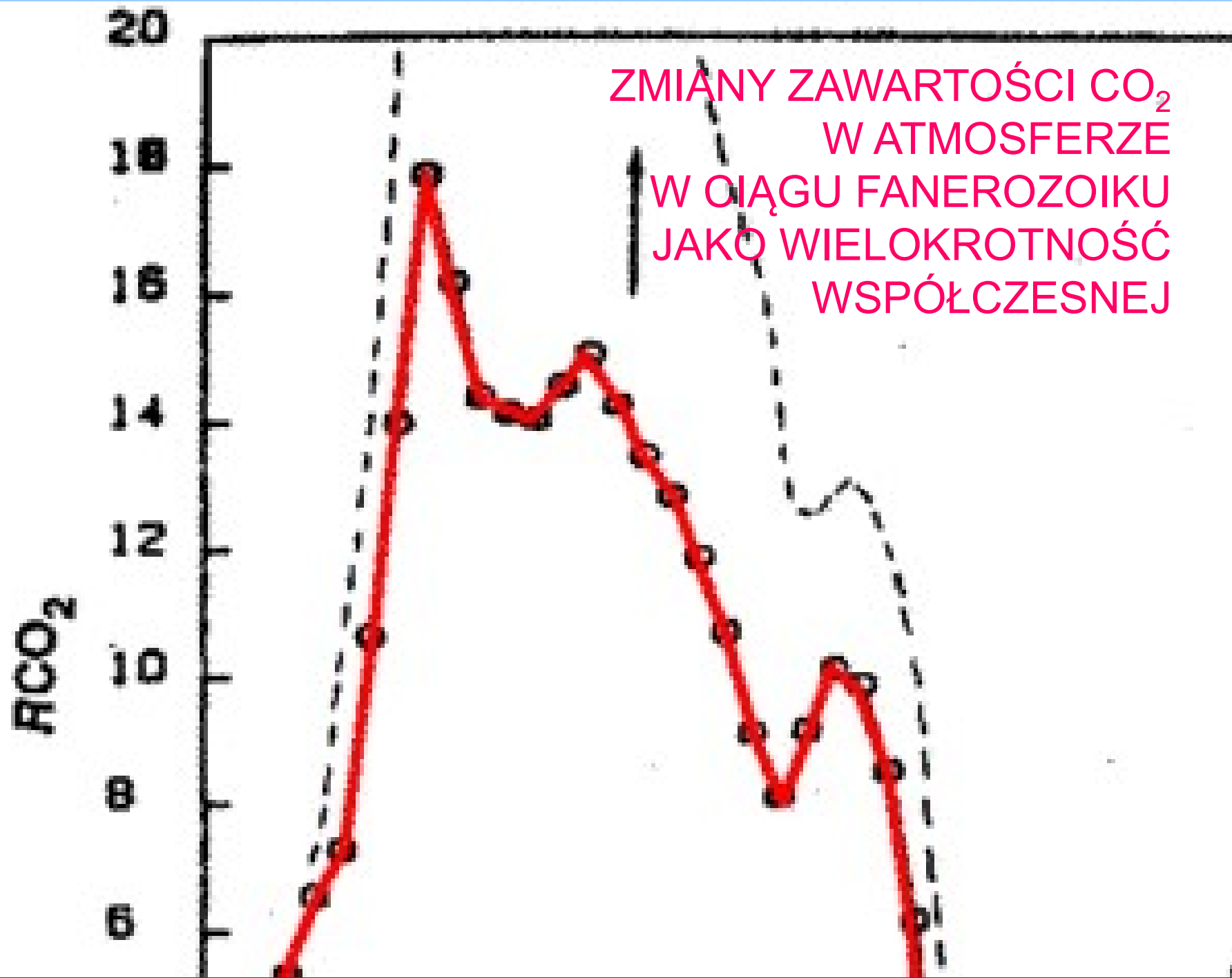
Pleistocene (18,000 Years Ago)

Modern Day

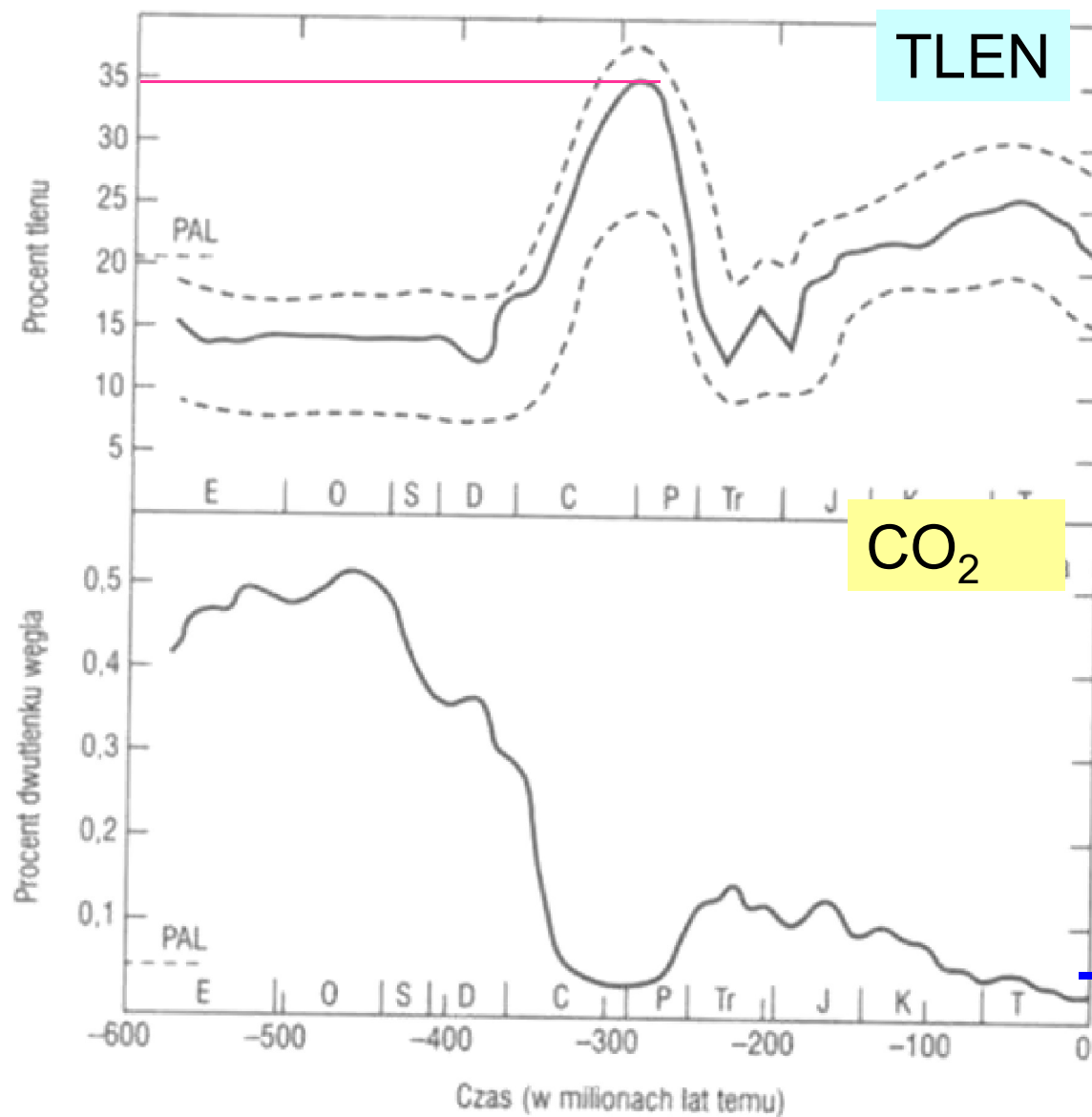


ZMIANY KLIMATU W CIĄGU OSTATNICH 400 tys LAT

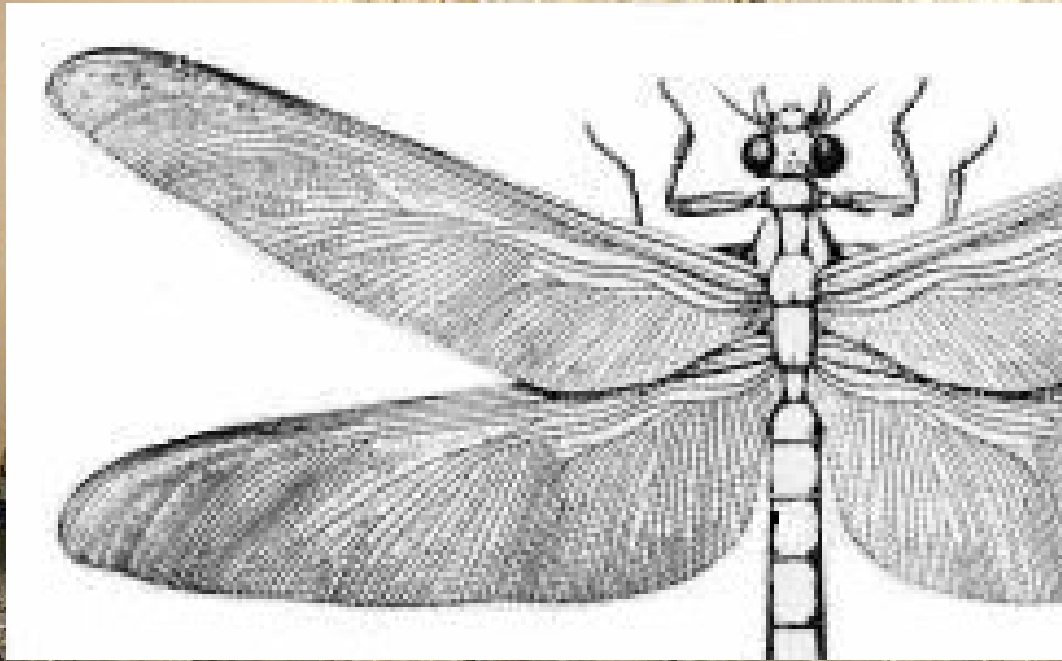




ZMIANY SKŁADU ATMOSFERY W FANEROZOIKU



0,03 – 0,04%

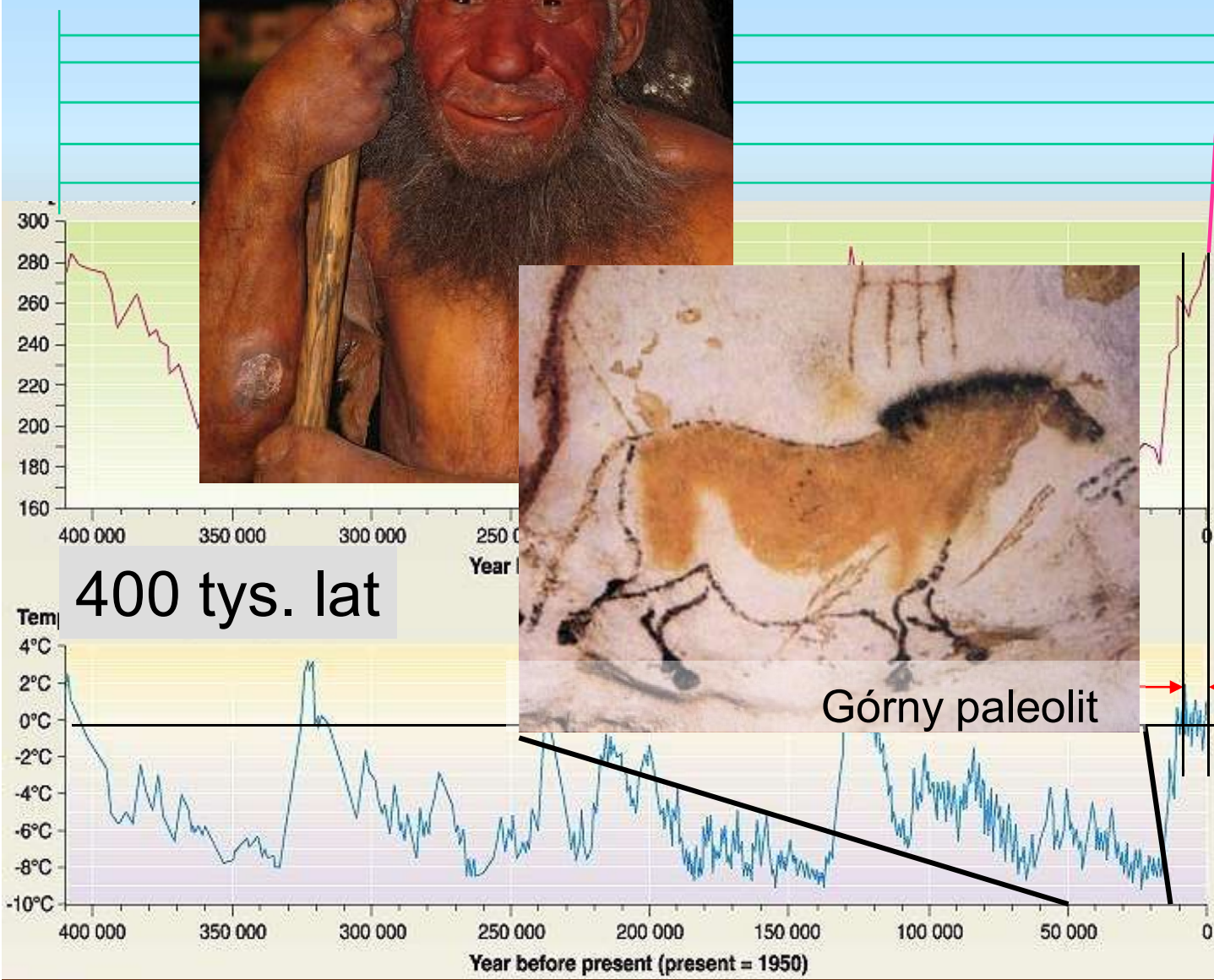


← 65 cm →

Meganeura



Homo neanderthalensis



400

Zmiany
zawartości CO₂
w atmosferze
(ppmv)

CAŁA HISTORIA
CYWILIZACJI

Górny paleolit

Zmiany średniej
temperatury



„Mała epoka lodowa”

Reakcja biosfery

1. Wpływ zmian klimatu na organizmy i ekosystemy
2. Możliwe sprzężenia dodatnie i ujemne

Prognoza IPCC

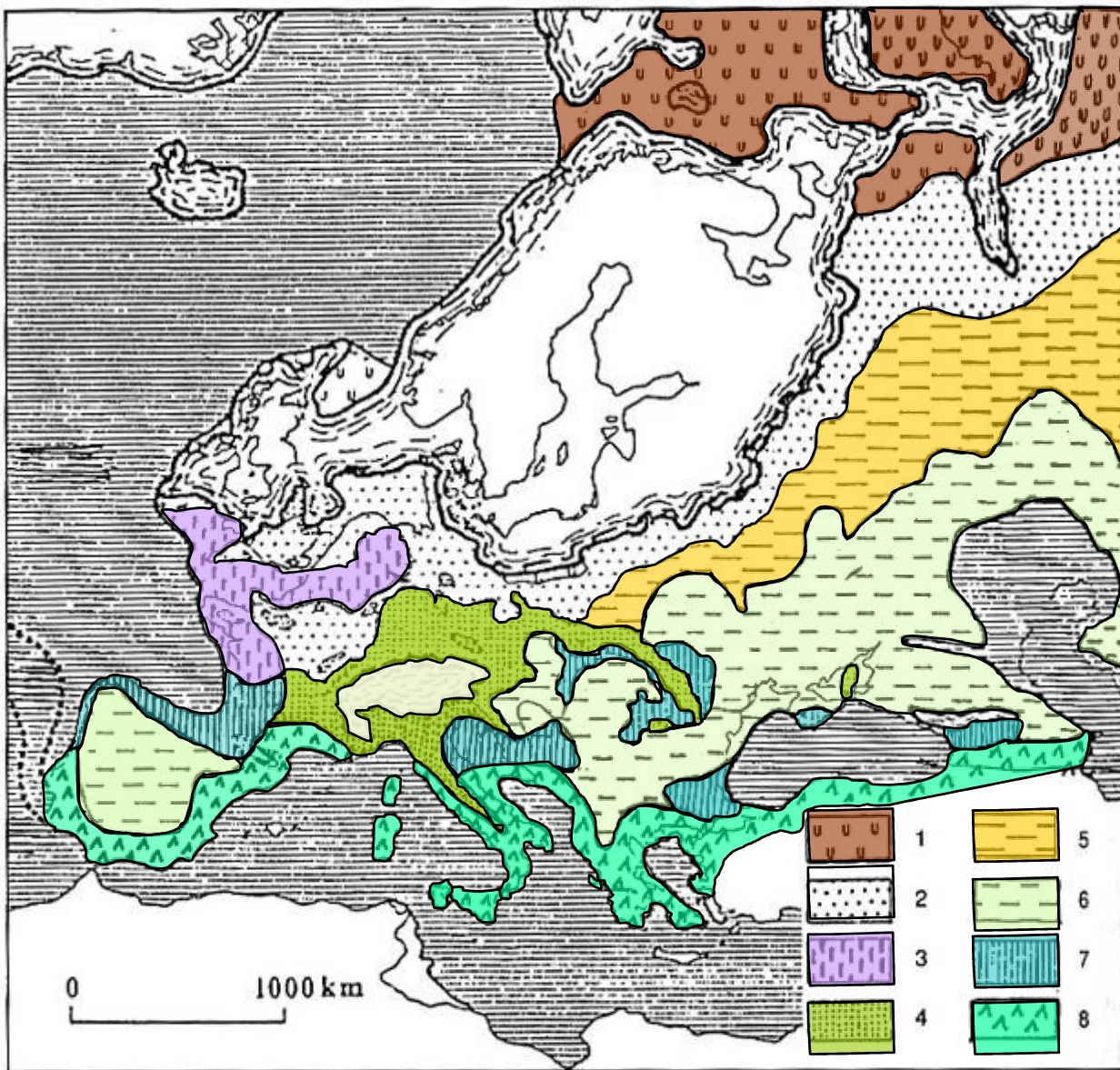
(Intergovernmental Panel on Climate Change)

- Do roku 2100 wzrost o 1.4-5.8 deg, 40 rozmaitych hipotetycznych scenariuszy (poprzednia prognoza: 1-3.5 deg)
- Wszystkie modele wychodzą od cykli biogeochemicznych.

Znaczenie zmian klimatu

- Muchołówki żałobne wracają do Holandii o zwykłym czasie (regulacja fotoperiodyczna), ale zmienione warunki klimatyczne w Europie zmuszają je do wcześniejszych lęgów.
- Może dojść do wymierania gatunków
- (Both & Visser, Nature 411, 17.05.2001)

ROŚLINNOŚĆ EUROPY W OKRESIE OSTATNIEGO ZŁODOWACENIA



Ryc. 4.54. Próba odtworzenia szaty roślinnej Europy w okresie maksymalnego rozwoju zlodowacenia Wisły: 1 – tundra peryglacjalna, 2 – zespoły tundrowo-stepowe z udziałem rzadkiej roślinności leśnej, 3 – tundra i łąki subarktyczne, 4 – tundra i łąki alpejskie, 5 – peryglacjalny lasostep, 6 – step peryglacjalny, 7 – lasy borealne, szpilkowe, przeważnie górskie, 8 – las mieszany. Mojski 1993, za atlasem rosyjskim, zmienione i uzupełnione (dla południowej Europy) słownie wg Frenzela i in. 1967

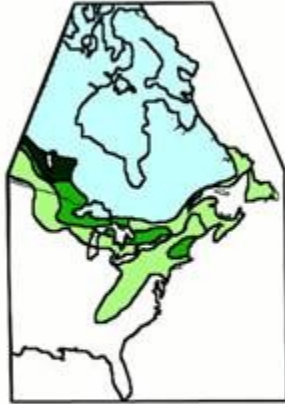
21.5 ka



17 ka



11.5 ka



7 ka



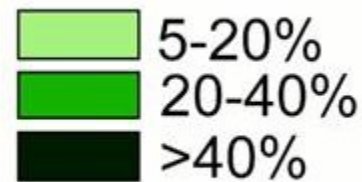
Modern (0.5ka)



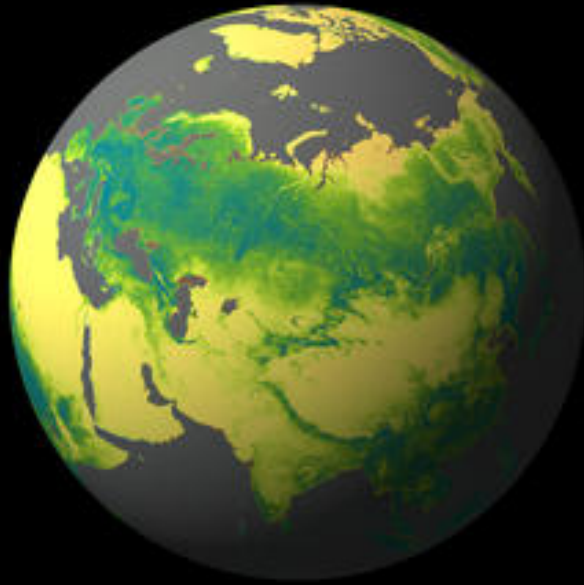
A. Spruce Pollen



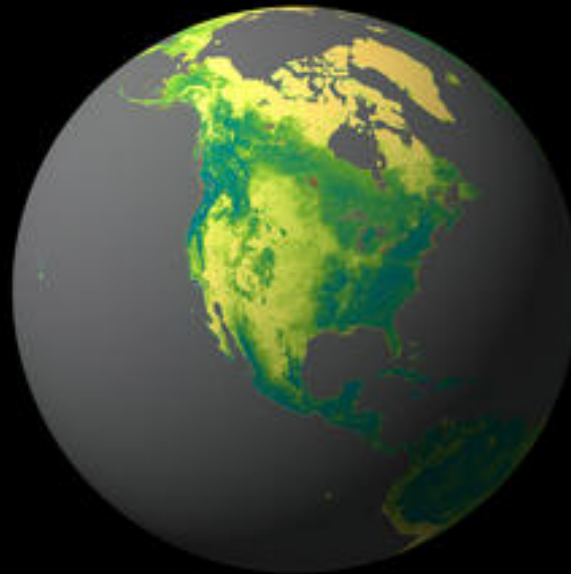
B. Oak Pollen



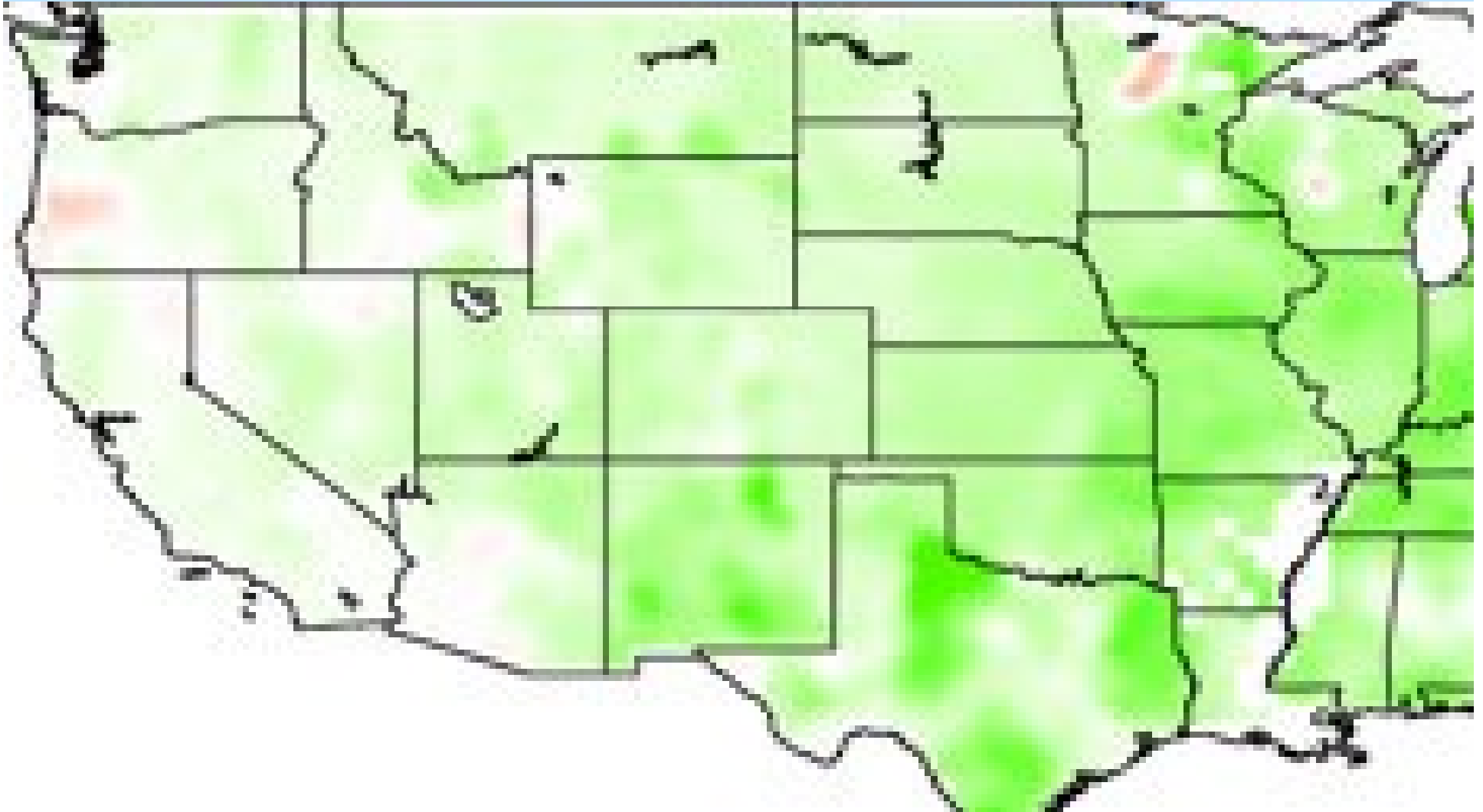
Laurentide Ice Sheet



„POZIELENIE”



Tendencja zmian w przechwytywaniu („sekwestracji”) węgla atmosferycznego na terytorium USA



Możliwe sprzężenia dodatnie, sprzyjające dalszemu wzrostowi temperatury

1. Roztopienie lodów polarnych -> zmniejszenie albedo;
2. Uwolnienie CH_4 z wiecznej zmarzliny;
3. Przyspieszenie dekompozycji -> więcej CO_2 ;
4. Przyspieszenie metabolizmu roślin i zwierząt -> więcej CO_2 ;
5. Zwiększenie zawartości H_2O w atmosferze.

Możliwe sprzężenia zwrotne, kompensujące wzrost temperatury

1. Szybsza ewaporacja -> chmury -> zwiększenie albedo;
2. Szybsza ewaporacja -> zwiększone opady śniegu -> zwiększenie albedo;
3. Zwiększona zawartość CO₂ -> przyspieszenie fotosyntezy.
4. Wzrost zawartości aerozoli siarczanowych -> zwiększone albedo [?]

CO NAS TO OBCHODZI?

- Trzeba odróżniać wpływ człowieka od zjawisk naturalnych. To jest trudniejsze, niż sądzono.
- Możemy zapobiegać tylko tym niekorzystnym zmianom, które sami wywołujemy.
- Zmiany naturalne trzeba umieć przewidywać i zapobiegać ich niekorzystnym skutkom - samych zmian zatrzymać nie potrafimy.
- Ocena znaczenia zmian globalnych dla człowieka nie należy do domeny nauk przyrodniczych, polega bowiem na przyjęciu uzgodnionego systemu wartości.

