

Erathem / Era System / Period		Series / Epoch	Stage / Age	GSSP	numerical age (Ma)
Mesozoic	Jurassic	Upper	Tithonian		~ 145.0
			Kimmeridgian		152.1 ±0.9
		Middle	Oxfordian		157.3 ±1.0
			Callovian		163.5 ±1.0
			Bathonian	👉	166.1 ±1.2
			Bajocian	👉	168.3 ±1.3
			Aalenian	👉	170.3 ±1.4
	Lower	Toarcian		174.1 ±1.0	
		Pliensbachian	👉	182.7 ±0.7	
		Sinemurian	👉	190.8 ±1.0	
		Hettangian	👉	199.3 ±0.3 201.3 ±0.2	
	Triassic	Upper	Rhaetian		~ 208.5
			Norian		~ 227
			Carnian	👉	~ 237
Middle		Ladinian	👉	~ 242	
		Anisian		247.2	
Lower		Olenekian		251.2	
		Induan	👉	252.17 ±0.06	

trias (252-201 Ma)

- wyróżniony w 1834 w Niemczech;
- nazwa odnosi się do trójdzielności systemu: powstał on z połączenia trzech formacji dominujących w odsłonięciach tego wieku w Niemczech.

Erathem / Era System / Period		Series / Epoch	Stage / Age	GSSP	numerical age (Ma)
Mesozoic	Jurassic	Upper	Tithonian		~ 145.0
			Kimmeridgian		152.1 ±0.9
		Middle	Oxfordian		157.3 ±1.0
			Callovian		163.5 ±1.0
			Bathonian	👉	166.1 ±1.2
			Bajocian	👉	168.3 ±1.3
			Aalenian	👉	170.3 ±1.4
	Lower	Toarcian		174.1 ±1.0	
		Pliensbachian	👉	182.7 ±0.7	
		Sinemurian	👉	190.8 ±1.0	
	Triassic	Upper	Hettangian	👉	199.3 ±0.3
			Rhaetian		201.3 ±0.2
			Norian		~ 208.5
		Middle	Carnian	👉	~ 227
Ladinian			👉	~ 237	
Anisian				~ 242	
Olenekian				247.2	
Lower	Induan	👉	251.2		
			252.17 ±0.06		

jura (201-145 Ma)

- pierwotnie jako formacja *jurakalk* wyróżniona w 1795 w górach Jura w Szwajcarii;
- *lias, dogger, malm* – tradycyjne wydzielenia brytyjskie włączone do systemu jurajskiego.

Mesozoic	Cretaceous	Upper	Maastrichtian	72.1 ±0.2
			Campanian	83.6 ±0.2
			Santonian	86.3 ±0.5
			Coniacian	89.8 ±0.3
			Turonian	93.9
			Cenomanian	100.5
		Lower	Albian	~ 113.0
			Aptian	~ 125.0
			Barremian	~ 129.4
			Hauterivian	~ 132.9
			Valanginian	~ 139.8
			Berriasian	~ 145.0

kreda (145-65 Ma)

- system wyróżniony w 1822 w Basenie Paryskim;
- nazwa odnosi się do jednej z charakterystycznych facji tego wieku, tzw. kredy piszącej.

Trias - biostratygrafia

Korelacje o zasięgu globalnym:

- amonitowate (ceratyty!);
- konodonty;

Korelacje o zasięgu regionalnym – utwory morskie:

- małże;
- promienice;

Utwory lądowe:

- małżoraczki i muszloraczki;
- tetrapody (płazy, gady, wczesne ssaki);
- skamieniałości fitogeniczne (spory, pyłki, makroflora).

Parametry orbitalne Ziemi a czas

- planety Układu Słonecznego poruszają się po orbitach eliptycznych; kształt ich orbit określają skomplikowane wzajemne zależności;
- zmiany poszczególnych parametrów orbity ziemskiej w czasie (w przeszłości oraz w przyszłości) można obliczyć z dużym stopniem precyzji do ok. 50 mln lat;
- tzw. ***orbital solution*** (np. Laskar i in., 2010, 2011).

Cyklostratygrafia

- porównanie cykliczności zapisanej w osadach z cyklicznością zmian parametrów orbity Ziemi stanowi doskonałe narzędzie względnego oraz bezwzględnego datowania skał („metronom”);
- cykliczność może dotyczyć zawartości Fe w osadach, wahań stosunków izotopowych, itd.;
- cyklostratygrafia oparta na cykliczności parametrów orbitalnych daje rozdzielczość stratygraficzną rzędu tysięcy lat.

Cykliczność w osadach

Czynnik	Związek z warunkami klimatycznymi
Izotopy tlenu	Temperatura/zasolenie/opady atmosferyczne/zmiany eustatyczne
Izotopy węgla	Produktywność/zaburzenia cyklu obiegu węgla
Minerały ilaste	Hydrologia wód powierzchniowych
Zespoły mikroskamieniałości	Zasolenie/temperatura/produktywność
CaCO ₃ , SiO ₂ , C _{org}	Produktywność
Liczebność mikroskamieniałości	Produktywność
Facje	Środowisko sedymentacyjne
Barwa osadu	Produktywność
Wielkość ziarn	Intensywność wietrzenia/hydrodynamika

Na podstawie: Gradstein i in. (2012), The Geologic Time Scale 2012: 71

Klimat wczesnego mezozoiku

- Trias przypada na okres przejścia Ziemi ze stanu późnopaleozoicznej „chłodni” (*icehouse*) do późnomezozoicznej „cieplarni” (*greenhouse*);
- Na dużych obszarach Pangei, zwłaszcza w części wschodniej, w triasie utrzymywała się cyrkulacja monsunowa;
- W niskich szerokościach geograficznych Pangei rozpościerał się pas pustyń;
- W górnym triasie rozprzestrzenione są utwory ewaporatowe;

Sedymentacja triasu w Europie

- Orogeneza waryscyjska doprowadziła do konsolidacji superkontynentu – Pangei;
- poziom oceanu światowego w triasie jest dość niski, a na wielu obszarach przejawiają się w tym czasie ruchy epejrogeniczne;
- duże obszary Pangei są wynurzone i utrzymuje się na nich sedymentacja lądowa;
- skały triasowe są w olbrzymiej przewadze utworami osadowymi; wystąpienia skał magmowych w triasie są nieliczne i obejmują ograniczone obszary;

Krasiejów

- Odsłonięcie górnotriasowych lądowych skał klastycznych (mułowców, iłowców, drobnoziarnistych piaskowców z wkładkami węglanowymi) z kilkoma poziomami przepełnionymi szczątkami kręgowców wodnych i lądowych;
- Wśród zwierząt opisanych z Krasiejowa są m.in. płazy (*Metoposaurus*) i gady (*Silesaurus*);
- Nagromadzenia kostne powstały w wyniku jednorazowych procesów sedymentacyjnych o katastrofalnym charakterze (np. wielka powódź).

Klimat w późnym triasie

- Liczne stanowiska górnotriasowe wykazują silną sezonalność klimatyczną.
- Na Pangei prawdopodobnie występowała cyrkulacja monsunalna w skali globalnej (tzw. megamonsuny).
- W karniku miało miejsce globalne zdarzenie pluwialne, tzw. Carnian Pluvial Event albo Carnian Pluvial Episode.

Wielkie wymieranie – późny trias

- Trias jest wyjątkiem na tle wszystkich systemów fanerozoicznych: obie granice są ustanowione na zdarzeniach o charakterze masowych wymierań.
- Wiele grup organizmów wymiera na przestrzeni późnego triasu; wymieranie z granicy triasu i jury jest kulminacją tego trendu.
- Wymieranie noryckie związane jest z impaktem bolidu (krater Manicouagan w Kanadzie);
- Zdarzenie z granicy triasu i jury wiąże się z nasilonym wulkanizmem: w tym czasie trwały erupcje środkowoatlantyckiej prowincji magmowej (Central Atlantic Magmatic Province, CAMP).

Jura - biostratygrafia

Korelacje o zasięgu globalnym:

- amonity;

Korelacje o zasięgu regionalnym – utwory morskie:

- brachiopody;
- małżoraczki;
- mikroskamieniałości: otwornice, kalpionellidy, nanoplankton wapienny; bruzdnice; promienice.

Utwory lądowe:

- dinozaury;
- skamieniałości fitogeniczne: spory, pyłki, makroflora.

Charakterystyczne facje jury

- W jurze oraz kredzie poziom oceanu światowego podnosi się, aż do osiągnięcia maksimum w kredzie.
- W przeciwieństwie do triasu, w jurze oraz kredzie przeważa sedymentacja morska.
- Podobnie jak w triasie, w jurze wydzielno początkowo trzy oddziały litostratygraficzne: jurę czarną, brunatną i białą, bądź lias, dogger i malm.
- Jura dolna oraz środkowa w Europie są dość urozmaicone. W związku z postępującą transgresją w późnej jurze w całej Europie powstają podobne skały, z przewagą jasnych skał węglanowych.

Charakterystyczne facje jury

- Na południu Polski w jurze rozpowszechnione są wapienie gąbkowe i tzw. wapienie płytowe;
- Charakterystyczną cechą wapieni płytowych są licznie występujące amonity.

Jurajskie *Lagerstätte*

- dolnojurajskie łupki Posidoniowe (niem. *Posidonienschiefer*) eksploatowane w rejonie Holzmaden (Szwabia, południowe Niemcy);
- górnójurajskie wapienie litograficzne (bądź wapienie płytowe, niem. *Plattenkalk*), odsłaniające się w Solnhofen (Bawaria, południowe Niemcy);

Kreda - biostratygrafia

Korelacje o zasięgu globalnym:

- amonity;

Korelacje o zasięgu regionalnym – utwory morskie:

- inoceramidy;
- krynoidy pelagiczne i bentoniczne;
- belemnity;
- otwornice planktoniczne, kalpionellidy, nanoplankton wapienny; cysty bruzdnic; promienice.

Utwory lądowe:

- dinozaury;
- skamieniałości fitogeniczne, szczególnie pochodzące od okrytozalążkowych.

Charakterystyczne facje kredy

- Czarne łupki – w środkowej kredzie, przy postępującej transgresji, w wielu obszarach głębokomorskich składane były zasobne w materię organiczną czarne łupki.
- Kreda pisząca – utwory pelagiczne zbudowane w przeważającej części z płytek kokkolitoforidów oraz skorupek otwornic planktonicznych.

Globalne zdarzenia anoksyczne

- W środkowej kredzie (apt-alb oraz cenoman-turon) utrzymywała się sedymentacja czarnych łupków, o niemal globalnym zasięgu;
- Powstawanie osadów zasobnych w materię organiczną zachodzi w wodach ubogich w tlen bądź zupełnie go pozbawionych, szczególnie w izolowanych basenach o ograniczonej cyrkulacji;
- W zapisie izotopowym OAE wiążą się z dodatnim odchyleniem $\delta^{13}\text{C}$ (o ok. 1.5-2‰).

Globalne zdarzenia anoksyiczne

OAE wiązane są z następującym ciągiem zdarzeń:

- intensywny napływ gazów cieplarnianych pochodzenia wulkanicznego lub wskutek dysocjacji metanu prowadzi do raptownego globalnego ocieplenia;
- następuje przyspieszenie wietrzenia na lądach oraz intensyfikacja cyklu hydrologicznego, co skutkuje wzmożoną dostawą biogenów do oceanów i wzrostem produkcji pierwotnej;
- intensywna akumulacja materii organicznej prowadzi do zubożenia wód w tlen, szczególnie w izolowanych basenach;
- przyspieszone tempo pogrzebienia węgla organicznego w osadach i sprzężenie zwrotne związane z wietrzeniem krzemianów na lądach umożliwiają powrót do warunków sprzed OAE.

Ocean anoxic events (OAE)

- W środkowej kredzie (apt-alb oraz cenoman-turon) utrzymywała się sedymentacja czarnych łupków, o niemal globalnym zasięgu;
- Powstawanie osadów zasobnych w materię organiczną zachodzi w wodach ubogich w tlen bądź zupełnie go pozbawionych;
- Do okresów globalnej anoksji przyczynił się szybki wzrost poziomu morza, dzięki któremu znacznie powiększyła się powierzchnia mórz epikontynentalnych;
- W warunkach ciepłego klimatu osłabiona cyrkulacja oceaniczna skutkowała słabym natlenieniem wód głębinowych oceanów.

Ewolucja planktonu morskiego

W mezozoiku bujny rozwój przeżywają wszystkie najważniejsze grupy wchodzące w skład współczesnego planktonu morskiego:

- w triasie pojawiają się otwornice planktoniczne;
- na trias przypada intensywne różnicowanie promienic;
- w późnym triasie pojawia się nanoplankton wapienny;
- we wczesnej kredzie pojawiają się najstarsze niekwestionowane okrzemki.

Paleogeografia mezozoiku

- Konsolidacja Pangei dobiega końca w triasie; superkontynent rozciąga się niemal od bieguna do bieguna; Pangeę oblewa „Wszechmorze” (Panthalassa);
- Również od triasu zaczyna się formowanie oceanu Tetydy; początkowo jest to jedynie ryft kontynentalny, ale już od jury powstaje skorupa oceaniczna;
- W jurze zaczyna się rozwój środkowej części obecnego Oceanu Atlantyckiego: Ameryka Północna odrywa się od Afryki. Powstały dzięki temu basen staje się częścią Tetydy;
- W kredzie Tetyda stanowi już rozległy ocean o rozciągłości równoleżnikowej; zaczyna się dezintegracja południowego bloku Pangei.

Historia Atlantyku

- Najstarsze fragmenty dna Oceanu Atlantyckiego liczą ok. 165 mln lat;
- Atlantyck rozvíjał się jako trzy baseny: najstarszym z nich jest środkowy Atlantyck, który zaczął otwierać się w środkowej jurze;
- Atlantyck południowy ulegał nożycowemu otwieraniu od wczesnej kredy;
- W środkowej kredzie dochodzi do połączenia obu basenów;
- W późnej kredzie Grenlandia odrywa się od Ameryki Północnej: rozpoczyna się formowanie Atlantyku północnego.

Wielkie wymieranie K/Pg

- Wymieranie dotknęło ok. 11% rodzin organizmów morskich, a także wielu rodzin organizmów lądowych;
- Charakteryzowało się wysokim tempem wymierania (>15 rodzin / 1 mln lat);

Na granicy K/Pg z zapisu kopalnego znikają:

- amonity;
- rudysty;
- wiele grup gadów (gady morskie i latające, dinozaury);

Poważny kryzys na granicy K/Pg przeżywają:

- otwornice planktoniczne;
- nanoplankton wapienny;
- rośliny lądowe.