



Ograniczenia stosowalności aktualizmu geologicznego w biologii

Jerzy Dzik

*Instytut Paleobiologii PAN
Instytut Zoologii UW*

Inauguracja MISMaP 2019

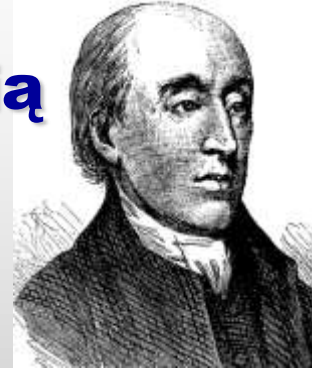
METODA

przyrodoznawstwa

- **wiedza o zjawiskach przyrody ma być spójna logicznie,**
- **zgodna z zasadą oszczędności (parsymonii)**
- **i możliwa do obalenia przez doświadczenie (falsyfikowalna)**

parsymonia obejmuje wymiar czasowy jako uniwersalność teorii

WYJAŚNIANIE przeszłości teraźniejszością



James Hutton
(1726–1797)



Charles Lyell
(1797–1875)

- zasada aktualizmu geologicznego to zastosowanie parsymonii do wymiaru czasowego:
- uważamy, że zawsze było tak jak dziś, póki nie ma dowodu, że było inaczej

a odkąd jest tak, jak dziś?

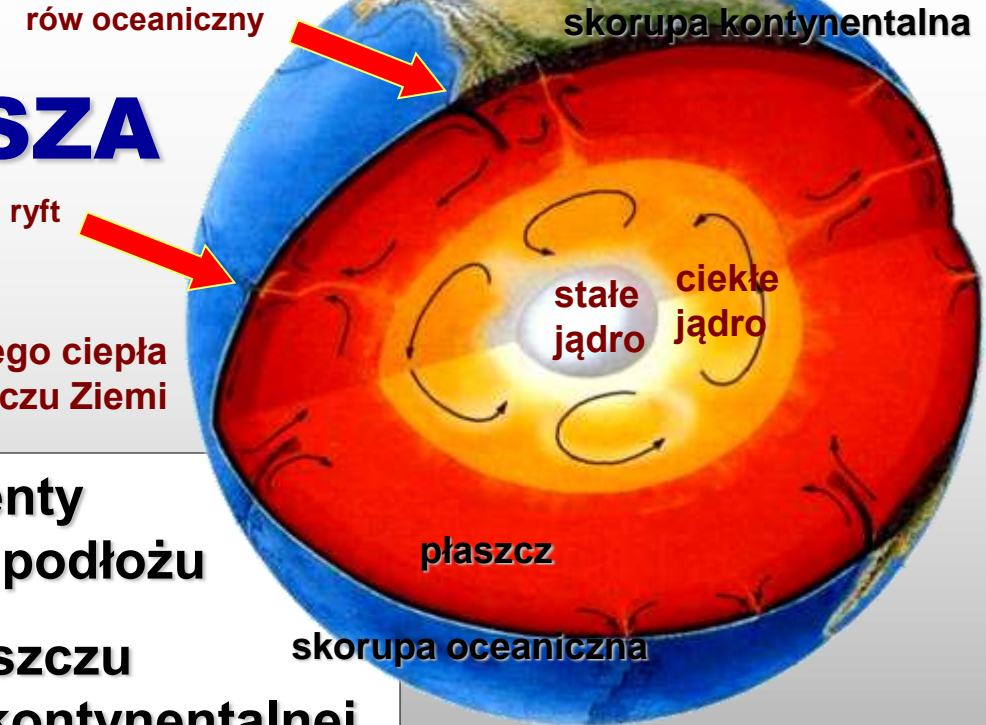
CORAZ MNIEJSZA władza Plutona

konwekcja rudymenarnego ciepła
w płaszczu Ziemi

- lżejsze granitowe kontynenty "pływają" po bazaltowym podłożu
- prądy konwekcyjne w płaszczu wymuszają dryf skorupy kontynentalnej
- ale lawy komatytowe archaiku (topnienie 1700°C – bazalt 1200°C) dowodzą intensywniejszej konwekcji

komatyt
trudno się topi, bo dużo Mg

teoria tektoniki płyt ograniczona w czasie



POCZĄTKI tektoniki płyt

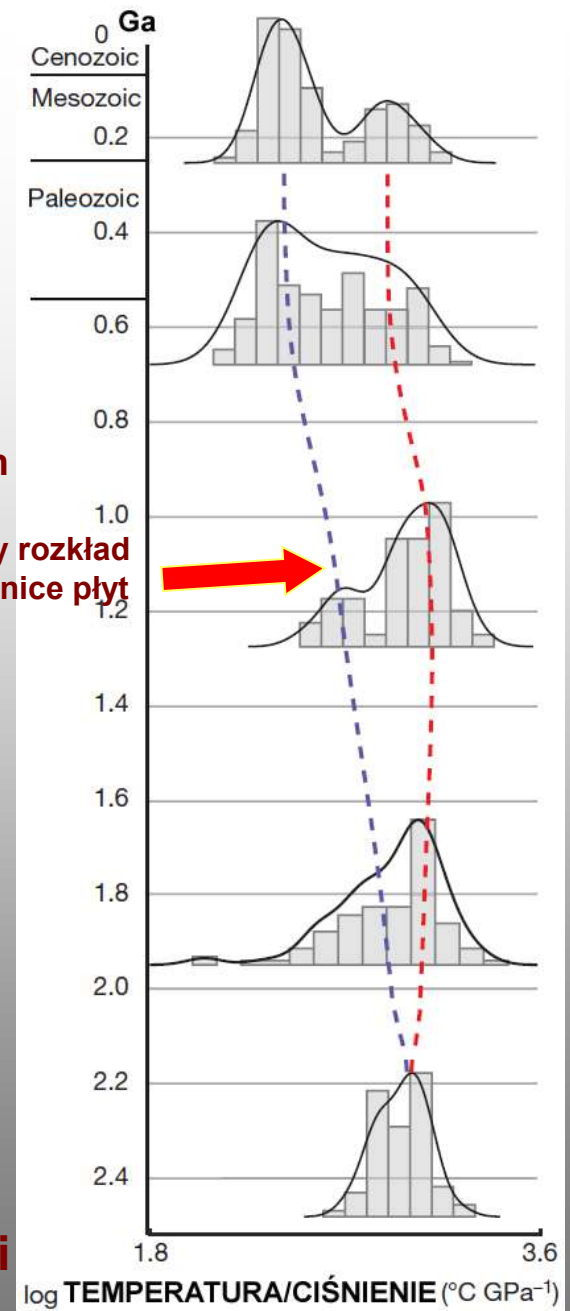
Holder *et al.* (2019)

warunki metamorfizmu skał wulkanicznych

bimodalny rozkład przy tektonice płyt

- pierwotnie temperatura płaszczka wyższa a skorupa grubsza
- do takiego jak dziś dryfu kontynentów doszło dopiero około 0,7 mld lat temu

na kontynentach to woda wymusza obieg materii



NEPTUN

panuje nad Ziemią

Sleep & Hessler (2006)

konglomerat
z otoczkami krzemienia
grupa Moodies, Afryka Płd.
3,2 Ga

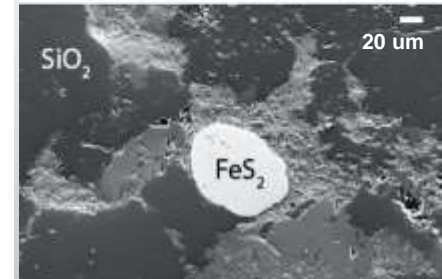
- erozja z udziałem ciekłej wody różni Ziemię od innych planet
- granit jest przekrystalizowaną skałą osadową wzbogaconą w kwarc skutkiem erozji wodnej
- otoczaki (z wody) w zlepieńcu – od 3,2 mld lat

odmienne były pradawne chemiczne czynniki erozji

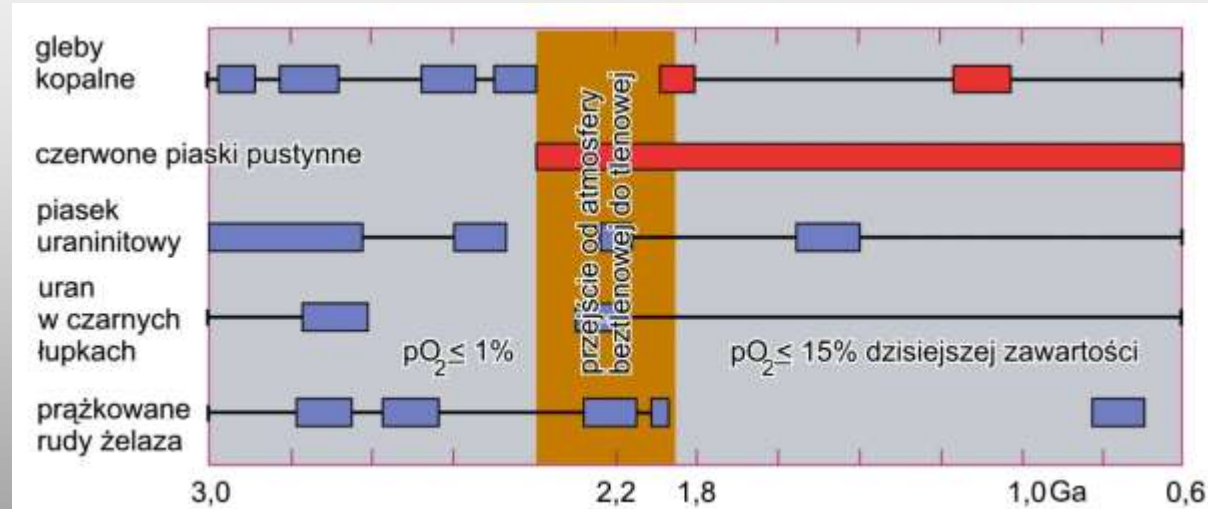


ATMOSFERA pierwotnie bez tlenu

obtoczone ziarna pirytu
2,4 Ga
Koegas Subgroup
Afryka Płd.



Johnson *et al.* (2014)



- beztlenowe warunki erozji swoiste
- bez tlenu otoczaki i piasek powstawać mogły z minerałów nieodpornych na utlenienie

aktualizm działa w tlenowej atmosferze i hydrosferze

NIEZMIENNOŚĆ układu prądów

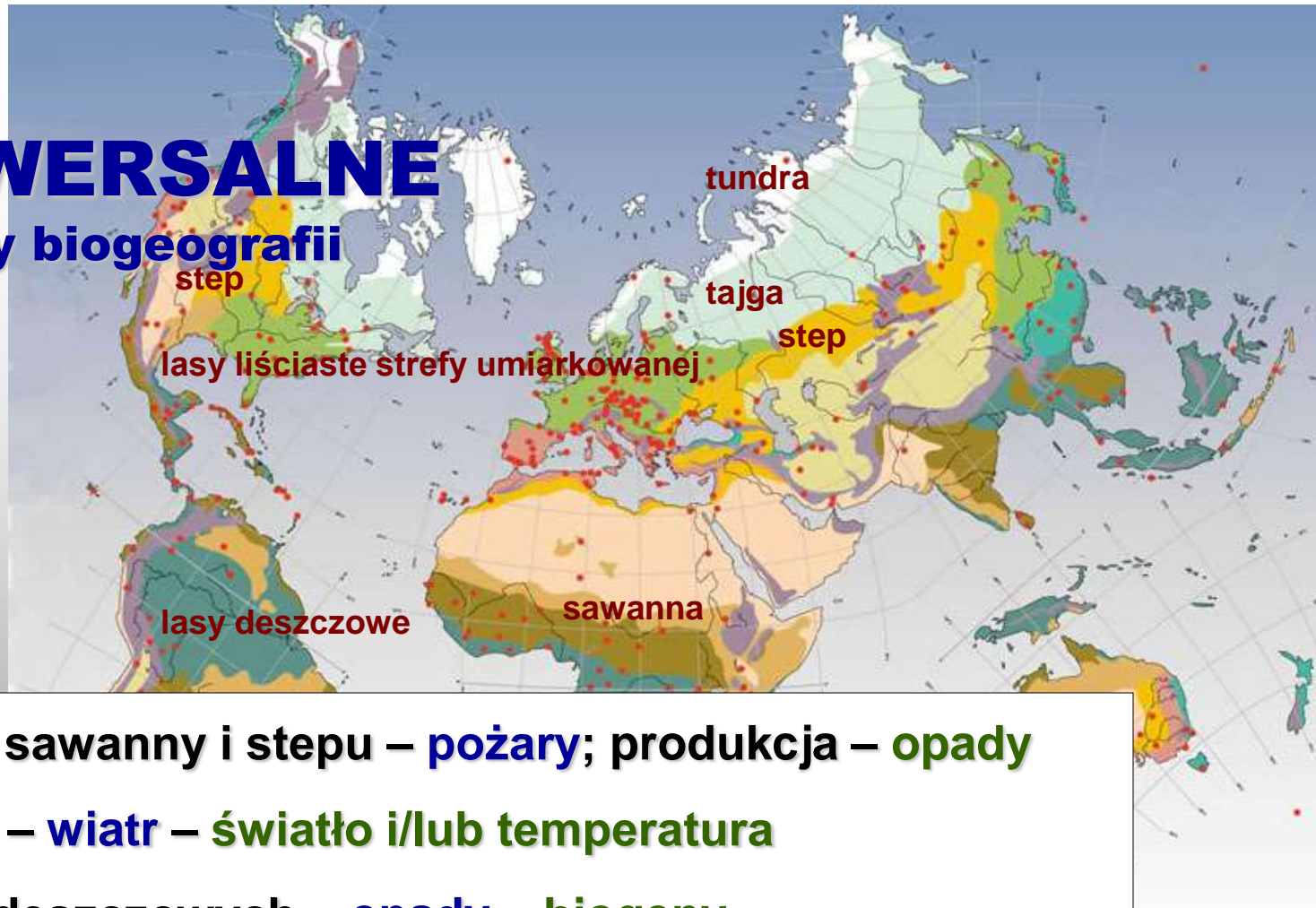


- lokalne warunki środowiskowe są regulowane przez prawa fizyki (siła Coriolisa)
- można przewidzieć zmiany ich układu w zależności od ewolucji globalnego klimatu i układu kontynentów

cyrkulacja powietrzna określa rozmieszczenie ekosystemów

UNIWERSALNE

aspekty biogeografii



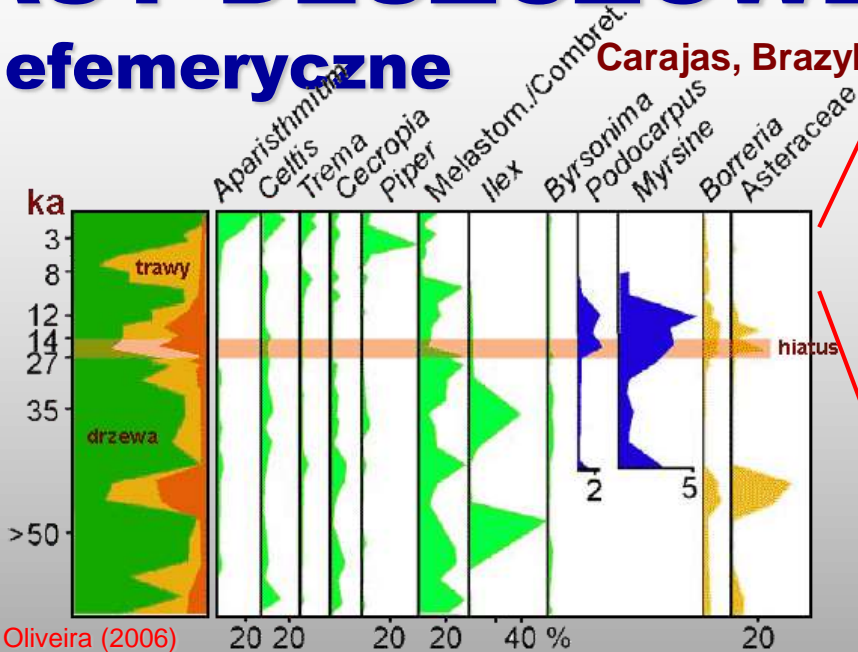
- zasięg sawanny i stepu – **pożary**; produkcja – **opady**
- tundry – **wiatr** – **światło i/lub temperatura**
- lasów deszczowych – **opady** – **biogeny**
- tajgi i lasów liściastych – **opady** – **światło i temperatura**

ale klimat był zwykle inny niż dziś

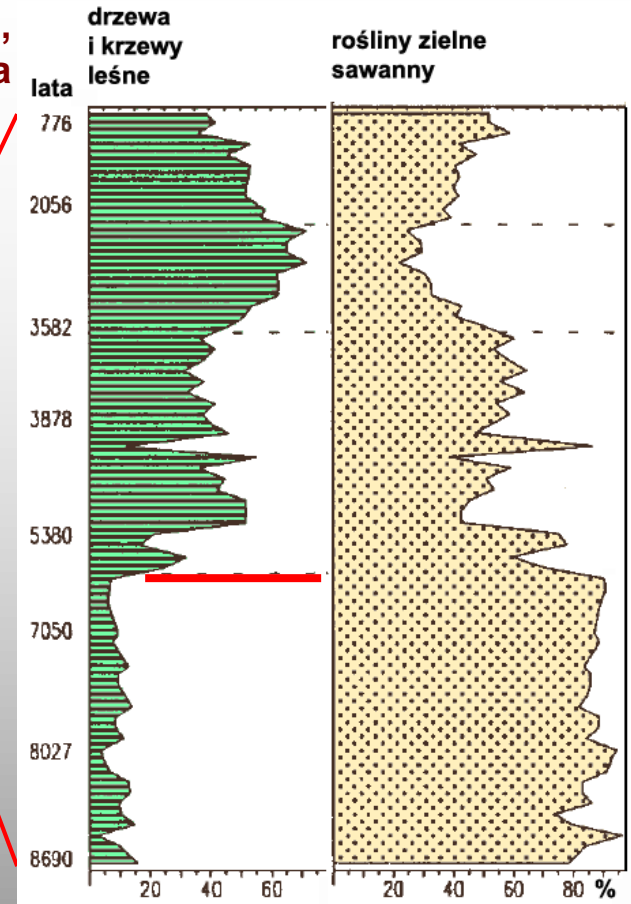
LASY DESZCZOWE są efemeryczne

Laguna Loma Linda, Columbia

Carajas, Brazylia



Bush & Oliveira (2006)



Behling & Hooghiemstra (2000)

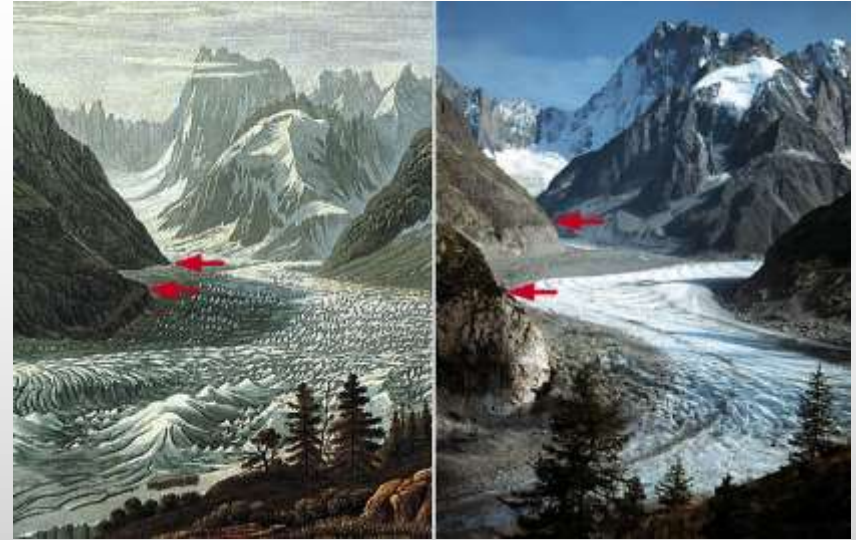
- środowisko lasów deszczowych uformowało się przed około 6 tys. lat
- i nigdy nie było stabilne

odwieczność puszczy amazońskiej (i białowieskiej) to mit

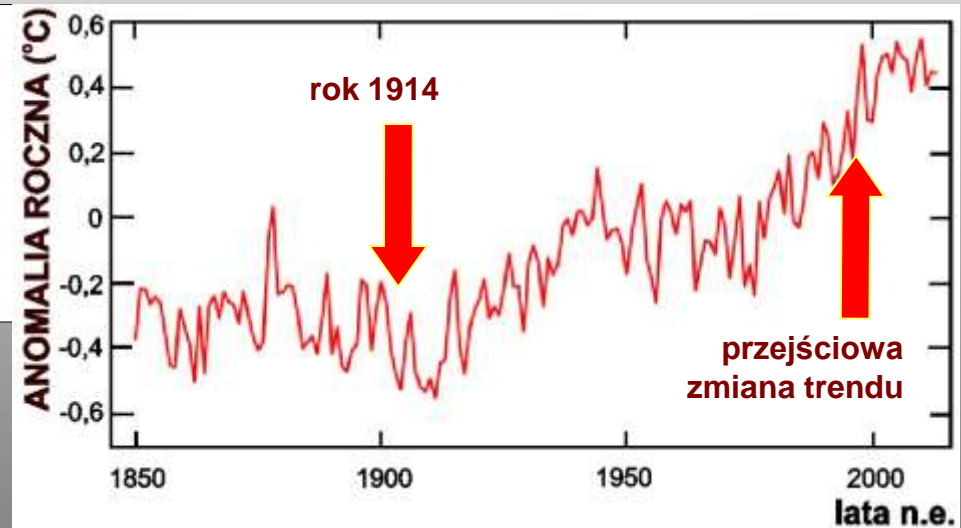
KLIMAT

zmienia się stale

zmiana zasięgu
lodowca Mer de Glace od
XVIII do XX w.



- systematyczne zmiany klimatu są częścią historii
- o ich przyczynę przywykło się obwiniać cywilizację

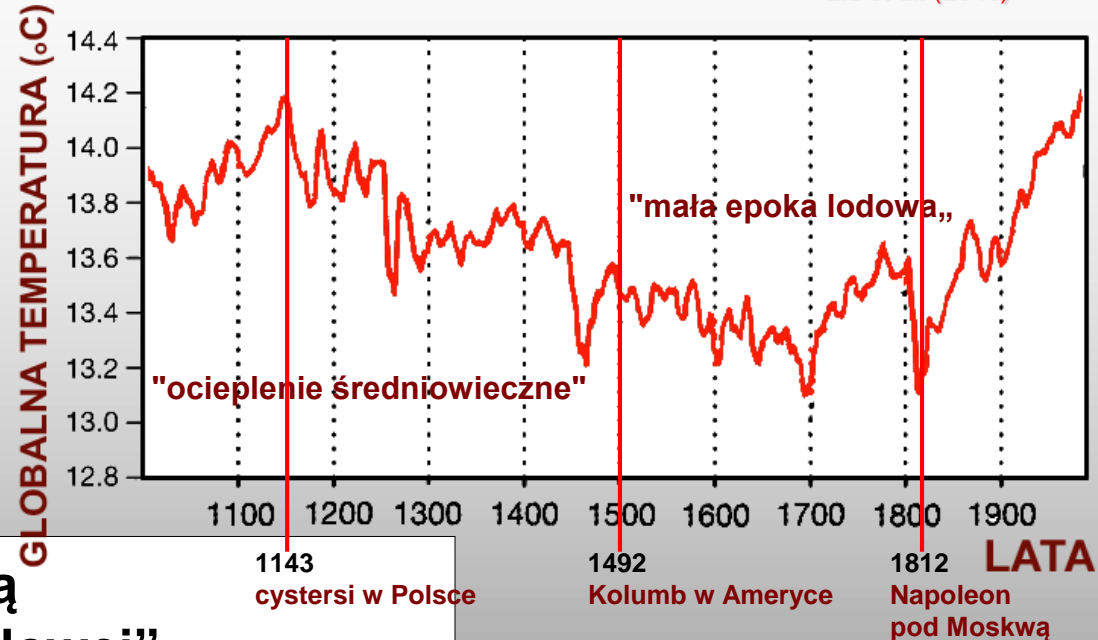


choć anomalie klimatyczne poprzedzają rewolucją przemysłową

ZMIANY KLIMATU

historyczne

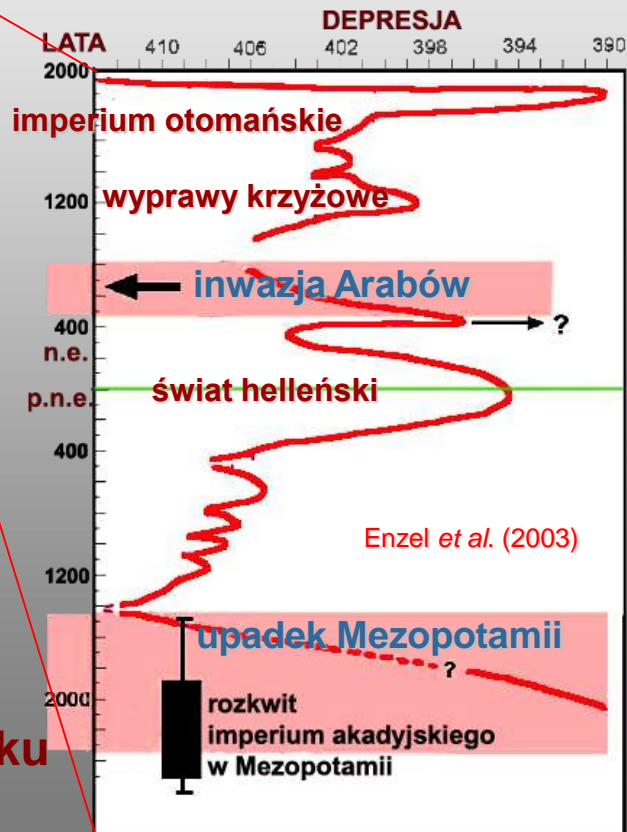
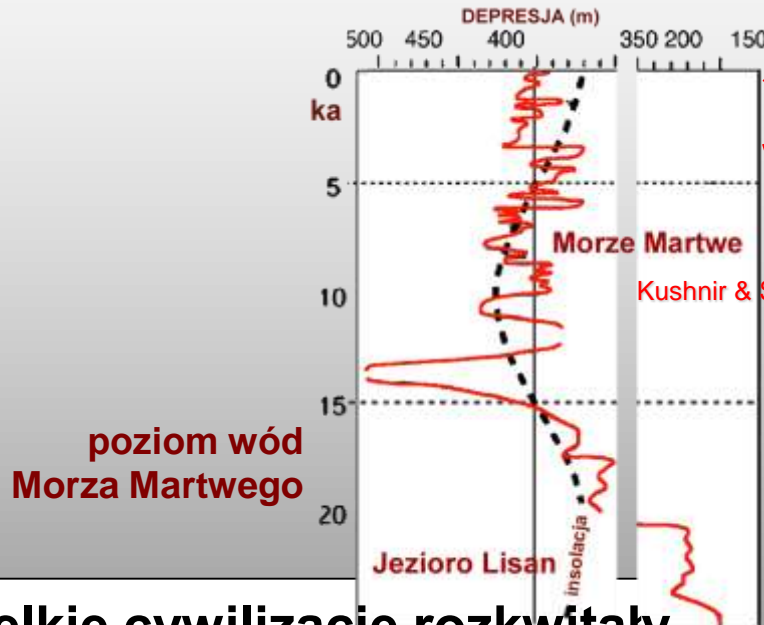
Liu et al. (2013)



- stare drzewa pamiętają klimat „małej epoki lodowej”
- cystersi cywilizując Polskę uprawiali winorośl – „ocieplenie średniowieczne”

dotąd raczej klimat kontrolował rozwój cywilizacji niż odwrotnie

KLIMATYCZNE uwarunkowania historii



- wielkie cywilizacje rozkwiły dzięki sprzyjającym warunkom
- upadały wraz ze zmianą klimatu

ale ludzkie kultury ewoluują wbrew środowisku

EWOLUCJA

oznacza postęp



Charles R. Darwin (1809-1882)



Erwin Schrödinger (1887-1961)

- „wynałazki” ewolucji biologicznej wyselekcjonowane z losowej zmienności
- są nieprzewidywalne
- Schrödinger 1944: ewolucja biologiczna wbrew generalnemu wzrostowi entropii

dlatego aktualizm geologiczny nie stosuje się do ewolucji

BIOLOGIA

jest nauką historyczną *s.s.*

- zjawiska geologii historycznej są przewidywalne (aczkolwiek *post factum*)
- ewolucja biologiczna predykcji nie podlega
- **wynalazki (ewolucji) uznajemy za niedawne, póki nie ma dowodu na ich dawność**

„*Homo sapientissimus*
Bystrow, 1957”



metodologicznie przebieg ewolucji należy do nauk historycznych

GEOLOGICZNE **skutki ewolucji**



- **kluczowe wynalazki ewolucji gruntownie zmieniły środowisko abiotyczne**
- **kolejne czyniły Ziemię coraz bardziej aktualistyczną**

pierwszy z nich to zdolność do fotolizy wody w fotosyntezie

SINICE

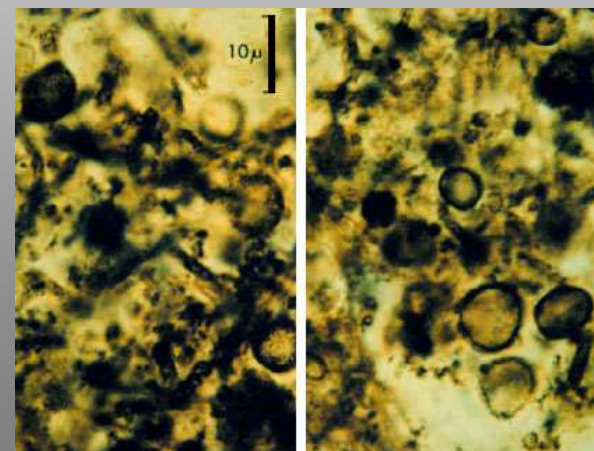
zmieniły świat

stromatolity
560 Ma
Syberia



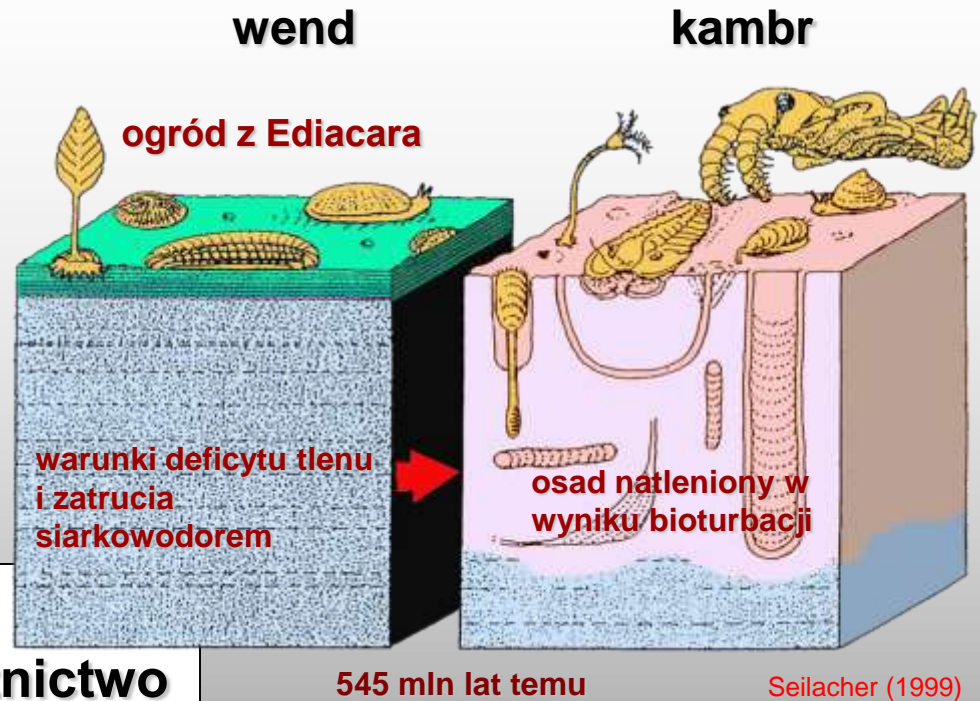
- od 2,5 mld lat tlen zatruwa Ziemię
- najpierw utleniał minerały w oceanie
- później wniknął do atmosfery i na lądy
- zdolność do jego unieczynnienia i wykorzystania dała sukces eukariotom

odtąd świat żywy wpływa na swoją ewolucję



komórki prokariotyczne
Gunflint, Kanada, 1,9 mld lat

REWOLUCJA agronomiczna



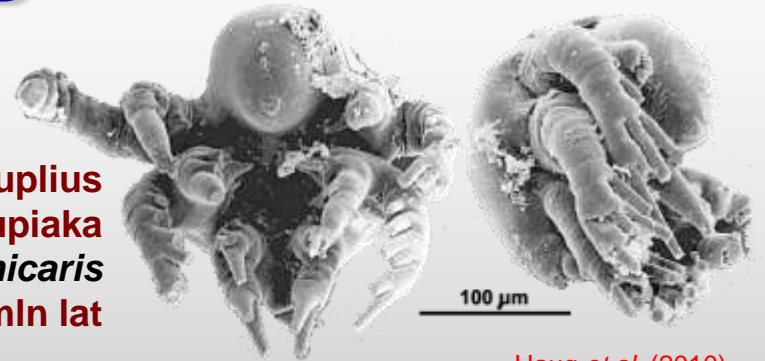
- rycie w muł najpierw wymuszone przez drapieżnictwo
- później muł źródłem pokarmu
- bioturbacja wyeliminowała maty mikrobialne i natleniła muł

wtórnie mikroskopijne wielokomórkowce wniknęły też do toni wodnej

PRZEJRZYSTOŚĆ

oceanu

larwa nauplius
kambryjskiego skorupiaka
Hoeningmoenicaris
510 mln lat



Haug *et al.* (2010)

- mikroskopijne cząstki minerałów ilastych osadzają się bardzo powoli
- przyśpieszają to zwierzęta filtrujące zlepiając je w pellety odchodów
- radykalnie pogłębiło to strefę fotyczną

rośliny zazieleniły lądy stając się globalnym czynnikiem ewolucji

SEDYMENTACJA rządzą lasy

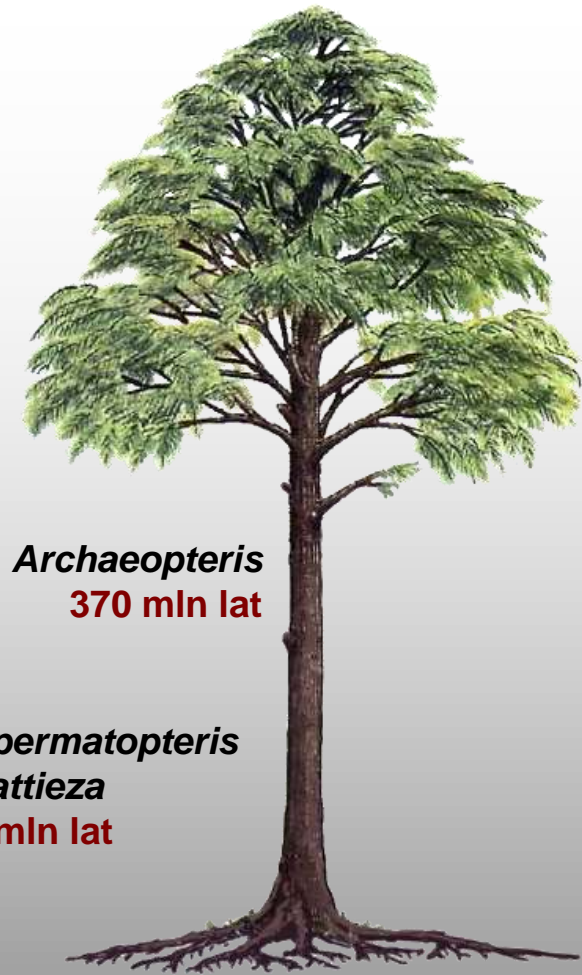


- pokrywa leśna i stabilizacja gleby przez korzenie ograniczyła erozję
- zmniejszyły się dostawy osadu grubokruchowego zmieniając morskie dno



Eospermatopteris
= *Wattieza*
385 mln lat

Stein et al. (2007)



Archaeopteris
370 mln lat

działo się to na kontynentach zmieniających swoje położenie

GEOLOGIA

biosfery

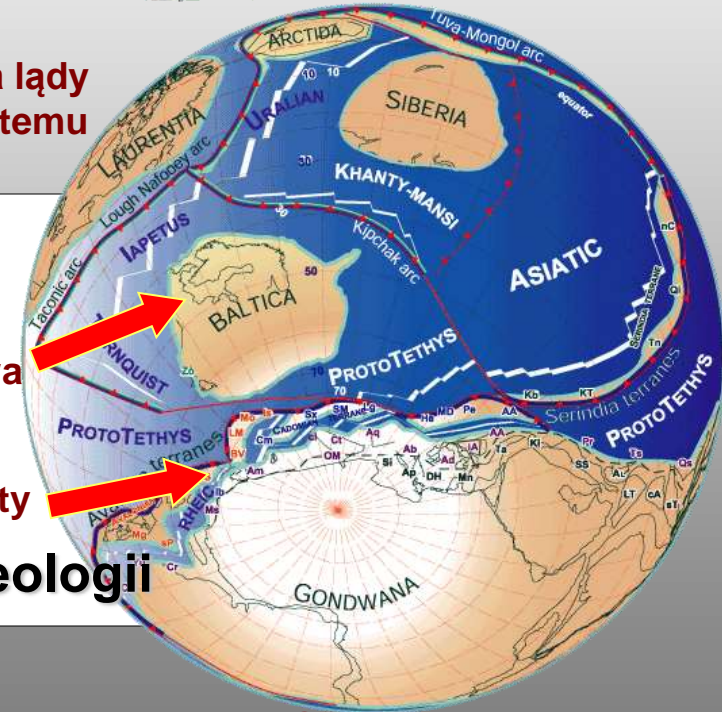


Alfred Wegener(1880-1930)
1915 koncepcja dryfu kontynentów

w erze dinozaurów
94 mln lat temu



przed ekspansją życia na lądy
490 mln lat temu



- w historii Ziemi zmieniał się układ oraz położenie mórz i lądów
- skład żywej części ekosystemu (biocenozy) wynika z jego historii
- biogeografia jest w istocie działem geologii

czy da się wytyczyć granicę między dyscyplinami nauki?

WNIOSKI

- **nauka jest jedna**
- **nie da się zrozumieć zjawisk geologicznych bez ich kontekstu biologicznego**
- **zjawiska biologiczne i społeczne są uwarunkowane historią geologiczną**
- **ale skutki ewolucji biologicznej i społecznej nie podlegają zasadzie aktualizmu**