

Dzieje życia 2.

Świat przedlodowcowy

Jerzy Dzik

*Instytut Paleobiologii PAN
Instytut Biologii Ewolucyjnej UW*

2023



WEICHSELIAN w tropikach

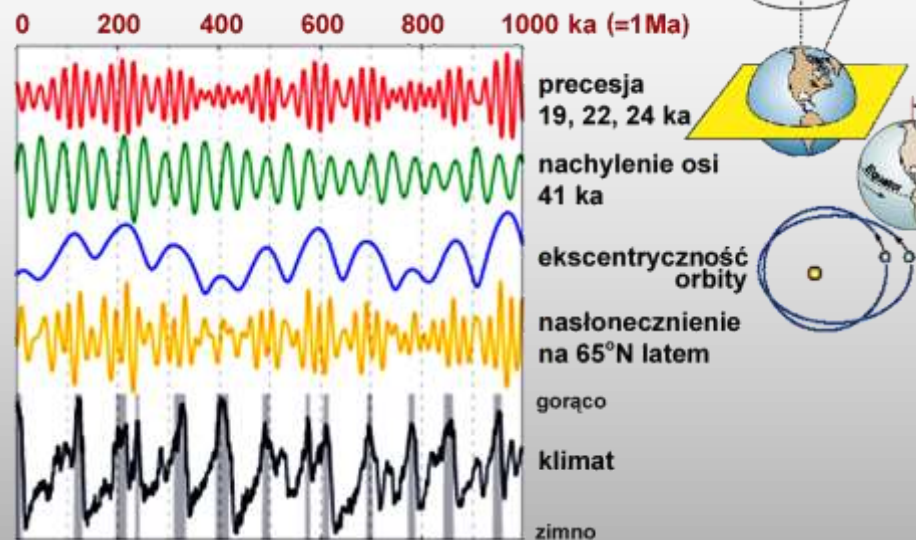
Anhuf et al. (2006)



- niewielkie refugia puszczy tropikalnych w rejonie równika
- obecna różnorodność może być skutkiem niedawnego zjednoczenia ekosystemów

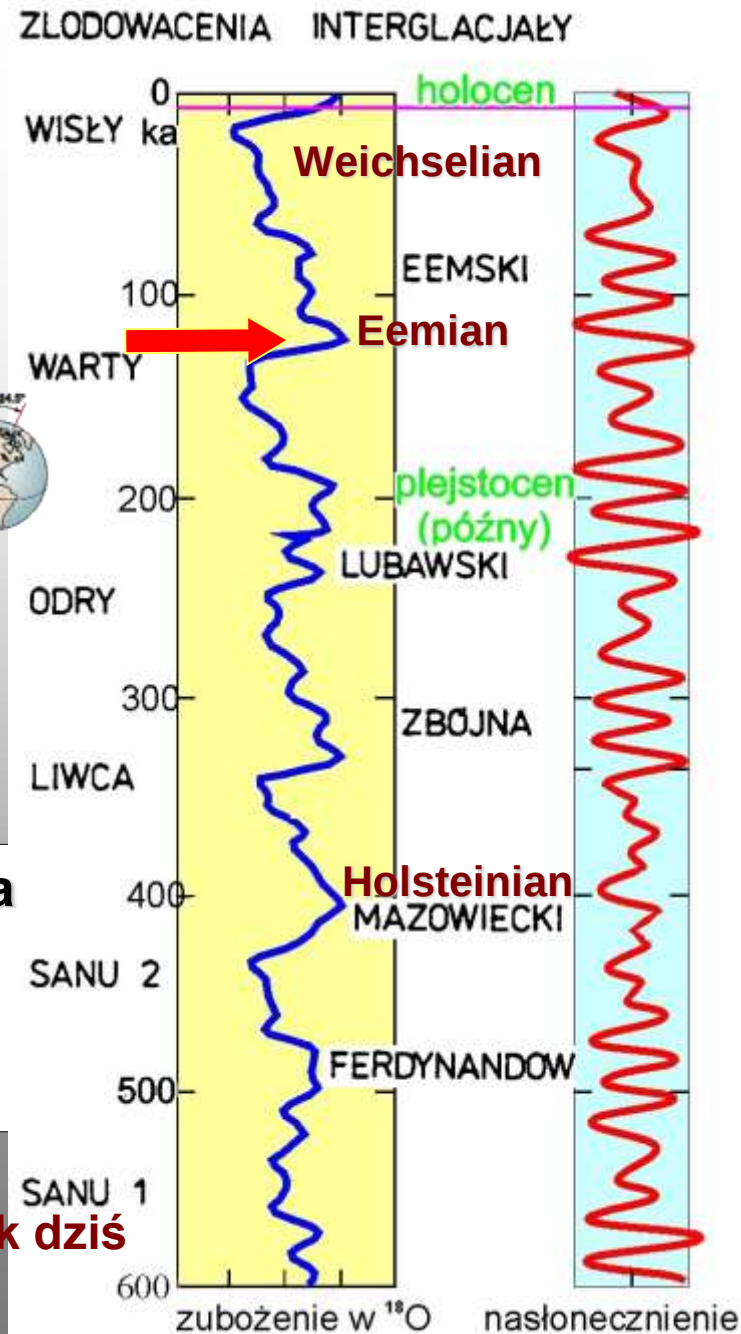
zmienność refugium w cyklu epok lodowych

CYKLICZNOŚĆ Milanković'a



- przyczyną rytmicznego następstwa zlodowaceń i ciepłych interglacjalów jest astronomiczna cykliczność Milanković'a

przed ostatnią epoką lodową było tak jak dziś



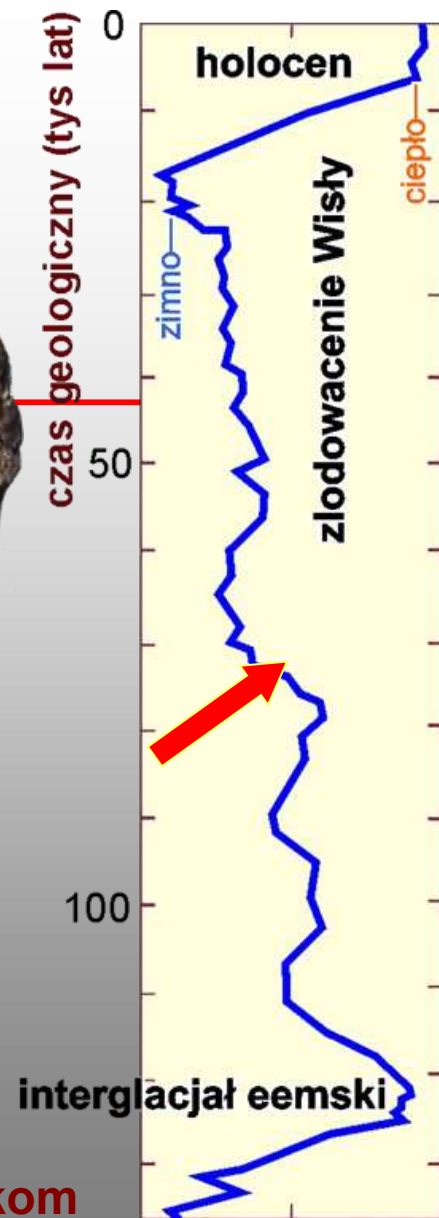
NEANDERTALCZYCY

zaranie ostatniego zlodowacenia

Shanidar 1
góry Zagros, Irak
~ 45 ka



- kultura Moustierian w łagodnych początkach ostatniego zlodowacenia 70-40 tys. lat temu
- anatomicznie i kulturowo człowiek neandertalski odmienny od późniejszych łowców mamutów

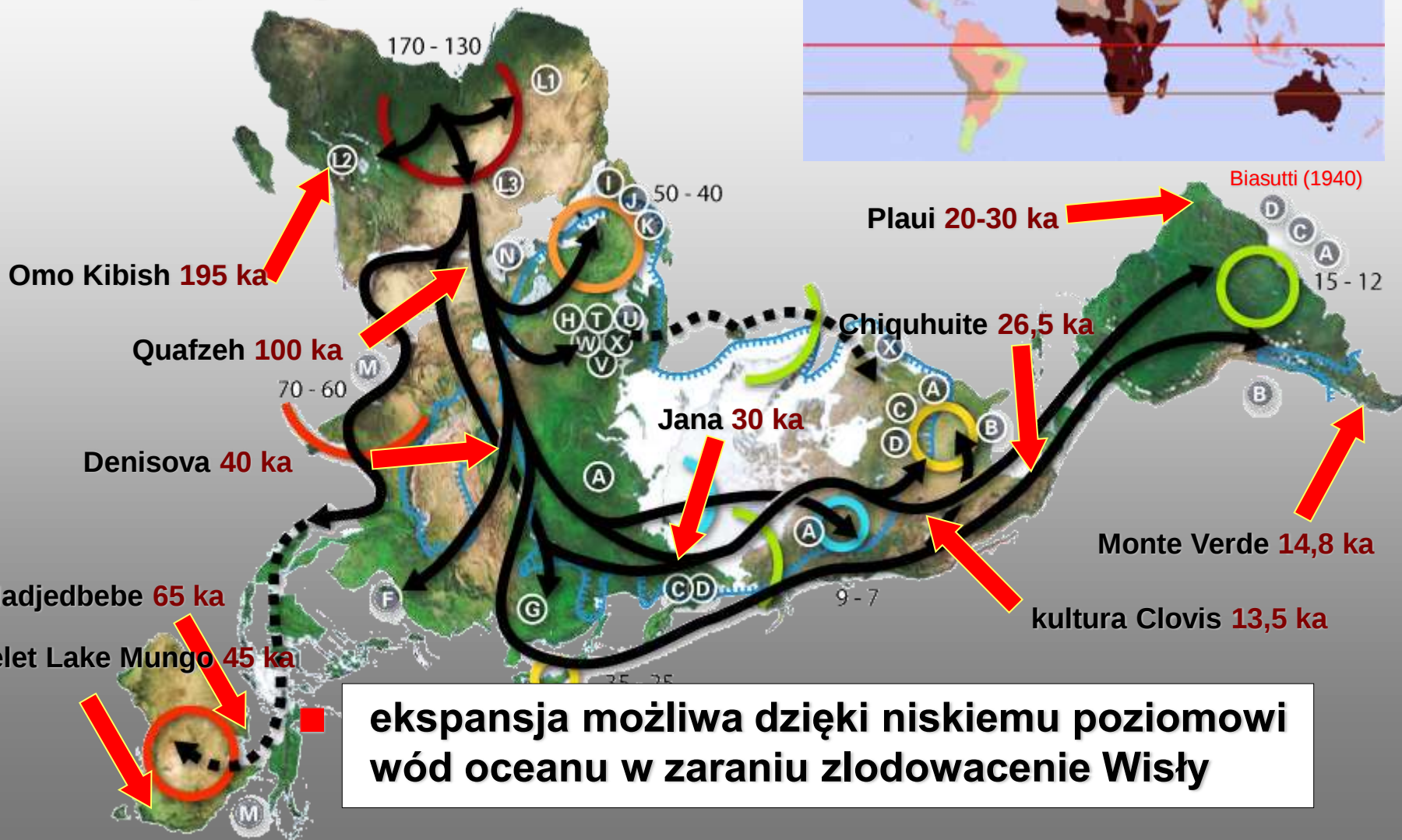
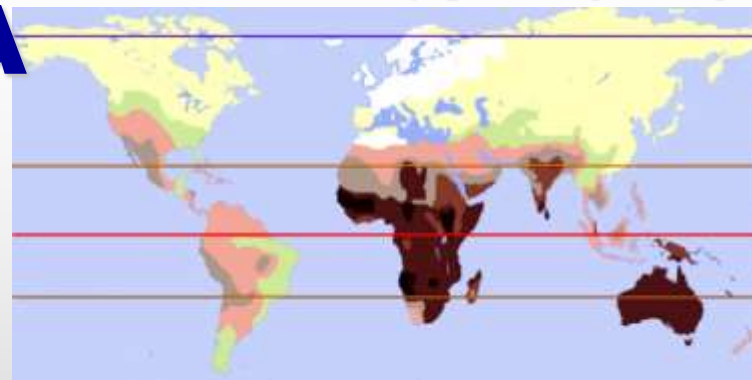


neandertalczycy współcześni pierwszym Australiczykom

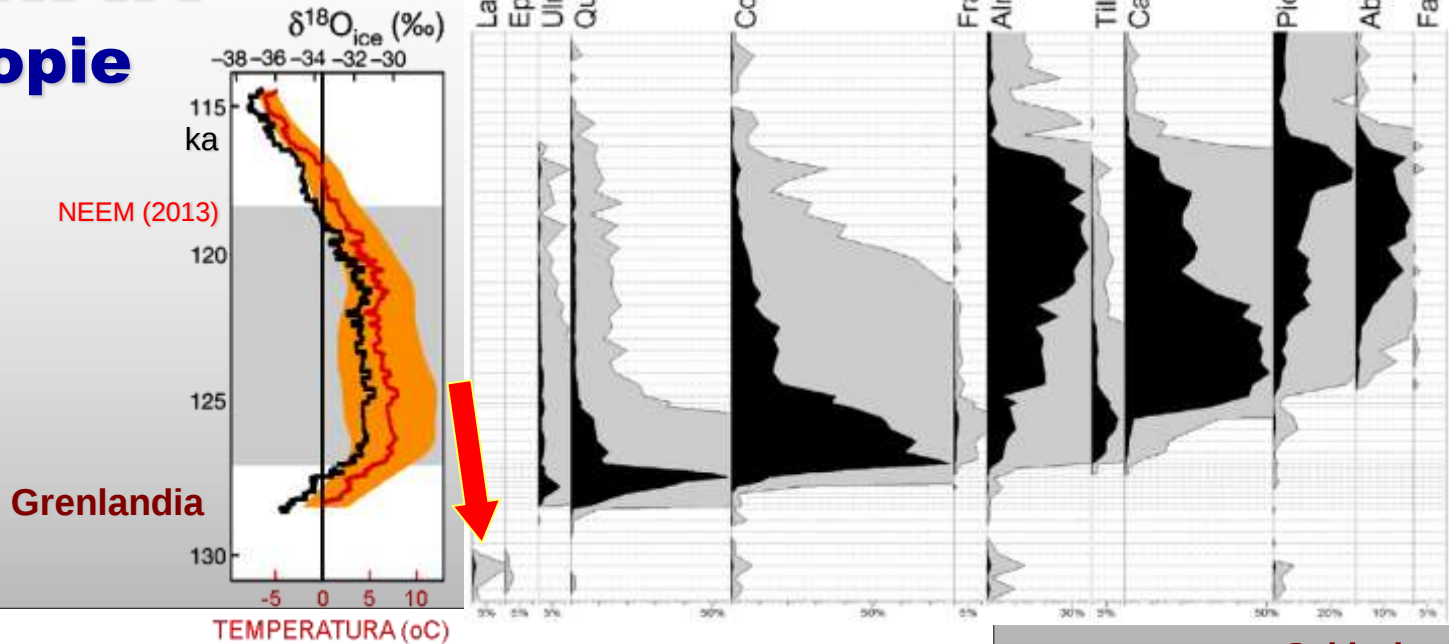
zmiany średniej rocznej temperatury
(zubożenie w ^{18}O)

PLEJSTOCENŃSKA ekspansja człowieka

pigmentacja skóry



EEMIAN w Europie



- interglacjał eemski był cieplejszy od holocenu
- fauna i flora z *Ilex* i *Buxus*
- w Polsce nosorożec *Dihoplus kirchbergensis* i słoń *Elephas (Palaeoloxodon) antiquus*

klimat zachodu Europy był jeszcze łagodniejszy

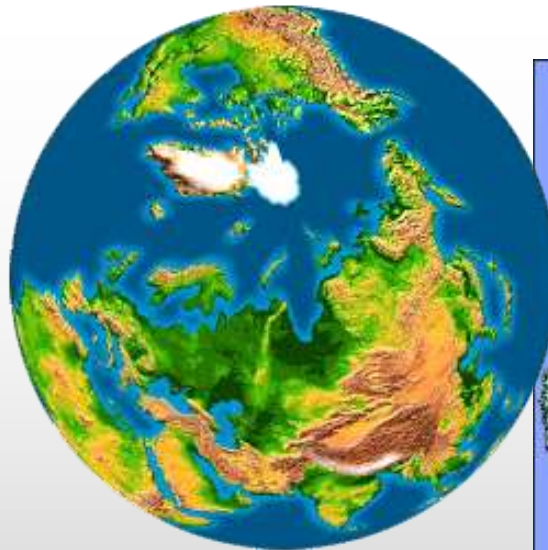
Szklarka

Malkiewicz (2018)

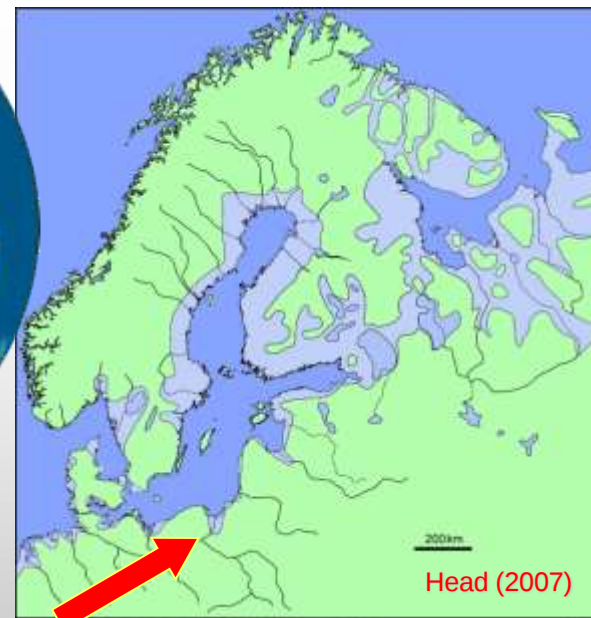
EEMSKIE hipopotamy



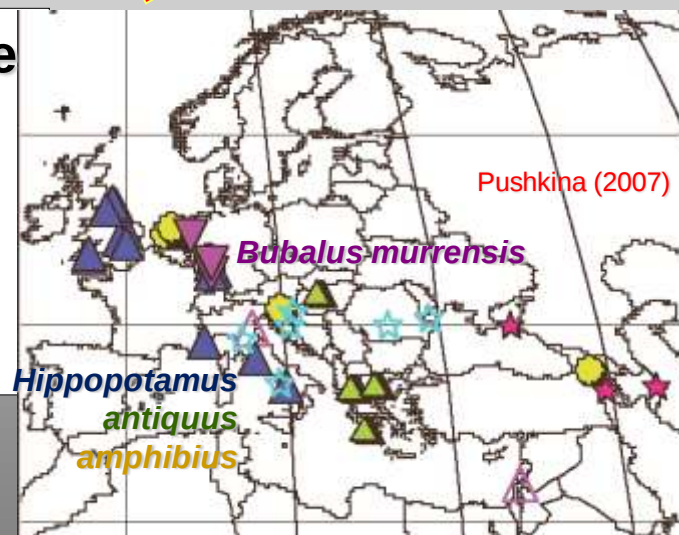
Hippopotamus antiquus



morze eemskie
120 ka



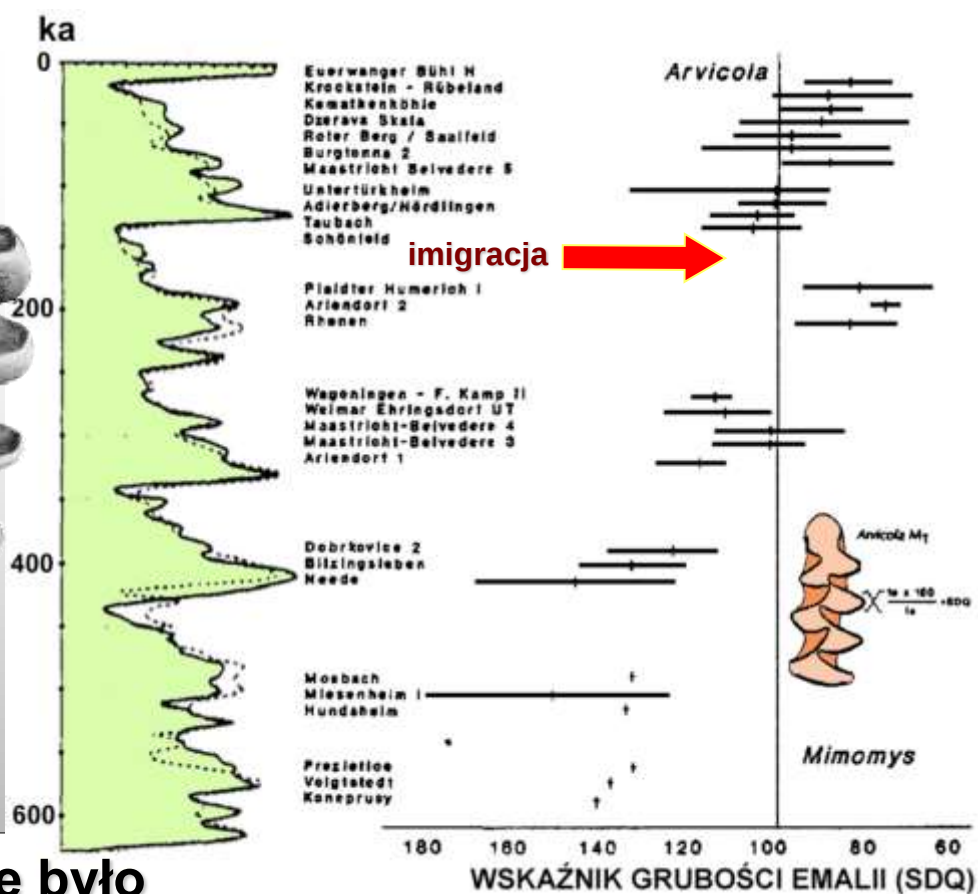
- w Nadrenii hipopotamy stowarzyszone z bawołem i żółwiem błotnym *Emys*
- słonie *Elaphus antiquus* i nosorożce *Dihoplus kirchbergensis* żyły w otaczających lasach



wciąż daleko jeszcze do takiego stanu obecnemu interglacjałowi

Mimomys-Arvicola

EEMSKA wymiana faun

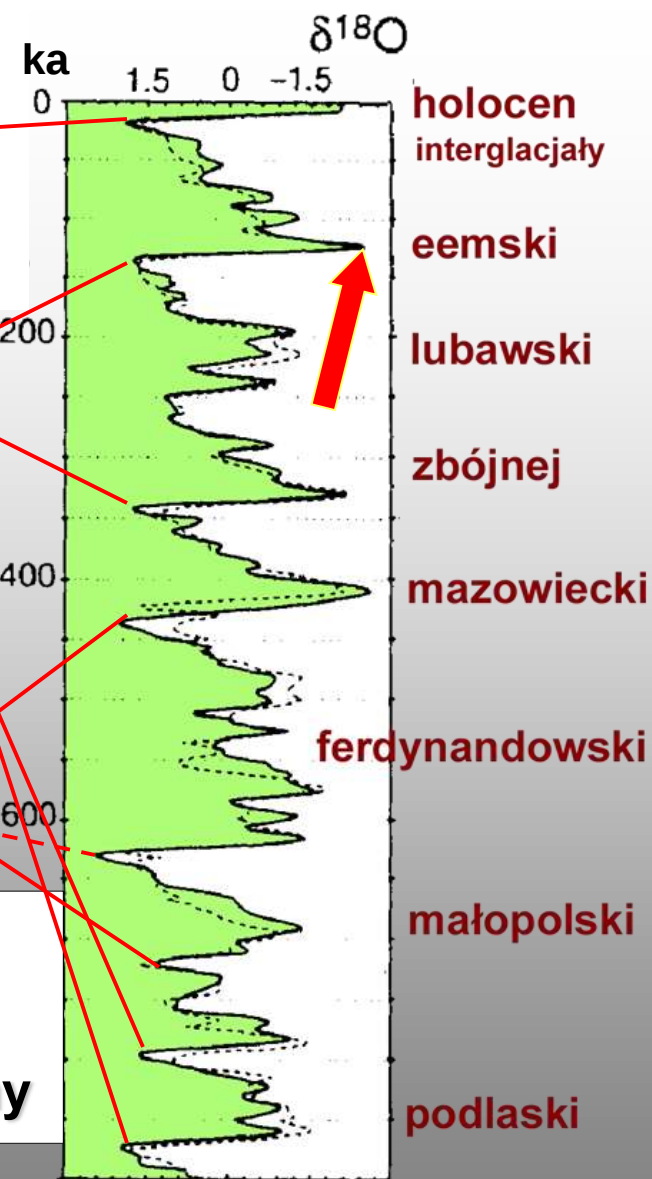
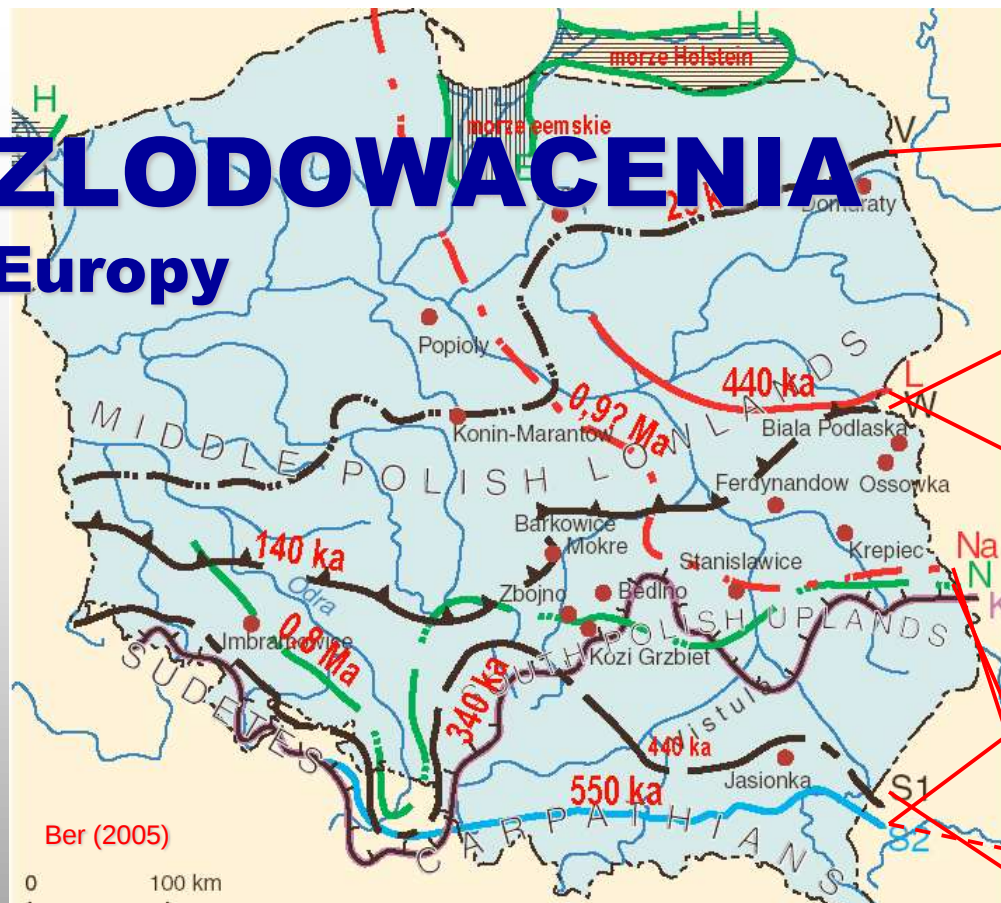


von Koenigswald & Kolfschoten (1993)

- w interglacjale eemskim nie było wielu wcześniejszych gatunków
- znamieną jest nieciągłość ewolucji karczownika *Arvicola* – imigracja archaicznej populacji

złodowacenia unicestwiały wcześniejszy dorobek ewolucji

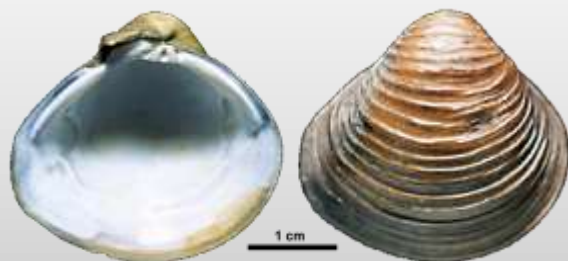
ZŁODOWACENIA Europy



- maksymalny zasięg lądolodu około 0,6 mln lat temu
- być może klimat Ziemi powraca do normy

bliski wcześniejszej normy był klimat interglacjów

DESTRUKCYJNY efekt zlodowaceń

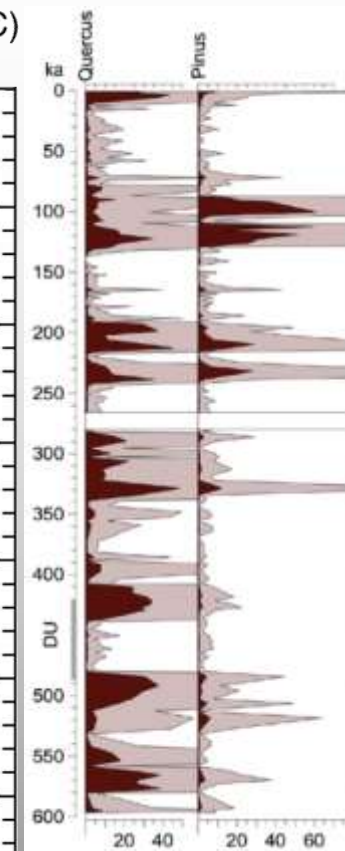
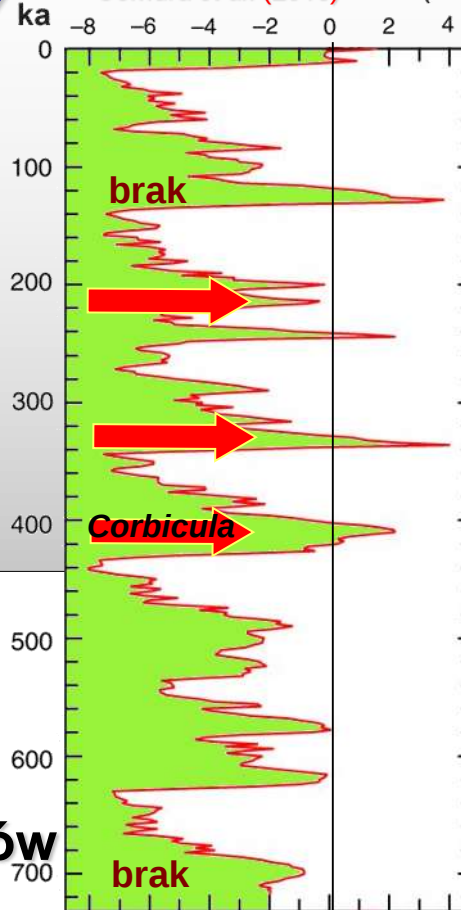


południowoazjatycka i afrykańska *Corbicula fluminea*

- eemskim hipopotamom nie towarzyszą nilowe małże
- czym głębiej w przeszłość, tym bogatsza fauna i flora interglacjalów
- choć warunki w nich nie były lepsze

Dome Fuji, Antarktyda

Uemura et al. (2018) $\Delta T (^{\circ}\text{C})$



Litt et al. (2014)

Jezioro Van

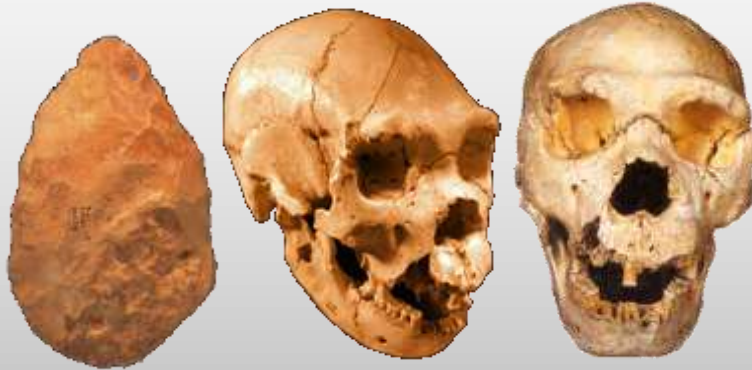
Holandia

Meijer & Preece (2000)

również ekspansją człowieka rządził klimat

FALE

zasiedlania Europy



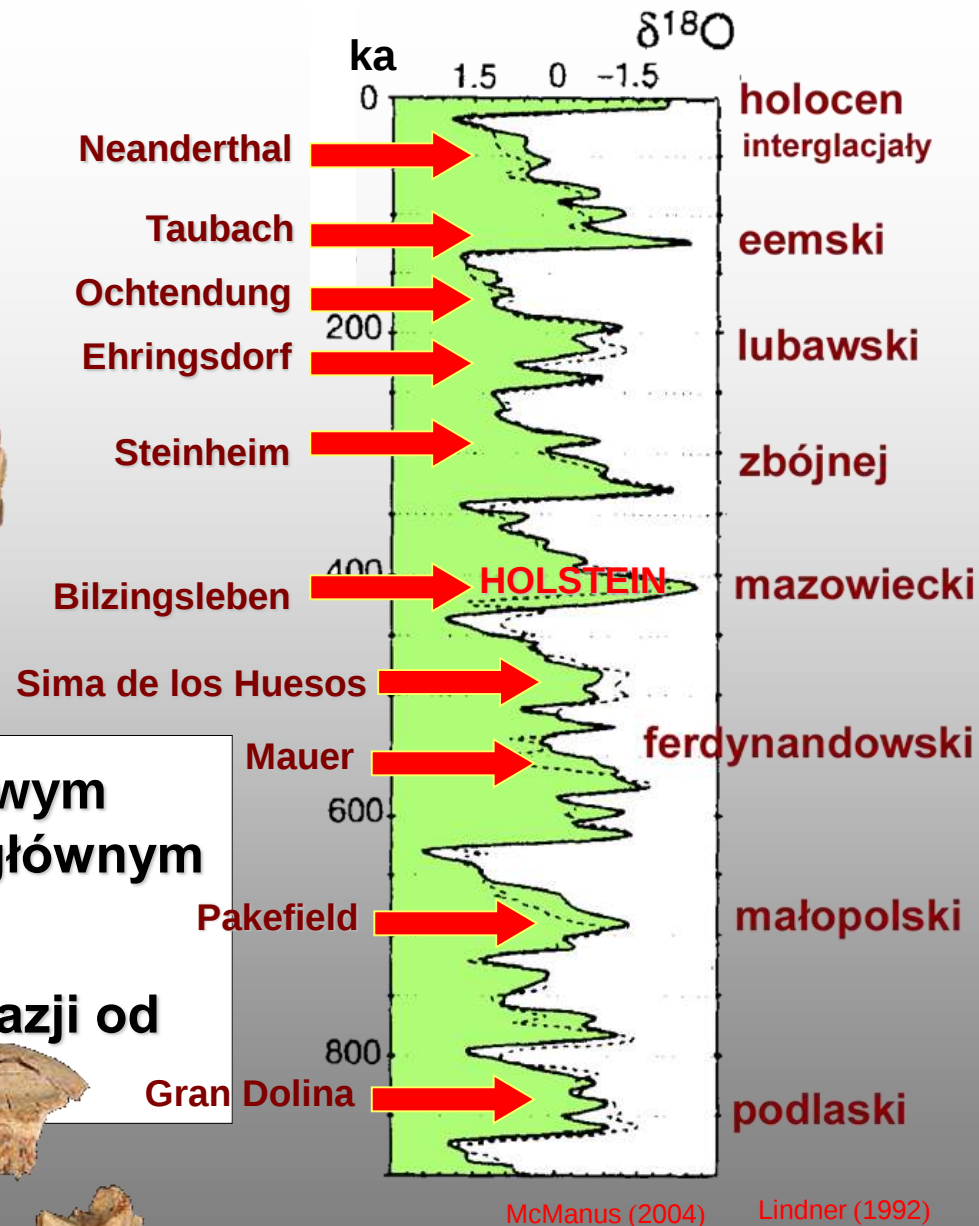
Sima de Los Huesos 0,46 Ma

- jaskinie w przekopie kolejowym przez Sierra de Atapuerca głównym źródłem wiedzy w Europie
- imigracje ku północy w Eurazji od co najmniej 1 mln lat

stałe zasiedlenie na południu



Gran Dolina 0,8 Ma



HOLSTEIN

interglacja mazowiecki

- maksymalny zasięg lądolodu podczas zlodowacenia 0,5 Ma

- *Azolla* i *Pterocarya* przed 0,4 Ma w interglacjach



OWOC



Pterocarya
Juglandaceae

SEM



Azolla Salviniales

Dyakowska (1952)



megaspore



TEM

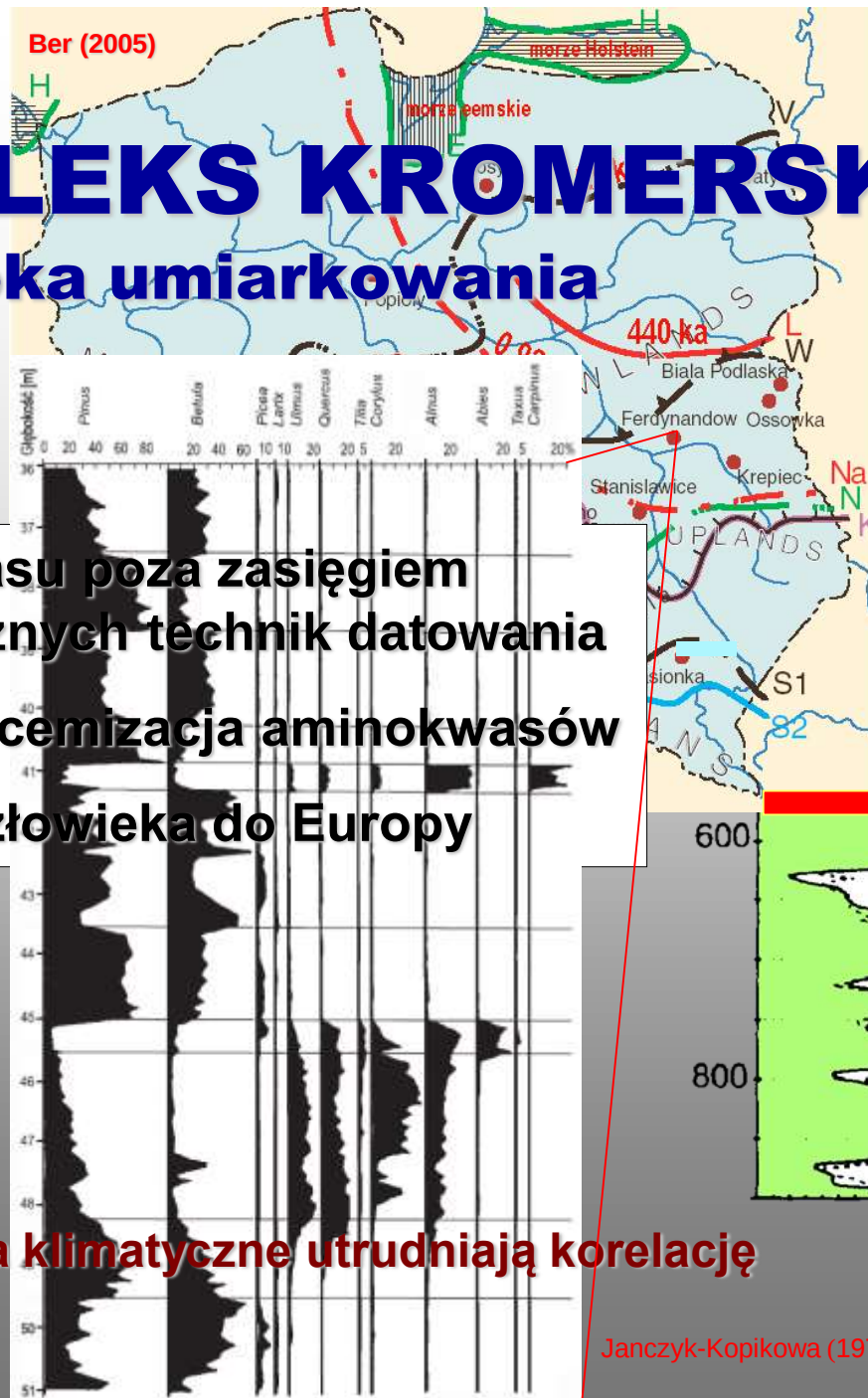
KOMPLEKS KROMERSKI

długa epoka umiarkowania

- przedział czasu poza zasięgiem radiometrycznych technik datowania
- użyteczna racemizacja aminokwasów
- ekspansja człowieka do Europy

Ferdynandów B

liczne zdarzenia klimatyczne utrudniają korelację



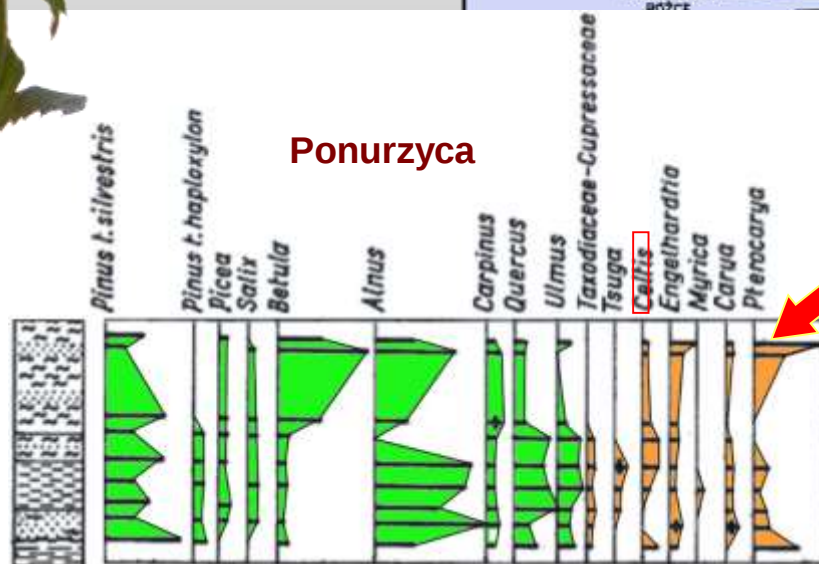
Janczyk-Kopikowa (1975)

ŚWIAT sprzed zlodowaceń

Celtis Ulmaceae

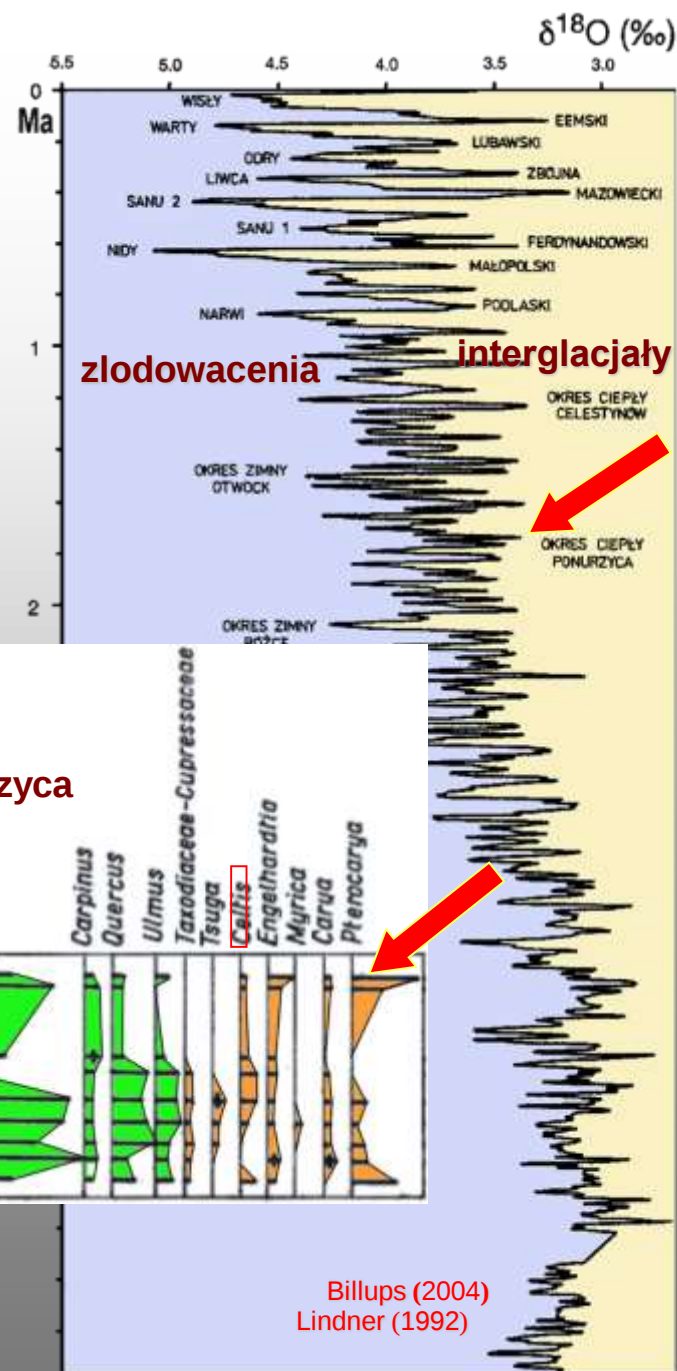


- we wczesnym czwartorzędzie gatunki ciepłolubne
- zamiast lasów sosnowych mieszane z orzechami włoskimi



Stuchlik (1975)

dziś takie lasy w północnym Iranie



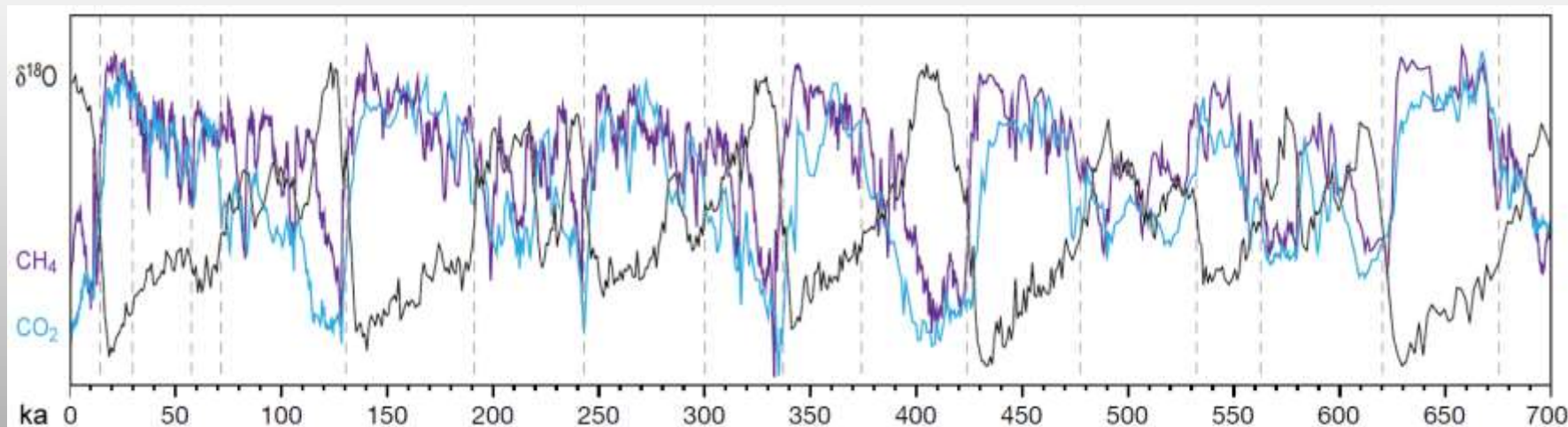
Billups (2004)
Lindner (1992)

HISTORIA

gazów cieplarnianych

Jones et al. (2023)

zawartość gazów w lodolodzie antarktycznym
zapis temperatury w skorupkach otwornic

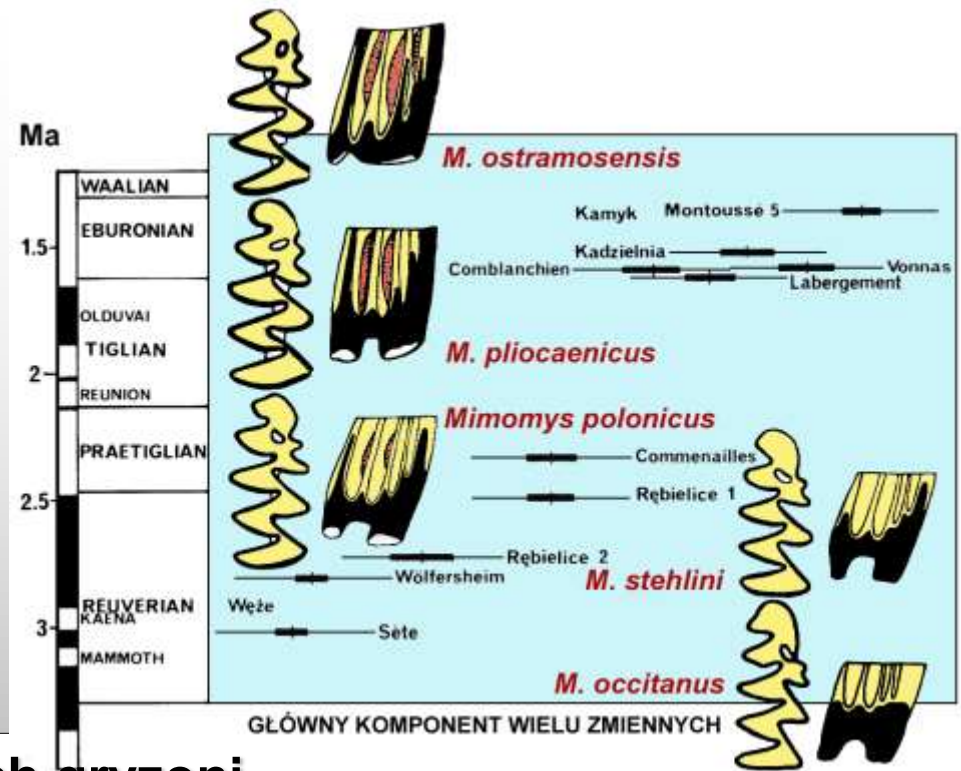


- zmiany stężenia metanu i dwutlenku węgla nie są ściśle skorelowane ze zmianami klimatu
- związek zapewne złożony

datowanie zdarzeń poprzedzających zlodowacenia problematyczne

DATOWANIE ewolucyjne

Mimomys
Arvicolidae



Chalin & Laurin (1986)

- zapis ewolucji trawożnych gryzoni o złożonej budowie trzonowców
- pozwala na korelację wiekową
- w epokach poza zasięgiem datowań radiometrycznych i dendrochronologii

datowanie ewolucyjne jest mało precyzyjne, ale pewne

ZWIERZĘTA

z innego świata

Smilodon
Felidae



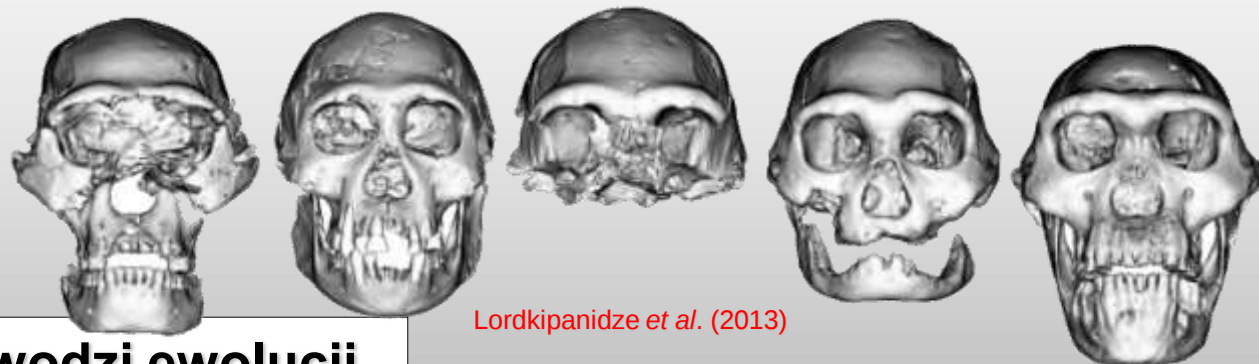
- ostatnie tygrysy szablozębe napadały na wielkie dyluwialne ssaki Ameryki Płn
- w Europie przed pierwszym zlodowaceniem
- typ przystosowawczy szablozębego drapieżnika na szczycie piramidy troficznej właściwy dla długotrwale stabilnych ekosystemów

heidelberskie stadium pitekantropa miało szansę się z nimi zetknąć

POCZĄTKI człowieka



Homo erectus
1,8 Ma Gruzja



Lordkipanidze et al. (2013)

- zmienność dowodzi ewolucji w jednogatunkowym ciągu
- pierwsze narzędzia kamienne 2,6 mln lat (pewne – 1,7)



narzędzie
1,76 Ma
Etiopia

Lepre et al. (2011)



„*Homo habilis*”
2,6 Ma Etiopia

początki linii ewolucyjnej człowieka w pliocenie

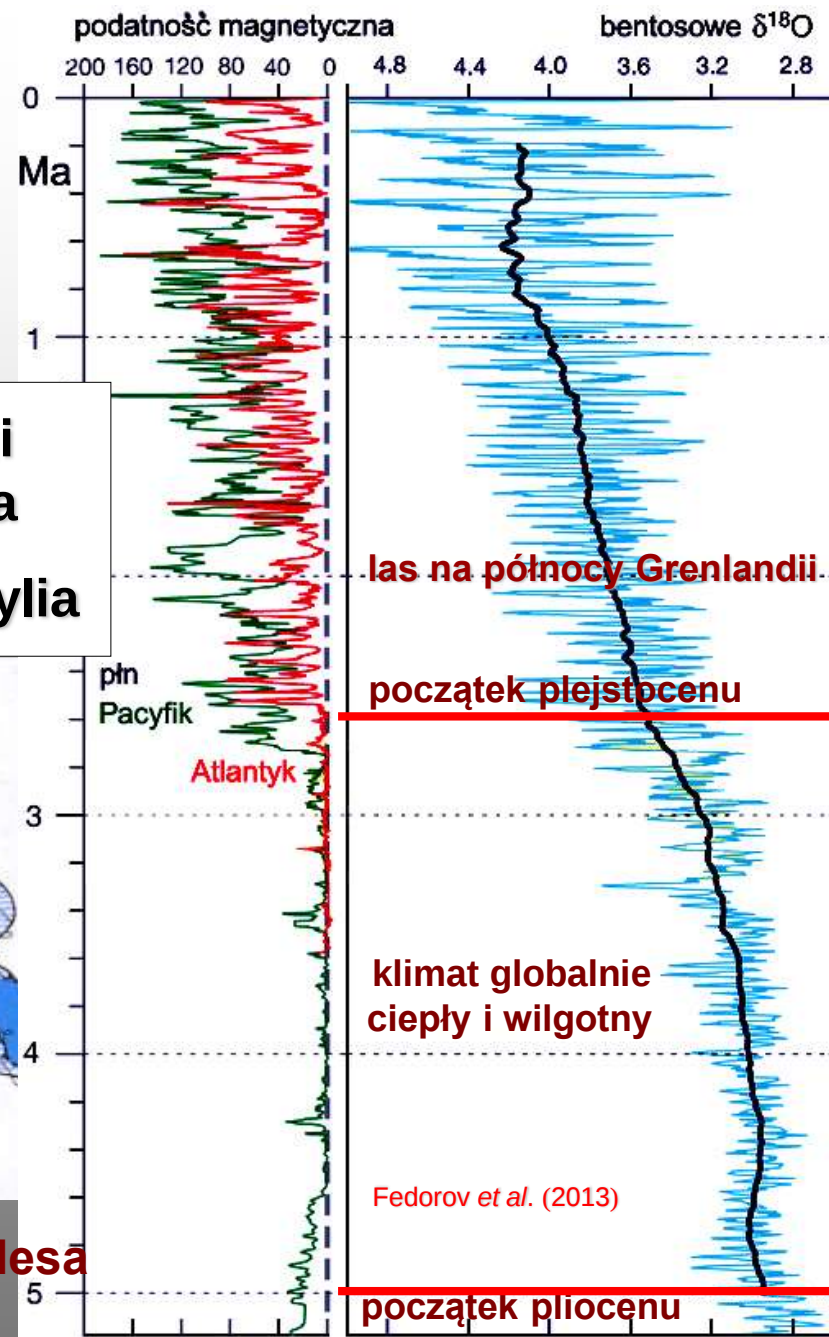
PLIOCEN

kontrowersyjna granica

- początek plejstocenu na rewersji magnetycznej Matuyama 2,59 Ma
- stratotyp Monte San Nicola, Sycylia



na początku przerwanie Słupów Herkulesa

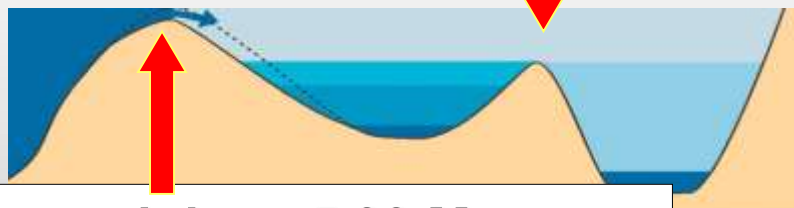


PLIOCEN

katastrofalne początki

Gibraltár

Sycylia

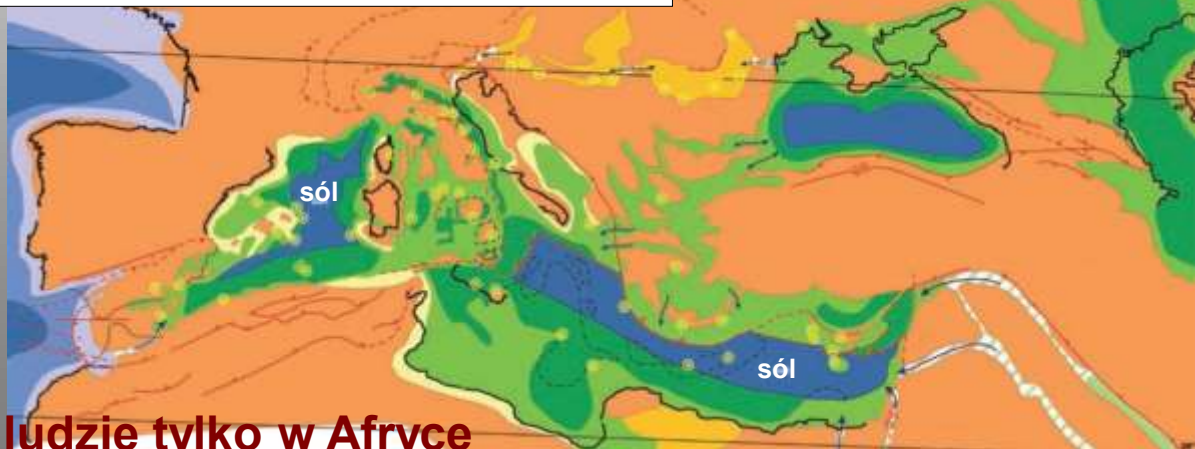


Garcia-Castelanos *et al.* (2009)

Vai (2016)

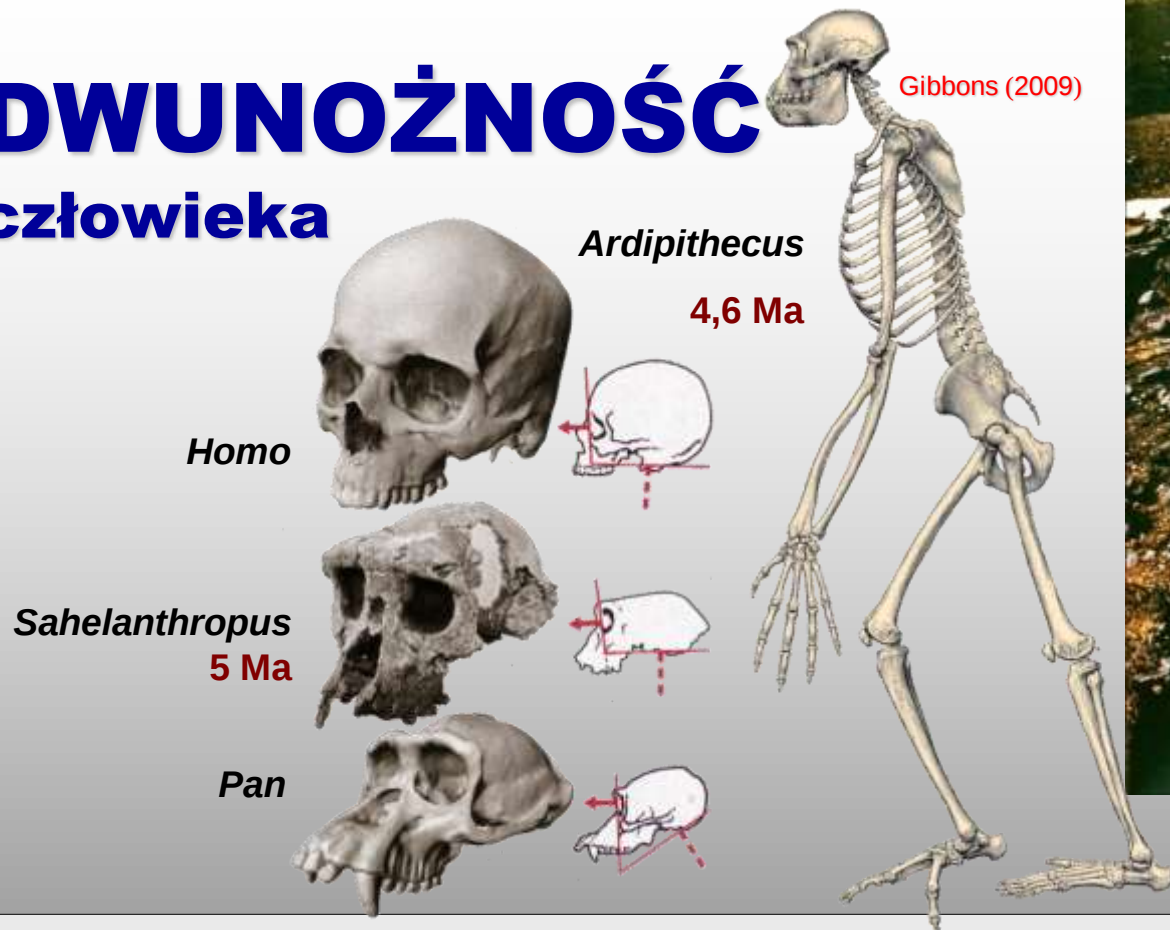
Messinian

- Morze Śródziemne wypełnione 5,33 Ma
- tempo zapełniania dyskusyjne
- zamknięcie Gibraltaru 6,0–5,6 Ma?



przed czwartorzędem ludzie tylko w Afryce

DWUNOŻNOŚĆ człowieka



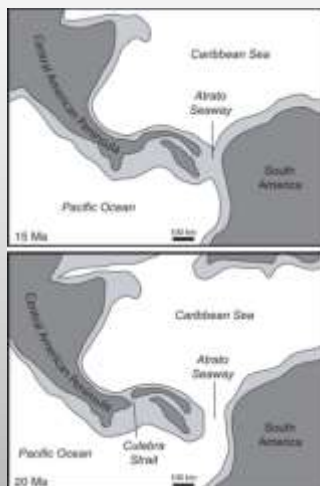
tropy z Laetoli 3,8 Ma
Australopithecus

- tropy w tufie z Laetoli dowodem dwunożności 3,5 Ma
- zaczątki pionowej postawy 4,6 Ma

międzykontynentalne ekspansje arealów nie są wyłączne dla człowieka

PRZESMYK PANAMSKI

zjednoczył fauny Ameryk



15 Ma

Kirby *et al.* (2008)

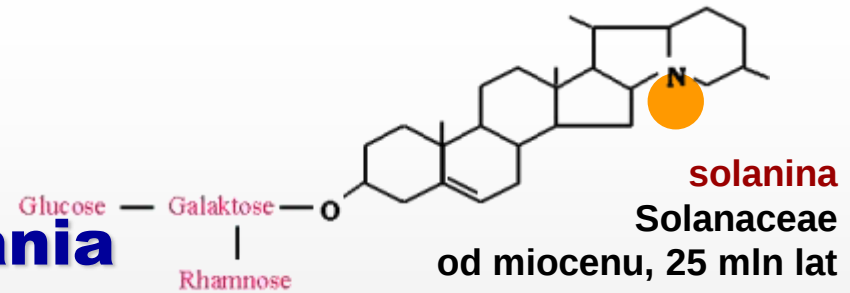
20 Ma

- przed ostatnim zlodowaczeniem leniwce w Ameryce Płn
- opos wczesnoplejstoczeńskim imigrantem
- Ameryka Płn. jest ojczyzną wielbłądów, koni i żyraf
- wymiany faun wielokrotne i o niejasnej naturze

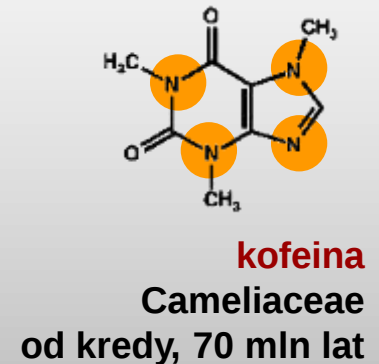
globalne przemiany środowiska zapewne istotniejsze od geografii

MURAWA

rezygnacja z odstraszania



- wytwarzanie glikozydów i alkaloidów kosztowne (modyfikacje szlaku ligniny)
- presja na oszczędzanie azotu
- rośliny zielne są oportunistami w niestabilnym środowisku; inwestycje w toksyny nieopłacalne
- spasanie nie wpływa dramatycznie na produkcję – skutek podobny do pożaru

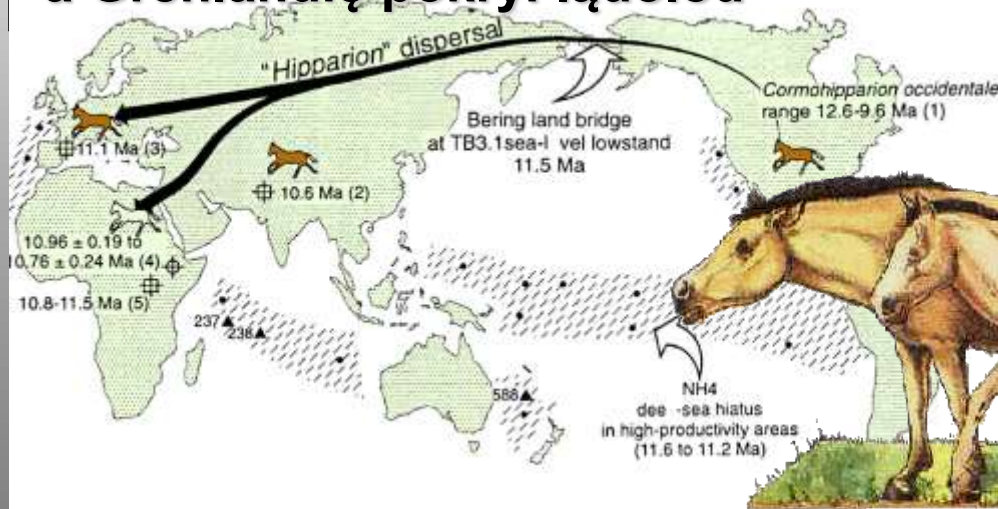


ewolucja kwiatowych to wyścig zbrojeń z roślinożercami

MIOCEN

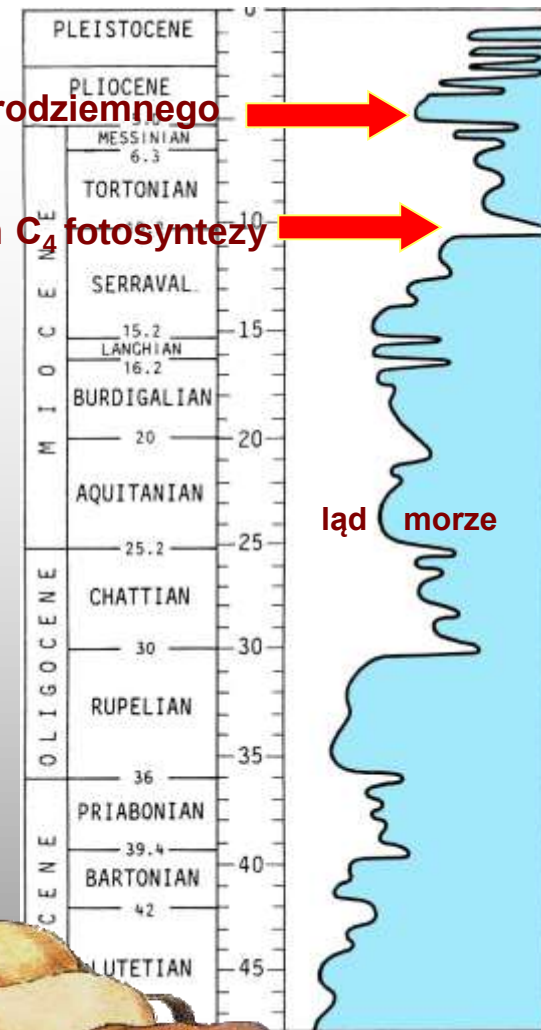
geneza stepu a eustatyka

- od 11,5 Ma ekspansja amerykańskiej „fauny hipparionowej,” i wielbłądów
- globalne ochłodzenie 7,0–5,4 Ma
- do 4,4 Ma pożary zmieniły lasy w step a Grenlandię pokrył lądolód



powstanie M. Środiemnego

ekspansja roślin z typem C₄ fotosyntezy



Equus Plihippus Merychippus Mesohippus Hyracotherium

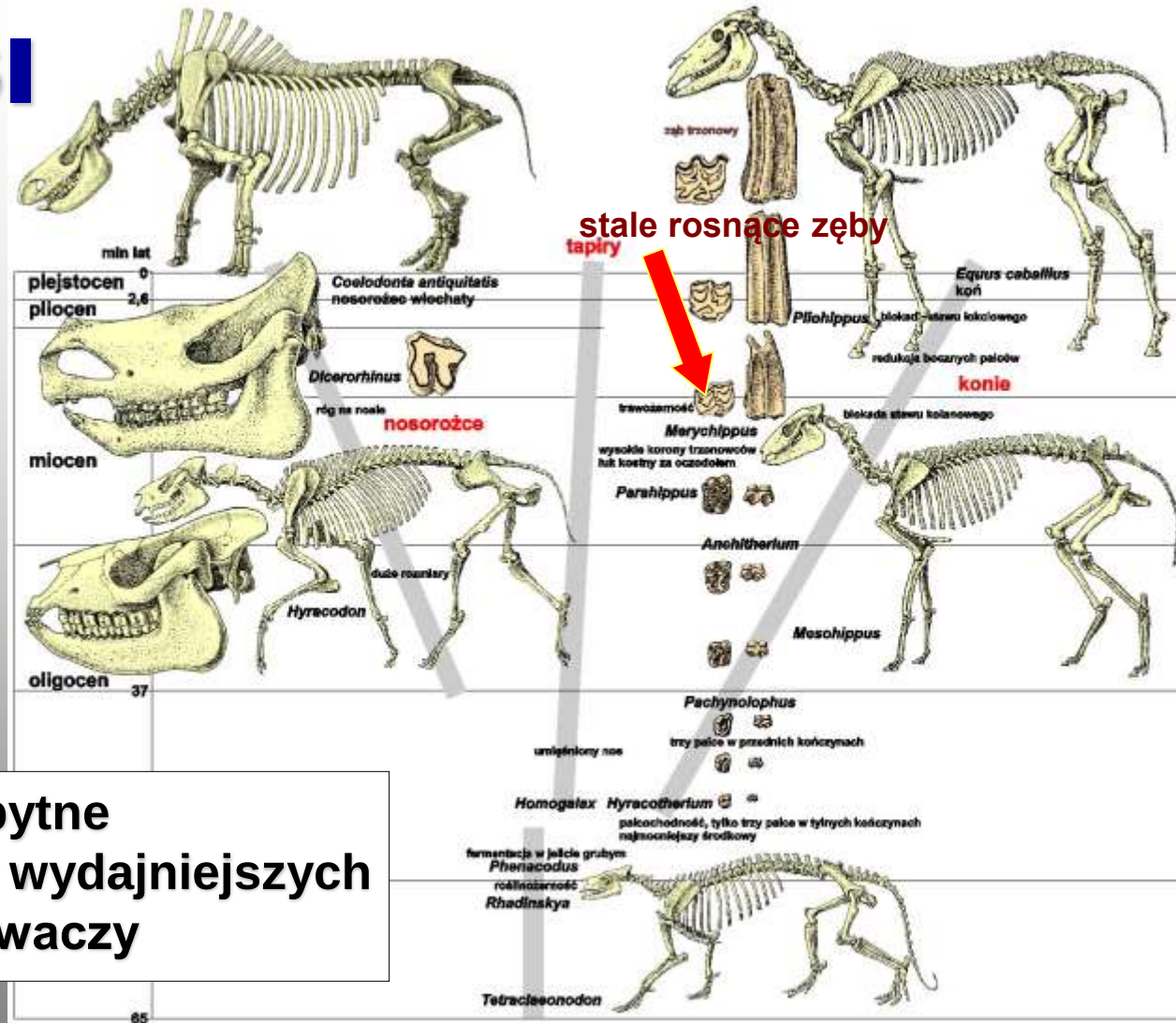
stałe rosnące zęby do obróbki niskokalorycznej trawy

PIERWSI trawożerzy

Kowalewsky (1873)



Władimir O. Kowalewsky
(1842-1883)



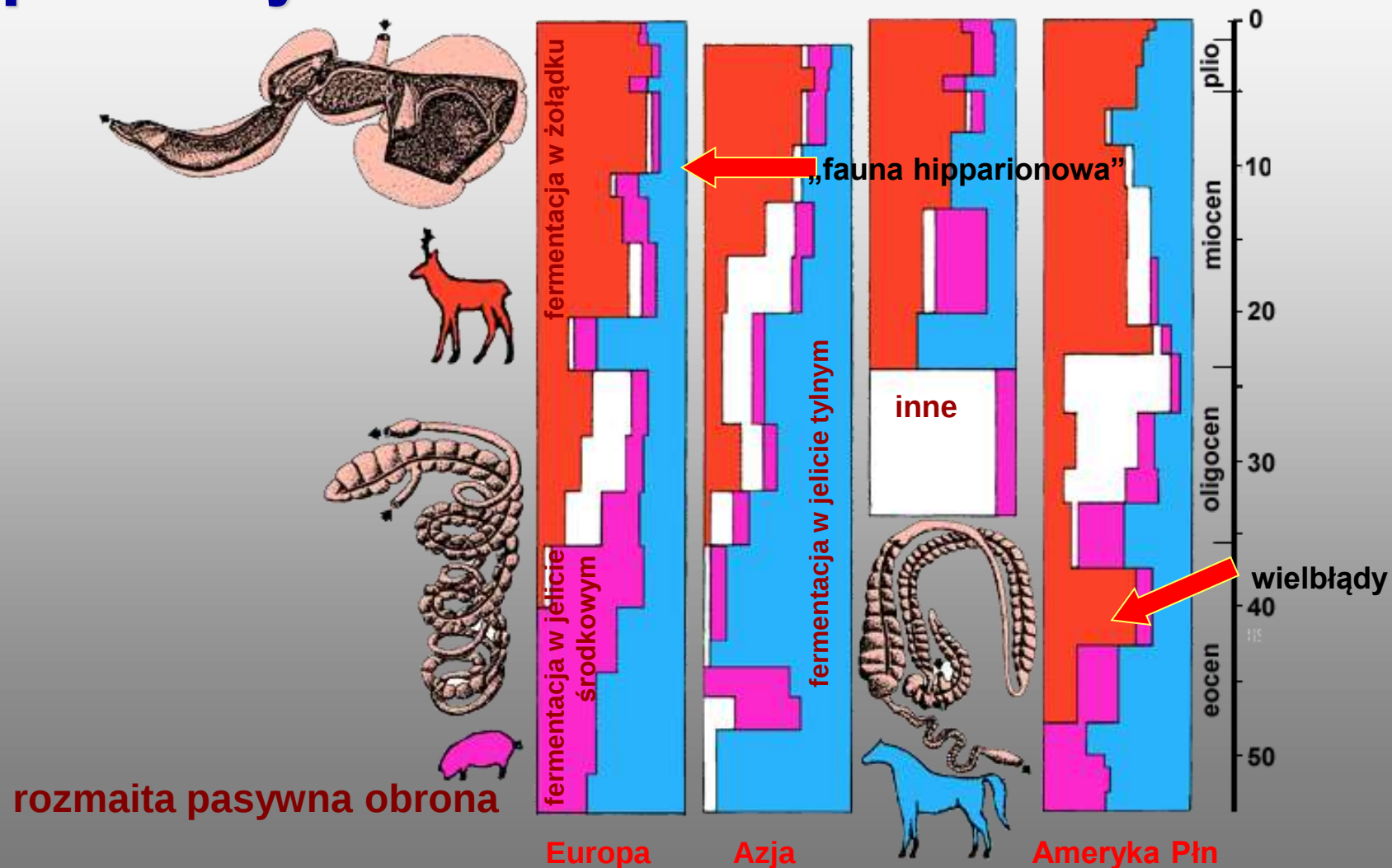
nieparzystokopytne
poprzednikami wydajniejszych
od nich przeżuwaczy

mała skuteczność bakteryjnego trawienia celulozy

TRZECIORZĘD

przemiany faun roślinożerców Afryka

Langer (1987)



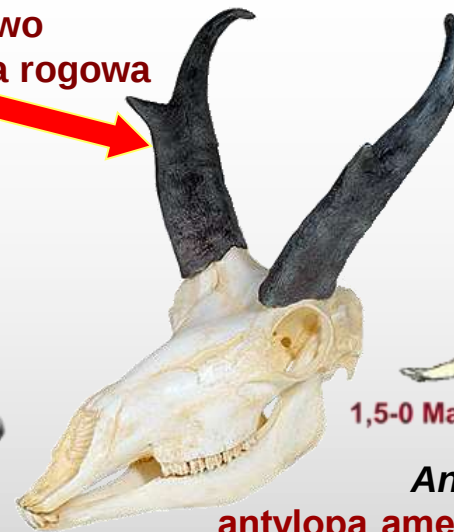
GENEZA rogów i poroża

okapi *Okapia*
Giraffidae



permanentny
„scypuł”

zrzucała
okresowo
pochwa rogowa



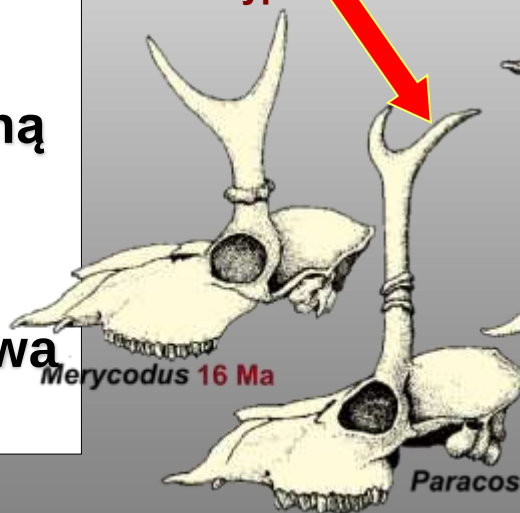
1,5-0 Ma *Antilocapra*

Antilocapra
antylopa amerykańska

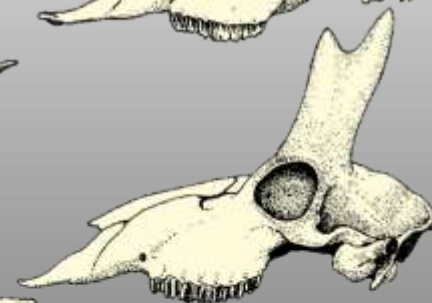
Subantilocapra
6 Ma



zdzierany
scypuł



Merycodus 16 Ma



Sphenophalos 16 Ma

Paracosoryx 19 Ma

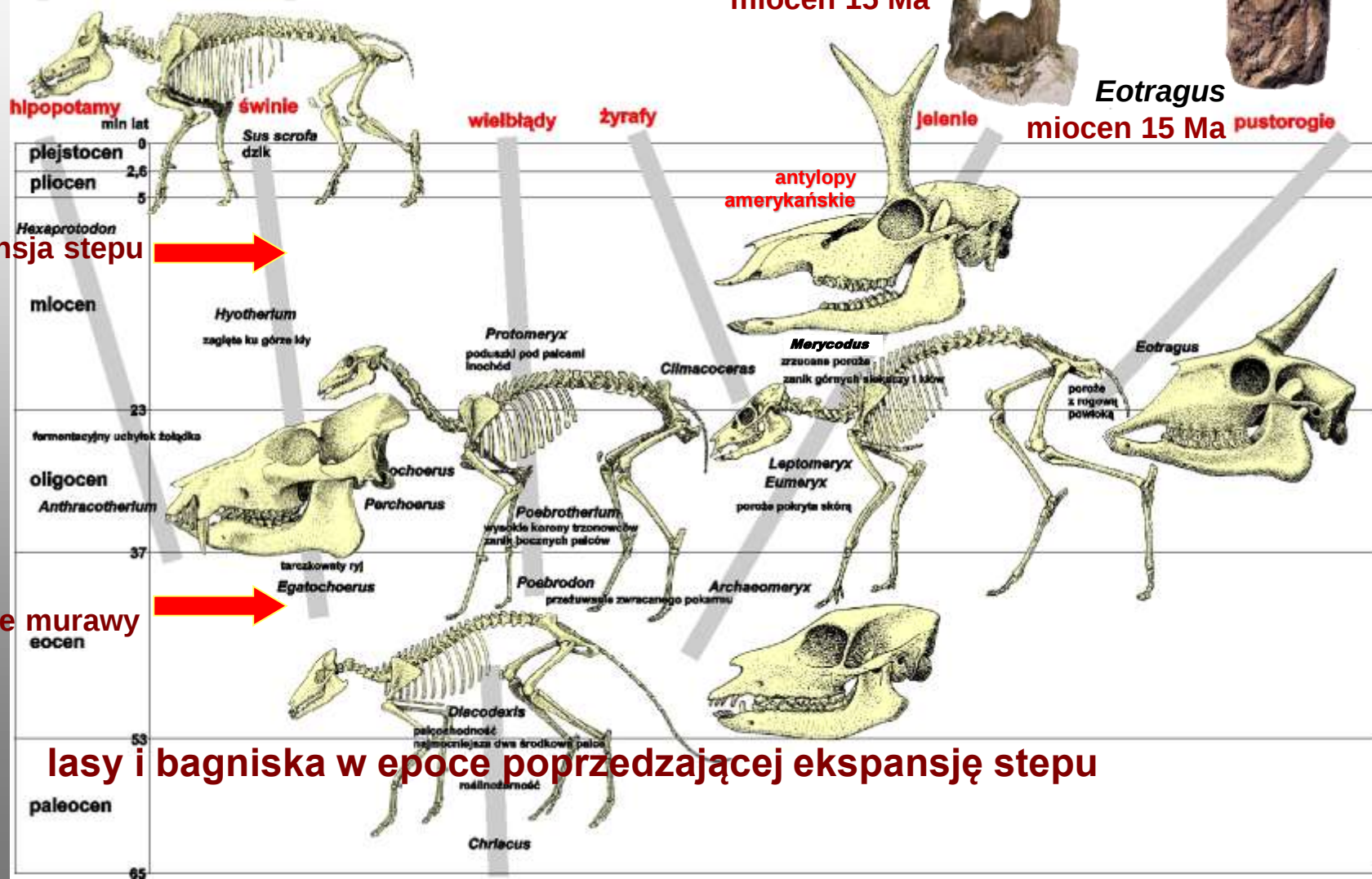
- rogi żyraf pokryte skórą
- u form pośrednich zdzieraną lub rogowaciejącą
- u wyższych przeżuwaczy permanentna okrywa rogowa albo zrzucające poroże

droga przekształcenie poroża w rogi niejasna

Heffelfinger et al. (2004)

PRZEŻUWACZE

przedstepowe



MIOCEN

lądowy w Polsce



tupelo
Nyssa

środkowy miocen
Ważyńska (1998)

wody
brakiczne



Sciadopityx

- wyższa podstawa erozji – sedymencacja na lądzie
- klimat subtropikalny; jak dziś na Florydzie

Sadowska (1978)

w bagnach osadzane masy substancji organicznej

