

# Krajina v kvartéru (podzimní semestr 2018)

## Kvartér – jeho vymezení a význam



*Daniel Nývlt (daniel.nyvlt@seznam.cz)*

# Kvartér – historie vymezení

Kvartér je nejmladším a zároveň i nejkratším obdobím v historii Země.

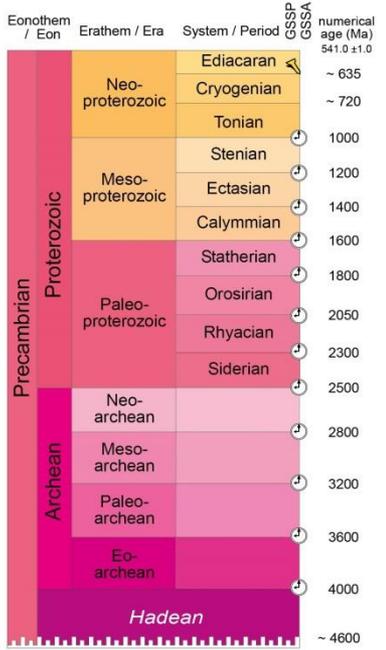
 **INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART** 

[www.stratigraphy.org](http://www.stratigraphy.org) International Commission on Stratigraphy v 2018/08

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

Phanerozoic / Eon	System / Era	Series / Epoch	Stage / Age	GSSP	numerical age (Ma)
Mesozoic	Upper Jurassic	Kimmeridgian	157.3 ± 1.0		
		Oxfordian	163.5 ± 1.0		
	Middle Jurassic	Callovian	166.1 ± 1.2		
		Bathonian	168.3 ± 1.3		
		Bajocian	170.3 ± 1.4		
		Aalenian	174.1 ± 1.0		
	Lower Jurassic	Toarcian	182.7 ± 0.7		
		Pliensbachian	190.8 ± 1.0		
		Sinemurian	199.3 ± 0.3		
	Triassic	Upper Triassic	Hettangian	201.3 ± 0.2	
			Rhaetian	~ 208.5	
Middle Triassic		Norian	~ 227		
		Carnian	~ 237		
Lower Triassic		Ladinian	~ 242		
		Anisian	247.2		
Paleozoic		Permian	Olenekian	251.2	
			Induan	251.2	
			Changhsingian	251.902 ± 0.024	
			Lopingian	254.14 ± 0.07	
	Carboniferous	Upper Carboniferous	Wuchiapingian	259.1 ± 0.5	
			Capitanian	265.1 ± 0.4	
		Lower Carboniferous	Wordian	268.8 ± 0.5	
			Roadian	272.95 ± 0.11	
			Kungurian	283.5 ± 0.6	
			Artinskian	290.1 ± 0.26	
	Mississippian	Upper Mississippian	Sakmarian	293.52 ± 0.17	
			Asselian	298.9 ± 0.15	
		Middle Mississippian	Gzhelian	303.7 ± 0.1	
			Kasimovian	307.0 ± 0.1	
Lower Mississippian		Moscovian	315.2 ± 0.2		
		Bashkirian	323.2 ± 0.4		
		Serpukhovian	323.9 ± 0.2		
		Visean	330.9 ± 0.2		
Carboniferous	Lower Carboniferous	Viséan	346.7 ± 0.4		
		Tournaisian	358.9 ± 0.4		

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



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.ccmw.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.

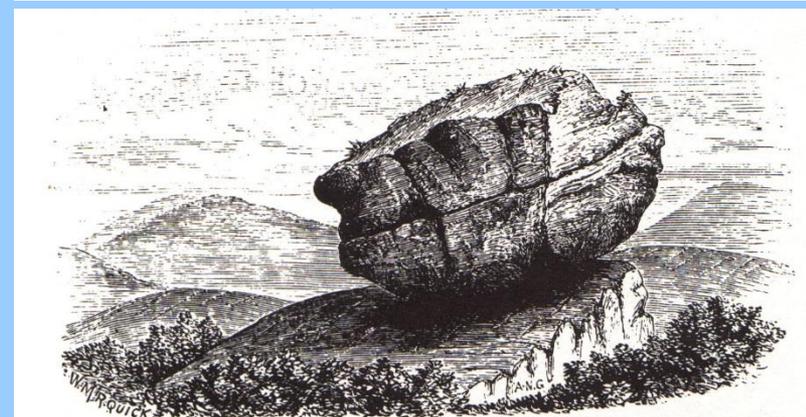
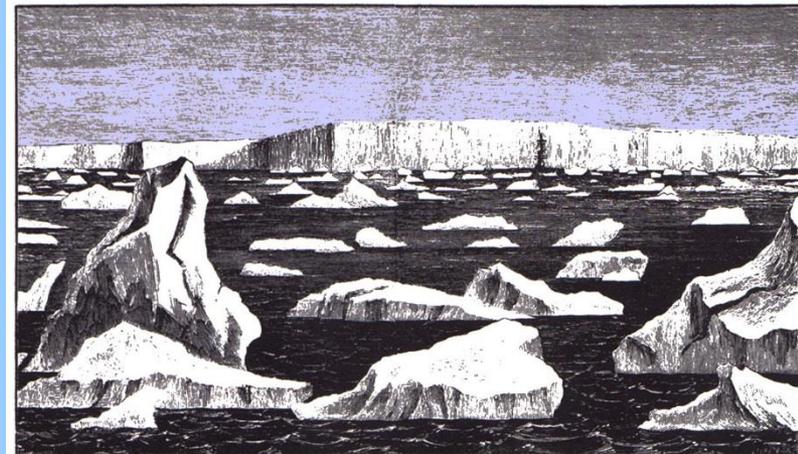
URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSChart/ChronostratChart2018-08.pdf>

# Kvartér – historie vymezení

Název útvaru pochází z členění francouzského geologa *J. Desnoyese* z roku 1829 pro sedimenty pařížské pánve založeném na čtyřech systémech *G. Arduina*. Někde označován také jako **antropogén**, český zažitý název je **čtvrtohory**. Až do počátku 19. století byly nezpevněné horniny uložené na zemském povrchu považovány za pozůstatky po biblické potopě (odtud „**diluviální teorie**“ a termín **diluvium** – *Buckland, Sedgwick*).

S poznáváním polárních oblastí a množství hornin zamrzlých v ledových krách byl transport tohoto materiálu (anglicky „drift“) přičítán uložení z ledových ker během mořské záplavy (např. *Lyell*).

Geologové pracující v Alpách (*Perraudin, Venetz, de Charpentier* a především *Agassiz*) ukázali, že rozsáhlé oblasti Evropy musely být pokryty ledovci mnohem většími, než jaké jsou dnes v Alpách (odtud „**ledovcová teorie**“ a návrat k termínu **doba ledová** (**Eiszeit, Ice Age**) zavedeným *J.W.Goethem*).



V roce 1875 O. Torrell na setkání Německé geologické společnosti jasně ukázal, že bludné balvany vyskytující se v Německu pocházejí ze Švédska a Finska a doložil rozsáhlé (kontinentální) zalednění Evropy. Obdobně Agassiz prokázal kontinentální zalednění i v Severní Americe a „**ledovcová teorie**“ tím naprosto zvítězila.

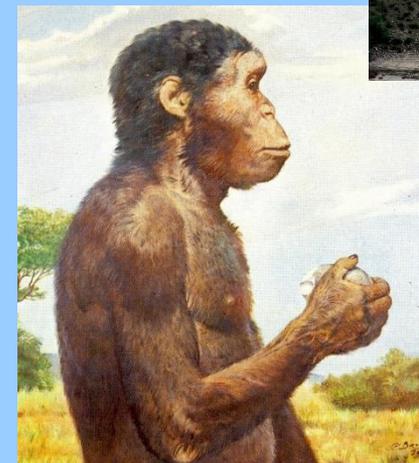
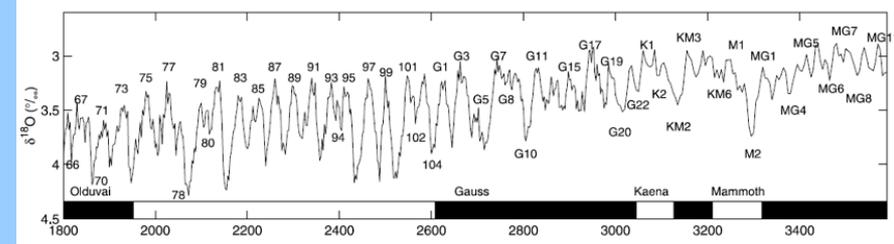
Definice báze kvartéru a tím pádem i jeho trvání se měnila v čase. Na 18. IGC v Londýně (1948) byl kvartér definován pro období **~600 ka**. V roce 1984 byl ratifikován **stratotyp** pro bázi kvartéru na **profilu Vrica** v jižní Itálii s hranicí na bázi polohy jílovců v nadloží organické polohy „e“, která leží uvnitř subchronu normální polarity Olduvai. Tato hranice byla později astronomickou kalibrací datována na **1,806 Ma**. V současnosti (ratifikováno 2010) je pro bázi kvartéru použit **stratotyp u Monte San Nicola** na Sicílii, kde hranice po astronomickém ladění časově odpovídá **2,588 Ma** a leží velmi blízko **magnetické reverze Gauss/Matuyama**.

## Dnešní dělení kvartéru

Dělí se na starší oddělení – **pleistocén** (Ch. Lyell v Principles of Geology z roku 1839), mladší oddělení – **holocén** (P. Gervais 1867–1869, jinak též poledová doba, příp. flandrian) a nejmladší (*prozatím neformální!*) oddělení – **antropocén** (P. Crutzen a E. Stoermer 2000).

# Kvartér – odlišnosti od předchozích geologických období

- významné **ochlazení klimatu** a zintenzivnění **klimatické cykličnosti** vázané na změnu orbitálních parametrů Země (Milankovičovy cykly)
- tvorba **spraší** ve většině částí světa (s výjimkou Aljašky a Tarimské pánve)
- odlišný říční styl řek mírných zeměpisných šířek a cyklická **tvorba říčních terasových stupňovin**
- výskyt a rozvoj zástupců **rodu Homo** vedoucí k modernímu člověku
- hojnější výskyty **ledovci** **transportovaného horninového materiálu** v hlubokomořských sedimentech mírného pásma severní polokoule dokládající **rozsáhlejší zalednění mírných šířek**



# Kvartér – formální stratigrafické definice

**Kvartér** – chronostratigrafická jednotka na hierarchické úrovni útvaru odpovídající shodně nazvané geochronologické periodě s bází definovanou stratotypem báze pleistocénu.

**Pleistocén** – chronostratigrafická jednotka na úrovni oddělení odpovídající shodně nazvané geochronologické epoše s bází definovanou stratotypem báze stupně gelasu na profilu u Monte San Nicola na Sicílii.

**Holocén** – chronostratigrafická jednotka na úrovni oddělení odpovídající shodně nazvané geochronologické epoše s bází definovanou ve vrtném jádře NGRIP v hloubce 1492,45 m.

**Antropocén** – prozatím neformální jednotka v přípravě návrhu na zařazení jako geochronologická epocha se začátkem v roce ?1800 AD, odkdy člověk intenzivněji mění geologické podmínky a procesy.

Eonothem & Eon	Erathem & Era	System & Period	Series & Epoch	Subseries & Subepoch	Stage & Age	GSSP
Phanerozoic (pars)	Cenozoic (pars)	Quaternary	Holocene	Upper & Late	Meghalayan	present
				Middle	Northgrippian	4250 years b2k
				Lower & Early	Greenlandian	8236 years b2k
			Pleistocene	Upper & Late	Unnamed	11,700 years b2k
				Middle	Unnamed	~126 ka
				Lower & Early	Calabrian	~0.773 Ma
					Gelasian	1.80 Ma
						2.58 Ma

# Pleistocén

Typickým znakem pleistocénu je střídání chladných období – **glaciálů** (**ledových dob**), význačných velkým rozšířením ledovců, s mnohem teplejšími a vlhčími obdobími **interglaciálů** (**meziledových dob**). Cyklické střídání klimatu vedlo k ovlivňování migrace faun a flór a k odlišným exogenním krajnotvorným procesům. V mořské izotopové stratigrafii odpovídá rozpětí MIS 103–2.

**Glaciály** byly v mírných zeměpisných šířkách výrazně **sušší** (pokles srážek až o 2/3) a **chladnější** (až o 10–12°C) než je současnost. V celosvětovém průměru bylo o ~5–6°C chladněji. V teplých klimatických pásech se projevovaly jako pluviály, tedy především zvýšením srážek. Posun klimatických zón byl značný, teplé klimatické pásy byly poměrně úzké.

V glaciálních podmínkách docházelo v rozsáhlých zaledněných oblastech mírných šířek k akumulaci glacigenních sedimentů a před ledovcovými čely k sedimentaci často rozsáhlých a mocných glacifluviálních sedimentů.

V periglaciálních oblastech dominovalo intenzivní zvětrávání za vzniku hlubokých zvětralin, které byly periglaciálně podmíněnými svahovými pohyby akumulovány v podobě různých typů svahových sedimentů a dále unášeny a ukládány v údolích řekami. Eolickou činností dochází k akumulaci spraší a navátých písků. V mořích a oceánech dochází k posunu sedimentace diatomových a globigerínových jemnozrnných sedimentů směrem k jihu.

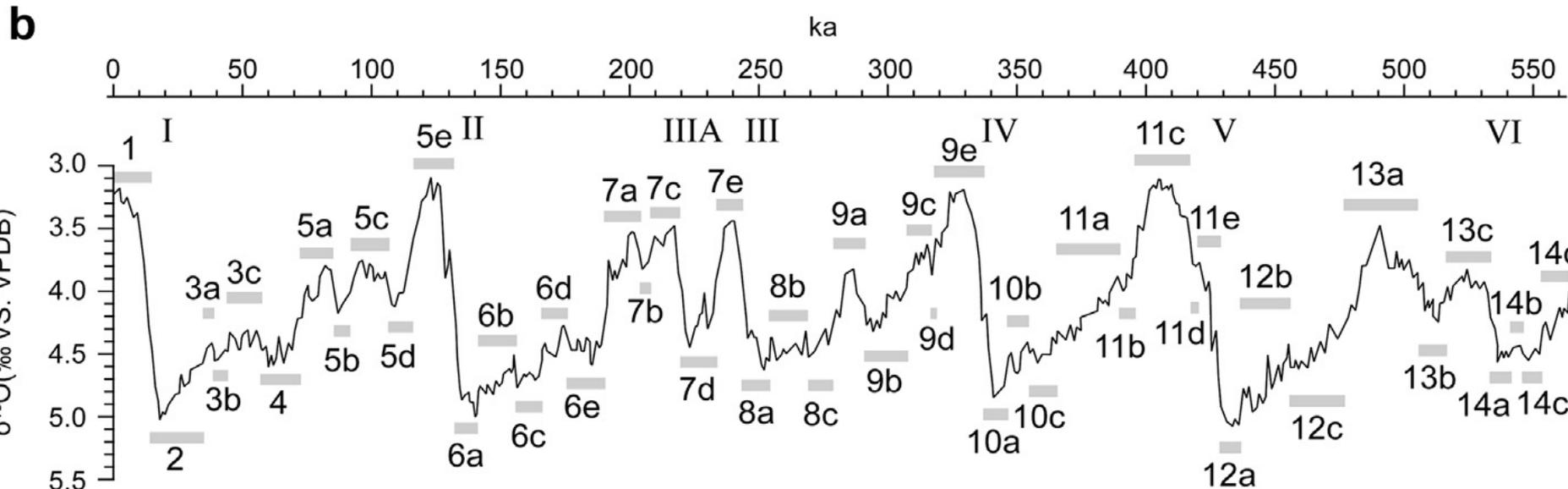
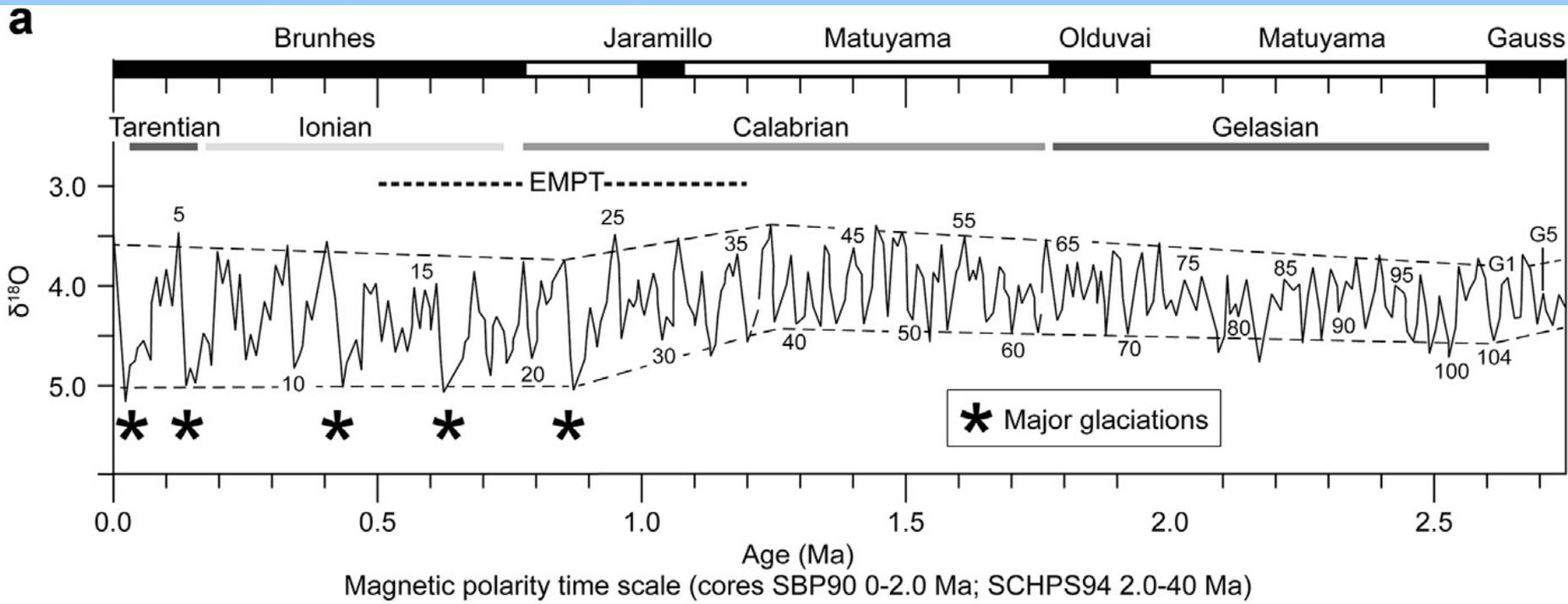
**Interglaciály** byly v mírných zeměpisných šířkách obvykle **stejně teplé nebo i teplejší** (starší interglaciály až o 3–5°C), než je tomu v současnosti, obvykle **s vyššími srážkami** (až o 50 %). Naopak v teplých klimatických pásech se často projevovaly jako interpluviály, tedy zvýšenou ariditou, která dnes odpovídá subtropům.

V interglaciálních podmínkách docházelo především k nárůstům organické biomasy a velkému rozvoji flóry i fauny. Zemský povrch byl převážně pokryt vegetačním krytem, proto nedocházelo k transportu a ukládání sedimentů v takové míře a v takové hrubosti jako v glaciálech. V mírných klimatických pásech však dále pokračuje sedimentace jemných fluviálních sedimentů – povodňových hlín, svahovin a ve vegetačně nestabilizovaných oblastech dochází i k eolickému transportu a ukládání.

## Dělení pleistocénu

- **spodní**: v současné době zahrnuje chronostratigrafické stupně **gelas** (2,588–1,806 Ma) a **calabr** (1,806–0,773 Ma)
- **střední**: odpovídá neformálnímu mořskému chronostratigrafickému stupni **ion** (773–126 ka), **báze** odpovídá **magnetické reverzi Matuyama/Brunhes**, v současnosti se vybírá vhodný stratotyp ze tří kandidátů v Itálii a v Japonsku.
- **svrchní**: odpovídá neformálnímu mořskému chronostratigrafickému stupni **tarant** (126–11,7 ka), **báze** je tradičně kladena na **počátek posledního interglaciálu** (eemu v terestrickém a MIS 5e v mořském záznamu).

# Kvartér – cykly, paleomagnetický záznam, MIS, terminations



# Holocén

Současný interglaciál nebo též postglaciální období. V mořské izotopové stratigrafii odpovídá MIS 1. **Báze holocénu** definována stratotypem →

**Grónsko (vrtné jádro NGRIP)**

definice GSSP v hloubce 1492,45 m pro bázi holocénu na základě:

$\delta^{18}\text{O}$

ECM – elektrická vodivost

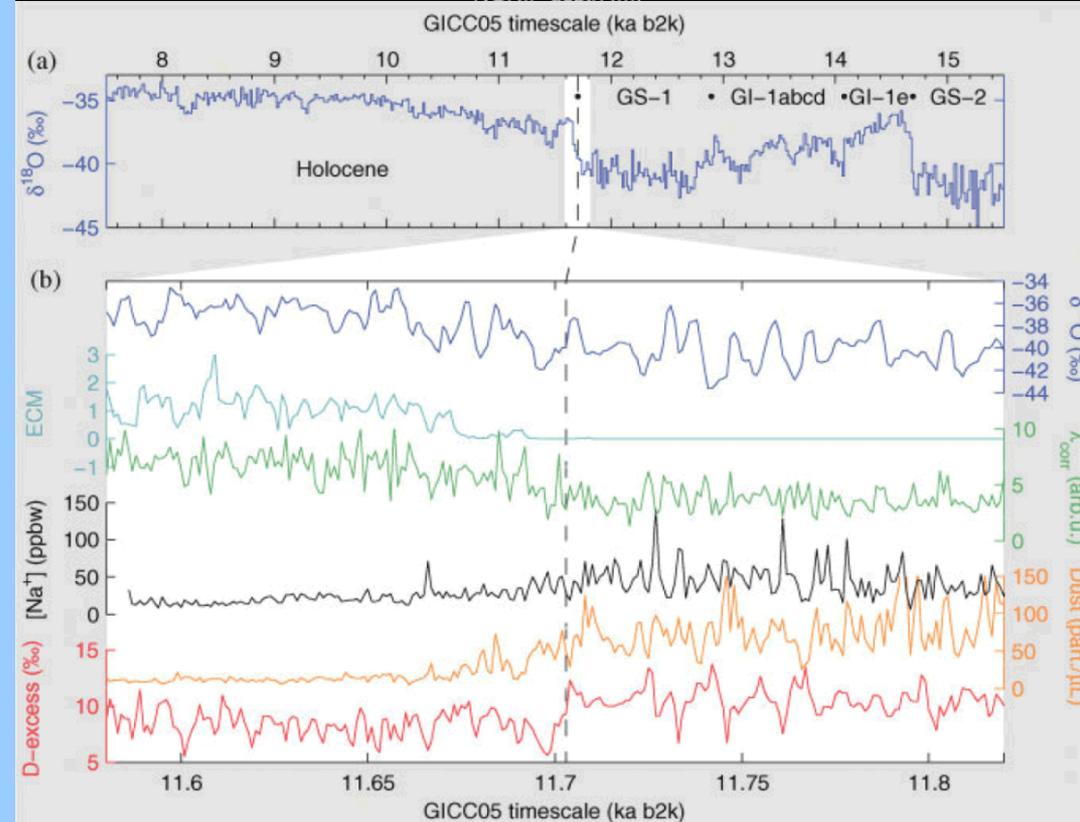
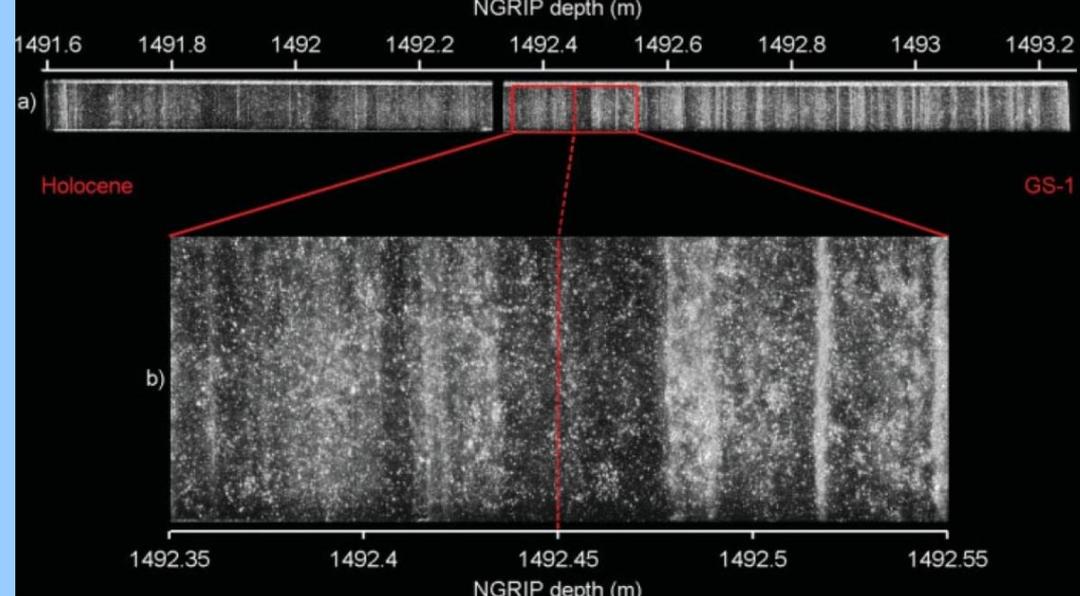
$\lambda_{\text{corr}}$  – tloušťka ročních přírůstků

koncentrace  $\text{Na}^+$

podíl prachových částic

deuterium excess

stáří:  **$11.700 \pm 99$  cal. a b2k**



# Dělení holocénu

Klasické dělení holocénu je založené na pylových záznamech a rostlinných makrozbytcích pocházejících z Dánska (**Blytt-Sernanderova klasifikace**), dále rozpracovaných do pylových zón (von Post pro Skandinávii; Godwin pro Británii; Firbas pro Střední Evropu).

pylová zóna	biostratigrafie
IX	subatlantic
VIII	subboreal
VII	atlantik
V-VI	boreal
IV	preboreal
III	mladý dryas
II	allerød
Ic	starý dryas
Ib	bølling
Ia	nejstarší dryas

holocén  


---

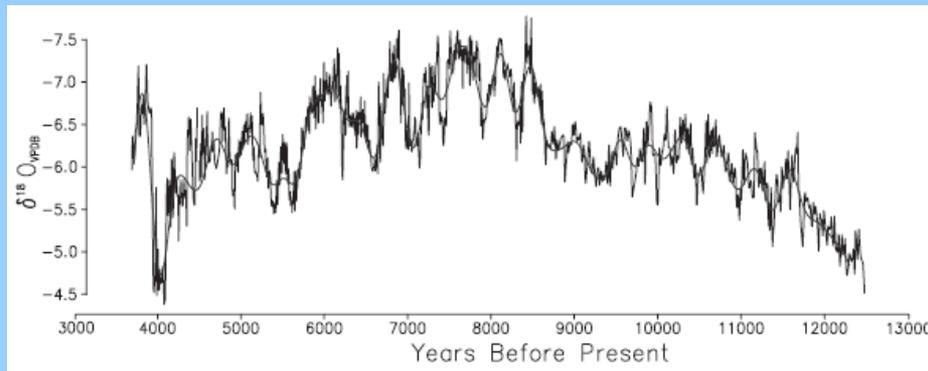
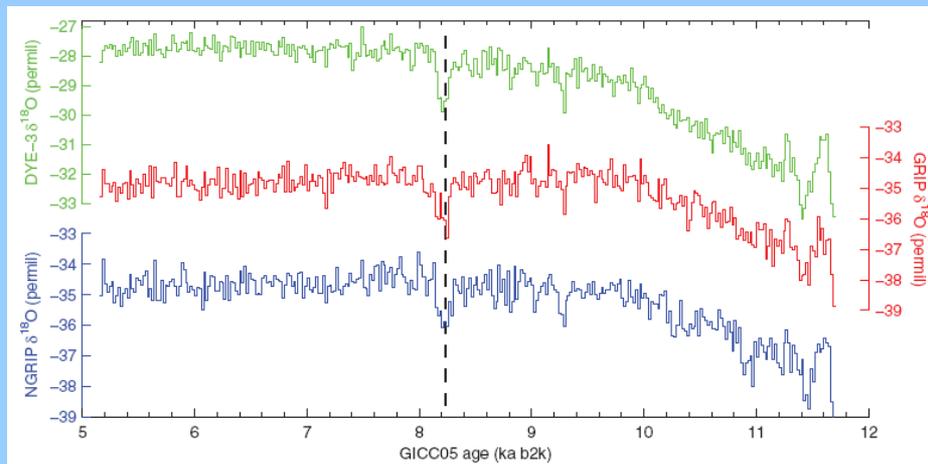
pleistocén

# Chronostratigrafické členění

holocénu definuje

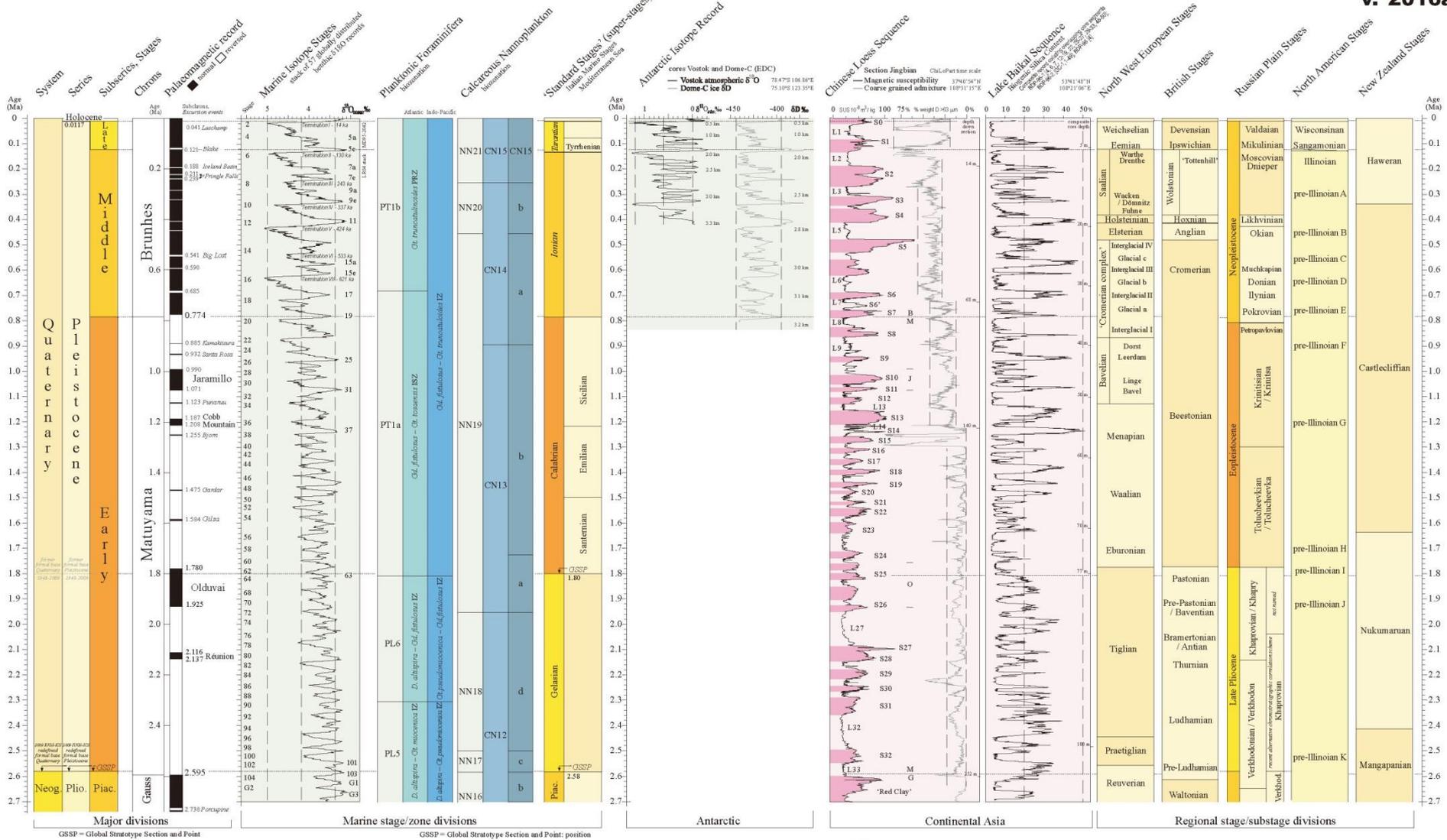
- **greenland (spodní)** = chronostrat. stupeň (11700–8236 a b2k); GSSP = NGRIP2 ledové jádro
- **northgrip (střední)** = chronostrat. stupeň (8236–4250 a b2k); GSSP = NGRIP1 ledové jádro
- **meghalaya (svrchní)** = chronostrat. stupeň (4250–0 a b2k); GSSP = speleotémy v Mawmluh Cave, Indie

(formálně ratifikováno IUGS 14.6.2018)



# Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years v. 2016a

v. 2016a



## K dalšímu čtení a studiu:

Bradley R.S. (1999): *Paleoclimatology. Reconstructing Climates of the Quaternary*. Second Edition. International Geophysics Series, 64, Academic Press.

Elias, S. A. (2007): *Encyclopedia of Quaternary Science*. 4 volume set. Elsevier.

Gibbard, P., Cohen, K.M. (2008): Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years. *Episodes*, 31, 243–247.

Gibbard, P.L., Head, M.J., Walker, M.J.C., The Subcommission on Quaternary Stratigraphy (2010): Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58 Ma. *Journal of Quaternary Science*, 25, 96–102.

Gibbard, P.L., Lewin, J. (2016): Partitioning the Quaternary. *Quaternary Science Reviews*, 151, 127–139.

Walker, M.J.C., Berkelhammer, M., Björck, S., Cwynar, L.C., Fisher, D.A., Long, A.J., Lowe, J.J., Newnham, R.M., Rasmussen, S.O., Weiss, H. (2012): Formal subdivision of the Holocene Series/Epoch: a Discussion Paper by a Working Group of INTIMATE (Integration of ice-core, marine and terrestrial records) and the Subcommission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy). *Journal of Quaternary Science*, 27, 649–659.

Walker M., Johnsen, S., Rasmussen, S.O., Popp, T., Steffensen, J.-P., Gibbard, P., Hoek, W., Lowe, J., Andrews, J., Björck, S., Cwynar, L.C., Hughen, K., Kershaw, P., Kromer, B., Litt, T., Lowe, D.J., Nakagawa, T., Newnham, R., Schwander, J. (2009): Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records. *Journal of Quaternary Science*, 24, 3–17.

Williams, M., Zalasiewicz, J., Haywood, A., Ellis, M., Eds. (2011): The Anthropocene: a new epoch of geological time? *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 369, 835–1112. **Special issue on the Anthropocene.**

<http://quaternary.stratigraphy.org>

<http://www.geology.cz/stratigraphy>

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