

**Klimatické změny**

**v mladším kenofytiku**

**Kvartér: pleistocén – holocén**

## Terestrické příčiny postupného pokřídového poklesu teplot

- Svrchnokřídové hladiny moře – o 200 - 300m výše než dnes – výzdvih středooatlantického hřbetu, vzrůst rychlosti rozšiřování oceánského dna (podél středooceánských hřbetů (Pacifik, Indický oceán) a vznik rozsáhlých podmořských lávových ploch.

Vedlo k masívním transgresím (mořským záplavám) rozsáhlých území - mohly přispět ke globálnímu oteplení (snížení albeda, zvýšení množství vodních par – nejefektivnější skleníkový plyn)

- předpoklad vzrůstu teploty až o 8°C-13°C ve srovnání s dneškem.

Toto souhlasí se vzrůstem teplot o 6°C-16°C, zjištěných na základě studia mělkovodních mořských fosilií

**výlevy na kontinentech** (křídové plató bazalty, trapy – Indie)- uvolnění velkého množství CO<sub>2</sub> do atmosféry – asi 3-15x více než je současná předprůmyslová úroveň 280 ppm = skleníkový efekt, oteplení o 3°C-8°C

**ukončení magmatické aktivity** = ochlazení. Snížení množství atmosférického CO<sub>2</sub> + snížená hladina světového oceánu = vzrůst sezónnosti klimatu (zvláště vyšší zeměpisné šířky - zalednění)

**svrchní křída** - polární oblasti mnohem teplejší, atmosféra vysokých zeměpisných šířek mohla udržet až o 1000 % více vodních par, než je tomu dnes

**Úbytek vodních par během kenozoika** mohl hrát v globálním klimatu významnou roli.

V té době se **hlavní oblasti vzniku atmosférických vodních par (tropické a subtropické oceány)** zmenšovaly, zvláště po uzavření Tethydy

# Základní předpoklady pro ochlazení klimatu od konce terciéru:

Hlavní roli v magmatické a vulkanické činnosti mají  $\text{CO}_2$  a vytvoření sirných aerosolů.

Ty zvyšují albedo Země. Jsou to ještě významnější činitelé než sopečný prach - v atmosféře se udrží řádově desítky až stovky let - vztah mezi vulkanismem a klimatem .

Rozsáhlé erupce na Kamčatce - vzrůst polárních ledovců do té míry, že dosáhly okrajů moře

Svrchnoterciérní orogenetická činnost mohla významně ovlivnit atmosférickou cirkulaci.

Z klimatických modelů vyplývá, že v důsledku vyzdvižení rozsáhlých oblastí (západní USA, **Colorado**, **Himálaj** a **Tibetská plošina**) se původně vlhčí oblasti staly suššími a severní šířky chladnějšími.

**Vyzvednutí plošně rozsáhlých oblastí kontinentální kůry může vývoj klimatu ovlivnit následovně:**

- vyzvednutí oblastí nad regionální sněžnou linii (limit ledovce) umožňuje vznik ledovce (Centra hlavní kvartérní ledovcové akumulace na severní polokouli – těsně k oblastem ohraničujícím Atlantský oceán a Labradorské moře. Tyto oblasti byly vyzvednuty v terciéru až o 2 km).
- ovlivnění průběhu globální atmosférické cirkulace
- vzrůst zvětrávací rychlosti odstranění  $\text{CO}_2$  z atmosféry – chemické zvětrávání hornin výrazně spotřebovává množství  $\text{CO}_2$  v atmosféře = globální ochlazení



Pohled z Alte Prager Hütte na ledovec *Schlatenkees* a horu *Großvenediger*. Je zde patrná akumuláční a ablační oblast.



- **Tibetská plošina** - výzdvih asi o 5 km – **významný event v historii Země.**

Vlhké humidní klima na j. a jz. okraji - výjimečně rozsáhlé zvětrávací procesy

Vyzvednutí Tibetské plošiny zesílilo asijské monzunové větry, řízené zvýšenými teplotními rozdíly na plošině v zimě a v létě. Zimní chlad je zdůrazněn odtokem chladného vzduchu z náhorní plošiny.

- **Ganga a Indus** - odnos množství materiálu z Himálaje a Tibetu = zvýšená sedimentační rychlost v Indickém oceánu + **pohřbení množství organického materiálu (= další úbytek CO<sub>2</sub> z atmosféry)**

**Výzdvih oblasti – Colorado** – snižování erozní báze

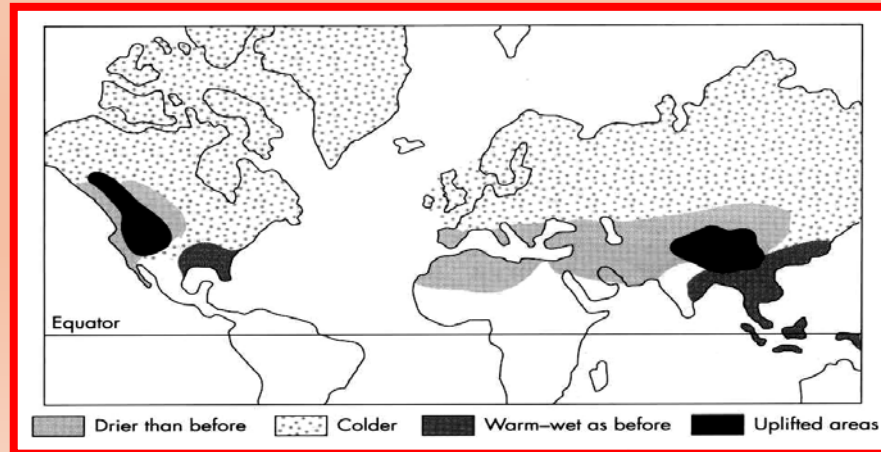
- hluboké kaňony řek - obrovský transport sedimentů, větrná eroze



V Severní Americe vyplynuly chladnější zimy z posunutí od převážně západních větrů k severním (od Z bariéra - vyzdvižené Kordillery) – kontinentalita, ochlazení

**Desetinásobný vzrůst prašnosti atmosféry**

ve vysokých severních zeměpisných šířkách v té době zapříčinil výrazné ochlazení zemského povrchu, které vedlo v době před 3,6 Ma a 2,6 Ma k vytvoření ledovců



Počítačový model změn klimatu v důsledku svrchnoterciárního výzdvihu Tibetské plošiny a západní Severní Ameriky.

# Kvartér

dřívější názory – trvání kvartéru asi 1 mil. let, na rozdíl od terciéru - přítomnost glaciálů  
nové výzkumy - vyšší zeměp. šířky postíženy glaciál. aktivitou dlouho před předpokládaným počátkem kvartéru - glaciální činnost ve svrchním terciéru Aljašky a Grónska

**Počátek kvartéru** báze mořského stupně **gelas** (angl. „Gelasian“) – 2,588 mil.

báze chronozóny magnetické polarity C2r (Matuyama)

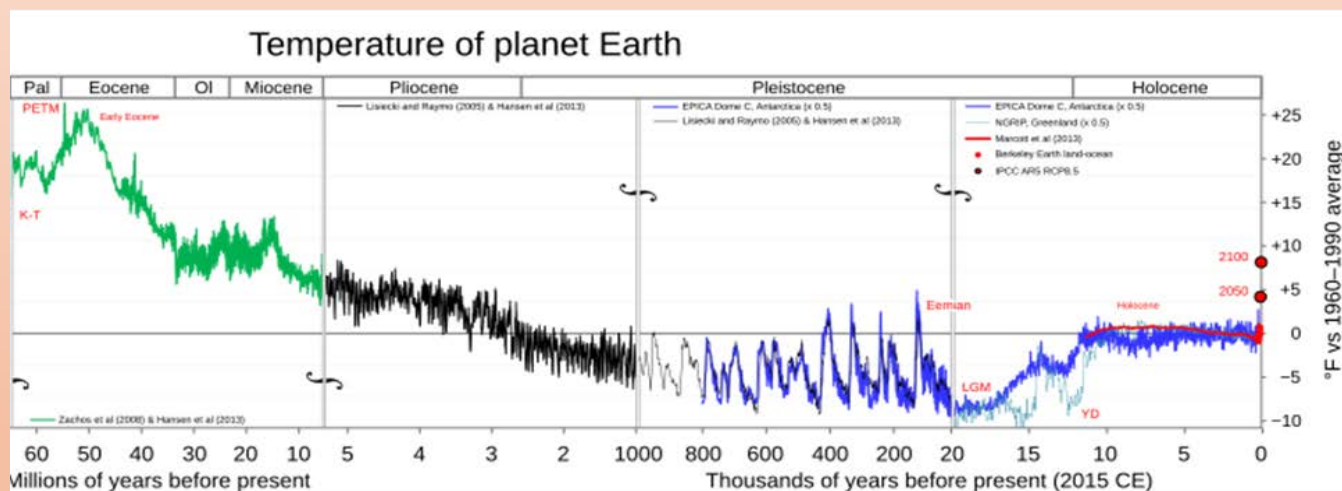
Nad ní vymírání vápnitých nanofosilií *Discoaster pentaradiatus* a *D. surculus*

Posledních 2,6 milionů let je celkově charakteristické velmi nízkými teplotami a dochází k poměrně rychlému střídání

- **dob ledových (glaciálů;** rozšiřování polárních ledovců do nižších zeměpisných šířek)
- **meziledových (interglaciálů;** razantní oteplení)

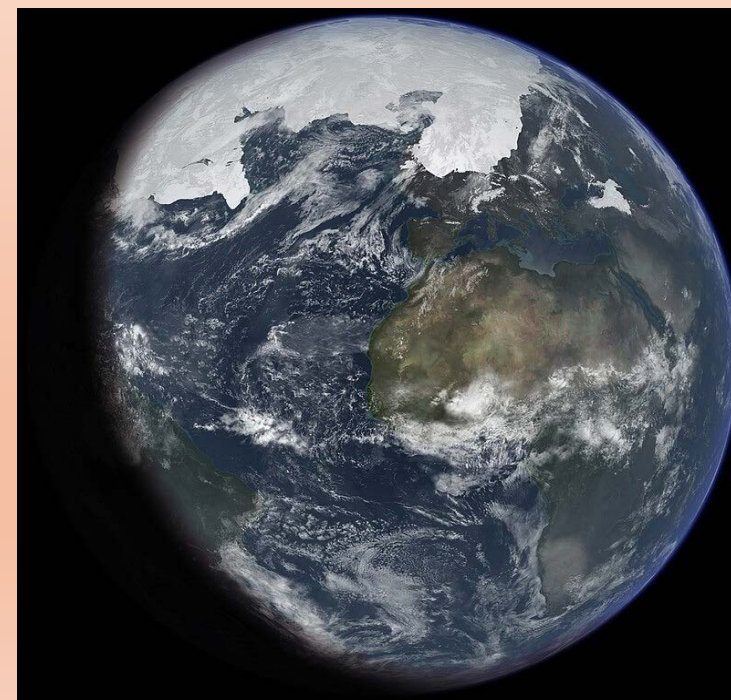


<https://www.wired.com/story/colossal-biosciences-mammoth/>



**Data z oceánských vrtů a polárních ledovců** - během posledního studeného cyklu bylo **podstatně méně atmosférického CO<sub>2</sub>** než během minulých nebo současného interglaciálu (Shackleton et al. 1983) a **podobně to bylo i s množstvím CH<sub>4</sub>**.

Z těsné paralely mezi množstvím CO<sub>2</sub> a teplotních profilů Antarktických ledovcových vrtů vyplývá, že množství CO<sub>2</sub> mohlo výrazně ovlivnit (zmírnit) dlouhotrvající klimatické změny způsobené vlivem astronomických faktorů (podobně i CH<sub>4</sub>).



<https://deeptimemaps.com/map-lists-thumbnails/global-series/>

Během **interglaciálů** – ve středních a vyšších zeměpisných šířkách neřádka vyšší teploty než dnes.

**Značné amplitudy klimatických oscilací** - rychlost jejich střídání a intenzita chladných období

V některých částech světa – **kolísání až o 15°C mezi teplými a studenými obdobími**

**změny velmi rychlé** – za posledních 800 000 let – celkem 10 plně glaciálních / interglaciálních cyklů

**hlbokomořské sedimenty - na 50 chladných (nebo glaciálních) výkyvů a odpovídající počet výkyvů teplých (interglaciálních) během kvartéru** (Shackleton et. al. 1990)



Trafalgar Square (Londýn) v době eemského interglaciálu.

## Klimatické změny

a) **střední a vyšší zeměpisné šířky** – růst a ústup ledovců a údolních ledovců, oblasti ovlivněné periglaciálním (chladným) klimatem expandovaly nebo ustupovaly. Posun teplotních pásem až 30 šířkových stupňů..

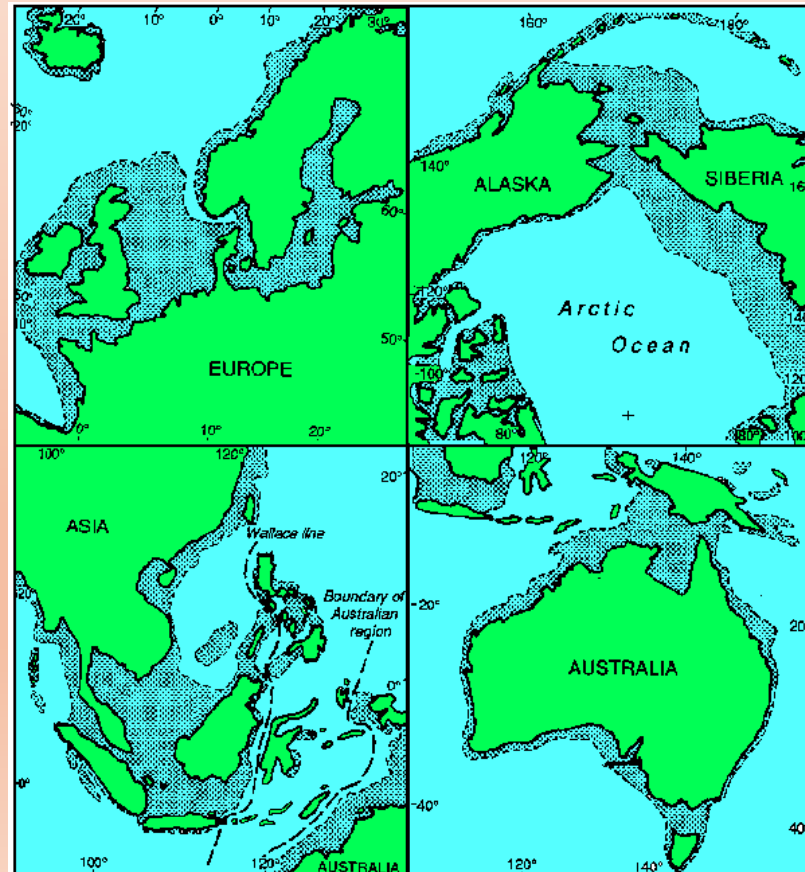
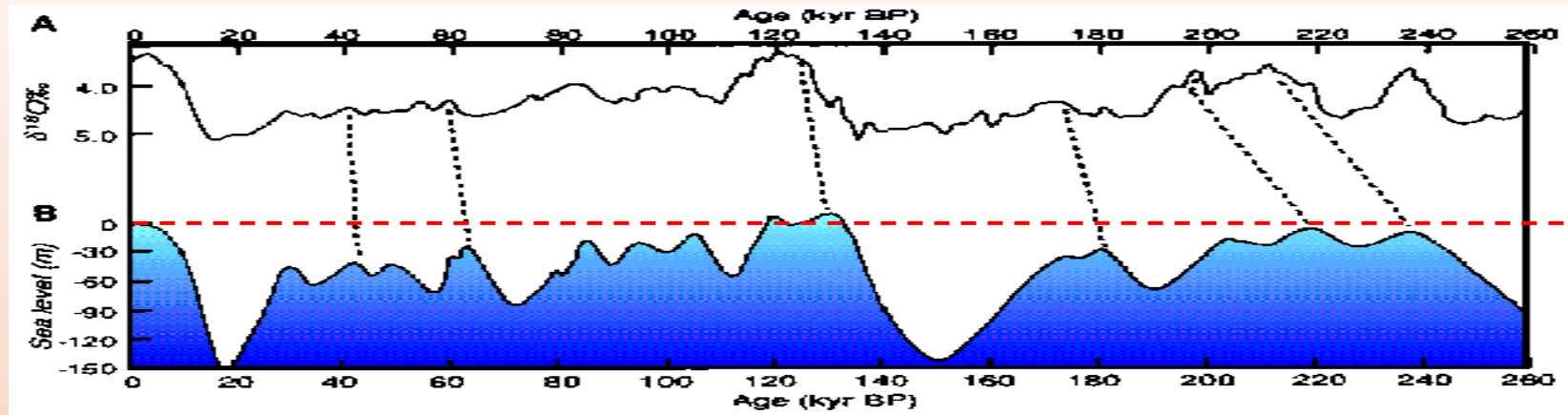
b) **nižší zeměp. šířky** – okraje pouští a savan se posouvaly až o několik stupňů (důsledek střídání aridních a humidních fází). Tropický humidní pás - v ledových dobách zúžení až na refugia, v meziledových dobách rozšiřování i přes své dnešní hranice

**Změny teplot a srážkové činnosti - změny vodních režimů řek, pedogenetických procesů, kolísání hladiny moře až o 150 m**

(!), rostliny a živočichové se přizpůsobovali tomuto měnícímu se klimatu

Nejmladší období - **holocén** – oteplování po skončení posledního glaciálu, **postupný vliv člověka na krajinu**

# Výška hladiny oceánu během Kvartéru (současná hladina 0)



Konfigurace pobřeží v periodě největšího rozsahu zalednění (wisla - würm)

GEOLOGICKÉ OBDOBÍ	KONTINENTÁLNÍ ZALEDNĚNÍ SEV. EVROPY	HORSKÉ ZALEDNĚNÍ ALP	STÁŘÍ (MILIONY LET)
svrchní	Weichsel (glaciál)	Würm (3 stadiály)	0,129
	Eem (interglaciál)	Riss/Würm	
chiban	Saale (glaciál)	Riss (3 stadiály)	0,774
	Holstein (interglaciál)	Mindel/Riss	
	Elster (glaciál)	Mindel (2stadiály)	
Pleistocén	Cromer (několik gl. a igl.)	Haslach	1,80
	Bavel (několik gl. a ingl.)	Günz/Mindel	
		Günz (2 stadiály)	
	calabr	Donau/Günz	
gelas	Menap (glaciál)	Donau (3 stadiály)	2,58
	Waal (interglaciál)		
	Eburon (glaciál)		

První badatelé si k pojmenování glaciálů vybrali jména řek, které stékají z Alp a vytváří přítoky řeky Dunaj.

První rozlišenou dobou ledovou byla ledová doba **dunajská- Donau**. Následující - **Günz, Mindel, Riss** a poslední pátou **Würm**.

Vedle horských (alpských) dob ledových rozeznávají vědci i **severské (kontinentální) zalednění** (glaciály) – viz. Mezinárodní stupnice

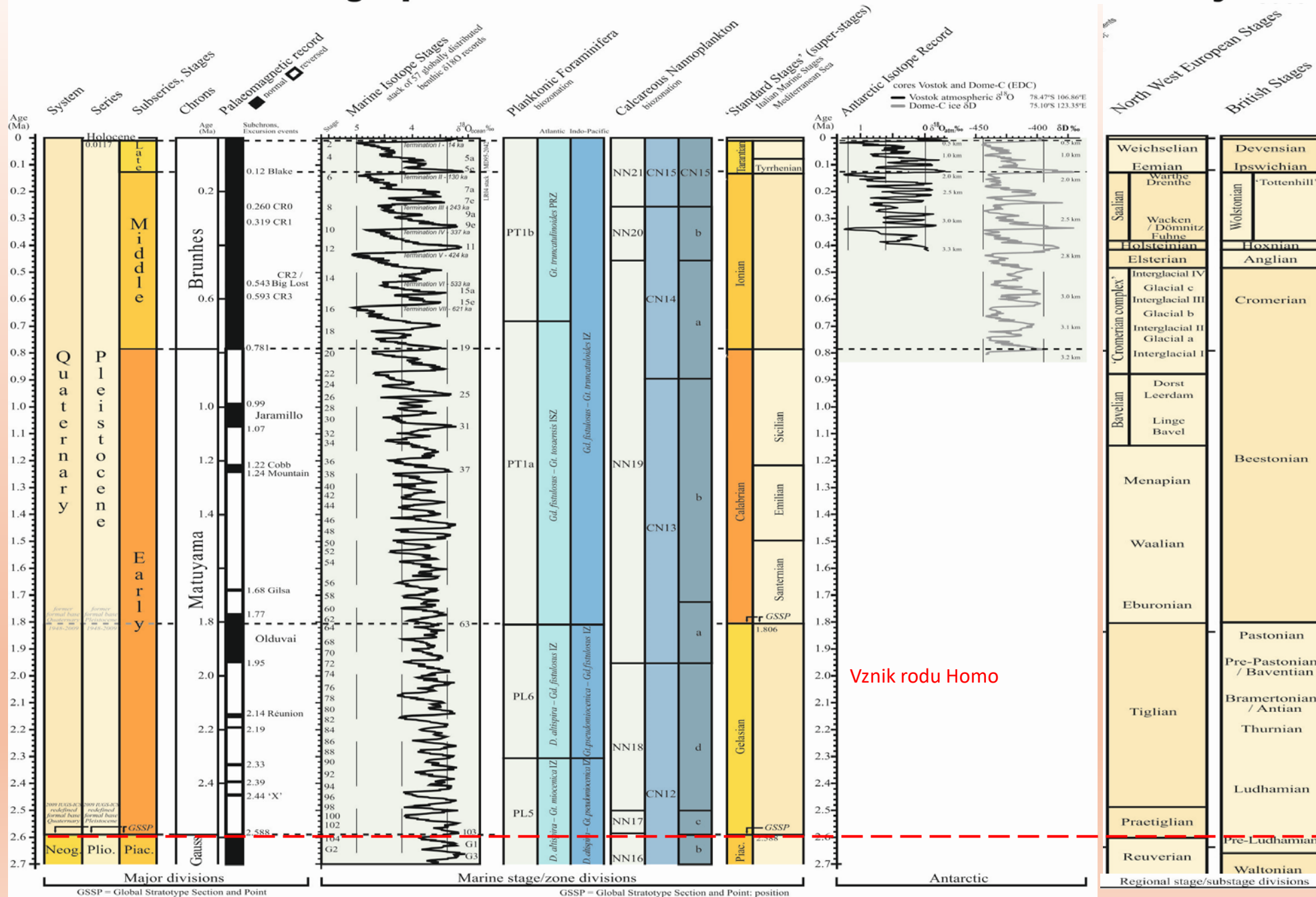
pozdější výzkumy, zejména W. Soergela (1939) však ukázaly, že toto členění dob ledových je příliš hrubé - glaciály lze rozčlenit na **období náporu zalednění** (stadiály) a **teplejší mezidobí** (interstadiály). Jednotlivé stadiály mají číselné indexy

Ve Středozeří, které mělo mírné až subtropické klima, pak kulminovaly **pluviály**, vlhká období.

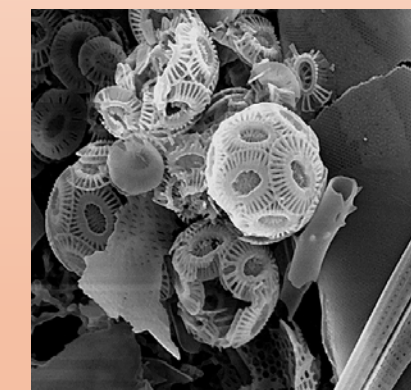




# Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years



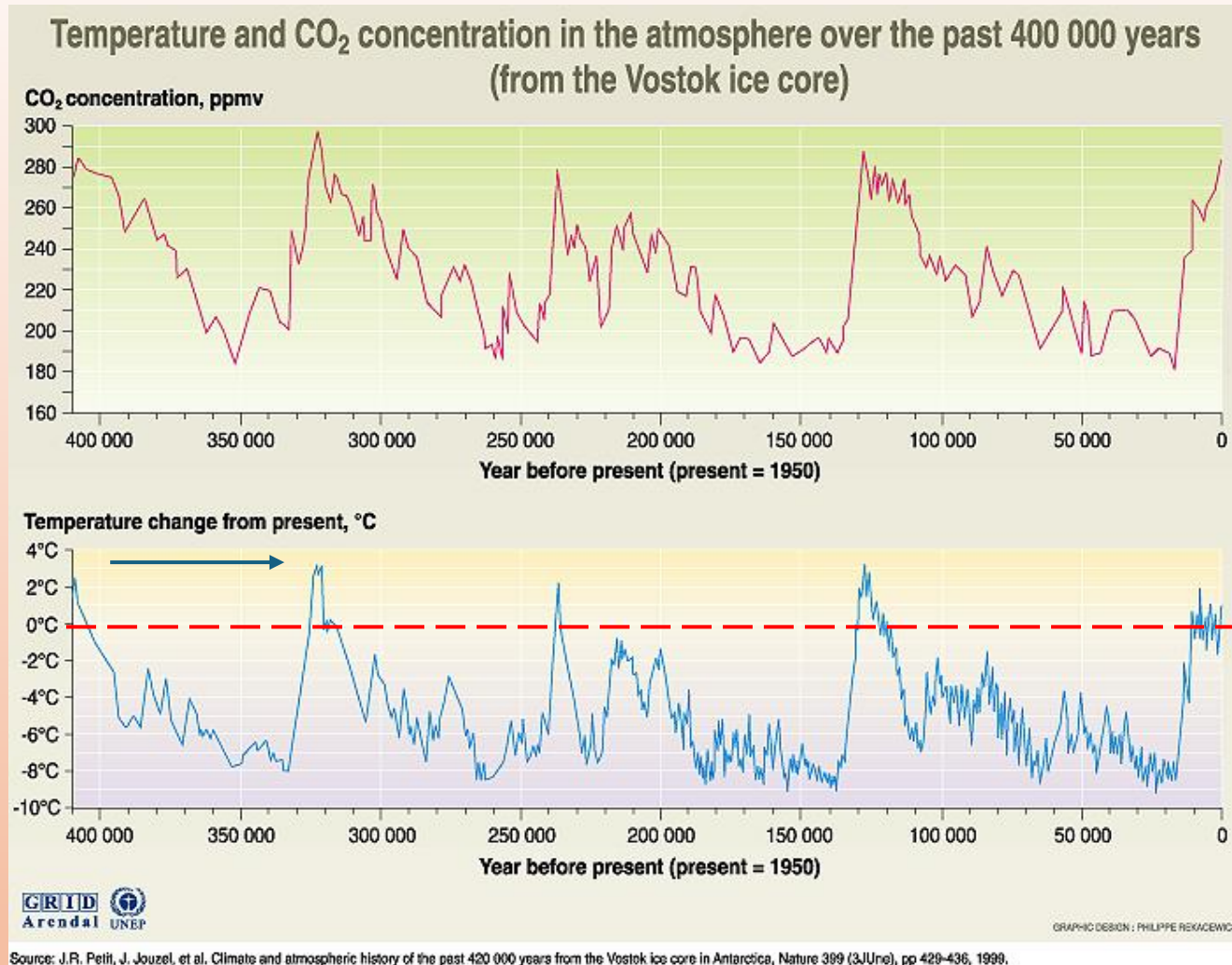
*Globigerina*



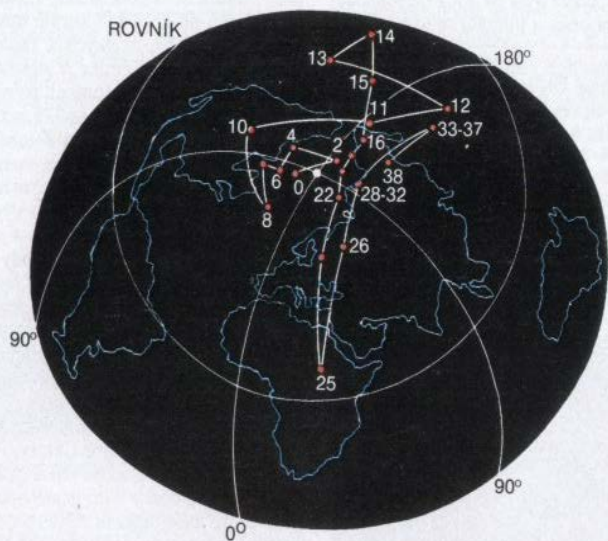
*Emiliana huxleyi*

Vznik rodu Homo

Vrt Vostok - antarktickým ledovcem dosáhl hladiny subglaciálního jezera Vostok.



Interglaciály trvají kratší dobu než glaciály.  
Zatímco nástup glaciálu je pozvolný a pomalý,  
jeho konec spojený s prudkým oteplením a rychlým táním ledovců je pak rychlý.



Poloha magnetického pólu se mění jak v krátkodobých, tak dlouhodobých intervalech. Obrázek dokumentuje, jak putoval severní pól za posledních 38 000 let. Čísla udávají tisíce let před naší přítomností /nula tedy reprezentuje současnost/.

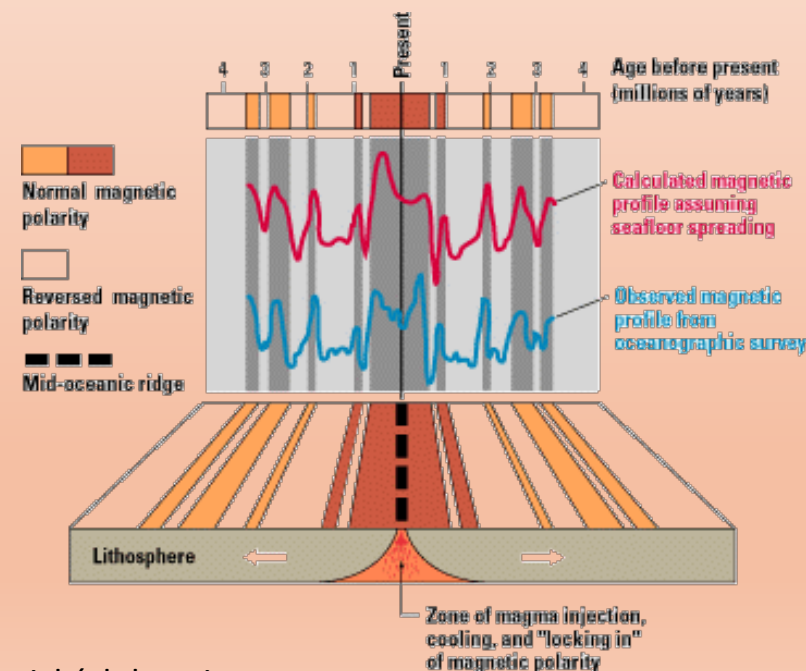
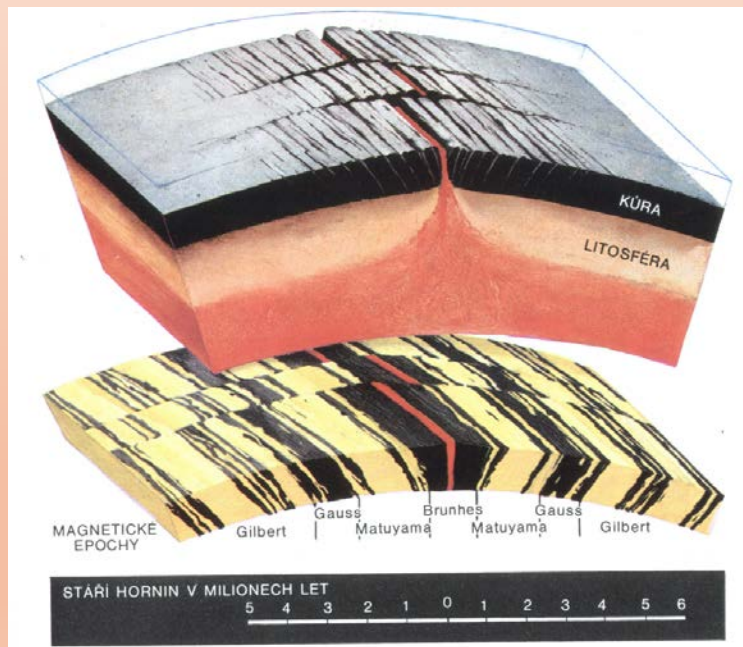
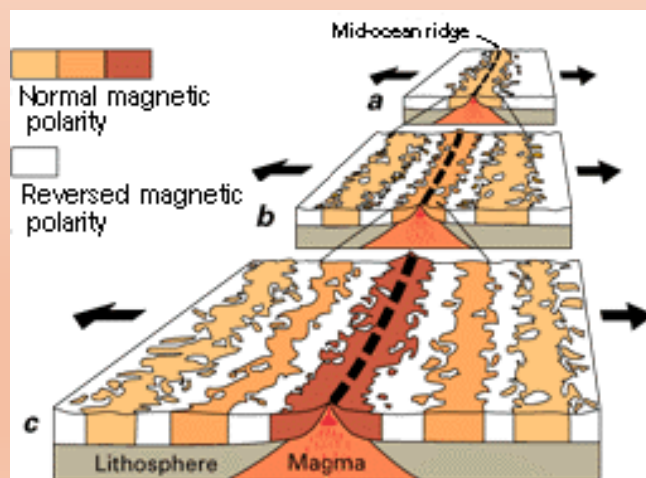
**Magnetické pole Země** – vytváří se elektrickým proudem vznikajícím prouděním tekutého vnějšího zemského jádra mezi pevným vnitřním jádrem planety a zemským pláštěm - geodynamo. Chrání povrch planety před kosmickým zářením  
Geomagnetické pole je v čase proměnlivé a to nejen v síle, ale i v polaritě - **přepólování**, která se v minulosti často měnila. Ke změnám polarity, které samotné trvají tisíce let, dochází nepravidelně (zhruba několika desítkách tisíc let)

## Inverze magnetického pole

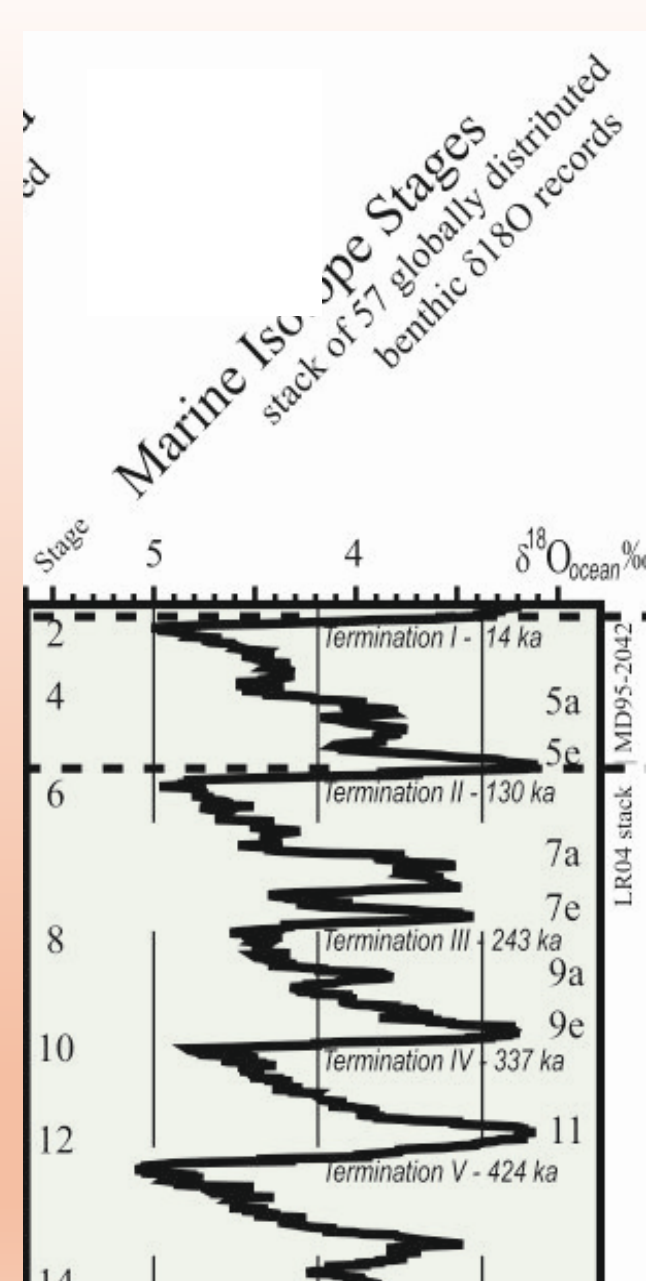
Metoda je založena na magnetizaci kovových částic v horninách – částice se namagnetují během vychládání magmatu ve směru převládajícího geomagnetického pole a vykazují vlastní magnetismus (sekundární zbytkové magnetizace)  
Nebo v sedimentárních horninách, kde se částice orientují během ukládání z média

## Divergentní rozhraní litosférických desek

– desky se vzdalují, jsou odtačovány vystupujícím magmatem

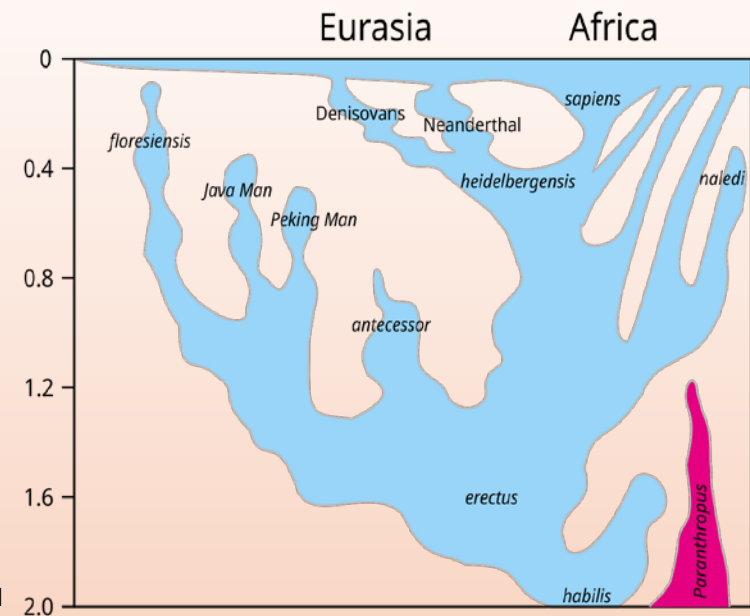


Podél středooceánských hřbetů lze pozorovat pásma magmatických hornin, s inverzně a normálně zmagetovanými minerály. Tyto pásy jsou symetrické podél osy hřbetu



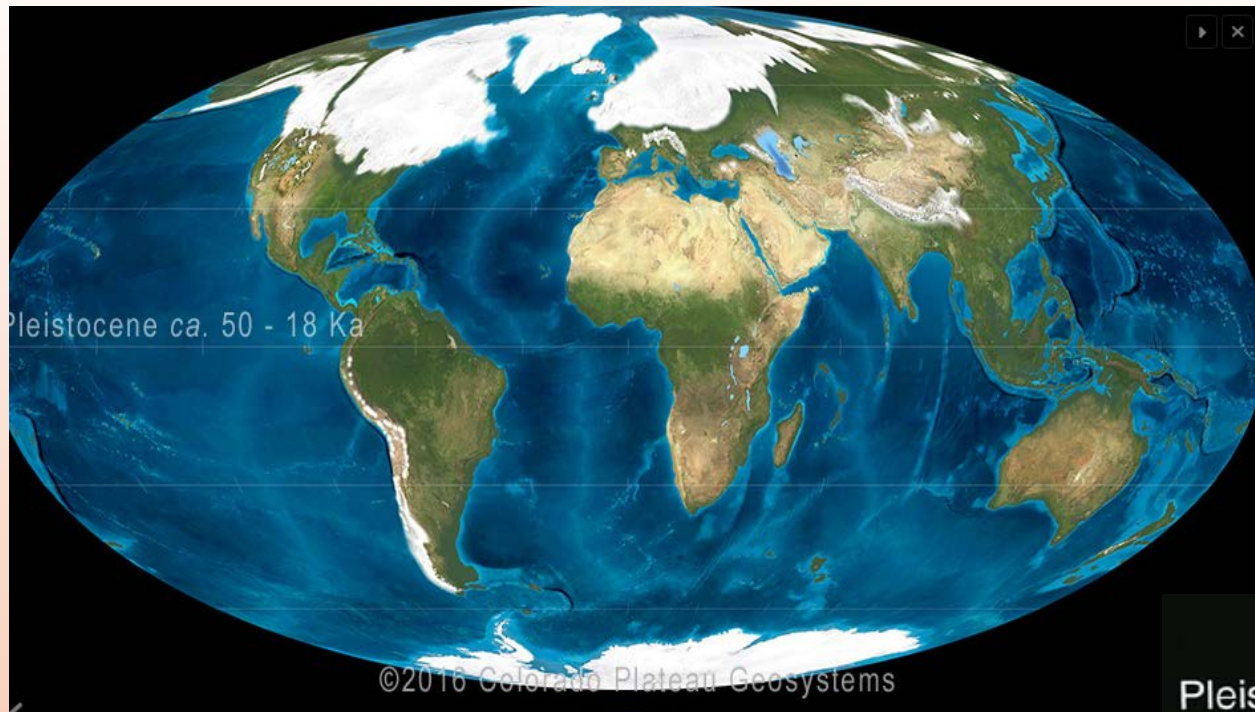
Marinní izotopové stupně - podle hodnoty  $\delta^{18}\text{O}$ :  
Ledovcový vrt Vostok zachytil led do stůří cca 400 000let,  
starší stupně na základě složení schránek mořských organismů

- **MIS 1** - 11 000 - konec mlašího Dryasu, začátek holocénu dodnes
- **MIS 2** - 24 000 - období posledního glaciálního maxima - Last Glacial Maximum
- **MIS 3** - 60 000
- **MIS 4** - 71 (74) 000 - svrchní paleolit, jeskynní kresby, postupně mizí neandertalci
- **MIS 5** - 130 000, interglaciál Eem - rozdělený: a- e: podobný MIS 11, stabilní obdobně jako holocén, na severní polokouli obdobné průměrné roční teploty, ale vyšší sezonalita, nejvyšší teplota před 125,000 - stř. Evropa o 1-3°C tepleji než dnes, hranice lesa nad polárním kruhem - dnes tundra, jižně od Alp - o 1-2°C chladněji než dnes
- MIS 6 - 190 000 - počátek středního paleolitu
- MIS 7 - 244 000
- MIS 8 - 301 000 - glaciál Saale
- **MIS 9** - 334 000 - interglaciál Holstein - vyšší mořské hladiny, na Britských ostrovech místně
- MIS 10 - 364 000 +
- MIS 11 - 427 000, - interglaciál Holstein - nejpodobnější současnosti MIS1 - složení atmosféry jako před průmyslovou revolucí, největší deglaciace, teplejší moře ve vyšších zem. šířkách - expanze korálových rifů - zvýšená akumulace karbonátů, bloomy Ca nannoplanktonu, **vyšší hladina oceánu než dnes**



Výzkumy neandertálské DNA extrahované z koster, indikují, že poslední společný předek neandertálců a moderních lidí žil před 700 000 lety a k definitivnímu rozštěpení obou druhů došlo zhruba před 370 000 lety. (Mohlo to ale být už před 800 000 lety.) Do té doby také spadá doložené využívání ohně neandrtálci.

Homo heidelbergensis byl v Evropě záhy konfrontován s prudkými klimatickými výkyvy charakterizujícími nástup dob ledových. Stáří společného ženského předka všech neandertálců odpovídá vrcholu tzv. mindelského (elsterského) glaciálu, kdy se v Evropě objevují první hominidé se zárodečnými neandertálskými rysy. **Ve své typické podobě se neandertálci vynořují na konci dalšího (risského/saalského) glaciálu před 130 000 lety.**

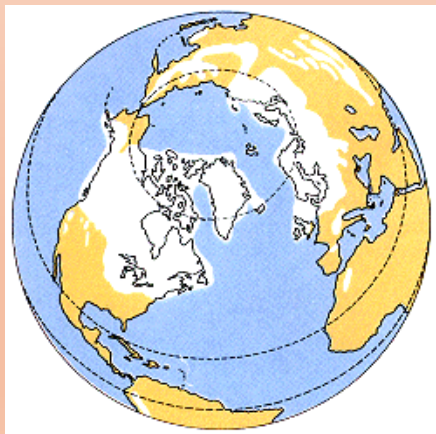


## Paleogeografie v pleistocénu

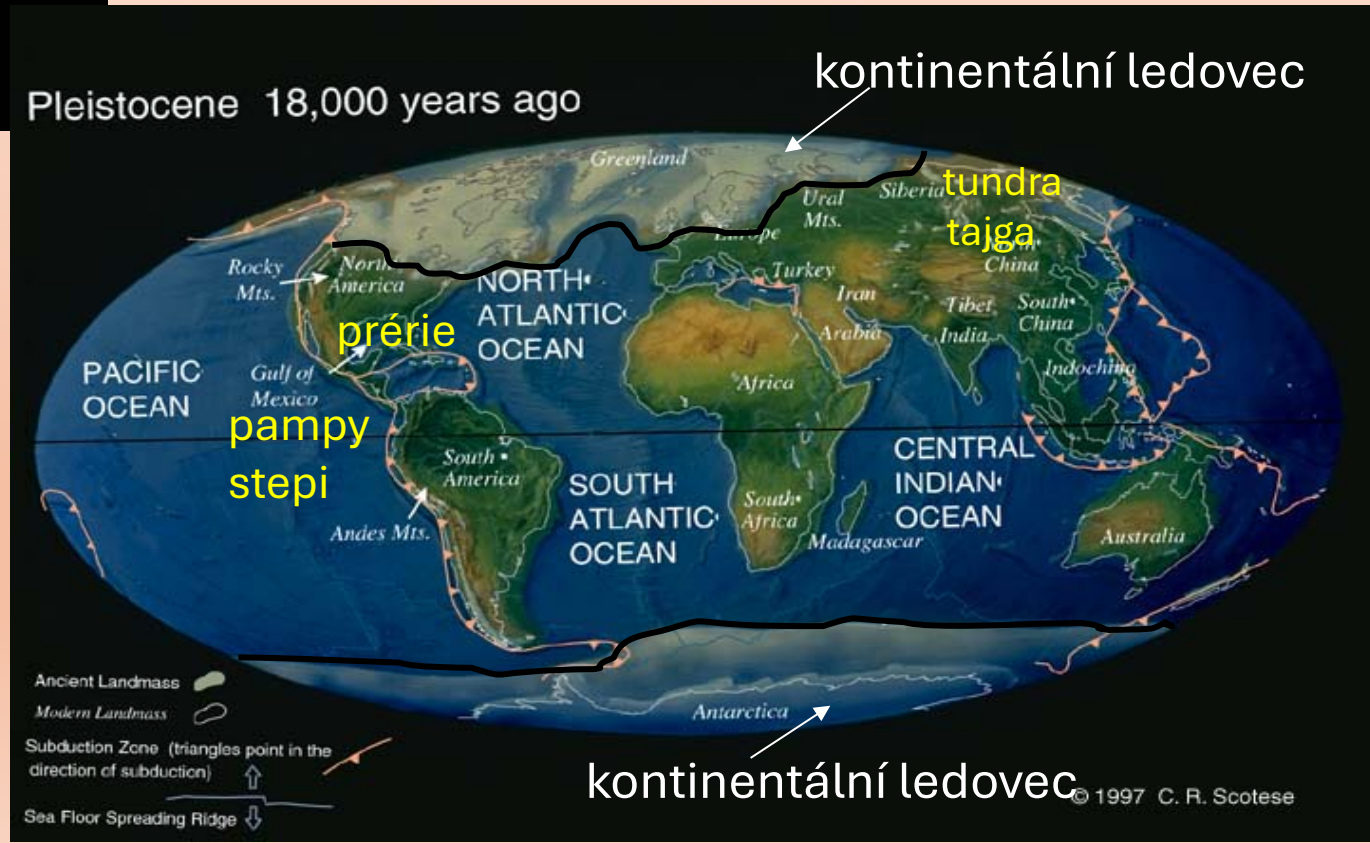
V nejsilnějším glaciálu – wisla  
-zaledněno až 30% povrchu země

©2016 Colorado Plateau Geosystems

Maximální rozšíření kontinentálních ledovců před 50 – 18 tisíci lety



Části Aljašky a Sibiře nebyly zaledněné v důsledku nedostatku srážek – Není dost vody k akumulaci ledu .



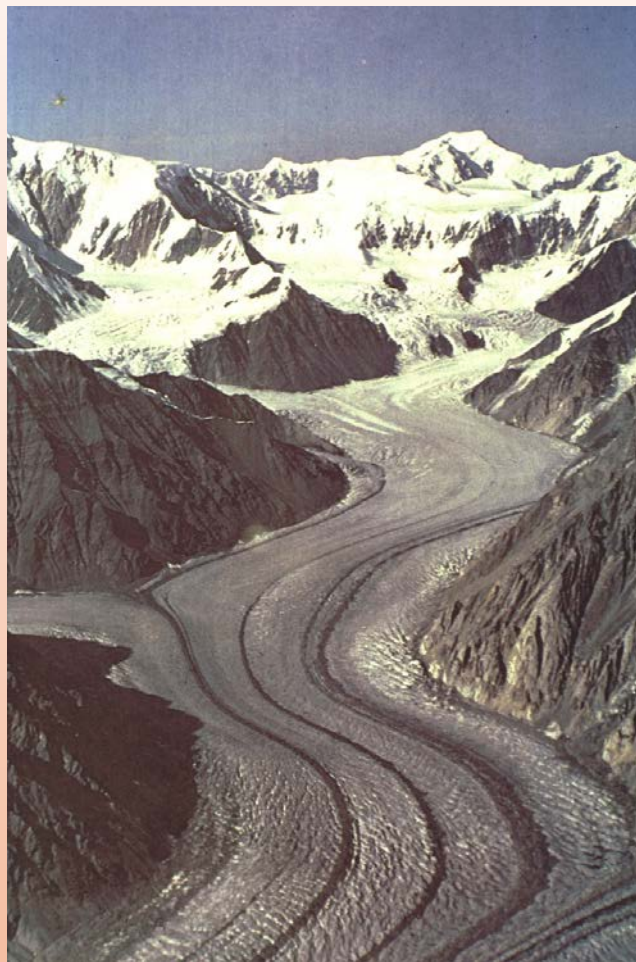
© 1997 C. R. Scotese



- **Kryosféra: ledovce, permafrost, mořský led**

### Ledovce

kontinentální x horské



Vznik morén – nesený horninový materiál, nebo tlačení před čelem



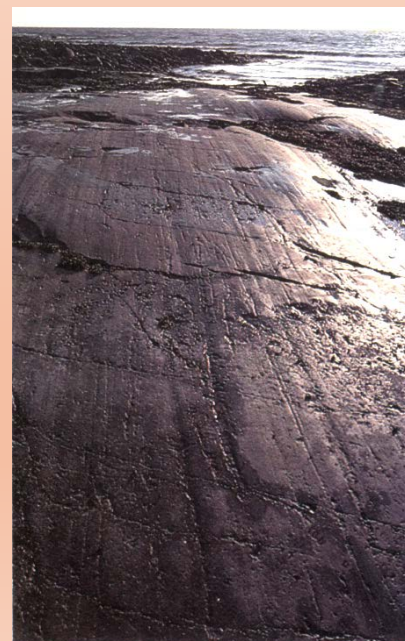
Materiál morény – till  
netříděný

souvky



Ledovcové ohlazy

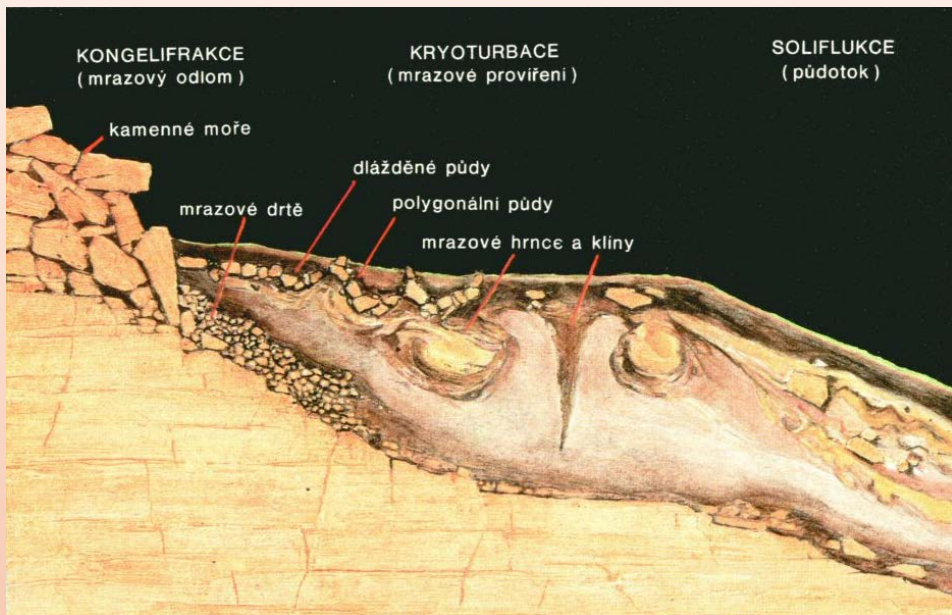
### Modelace krajiny



Kryoplanační terasy - Krkonoše



Jevy periglaciální – velmi chladné klima  
 půdní led – zvířené, dlážděné půdy,  
 permafrost  
 málo vegetace – zvýšená eroze zejména větrem

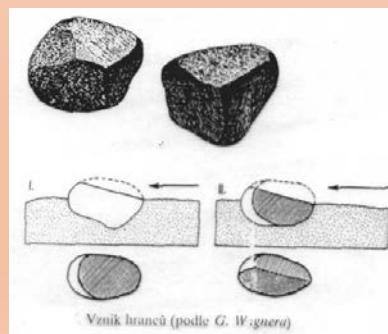


kamenná moře

**Permafrost** ( věčně nebo dlouhodobě zmrzlá půda) je hornina, zvětralina nebo i půda, jejíž teplota je po dobu dvou či více let nižší než 0 °C. Mocnost permafrostu dosahuje až několika stovek metrů. Obsahuje velké množství rozložené biomasy. S postupným odtáváním permafrostu se do atmosféry uvolňují plyny jako metan nebo oxid uhličitý – zvyšování skleníkového efektu



Degradace permafrostu na pobřeží Aljašky (2017)



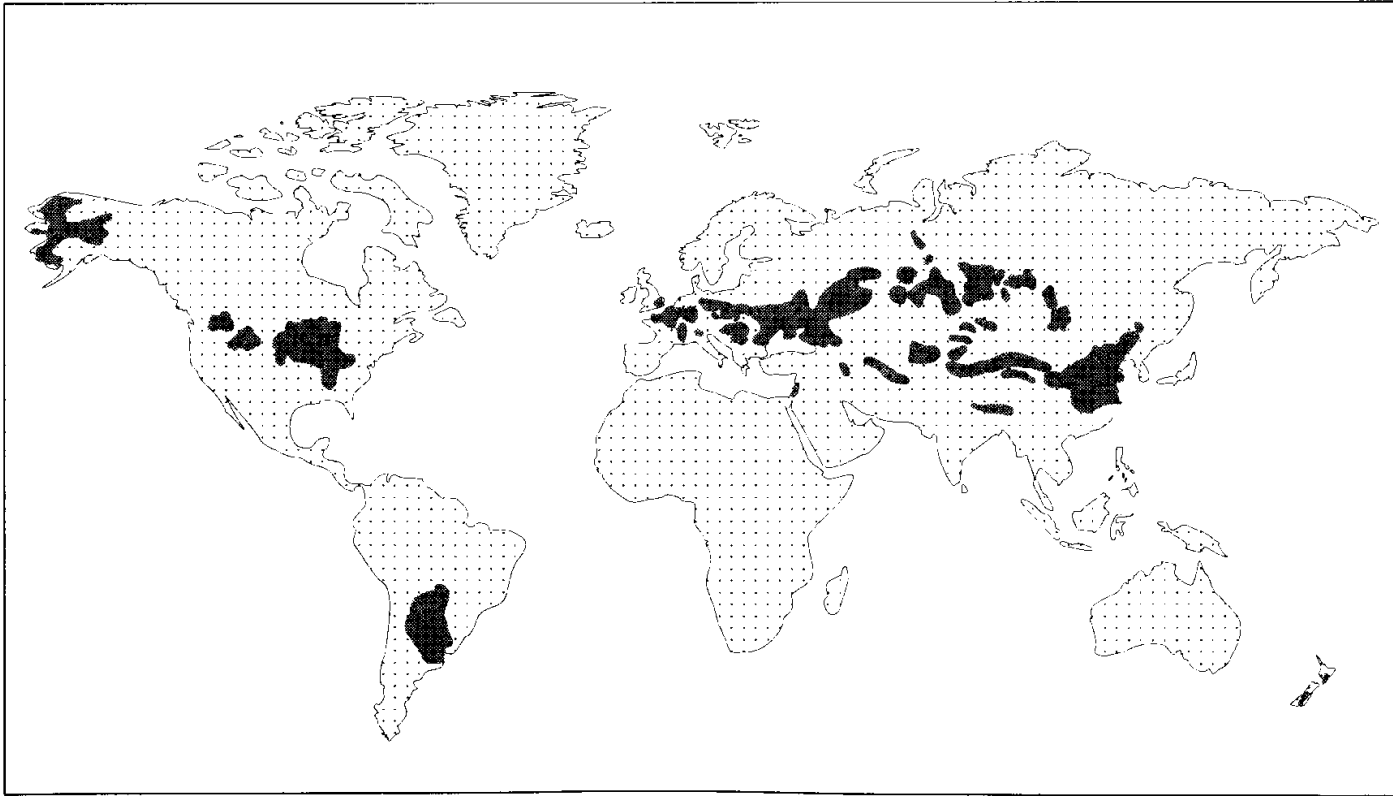
Zvířené půdy – polygonální



Soliflukci rozvlečené fosilní půdy – půdotok – rozmrzlá tenká vrstva nasycená vodou stéká po zmrzlém podkladu

Hrance a bludné (eratické) balvany

## Suché chladné klima – prachové bouře – akumulace spraše



### Světové rozšíření spraší

**Čína** - nejkompletnější sprašová souvrství na světě, vrstevní sledy zachycující posledních více než 2 miliony let.

Liang – Čína – velká čínská  
sprašová tabule

## Váté písky



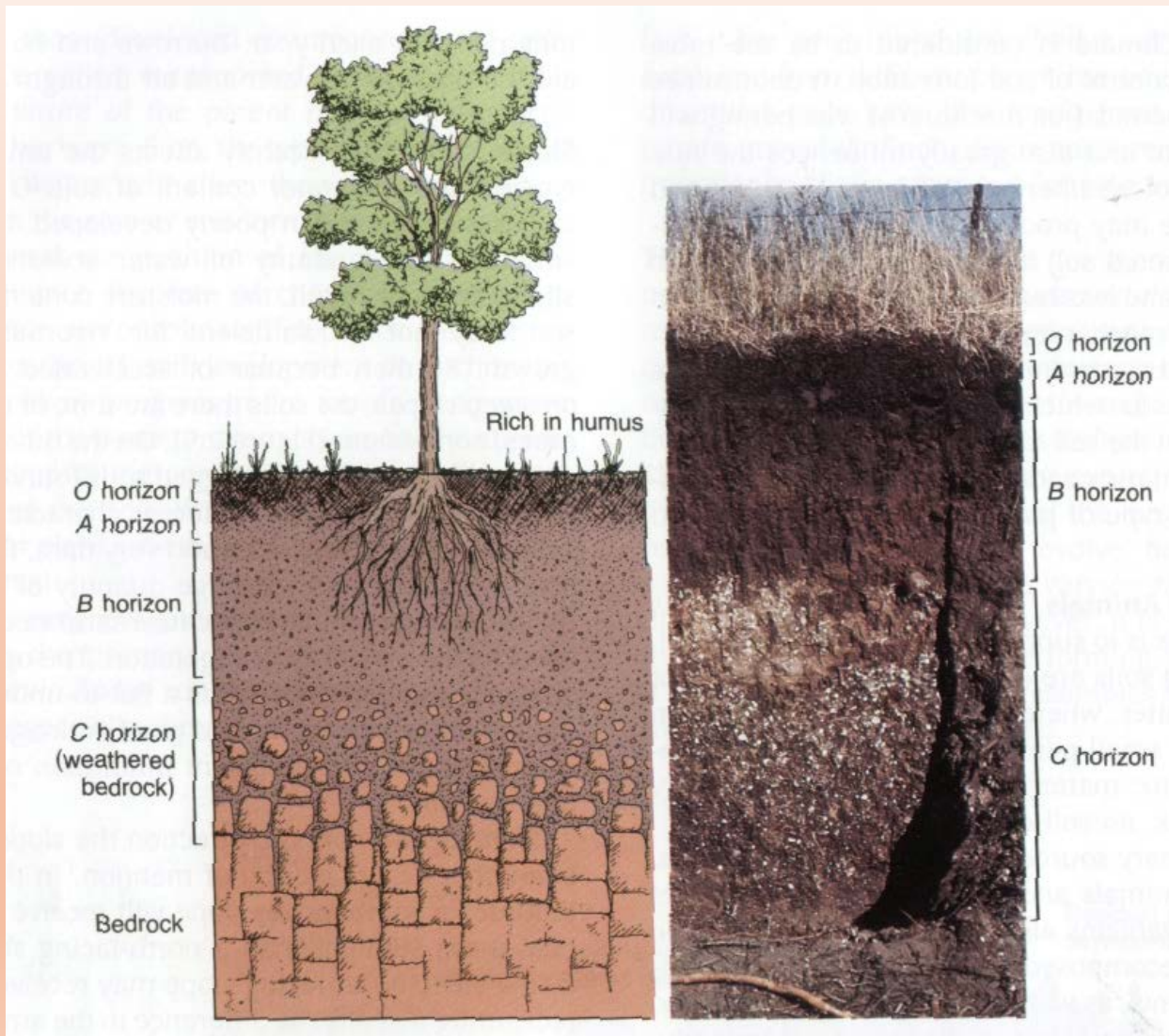
Písčité duny - písky pocházejí ze sedimentů řeky Moravy, které vyvátý v glaciálech. Místa dosahují mocnosti až 30 metrů – území Moravské Sahary

V minulosti zdejší oblast sloužila především pasterectví, takže došlo k výraznému odlesnění celého okolí. Na konci 18. století se tady vytvořily dokonce pohyblivé písčité duny – nezdídka se tomuto kraji dodnes říkává Moravská Sahara. Borové lesy, vysázené do původních dubových porostů koncem 19. století, spoutaly zdejší pohyblivé písečné přesypy, které ohrožovaly i okolní pole.

<https://www.kudyznudy.cz/aktivity/vate-pisky-u-bzence-moravska-sahara>



Interglaciály – vyšší teplota i humidita tvorba půd –  
Rozvětrané horniny + živé i mrtvé organismy



půdní horizonty střídající se s vrstvami spraší  
Střídání glaciálů a interglaciálů  
Mělčany, j. od Brna

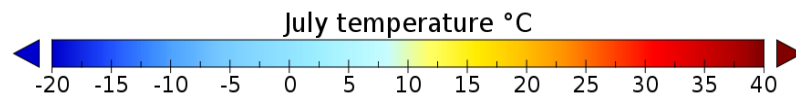
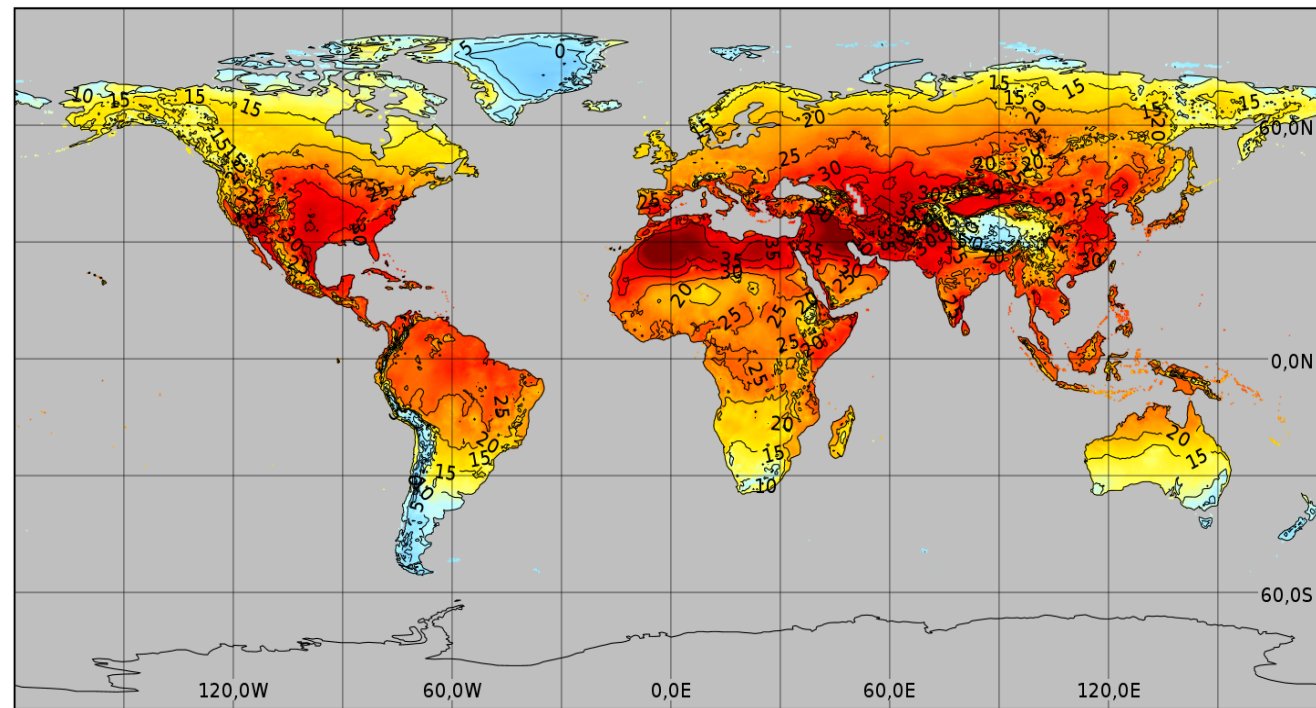


Sprašová rokle Zeměchy – (u Kralup) zhruba 450 m dlouhá a v průměru 15 m hluboká erozní rokle, vzniklá v mohutných vrstvách spraše.

Stratigrafický profil mezi starším a mladším pleistocénem, v jehož vrstvách je možné pozorovat pohřbené půdy - černozem. Spraš se zde ukládala více než 200 000 let

## July average temperature at Last Interglacial (Eem)

according of Bliesner et al 2008



Poslední doba meziledová, tzv. eemský či riss-würmský interglaciál, nastala zhruba před 130 tisíci a skončila zhruba před 115 tisíci lety.

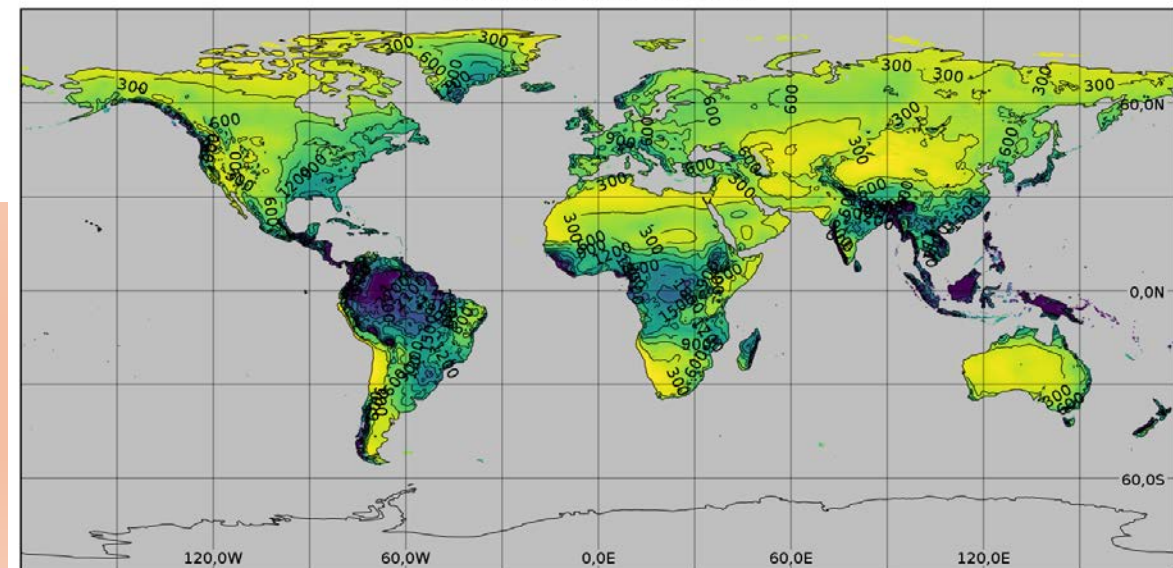
Nazváno podle holandské řeky Eem, v jejímž korytě byly roku 1875 nalezeny ulity mořských plžů rodu *Bittium*, kteří se vyskytují ve Středozemním moři – tzn. že v té době muselo být klima teplejší než dnes a hladina moře výše

**Zde v eemském období byla průměrná globální teplota nejméně o 5 °C vyšší než v holocénu.** Ledovců bylo méně, hranice lesa ležela zhruba o 600 km severněji, hladina světového **oceánu** mohla být až o **osm metrů výše** (údolí řeky Eem proto bylo zaplaveno mořem).

V Evropě lesní i stepní biomy, Středoevropskou vegetaci tvořily převážně jilm, habr, dub, bříza a líška, fauna zahrnovala vedle jelenů a medvědů také slony a nosorožce.

Velký rozmach v této době zažila populace neandertálců.

Annual precipitation, Eem interglacial  
according of Bliesner et al 2008



# Jak kdysi vypadala Evropa

Na konci poslední doby ledové tvořila Británie severozápadní výspu ledového světadílu. Vlivem oteplování se odkryla rozsáhlá plocha kontinentálního šelfu, na níž se pak mohli usídlit lidé. Při dalším oteplování však stoupající moře postupně zaplavovalo nízko položená území. Zhruba před 8 200 let se po katastrofickém výlití vody ze severoamerického ledovcového jezera a vlně cunami vyvolané podmořským sesuvem u Norska ocitlo pod vodou i to, co z Doggerlandu ještě zůstalo.

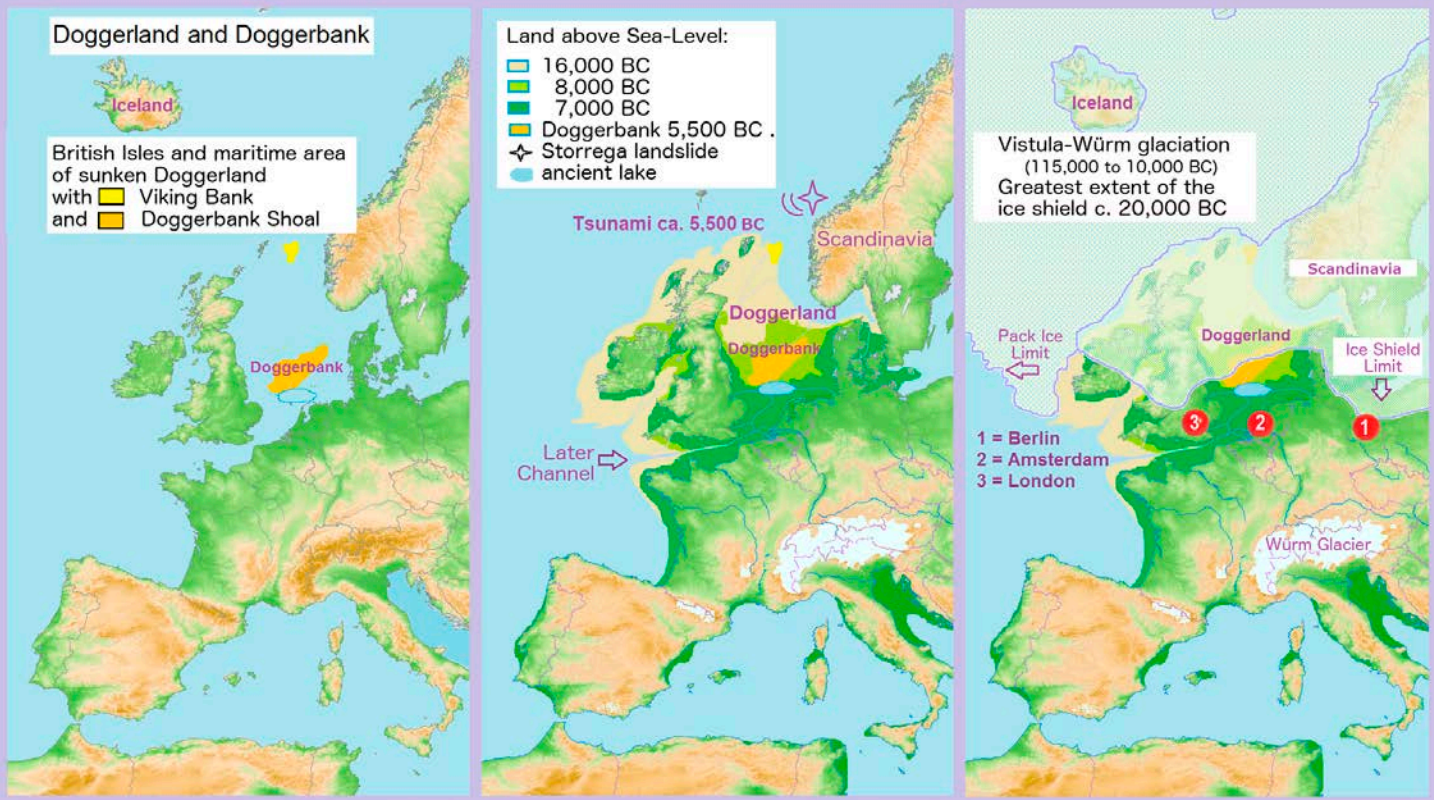
## Kontinentální Evropa nad mořskou hladinou

- 16 000 PR. N. L.
- 8 000 PR. N. L.
- 7 000 PR. N. L.
- pevnina dnes



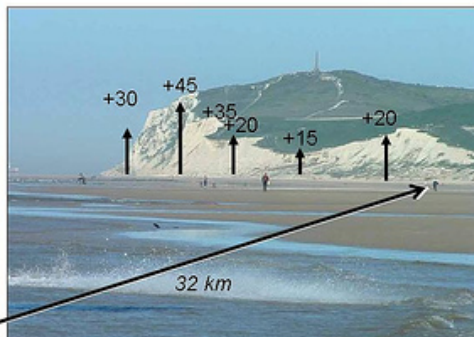
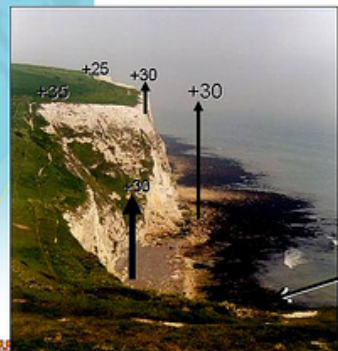
Pravěká pobřeží, zalednění a toky řeky jsou zakresleny jen přibližně  
 WILLIAM E. MCNULTY A JEROME N. COOKSON, NG  
 ZDROJE: SIMON FITCH A VINCENT GATFORDY, UNIVERSITY OF BIRMINGHAM, VELKÁ BRITÁNIE, NORTH SEA PALEOLANDSCAPES PROJECT

Doggerland – zmizelá – zaplavená pevnina mezi britskými ostrovy a Skandinávií –  
 Znamé jsou archeologické nálezy, rekonstruovaná říční síť –  
 Předpoklad opouštění stanovišť ve spěchu



## Strait of Dover - Pas de Calais

DOVER, England

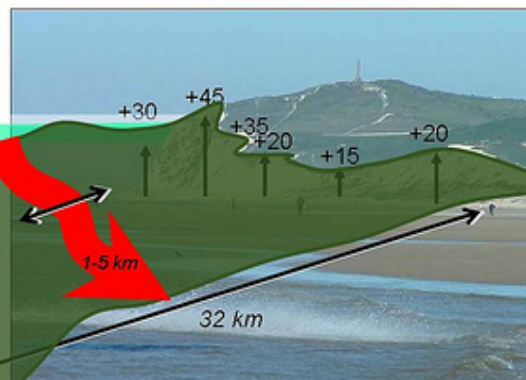
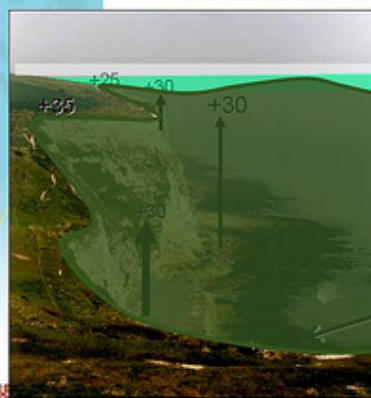


CALAIS, France

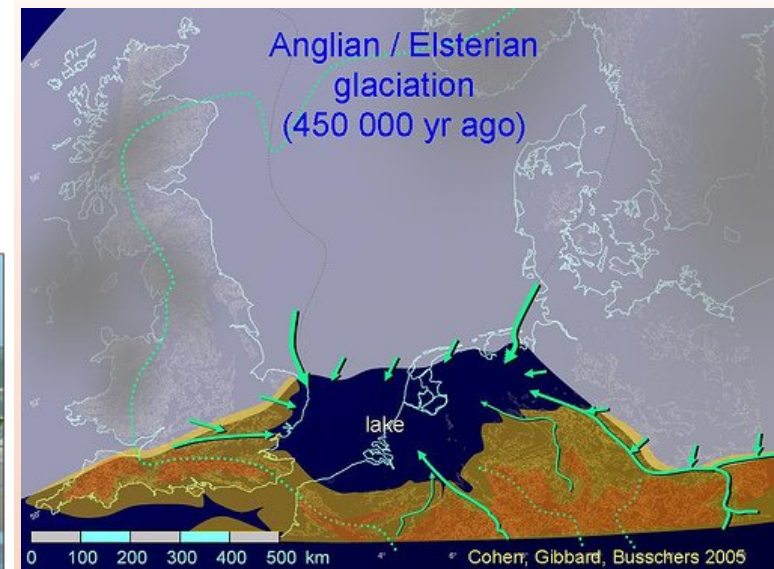
## Strait of Dover - Pas de Calais

Col ridge height: ~25 - 30 m

DOVER, England



CALAIS, France

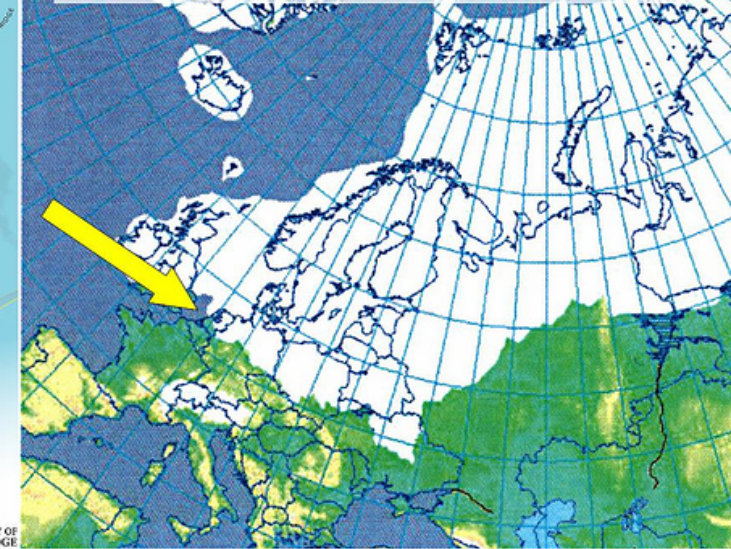


Channel megafloods  
- how they might have looked!



Lamanšský průliv (francouzsky La Manche, anglicky English Channel) – existuje více než 50 milionů let.  
Asi před 600 000 lety existovala pozemní bariéra - hřeben Weald-Artois, který spojoval Británii s evropským kontinentem (asi o 30 metrů výše než tehdejší hladina moře), za ním ledovcové jezero v Doverském průlivu. Během chladných období až do doby před 500 000 lety byly dno Lamanšského průlivu a jih Severního moře odvodňovány samostatnými říčními systémy.  
Někdy, pravděpodobně před 425 000 lety a znovu asi o 225 000 let později, bariéra selhala nebo byla překonána - katastrofální povodeň, která trvale odklonila Rýn do Lamanšského průlivu.

Saalian glaciation (~160 000 yr ago)





# Kvartérní klimatický cyklus

- klimatický cyklus odráží změny v sedimentaci, tvorbu půd, vznik určitých rostlinných a živočišných společenstev
- jednotlivé sledy se opakují, vytváří **klimatický cyklus**
- základní cyklus vždy začíná určitým teplým obdobím, následuje studené

## 1. fáze

- **kataglaciální fáze (závěr glaciálu, časný interglaciál) – rychlé oteplování, rozvoj vegetace**
- **tání permafrostu**, intenzivní svahové a fluviální periglaciální procesy, zeslabování mrazového zvětrávání hornin
- vyznívání sprašové sedimentace, zánik geliflukce
- vývoj meandrujících řek

## 2. fáze

- teplé a vlhké **interglaciální období**, humidní morfogeneze
- tvorba lesních parahnědozemí na spraších
- rozšíření vegetace
- **zeslabení svahových a fluviálních procesů, ustávání eolické činnosti, erozní + sedimentační klid**

## 3. fáze

- dlouhé **anaglaciální období** – řada teplých a studených výkyvů, celkové ochlazení, aridizace
- úbytek lesní vegetace
- mrazové zvětrávání, svahové procesy, promrzání, permafrost
- převaha divočících a anastomózních vodních toků, na počátku laterální eroze, termoeroze
- ukládání mocných poloh štěrků a písků, vznik syngenetických ledových klínů

## 4. fáze

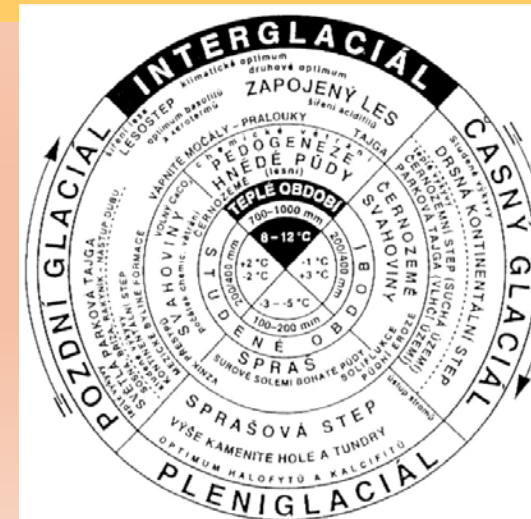
- **pokračující ochlazování klimatu, rozšiřování studených stepí, hodně ukládání spraše**

## 5. fáze

- **ochlazování**, pokračování periglaciálních geomorfologických procesů, permafrost
- intenzivní mrazové zvětrávání, geliflukce, plošný splach, všechny kryogenní struktury
- tundrová vegetace
- převaha divočících a anastomózních řek, místy sprašová sedimentace
- akumulace štěrků a písků v údolích, na svazích akumulace zvrstvených sutí

## 6. fáze

- **hlavní sprašové období pleniglaciálu**, mocné pokryvy spraší
- suché klima
- permafrost s nejnižší teplotou a největší hloubkou
- vývoj sprašové stepi a tundry, v nejvyšších polohách studené pouště
- rozsáhlá tvorba mrazových klínů, fluviální sedimentace zpomalená



**Hominidi** – 30 tis. – vytlačení posledních neandertálců moderním člověkem

### Masové vymírání velkých savců

**14 tis.** – počátek ústupu ledovců,

11,7 tis. – počátek holocénu (interglaciál). Náhlý vzrůst teplot o 5-7 °C, hladina moře o 120 m zvýšená

**Eurasie** – studená step a tundra rychle mizí, Evropa pokryta lesem (Pinus, Picea). Stepní a tundrové prvky – daleko na severu – *Rangifer tarandus (sob)*.

**Mizí největší savci – poslední mamut v Evropě (Dánsko, Švédsko) – 13 tis., na Sibiři 10 tis., někteří přežili až do 4 tis. (ostrovy severně od Sibiře)**

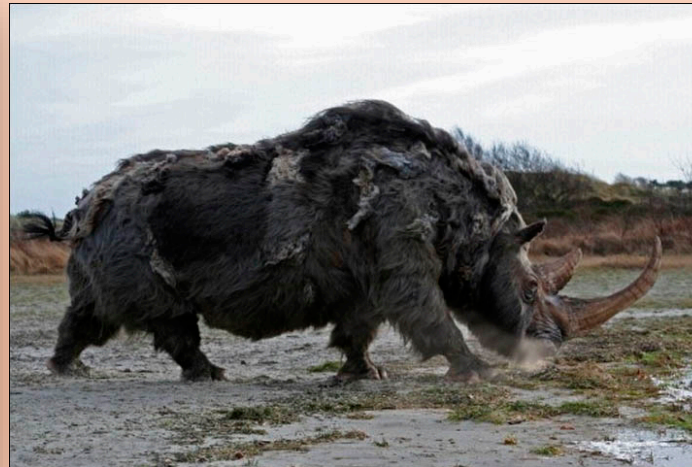
**Vliv člověka** – asi příčina vyhynutí jeskynního medvěda v Evropě (18 ka) – bez přímých důkazů, možná i ostatních zástupců velkých savců.



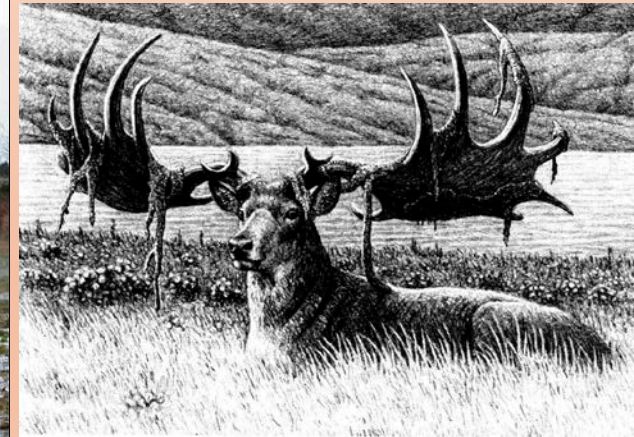
*Ursus spelaeus* (medvěd jeskynní)



*Panthera leo spelaea* (lev jeskynní).



*Coelodonta antiquitatis* (nosorožec srstnatý)

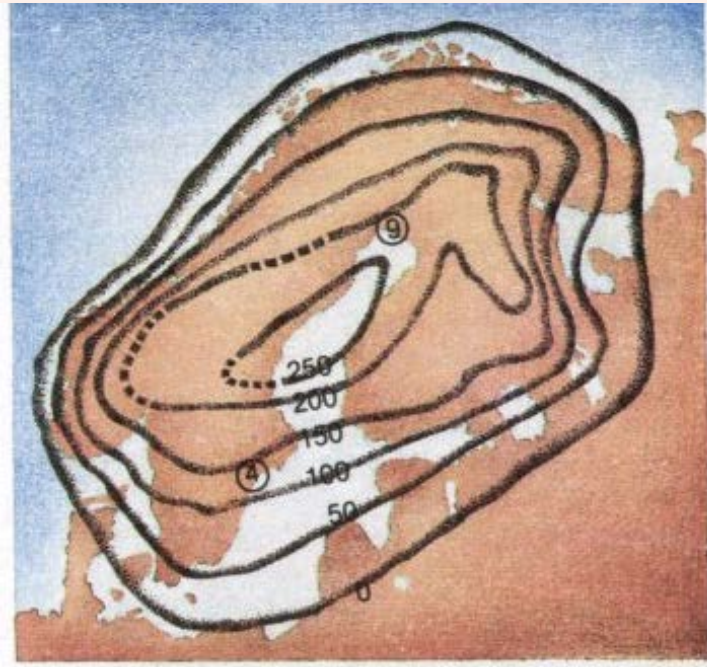


*Megaloceros giganteus hibernicus*.

Během poslední doby ledové – Skandinávie – ledovcové trogy až k moři  
Vlivem odtávání ledu – zvýšení mořské hladiny – trogy pod mořskou vodu – fjordy  
Čelo skandinávských ledovců až 300m na výšku – obrovská hmotnost a tlak na podloží  
Poodtávání ledovce – vyklenování centrální části poloostrova- ponořování přímořských okrajů

Kromě Norska lze vidět další fjordy na území Kanady, dánska a několik jich je možno spatřit i v Irsku ([hrabství Mayo](#) u města [Westport](#)).

Na jižní polokouli se mnoho fjordů nachází v chilské Patagonii, v [Kerguelenu](#) ([Francie](#)) a v oblasti [Fiordland](#) na [Jižním ostrově Nového Zélandu](#).



Zdvih Skandinávie po ústupu ledovce



## Stručný přehled vegetace v pleistocénu

V období glaciálů se flóra vždy ochuzovala, lesní dřeviny – reprezentovány hlavně jehličnany, zatímco klimaticky náročnější dřeviny vždy ustupovaly do refugií.

V interglaciálech docházelo k opětovnému šíření lesa.

Od počátku kvartéru se postupně ochuzovala druhová bohatost původní terciární flóry (vždyzelené smíšené lesy s podílem opadavých listnatých dřevin).

Již v období starého pleistocénu (cca 2,4 mil. let BP – 760 000 let BP) začal ústup klimaticky náročnějších dřevin, takže z původních “terciárních” elementů jich zůstalo asi 5% (*Sciadopitys*, *Tsuga*, *Carya*, *Pterocarya*, *Eucommia*).

Tyto teplotně náročné druhy ustupovaly buď jižněji anebo v Evropě zcela vyhynuly –

Alpy a Karpaty směr rovnoběžkový – bariéra při navrácení druhů po oteplení

Jde o mnoho taxonů, které pleistocén přežily v Asii nebo Americe - nejvyšší pohoří S-J směr,



*Magnolia*



*Liriodendron tulipifera*



*Eucommia ulmoides*



*Tsuga canadensis*,

Přibližně uprostřed středního pleistocénu – (**Interglaciál Holstein** = M-R – cca 230 000 – 245 000 BP) rostla i u nás ještě např. *Pterocarya*, a vodní kapradina *Azolla*. Hojně byly dřeviny jako *Carpinus* (*habr*), *Fagus* (*buk*), *Abies* (*jedle*), *Picea* (*smrk*) a dřeviny dnešních smíšených doubrav. Příznivé klimatické podmínky oceánického charakteru dosvědčují pravidelné výskyty rodů *Hedera* (*břečťan*), *Taxus* (*tis*), *Buxus* (zimoztráz) a *Ilex* (cesmína), které se v dnešní vegetaci ČR přirozeně nevyskytují. Sedimenty na s. Moravě (Stonava apod.), nebo v jeskyni Za hájovnou - Javoříčský kras.



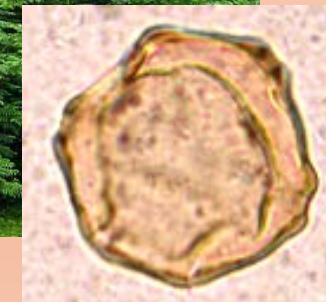
*Ilex* -cesmína



Lapina (*Pterocarya*),  
česky též paořech



- microsporangium r. *Azolla*  
s glochidiem



Mladší pleistocén: interglaciál Eem (cca 115 000 – 128/130 000 BP) a Wiselský (Wúrmský) glaciál je již vegetačně ochuzený. **V lesích Eemu Evropy rostly již pouze dřeviny, které zde rostou dodnes.**

## Wiselský glaciál (würm) v trvání od 117 000 do 14 000 BP

- poměrně dlouhé chladné období s několika mírně teplejšími výkyvy Stř. a Z.Evropa

Složení rostlinného společenstva: po celou dobu glaciálu **víceméně konstantní, druhová diverzita byla nízká**

**Krajina tedy měla charakter travnaté stepi s ostrůvky jehličnatých lesů.**

Docházelo pouze ke změnám v rozšiřování nebo zmenšování stepní a stromové vegetace

Ve vrcholném období glaciálu LGM (60 000 až 13 000 BP)

vzrůstala aridita a převažovala bezlesá stanoviště.

- V nízkých suchých oblastech vznikly rozlehlé **sprašové stepi**, jejichž vegetace měla vysoký podíl merlíkovitých *Chenopodiaceae* a pelyňku (*Artemisia*).

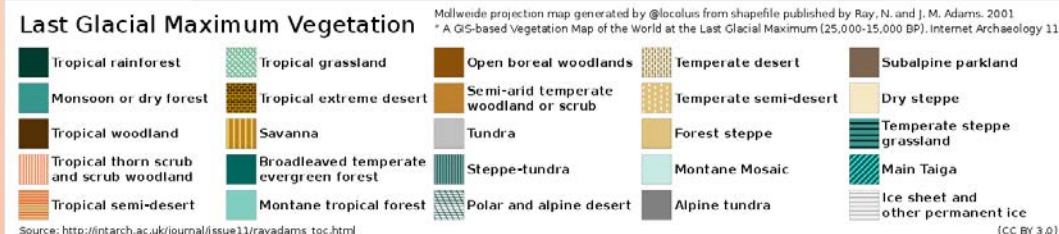
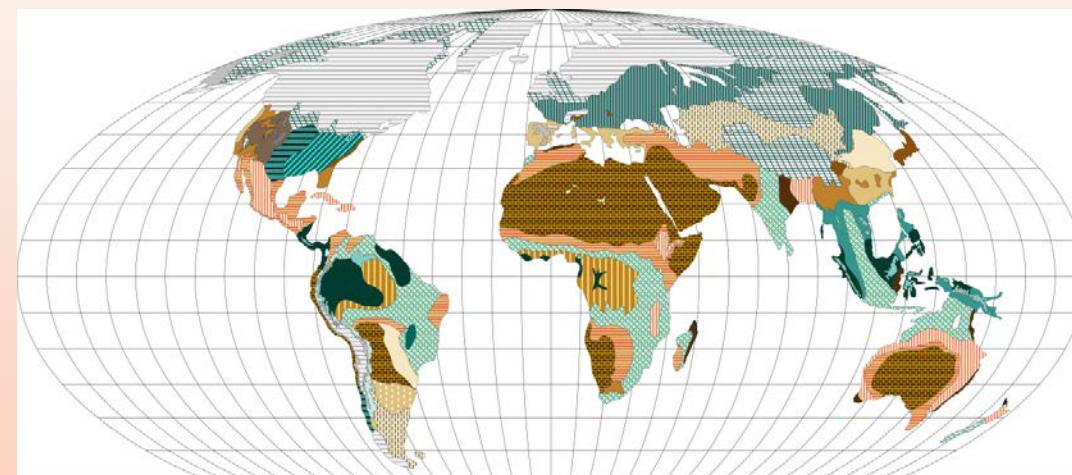
*Dryádka osmiplátečná* (*Dryas octopetala*) – podle ní nazvány poslední chladná období **Dryas**

- Sprašový stupeň byl lemován **vyšším stupněm s příznivějšími vlhkostními poměry**, což dovolovalo existenci nespojité porostů některých nejodolnějších dřevin - *Pinus sylvestris* (borovice lesní), *P. cembra* (*limba*) nebo *Larix* (modřín).

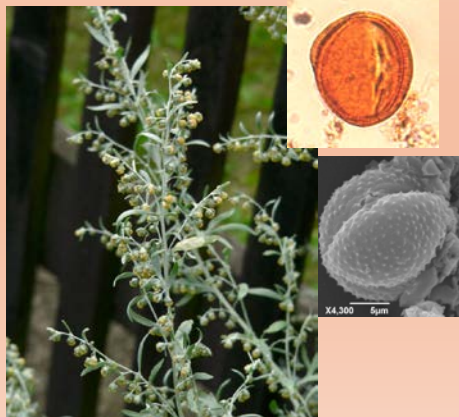
- V nivách byly porosty *Hippophaë* (rakytník) a *Salix* (vrba), místy *Alnus* olše.

V nejteplejších oblastech - jižní svahy Pavlovských kopců - rostly i náročnější dřeviny *Quercus* (dub) nebo *Corylus* (líška)

(lokalita Bulhary (radiokarbonově datováno 28 000 až 25 000 BP - Rybniček a Rybničková 1991)



Dryádka osmiplátečná (*Dryas octopetala*)



Pelyněk pravý *Artemisia absinthum*



Bříza trpasličí (*Betula nana*)



Rakytník řešetlákový  
*Hippophae rhamnoides*

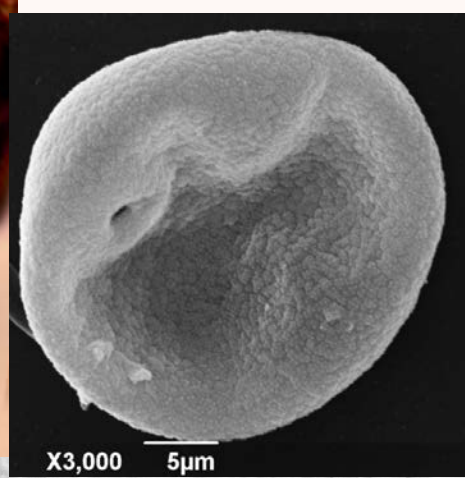


Vraneček brvitý - *Selaginella selaginoides*

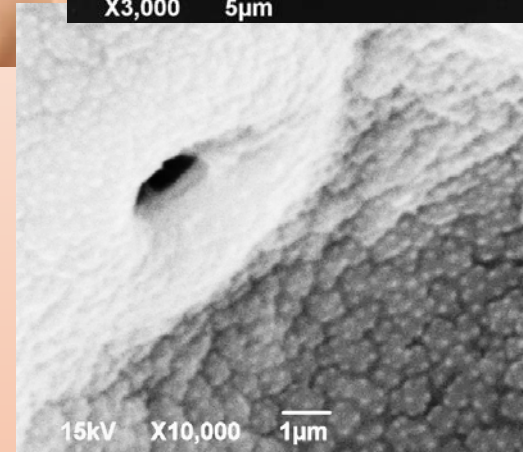
Údolní niva řeky Jany, S. Sibiř, cca 40 000let – interstadiál Kargin



Poaceae – Poideae, Festucoideae



X3,000 5µm



15kV X10,000 1µm

*Poa compressa*



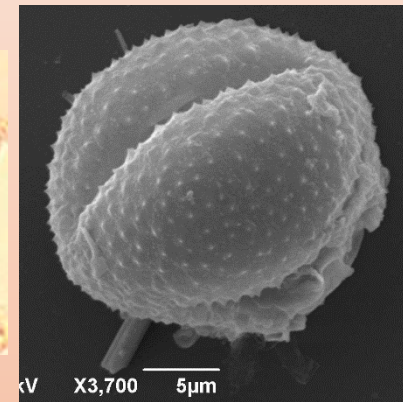
*Selaginella rupestris*



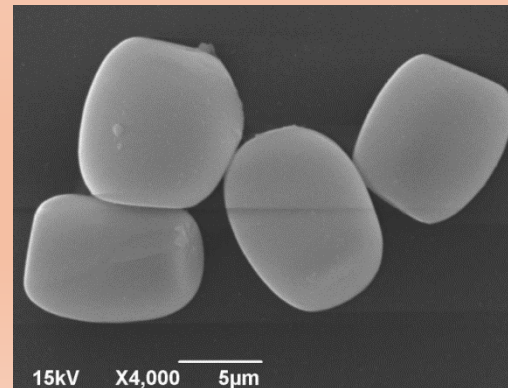
*Polemonium humile*



*Artemisia*



15kV X3,700 5µm

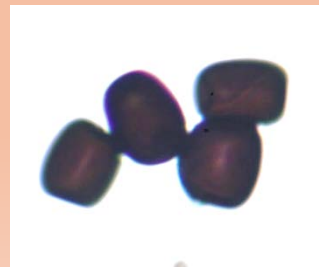


15kV X4,000 5µm

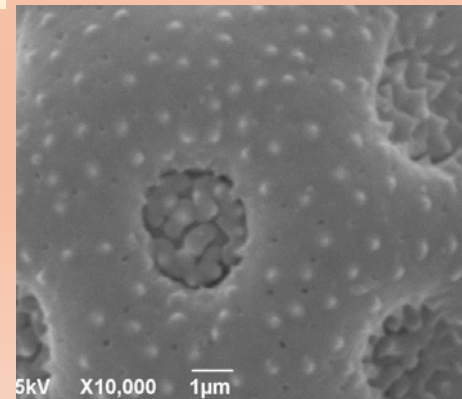


*Sordaria*- type

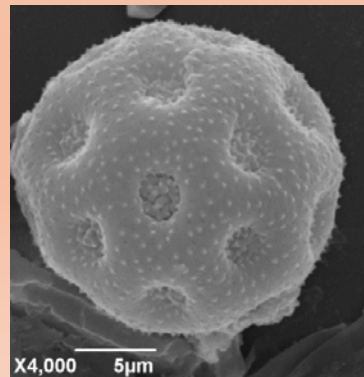
*Sporomiella* - type



*Koprofilní houby* – preferující exkrementy herbivorních savců boreálního klimatu Aptroot A. , van Geel B. (2006)



5kV X10,000 1µm



X4,000 5µm

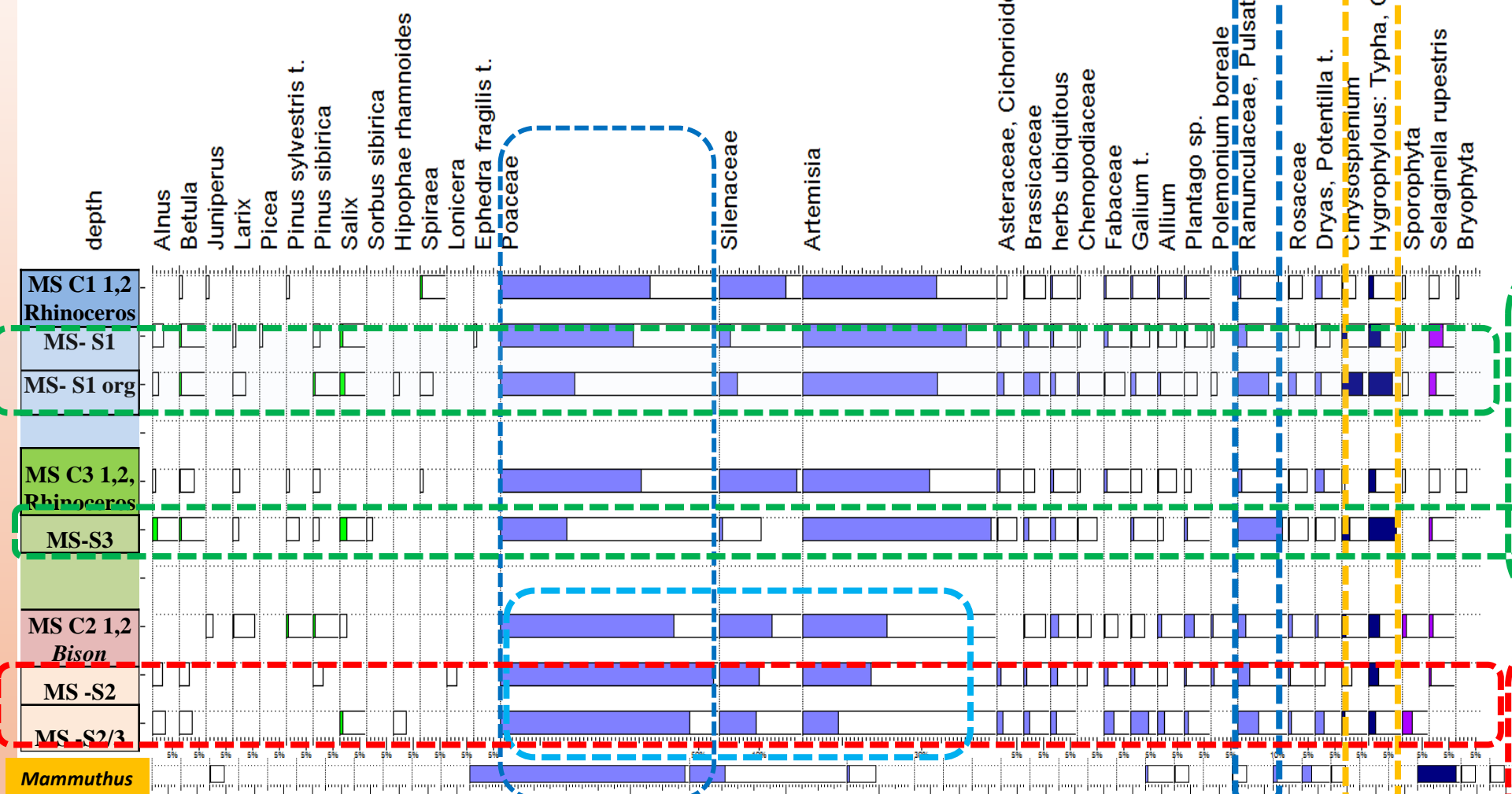
*Chenopodiaceae*



*Minuartia* type

Současná vegetace:  
Arctická tundrostep, taiga  
permafrost  
MAT -10/-20°C

# Pylový diagram: koprolity x okolní sedimenty



- koprolity – živočichové se pásli v relativně suché chladné tundro-stepi – **reprezentují velmi krátký časový interval**
- Bizon více travin a méně pelyňku než Rhinoceros, mamut nejvíce trávy

Okolní sedimenty: bohatší na pryskyřníkovité – větš. jedovaté

- Poněkud více dřevin - *Alnus*, *Betula*, *Salix*, méně hvozdíkovitých – čas kvetení



# Kvartér na našem území

**Kontinentální ledovec** – nejsevernější okrajové části našeho území (šluknovský a frýdlantský výběžek, sev. předpolí Rychlebských hor a Jeseníků, osoblažský výběžek, území Moravské brány (Opavsko, Ostravsko), kde čelo ledovce dosáhlo pravděpodobně až k městu Hranice na Moravě

Morénové, glavifluviální a glacialakustrinní sedimenty,

hojný materiál severského původu (žuly rapakivi – Skandinávie – často bludné balvany, baltické paleozoikum a křída – hojné pazourky)

**Horské ledovce:** Ledovce se tehdy objevily v Jeseníkách, na Králickém Sněžníku, v Krkonoších a na Šumavě.

**Periglaciální oblasti** – říční terasy, sutě, eolické sedimenty  
spraše, váté písky – střední Čechy, Polabí, moravské úvaly  
půdy

jezerní křída, travertiny (Český kras, Přerovsko..)

jeskynní uloženiny

lidská sídliště – např. Dolní Věstonice, Pavlov



Dolní Věstonice – sídliště lovců mamutů

Alpínská tundra



Krkonoše – Luční hora

Dozvuky alpinského vrásnění v pásečných pohorích (Alpy, Karpaty...)

Vulkanismus (vč. střeoevropské kontinentální vulkanické provincie Porýní, Podkrušnohoří, severní Morava a Slezsko)

Vulkanická činnost – ojeiněle až do středního pleistocénu

(Komorní hůrka u Chebu – 0,8), zvýšený geotermický stupeň v oblastech neoidního vulkanismu dodnes



Vulkanické sypké vyvrženiny  
tzv. lapilli (broky)



Uhlířský vrch – lávové výlevy střídající se se  
sypkými vyvrženinami



Soos u Františkových lázní

**Postvulkanická činnost** –  
gejíry, mofety

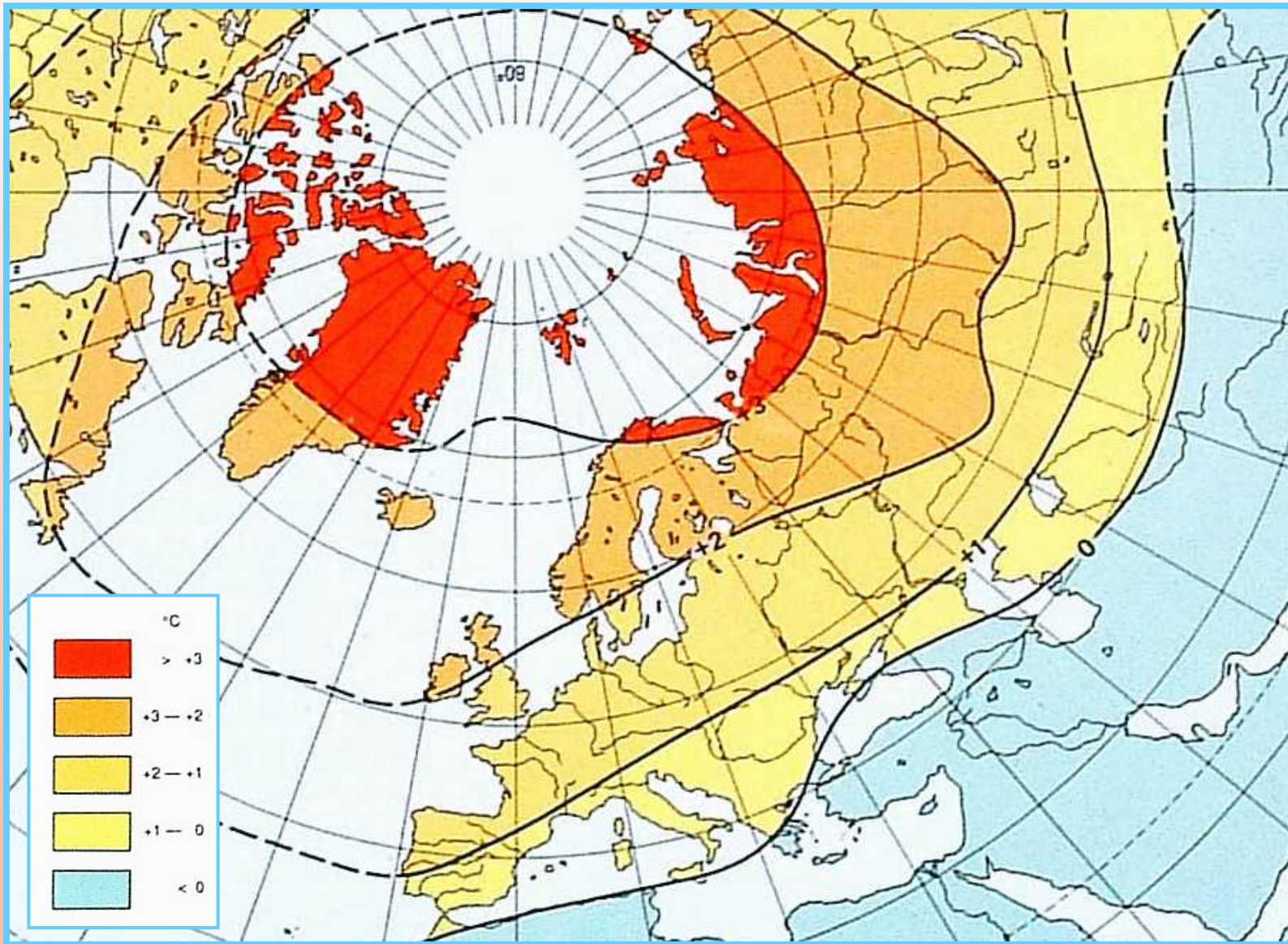
Zvýšený přínost  
koloidního  $\text{SiO}_2$  –  
hromadění organismů  
s křemitými schránkami –  
rozsivky



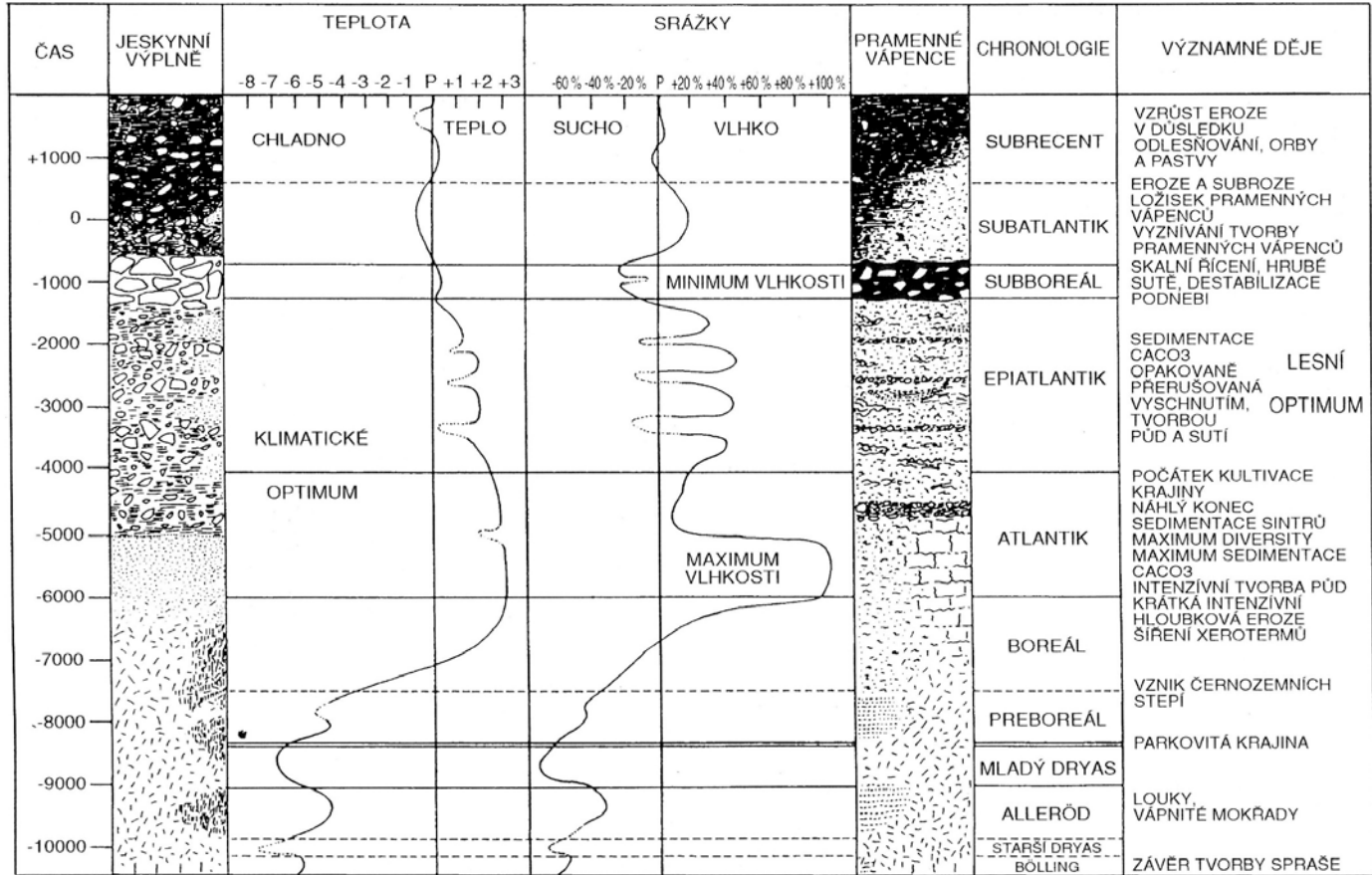
Karlovy Vary

holocén		věk v tisících let		kultura
X	mladší BP	silně kulturní krajina	2 000	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>doba historická</p> <p>doba železná</p> <p>doba bronzová</p> <p>halštatský latén</p> <p>ochlazení a zvlhčení</p> <p>sušší teplý interval</p> <p>eneolit</p> <p>neolit</p> <p>mezoolit</p> <p>vyšší teplota a humidita, počátek neolitu</p> <p>zvyšující se vliv člověka na přírodní prostředí</p> </div>
IX	starší subatlantik	počátek vzniku současné kulturní krajiny bukové lesy, šíření habru	0	
VIII	subboreál	maximální rozšíření smrku a olše bukové lesy	1 000	
VII	mladší atlantik	svrchní část - krátkodobější oscilace v humiditě <b>klimatické optimum holocénu</b>	3 000	
VI	starší atlantik	smíšené lipové doubravy horské oblasti smrk první indikátory zemědělství	4 000	
V	boreál	boro-dubové lesy s lískou	6 000	
IV	preboreál	březo-borové lesy začíná se šířit líska, vrby	7 000	
III	mladší Dryas	bezlesá společenstva - tundrostep a světlé březo-borové lesy - lesostep	9 000	
II	pozdní glaciál	březo-borové lesy	10 000	
Ia	starý Dryas	bezlesá společenstva - ke konci období také světlé březo-borové lesy	10 000	
Ib		bezlesá společenstva -tundrostep	15 000	

Firbas 1949 - rozdělení podle historie vegetace, Upraveno podle Musila 1992



Průměrná roční teplota (odchylky od dnešních průměrných teplot) během holocenního klimatického optima (6000 - 5500 BC).



Odhad průměrných ročních teplot a srážek podle změn malakofauny a stratigrafie jeskynních výplní vstupní facie a pramenných vápenců (P - současný průměr)  
 Estimates of mean annual temperature and rainfall reflected by the changes in malacofauna and registered in the stratigraphy of cave fills in entrance facies and tufa deposits (P - present-day average)  
 (jeskyně - caves, teplota - temperature, srážky - rainfall, pramenné vápence - tufas)

**Preboreál** (10–8,9 <sup>14</sup>C ky BP) – **MAT asi o 3 °C nižší než dnes**, vzestup teplot + vlhkosti, koncen preboreálu klima srovnatelné s dnešním. Převaha borovice a břízy, dále osika, jalovec vrba, jeřáb. Vysokohorské oblasti - tundra

**Boreál** (8,9–8,0 <sup>14</sup>C ky BP) – **MAT o 2–3 °C vyšší než dnes**, vzestup vlhkosti, borové lesy + líska (*zpožděný nástup lesní vegetace*)

**Atlantik** (8,0–5,1 <sup>14</sup>C ky BP) – **v první polovině MAT o 3 °C a srážky až o 100 % vyšší než dnes**, rozvoj listnatých lesů, ústup stepí i alpinských holí, rychlý růst rašelin a slatin

**Subboreál** (5,1–2,4 <sup>14</sup>C ky BP) – **zpočátku MAT o 1 °C vyšší než dnes, střídání sušších a vlhčích i teplejších a chladnějších období, ubývání srážek, zhoršení klimatu**

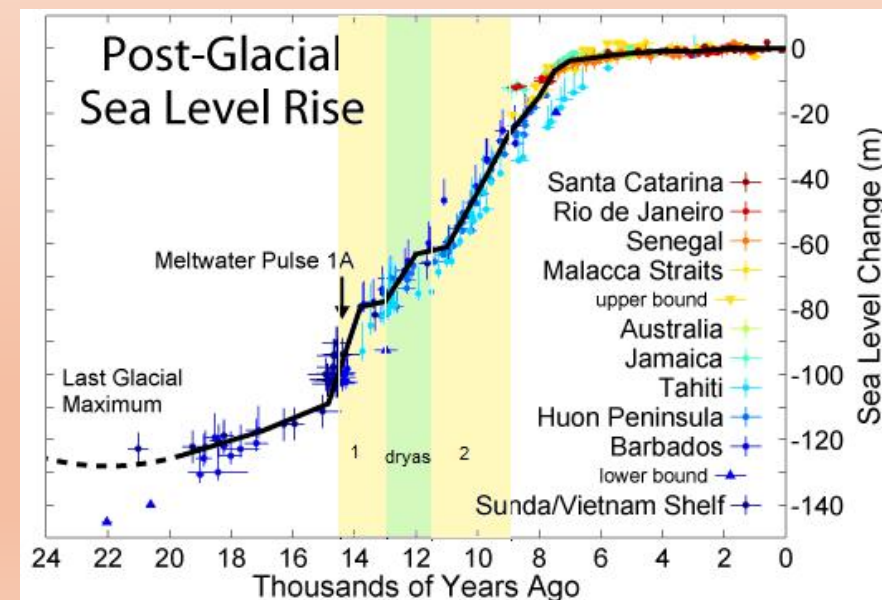
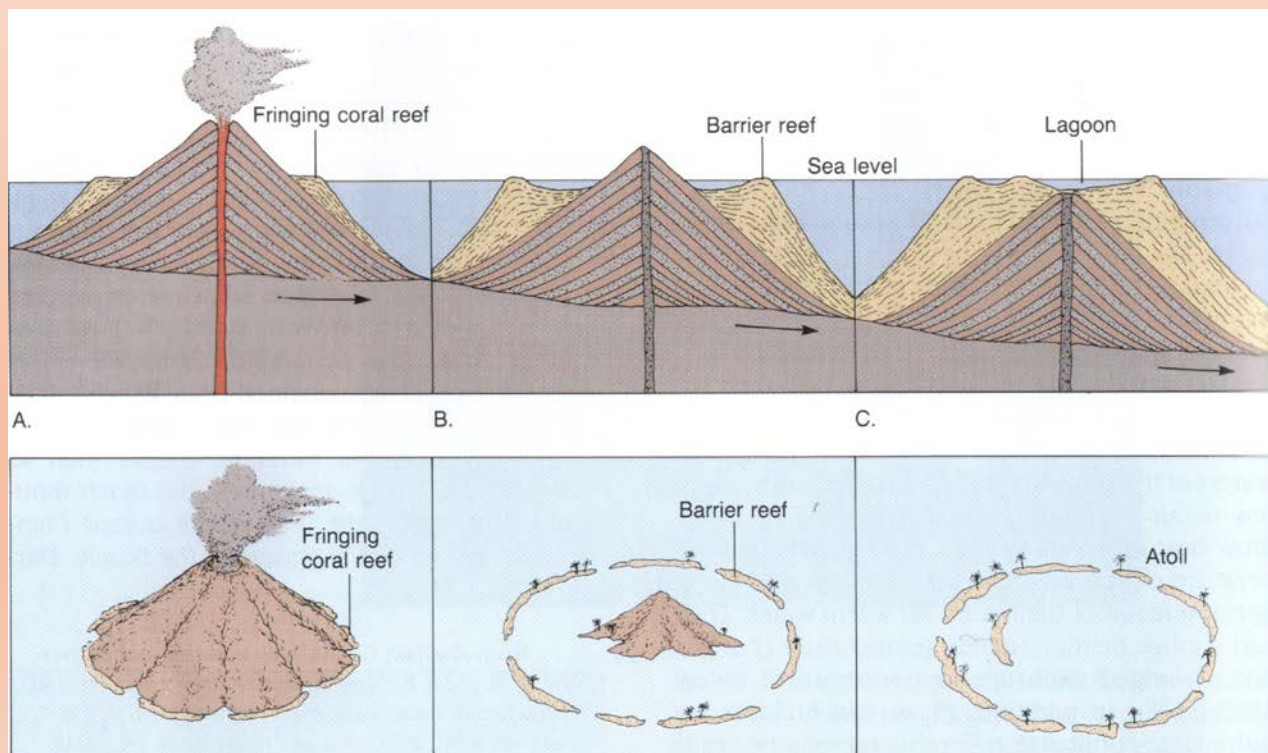
**Subatlantik** (2,4 až dodnes <sup>14</sup>C ky BP) – **vzrůstající vliv člověka, na začátku ještě chladněji (asi o 1 °C než dnes)**, v tomto úseku ve vyšších polohách maximum jedle, buku a smrku, v nižších polohách habr a dub. Středověk – výrazné narušení vegetace

**Většina korálových útesů vznikla po posledním ledovcovém období, kdy tání ledu způsobilo nárůst hladiny moře a zaplavení kontinentálních šelfů.**

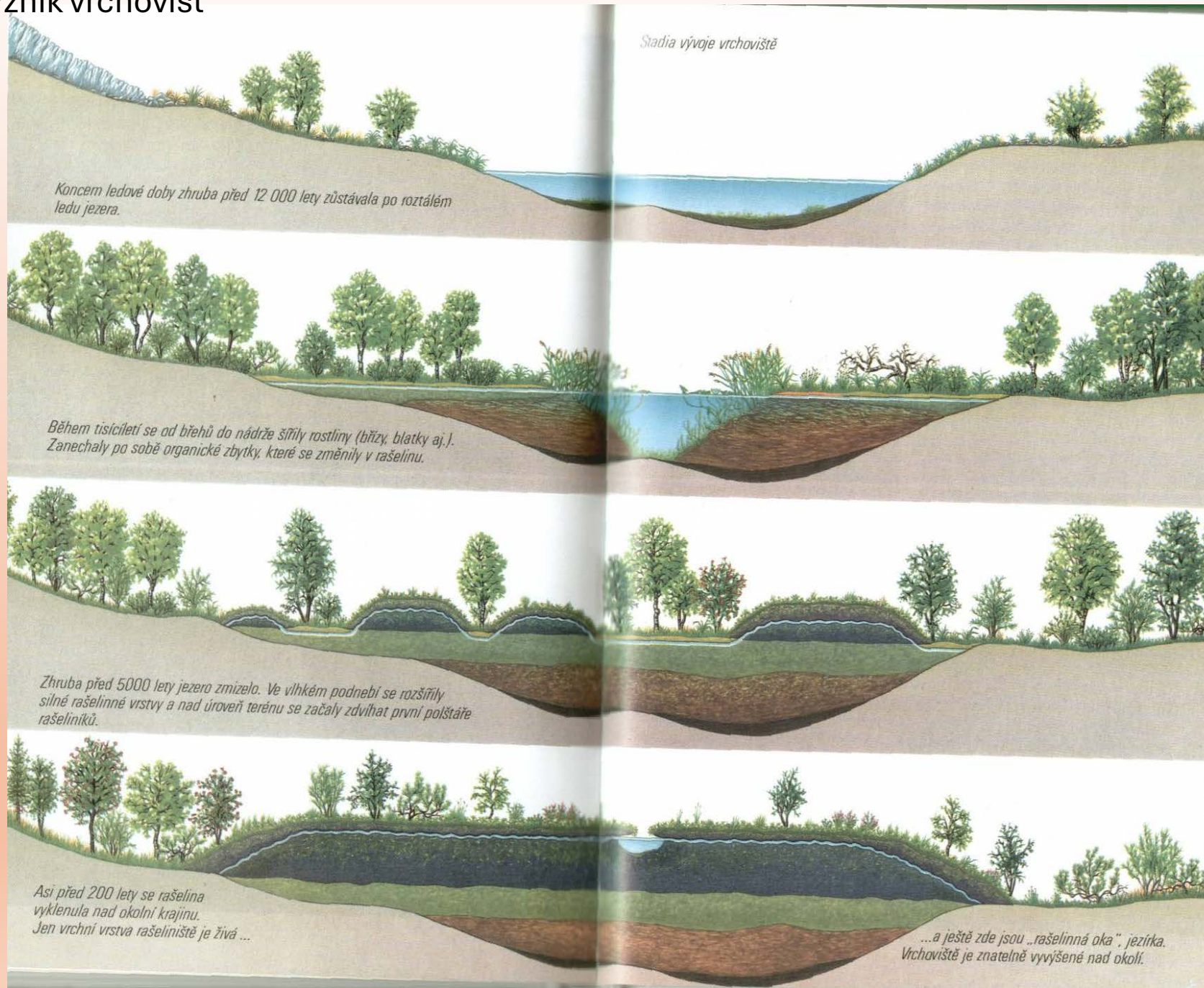
Přibližně 20 000 let je starý Velký bariérový útes - v době vzniku hladina oceánu byla tehdy o 120 m níže než v 21. století.

Darwinovy principy stále platí. Vývoj se zastavil ve fázi bariérového útesu, jelikož Austrálie se neponoří. Vytvořil se tak největší bariérový útes na světě 300–1000 m od břehu, který má na délku 2000 km. Podle oficiální analýzy z roku 2022 je zde pokrytí korály větší než v roce 1985.

### Darwinova poklesová teorie



# Vznik vrchovišť



Rosnatka, tučnice a rašelíník – rostliny vrchoviště

Fosilní rašeliny, ze kterých vznikaly **uhlené sloje jsou slatiny** – vznik ve stojaté živinami bohaté a na kyslík chudé vodě (okraje moří, řek i jezer)

# Holocén

**počátek 11 700** let před současností (11 700 b2k čili před rokem **2000 n. l.**- tento rok byl formálně stanoven za „současnost“ (datování **BP**)

**Stratotyp** pro tuto hranici je **vrstvička ledu**, která se nachází **v hloubce 149 245 mm** pod povrchem grónského ledovce v místě, kde byl pořízen **ledovcový vrt NGRIP2**.

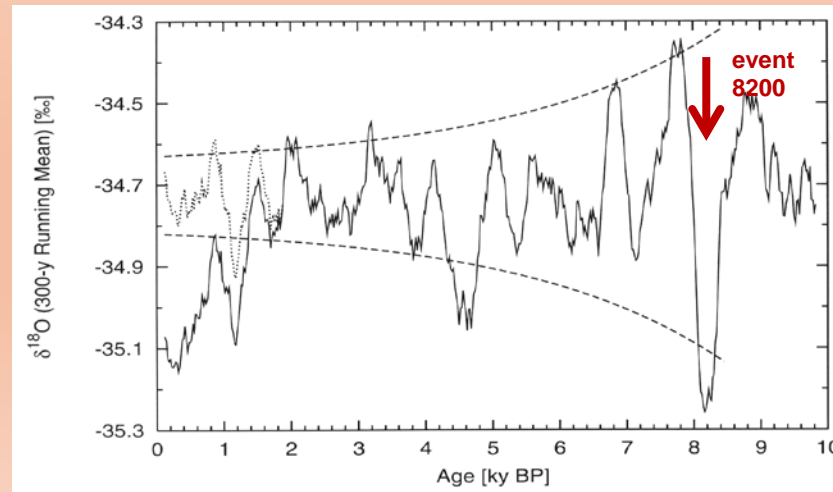
**Výrazné oteplení globálního rozsahu, ústup a tání ledovců**

**starý holocén** - globální klimatický event **8200 BP**

- protržení obrovských ledovcových jezer v Severní Americe (**jezer Agassiz a Ojibway**) a s vylitím jejich sladkých vod do Atlantického oceánu. Sladká voda způsobila **zastavení činnosti Gofského proudu a tím i celého oceánického proudění**. Na dobu zhruba 200 let došlo ke značnému globálnímu ochlazení a vysušení až do okamžiku, kdy se oceánické proudění v plné míře obnovilo (záznamy i v R - ve speleotémách , nebo v dynamice erozně-sedimentační činnosti řek a potoků.

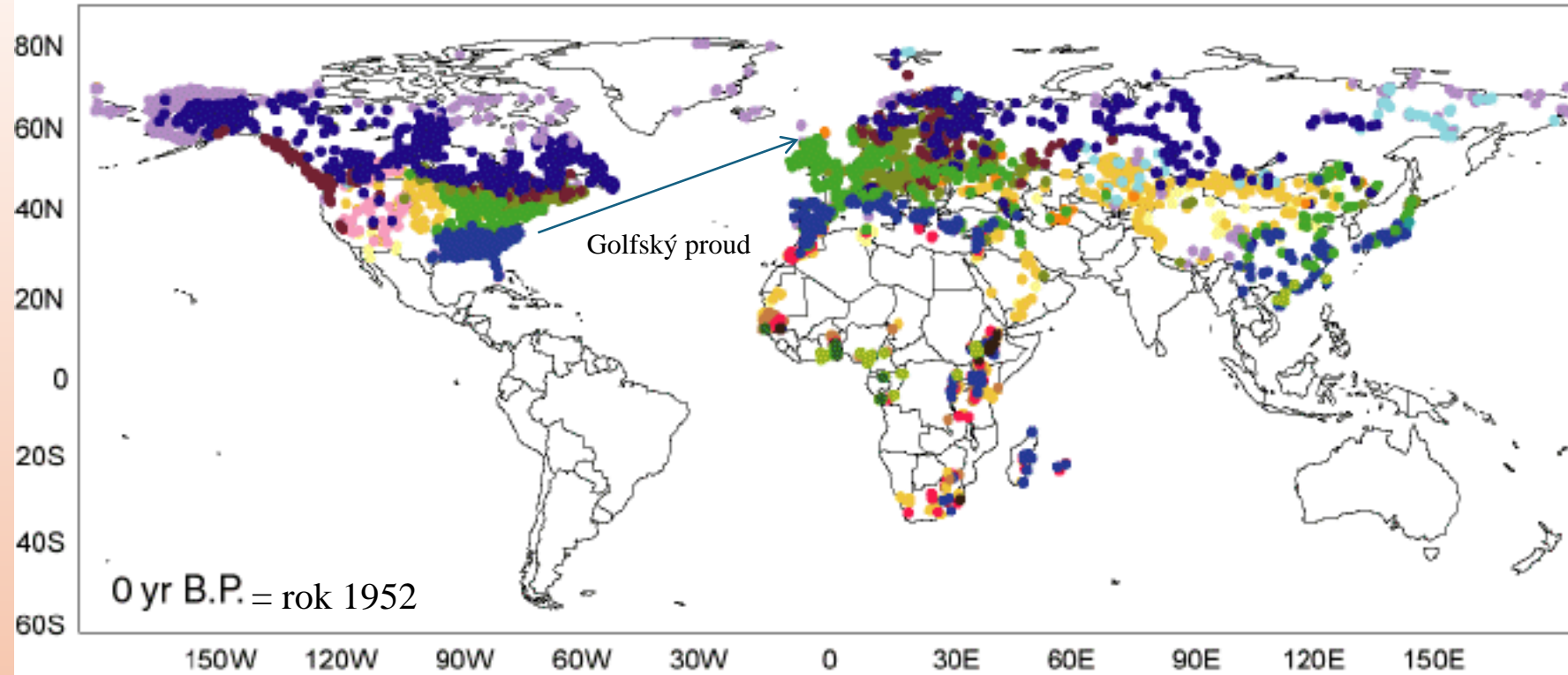
Atlantik – 7-8000 let – vyšší teplota a humidita, počátek **neolitu**




**Dopad** - na Předním východě a v celém Středomoří přechod od lovecko-sběračského způsobu získávání obživy k zemědělství, v severní Africe prohloubení vysušování - příklon k pastevectví. V českém archeologickém záznamu - přechod starého a mladého mezolitu







Prentice et al.,  
Fig. 1



	tundra
	taiga
	cold deciduous forest
	cold mixed forest
	cool conifer forest
	cool mixed forest
	temperate deciduous forest
	temperate conifer forest
	broadleaved evergreen/warm mixed forest

	tropical dry forest
	tropical seasonal forest
	tropical rain forest
	open conifer woodland
	xerophytic woods/scrub
	savanna
	steppe
	desert

Krzemionki (Polsko) – doly na pazourky- mladší doba kamenná neolit



**střední holocén** - hranici **4200 let BP**, kdy v subtropických zeměpisných šířkách začalo vysušování vlivem oslabení činnosti letního monzunu (Afrika, Přední východ, Indie a Čína). Zároveň se rozeběhla činnost jižní oscilace (spojená s jevem známým jako *El Niño*). Ta začala ovlivňovat počasí v Austrálii, Oceánii i Jižní Americe. **V oblastech kolem severního Atlantiku se ochladilo a zároveň zesílilo vzdušné proudění, které začalo přinášet více srážek do Evropy i Severní Ameriky.** Nastalé ochlazování a zvlhčení – šíření bukových a jehličnatých lesů.

**Došlo k nápadně synchronním civilizačním kolapsům na řadě míst světa** - Akkadského impéria v Mezopotámii, Staré říše v Egyptě, harappské civilizace v severní Indii a Pákistánu. V Číně a v zapadlejších oblastech Předního východu zanikaly četné neolitické kultury. Také ve střední Evropě se definitivně uzavřel předchozí kulturní vývoj.

**3200-2700** sušší teplý interval

**2200/2000 — 800 p. n. l.** – doba bronzová, konec výrazné sucho

800 - p.n.l. – 50 n.l. ochlazení a zvlhčení – doba **železná**

**mladý holocén** - do současnosti. Někdy se vyčleňuje – *antropocén* - od období průmyslové revoluce.

Eroze způsobená odlesněním mění charakter říčních niv, pohyby hmot dolů po svazích jsou stále intenzivnější a některé skládky dosahují mocnosti regulérních geologických souvrství. Odpady z civilizačního metabolismu ovlivňují globální koloběh živin v půdách i ve vodách a výrazně mění složení atmosféry (viz. zvláště citlivé „globální oteplování“).

Základním rysem klimatu minulého tisíciletí je jeho stabilita v geologickém měřítku a nestabilita v lidském měřítku. sled tzv. sekulárních období pro střední části mírného evropského pásma, kde leží Česká republika počítá s tzv.

**klimatickým optimem 875 - 1194,**

**první malou dobou ledovou 1195 - 1465,**

**malým klimatickým optimem 1466 - 1618**

**a druhou malou dobou ledovou 1619 - 1897,**

kteřá na našem území skončila **velmi studenou klimatickou episodou 1887 - 1897,**

a navazujícím teplým dvacátým stoletím, o kterém se někdy hovoří jako o tzv. "skleníkovém světě".

# GLOBAL TEMPERATURES (2500 B.C. TO 2008 A.D.)

**MAJOR GLOBAL COOLING IN EARLY 2008**  
A 0.7 Degree Fahrenheit drop in global temperatures from mid-2007 to January 2008.

**MOUNT PINATUBO ERUPTION (Philippines)**  
1.1 Degree F. Rapid Cool Down (June 1991 to March 1992)  
Global Temperature Went From 0.6 Degrees Above Normal To 0.5 Degrees Below Normal.

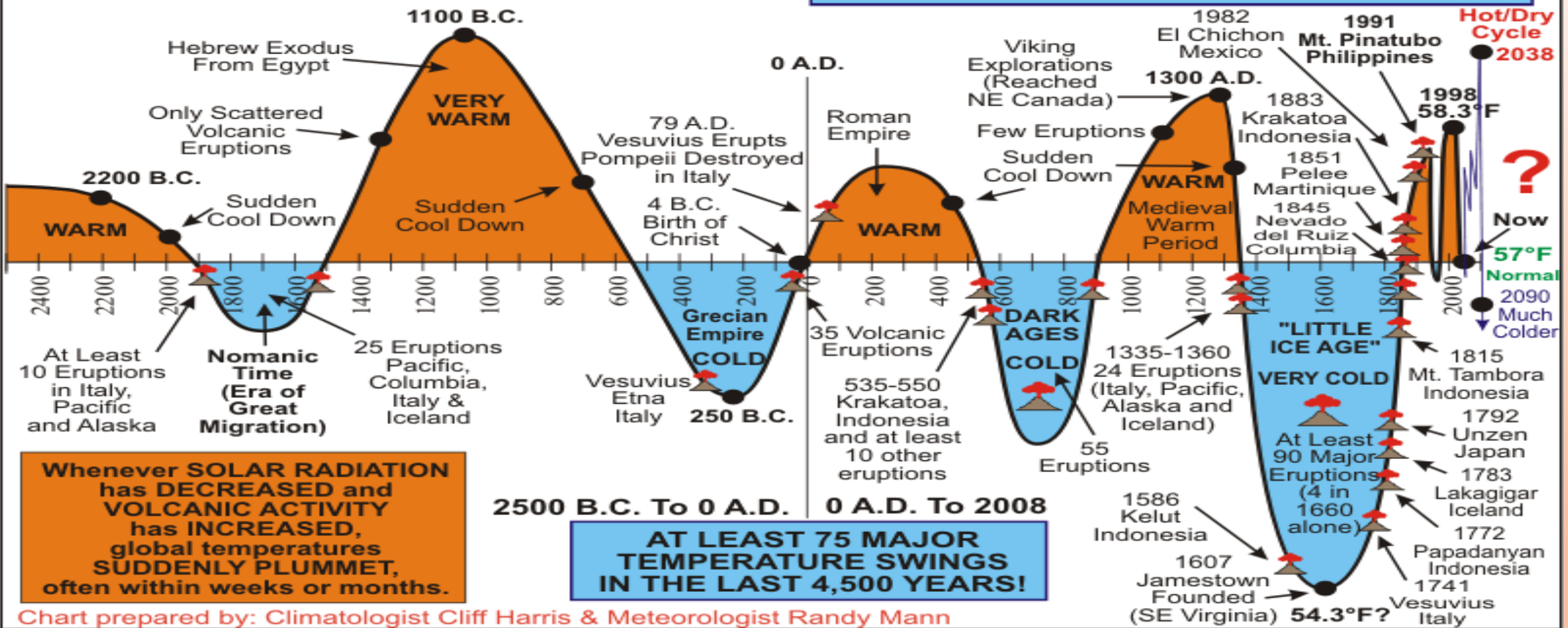
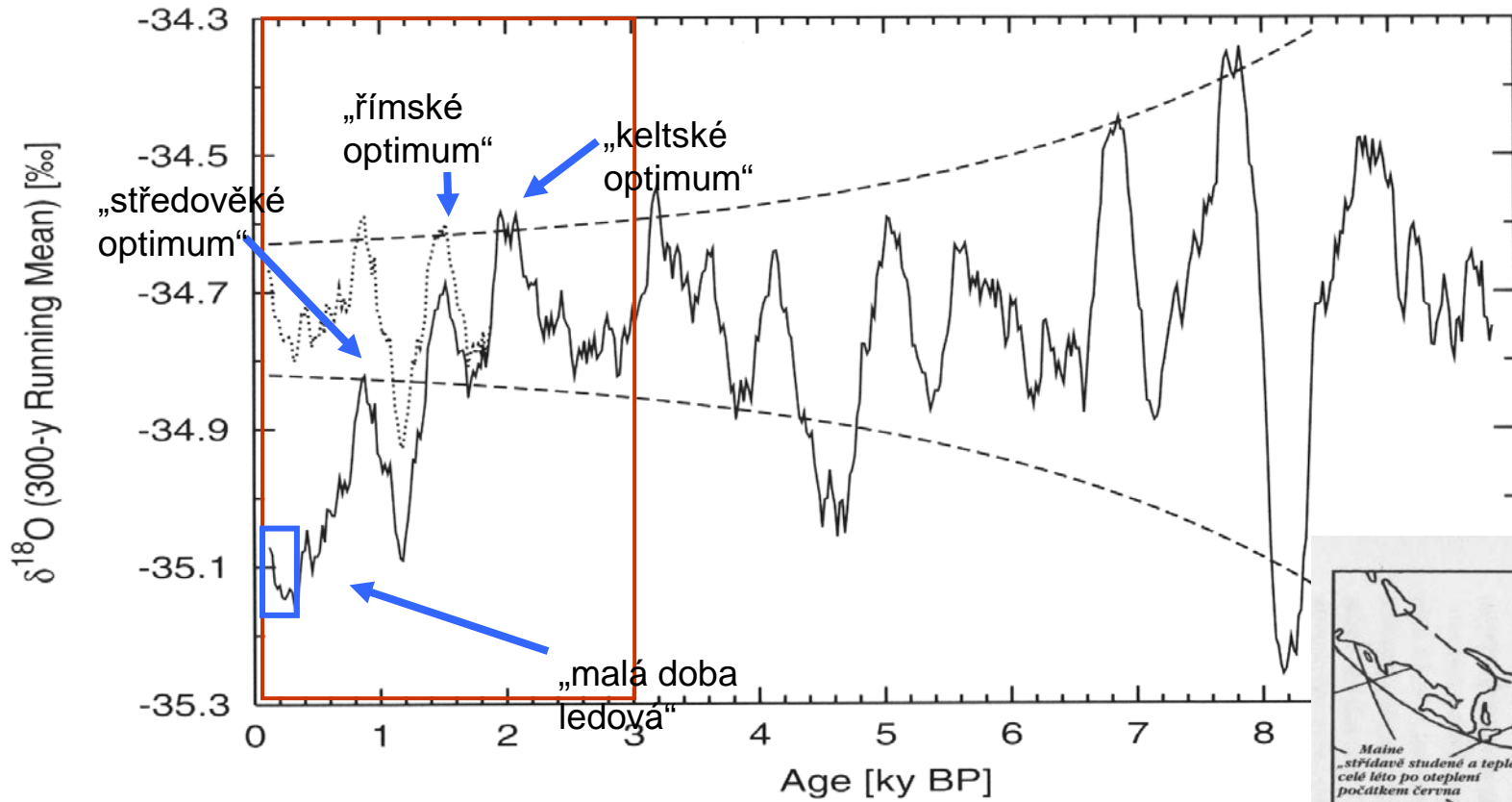


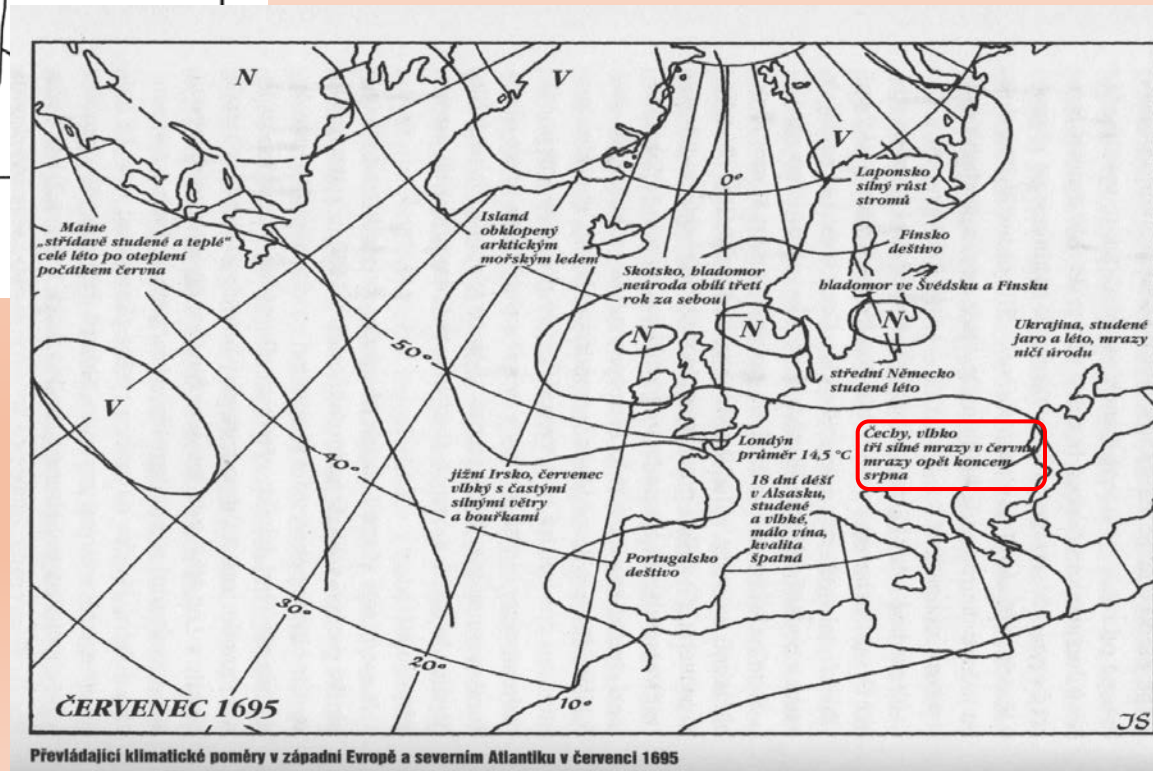
Chart prepared by: Climatologist Cliff Harris & Meteorologist Randy Mann

Jako příčina Malé doby ledové se uvažují Milankovičovy, které jsou také považovány za hlavní příčinu posledních dob ledových. Další možnou příčinou je Maunderovo minimum sluneční aktivity. K ochlazení také mohla přispět vulkanická zima z různých erupcí (Samalas 1257, Kuwae 1453). Termohalinní výměník může být také faktorem (nízký index severoatlantické oscilace). Případně je to Atlantická meridionální cirkulace.

# Mladý holocén (1000 před n.l. až současnost)

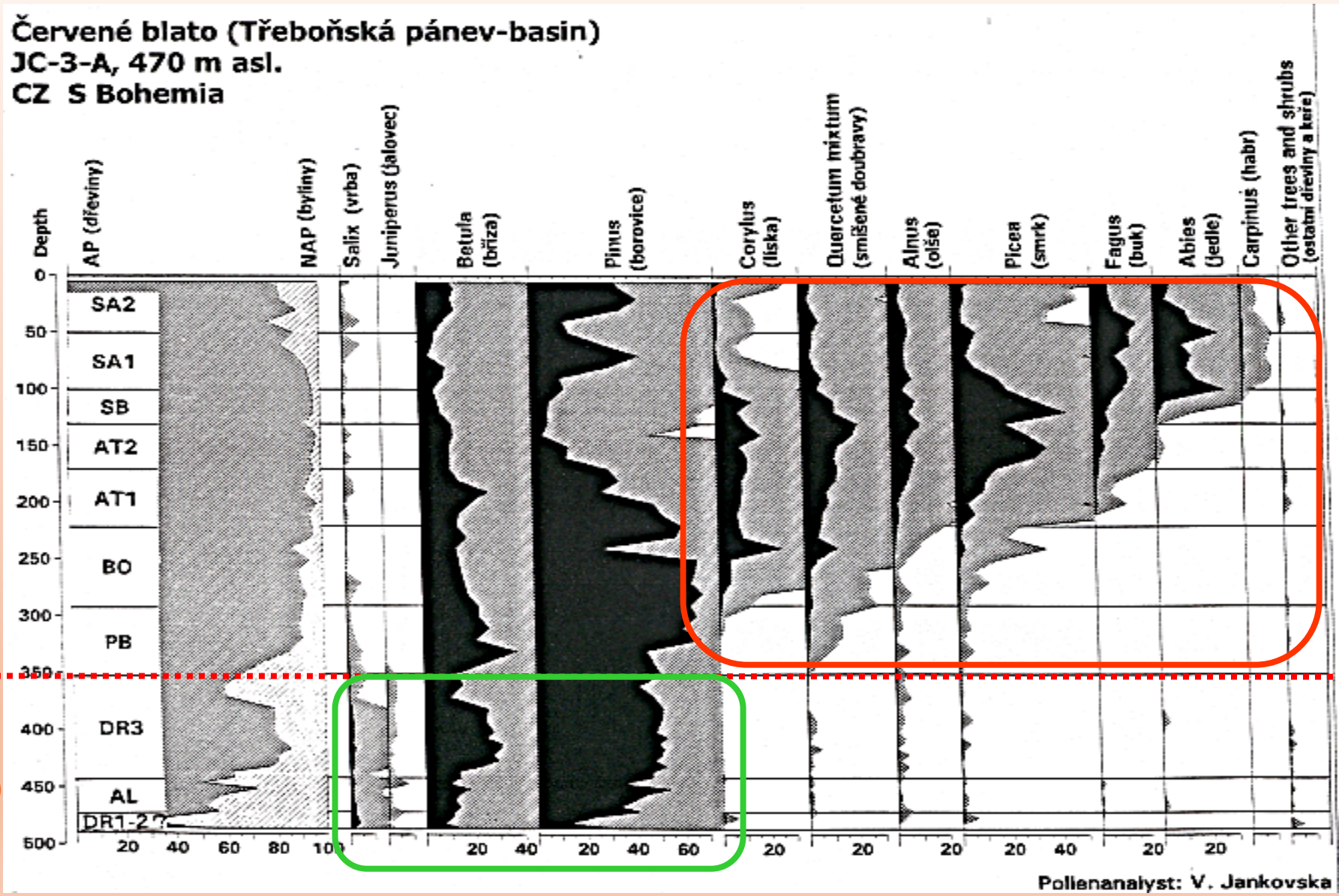


Úryvek z Vlastního životopisu Karla IV z r. 1337: "Potom téže zimy jsme táhli se svým otcem do Prus proti Litvanům. A byla s námi hrabata... Zima však byla tak mírná, že nebyl led; proto jsme nemohli táhnout proti Litvanům a vrátili jsme se každý do svého domova."



ČERVENEC 1695  
Převládající klimatické poměry v západní Evropě a severním Atlantiku v červenci 1695

Pylový diagram přechodu pleistocén – holocén – postupný nástup teplomilnějších dřevin



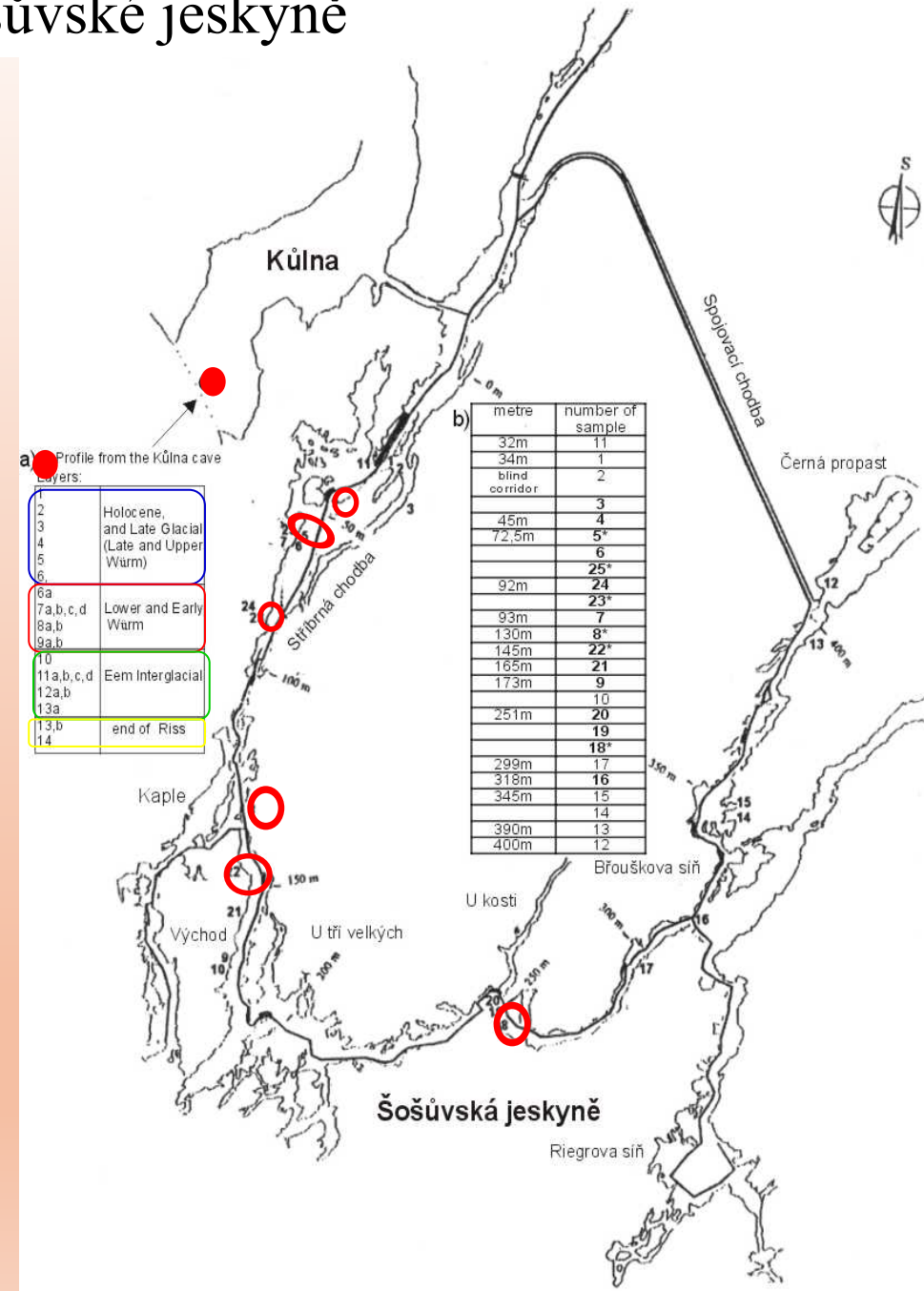
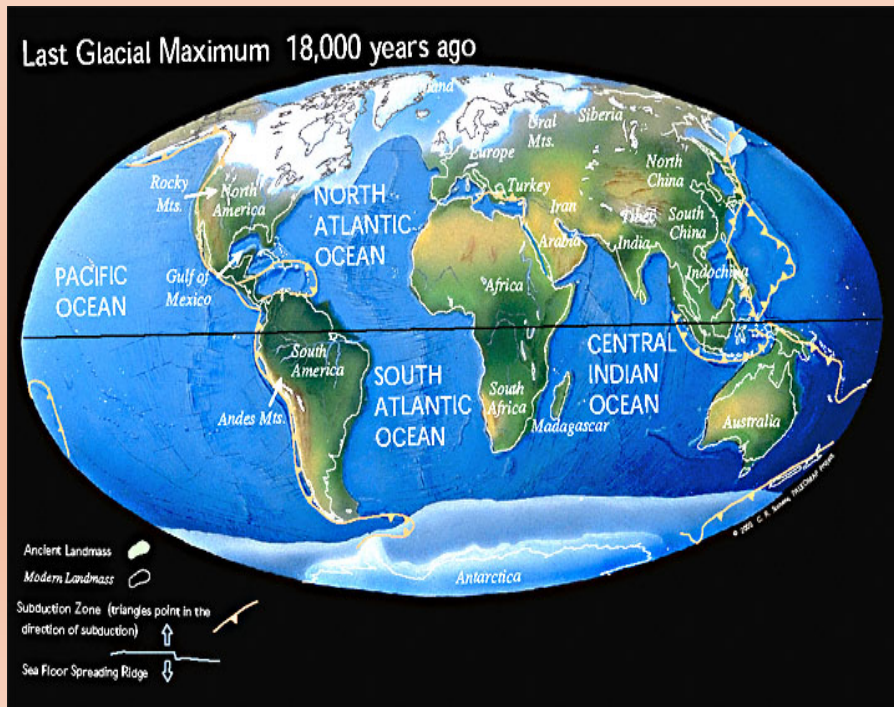
Holocene

Pleistocene – Late glacial

  trees tolerant to the cool condition
   trees demanding warmer climate

# Jeskyně Kůlna – Sloupsko – Šošůvské jeskyně

Holocén – 11 700 tis.  
Pleistocén – 230 000 tis.

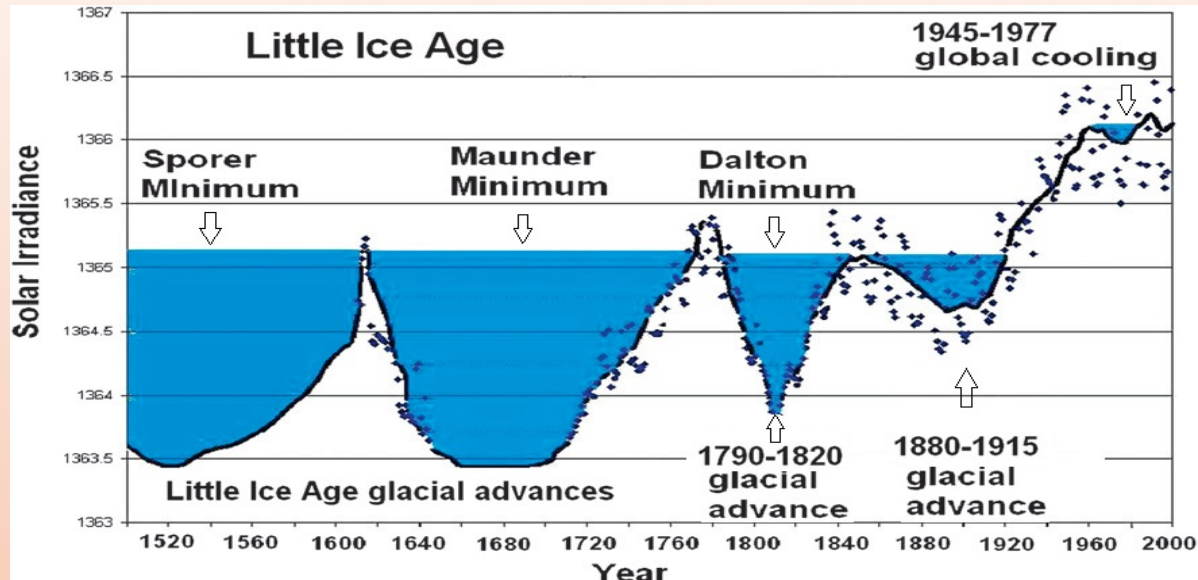






Problematika sluneční aktivity, slunečních skvrn

Naposledy, kdy se na desítky let ze slunce ztratily sluneční skvrny – během tzv. Maunderova minima mezi lety 1645 až 1700 - maximální ochlazení období **Malé doby ledové**.



Trhy na zamrzlé Temži v Londýně, které probíhaly během malé doby ledové (16. – 19. stol.). V současnosti k takovému zamrzání Temže nedochází ani za nejužších zim.

Maunderovo minimum nebylo začátkem **Malé doby ledové** – ta ve skutečnosti začala kolem roku 1300 – ale znamenalo snad nejkřutější část tohoto ochlazení. Teploty během asi 20 let ve středních a vyšších zeměpisných šířkách spadly o asi 4°C.

Evropská populace se během Středověké teplé periody stala závislou na zrninách z obilí a s příchodem chladnějšího klimatu, brzkého sněhu, pustošivých bouří a vracejících se záplav rozšířených po celé Evropě, došlo k masivnímu poklesu úrody. Zimy byly v Evropě krutě chladné a léta byla deštivá a na pěstování obilnin příliš chladná, což vedlo k rozsáhlému šíření hladu a nemocí. Vyhnula asi třetina populace Evropy.

Ledovce po celém světě postupovaly a v Severním Atlantiku se na jih rozšiřoval souvislý led. Ledovce v Alpách postoupily a překrývaly farmy a pohřbily celé vesnice. Řeka Temže i kanály a řeky v Holandsku často během zimy celé zamrzaly.

New Yorský přístav v roce 1780 zamrzl a lidé mohli pěšky přejít z Manhattanu na ostrov Staten Island. Na Islandu uzavření přístavů ledem. Populace Islandu poklesla na polovinu a kolonie Vikingů v Grónsku v 15. století vymřely, protože si tam už nemohly vypěstovat dost jídla.

B. Fagan(2007): Malá doba ledová, Academia

Zánik středověkých osad



# Činnost člověka

- **synantropní rostliny** (synantropofyty) – šíří se činností člověka

**A. Apofyty** – naše rostliny rozšiřující svůj areál – antropogenní stanoviště  
– kopřiva, smetanka, lebeda

**B. Antropofyty** – rostliny cizího původu – zavlečené  
úmyslně **hemerofyty** - kultivace – obilí, brambory nebo i okrasné...

neúmyslně **xenofyty** – plevel

prehistorické **archeofyty** – chrpa polní, mák vlčí, koukol polní  
(už je nepocítujeme jako cizí.)

**neofyty** (od objevení Ameriky) – buď jenom vyklíčí a pak uhynou, ale častěji se dále šíří

## Formy od prehistorie :

- ošlapávané plochy – cesty, okolí sídlišť,

- dotace N - rumištní polohy

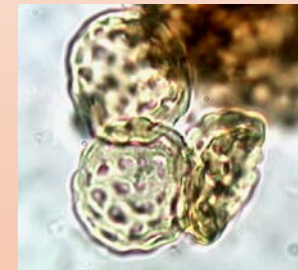
- odlesňování (zemědělství, palivo, stavby s tím spojený proces zvýšené půdní eroze a zvýšení intenzity povodňových sedimentů)

- zemědělství - domestikace rostlin, extenzivní pěstování kulturních plodin, šíření plevelů, změny původních areálů

- průmysl .....+ škodliviny



*Plantago lanceolata*, Jitrocel kopinatý



nitifikace v okolí sídlišť  
*Chenopodium* - merlík, *Atriplex* – lebeda

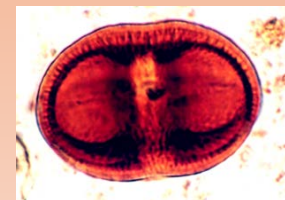


*Triticum* - pšenice

x divoké trávy



*Centaurea cyanus*



# Domestikace rostlin

## Proces, který:

- nastane při **pěstování** populací **planých typů** rostlin sbíraných na místech jejich původního výskytu
- probíhá alespoň v prvních fázích neintencionálně (nezáměrně, neorientovaně)
- za některých podmínek (vhodná agronomie) probíhá velmi rychle
- selektivně **zvýhodňuje mutanty neschopné přežít v přirozených podmínkách**
- pokračuje, dokud tyto znaky nepřevládnu a **původní typy** jsou **eliminovány**



## Agrotechnické postupy - domestikace

### Sběr „oboucháním“ do košíku

- vysoce **efektivní způsob při rozpadavých** (planých) klasech
- nedozrálá část rozpadeného klasu nebo částečně nerozpadavý klas zůstane na stéblech
- některé klásky rozpadavých typů padnou na povrch půdy – následující úroda na tomto poli – vyšší procento planých typů
- metoda (dnes nejčastěji u sběračů) **nevhodná pro proces domestikace**



### kosení srpy

aplikované **na částečně dozrálé klasy**

- u planých forem horní část klasu odpadne na zem – u polorozpadavých jedinců ne –
- v nasbírané zásobě se jejich procentuální zastoupení zvyšuje
- metoda **zvýhodňuje nerozpadavé** klasy
- když se vyseje úroda na novou plochu, jejich počet bude výrazně narůstat, dokud nepřevládnu v populaci úplně – **vhodné pro domestikaci trav**
- na původním poli však vyrostou jen klasy rozpadavé, když se tyto posbírají a přimísí k úrodě s nerozpadavými klasy – proces se zpomaluje



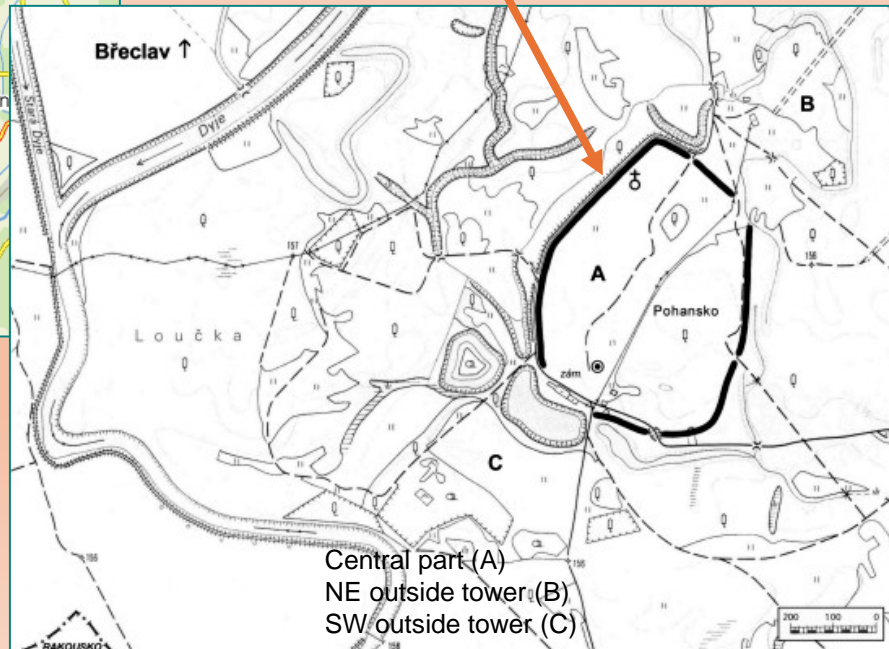
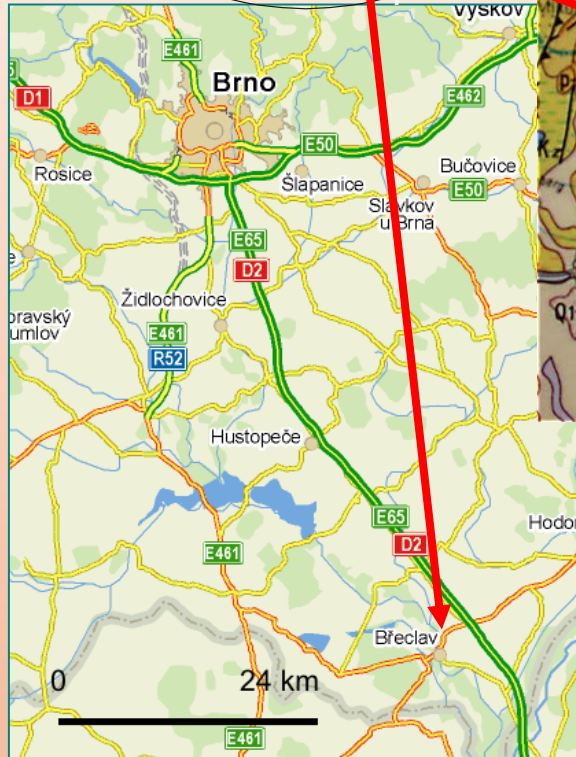
# Pohansko - jedno z center Velké Moravy



Geological map of South Moravia 1:500 000



Kopčany – jediný stojící kostel z období VM (9. stol.)



Central part (A)  
NE outside tower (B)  
SW outside tower (C)



# The possible look of the fortification wall at Pohansko



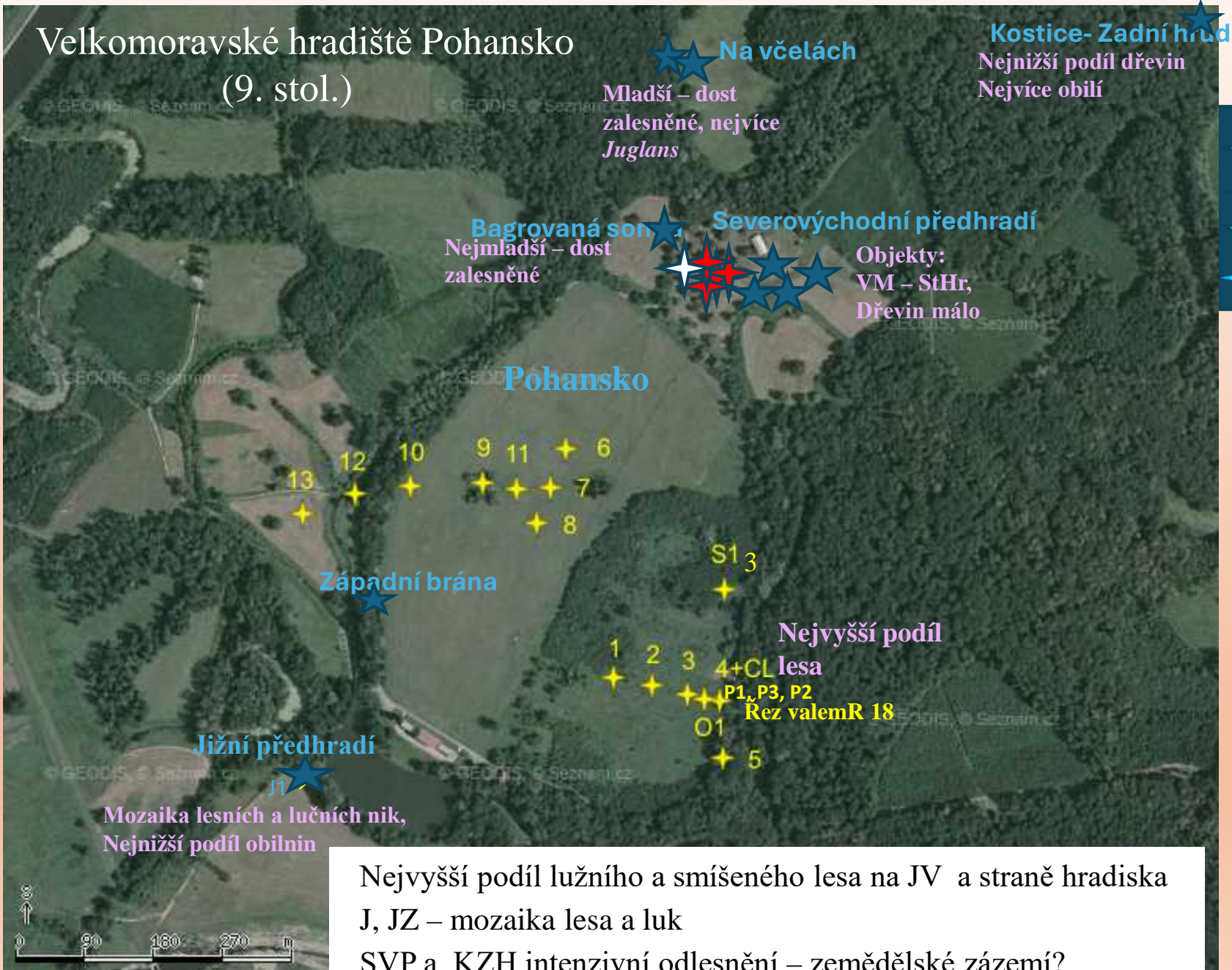
The outer part of the fortification



The inner part of the fortification - destruction

# Holocén (10 000 – současnost) - interakce přírodního prostředí a lidské činnosti - využití palynologie pro archeologii

## Velkomoravské hradiště Pohansko (9. stol.)



✦ Profily a vrty 2005-2010

✦ Hroby SVP 2014

★ Profily a objekty 2016-2018

✦ Studna SVP 2018

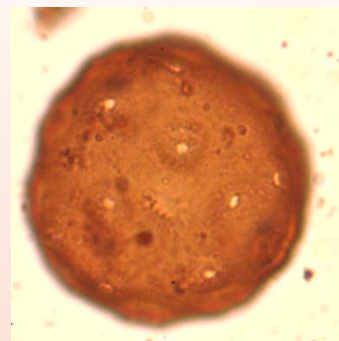


Macháček et al. 2007,  
Doláková et al. 2010

Nově: Nehyba et al. 2018,  
Petřík et al. 2018,  
Dresler et al. in print

Nejvyšší podíl lužního a smíšeného lesa na JV a straně hradiška  
J, JZ – mozaika lesa a luk  
SVP a KZH intenzivní odlesnění – zemědělské zázemí?

# Řez obranným valem R18



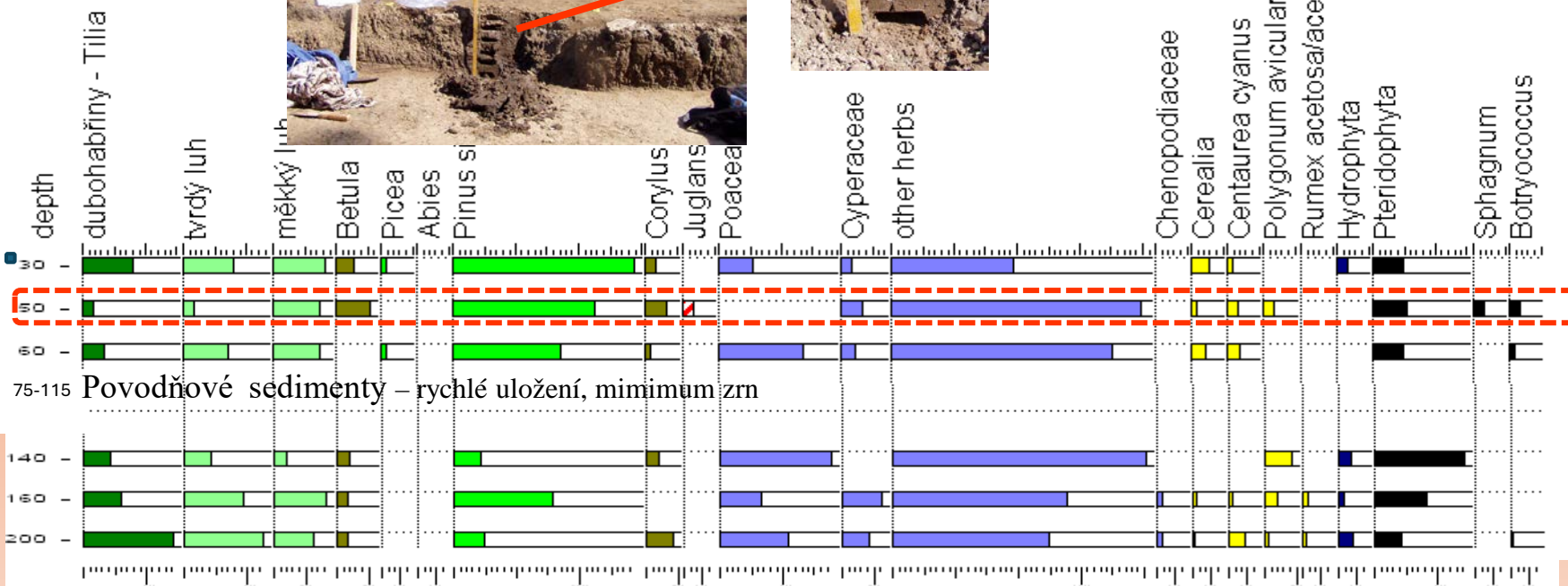
*Juglans*

Pylová zrna ořešáku (*Juglans*) - import od období římského (Hajnalová, 2001)

- až 12% ve spektrech objekty StH i VM - pěstování
- Pohansko – žádné nálezy makrozbytků x Mikulčice - Opravil (1998).



Dřívější nástup habru (*Carpinus* - habr) po skončení posledního glaciálu - glaciální refugia



Obilí – od neolitu, hallstadt







Pohansko -  
the area was affected by flood in 2006.

The fortification apparently served  
even as a flood protection.

