

Metody Fyzické geografie I (jarní semestr 2019)

Základy historické geologie Dělení geologické minulosti



Daniel Nývlt (daniel.nyvlt@sci.muni.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

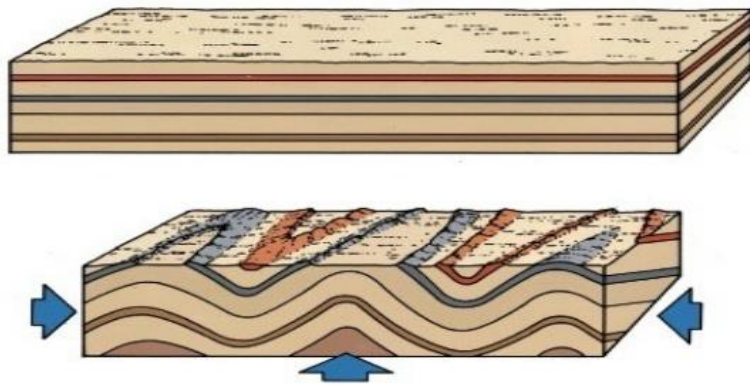
Metody stanovení času, tedy **datování**, lze rozdělit na **relativní** a **absolutní** (též číselné) datování.

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.

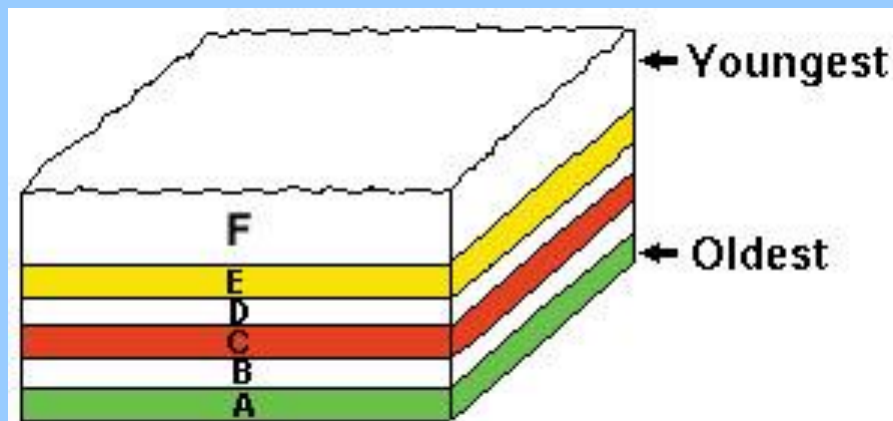
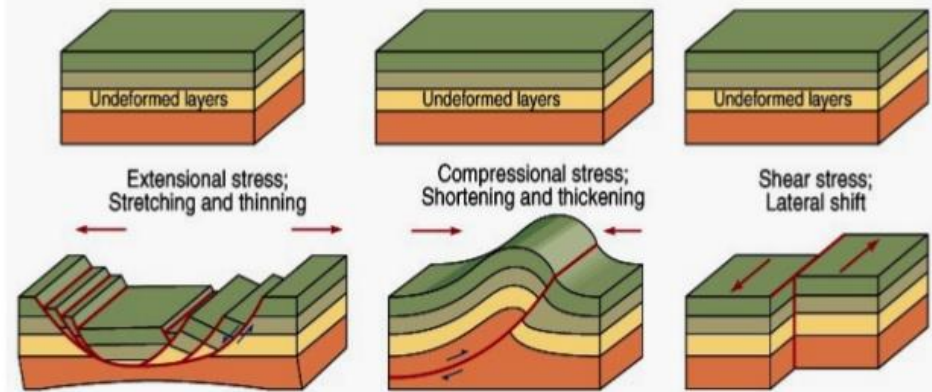
Absolutní datování nám umožňuje stanovit čas, který uplynul od vzniku horniny (nebo její významné změny) do současnosti (ka = tisíce let, Ma = milióny let, Ga = miliardy let)

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

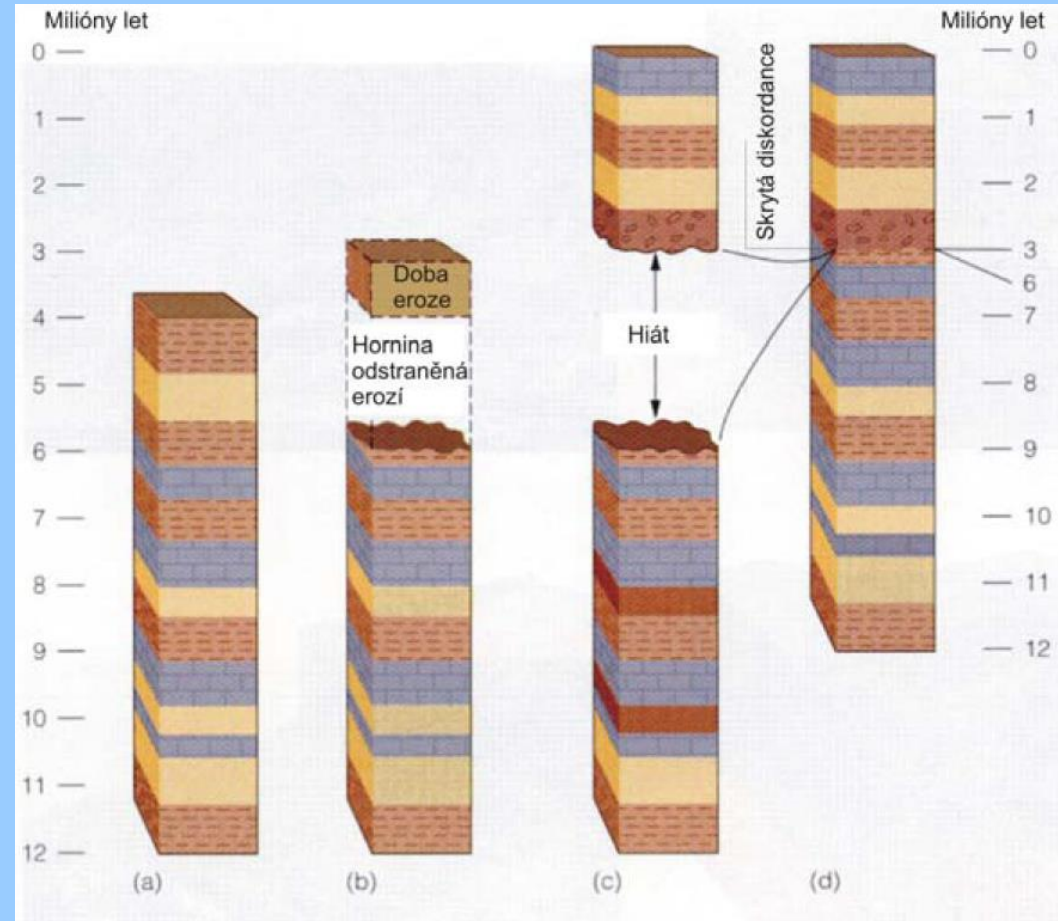
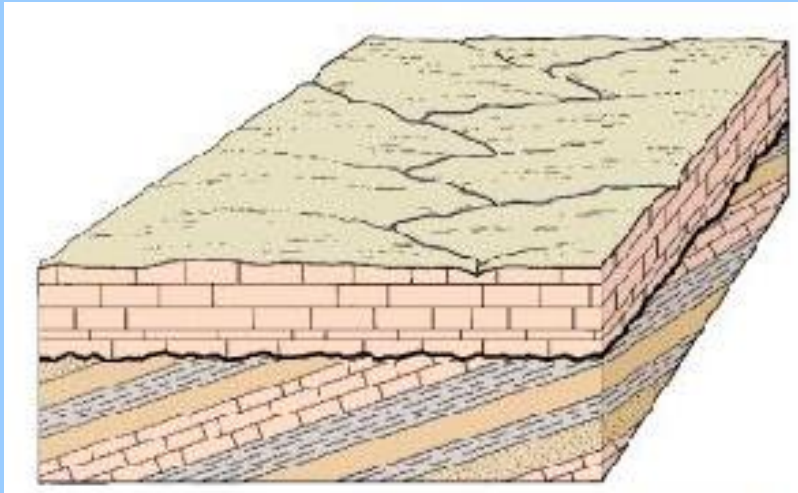


Principle of Lateral Continuity



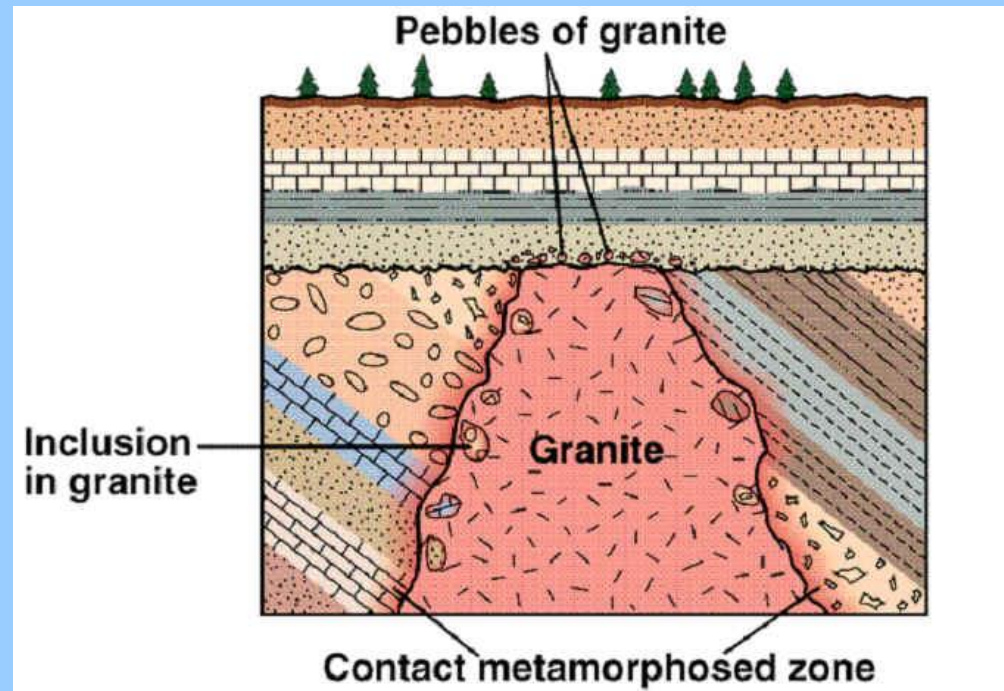
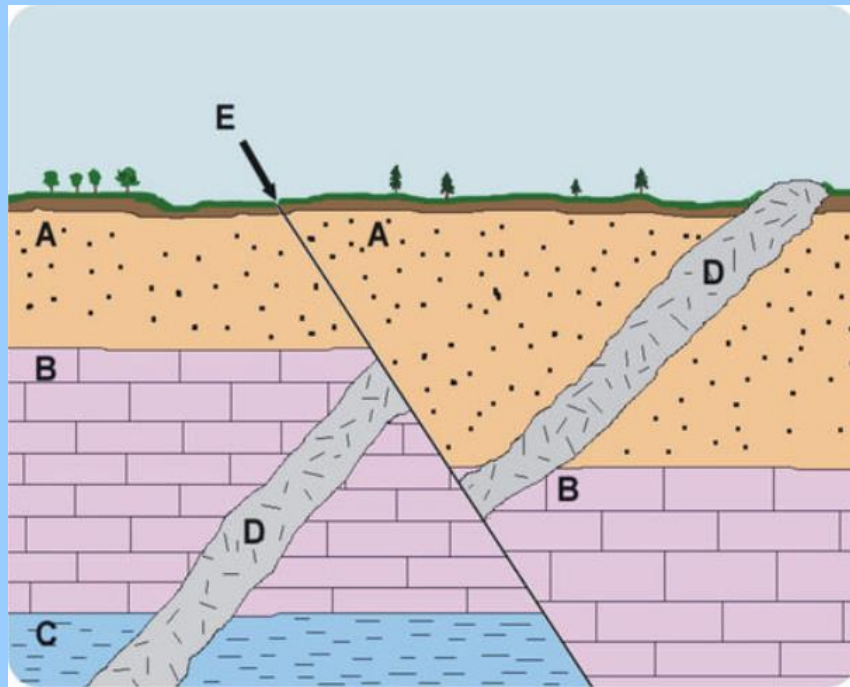
Uložení vrstev může být **souhlasné (konkordantní)**, pokud mezi jejich uložením nedošlo k časové prodlevě. Pokud však mezi uložením dvou vrstev došlo k měřitelné časové prodlevě, pak jsou vrstvy uloženy **nesouhlasně (diskordantně)**. Tato časová prodleva se nazývá **hiát**.

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:

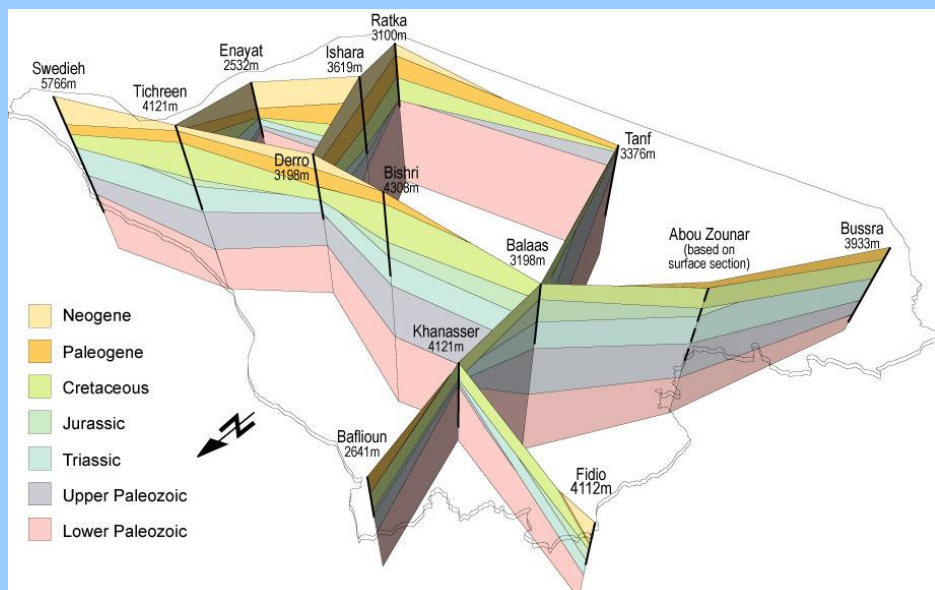
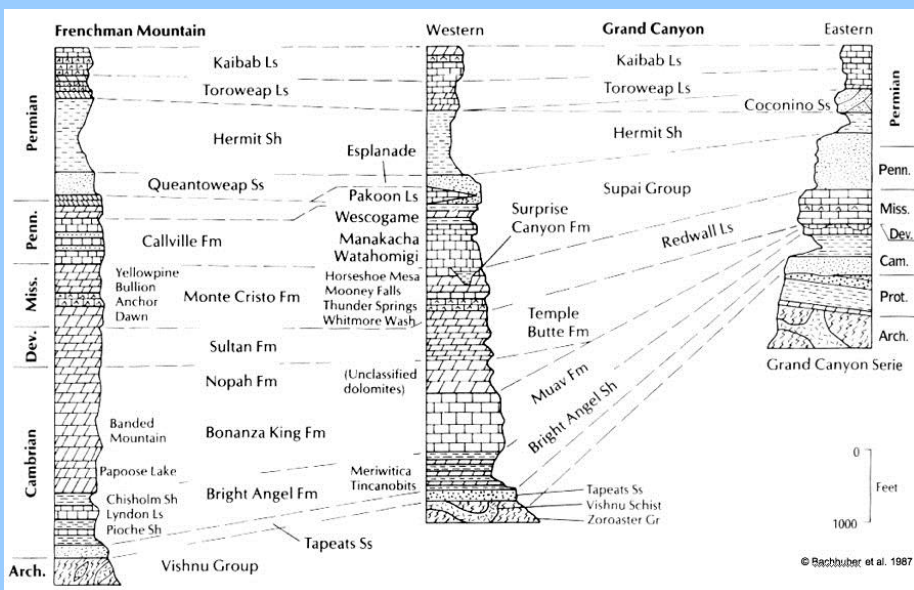
Litostratigrafie – studium litologické náplně zvrstvených hornin, které odrážejí rozdílné fyzikální podmínky panující při jejich vzniku. Obdobně mohou být studovány jejich chemické vlastnosti (**chemostratigrafie**), případně pravidelně se opakující (cyklické) změny ve stratigrafickém záznamu (**cyklostratigrafie**). 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*

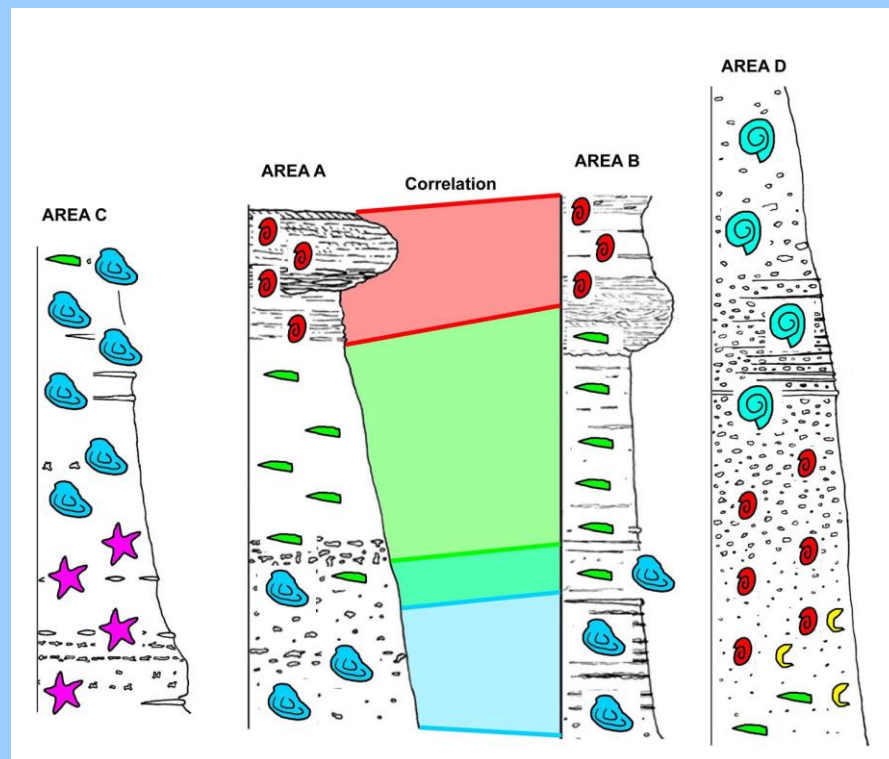
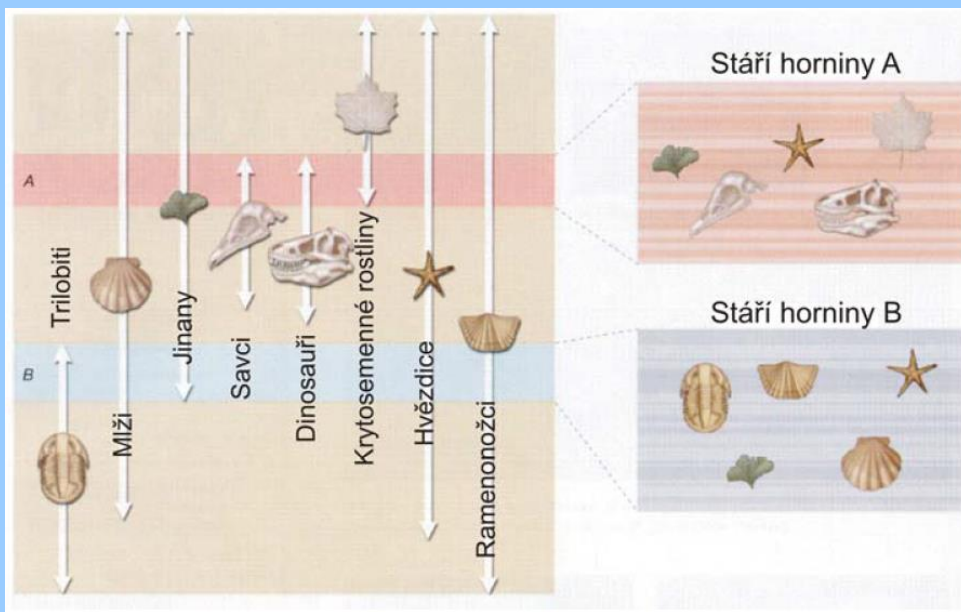
souvrství – mocnost X0–1000 m, laterální rozsah X0–X00 km; *macošské souvrství*

skupina – často ve vulkanických/vulkanoklastických nebo metamorfovaných komplexech

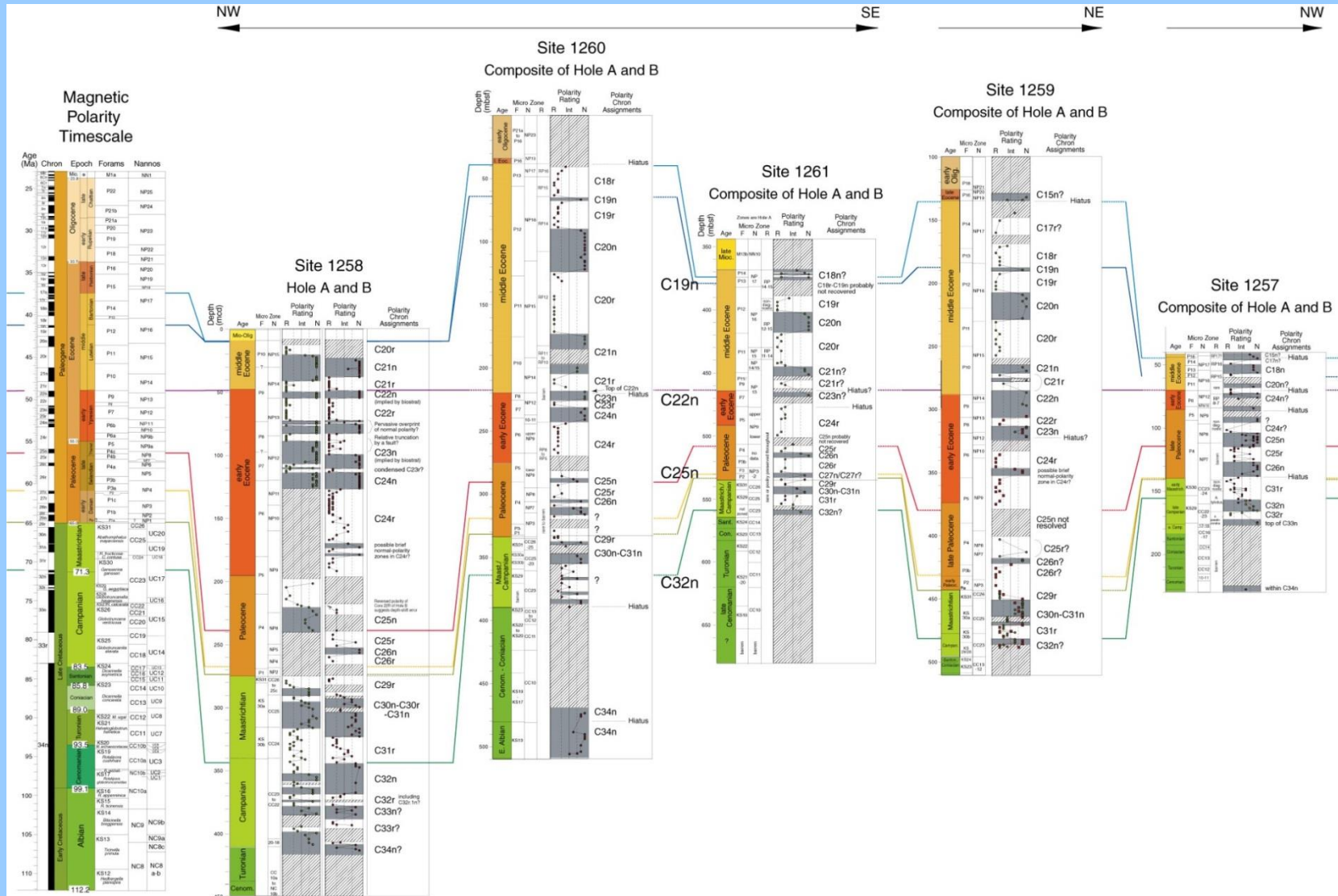


Biostratigrafie – studium vztahů hornin a zkamenělin v nich obsažených.

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.



INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

v 2018/08



Eonothem / Eon		Erathem / Era		System / Epoch		GSSP	numerical age (Ma)
Series / Epoch	Stage / Age	Series / Epoch	Stage / Age	Series / Epoch	Stage / Age		
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene	U/L	Meghalayan	present	0.0042
				M	Northgrippian	0.0092	
				L/E	Greenlandian	0.0117	
			Pleistocene	Upper			
				Middle			
		Neogene	Pliocene	Calabrian			0.126
				Gelasian			0.781
				Piacenzian			1.80
			Miocene	Zanclean			2.58
				Messinian			3.600
	Paleogene	Oligocene	Burdigalian			5.333	
			Aquitanian			7.246	
			Tortonian			11.63	
			Serravallian			13.82	
			Langhian			15.97	
		Eocene	Chattian			20.44	
			Rupelian			23.03	
			Priabonian			27.82	
			Bartonian			33.9	
			Lutetian			37.8	
Paleocene	Ypresian			41.2			
	Thanetian			47.8			
	Selandian			56.0			
	Danian			59.2			
				61.6			
Mesozoic	Cretaceous	Maastrichtian			66.0		
		Campanian			72.1 ± 0.2		
		Santonian			83.6 ± 0.2		
		Coniacian			86.3 ± 0.5		
		Turonian			89.8 ± 0.3		
	Upper	Cenomanian			93.9		
		Albian			100.5		
		Aptian			~ 113.0		
		Barremian			~ 125.0		
		Hauterivian			~ 129.4		
Lower	Valanginian			~ 132.9			
	Berriasian			~ 139.8			
				~ 145.0			

Eonothem / Eon		Erathem / Era		System / Period		GSSP	numerical age (Ma)
Series / Epoch	Stage / Age	Series / Epoch	Stage / Age	Series / Epoch	Stage / Age		
Phanerozoic	Mesozoic	Jurassic	Tithonian				~ 145.0
			Upper	Kimmeridgian			152.1 ± 0.9
				Oxfordian			157.3 ± 1.0
			Middle	Callovian			163.5 ± 1.0
				Bathonian			166.1 ± 1.2
		Lower	Bajocian			168.3 ± 1.3	
			Aalenian			170.3 ± 1.4	
			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	
			Carnian			~ 227	
			Ladinian			~ 237	
		Middle	Anisian			~ 242	
			Olenekian			247.2	
			Induan			251.2	
			Changhsingian			251.902 ± 0.024	
			Wuchiapingian			254.14 ± 0.07	
Permian	Lopingian	Capitanian			259.1 ± 0.5		
		Wordian			265.1 ± 0.4		
		Roadian			268.8 ± 0.5		
		Kungurian			272.95 ± 0.11		
		Artinskian			283.5 ± 0.6		
	Cisuralian	Sakmarian			290.1 ± 0.26		
		Asselian			293.52 ± 0.17		
		Gzhehian			298.9 ± 0.15		
		Kasimovian			303.7 ± 0.1		
		Moscovian			307.0 ± 0.1		
Paleozoic	Carboniferous	Bashkirian			315.2 ± 0.2		
		Serpukhovian			323.2 ± 0.4		
		Visean			330.9 ± 0.2		
		Middle			346.7 ± 0.4		
		Lower			358.9 ± 0.4		
	Pennsylvanian	Tournaisian			~ 303.7 ± 0.1		
					~ 307.0 ± 0.1		
					~ 315.2 ± 0.2		
					~ 323.2 ± 0.4		
					~ 330.9 ± 0.2		

Eonothem / Eon		Erathem / Era		System / Period		GSSP	numerical age (Ma)
Series / Epoch	Stage / Age	Series / Epoch	Stage / Age	Series / Epoch	Stage / Age		
Phanerozoic	Paleozoic	Devonian	Famennian				358.9 ± 0.4
			Upper				372.2 ± 1.6
			Middle	Frasnian			382.7 ± 1.6
				Givetian			387.7 ± 0.8
			Lower	Eifelian			393.3 ± 1.2
		Emsian				407.6 ± 2.6	
		Pragian				410.8 ± 2.8	
		Lochkovian				419.2 ± 3.2	
		Pridoli				423.0 ± 2.3	
		Silurian	Ludlow			425.6 ± 0.9	
	Wenlock				427.4 ± 0.5		
	Llandovery				430.5 ± 0.7		
	Sheinwoodian				433.4 ± 0.8		
	Telychian				438.5 ± 1.1		
	Ordovician	Aeronian			440.8 ± 1.2		
		Rhuddanian			443.8 ± 1.5		
		Hirnantian			445.2 ± 1.4		
		Katian			453.0 ± 0.7		
		Sandbian			458.4 ± 0.9		
	Cambrian	Upper	Darriwilian			467.3 ± 1.1	
Dapingian					470.0 ± 1.4		
Floian					477.7 ± 1.4		
Tremadocian					485.4 ± 1.9		
Stage 10					~ 489.5		
Lower		Jiangshanian			~ 494		
		Paibian			~ 497		
		Guzhangian			~ 500.5		
		Drumian			~ 504.5		
		Wuluan			~ 509		
Terreneuvian	Stage 4			~ 514			
	Stage 3			~ 521			
	Stage 2			~ 529			
	Fortunian			541.0 ± 1.0			

Eonothem / Eon		Erathem / Era		System / Period		GSSP	numerical age (Ma)
Series / Epoch	Stage / Age	Series / Epoch	Stage / Age	Series / Epoch	Stage / Age		
Proterozoic	Neoproterozoic	Ediacaran					~ 635
		Cryogenian					~ 720
		Tonian					1000
		Stenian					1200
		Ectasian					1400
	Mesoproterozoic	Calymnian					1600
		Statherian					1800
		Orosirian					2050
		Rhyacian					2300
		Siderian					2500
Paleoproterozoic	Neoarchean					2800	
	Mesoarchean					3200	
	Paleoarchean					3600	
	Eoarchean					4000	
	Hadean					~ 4600	

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). 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 (<http://www.cgm.org>)

Chart drafted by K.M. Cohen, D.A.T. Harper, P.L. Gibbard, J.-X. Fan (c) International Commission on Stratigraphy, August 2018

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/ICChart/ChronostratChart2018-08.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/ChronostratChart2018-08.pdf>.

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