

Základy geologie pro geografy (podzimní semestr 2019)

Základy historické geologie

Dělení geologické minulosti

M U N I

Daniel Nývlt (daniel.nyvlt@seznam.cz)

Historická geologie

Základní principy historické geologie

Princip uniformismu – platnost přírodních zákonů se v průběhu času nemění, tedy dnešní přírodní zákony probíhaly i v geologické minulosti (**geologický princip aktualismu**; Hutton 1785).

Později se ukázalo, že **geologické procesy v minulosti neprobíhaly stejně jako dnes a nebo neprobíhají vůbec** a to v důsledku odlišných fyzikálních, chemických a biologických podmínek v jednotlivých geologických obdobích a dnes.

Dnes je **princip aktualismu doplněn o vývojový aspekt**. Planeta Země je chápána jako systém, který se vyvíjí podle přírodních zákonitostí a podle současné vývojové úrovně interpretujeme její vývoj v minulosti při neměnnosti přírodních zákonů.

Určování času v geologii

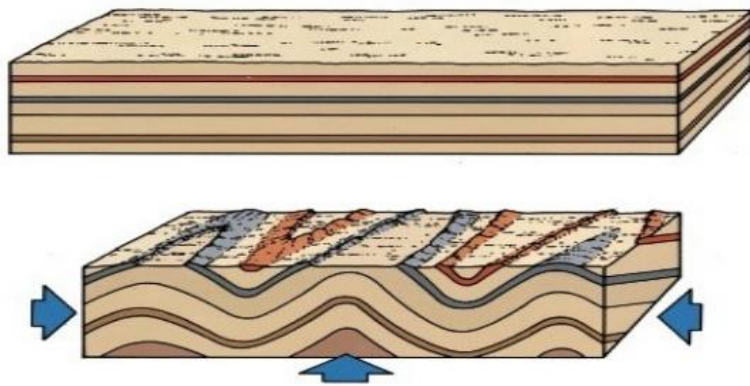
Metody stanovení času, tedy **datování**, lze rozdělit na **relativní** a **absolutní** (též číselné) datování.

Relativní datování nám říká, zdali je hornina/vrstva **starší** nebo **mladší**, než jiná hornina/vrstva nebo nám umožňuje **korelovat** (porovnávat) její stáří s jinou stejně starou horninou.

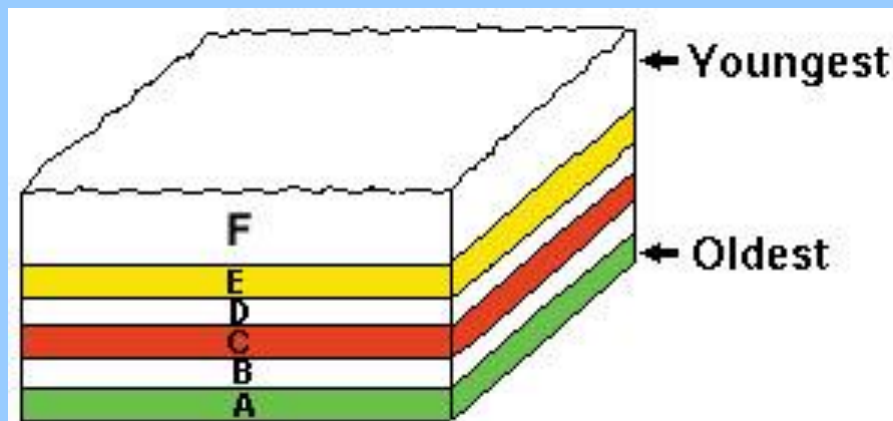
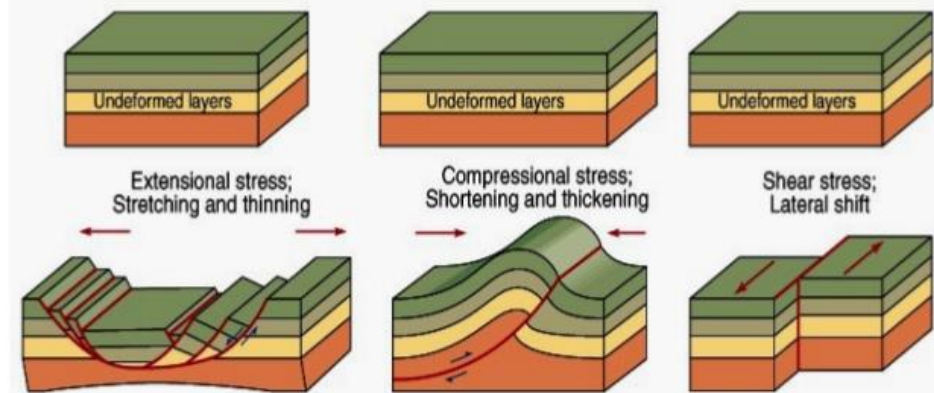
Absolutní datování nám umožňuje stanovit čas, který uplynul od vzniku horniny (nebo její významné změny) do současnosti (ka = tisíce let, Ma = milióny let, Ga miliardy let)

Stratigrafie – studium vzájemných vztahů horninových vrstev, primárně vychází ze studia sedimentárních a výlevných vulkanických hornin. Většina zvrstvených typů hornin byla původně ukládána vodorovně se zemským povrchem (**princip počáteční horizontality**; Steno 1669). Horninová tělesa laterálně pokračují v nezměněném tvaru, pokud v tom nebrání nějaká struktura nebo změna (**princip laterální neměnnosti**). A konečně vrstvy ležící výše jsou mladší, než vrstvy ležící níže (**princip superpozice**; Steno 1669).

Principle of Original Horizontality

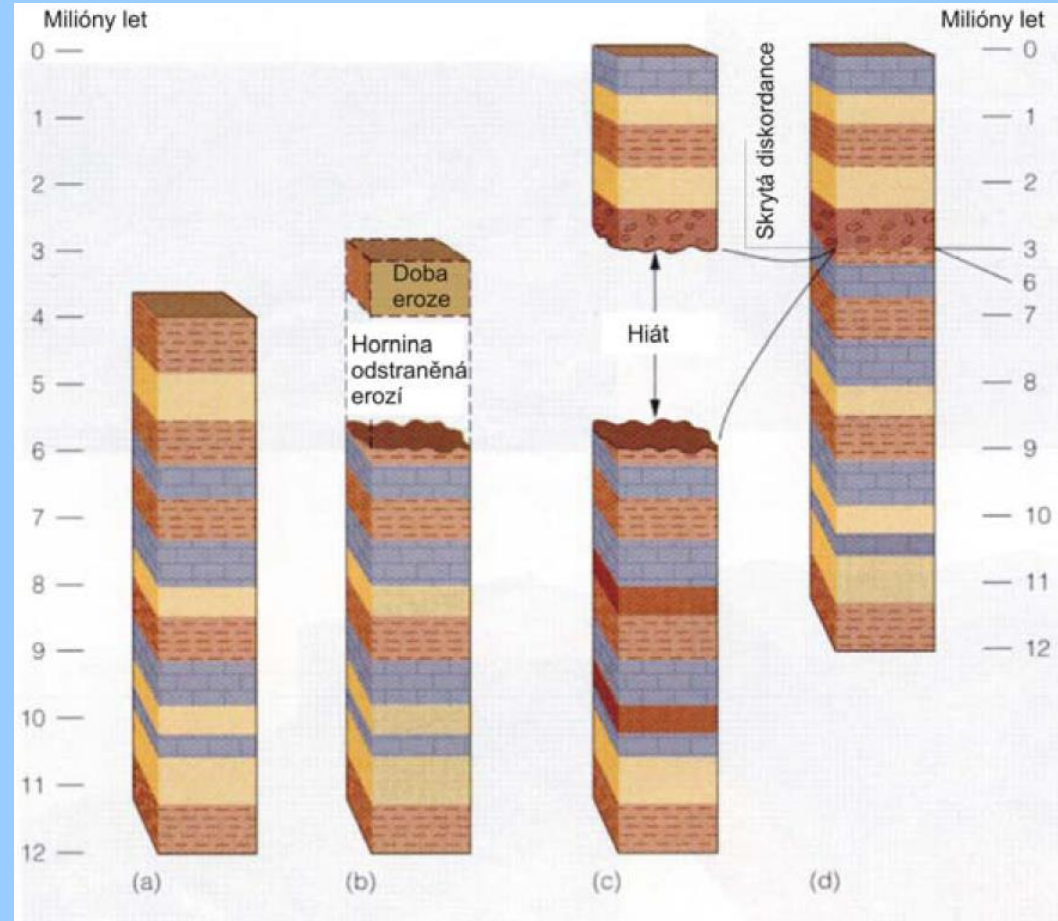
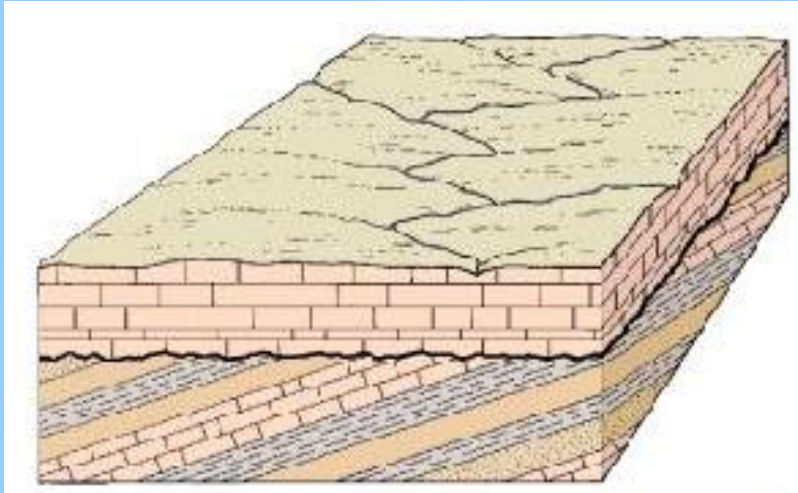


Principle of Lateral Continuity



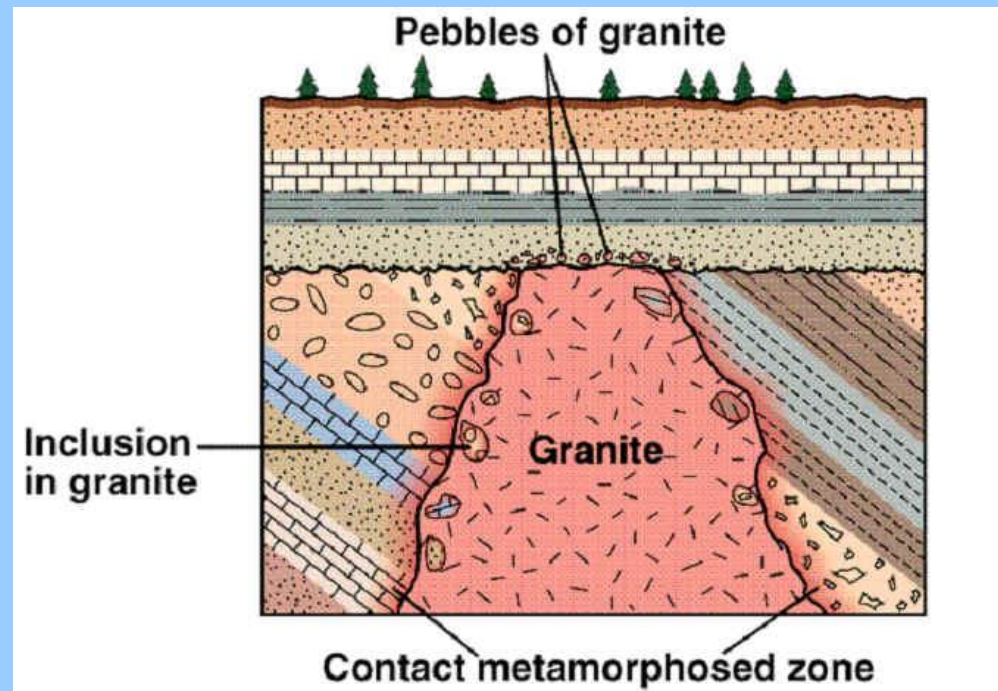
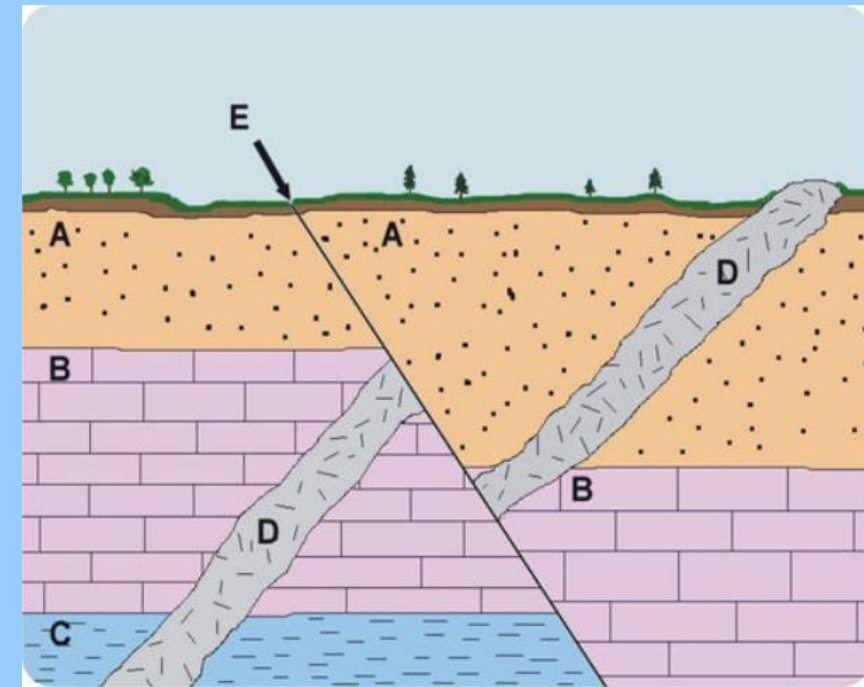
Uložení vrstev může být **souhlasné (konkordantní)**, pokud mezi jejich uložením nedošlo k časové prodlevě. Pokud však mezi uložením dvou vrstev došlo k měřitelné časové prodlevě, pak jsou vrstvy uloženy **nesouhlasně (diskordantně)**. Tato časová prodleva se nazývá **hiát**.

Diskordance může být **úhlová** (mezi orientací vrstevních ploch dvou vrstev existuje viditelný úhel) nebo **skrytá** (mezi vrstvami není viditelný úhel, obě vrstvy bývají nejčastěji uloženy vodorovně). minerály nebo na zkameněliny.



Pronikající geologická struktura porušující jinou strukturu je mladší, než struktura proniknutá. **Pravidlo průniku** se vztahuje jak na horniny (žíla prorážející horizontálně uložený sediment), tak i na tektonické procesy (zlom porušující horninu).

Pravidlo **stratigrafické inkluze** říká, že geologická struktura uzavírající nebo pohlcující jinou strukturu je mladší, než uzavřená/pohlčená struktura. Pravidlo inkluze se vztahuje jak na horniny, tak i na jednotlivé minerály nebo na zkameněliny.



Stratigrafie se dělí na dílčí části v závislosti na objektu zájmu:

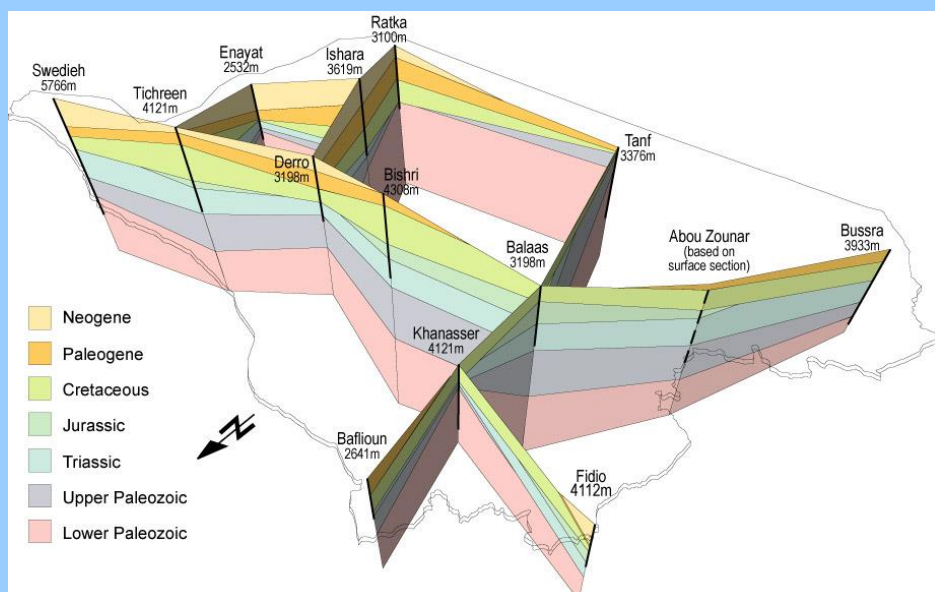
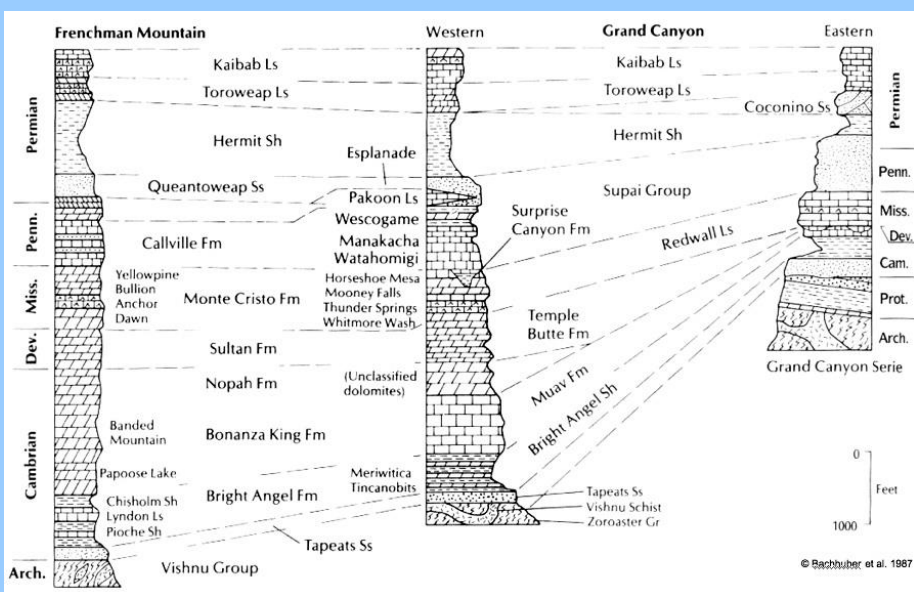
Litostratigrafie – studium litologické náplně zvrstvených hornin, které odrážejí rozdílné fyzikální podmínky panující při jejich vzniku. Obdobně mohou být studovány jejich chemické vlastnosti (**chemostratigrafie**), případně pravidelně se opakující (cyklické) změny ve stratigrafickém záznamu (**cyklostratigrafie**). Litologické vlastnosti hornin mohou být použity k jejich korelaci. Základní **litostratigrafické jednotky** ve zvrstvených horninových sledech:

vrstva – nejnižší jednotka sedimentárních hornin deskovitého tvaru vymezená vrstevními plochami

člen (vrstvy) – v názvu již litologická charakteristika; *Josefovské vápence*

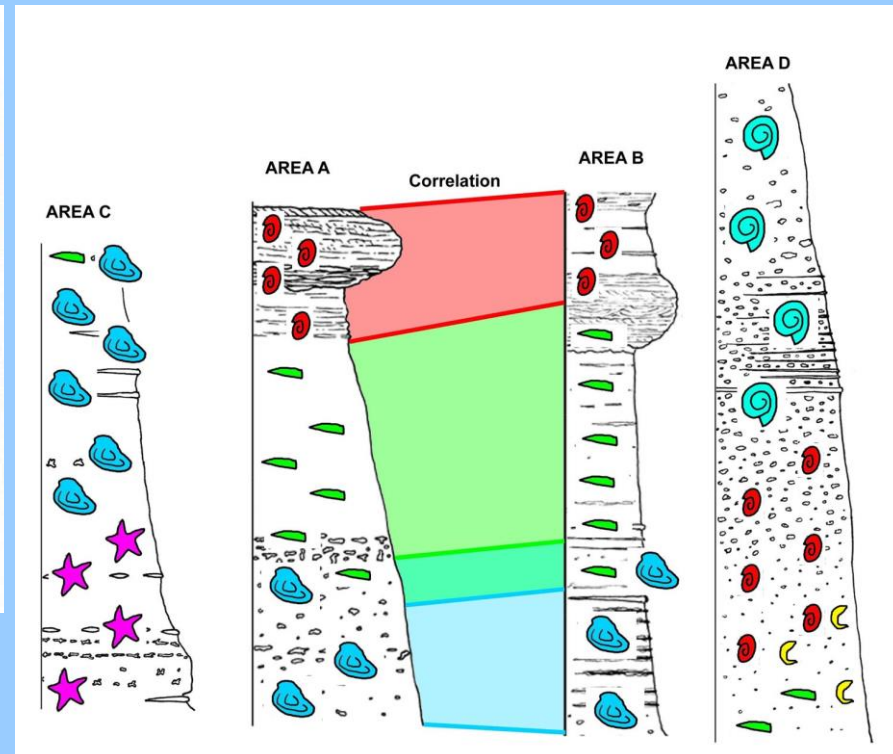
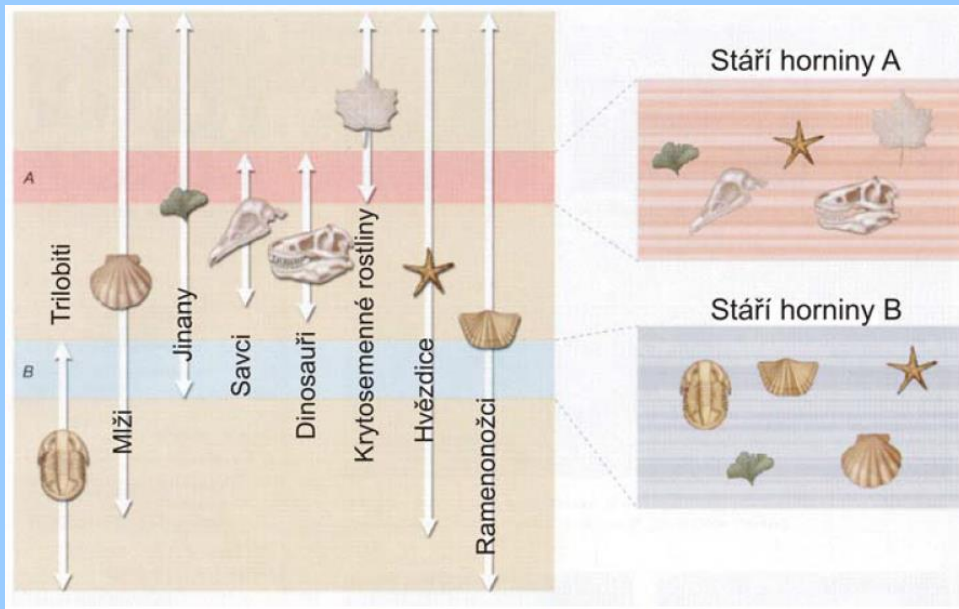
souvrství – mocnost X0–1000 m, laterální rozsah X0–X00 km; *macošské souvrství*

skupina – často ve vulkanických/vulkanoklastických nebo metamorfovaných komplexech

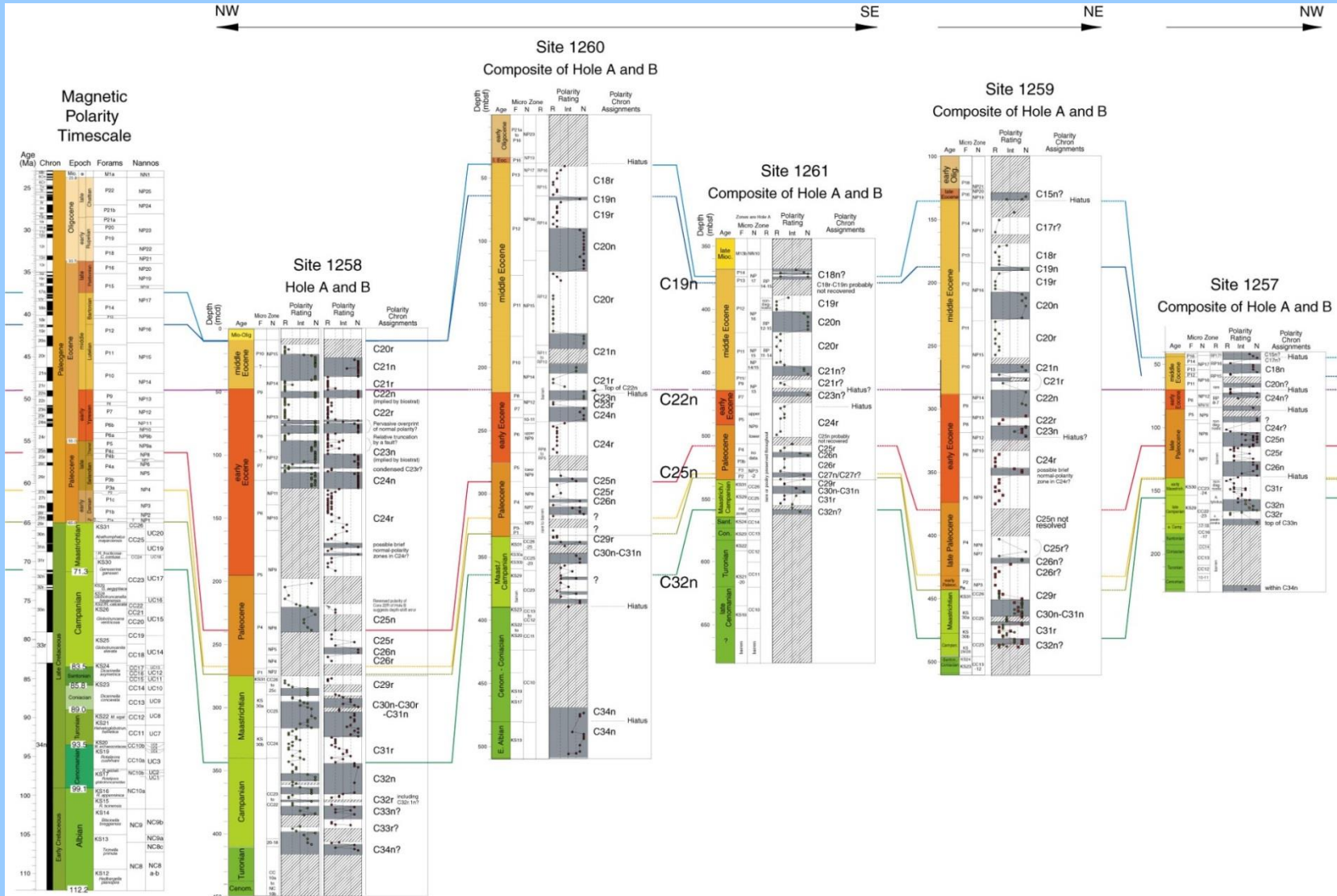


Biostratigrafie – studium vztahů hornin a zkamenělin v nich obsažených.

Horninové vrstvy obsahující shodné zkameněliny jsou časově synchronní a můžeme je vzájemně korelovat (**pravidlo stejných zkamenělin; Smith 1815**). Avšak **moderní princip homotaxie** říká, že výskyt shodných znaků v různých vrstvách hornin ukazuje na jejich shodnou uspořádanost, nikoliv na jejich časovou souhlasnost. Žádné geologické procesy nejsou dost rychlé na to, aby mezi vznikem shodných vrstev na různých místech nebyla určitá časová prodleva. Biostratigrafie byla základem pro dělení geologické minulosti již od 19. století. **Biozóna** je základní biostratigrafickou jednotkou, pro kterou je charakteristická přítomnost určité **vůdčí zkameněliny**.



Chronostratigrafie – k relativní stratigrafii přidává absolutní časové měřítko, které pochází z **geochronologických** nebo **magnetostratigrafických** dat. Zpřesnění chronostratigrafického dělení geologické minulosti umožněno značným rozvojem datovacích metod od poloviny 20. století.



Chronostratigrafické vs. geochronologické jednotky

- **stupeň / stáří** (nejnižší jednotka, např. givet, baden, calabr)
- **oddělení / epocha** (interregionální ráz, např. spodní, střední, svrchní devon)
- **útvár / perioda** (celosvětová platnost, značný časový rozsah, např. silur, perm, křída, kvartér)
- **eratém / éra** (významné etapy života planety, např. paleozoikum, mezozoikum, kenozoikum)
- **eonotém / eon** (nejvýznamnější kroky historie Země – fanerozoikum, proterozoikum, archaikum, hadaikum)

Stratotyp – typická lokalita, podle které se definují litostratigrafické jednotky. Následně použitý i k definici chronostratigrafických jednotek.

GSSP – Globální hraniční stratotyp – standard pro mezinárodní korelaci hranic geologických jednotek s celoplanetární platností (hranice silur/devon na stratotypu Klouk u Suchomast). Vyhlášení předchází návrh Mezinárodní komise pro stratigrafii a hlasování na Mezinárodním geologickém kongresu.



IUGS

INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

v 2019/05



Eonothem / Eon		Erathem / Era		System / Epoch		Series / Epoch		Stage / Age		GSSP		numerical age (Ma)				
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	present			
													0.0002			
													0.0002			
		Pleistocene	Upper	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	0.0117	
															0.126	
															0.773	
			Middle	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	1.80
																2.58
																3.600
		Neogene	Pliocene	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	5.333
	7.246															
	Miocene		U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	11.63
																13.82
																15.97
																20.44
																23.03
																27.82
	Paleogene	Oligocene	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	33.9	
															37.8	
		Eocene	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	41.2
																47.8
																56.0
																59.2
		Paleocene	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	61.6
																66.0
																72.1 ± 0.2
																83.8 ± 0.2
	Mesozoic	Cretaceous	Upper	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	86.3 ± 0.5	
89.8 ± 0.3																
93.9																
100.5																
~ 113.0																
Lower			U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	~ 125.0
																~ 129.4
																~ 132.9
																~ 139.8
																~ 145.0

Eonothem / Eon		Erathem / Era		System / Epoch		Series / Epoch		Stage / Age		GSSP		numerical age (Ma)				
Phanerozoic	Mesozoic	Jurassic	Upper	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	157.1 ± 0.9		
														157.3 ± 1.0		
														163.5 ± 1.0		
			Middle	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	166.1 ± 1.2
																168.3 ± 1.3
																170.3 ± 1.4
		Lower	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	174.1 ± 1.0
																182.7 ± 0.7
																190.8 ± 1.0
																199.3 ± 0.3
	201.3 ± 0.2															
	Triassic	Upper	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	~ 208.5	
															~ 227	
															~ 237	
															~ 242	
															247.2	
															251.2	
		Middle	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	251.902 ± 0.024
																254.14 ± 0.07
																259.1 ± 0.5
																265.1 ± 0.4
																268.8 ± 0.5
																272.95 ± 0.11
	Paleozoic	Permian	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	283.5 ± 0.6	
															290.1 ± 0.26	
															293.52 ± 0.17	
															298.9 ± 0.15	
															303.7 ± 0.1	
307.0 ± 0.1																
Carboniferous		Upper	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	315.2 ± 0.2	
															323.2 ± 0.4	
		Lower	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	330.9 ± 0.2	
															346.7 ± 0.4	
Paleozoic	Pennsylvanian	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	358.9 ± 0.4		
														367.9 ± 0.4		
														373.9 ± 0.4		
														381.7 ± 0.4		
	Mississippian	Upper	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	381.7 ± 0.4	
															387.9 ± 0.4	
		Middle	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	396.8 ± 0.4	
															407.0 ± 0.4	

Eonothem / Eon		Erathem / Era		System / Epoch		Series / Epoch		Stage / Age		GSSP		numerical age (Ma)					
Phanerozoic	Paleozoic	Devonian	Upper	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	372.2 ± 1.6			
														382.7 ± 1.6			
														387.7 ± 0.8			
			Middle	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	393.3 ± 1.2
																	407.6 ± 2.6
																	410.8 ± 2.8
		Lower	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	419.2 ± 3.2	
																423.0 ± 2.3	
																425.6 ± 0.9	
																427.4 ± 0.5	
	Silurian	Upper	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	430.5 ± 0.7		
															433.4 ± 0.8		
															438.5 ± 1.1		
															440.8 ± 1.2		
		Middle	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	443.8 ± 1.5	
																445.2 ± 1.4	
																453.0 ± 0.7	
																458.4 ± 0.9	
	Ordovician	Upper	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	467.3 ± 1.1		
															470.0 ± 1.4		
															477.7 ± 1.4		
		Middle	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	485.4 ± 1.9	
																~ 489.5	
																~ 494	
	Cambrian	Furongian	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	~ 497		
															~ 500.5		
															~ 504.5		
															~ 509		
Series 2		U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	~ 514		
															~ 521		
															~ 529		
															541.0 ± 1.0		

Eonothem / Eon		Erathem / Era		System / Epoch		Series / Epoch		Stage / Age		GSSP		numerical age (Ma)				
Precambrian	Proterozoic	Neo-proterozoic	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	~ 635		
														~ 720		
														1000		
		Meso-proterozoic	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	1200
																1400
																1600
																1800
		Paleo-proterozoic	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	2050
																2300
																2500
	Archean	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	2800	
															3200	
															3600	
															4000	
Hadean	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	U/L	~ 4600		
														~ 4800		

Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Italic fonts indicate informal units and placeholders for unnamed units. Versioned charts and detailed information on ratified GSSPs are available at the website <http://www.stratigraphy.org>. The URL to this chart is found below.

Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Ediacaran; only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (~) is provided.

Ratified Subseries/Subepochs are abbreviated as U/L (Upper/Late), M (Middle) and L/E (Lower/Early). Numerical ages for all systems except Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Triassic, Permian and Precambrian are taken from 'A Geologic Time Scale 2012 by Gradstein et al. (2012), those for the Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Triassic, Permian and Precambrian were provided by the relevant ICS subcommissions.

Colouring follows the Commission for the Geological Map of the World (www.cogn.org)



Chart drafted by K.M. Cohen, D.A.T. Harper, P.L. Gibbard, J.-X. Fan (c) International Commission on Stratigraphy, May 2019

To cite: Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013); updated! The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204.

URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSChart/ChronostratChart2019-05.pdf>

K dalšímu čtení a studiu:

Bábek, O. (2005): Historická geologie. 80 pp., Univerzita Palackého, Olomouc.

Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013; updated): The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204;
<http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2019-05.pdf>.

That's all for this term, folks...