

Dzieje życia 7.

Era gadów ssakokształtnych

Jerzy Dzik

*Instytut Paleobiologii PAN
Instytut Biologii Ewolucyjnej UW*

2023

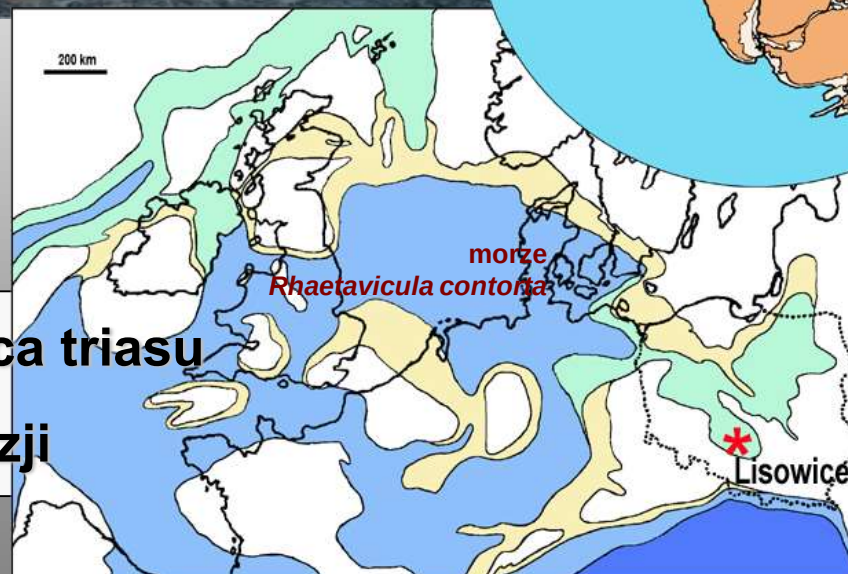


RETYK

Śląska



Lisowice
muł i piasek okresowych rozlewisk



- morska transgresja końca triasu
- podniosła podstawę erozji

w zakolach rzeki osadzone kości wielkich gadów

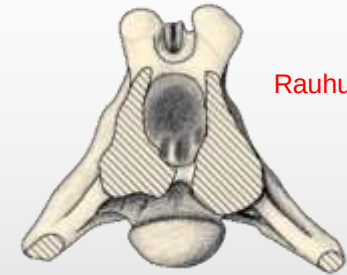
POCZĄTKI dinozaurów drapieżnych

mózgoczaszka od dołu

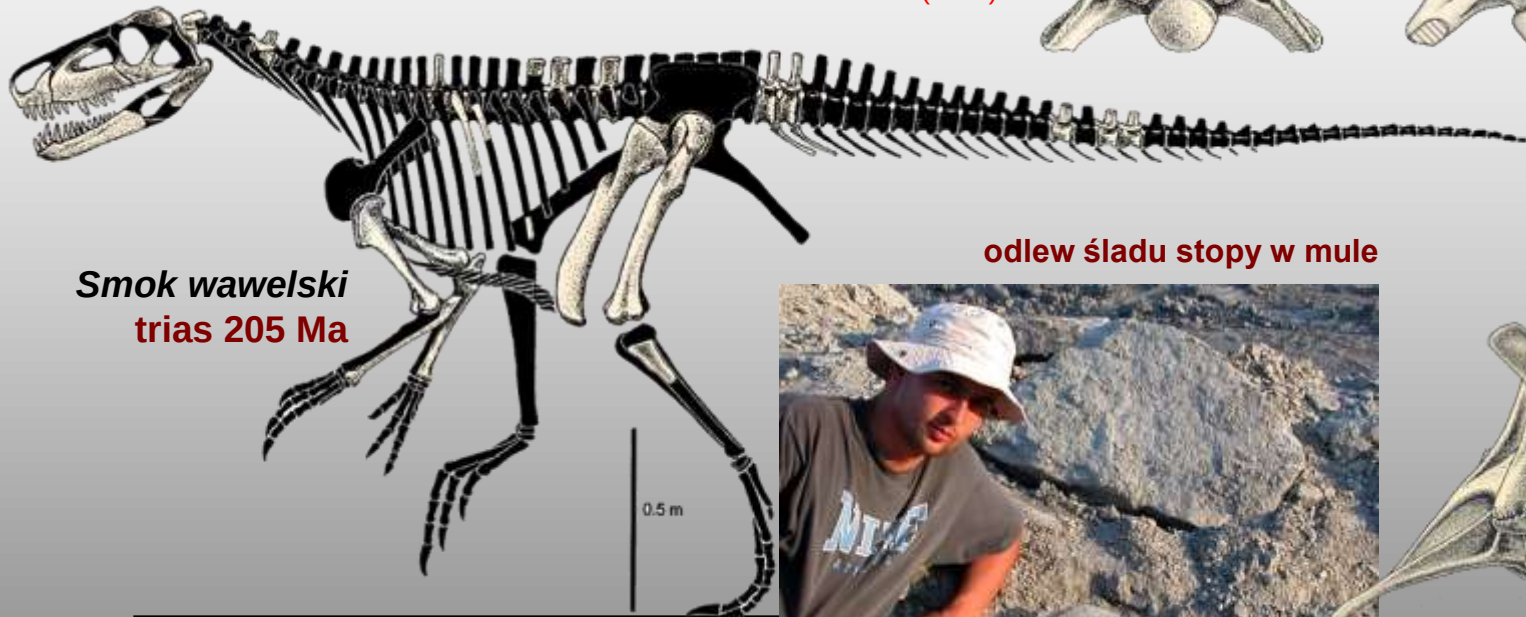


Niedzwiedzki et al. (2012)

Piatnitzkysaurus floresi
jura 165 Ma

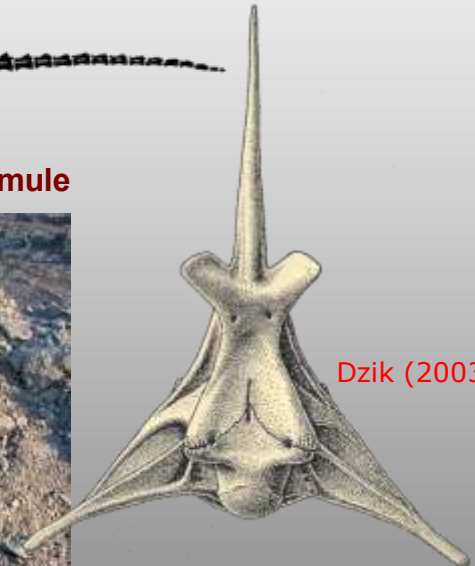


Rauhut (2004)



Smok wawelski
trias 205 Ma

odlew śladu stopy w mule



Dzik (2003)

Silesaurus opolensis
trias 230 Ma

■ wielkie i różnorodne już
pod koniec triasu

współczesne dinozaurom roślinożernym

POCZĄTKI

dinozaurów roślinożernych



Silesaurus opolensis
późny trias Krasiejowa 230 mln lat

Piechowski & Dzik (2010)

- rogowy dziób żuchwy wyjściowy dla osobnego skostnienia u "ptasiomiednicznym"

w innym kierunku ewoluowały roślinożerne dinozaury długoszyje

SAUROPODY

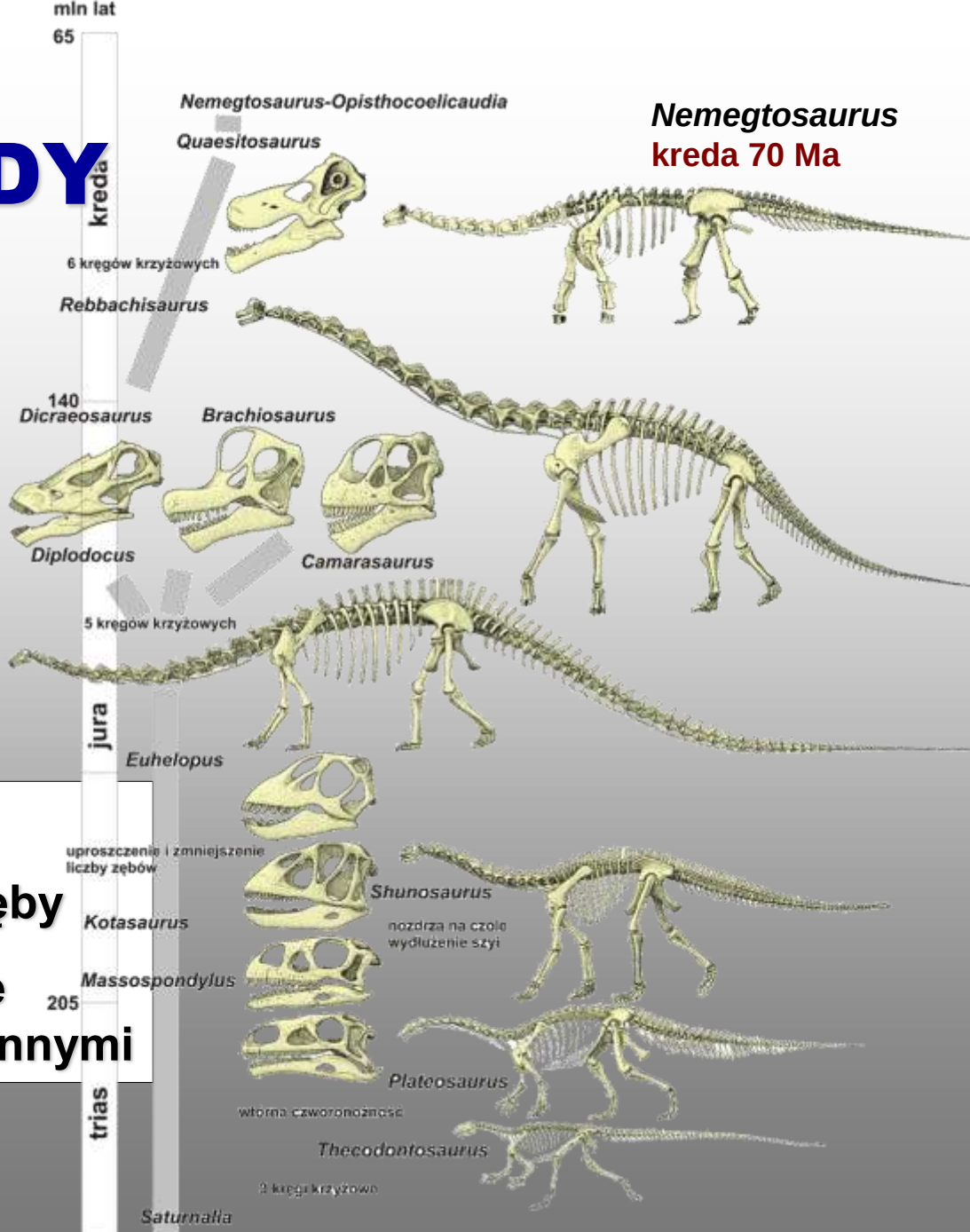
ziemnowodne?



odcisk skóry dinozaura

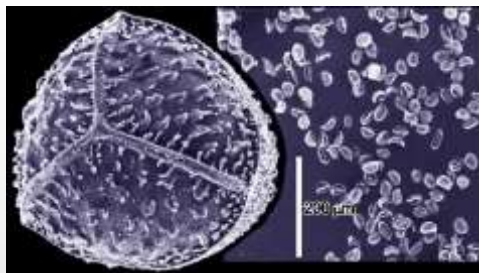
- nozdrza na czole
- nierozdrabniające zęby
- szczątki związane ze środowiskami bagiennymi

czym się żywiły?



„TRAWY” mezozoiku

poryblin
Isoetes dziś

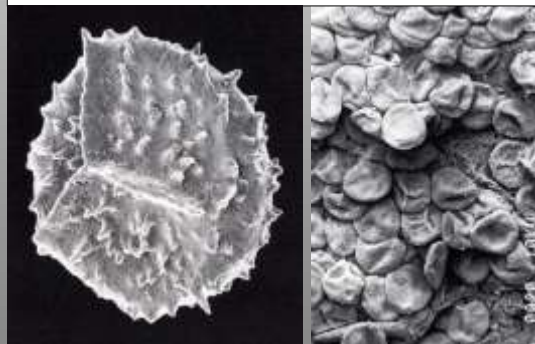


Grauvogel-Stamm (1978)

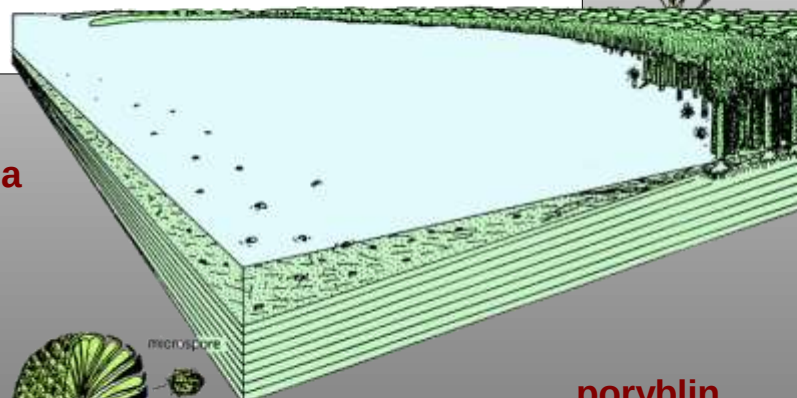
iglaste
Aethophyllum
trias 240 Ma



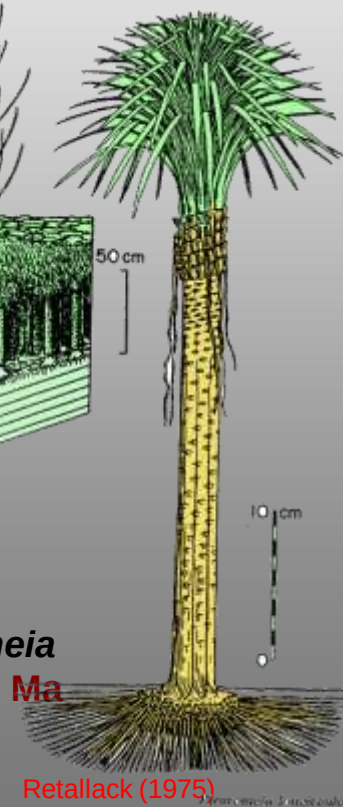
- w jurze i kredzie trawiasty pokrój – Gnetales
- w triasie *Aethophyllum* pokrewne *Sciadopitys*
- szuwary z *Pleuromeia* – ogniwa wiążącego porybliny z sygillariami



trias
220 Ma

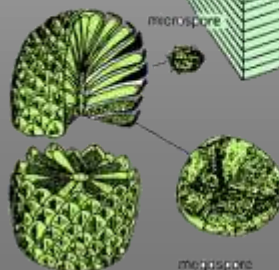


poryblin
Pleuromeia
trias 240 Ma



Retallack (1975)

na suchym gruncie skrzypy



SKRZYPY

zielne i liściaste

liść

Neocalamites
trias 220 Ma

elater

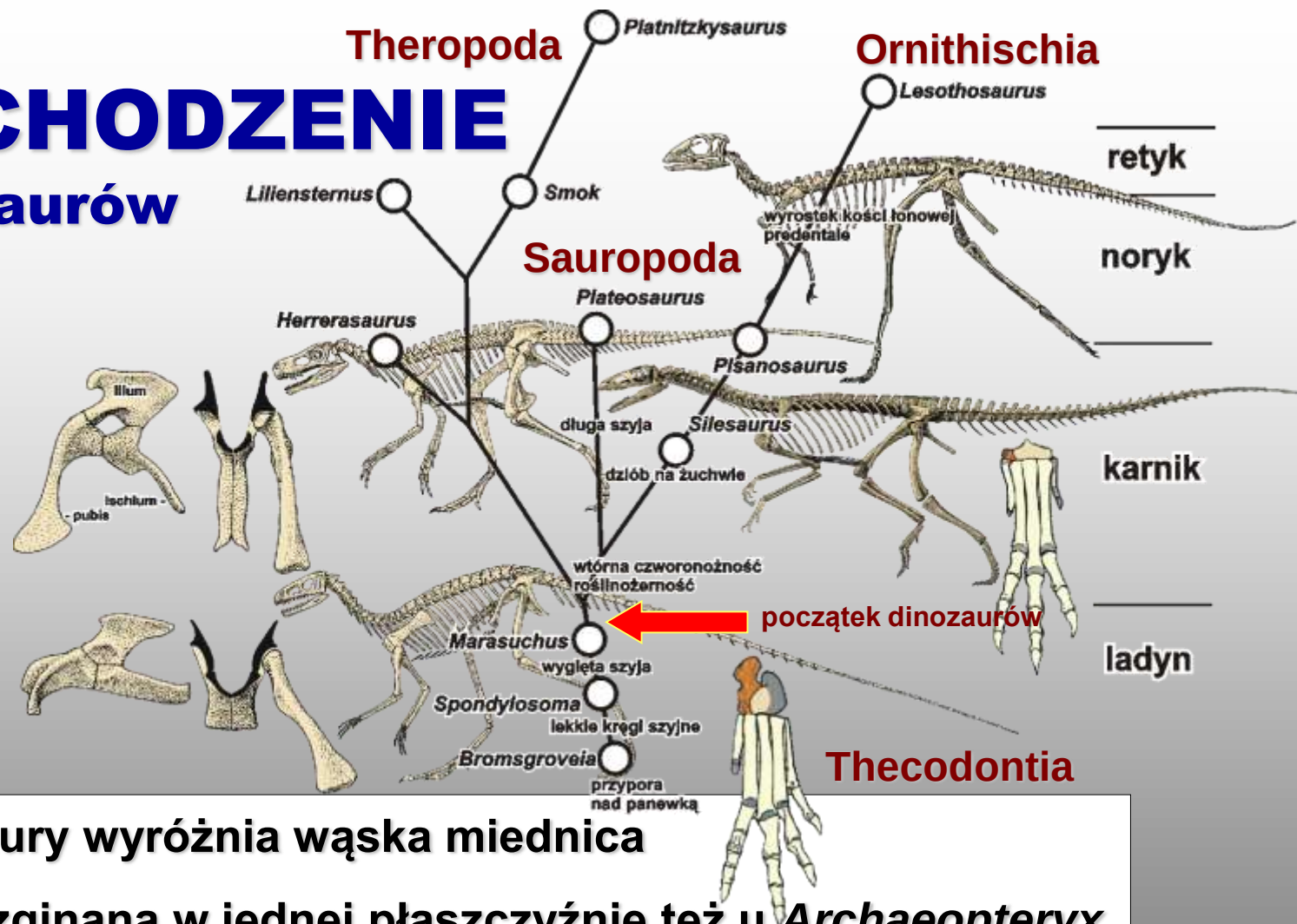
- zarodnie w kłosach u skrzypów z liśćmi (*Neocalamites*)
- zaczątkowe bezlistne kłosy 260 mln lat temu (*Phyllothea*)
- zarodniki z elaterami miały również paleozoiczne kalamity

w takich zaroślach buszowały dawne gady

Equisetites
kreda 140 Ma

Phyllothea
perm 260 Ma

POCHODZENIE dinozaurów



- dinozaury wyróżnia wąska miednica
- stopa zginana w jednej płaszczyźnie też u *Archaeopteryx*
- cechy diagnostyczne pojawiały się stopniowo

trójpalcowość stopy drapieżnych i roślinożernych konwergentna?

DINOZAURY

jak je wyróżnić?



Archaeopteryx
kości skoku
prawie jak u teropodów

Mayr et al. (2007)

Gierliński et al. (2017)

Aves

Theropoda

Sauropoda

Thulborn (2006)

Ornithischia

Thecodontia

początek
dinozaurów?

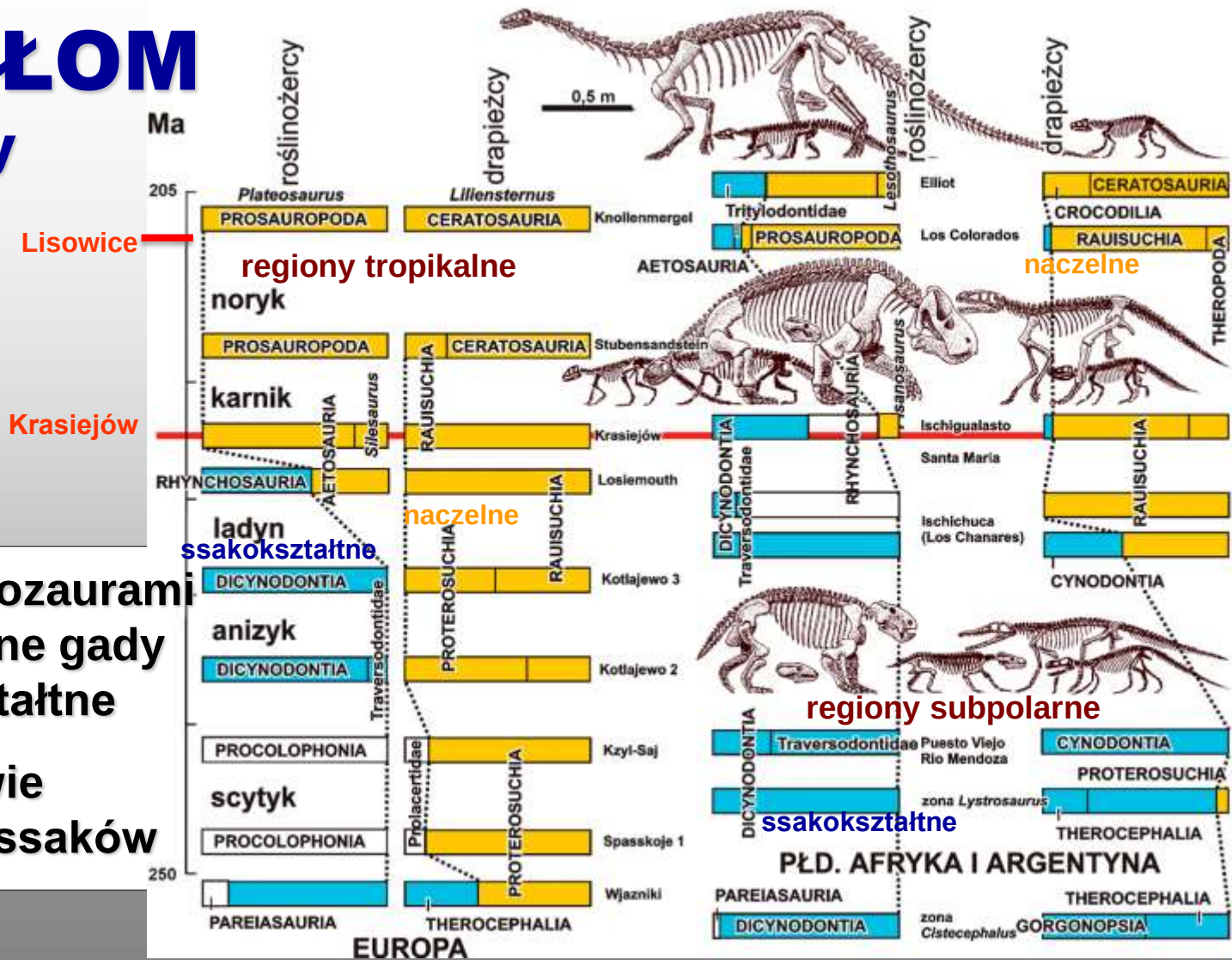
- diagnoza ewolucyjna (apomorfia):
stopa zginana w jednej płaszczyźnie
jako sposób na szybkobieżność
- definicja kladystyczna:
ostatni wspólny przodek wróbla i
triceratopsa wraz z wszystkimi potomkami

ewolucja powiązana ze strefowością i globalnymi zmianami klimatu

PRZEŁOM

triasowy

Ma

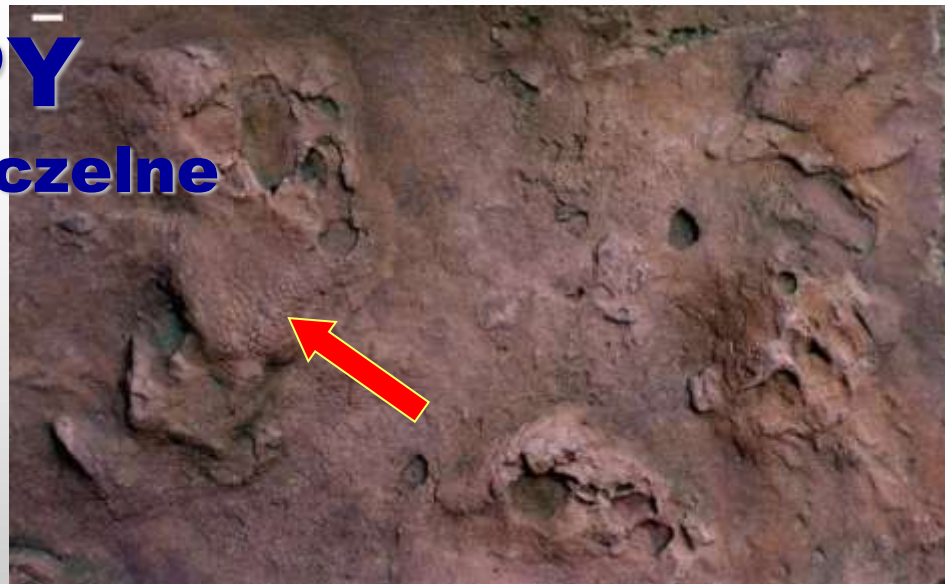


- przed dinozaurami zimnolubne gady ssakokształtne
- przodkowie nocnych ssaków

gdzie były początki gadów naczelnych?

TRIAS EUROPY

dominowały gady naczelne



- wczesnotriasowe tropy z Wiór – głównie tekodonty, gady ssakokształtne rzadkie
- krasowa brekcja kostna z Czatkowic – najpospolitsze są tekodonty i prokolofony
- w Czatkowicach występowały też żaby!



pierwsze gady naczelne już pod koniec permu w Rosji

PIERWSZE

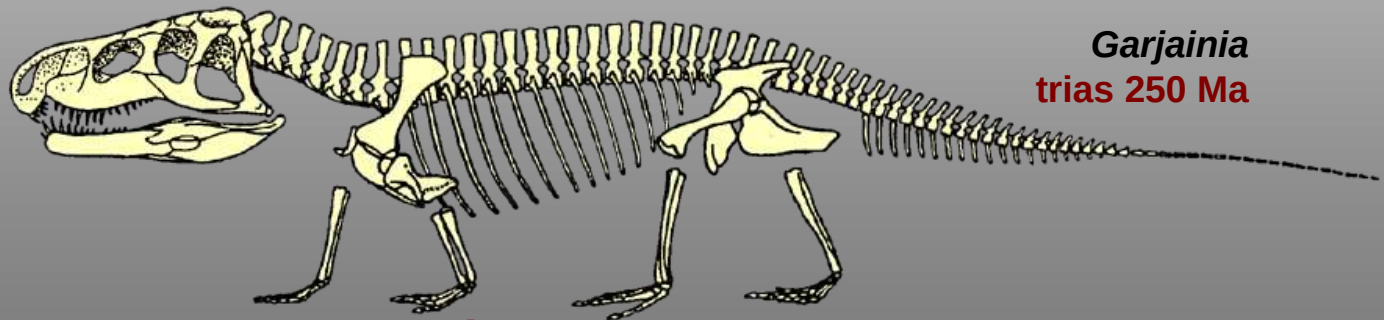
archozaury



hipotetyczna rekonstrukcja

Archosaurus
perm 255 Ma

- pierwsze na półkuli północnej pod koniec permu
- ekspansja do suchych środowisk tropikalnych wraz z globalnym wyrównaniem klimatu
- kwas moczowy dał przewagę nad ssakami?



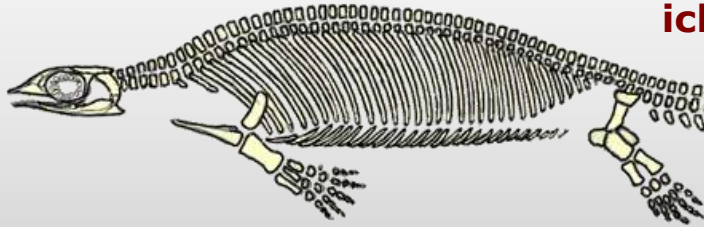
Garjainia
trias 250 Ma

permskie korzenie morskich gadów pozostają tajemnicą

ICHTIOZAURY

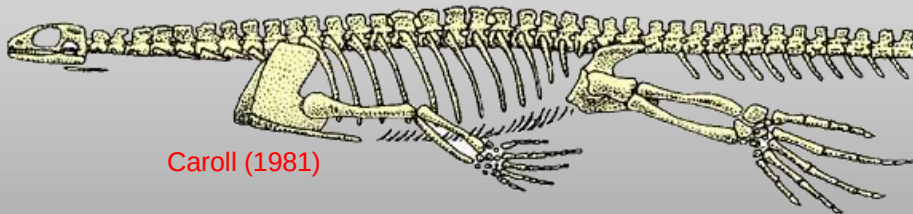
panowały w triasowych morzach

ichtiozaur *Sclerocormus*
trias 250 Ma



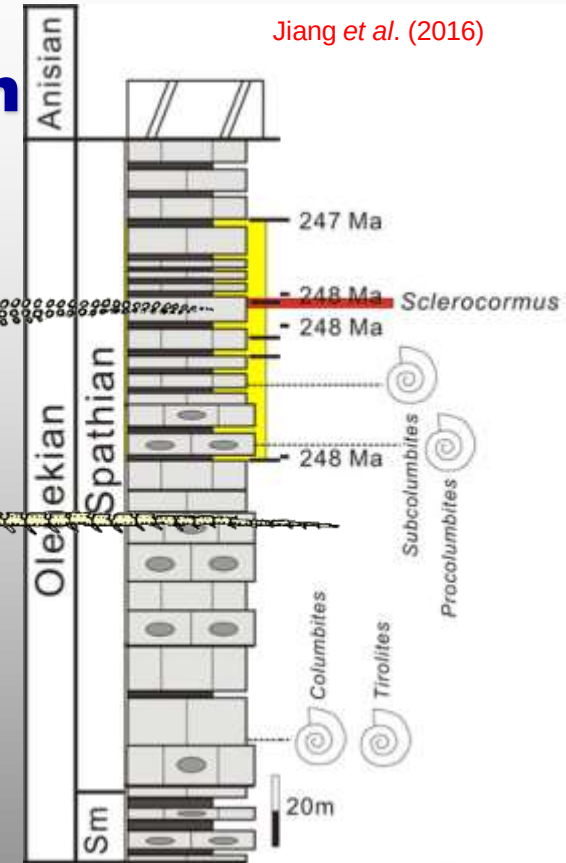
Claudiosaurus
perm 260 Ma

Caroll (1981)



- największe ichtiozaury w późnym triasie
- różnorodne, z guzikowatymi zębami od początku triasu
- musiały mieć przodków już w permie

Jiang et al. (2016)

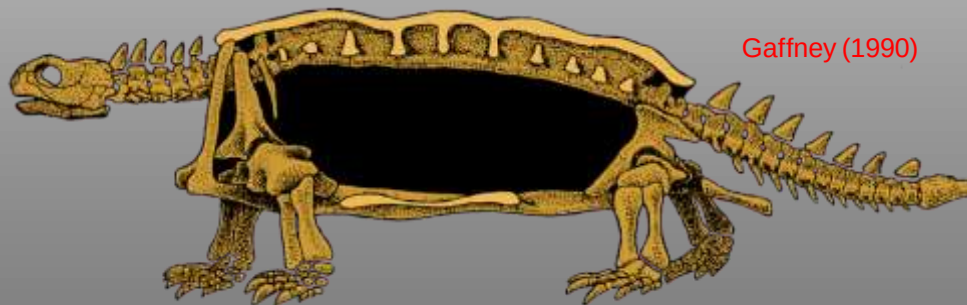
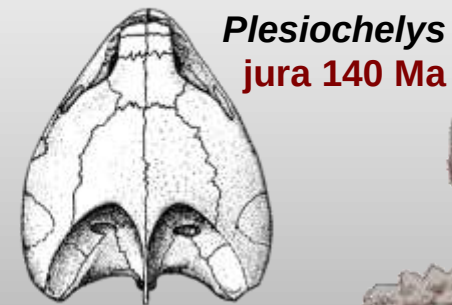
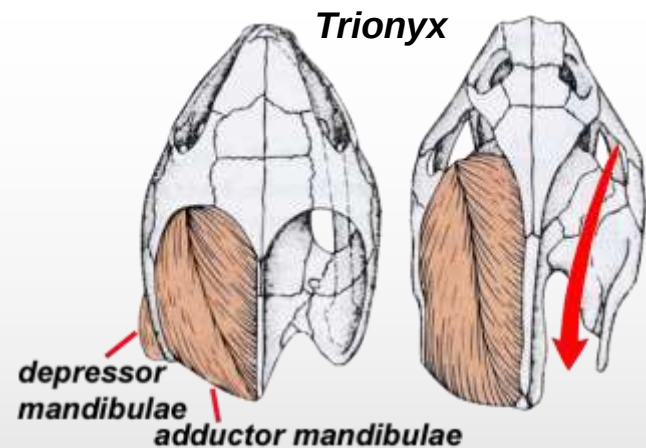


otwarty dolny łuk jarzmowy zbliża ichtiozaury i plezjozaury do żółwi

ŻÓŁWIE

końca triasu

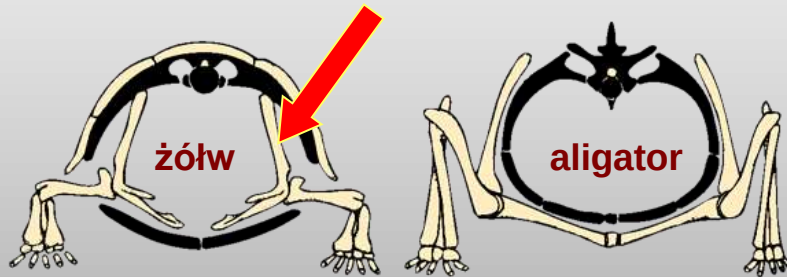
- czaszka nowoczesnych żółwi z głębokim wycięciem z tyłu
- czy dach czaszki pierwotnie lity?



nie wiadomo, co w ich anatomii jest naprawdę pierwotne

PROBLEM

żółw łopatek



- najstarsze miały zęby
- i pancerz tylko na brzuchu
- pancerz grzbietowy z żeber, tarcz kostnych i rogowych

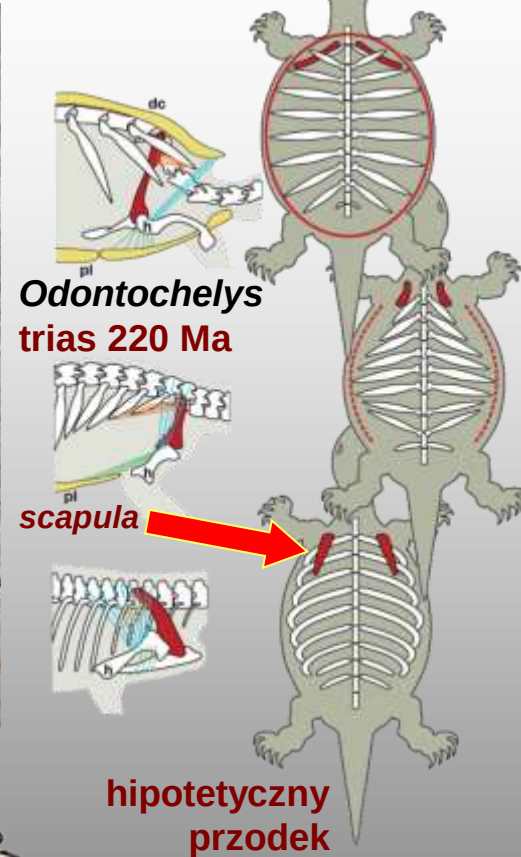
Li et al. (2008)



Odontochelys
trias 220 Ma



Nagashima et al. (2009)



pod żebrami łopatki znalazły się w wyniku przestrzennej rearanżacji

ROZWIĄZANIE problemu?

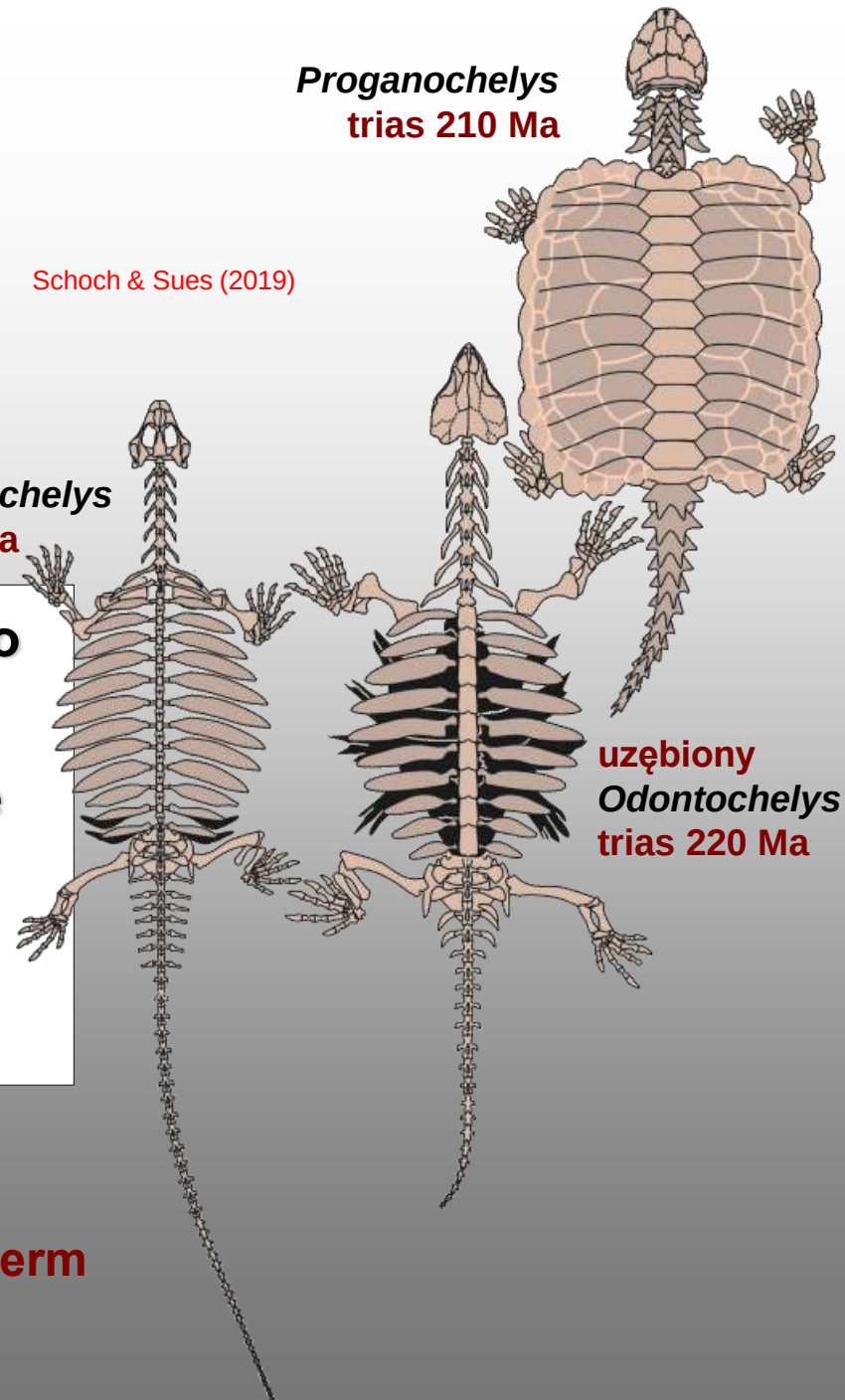
- być może zlanie żeber nastąpiło po ich przemieszczeniu
- wśród najstarszych takie, które mają zęby i pancierz brzuszny
- a także bezzębne z pancerną jedynie miednicą

Proganochelys
trias 210 Ma

Schoch & Sues (2019)

bezzębny
Eorhynchochelys
trias 220 Ma

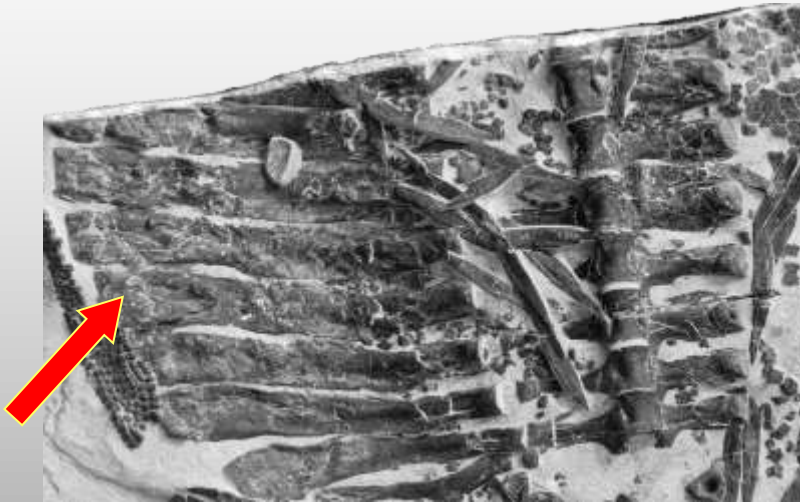
uzębiony
Odontochelys
trias 220 Ma



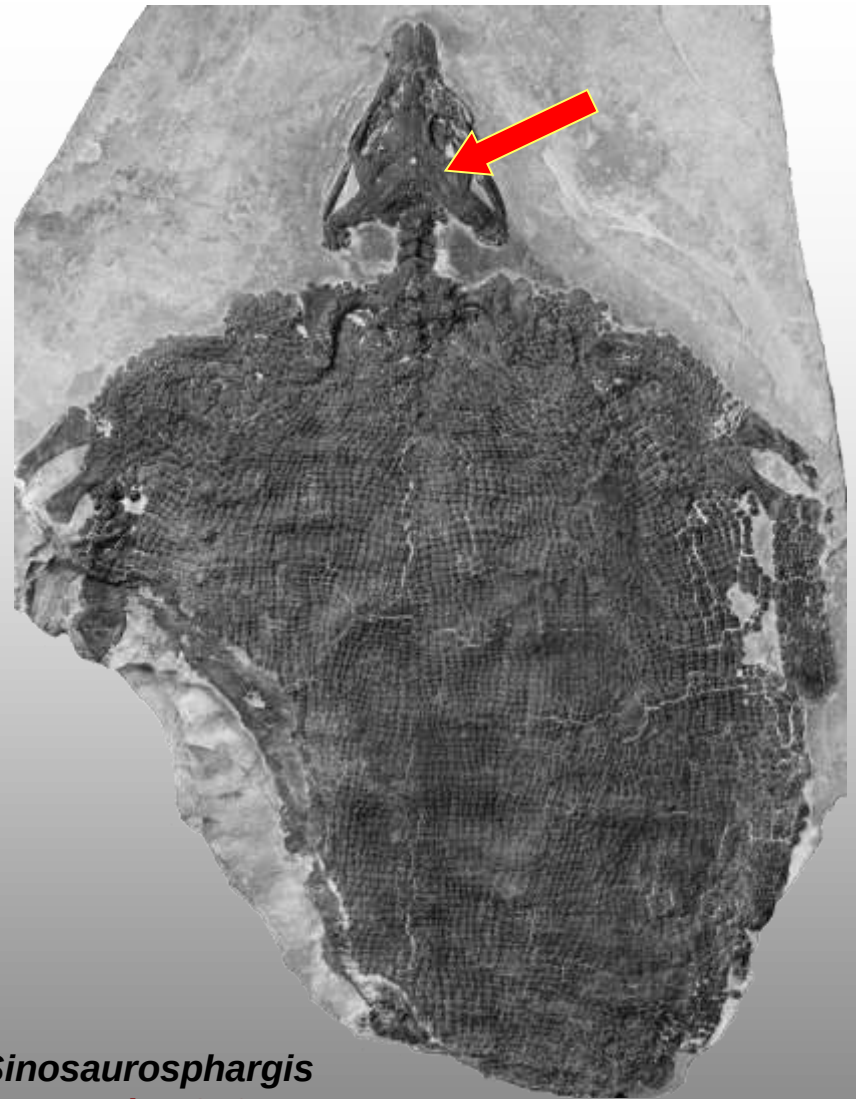
pancerz grzbietowy z żeber i osteoderm

GENEZA

litej pokrywy czaszki



- szerokie żebra i zanikłe górne okno skroniowe
- grzbiet pokryty množstwem drobnych osteoderm

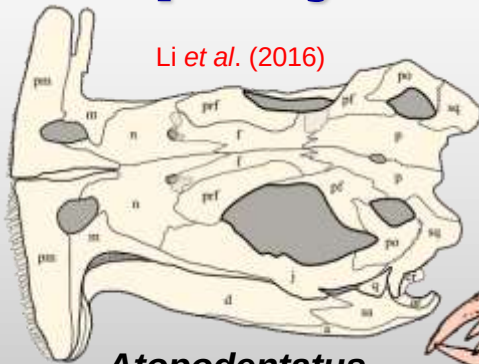


Sinosaurosphargis
trias 240 Ma

Li et al. (2011)

przodków żółwi trzeba szukać wśród plakodontów

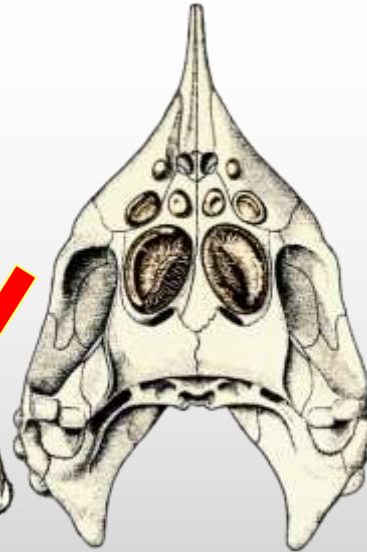
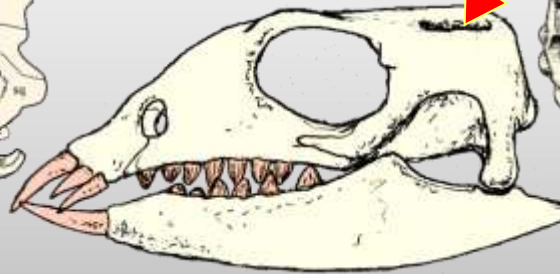
ALTERNATYWNE adaptacje



Li et al. (2016)

Atopodentatus
trias 240 Ma

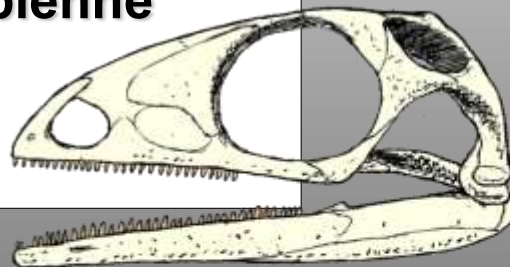
Paraplagodus
trias 240 Ma



Psephoderma
trias 210 Ma



- pancerz niehomologiczny żółwiemu
- guzikowate zęby podniebienne do miażdżenia muszli
- albo przednie do filtracji



Caroll (1981)

Claudiosaurus
perm 255 Ma



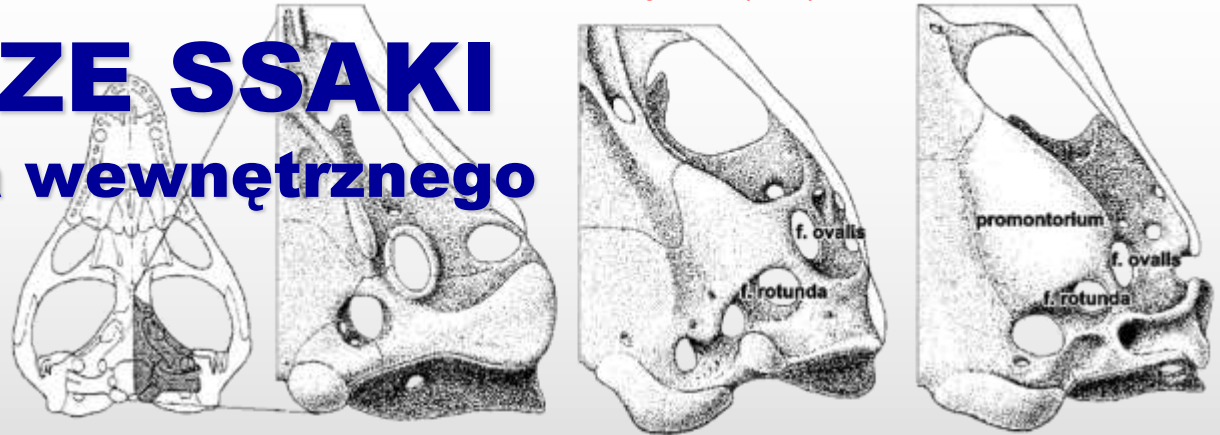
na łądach tymczasem formowanie anatomii ssaków

Luo et al. (1995)

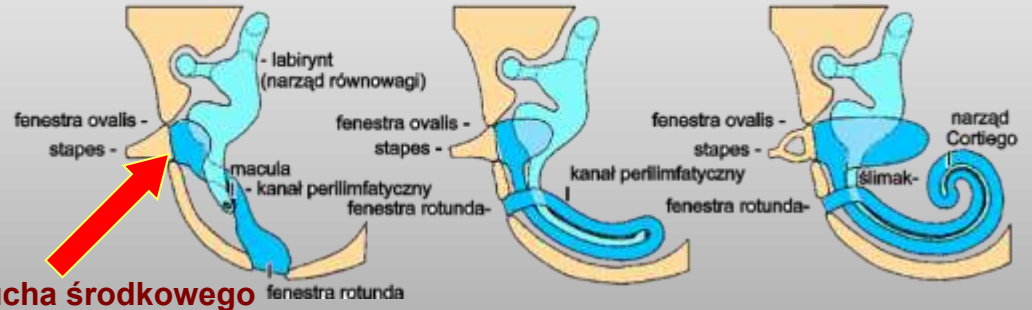
Meng & Fox (1995)

PIERWSZE SSAKI

ślimak ucha wewnętrznego



ewolucja ślimaka ucha
wewnętrznego ssaków



kontakt ucha środkowego
z wewnętrznym

Thrinaxodon
trias 250 Ma

Adelobasileus
trias 220 Ma

Morganucodon
jura 195 Ma

- na przełomie triasu i jury narząd Cortiego zwinął się helikoidalnie specyficznie dla ssaków
- wyznacza zakres odbieranych częstotliwości

trzy kostki słuchowe arbitralnie uznane za diagnostyczne dla ssaków

SSACZE

ucho środkowe

Adelobasileus
trias 220 Ma

Brasilitherium
trias 210 Ma

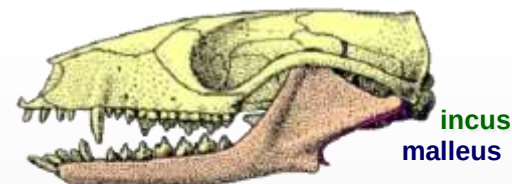


Abdala & Ribeiro (2010)

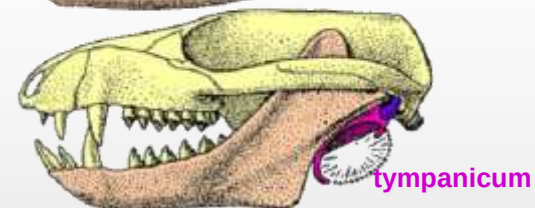
- odbiór drgań z żuchwy na *stapes*
- niefunkcjonalne kostki stawu zachowały rolę przekaźników drgań

pisklęta gadów ssakokształtnych liczne i uzębione

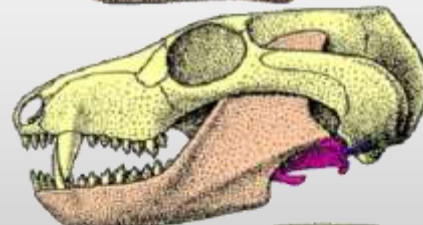
ssak
Morganucodon
jura 195 mln lat



cynodont
Pachygenelus
trias 220 mln lat



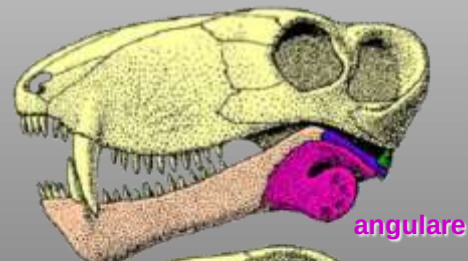
cynodont
Thrinaxodon
trias 250 mln lat



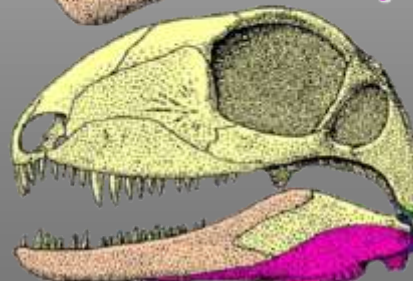
cynodont
Procynosuchus
perm 255 mln lat



Eotitanosuchus
perm 260 mln lat

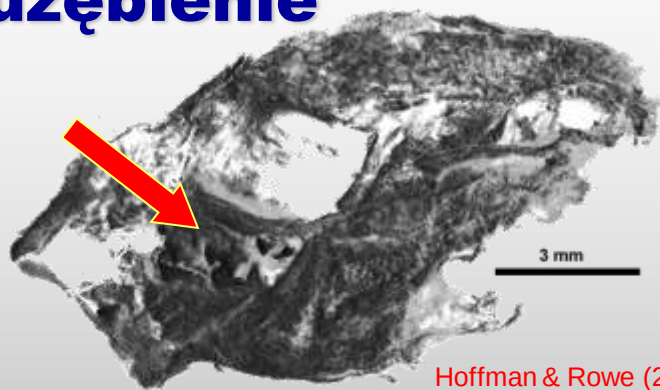


pelikozaur
Haptodus
perm 295 mln lat



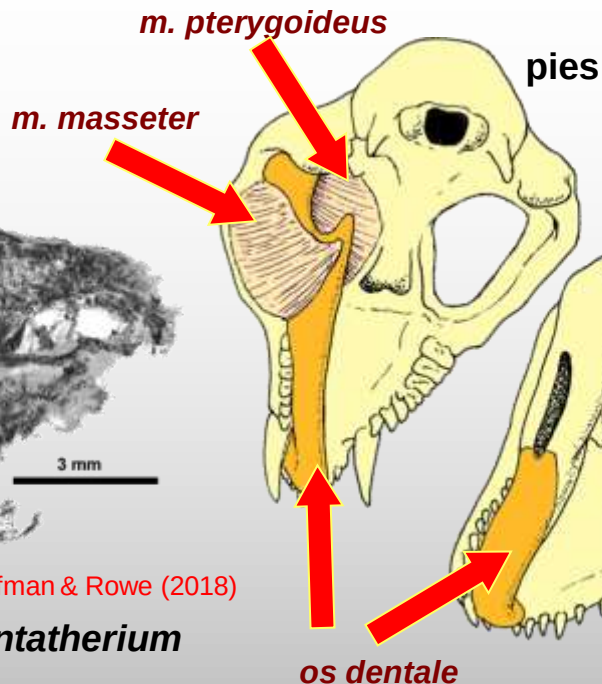
SSACZE

uzębienie



pisklę cynodonta *Kayentatherium*
jura 185 Ma

Hoffman & Rowe (2018)



os dentale

ssak
Morganucodon
jura 195 Ma

krokodyl

cynodont
Thrinaxodon
trias 250 Ma

Eotitanosuchus
perm 260 Ma

pineale

pelikozaur *Haptodus*
perm 295 Ma

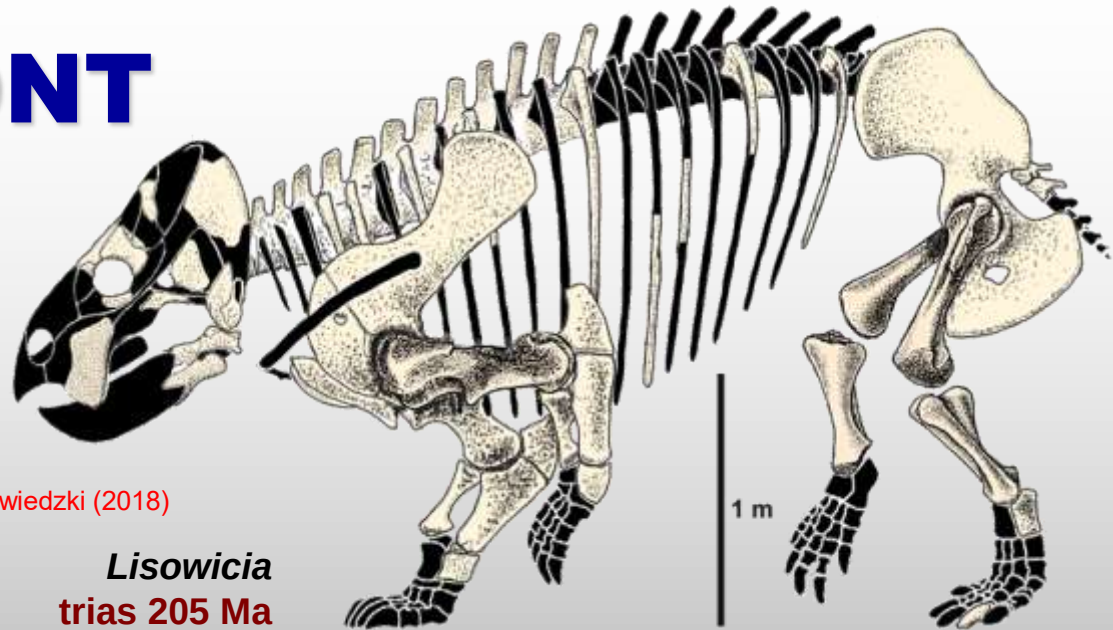


- synchronizacja wymiany zębów pozwoliła na dopasowanie koron
- rozrost *m. masseter* i przyczepu na *dentale*
- *musculus temporalis* aż po grzebień ciemieniowy

były i roślinożerne therapsidy (gady ssakokształtne)

DICYNODONT

bezzębny



Sulej & Niedźwiedzki (2018)

Lisowicia
trias 205 Ma

- największy w świecie gad ssakokształny pod koniec triasu
- zaprzecza triasowym wymieraniom

kość
udowa



kość ramieniowa

zaskakująca kulminacja długiej ewolucyjnej historii

DICYNODONTY

pochodzenie



- rozprzestrzenienie bipolarne na wysokich szerokościach
- w późnym permie utrata zębów poza kłami a w triasie kłów

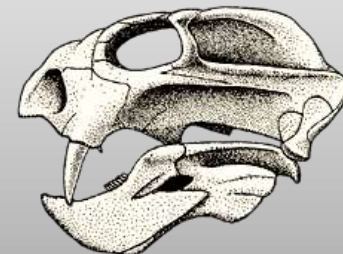
Lystrosaurus
trias 250 Ma



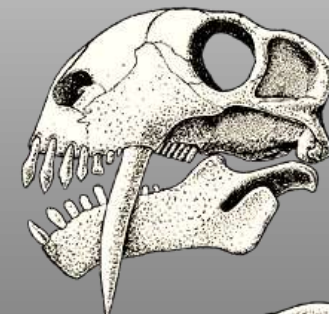
Dicynodon
perm 255 Ma



Eodicynodon
perm 260 Ma



Tiarajudens
perm 265 Ma



Cisneros et al. (2011)

Biseridens
perm 270 Ma



Liu et al. (2009)

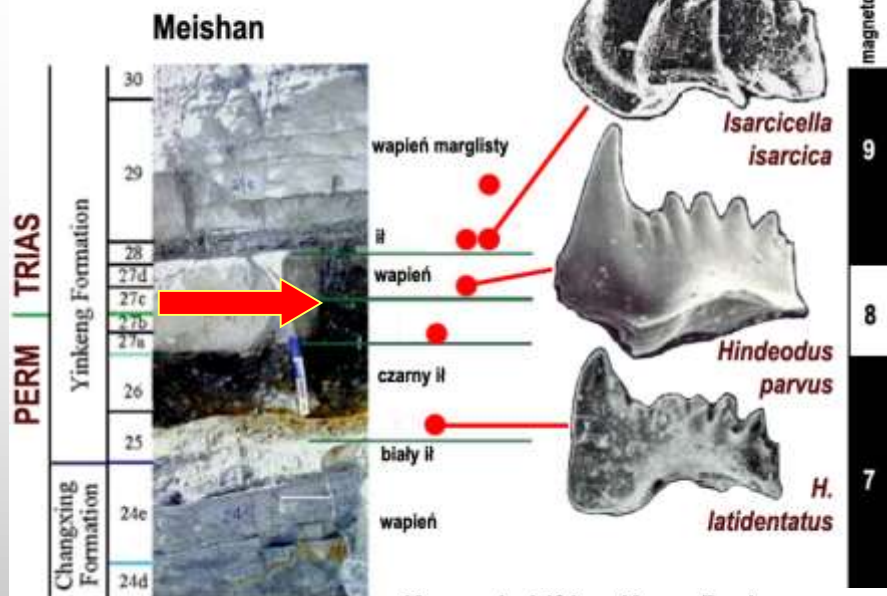
nie zauważyły granicy er ani „mother of all extinctions”

GRANICA ER

permu z triasem

morski stratotyp granicy

Yin et al. (2001)

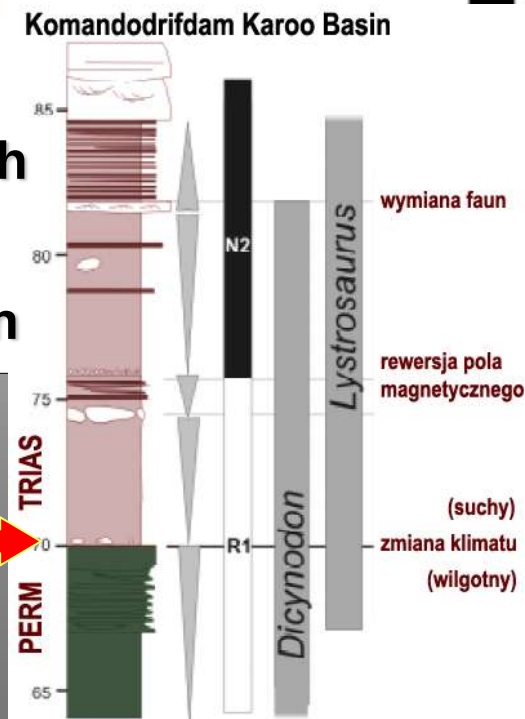


- trudno o środowiska pelagiczne, bo regresja
- nie ma zmian ewolucyjnych ani ekologicznych na granicy – ani śladu katastrofy!
- w jej pobliżu migracyjne przekształcenia faun

De Kock & Kirshvink (2004)

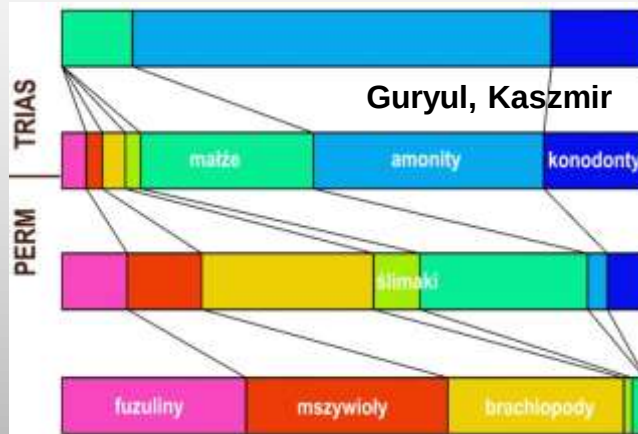
kontynentalny standard z Gondwany

przemiany jak między jakimikolwiek formacjami



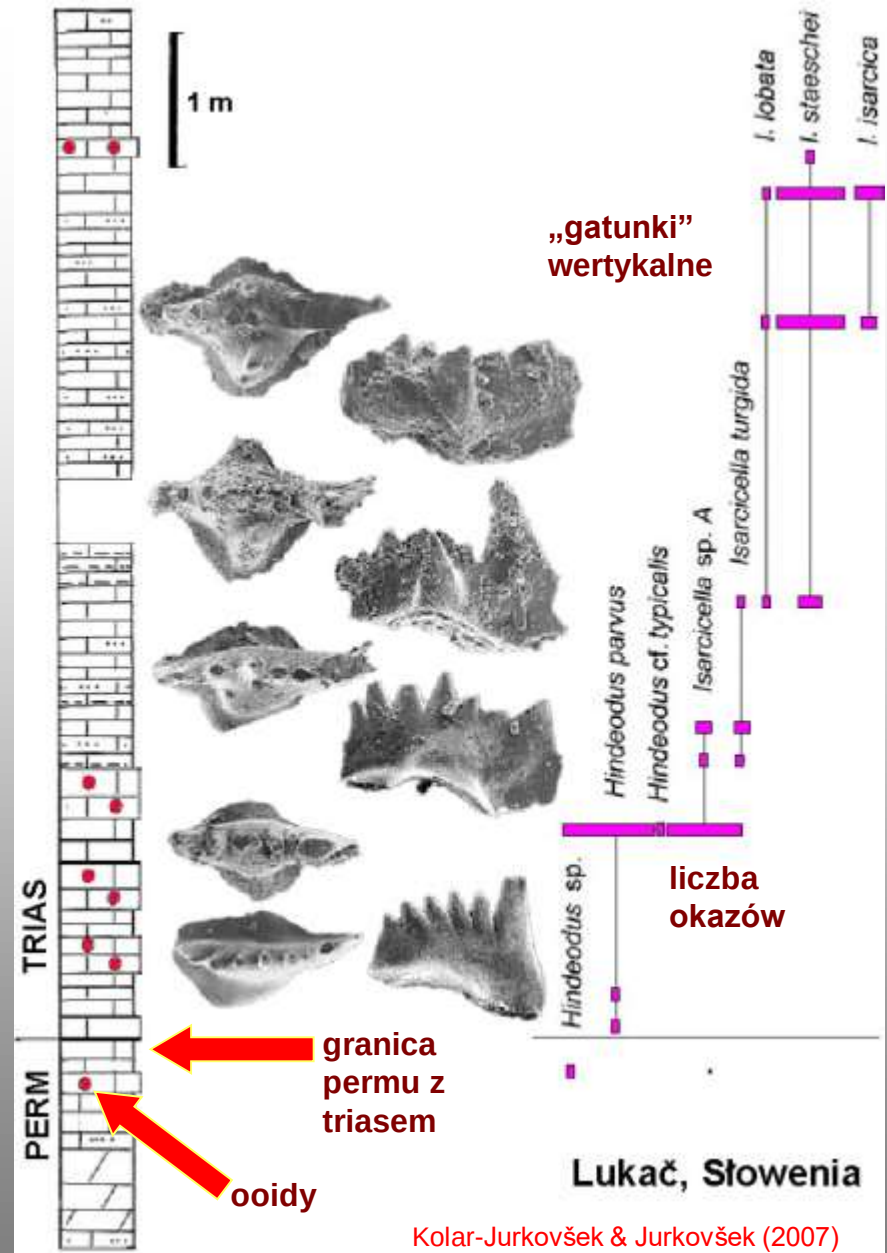
PRZEMIANY środowiska

Nakazawa (1981)



■ tuż przed końcem permu
transgresja morska

■ ale wkrótce potem
powrót niskiego stanu



Kolar-Jurkovšek & Jurkovšek (2007)

wyjaśnienia wymaga przyczyna morskiej regresji

TRAPY syberyjskie

przełom Angary przez trapy syberyjskie w Bracku



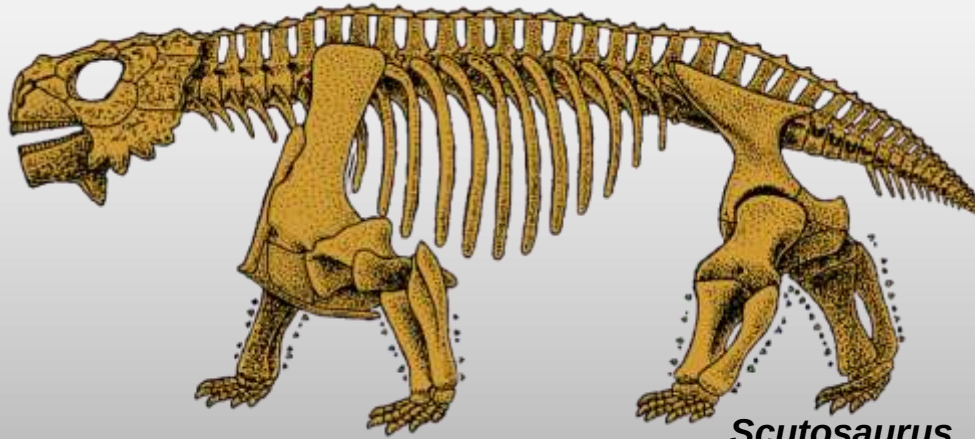
- ogromne przestrzenie Syberii pokrywa bazalt
- datowany na pogranicze permu i triasu
- bliska analogia z trapami Dekanu powstałymi na granicy kredy i trzeciorzędu

zmiany poziomu mórz i klimatu rządziły ekosystemami

Lankester (1905)

PAREIAZAURY

końca permu



Scutosaurus
Pareiasauridae
perm 260 Ma

- wtórnie lity dach czaszki
- duże roślinożerne
- bipolarne występowanie

pokrewne owadożernym prokolofonom



FIG. 155.—Peasants working on the face of the cliff near Archangel and removing nodules containing the skeletons of great reptiles.



FIG. 156.—Professor Amalitzky's work-shop in Warsaw, showing skeleton-holding nodules ready to be broken open and others already under preparation.

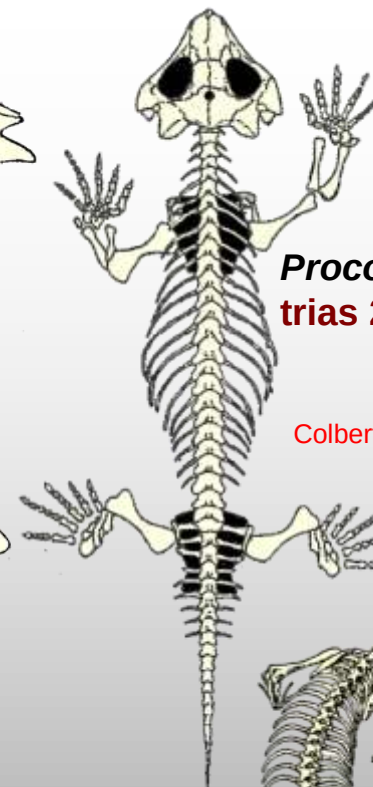
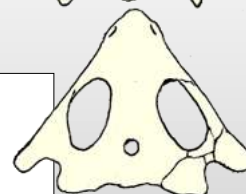
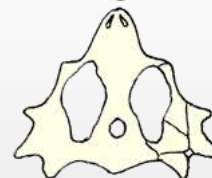
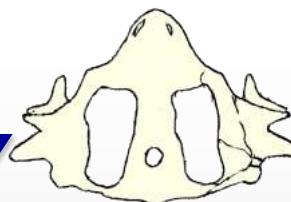


FIG. 157.—A series of skeletons of Pariasaurus removed bit by bit from Archangel nodules and mounted as detached specimens by Professor Amalitzky.

PROCOLOPHONY

wtórnie lity dach czaszki

- wtórny zanik okna skroniowego lub zlanie z oczodołem
- niehomologiczne ssakokształtnym?

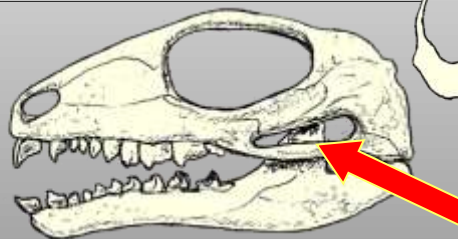
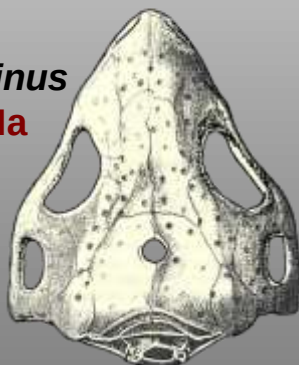


Procolophon
trias 245 Ma

Colbert & Kitching
(1975)

Belebey
perm 255 Ma

Acleistorhinus
perm 260Ma

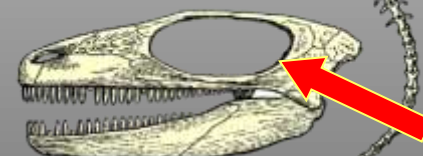


Reisz et al. (2007)



Debraga & Reisz (1996)

Nyctiphruretus
Procolophonidae
perm 250 Ma



Orlov (1958)

poprzedzająca epoka ekspansji mórz z rozkwitem środowisk rafowych