

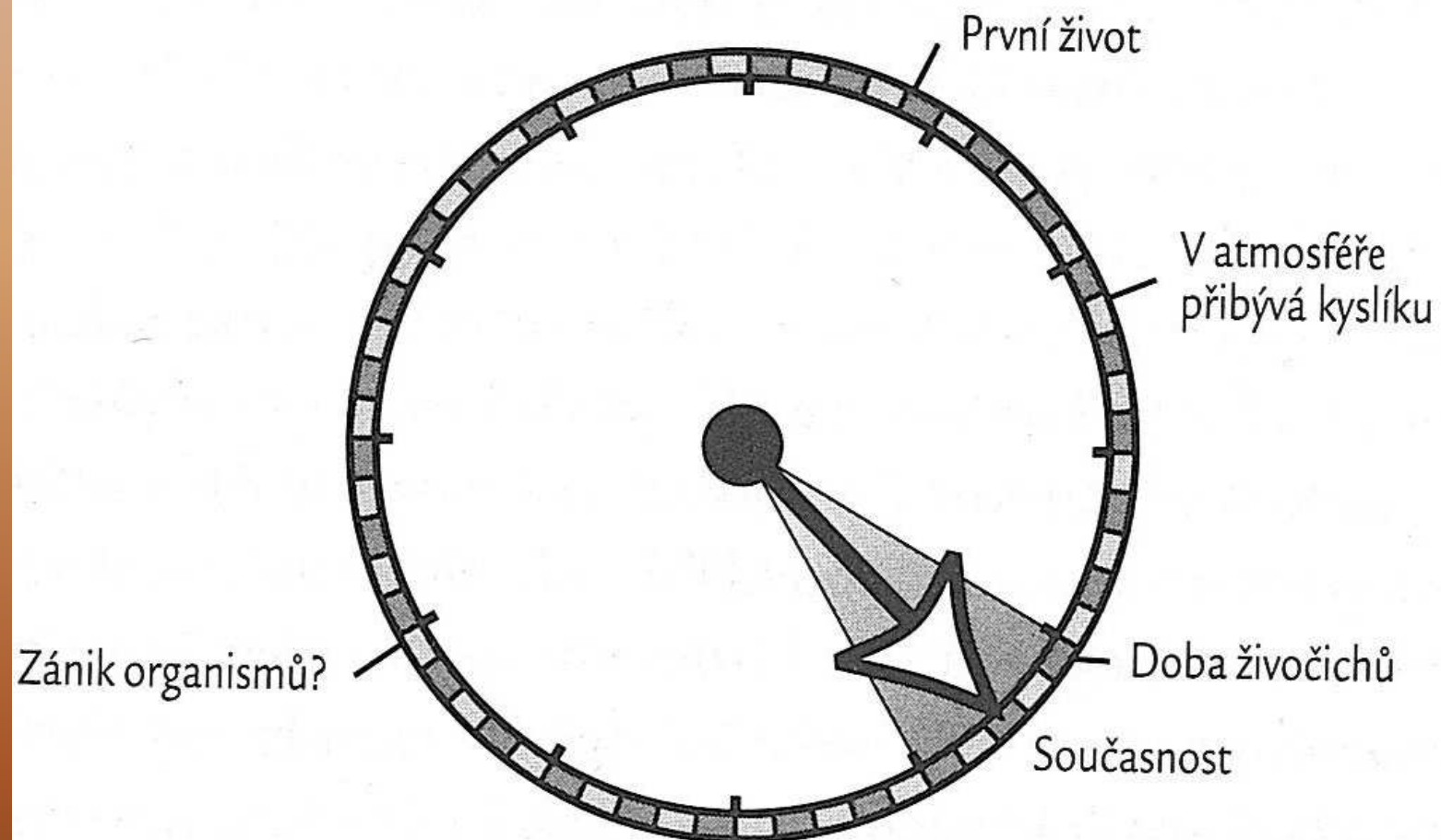
Historická klimatologie a paleoklimatologie

**jak šel čas na Zemi a jak se
měnilo klima**



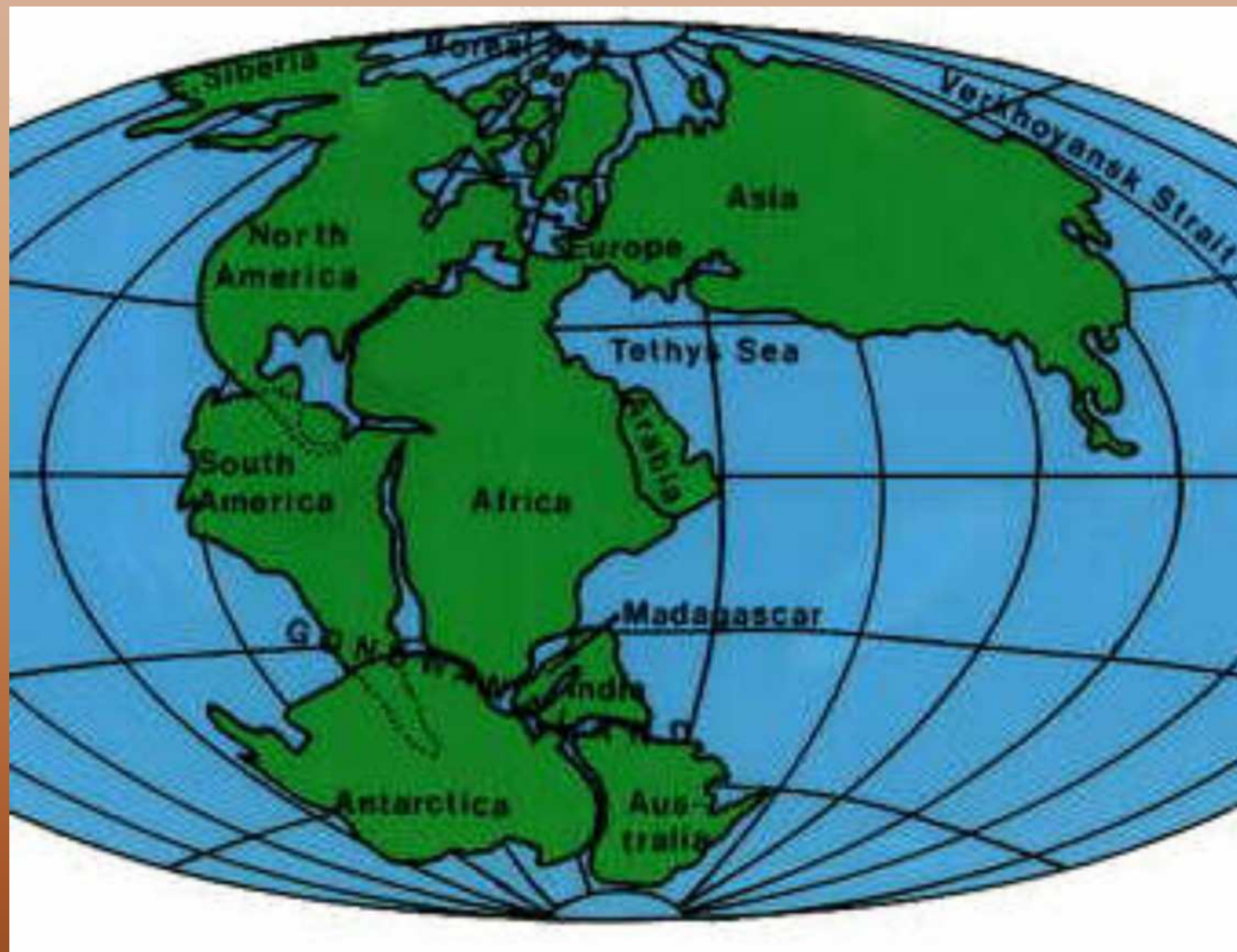
jedinečná Země
Měsíc
Jupiter a okolí

Hodiny planety Země



**voda
první kontinenty**

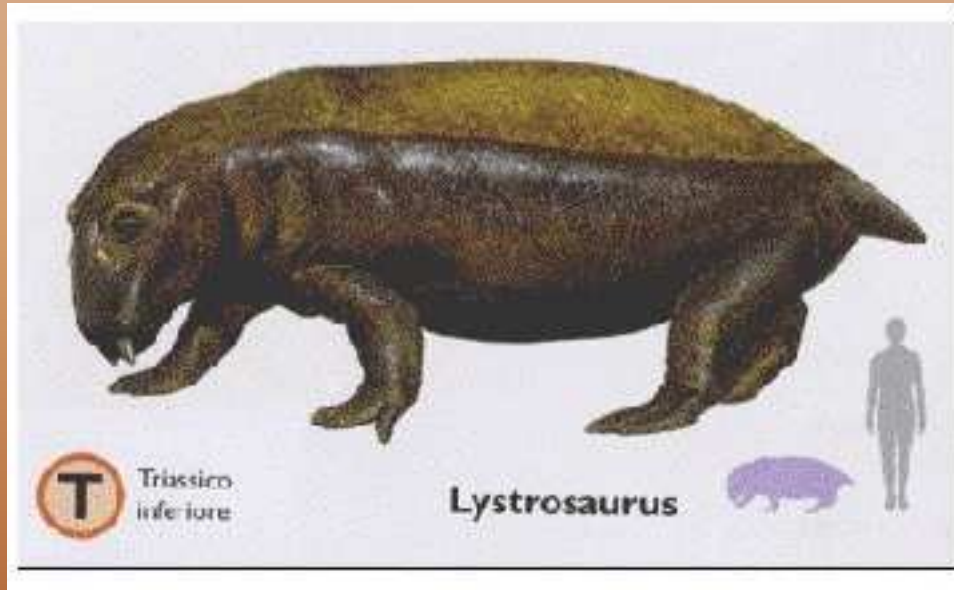




teorie kontinentálneho driftu, Haleův cyklus

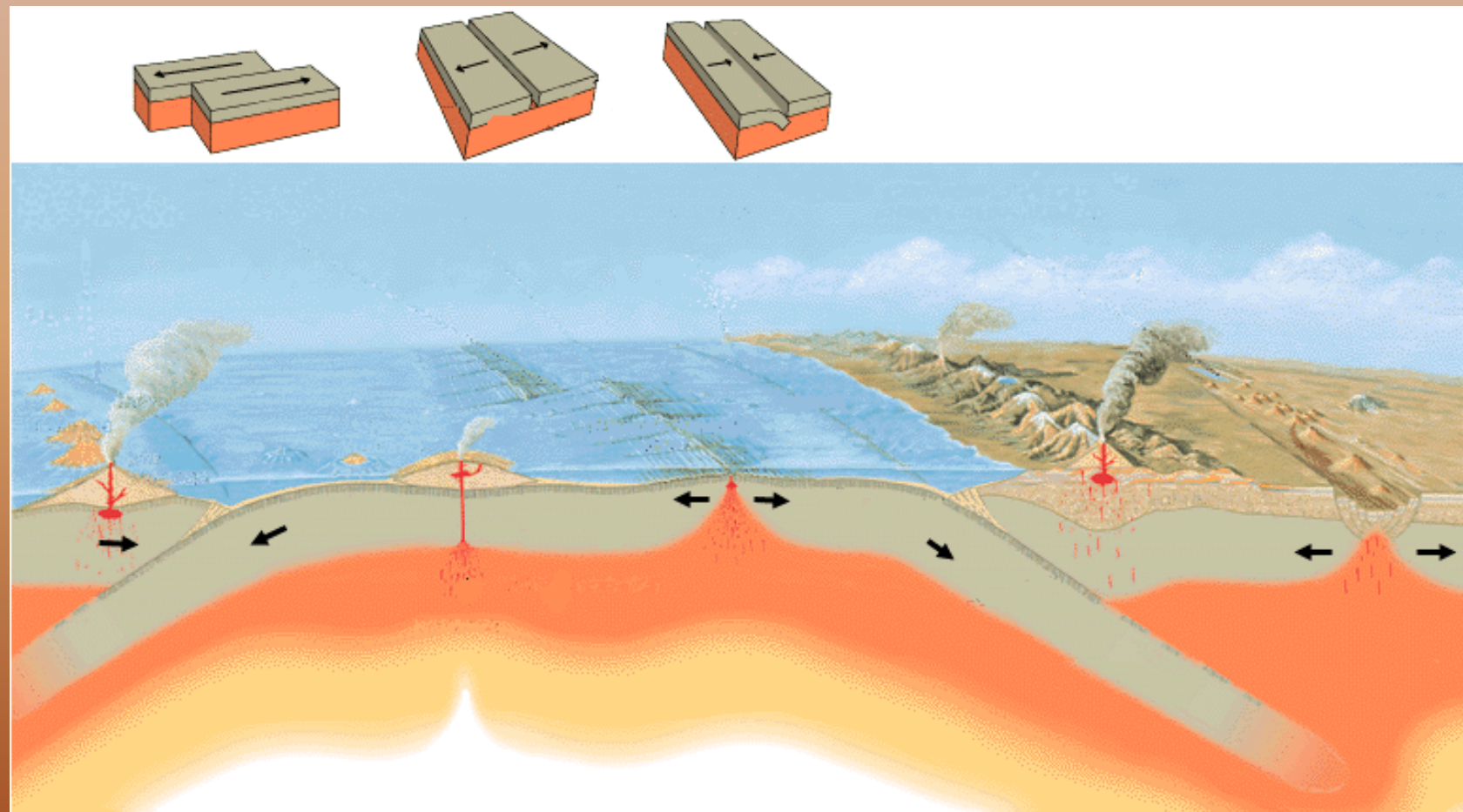


Lystrosaurus



Mesosaurus





život

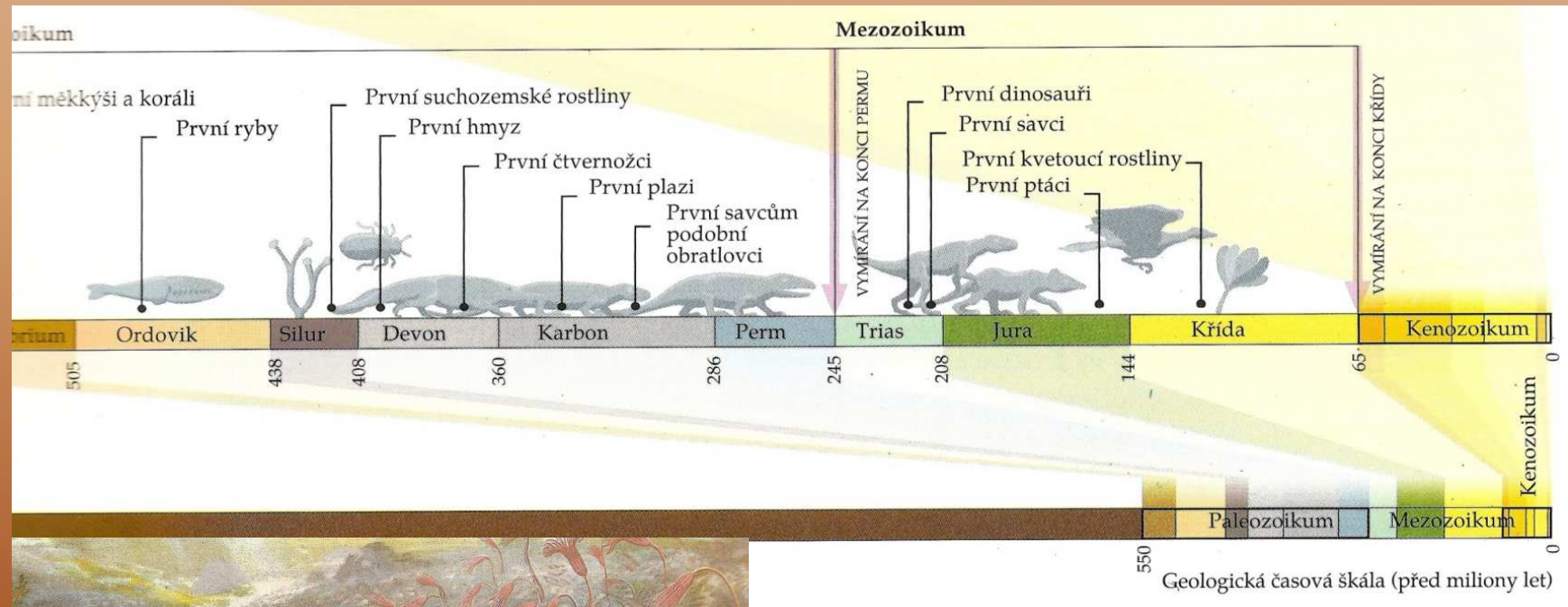
Minuli jsme... Sakra nefungují
klapky...!!!



20. dubna 1967 na měsíční povrch v Oceánu bouří měkce dosedla přístrojová sonda Surveyor 3. O dva a půl roku později do téhož místa zamířil výsadkový modul Apollo 12, který 12. listopadu 1969 přistál 156 metrů od Surveyoru. Jedním z úkolů posádky bylo prohlédnout si opuštěnou sondu, odmontovat její televizní kameru a dopravit ji zpět na Zemi. Stalo se. Spolu s kamerou se ale "domů" vrátil i černý pasažér -- docela obyčejná bakterie *Streptococcus mitis*. Asi 50 až 100 mikroorganismů přežilo 31 měsíců bez potravy, vystaveno radiaci a pobytu ve vakuu, za průměrné teploty asi 20 stupňů nad absolutní nulou.

prvohory

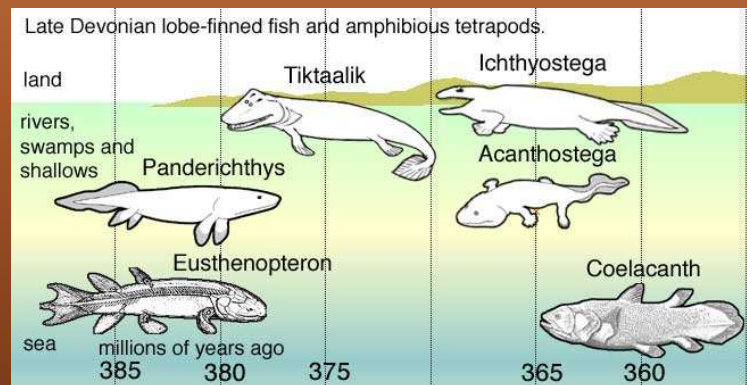
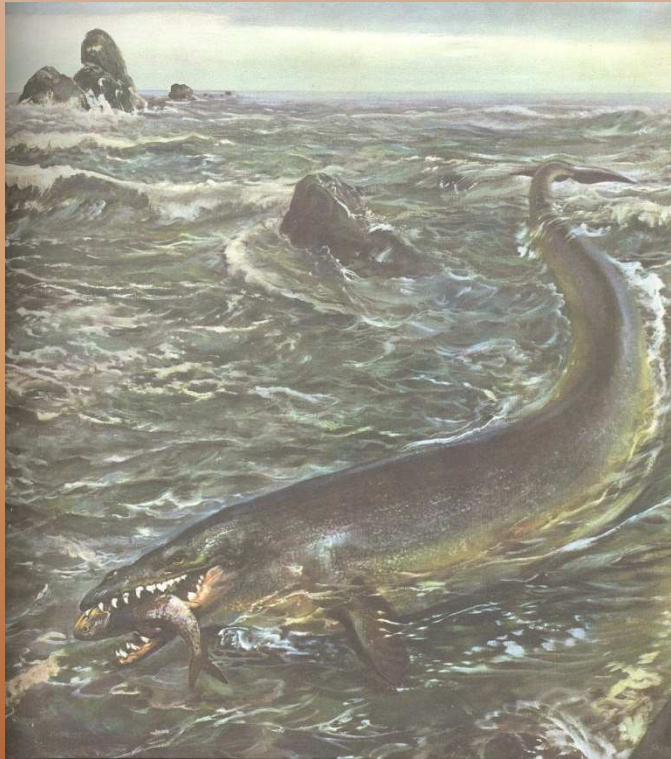
•kambrium



- ordovik
- silur

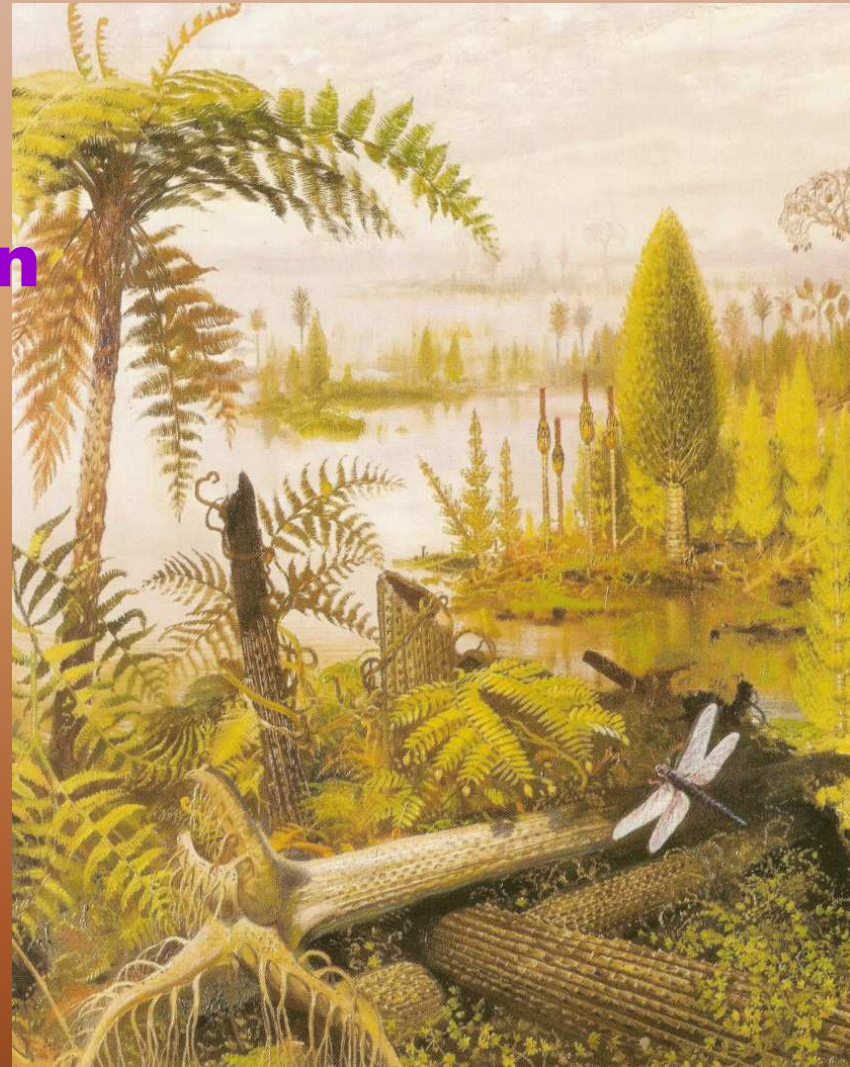


•devon

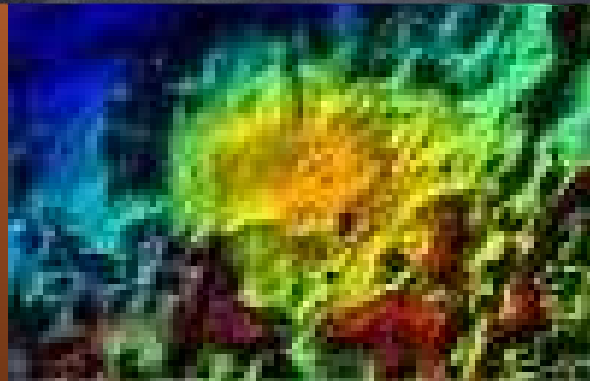




• karbon



•perm



perm

299,0 ± 8 - 251,0 ± 0,7 MY BP

podnebí se vysušuje a stává se teplejším

ledovec na jihu ustoupil, mořská transgrese

charakteristické pro perm jsou evapority – mořské soli odpařené v zálivech

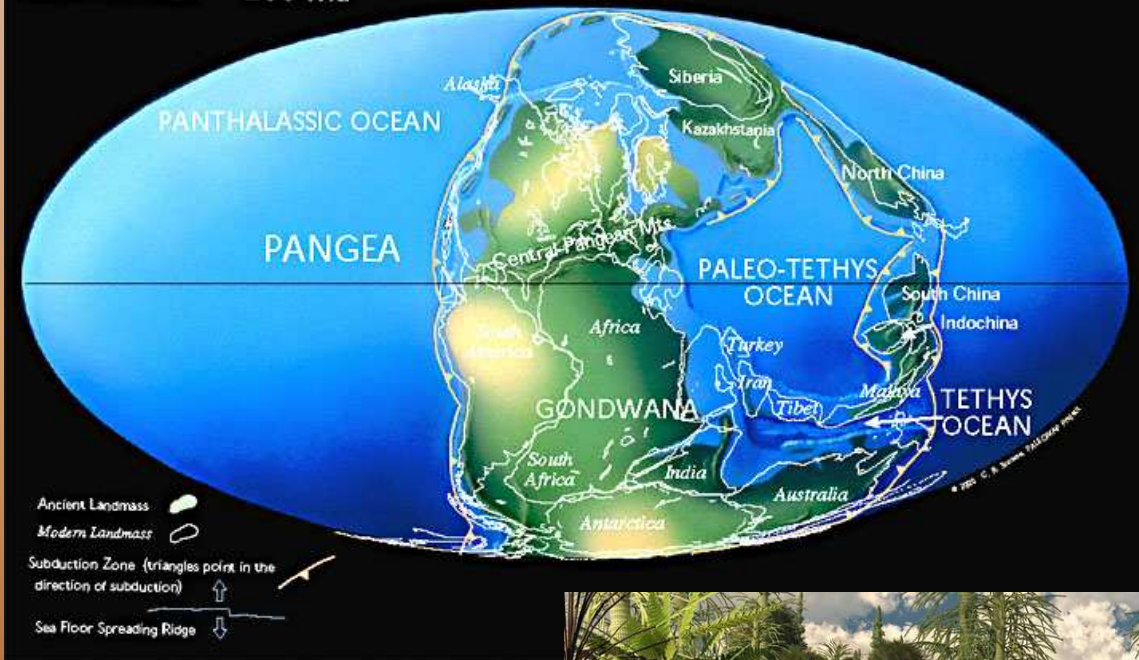
vzniká kontinent Pangea

Pangea nyní měla tvar obrovského písmene V. Jejím nejsevernějším výběžkem byla Sibiř, africké jádro leželo celé na jižní polokouli, jihovýchodní výběžek sahal od jižního pólu k obratníku Kozoroha. Mezi oběma výběžky ležel oceán Tethys, jehož vnější stranu ohraničovaly samostatné mikrokontinenty Severní Čína, Jižní Čína a Jihovýchodní Asie.

ČM – vulkanická aktivita (Kozákov, Lužická porucha)

Český masiv už je stabilizován, nedochází už k vrásnění ale pouze k tvorbě zlomů

Late Permian 255 Ma



biota

mizí pralesy plavuní a přesliček

převažují kaprad'osemenné

jehličnany a cykasy

pouštní krajina, ale spousta hmyzu

Pangeu obklopuje hluboký oceán a mizí mělká šelfová moře

na přelomu spodního a svrchního permu se otepluje ještě více



klima

simulace naznačují, že ve

vnitrozemí Pangey je v létě

průměrná teplota asi 38° C, v zimě

klesá teplota k bodu mrazu



permská klimatická katastrofa, vymírání

1. fáze – období úpadku

- **superkontinent – sucho, snížení diverzity – hlavně na pevnině**
- **úbytek mořských šelfů, ztráta životního prostoru**
- **kolaps mořských proudů, oteplení oceánů**

2. fáze – vymírání

- **sibiřské trappy**
- **100 – 3000 m vrstva na ploše jako UK**
- **metan z hydrátů – oteplení šelfů**
- **nárůst CO₂ – 3 x více než dnes**
- **anoxie v oceánech**
- **možná i požáry ložisek uhlí**

příklad

jezero Nyos 1986

Kamerun, Afrika

**podvodní exploze
jezera, vlna 60 m,
oblak CO₂**

1700 lidí + zvířata

vymřelé druhy

trilobiti (Trilobitomorpha)

deskatí a čtyřčetní koráli

někteří hlavonožci a ramenonožci, někteří plži, mechovky

suchozemský velký hmyz, obří vážky

(rozšířili se švábi)

někteří obojživelníci

téměř všichni savcovití plazi (přežil Lystrosaurus, ale ne dlouho)

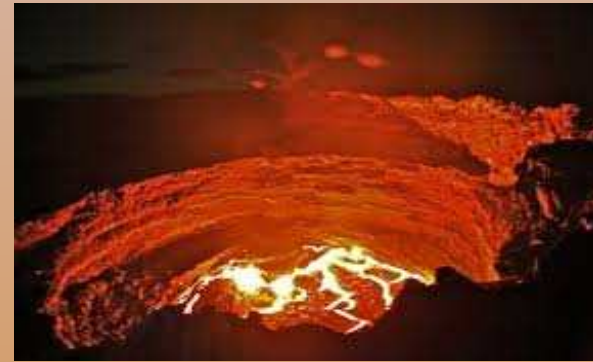
přežili

Cynodonti (od nich vedla linie k savcům)

vrchol výtrusů hub

přežili někteří plazi – Archosauria – vývoj dinosaurů

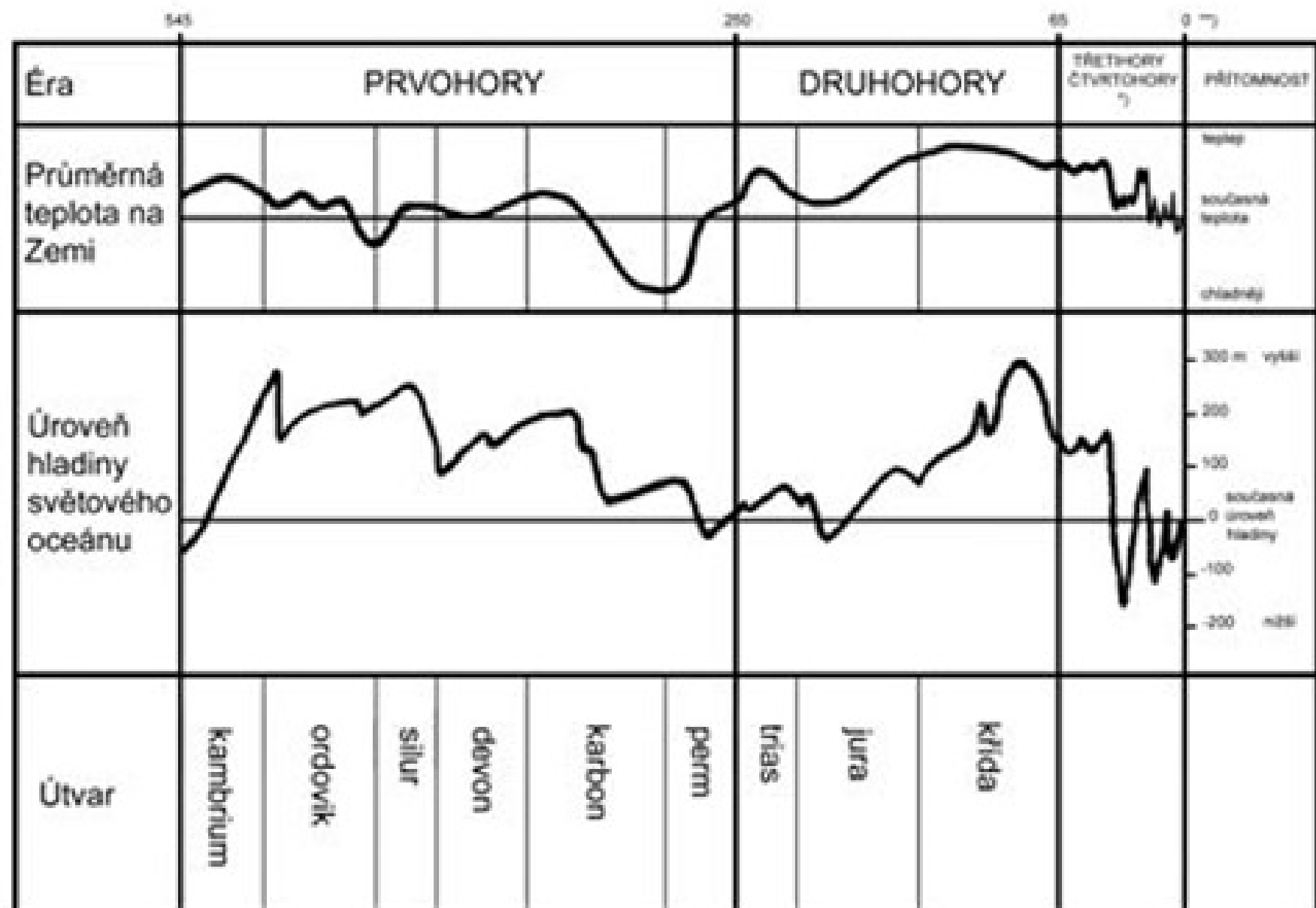
95 % druhů v mořích, 70 % na souši, kyslík klesá na 13%





druhohory - mezozoikum





trias

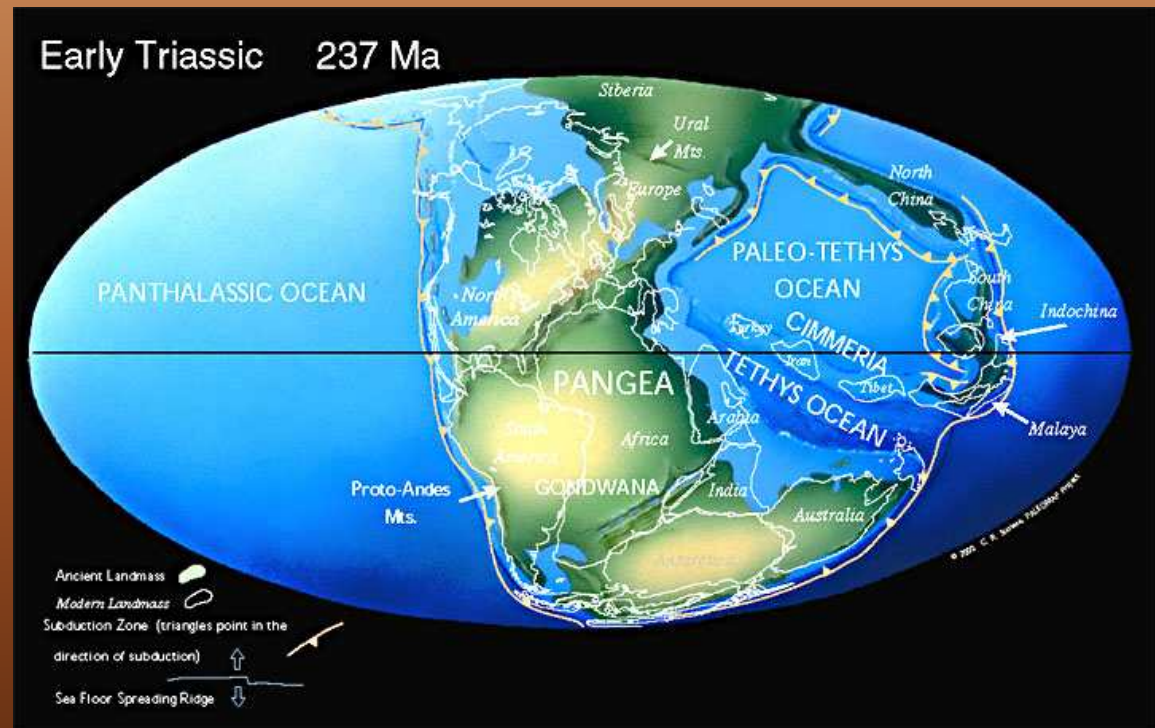
251±0,7 – 199,6±0,6 MY BP

dělíme na spodní, střední a svrchní

stejně jako v permu už existuje Pangea, velmi suché podnebí

- v paleontologickém záznamu jsou pískovce, evapority, soli
- hojnější než v permu

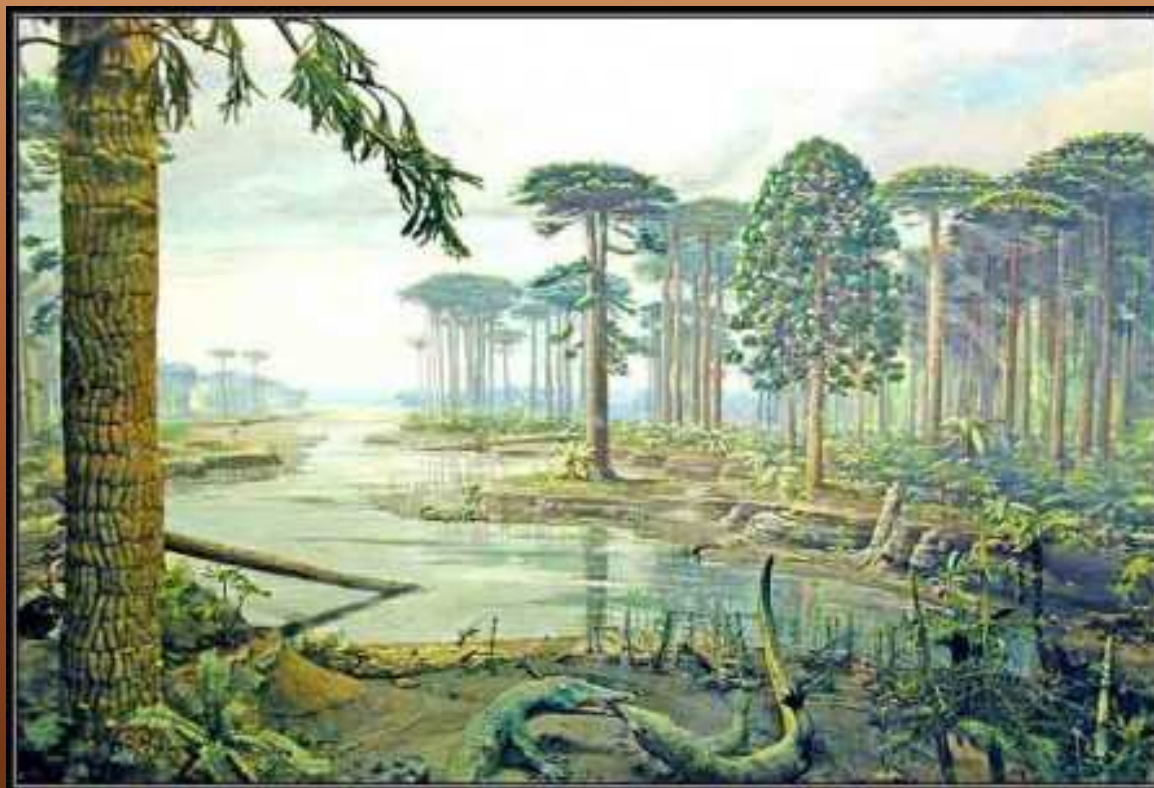
ČM přibližně na obratníku Raka, severní polokoule
velmi suché podnebí
postrádáme zalednění



biota

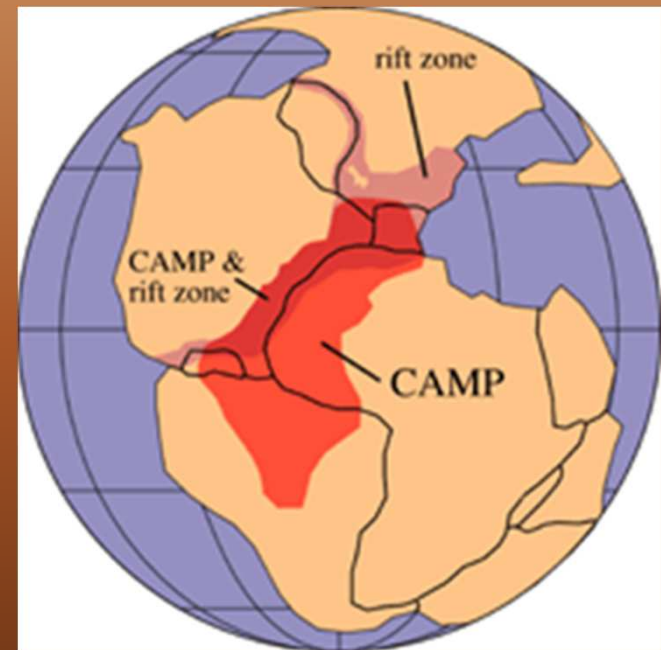
po velkém vymírání se rozvíjejí přeživší taxony

- pomalý nástup dinosaurů
- evoluční novinkou jsou žáby
- nahosemenné rostliny
- rozvoj jehličnanů, cykasů



**formuje se vulkanické centrum, budoucí atlantická magmatická provincie, asi 9 milionů čtverečních km na konci triasu a zač. jury
velká změna klimatu
vymírání před 201,3 milionu let
spekuluje se také o impaktu**

**z linie cynodontů se oddělují savci, kteří přežívají, ostatní vymírají
uvolněné niky obsazují dinosauři**



jura

199,6 ± 0,6 – 145,5 ± 4 MY BP

dělí se na spodní, střední a svrchní





**neobyčejně stabilní a teplé klima
několik transgresí a regresí ale bez následků pro biotu
nebylo zalednění, v polárních krajích mírné klima
u nás mělké, vnitrodeskové moře
pokračuje rozpad Pangey, otevírají se nová moře a šelfové
zálivy**

biota

**rostlinstvo – cykasy, ginkga, jehličnany (araukárie)
poslední stromové přesličky**

všude vládnou dinosauři

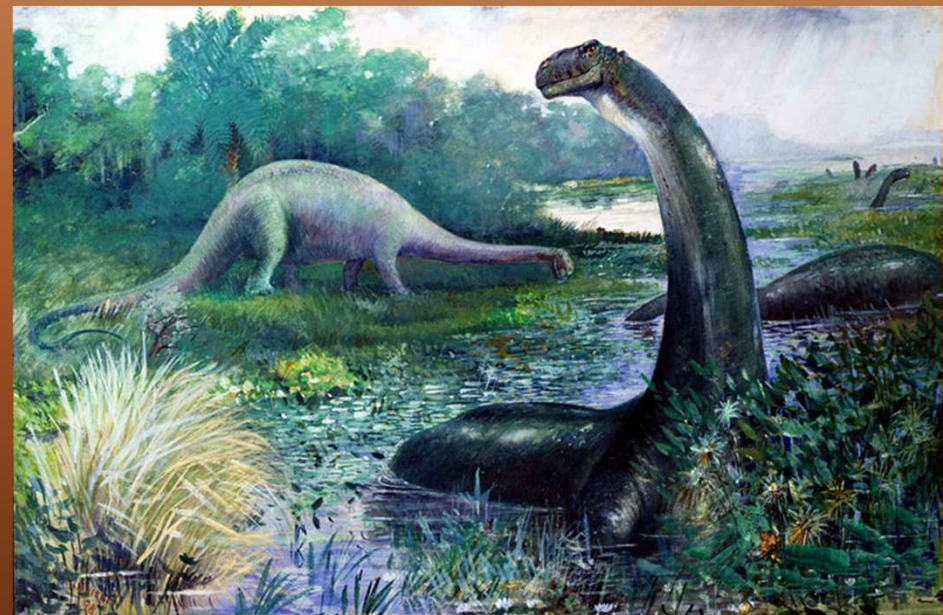
savci – noční, malí

z jedné větve dinosaurů se začínají vyvíjet ptáci

v mořích pleistosauři, žraloci, amoniti a typické korálové útesy

Kelowská záplava

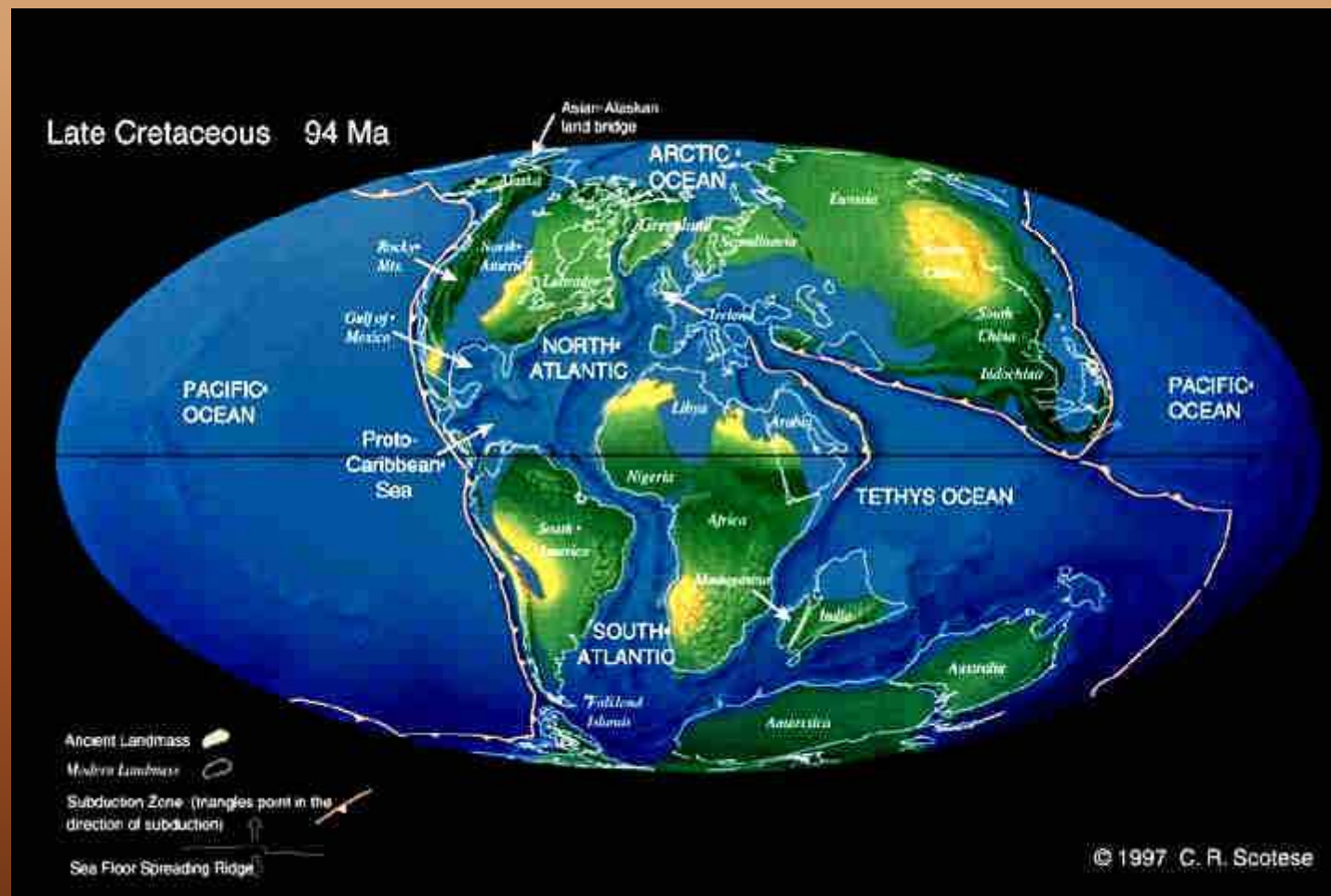
- **na rozhraní stř. a svrch. jury**
- **zdvih kontinentů, moře proniká na pevninu**



křída

145 ± 4,0 - 65,5 ± 0,3 MY BP

dělíme na spodní a svrchní



podnebí ve spodní křídě teplé a vyrovnané

**svrchní křída – transgrese a regrese moře
oddalování kontinentů, kolísání CO₂ v atmosféře**

-- ale stejně velmi teplé klima bez zalednění

- definitivní oddělení kontinentů

- Jižní Amerika se odděluje od Antarktidy a Austrálie od Antarktidy**
- zdvihají se velké oceánské vulkanické hřbety – obrovská záplava (transgrese) 1/3 souše = cenomanská záplava**
- několikrát se dějí anoxické události v moři (zastavení cirkulace a pokles kyslíku)**

**ČM – leží v teplém
subtropickém podnebí
s dostatkem srážek
zasahuje sem křídové
moře, později v křídě
jezera
alpínské vrásnění**



biota

ve spodní křídě se objevují krytosemenné rostliny (jsou podobné magnóliím)

ústup cykasů, ginkgo a benetitů

znamená to úbytek býložravých dinosaurů a posléze i jejich predátorů – vymírání z biotických příčin (ze 30 čeledí zbývá 12) výjimkou jsou předci ptáků, ti naopak sílí, protože je přebytek hmyzu

hmyz prodělává prudký rozvoj a koevoluci s rostlinstvem objevují se včely, čmeláci a mravenci, motýli

v moři mizí amoniti

rozvoj žraloků a ryb

na konci křídly vymírá 65 – 70 % druhů



K/T

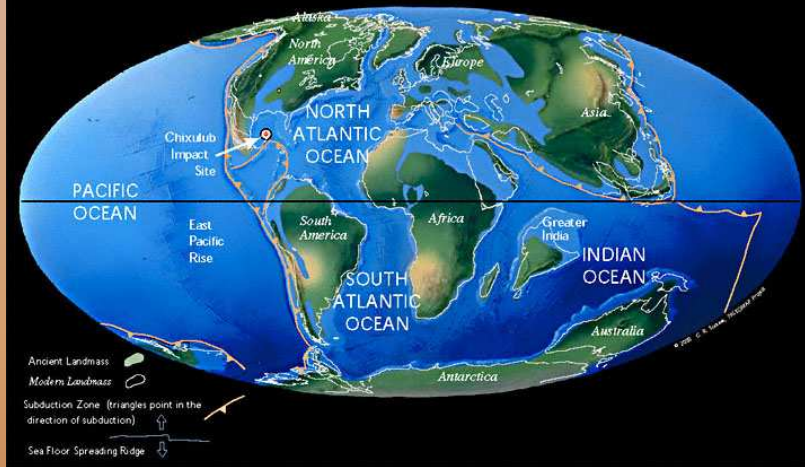


K/T vymírání spojeno především s dinosaury

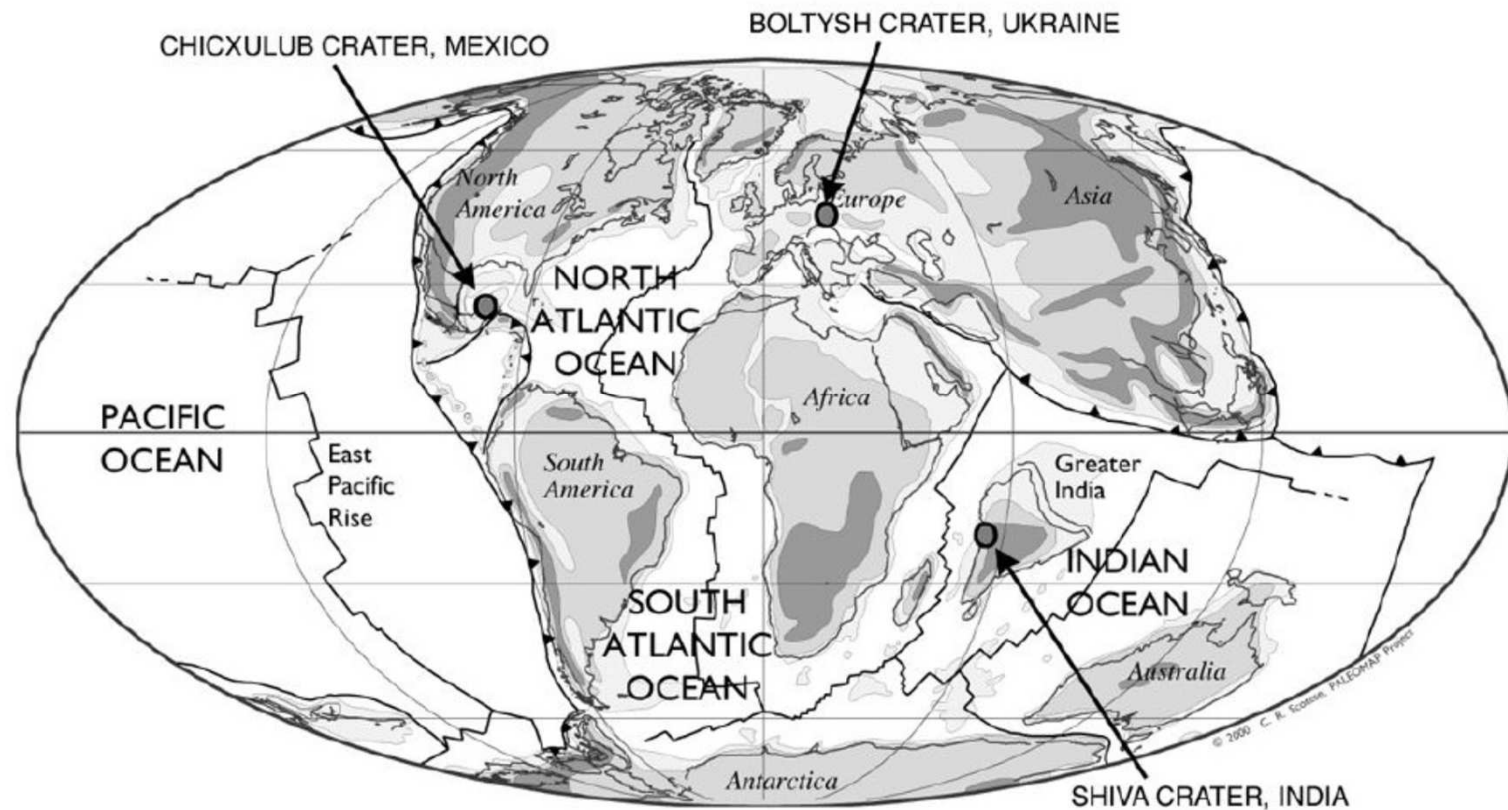
- biologické příčiny – rakovina, anomální tloušťka skořápky, savci, živící se vejci dinosaurů



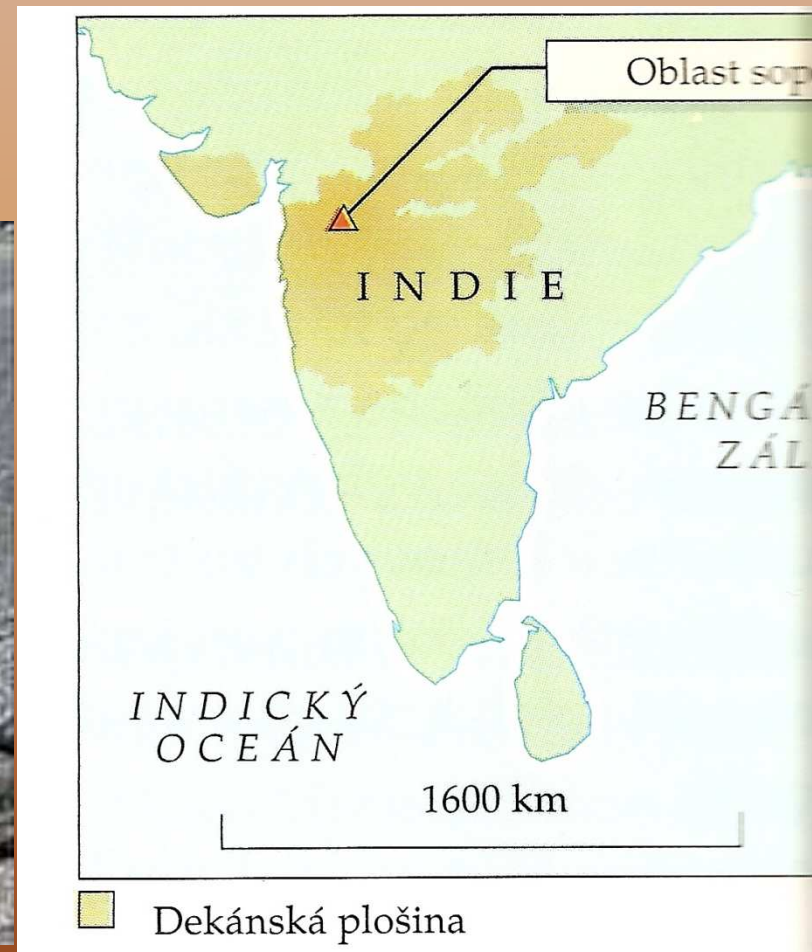
K/T Boundary 66 Ma



**jedno z „velké pětky“
vymírání
příčiny:
pád mimozemského tělesa
vulkanismus**

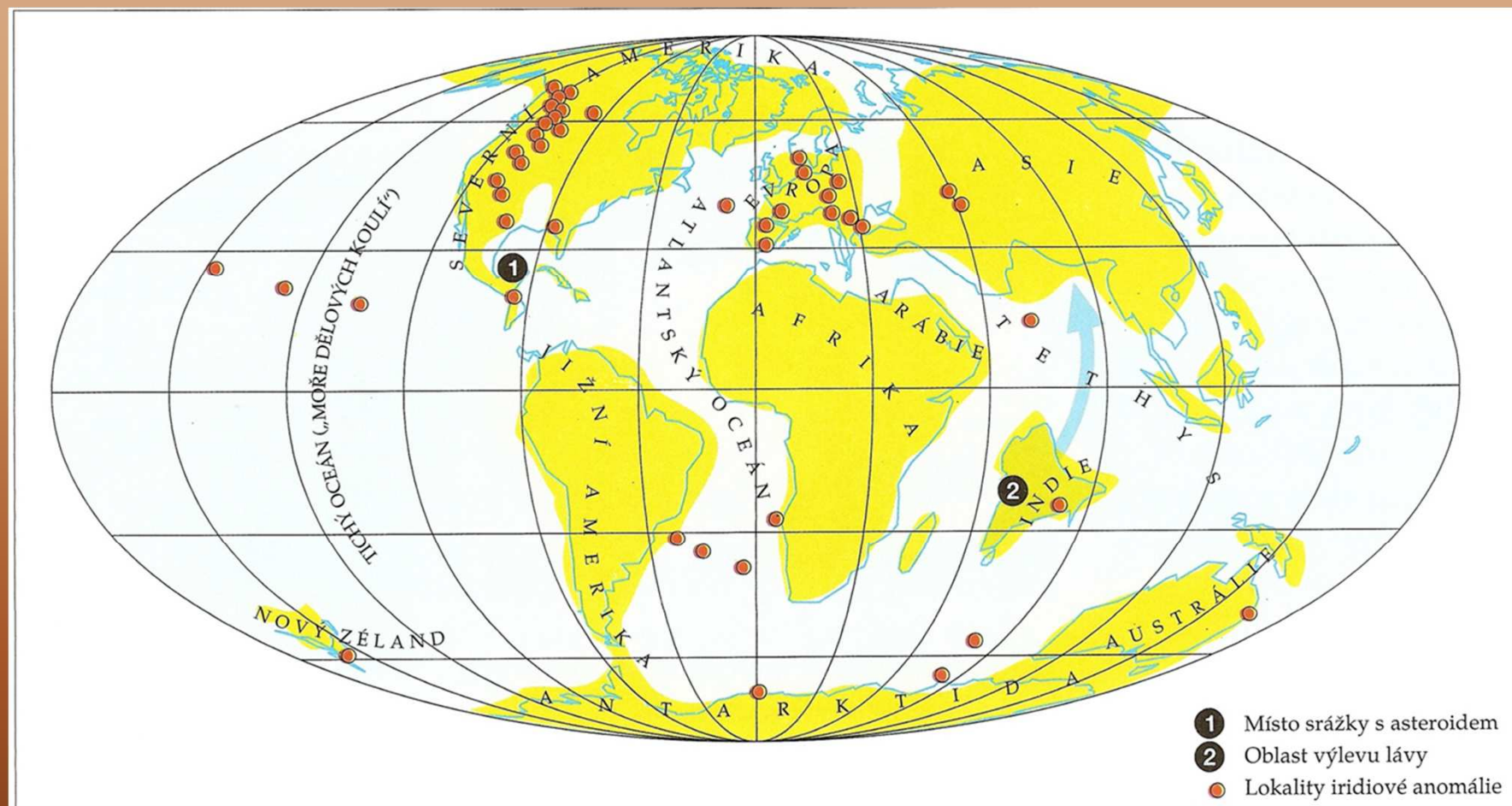


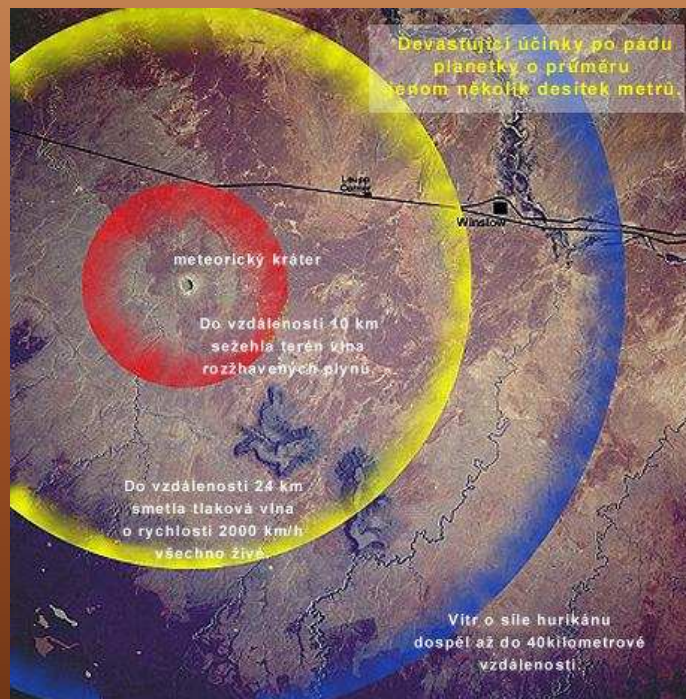
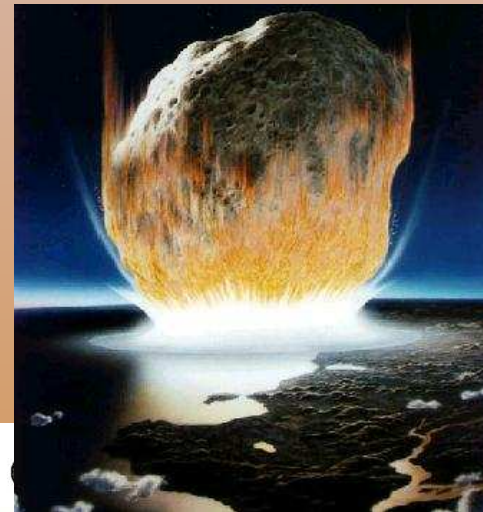
Dekkánská plošina Indie masivní výlevný vulkanismus



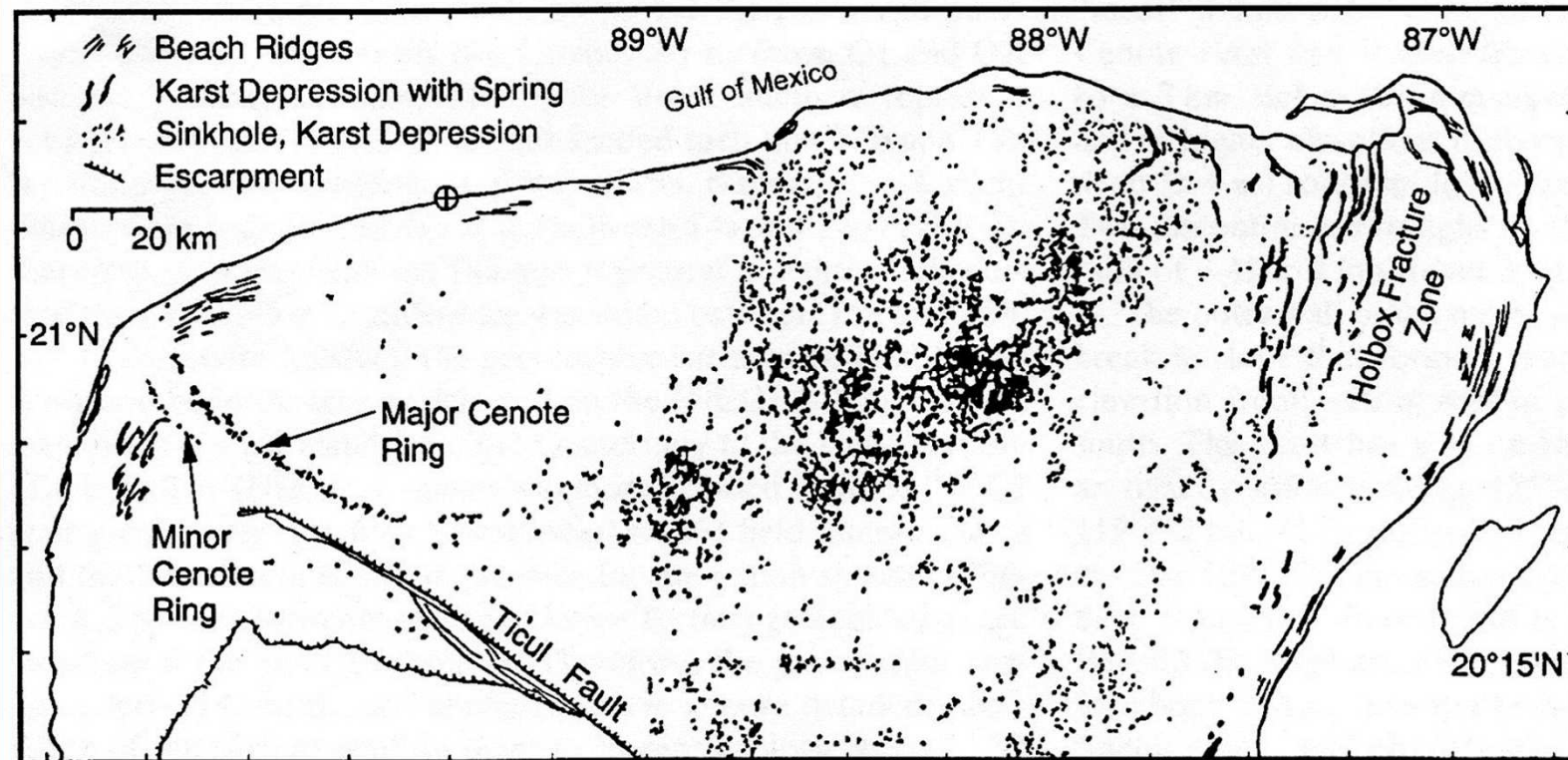


K/T hranice – iridiová anomálie





- ▲ Doklady o přílivové vlně
- - - Pobřeží v době srážky



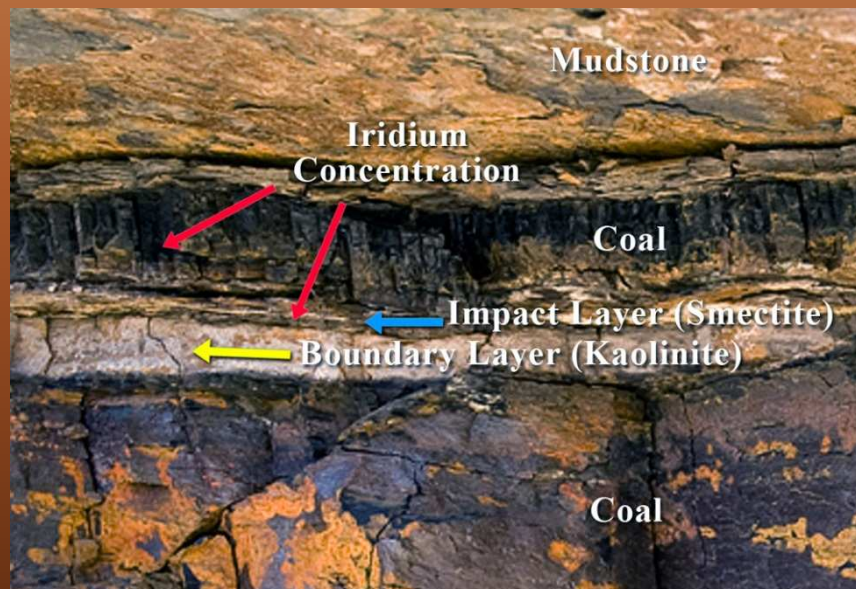
Chicxulub

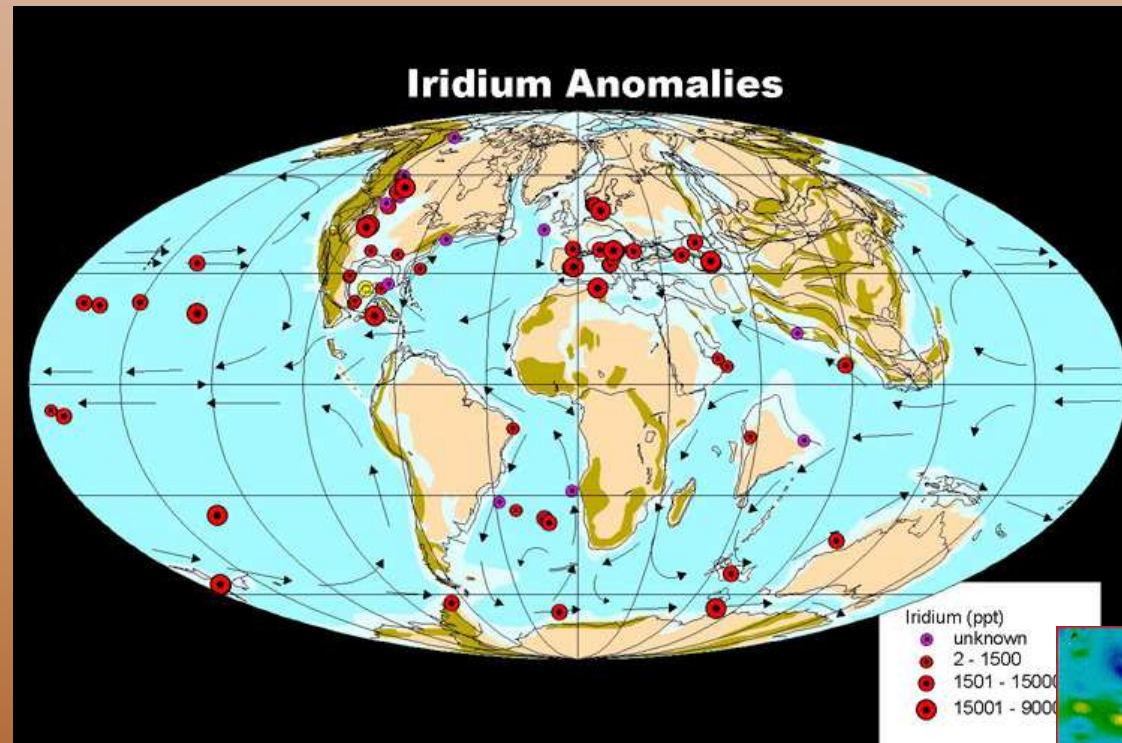


Luis a Walter Alvarezovi

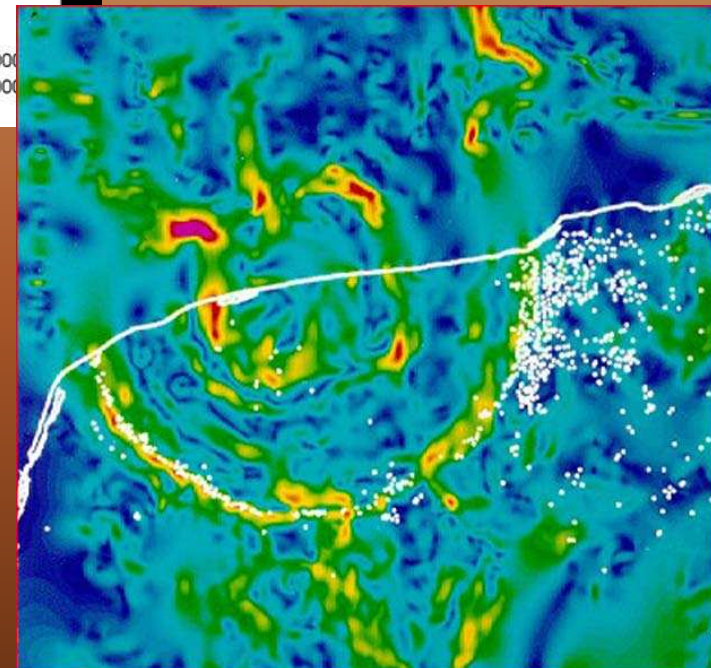
University of California, Berkeley

- povšimli si vrstvy hnědého jílu ve vápencích poblíž italského Gubbia
- abnormální množství iridia (r. 1977)
- objev tíhové anomálie při ropném průzkumu, publik. 1981 (Penfield a Camargo)
- až na přelomu 80 a 90. let se našlo meteorické sklo na Haiti a další důkazy – ve vrtech Chicxulubu šokově přeměněné horniny, lépe vyjádřené tíhové anomálie a radioanalytickým datováním byl potvrzen vznik kráteru před 64,98 mil. let
- dnes se stále vrtá, nalezen byl suevit

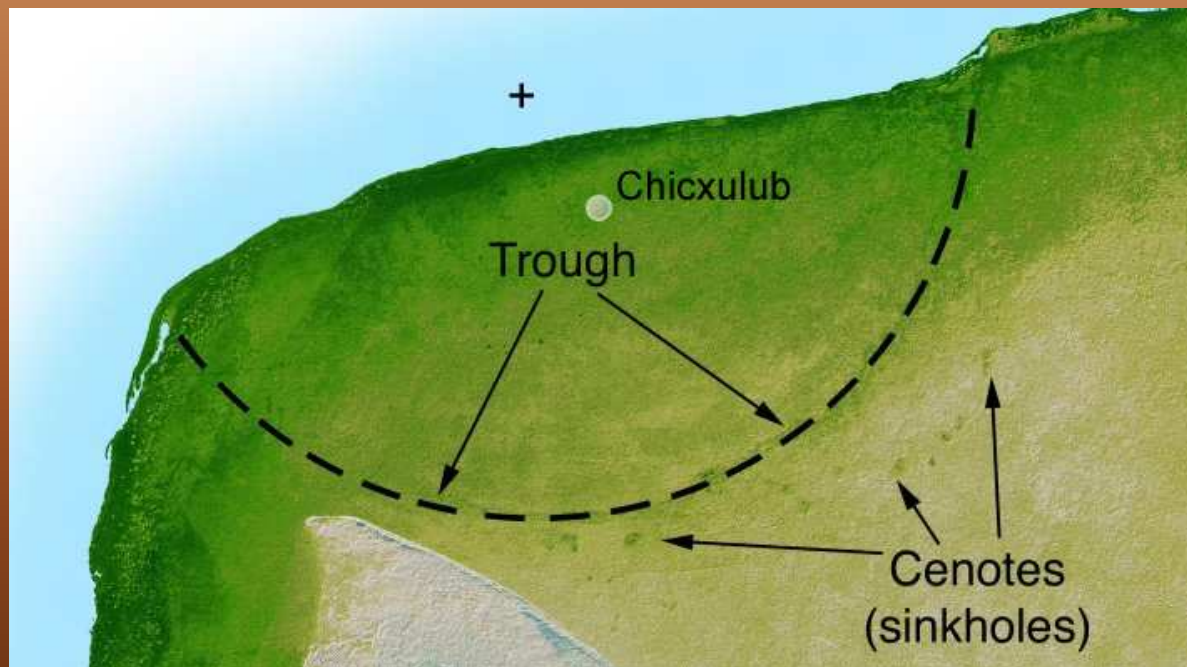


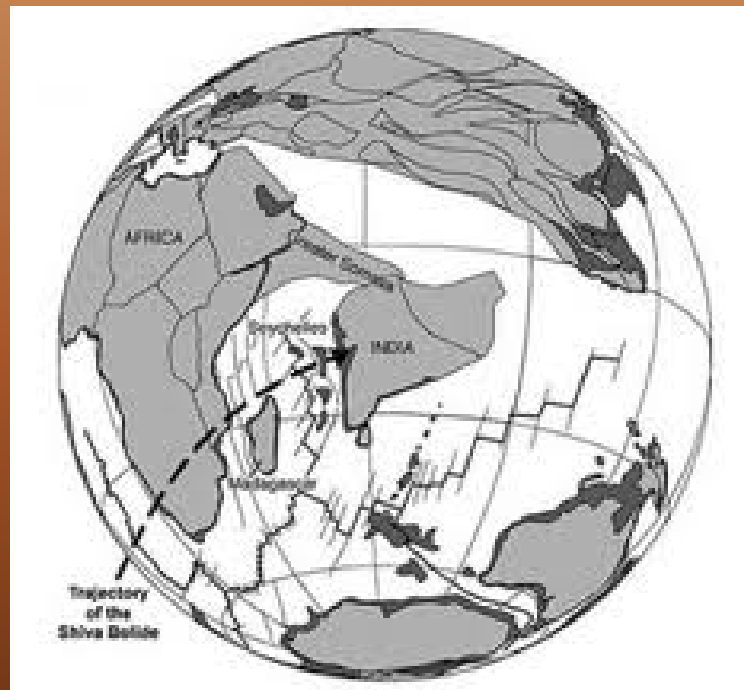
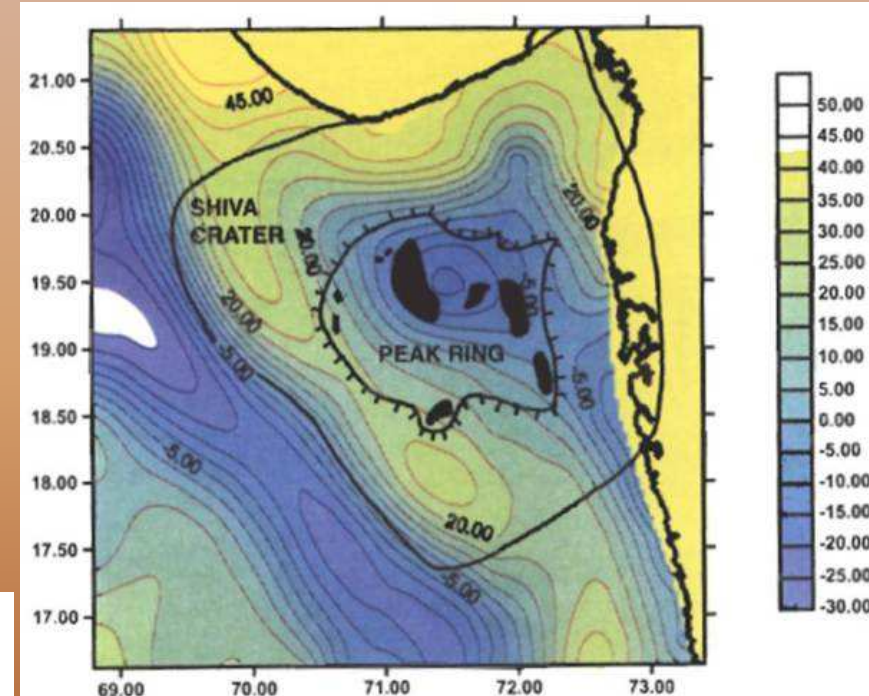
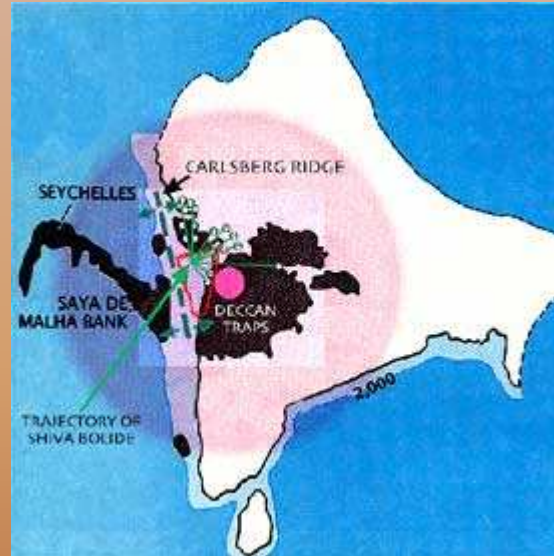


Chicxulub



Mateřským tělesem impaktoru je zřejmě rodina asteroidů Flora, ke které patří například i hybridní objekt P/2010 A2, objevený 6. ledna roku 2010. Původně byl za původce impaktoru považován asteroid 298 Baptistina, který se ale dle novějších údajů z kosmického infračerveného teleskopu WISE roztrhl impaktem teprve před 80 miliony let, což je na pozemský impakt na konci druhohor (jen zhruba o 15 milionů let později) příliš krátká doba





Shiva?

Shrnutí:

pád meteoritu – horká vlna v atmosféře, požáry, zastínění

Slunce, následuje zima, kyselá dešť

vulkanismus- znečištění atmosféry, pokles teplot – vulkanická zima

vyhynula většina organismů velkých rozměrů

dinosauři, ptakoještěři a velké množství ptáků

některé rozsivky a dírkovci, úplně kokolítka

převážná část amonitů

někteří plži, mlži a ostnokožci, koráli

podle okusu listů hmyzem vymírá větší hmyz, menší ne

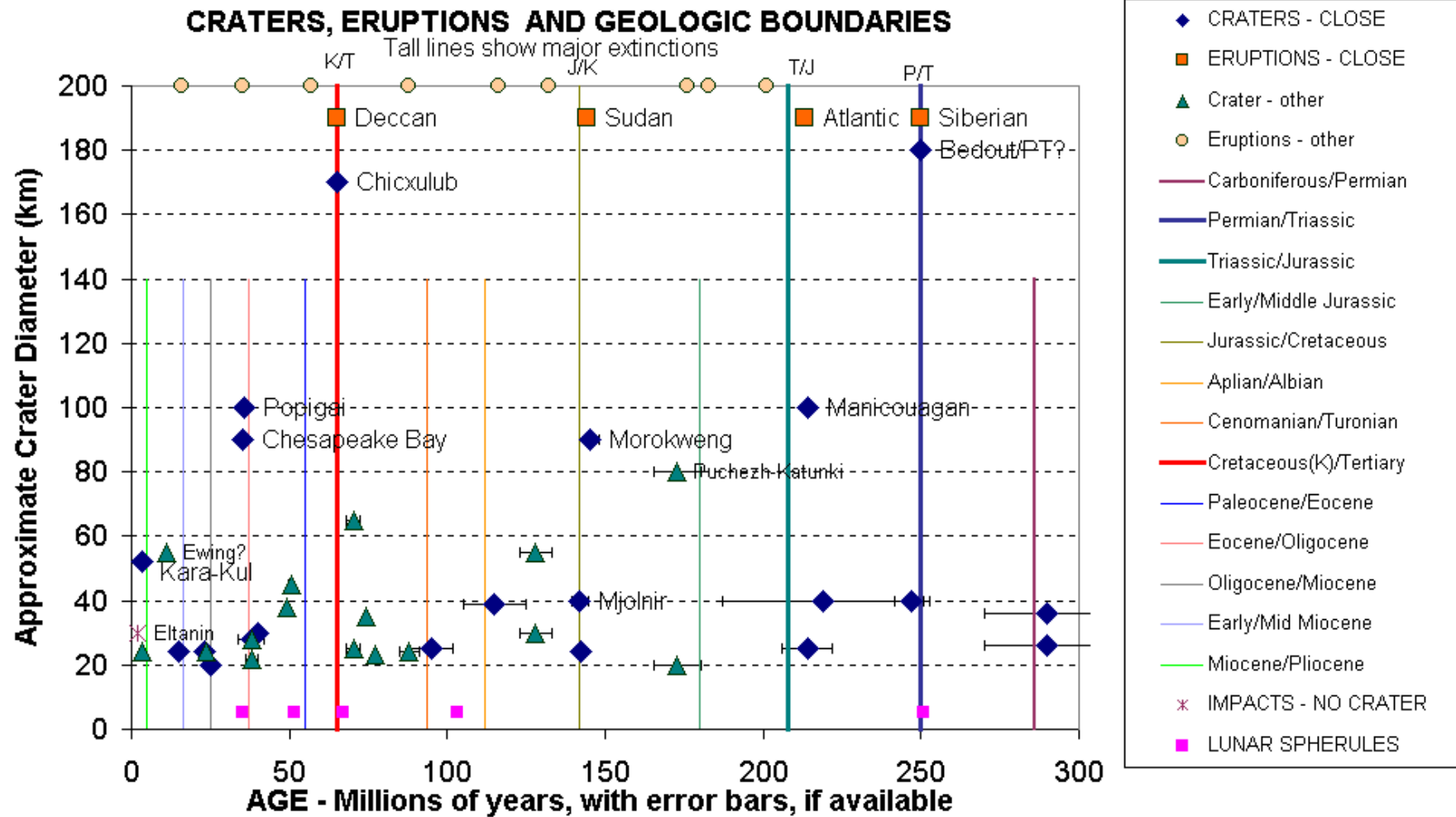
krátký pokles pylu krytosemenných rostlin a vzestup

kapradin

přežívají

ryby, paryby, šupinatí plazi, savci, někteří ptáci

doupata, voda? jako úkryty?



Graph by Michael Paine. Thanks to Andrew Glikson, Franco Pirajno and Dallas Abbott. Updated March 2001

třetihory



- paleogén
- neogén

pohyb kontinentů

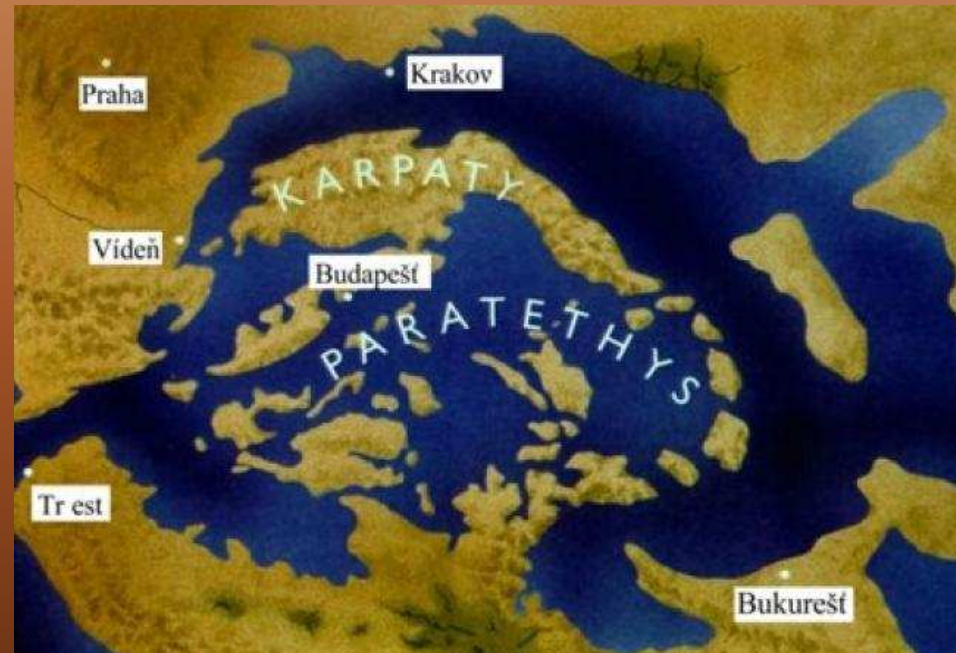
pokračuje alpské vrásnění, na konci paleogénu pak se formují Karpaty

vnitrozemské moře Tethys se rozpadá na soustavu měnicích se pánví

odtrhává se Afrika od Jižní Ameriky

velmi rychlý přesun Indie k Asii a začátek kolize před 50 MY - vrásnění před 20 MY

Indie se pohybuje až 15 cm za rok!



kolize Indie a Asie začala před 50 mil.lety, je to dokázáno podle migračních tras živočichů a jejich výměně mezi Indií a Asií už před 45 mil. lety

-zdvih Himaláje začíná před 20 mil. lety

-po srážce se snížila rychlost

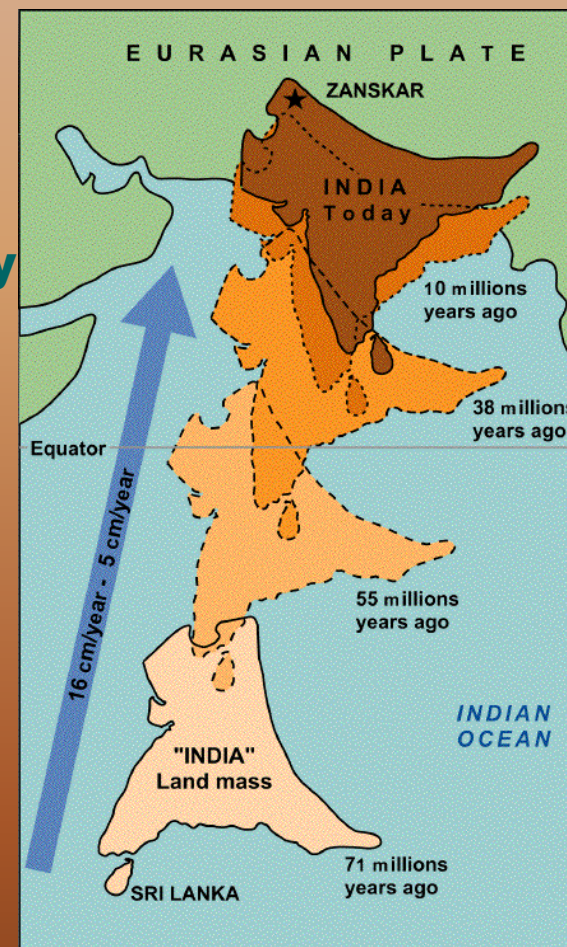
-vysoký tlak způsobil podsunutí pevninské desky Indie pod pevninskou desku Asie

-velmi silná zemská kůra

-vyvrásňování, tudíž výzdvih Himaláje stále pokračuje

-proto velká zemětřesení na riftových zónách i daleko od Himaláje – v Číně, Pákistánu, např. jezero Bajkal je na zlomu

-Indie monzuny, vysušování severu od Himalájí - Gobi

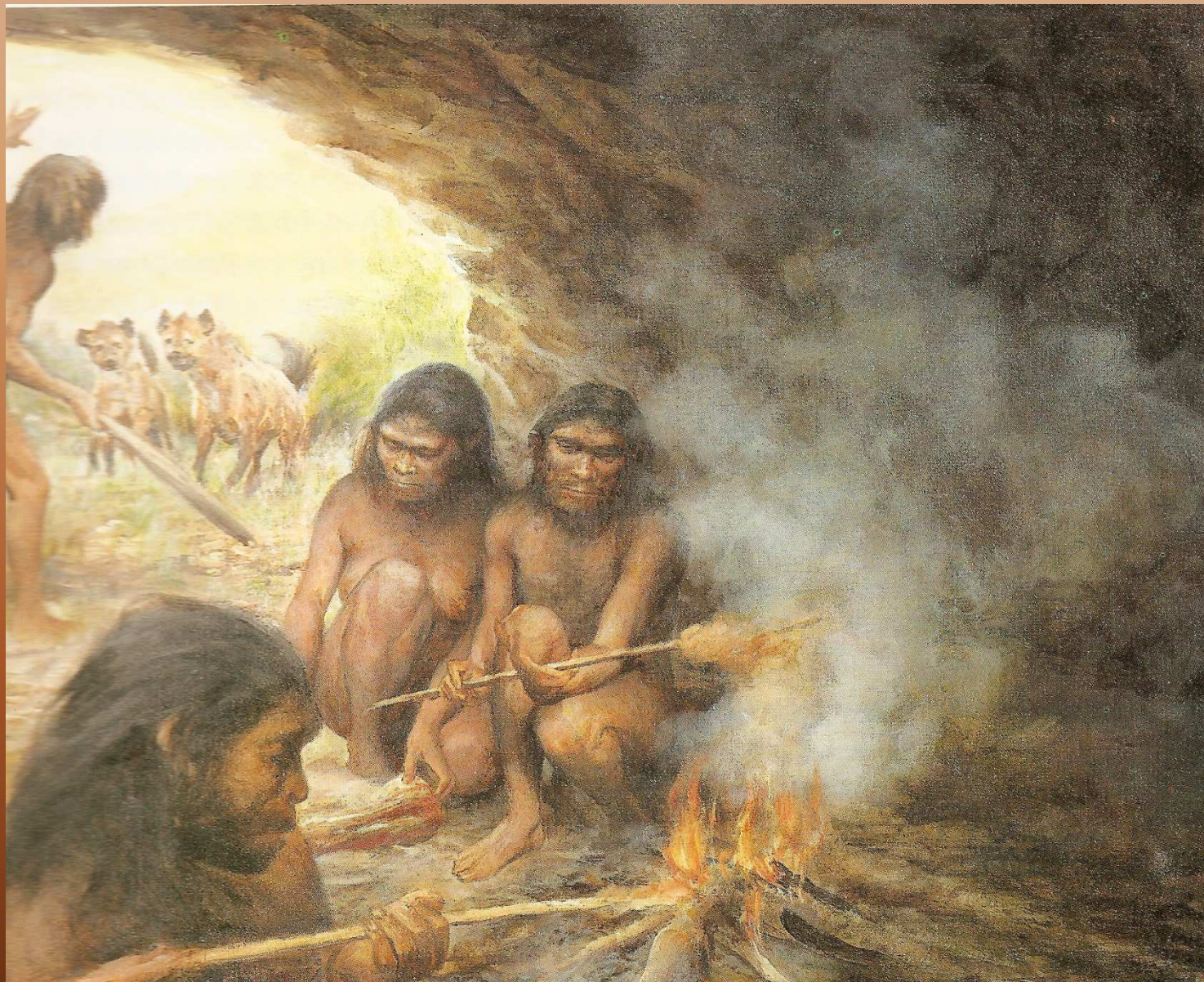


neogén

- **rozdělení kontinentů se blíží dnešnímu stavu**
- **ochlazování**
- **vznik podnebných pásů**
- **před 3 miliony let se začínají tvořit polární čepičky**
- **koncem třetihor kontinentální ledovce**



čtvrtohory



**v chladných obdobích zalednění plocha ledovců tvoří až 32%
oproti dnešním asi 10 %**

teplota v oceánech klesá až o 7 stupňů

hladina vody klesá až o 120 metrů

objem CO₂ klesal pod 200 ppm

**glaciály I. řádu –
intervaly asi 100 000
let**

**glaciály II. řádu –
intervaly 40 000 let v
mladším pleistocénu**



teorie polyglacialismu

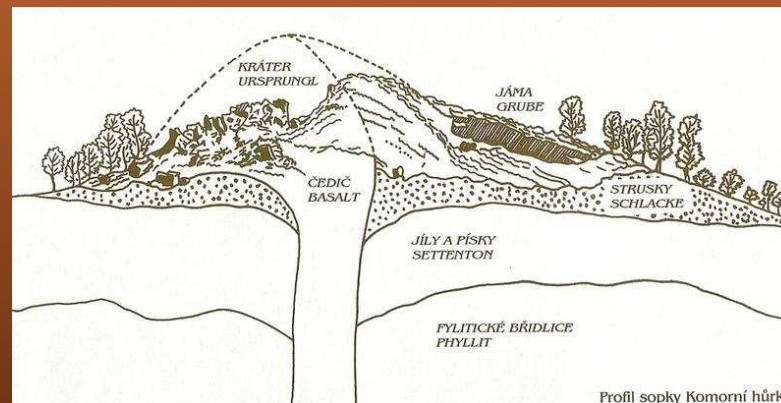
Albrecht Penck

tradičně Biber, Donau, Günz, Mindel, Riss a Würm

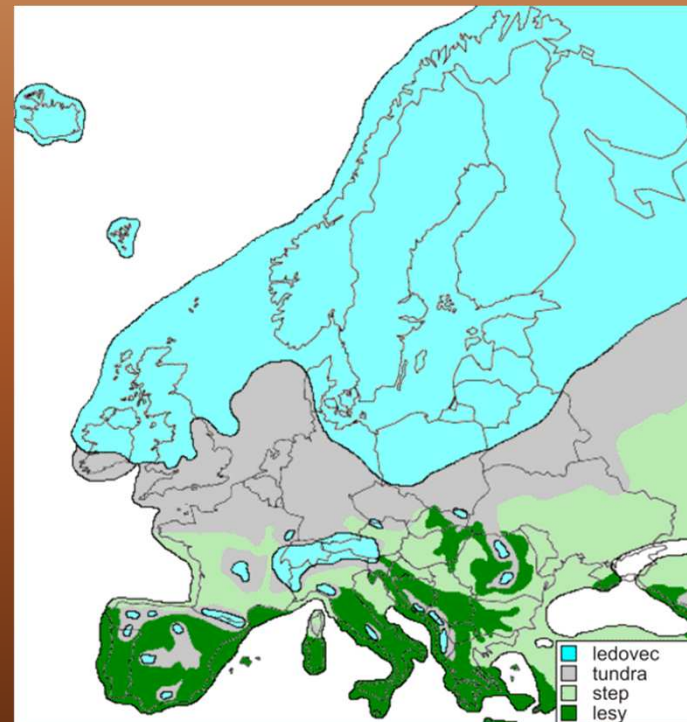
detailní členění:

Biber, Donau I. (3 mil let BP), Donau II. (2,5 mil let BP), Donau III. (2 mil let BP), Günz I. (1 mil let BP), Günz II. (0,7 mil let BP), Mindel I. (0,6 mil let BP), Mindel II. (0,4 mil let BP), Riss I. (0,3 mil let BP), Riss II. (0,2 mil let BP), Riss III. (0,1 mil let BP), Würm I. (80 tisíc let BP), Würm II. (45 tisíc let BP), Würm III. (32 tisíc let BP), Würm IV. (18 tisíc let BP). Názvy jsou odvozeny od alpských řek, kde byly prvně pozorovány pozůstatky glaciálů.

Vulkanická činnost u nás až do středního pleistocénu



V mladším pleistocénu se glaciální cykly ustálí zhruba na 40 000 leté intervaly. V tomto období můžeme během glaciálů rozeznat stadiály - vrcholy glaciálů a interstadiály - příznivá období pro rozvoj stepí a lesostepí, během nichž docházelo k vytvoření černozemní půdy. *Během Mindelu a Rissu dosáhlo zalednění části našeho území. Dokazují to stopy zalednění, které nalézáme např. na Frýdlandsku, v Lužických horách, na Moravě i na Ostravsku.* Na konci Würmu dochází k ústupu zalednění, ústup však není plynulý, dochází k zastavení i návratům.



-ukládání říčních teras

-řeky vytvářejí široká a plochá údolí

-zařezávání údolní sítě poměrně rychlé – 80 metrů za 800 tisíc let

-větrná eroze v glaciálech... ukládání sedimentů

-les v interglaciálech



lidská kultura

jsme dětmi doby ledové

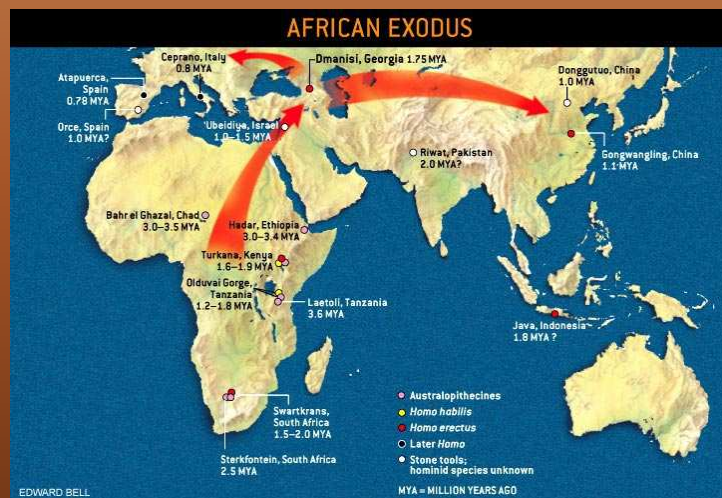
v chladném období glaciálu v Africe stepi – vývoj našeho druhu

před 150 – 200 tisíci let – dědičnost ženské linie –
mitochondriální Eva

u nás předchůdce moderního člověka J. Morava před 700 tisíci
let (*Homo erectus*), člověk moderního typu až daleko později

-před 40 000 let přešli naši předci do Evropy (přes Bospor)

-kontroverzní teorie – byli už lidé na asijském kontinentu před
výbuchem sopky Toba? a kdy doputovali na australské břehy?



dokument Cesta lidstva

TOBA



Toba (indonésky *Danau Toba*) je jezero na severu ostrova Sumatra v provincii Severní Sumatra v Indonésii. Nachází se v tektonické kotlině v severní části pohoří Burian. Je to největší jezero na ostrově a vůbec největší sopečné kráterové jezero. Má rozlohu 1130 km². Je 100 km dlouhé a 30 km široké. Dosahuje maximální hloubky 529 m. Objem vody je 240 krych. km. Erupce supervulkánu před 75 000 lety výrazně ovlivnila klima na planetě a omezila lidskou populaci. Tehdy bylo na zemský povrch vyvrženo přibližně 1500 km³ magmatu a okolo 3300 megatun aerosolu kyseliny sírové do stratosféry. Počítačové simulace naznačují, že tato jediná exploze způsobila globální pokles teploty o 5 až 15 °C

Rozdělení na moderní lidi a neandertálce před 500 000 lety rozpůlilo svět hominidů na dvě větve

- **genetický příspěvek naší populaci od člověka neandertálského činí 1 – 4 %**
- **k mísení populace docházelo nejspíše na Středním východě či v Evropě**
- **zajímavý a dosud nevysvětlený je zánik populace neandertálců**



konec posledního glaciálu

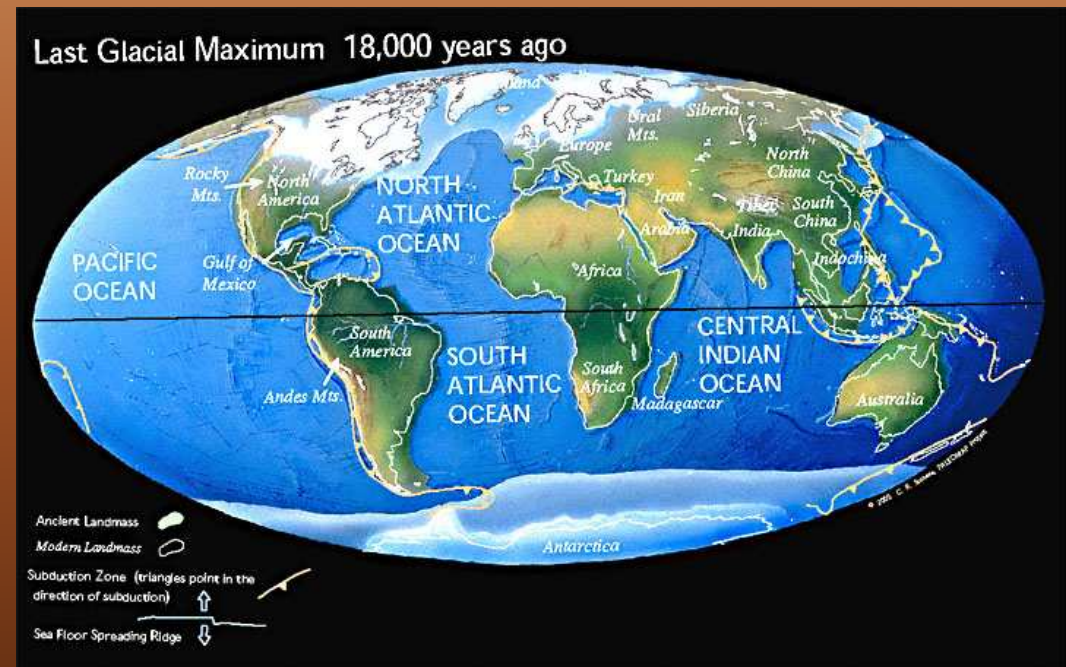
vrchol würmské doby ledové asi před 15-20 tis. lety

-před 13 tisíci let začíná ústup zalednění

-není plynulý

-stoupá sopečná činnost (např. Laach) souvisí to také s odledněním a pohybem desek

-vymírání megafauny a změny v biotě





mladší dryas a co mu předcházelo

Dansgaard Oescherovy oscilace

- jsou to rychlé klimatické výkyvy, které se vyskytly asi 25x za poslední dobu ledovou**
- důkaz nacházíme v Gronských ledových jádrech**
- naznačují, že platí i pro předchozí glaciály**
- je to doba rychlého oteplení v řádu desítek let, po níž následuje rychlé ochlazení na delší období**
- nejspíše neprobíhaly na jižní polokouli**
- po D-O následují tzv. Heinrichovy události – výliv sladké vody do oceánu**
- pozor – Malá doba ledová může být součástí D-O cyklu**
- rozpětí asi 1470 let**
- příklad – velmi studený výkyv 8,2 tis. BP a 5,2 tis. BP**

malá poznámka k termohalinnímu výměníku

-zvýšení přítoku sladké vody do Atlantiku může vypnout výměník, zastavit Golský proud

-už od 0,06 sverdrupů, tj. 60 litrů/sekundu během 100 let

-přílivu sladké vody se účastní také evropské Baltské led. jezero

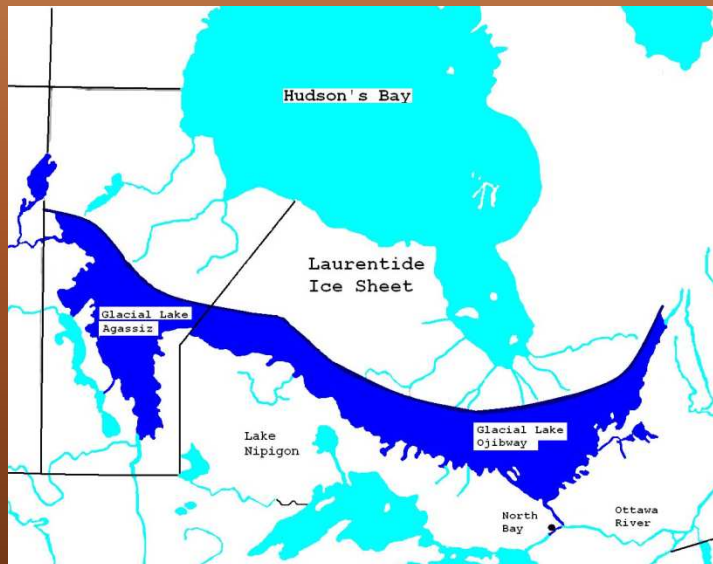
mladší dryas

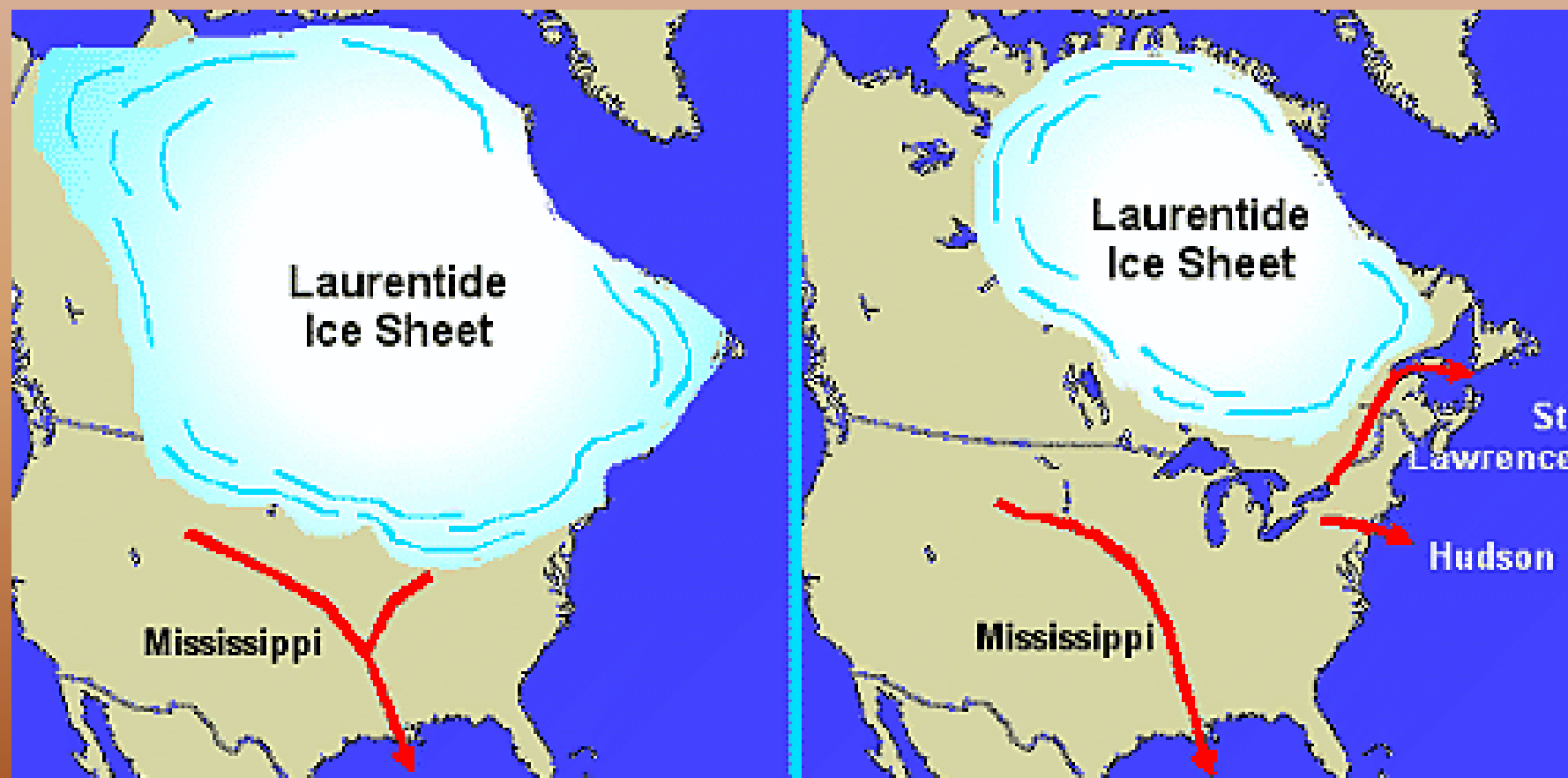
**destabilizací ledovce Laurentida uniklo do Atlantiku 0,3 sv
sladké vody nejspíše řekou sv. Vavřince**

jezera Agassiz a Ojibway (asi 7x větší než dnešní jezera)

**výlev nebyl jediný, opakovalo se to během MD asi 4 x a
to i přes Mexický záliv**

**zastavení proudění v Atlantiku – prudké ochlazení na dalších
1000 let**





Golfský proud má zásadní význam pro podnebí na severní polokouli. V minulosti bylo toto silné a teplé proudění opakovaně přerušováno. Stalo se tak i před 12.900 lety, když se podle jedné z teorií mohutný příval sladké vody přelil z obrovského jezera do řeky Svatého Vavřince. Na obrázku je vyznačena poloha a proměnlivá velikost ledového příkrovu Laurentide. Směr odtékající vody ovlivňoval oceánskou cirkulaci a určoval klimatické podmínky v Evropě a Americe.

hypotéza

Otto Munck, Ludvík Souček – kometa před 10 000 lety
mamuti



kultura Clovis náhle mizí

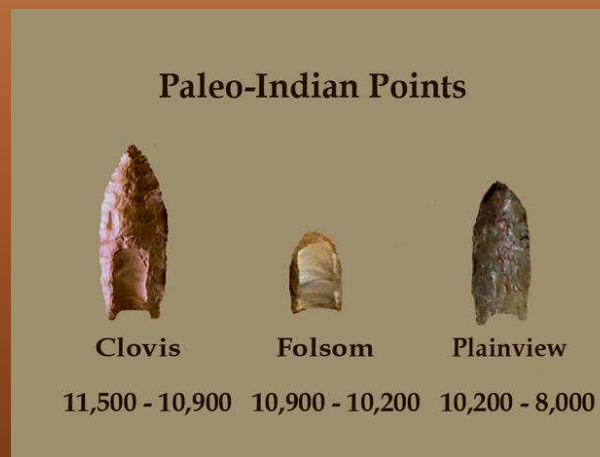
nad vrstvou této kultury jemná prachová vrstva a pak už
artefakty cloviské kultury nejsou

mizí 80 % velké fauny – šavlozubý tygr, mastodont, mamuti

většinu výkyvů megafauna přežila, proč ne MD???

bizon – částečné vymření a znovuobjevení, ale jiný typ rohů –
jako by z nového velmi úzkého genetického základu

---- kometa Clovis ????



hypotéza komety Clovis

Michigan – magnetické kuličky a nanodiamanty

nález fullerenů

nález vrstvy „černá matrace“ (hoření) – i na kostech mamutů

iridium

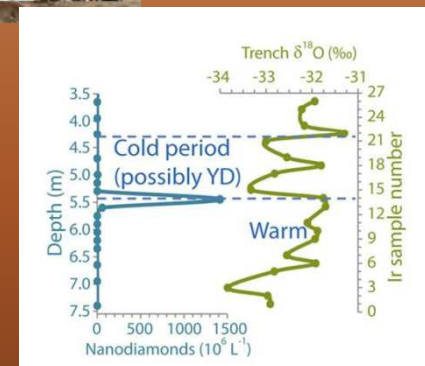
vše vede k vytvoření hypotézy (r. 2007)

kometa Clovis

průměr 4,5 km

exploze ve vzduchu

prach v ovzduší – úbytek teplot



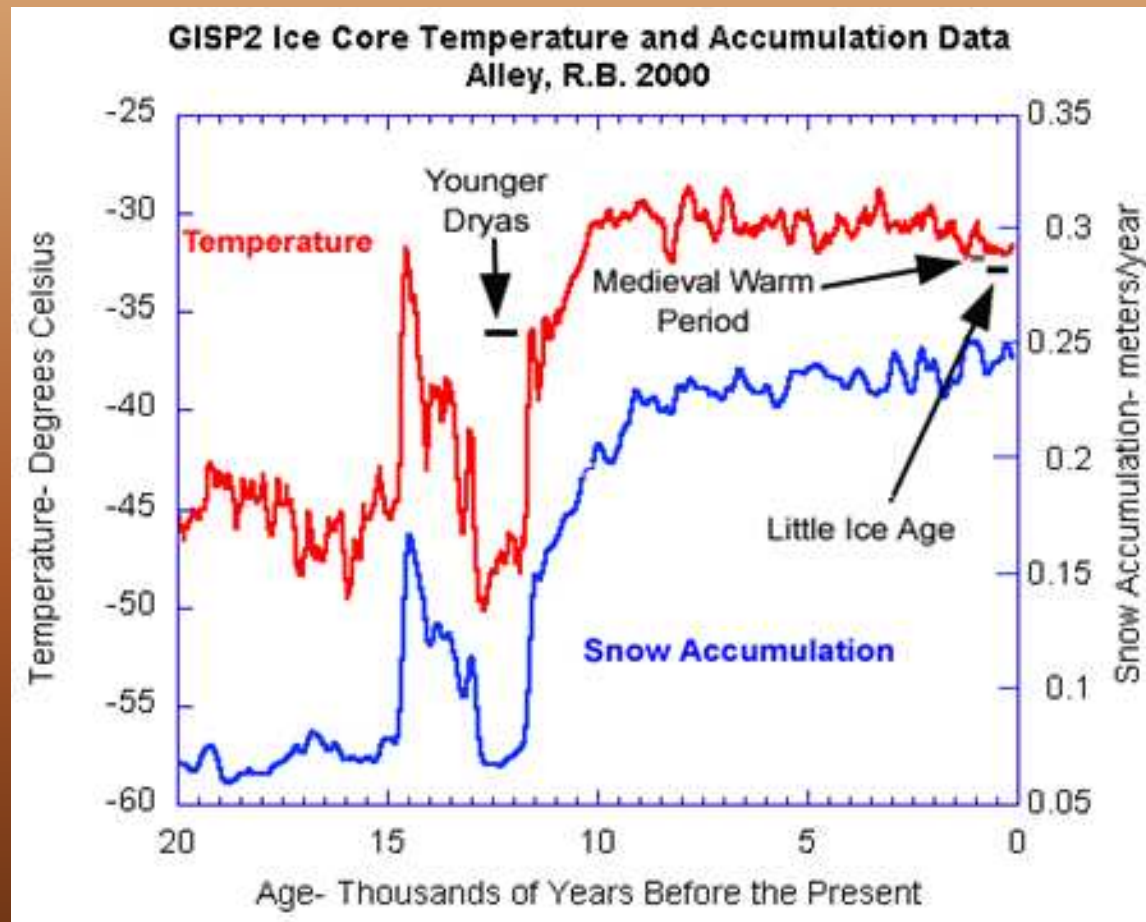
Sklovitý materiál v tenké vrstvě
sedimentárních hornin z
Pensylvánie, Jižní Karolíny a Sýrie

Evropa – návrat ledové tundry

Dryas octopetala

spraše – prach v atmosféře, detekovatelný v led. jádrech

snížení letních teplot, zkrácení vegetačního období, posun
jet streamu – sucho



České země

už před 15 000 lety lidé magdalénské kultury – lovci a sběrači

**na konci poslední doby ledové se zvýšila srážková činnost,
mohlo více sněžit – tzv. pozdně glaciální interstadiály B a A**

není u nás charakteristický dryas I. a II.– spíše v záp. Evropě

roztály zbytky trvale zmrzlé půdy, soliflukce

začíná usazování půd

řeky se stahují do pevných koryt, polootevřená lesostep

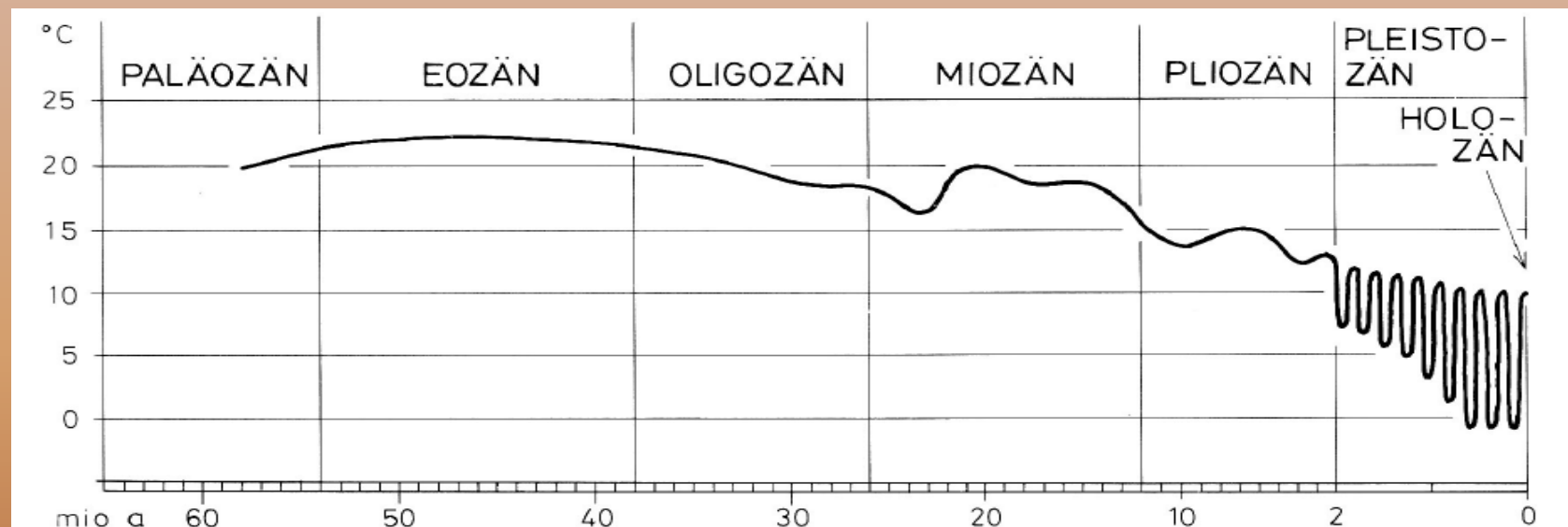
**Mladší dryas – návrat k tuhým kontinentálním zimám a
znovuodlesnění krajiny, větrno, vznikají duny vátých písků**

**konec magdalienu a začátek neolitu – více rostlinné stravy,
luštěniny, oříšky**

na Zemi celkem žije asi 5 000 000 lidí



holocén



Holocénem označujeme posledních 11,2 tis. let. V rámci kvartérního klimatického cyklu (tj. střídání dob ledových a dob meziledových) je holocén jednou z dob meziledových. Ve střední a severní Evropě je období holocénu dále členěno na dílčí periody s podobnou charakteristikou klimatu a složení dřevinných dominant, a to preboreál, boreál, atlantik, subboreál a subatlantik

členění holocénu

preboreál (8.300 - 7.800 př. n. l.)

boreál (7.800 - 6.000 př. n. l.)

atlantik (6.000 - 4.000 př. n. l.)

epiatlantik (4.000 - 1.250 př. n. l.)

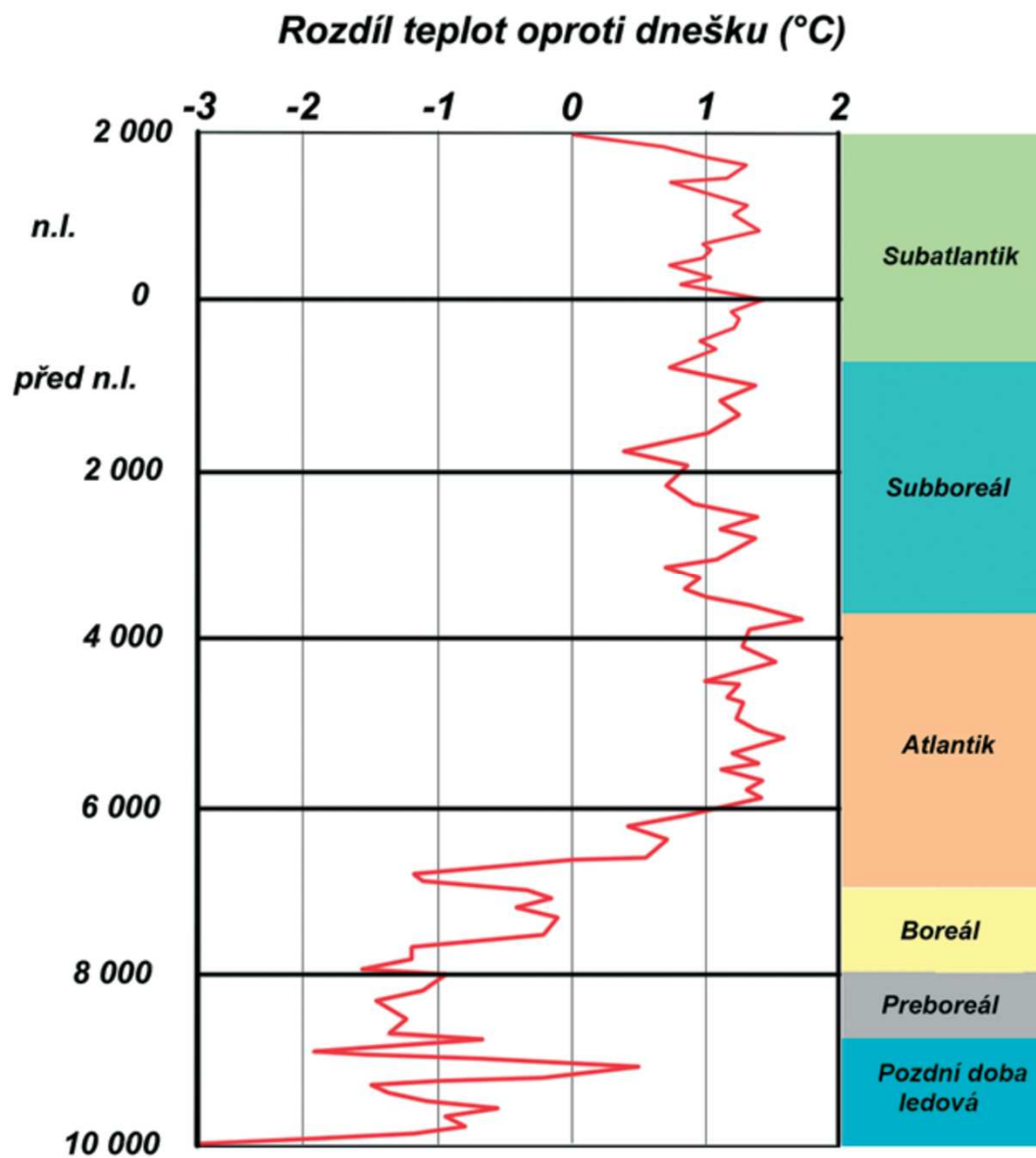
subboreál (1.250 - 700 př. n. l.)

subatlantik (700 př. n. l. - 700 n. l.)

subrecent (700 n. l. - současnost)

Chronologie	mladší Dryas	Preboreál	Boreál	starší	mladší	Atlantik	Suboreál	starší	mladší	Subatlantik
	pozdni Pleistocén	starší			středni			mladší		
		Holocén								
	Pozdni glaciál	Postglaciál								
		Autor: Pavel Jaroš								
9 000 p. n. l.										
8 000 p. n. l.										
7 000 p. n. l.										
5 500 p. n. l.										
4 000 p. n. l.										
2 500 p. n. l.										
500 p. n. l.										
0										
600/1 300										
2 000										

Autor: Pavel Jaroš



Evropa

Poslední doba ledová skončila extrémně chladnou klimatickou oscilací, označovanou jako tzv. mladší dryas. Ml. dryas byl období klimaticky chladné a suché, průměrná teplota na hřebenech Krušných hor byla cca 0°C, průměrná teplota v Podkrušnohorské pánvi a v Českém středohoří byla přibližně 4°C.



Krajina byla v tomto období výrazně diferencovaná, v údolích se nacházely divočí toky řek, podél velkých vodních toků se ještě stále tvořily písečné přesypy či jiné formy reliéfu budované vátými písky. Nad údolními dny se pak nacházely otevřené porosty dřevin s dominující borovicí lesní, břízou pýřitou, zastoupeny byly také olše či jalovce. Tyto dřevinné porosty se v těch nejsušších oblastech a v oblastech se sprašemi měnily na lesostepi a stepi. Zhruba nad úrovní 500–600 m n. m. se již rozkládaly tundry. V Krkonoších v té době ještě přetrvávaly poslední ledovce. (Tremel, 2009)

- přelom ml. dryasu a holocénu – prudce stoupají teploty, asi 5 °C za 100 let**
- nárůst srážek**
- dřeviny začínají růst v krajině**
- změna divočících mělkých prudkých vodních toků na toky meandrující**
- lidská činnost – skupiny mezolitických lovců a sběračů**



preboreál (8.300 - 7.800 př. n. l.)

- postupné oteplování a zvlhčování podnebí;**
- přechod od drsných glaciálních stepí a lesostepí k jejich mírnějším obdobám s převahou travin, šíří se světlý boro-březovo-lískový les**
- intenzivní tvorba půd**
- břízu a borovici ke konci preboreálu vytlačuje dub**



boreál (7.800 - 6.000 př. n. l.)

-klima se dále otepluje a zvlhčuje (na konci boreálu tepleji než dnes)

-rozšíření smrku, od jihu se šíří další dřeviny, jasan, lípa, javor, jilm

-souvislejší les, zmenšují se plochy bezlesí

-v boreálu byl ve střední Evropě zaznamenán velmi chladný výkyv, který se projevil poklesem horní hranice lesa (např. v Krkonoších na úroveň cca 1000 m n. m.) a nárůstem zalednění v Alpách či Vysokých Tatrách

výkyv 8,2 BP, 6200 let př. n. l.

- spouštěcím momentem je zastavení THC**
- nejspíše opět vylití jezer v Americe do Hudsonova zálivu, snížení salinity – zast. Golfského proudu**
- ochlazení také mohlo být podpořeno velmi nízkou sluneční činností**

atlantik (6.000 - 4.000 př. n. l.)

- klimatické optimum holocénu – asi o 1 – 2 stupně tepleji v krajině zcela převládl les, především smíšené porosty s převahou listnatých dřevin s bohatým bylinným patrem**
- v nivách řek se formuje vegetace tvrdého luhu, plocha bezlesí klesla na své holocénní minimum**
- na konci období se objevují další dřeviny - buk a jedle**
- zvýšená tvorba pěnitce a pěnovců (jednak dostatek ještě nevyluhovaného CaCO_3 a pak také vyšší srážky)**
- srážky byly vyšší až o 70%**
- dokonce i „zelená Sahara“**
- Čadské jezero velké vnitrozemské moře**

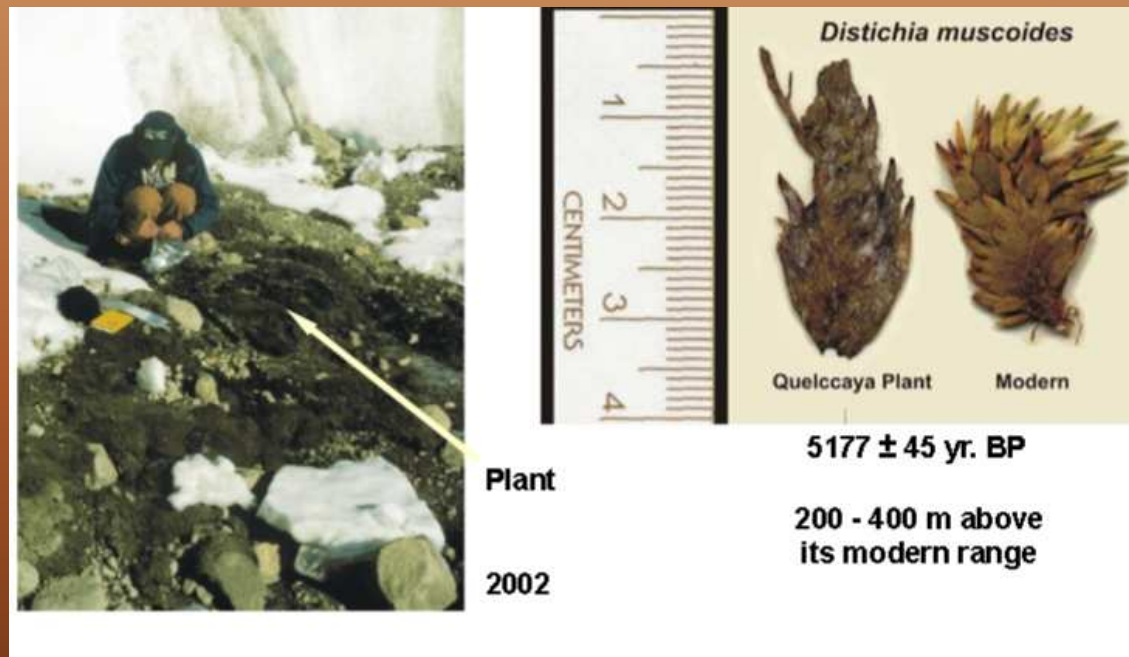


-studený výkyv 5,3 tis. let BP, hlavně na severu – na přibl. 200 let se snížila průměrná teplota o 2 – 3 stupně, pravděpodobně dvě příčiny – pokles sluneční aktivity a zastavení termohalinní cirkulace

-chlad a sucho

-potvrzeno z ledových jader Grónska, Kilimandžára, Peru

-ledovec Quelccaya, Andy – zachovalá vegetace náhle zmrzlá



nalezení Otziho v Alpách 1991 – blízko vegetace, přívál sněhu?

„Neolitická revoluce“

cca 5.500 př. n. l. (nejdříve v zemích úrodného půlměsíce před 7,000 lety, o tisíciletí později u nás)

-nejstarší doklady zemědělství z našeho území – mýcení (klučení a vypalování) lesů a zvětšování plochy bezlesí

-v krajině stepní prvky

-nové druhy domácích zvířat se pásly v lesích (ovce, koza)

-počátky zemědělství – kamenné a dřevěná nástroje, keramika

-první plodiny – proso, pšenice dvouzrnka

-první známky eroze obdělávané půdy – ukládání půdy v nivách řek



epiatlantik (4.000 - 1.250 př. n. l.)

- sušší podnebí
 - teplá období se střídají s chladnými, ale asi o 1 – 2 stupně tepleji než dnes
 - vysušování Sahary
 - dotváří se současná podoba našich lesů – podle nadmořské výšky, šíří se habr – v nížinách vznik dubohabřin
 - v podhůří bučiny a jedliny (např. Brdy – původní porost)
 - na horách více smrk
 - zesiluje vliv člověka – pokračuje odlesňování, eroze
-
- střední východ – **velké vysušování**, náhlý kolaps civilizace Mezopotámie, Egypt – přerušení záplav – hladomor – pád dynastie II. říše
 - Indie – kolaps Harappy a Mohendžodara 2600 – 1800 př. n. l.

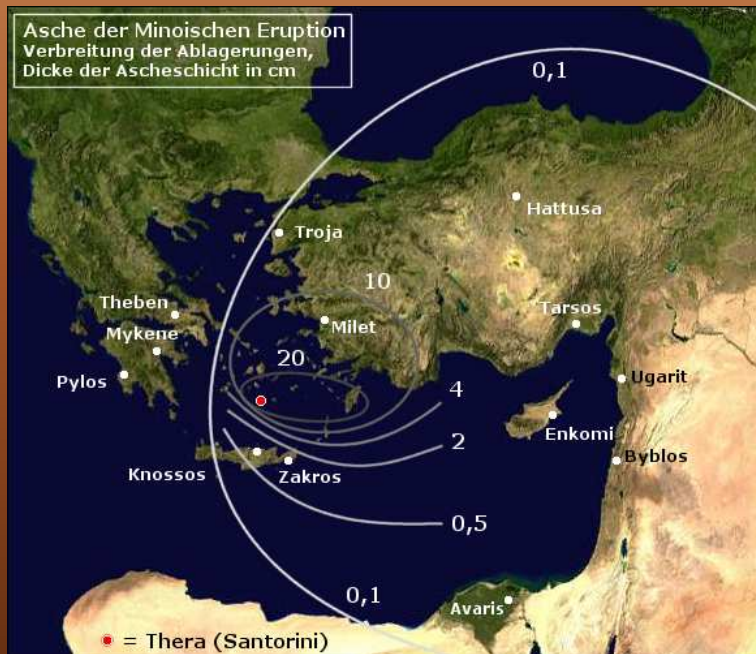


-1470 př. n. l. Théra – megatsunami ve Středomoří



Ostrov Théra (Santorini), Středomořské moře, 1470 př. Kr.

Exploze vulkánu na středomořském ostrově Théra (dnes Santorini) byla jednou z největších sopečných erupcí v historické době. Výbuch zcela zničil antickou kulturu ostrova a celé území bylo pokryto vrstvou tefry o mocnosti 60 m. Zaznamenán byl i kronikáři ve vzdáleném Egyptě. Po události zbyla kaldera dvakrát větší než po explozi Krakatau v roce 1883. Erupce rovněž generovala vlnu tsunami, která oběhla celé Středomoří a poničila pobřežní oblasti. Tato katastrofa je pravděpodobným původním námětem vzniku legendy o zmizení bájně Atlantidy.



subboreál (1.250 - 700 př. n. l.)

- chladněji, ale stále o stupeň tepleji než dnes**
- kontinentální podnebí s drsnou zimou a teplým létem**
- tzv. Lužická katastrofa – kolaps Lužické kulury, sucho, chlad**
- solární minimum + výbuch sopky Hekla (tzv. erupce H3 1000 BP)**
nejspíše Hekla – kolaps skandinávských kultur - hladomor
- nížinné oblasti už obydlené, bezlesí, řeky na minimu**
- ve světě – Čína neupřesněný sopečný výbuch – hladomor (deset dnů padal popel)**

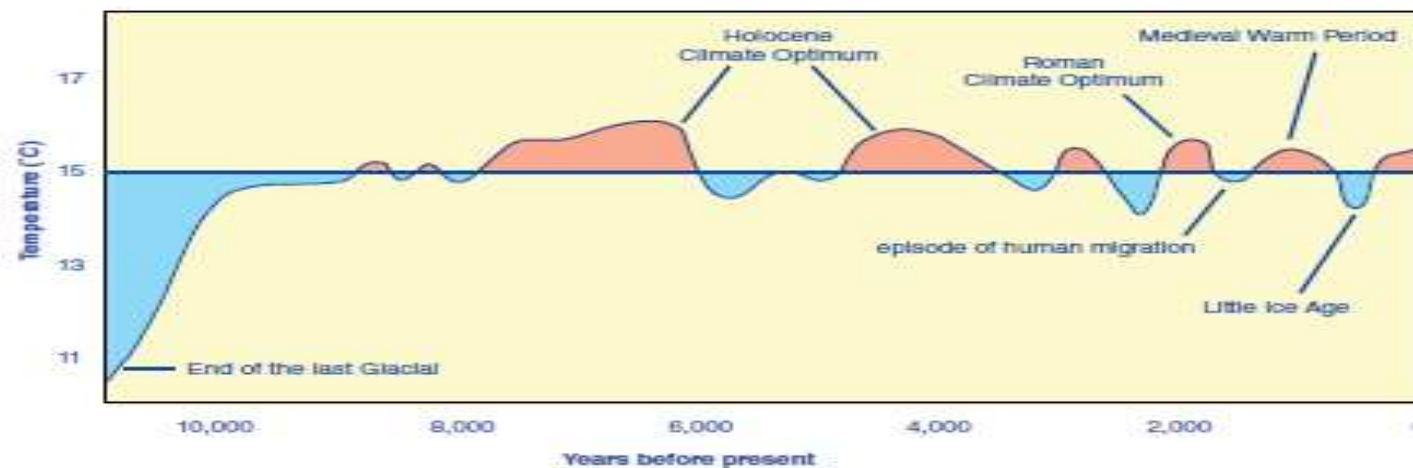


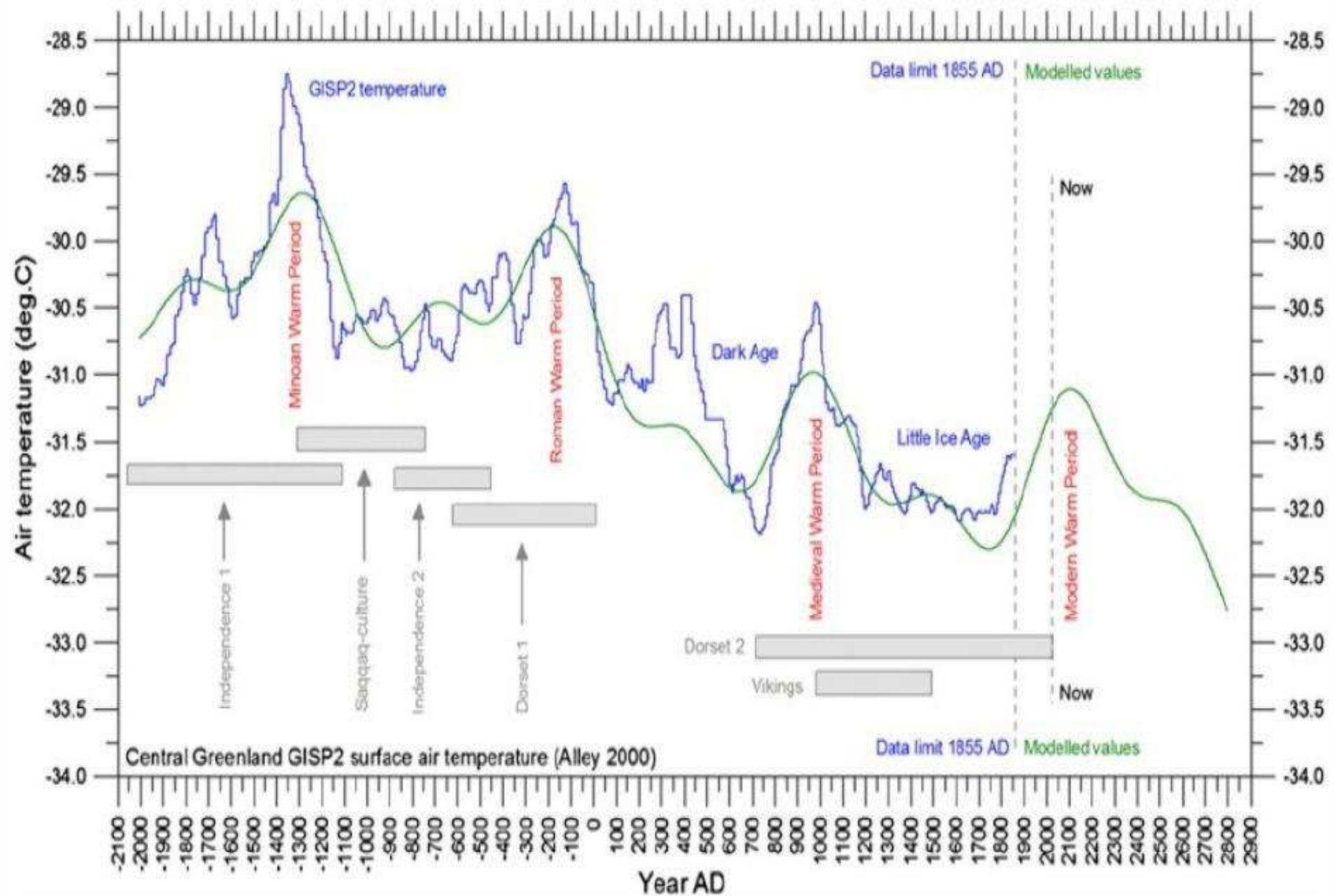
subatlantik (700 př. n. l. - 700 n. l.)

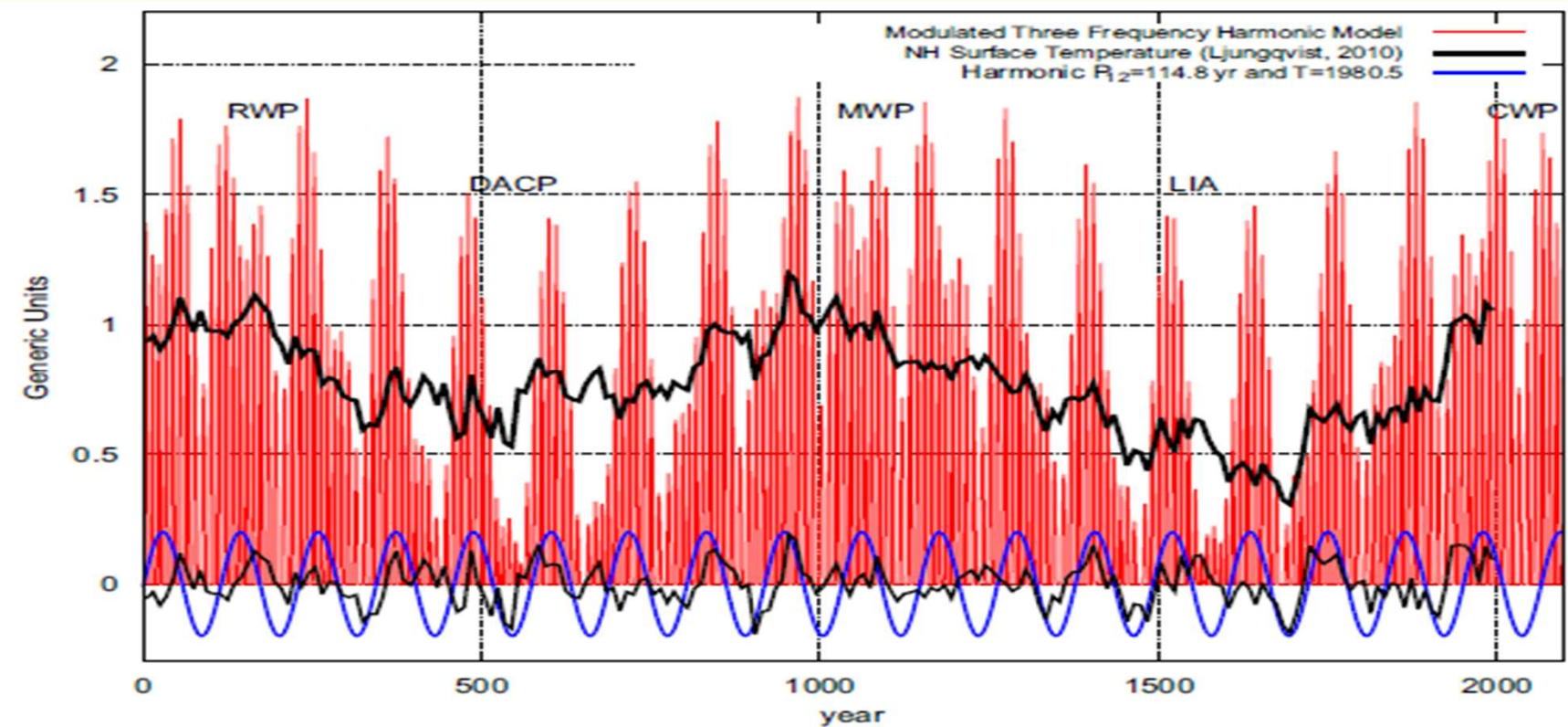
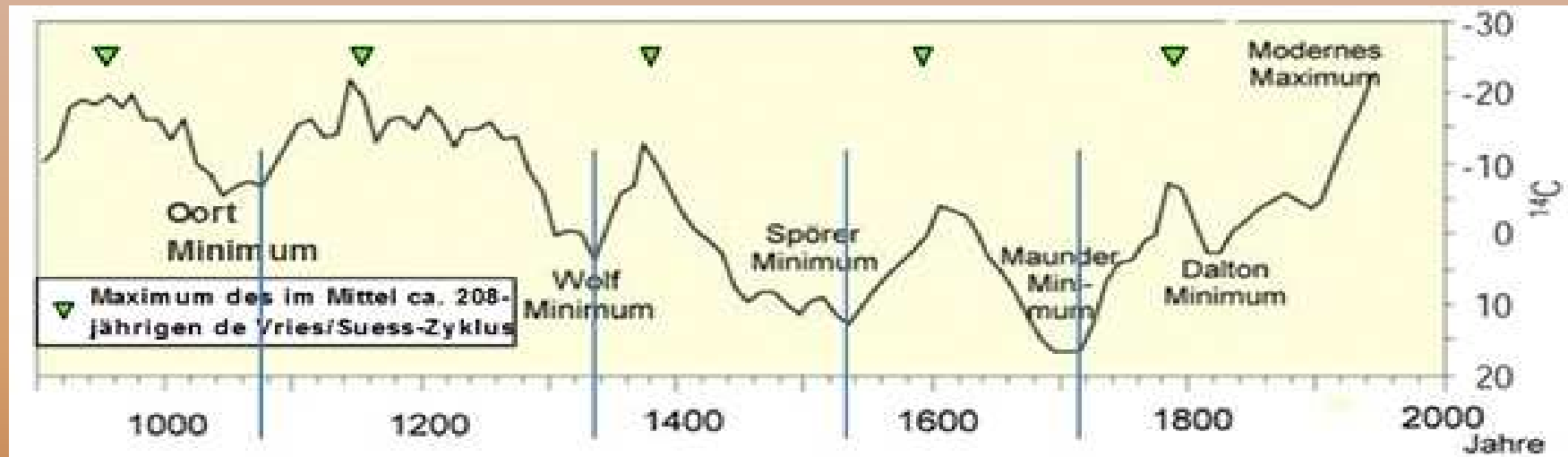
- **podnebí vlhčí a o málo chladnější než dnes**
- **více oceanita**
- **bukovo jedlové pralesy**
- **následuje doba železná**
- **více sněží, větší vlhko, lidé se stěhovali z vyšších poloh**
- **kolem přelomu letopočtu se klima ustálilo – tzv. římské klimatické optimum**
- **rozkvět říší kolem Středozevního moře**
- **po r. 400 se ochlazuje**



Klima od roku jedna našeho letopočtu





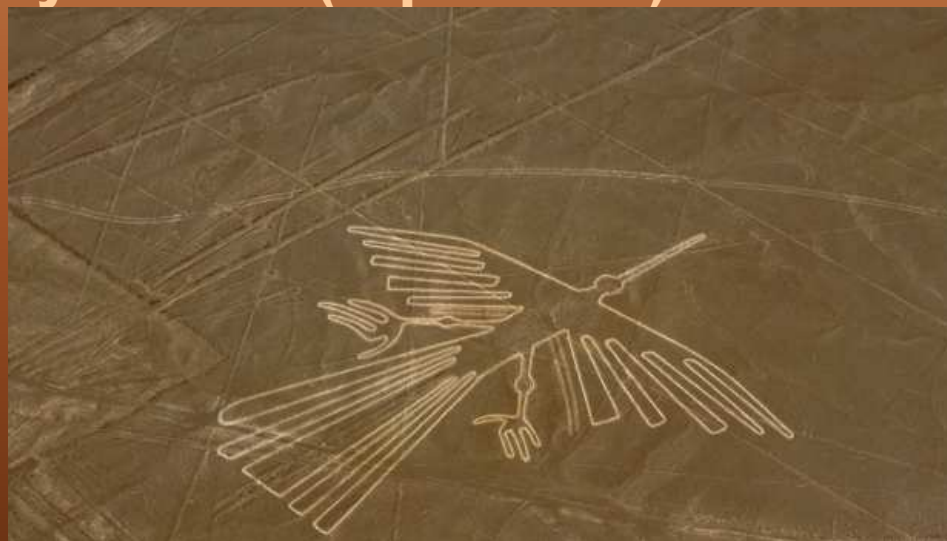


klimaticky významné roky a období prvního tisíciletí n. l.



rok 535

- suchá mlha hlášena v Asii i v Evropě
- byzantský historik Procopius popisuje Slunce bez jasů, chlad, sníh v srpnu
- některé další letopisy popisují šedé Slunce i Měsíc
- malá Asie – zemětřesení a tzv. „krvavý déšť“
- v Číně padal žlutý déšť, pak velké sucho v Číně a velmi chladno v létě
- ze všech končin je popisována velmi nízká úroda
- stěhování národů, zánik některých kultur (např. Nazca)
- Justiniánův mor



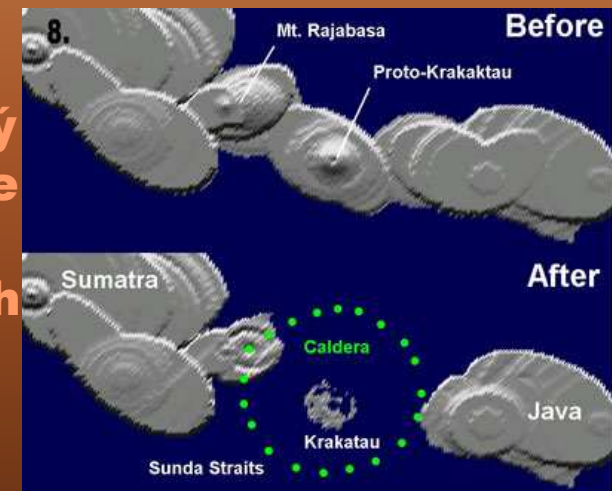
„Tehdy se objevilo mnoho zlých znamení,“ píše o roce 536 byzantský historik Procopius. **„Slunce zahalil podivný závoj a jeho paprsky ztratily jas.“** Jiní kronikáři z té doby hlásí ještě zlověstnější jevy objevující se po celém tehdy známém světě: prach padající z nebe, neobvykle husté suché „mlhy“, sněžení uprostřed léta, dlouhodobá sucha. Následovaly katastrofální neúrody, hladomory, epidemie a války. Znamky podvýživy jsou patrné i na kostrách z hrobů amerických předkolumbovských kultur.

Obdobný scénář se odehrával v Evropě. Podle historiků docházelo v tomto období k tzv. velkému stěhování národů. Vylidněné osady a města obsazovaly nové neznámé kmeny a kultury, decimovaly zbytky původních obyvatel a přivlastňovaly si právo na území, které jim historicky nenáleželo.

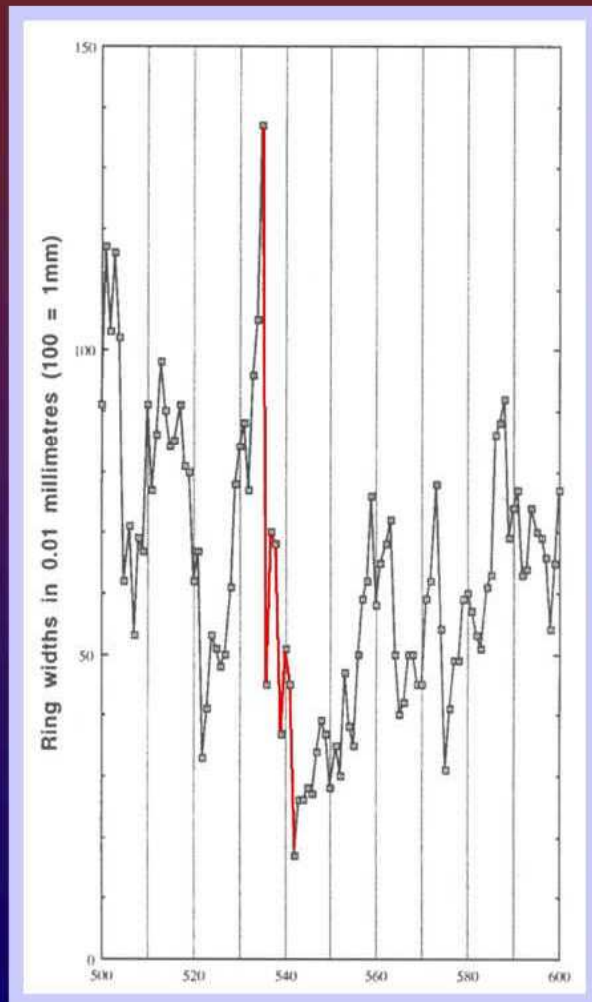
Proto – Krakatau?

David Keas zorganizoval vědeckou výpravu, kterou vedl Haraldur Sigurdsson. Expedice v místě kaldery Krakatau zkoumala silnou pyroklastickou vrstvu, datovanou kolem 6. století. Výsledky naznačily, že právě v tomto období došlo ke kolapsu původního tělesa sopky proto- Krakatau a vzniku velké kaldery. Mohutnost exploze pak prokázal podmořský výzkum. Kaldera má rozměry 40 a 60 kilometrů. Zhroucením sopky proto- Krakatau pod mořskou hladinu vznikla Sundská úžina, oddělující Jávou od Sumatry. Shodný vznik ostrovů je popsán v jávské „Knize Králů“.

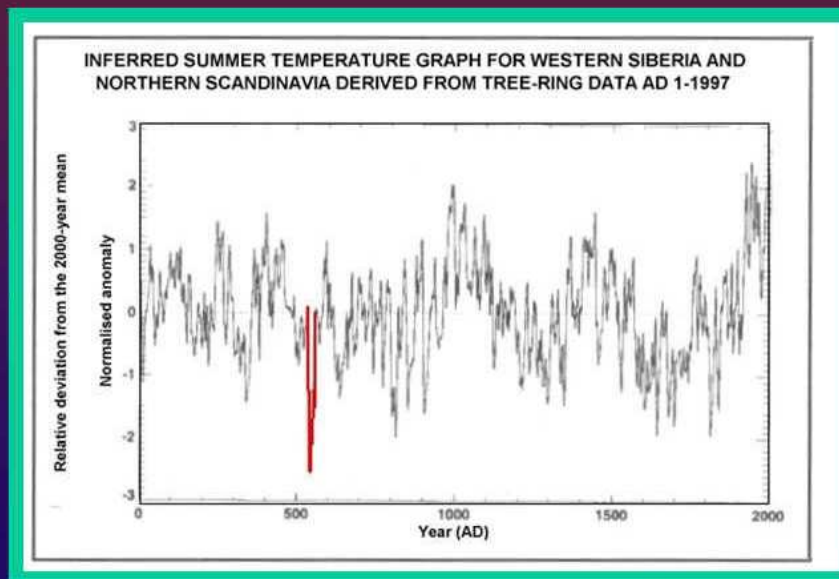
Studium letokruhů stromů provedené v laboratoři v Keith Briffa (CRU, Univ. of East Anglia) údaje z evropských nálezů Mike Bailiiho (Univ. Belfast) nejen potvrdilo, ale přineslo jasný důkaz o náhlé celosvětové změně klimatu v roce 535 n. l. Další důkazy dopadu ničivého sopečného výbuchu byly nalezeny v ledovcových vrtech v Antarktidě a Grónsku. Přítomnost kyseliny sírové v ledovci Byrd (Antarktida) ukazuje na největší sopečný výbuch za posledních 2000 let.



Tree-Ring Data



535 AD tree-ring event
known for over 10 years
in Britain is now
recognized world-wide

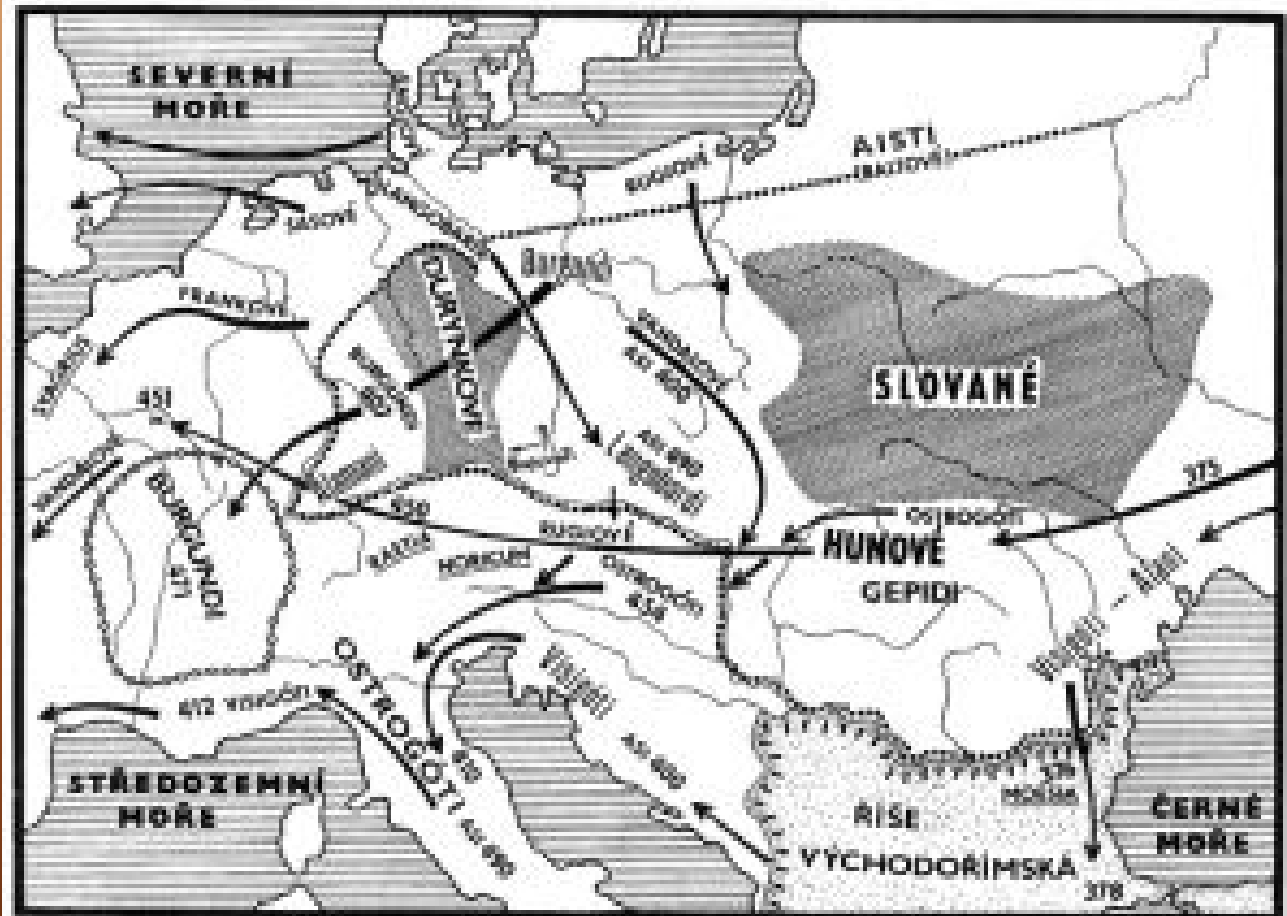


From: Pentti Zetterberg, Univ.
Joensuu, Finland

From: Keith Briffa, CRU, Univ.
East Anglia, corroborated by
European data compiled by Mike
Baillie, Queen's Univ., Belfast

rok 626

- nejspíše sopečná erupce
 - Sýrie – Slunce zmizelo od října do června
 - kolaps vých. turecké říše
 - možná Island
- 



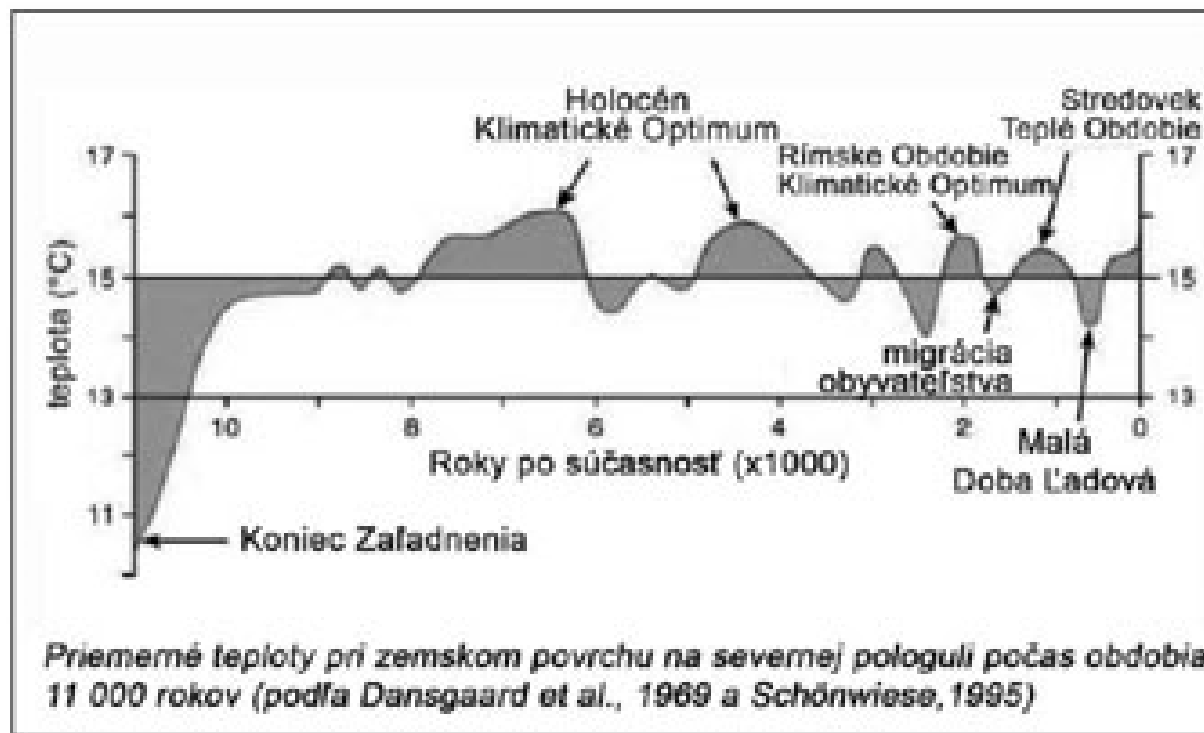
subrecent – od 700 n. l.

charakteristické střídání chladnějších a teplejších období

chladno a sucho – velké migrace národů

posun ledovců na jih, mohutnění vnitrozemských ledovců

konec kolem r. 870, kdy začalo středověké optimum

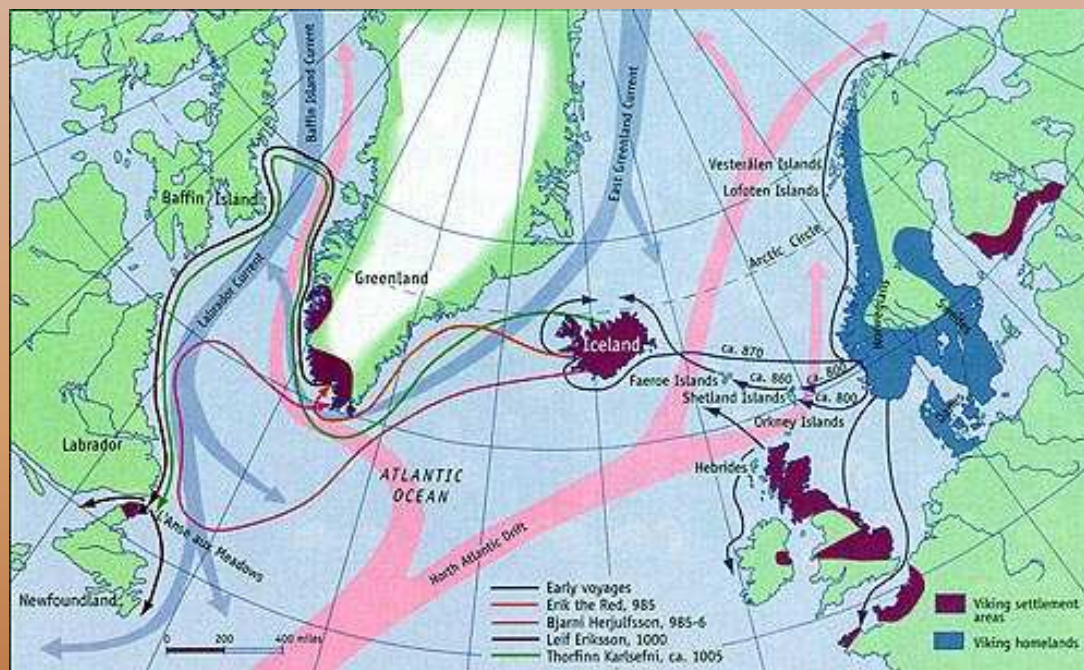


Teplé středověké období, „*medieval warm period*“ datujeme do let 1000 – 1300 našeho letopočtu.

Dlouhodobá průměrná teplota se pohybovala 1 – 1,5 stupně nad dnešním normálem.

Například na Aljašce to byly až 2 stupně nad současnými hodnotami. Ustoupily ledovce, voda z nich zvedla hladinu moří až o půl metru. Nemáme doloženy plovoucí ledovce kolem Islandu a Grónska. Tato doba prála objevitelským cestám Vikingů na pobřeží USA. Kolonie Vikingů jsou doloženy z Islandu a jihu Grónska. Toto velmi příznivé období velmi napomohlo rozvoji zemědělství.





Ve středověkém teplém období osídlili Grónsko Vikingové

V drsném klimatu byl tvrdý život, ale když pak nastoupila malá doba ledová, stalo se Grónsko pro Vikingy neobyvatelným.

Ve 14-15.století se tu ochladilo, úrody se zhoršily.

Kvůli mořskému ledu, který se rozšířil jižněji, přestaly do Grónska jezdit lodě z Evropy. Vázlo zásobování. Výměnný obchod ustal.

V době Kryštofa Kolumba už tyto osady neexistovaly.

Podle archeologických vykopávek byly poslední generace grónských osadníků podvyživené, sužované nemocemi a klesla i jejich průměrná výška.

Norové z Islandu pod vedením Erika Rudého se r. 982 usadili na jihu Grónska. Vyplulo tam 25 lodí s přibližně 700 lidmi na palubě. K cíli doplulo 14 lodí s posádkou mužů, žen a dětí a nákladem koní, koz a ovcí. Prvních osadníků bylo asi 450, jejich potomstvo v době největšího rozkvětu dosáhlo asi 3000 duší. Vikingové setrvali na místě po několik staletí. Koncem 14. století po velkém ochlazení však obyvatelstvo zdecimované zimou, hladem a nemocemi vymřelo.



Hvalsey



Ve střední Americe vzniká kolem r. 300 civilizace Mayů. Přírodní podmínky napomáhají mimořádnému rozmachu této civilizace, která spočívala na výkonném zemědělství, kterému dnes vděčíme za mnohé plodiny – brambory, kukuřici, rajčata a tykve. Roky kolem r. 536 se ale vyznačují zhoršením životních podmínek – svědčí o tom nálezy koster z jejichž stavu usuzují vědci na podvýživu (Novák, 2011). Kolem roku 900 spěje kultura Mayů k zániku. Dochází k němu nejspíše po vyčerpání půdy a přelidnění zhoršením přírodních podmínek, které přinesly navíc ještě neúrodu a sucho.



Kultura Moche, která sídlila v nynějším suchém pásmu Peru, se formovala přibližně od roku 100 př. Kristem. V té době oblast, ve které žila, byla vlhčí a velmi úrodná a navíc civilizace Moche si dokázala pomoci ještě výstavnými akvadukty a zavlažovacími kanály, takže se mohla živit intenzivním zemědělstvím. I tady ale dochází ke katastrofě. **Kolem r. 500 přichází sucho**, později zač. 7. století silné záplavy a sesuvy půdy a po nich dlouhotrvající sucha. Jsou doloženy tisíce obětí bohům, jak se kultura snažila rozhněvanou přírodu si udobřit. Podle vrtů v andském ledovci Quelcaya mohlo být příčinou záplav a následného sucha zesílené El Niño. Podle některých vědců totiž může existovat tzv. „zesílené El Niño, nebo super El Niño“, kdy dopady klimatických anomálií trvají celá desetiletí (Behringer, 2010).

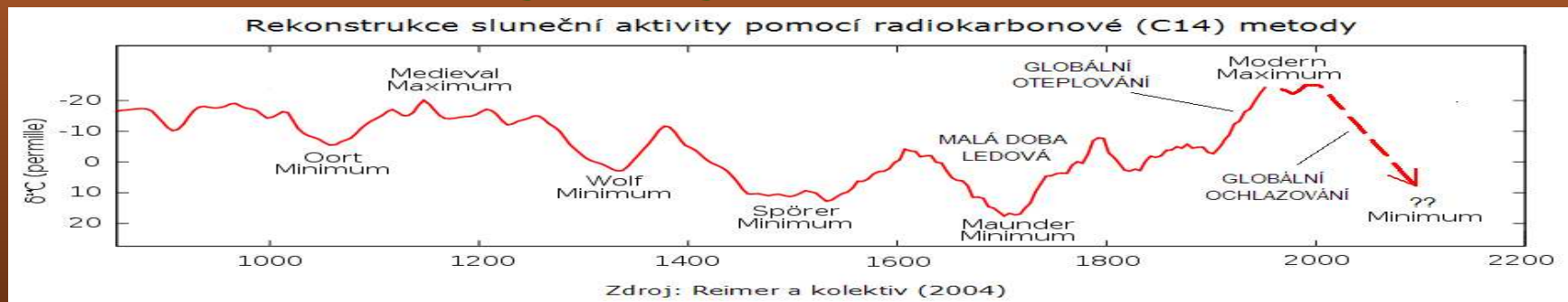


klimaticky významné roky a období druhého tisíciletí n. l.



Zlepšení klimatu spolu s tzv. agrární revolucí, tj. novými postupy v zemědělství přibližně ve 12. - 13. století, s využíváním úhorového hospodářství a používání dokonalejšího nářadí, mělo vliv i na kolonizaci dosud pustých území, obyvatelstvo se stěhuje z nížin kolem velkých řek i do pahorkatin a podhůří. Důležité poznatky o klimatu té doby se nám zachovaly v Kosmově kronice.

Z historických pramenů se dozvídáme, že se střídaly teplé a studené roky se suchými i vlhkými léty, v cyklech. Doloženy jsou výkyvy, např. zima v r. 1010/11, kdy zamrzl Bospor, rozsáhlejším chladným obdobím bylo období mezi r. 1057 – 1069. Charakterizovalo je snížení zemědělské produkce, tudíž přišla drahota, nedostatek a hladomory. Do let přibl. 1010 – 1050 spadá Oortovo minimum sluneční činnosti. Naproti tomu mezi lety 1021 – 1040 byla velmi teplá suchá léta. Mírné zimy byly také velmi časté, v r. 1187 v lednu rozkvetly stromy ve Štrasburku.



pluviály

Malé pluviály (z lat. pluvia = déšť) jsou doloženy pro celou střední Evropu.

Jedná se o období, trvající několik desítek let, charakteristická výraznou srážkovou činností. Od počátku minulého tisíciletí byla zaznamenána čtyři tato období.

O prvním z nich, přibližně v letech 1070 – 1118, se zmiňuje kronikář Kosmas. V tomto období je doložen hladomor, který postihl celou Evropu a byl důsledkem dlouhého období neúrod (roky 1090 - 1096). Do těchto let spadají také velké povodně, největší z nich, na Labi, zpustošila v září roku 1118 celé kraje.

Mezi první a druhý pluviál můžeme zařadit tzv. zlá léta. Kroniky tak jmenují období, které následovalo po smrti krále Přemysla Otakara II. na moravském poli (26. 8. 1278). K politickým problémům země, která pod cizí nadvládou byla vystavena drancování, přišla neúroda r. 1279, o rok později přišla vichřice a povodeň 23. 6. a úroda byla, hlavně v povodí Vltavy, zničena. Rok 1281 přinesl na svém počátku tuhou zimu a další povodně. Hladomor podle kronik a záznamů snad skončil až kolem roku 1283.

Jako druhý pluvíál můžeme označit roky 1310 – 1350. Mimořádně studené zimy a chlad ve vegetačním období a silné deště vyvrcholily hladomorem v letech 1313-1319. V kronikách se také hovoří o dobách „velkých povodní a povětrnostního běsu“. Nepříznivé období v letech 1310 – 1350 vyvrcholilo v Evropě rozšířením moru. Hladem a nemocemi oslabená populace snadno podléhala „černé smrti“. S morem souvisejí tzv. „židovské pogromy“, které se částečně vyhnuly jen Čechům a Rakousku. Židé byli obviněni, že otrávilí vzduch a studny.

Evropa v té době ztratila třetinu obyvatelstva, v Čechách udeřil mor po r. 1380 a zemřelo 10 – 15 % obyvatel.



Třetí malý pluvíál v letech 1560 – 1600 přinesl do Evropy opět vlnu povodní. Na Labi, Vltavě i ostatních našich tocích přišly velké povodně v letech 1565, 1566, 1569, 1570, 1582, 1595, 1598.

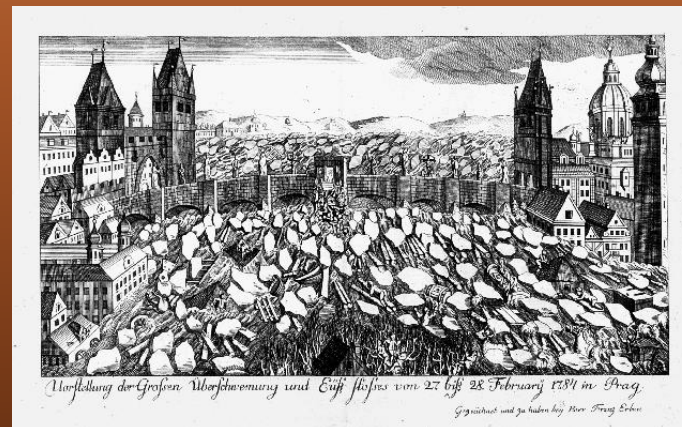
Nejhorší následky v tomto období měla neúroda, způsobená extrémně deštivým počasím v letech 1569 – 1573.

Je zajímavé, že toto neútěšné deštivé a chladné období je spjato podle některých historiků i se zvýšeným „honem na čarodějnice“. V naší zemi nebyly čarodějnické procesy vystupňované až do hysterických honů jako v jiných zemích, přesto se tu dá vystopovat určitá vazba na roky neúrody a hladomoru.



Nejvíce historicky doložených zpráv máme o čtvrtém pluviali, vázaném na roky 1763 – 1804. I v tomto deštivém období jsou zaznamenány velké povodně. Byly to zejména roky: 1771 (Vltava, Labe), 1799 (Labe, led).

Největší z povodní byla r. 1784, přišla po kruté zimě se silnými mrazy a postila velkou část Čech a Saska. Nejhůře bylo v českých zemích v letech 1770-1772. Tehdy vypukl největší hladomor, srovnatelný s nejzhoubnějšími epidemiemi středověkého moru. Lidé v českých zemích se živili náhražkami – kopřivami, řepou. Kritická situace vyhrotila epidemií tyfu (červen 1771 - červen 1772). Habsburský dvůr zorganizoval pomoc trpícím Čechům dovozem obilí z Uher. I tak ale úbytek populace v důsledku úmrtí a masové emigrace dosahoval 12 – 15 %, zemřelo nejméně 250 000 lidí. Meteorologické podmínky se tak staly spouštěcím faktorem katastrofy s dalekosáhlými sociálními důsledky.



malá doba ledová

- klimatická anomálie, nejchladněji za posledních 2000 let
- pokles teplot asi od r. 1310
- studené a vlhké roky
- epidemie, nemoci, hlad a bída
- neúroda
- zamrzání moří a zálivů
- rozmach ledovců
- souvisí nejspíše s D-O oscilacemi



příčiny

sopky

Maunderovo minimum

zeslabení Golfského proudu

V letech 1315 – 1316 zamrzlo Baltské moře a doloženo je i zamrzání Benátské laguny. V mnohých oblastech Evropy museli osadníci upustit od pěstování pšenice a nahradit ji ovsem a žitem. Posunula se doba květu ovocných dřevin i senoseče. Vinná réva na sever od Alp velmi často nedozrála nebo byla nekvalitní. Mezi lety 1315-1322 po sledu velmi studených zim došlo v Evropě k hladomoru, studená léta nepřinesla úrodu a vše ještě zhoršily časté a velmi silné povodně.

Vysoká úmrtnost vedla k tomu, že hřbitovy se z míst v centru měst kolem kostelů přestěhovaly až za městské hradby. Po několika příznivých letech přišly opět povodně 1342 a v letech 1346 – 1352 mor.



Vyobrazení vinobraní ve Velislavově obrázkové bibli (14. století).

Výraznější **Spöhrerovo minimum** (1420 – 1510) opět přispívá k ochlazení klimatu.

Grónské kolonie Vikingů v těchto zhoršujících se podmínkách zanikají. Na východě sílí Mongolská říše, její výboje dosahují až k hranicím Čech. Války, neúroda a různé epidemie, např. mor, vedou k úbytku obyvatelstva, dokonce k zániku celých osad.

Díky urychlení přechodu na úhorové hospodaření, ještě možnému získávání nové zemědělské půdy a dokonalejším nástrojům mohlo docházet i v těchto nepříznivých podmínkách k rozvoji společnosti, i když pomalejším tempem. Člověk neztrácel už vydobyté pozice. Mění se struktura osídlení. Pro naši krajinu začínají být typické vesnice s věncem polností kolem sebe v krajině.

Evropou po r. 1380 prošla druhá vlna moru. Tentokrát zasáhla i České země. Přelidněná města, do kterých se soustředila řemeslná výroba, byla velmi náchylná k rozšíření jakýchkoli epidemií díky mizivé hygieně. Velké obilné sklady přitahovaly drobné hlodavce, kteří zde působili jako mezipřenositelé blech, nakažených bakteriemi moru. Právě díky těmto pandemiím a nepříznivému podnebí se začaly objevovat první názory na reformu společnosti které v Českých zemích vedly až k husitským válkám.

Samotné husitské bouře probíhaly za mimořádně vlhkého počasí bohatého na záplavy. Rozbahněné cesty umožňovaly jen omezený pohyb křižáckým vojskům a rybníky, vypuštěné pro riziko protržení hrází, byly pro těžkooděnce pastí. Žižka byl mistrný stratég a dokázal nešvary počasí využít pro svůj prospěch. Například v bitvě na hoře Vítkově muselo křižácké vojsko přes rozvodněnou Vltavu, stálo je to mnoho sil a další síly vyškrábat se do kopce, asi tisícovce husitů se tak podařilo na hlavu porazit 20 – 40 tisícovou Zikmundovu armádu (Svoboda, 2009).



Kolem r. 1500 nastává v našich zemích klimatické optimum. Toto období se projevilo velmi teplým a spíše sušším klimatem. Nebývale se na území Čech rozšířily vinice, značný rozvoj zaznamenalo chmelařství, pěstoval se tu dokonce i šafrán. Spousta vinic byla i na území Prahy. Rozšířilo se pěstování broskvoní a ořešáku královského (vlašský ořech). Díky příznivému klimatu se sklídilo až 5 x více než se zasel, mimořádný rozkvět zaznamenalo rybníkářství, chov ovcí a skotu. V Evropě se tato doba projevila opět vzestupem hladin moří, což vedlo v některých oblastech i k záplavám.

Mimořádné jsou roky 1520 – 1560. Podle kronik se objevovala různá „nebeská znamení“, doložena je z roku 1560 polární záře nad Evropou, nejspíše důsledek sluneční aktivity. Bylo sucho, v některých letech i spousta požárů – roku 1540 hořela Malá Strana a Pražský hrad. Zimy byly velmi teplé a výjimkou nebyly ani dvě sklizně v roce (druhá v prosinci). První obilí dozrávalo už koncem června. Byla to doba rudolfínská, renesance a rozkvětu (Svoboda, Vašků, Cílek, 2003).

Malé připomenutí - jedná se o dobu ohraničenou vládou Vladislava Jagellonského a Rudolfa II., respektive prvními lety vlády jeho nástupce, císaře Matyáše.



**v Rusku Ivan
Hrozný - rozkvět**



...Záznamy o počasí z tohoto časového úseku, týkající se teplých zim a parných lét, náležejí na našem území vůbec k těm nejkurióznějším. Do tohoto tzv. „Malého klimatického optima“ spadá např. největší rozvoj vinařství, ale i melounářství a pěstování šafránu pravého na šafránicích u nás a značný rozvoj chmelařství.

Neuvěřitelné jsou zejména výkazy ploch vinic, jakož i značně posunuté rozhraní vinohradnického pěstování vína. Vyplývá to např. z mapy Jana Amose Komenského, na níž je vyznačena hranice pěstování vinné révy severněji, nežli tomu bylo kdykoliv jindy. Zikmund Winter uvádí, že v 16. století bylo jen v Praze a okolí více nežli 2 tisíce vinic a Praze se přezdívalo „město vína“.

V 16. a ještě na počátku 17. století je možno doložit nejenom rozložení vinařských a chmelařských oblastí podstatně severněji nežli je tomu dnes, ale i geograficky podstatně větší rozšíření pěstování dalších teplomilných rostlin, např. broskvoní v teplejších oblastech Čech, ořešáku královského a vinné révy v chladnějších oblastech jižních Čech, či mandloně obecné na Litoměřicku....



Právě díky nejpríznivějšímu klimatu dosahuje trojpolní systém v těchto letech svého vrcholu (sklízí se až pětinasobek výsevu) a mimořádně se rozvíjelo i rybníkářství a ovčáctví. Stále bohatnoucí venkov se projevuje svérázným slohem, označovaným jako *selská gotika*.

r.1504

O vánocích bylo teplo jako na jaře, všechno se zelenalo a místy se objevily i květy. Lidé hodně umírali a nejvíce na Novém Městě.

(Letopisy)

r.1513

Zima velmi tuhá a příkrá byla a led tlustý, kterýž potom druhého roku když sšel, mnohé lidem škody z dělal. Od sv. Michala Archanjela (29.9) pořád ustavičně mrzlo až do Hromnic (2.2)

(Daniel Adam z Veleslavína)

r.1520

Toho roku nebyla žádná zima, nebyl žádný sníh ani mráz. Počasí bylo celou zimu jak sv. Václava a bylo sucho, až se po cestách prášilo.

(Letopisy)

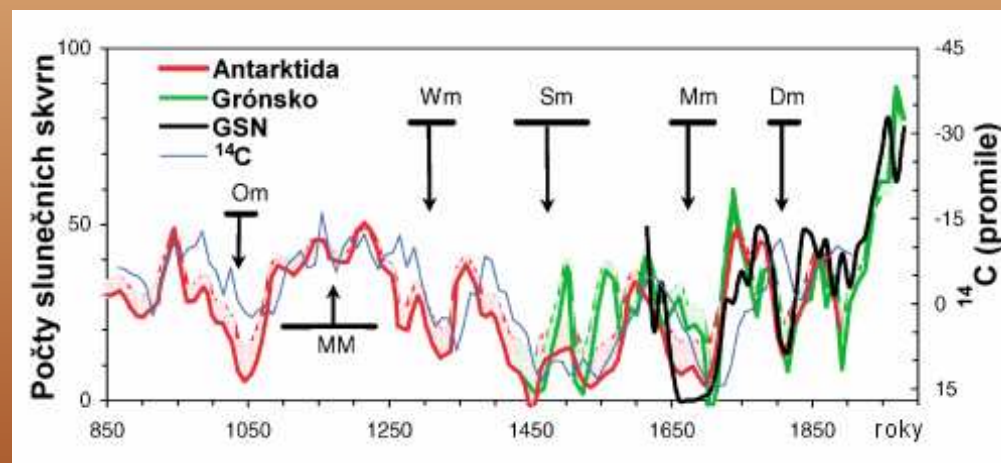
r.1576

Item u Veliký pátek (20.4) mráz na vinicích mnoho škody nadělal.
(Jan Rakovnický)

Po roce 1580 došlo ke zhoršování klimatu a na přelomu 16. a 17. století ve střední Evropě byly mimořádně dlouhé a sněživé zimy, vystřídané asi po r. 1620 klimatickými extrémy, kdy se střídaly roky úrodné s roky katastrofickými a hospodářská nejistota provázela celou Evropu. *Hovoříme o druhé malé době ledové.* V roce 1600 explodovala sopka Huyanaputina, severní polokouli to ochladilo o 0,6 stupně. Mezi roky 1580 – 1600 zaznamenáváme 5 větších sopečných erupcí, vulkanicky aktivní byla celá doba středověké malé doby ledové.

Vývoj klimatu v této době už můžeme přesněji odvodit ze zachovaných meteorologických pozorování. Zhoršení podnebí se projevilo velmi rychle a nečekaně nástupem studených zim s častým zamrzáním řek a jezer. Rostou ledovce. V r. 1601 ledovec Mer de Glace v oblasti Chamonix pohřbil dvě vesnice. Zamrzá Bodamské jezero, které ke svému zamrznutí potřebuje delší dobu s teplotami pod -20 stupňů. Během malé doby ledové zamrzlo téměř každý pátý rok (Behringer, 2010).

Chladno pak vrcholí v Maunderově minimu (1645 -1715). Maunderovo minimum bylo období, kdy na Slunci nebyly žádné skvrny a tok slunečního záření tedy zeslábl. Skvrny, které se pak objevily mezi roky 1680-1710 byly velmi malé a všechny omezeny na jižní polokouli Slunce. Záznamy ^{14}C v letokruzích stromů nám ukazují, že Maunderovo minimum, které označujeme „grand minimum“ není ojedinělé, že k takovému výkyvu mohlo v posledních 10 000 letech dojít vícekrát

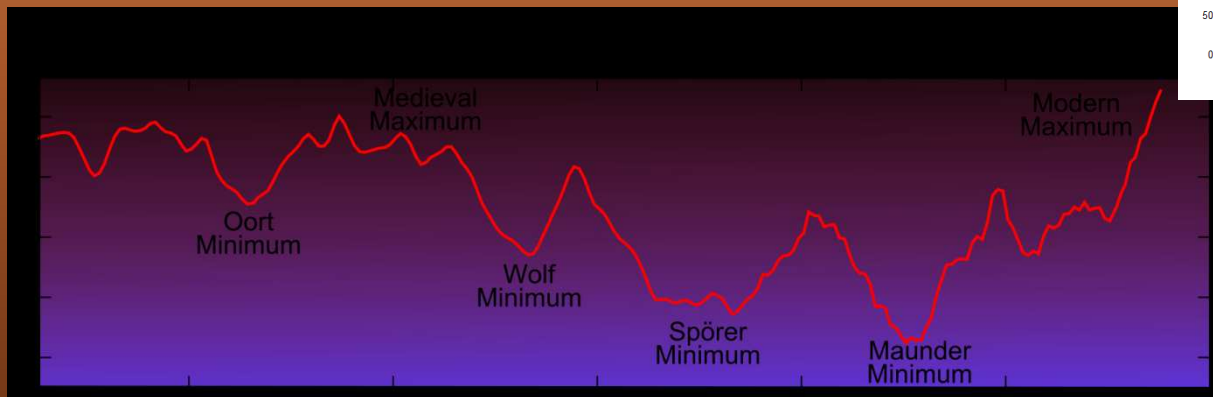
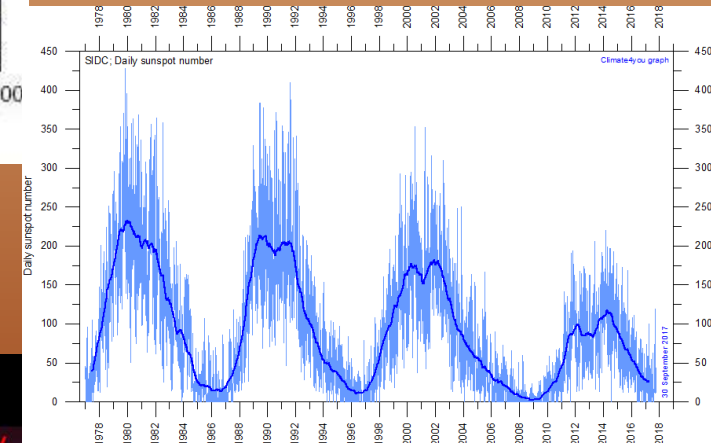
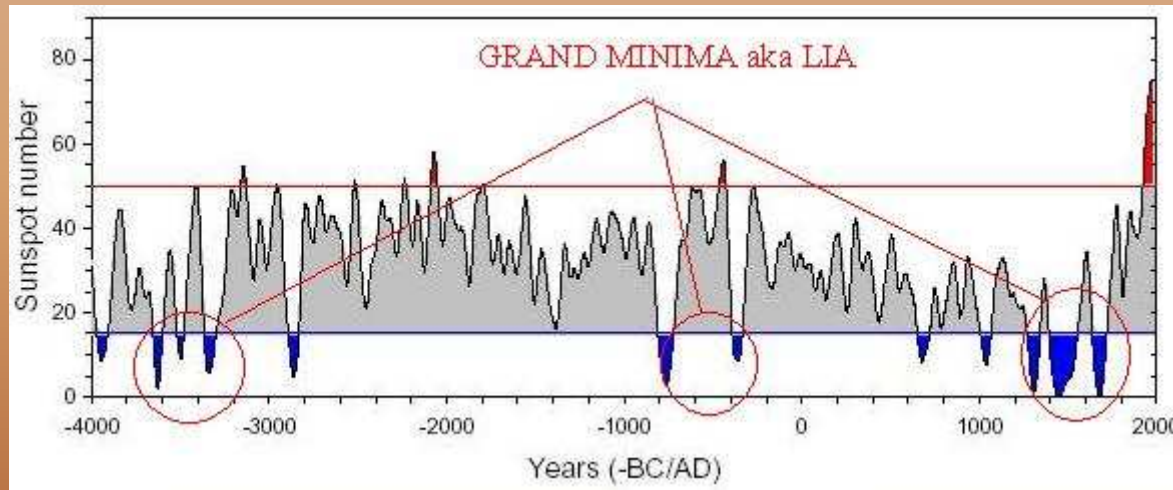


V celé Evropě i u nás byly rušeny vinohrady, často poškozované jarními a podzimními mrazy. Většina už nebyla nikdy obnovena. V okolí Rýna a Mosely bylo víno ještě pěstováno, ale některé roky nebylo použitelné, nedozrálo. V našich zemích se zachovaly vinice na Roudnicku, Litoměřicku a na jižní Moravě. Víno bylo ale horší kvality. Stejně jako v Rakousku, i u nás se spíše rozšířilo pití piva.



vrch Vinice, Brdy

důležitost minima



Reakce na ochlazení se projevily v mnoha oblastech. Jednalo se také o změny ošacení, architektury, způsobu vytápění. Tak například je doloženo, že v sev. Americe po roce 1610 po její kolonizaci Nizozemci (Manhattan) a Briti (Massachusetts) byl málem vyhuben bobr – jeho kožišina se dovážela do Evropy, kde byla součástí oblečení vyšších vrstev (Varekamp, 2006).



Zvýšená poptávka byla po dřevě, kvůli vytápění a stavbám.

Vytápění velkých prostor se stalo životní nutností, vrchnost zaměstnávala topiče a krby byly ve všech místnostech.

Dřevěné stavby byly nahrazovány kamennými, snižovalo to tak nebezpečí požárů a to i ve městech. Zvětšovaly se skladovací prostory proto, že bylo nutné ponechat si potraviny „na horší dobu“. Výrazně stoupla spotřeba soli (prosolování masa, konzervace potravin).

Po r. 1600 pak ustoupily otevřené krby kamnům. Používaly se těžké peřiny a hromady polštářů, majetní si kolem postelí budovali také různé zástěny a baldachýny, bránili se tak chladu. Nosily se vlněné oděvy podšité kožešinou (Behringer, 2010).



Do doby začátku 17. století také spadá jedna z velkých válek historie, třicetiletá válka. Třicetiletá válka byl evropský ozbrojený konflikt, známý především jako vyvrcholení sporů mezi římskokatolickou církví a zastánci vyznání, která vznikla po reformaci v 16. století, tedy kalvinismem a luteránstvím. Zřejmě ale zhoršené klimatické podmínky přispěly k počátkům tohoto konfliktu, válka sice byla vedena jako náboženská, ale kořistnické způsoby severských národů nenechaly nikoho na pochybách, že nedostatek potravin a hladomor ženou armády do dalších konfliktů.

Švédové a další severané měli v Evropě v době třicetileté války nespornou výhodu, že byli zvyklí na drsnější podmínky. Navíc každý ze švédských vojáků byl vybaven několika páry vlněných punčoch a také díky nim se do našich zemí dostalo pletení svetrů na tělo. Dříve se tu používaly jen jakési přehozy. Švédové tedy zhoršené klimatické podmínky u nás ustáli (Svoboda, 2009).

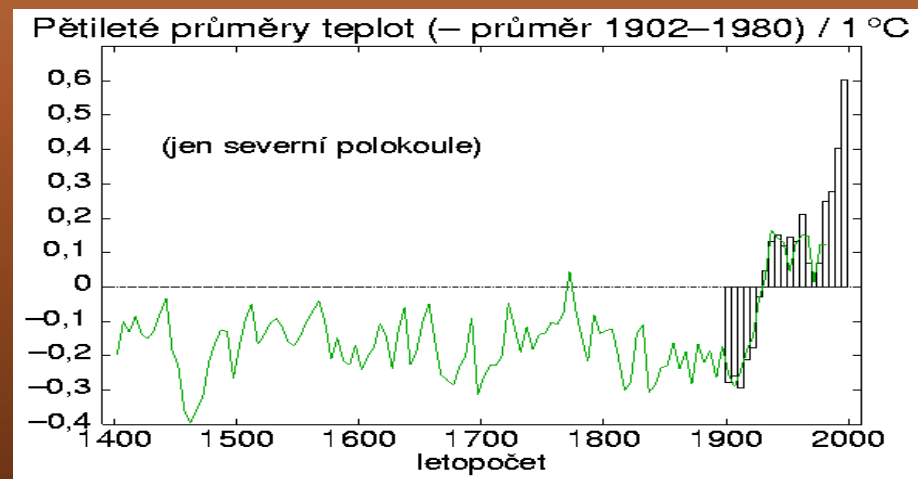


Bitva na Bílé hoře, v pozadí Hradčany

18. století

Klid nenastal ani počátkem 18. století. Opět hovoříme o kolísání klimatu, kdy některé roky byly abnormálně deštivé a studené a jiné suché a horké. Po velkých válkách v 17. století zaručovaly politickou stabilitu stále armády. Rozvíjí se věda – počasí a podnebí je už zkoumáno z hlediska fyzikálního.

V letech 1700 – 1750 jsou dokumentovány velké vichřice na území Čech, je to zřejmé z hospodářských záznamů, protože tyto vichřice způsobily velké množství polomů – hlavně ve smrkových monokulturách, které se v té době už pěstovaly, a také případy katastrofálního sucha (Alexandr a kol., 2010).



Výrazně sušší a horká léta byla v 18. století poznamenána nálety sarančí.

Sarančata naše země navštěvovala stále až do poloviny 19. století. Staré zprávy (např. vlastní rukopis Karla IV. „Vita Caroli“) hovoří o hejnech kobylek, spásajících travu, listí. Sarančata se líhla v nížinách Dunaje a u Kaspického moře přezimovala na pustách Maďarska

nejsilnější kobylkové roky: 1693, 1712 a 1748



V roce 1739-40 přichází jedna z nejextrémnějších zim v novodobé historii. Tuhé mrazy způsobily že na území většiny Evropy pomřela i lesní zvěř. Lidé se báli vycházet, pokud někdo někde uvízl, zaplatil životem. Zamrzaly řeky, praskaly mosty. Kola vodních mlýnů a hamrů se zastavila. Ve Francii a Anglii vypukla smrtící epidemie chřipky.

Mrzlo dokonce i v Persii. Přes všechnu nepřízeň počasí byla tato krize s menšími ztrátami na životech díky dopravě potravin, které se nakupovaly mimo Evropu (Behringer, 2010).

Po roce 1750 začalo intenzivnější využívání fosilních paliv a to nejen na topení, ale později i na pohon strojů. Do tohoto roku koncentrace CO₂ v atmosféře byla od skončení doby ledové téměř konstantní – pohybovala se kolem 288 ppm (Lapin, 2007).

V roce 1755 došlo u evropského pobřeží k rozsáhlému zemětřesení a následné vlně tsunami, kdy byl zpuštěn Lisabon v Portugalsku. Je zajímavé že v této souvislosti se hovořilo o zvláštní suché mlze a po katastrofálním zemětřesení následovala poměrně velká erupce sopky Katla na Islandu (Démarée et al., 2007). Do let 1763 – 1804 řadíme v Evropě tzv. pluvíál, období silných dešťů a povodní. Je to také doba Daltonova minima.

Sopka Laki vybuchla 8. června 1783 a aktivní byla až do února násl. roku. Erupcí byla postižena nejvíce Evropa. Na vině byla atypická meteorologická situace, kdy nad severovýchodem Evropy se udržovala tlaková výše a proud sopečného prachu a plynů odklonila a ten se zatočil nad střední a západní Evropou.



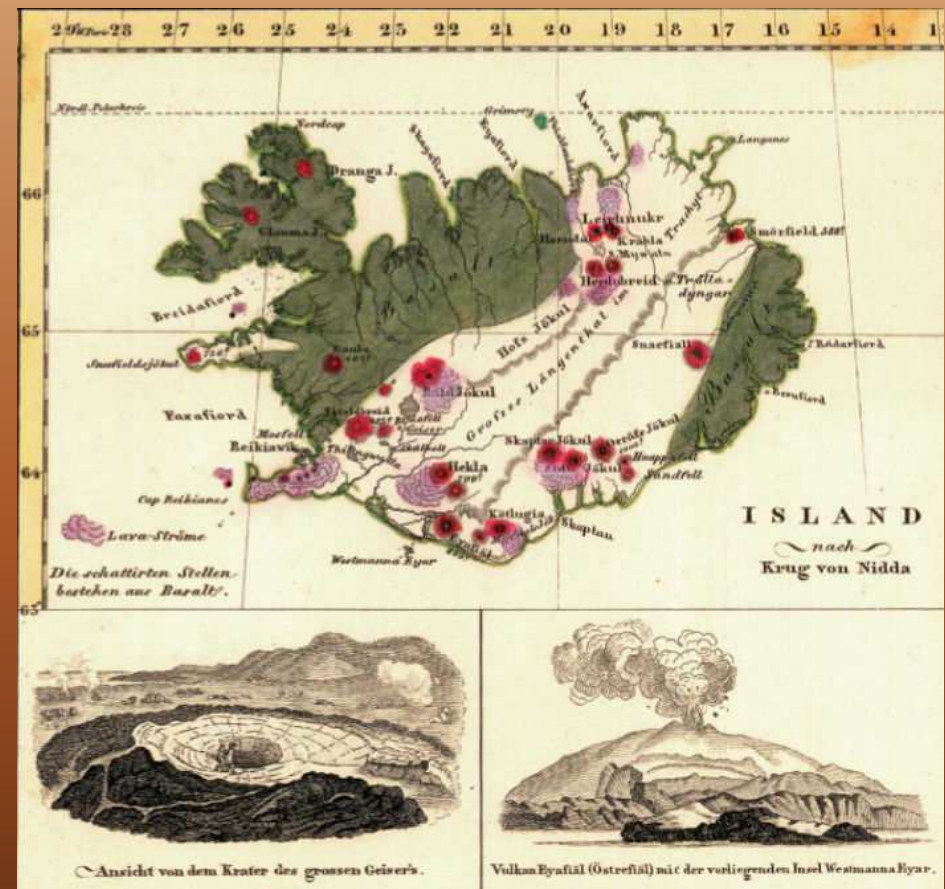
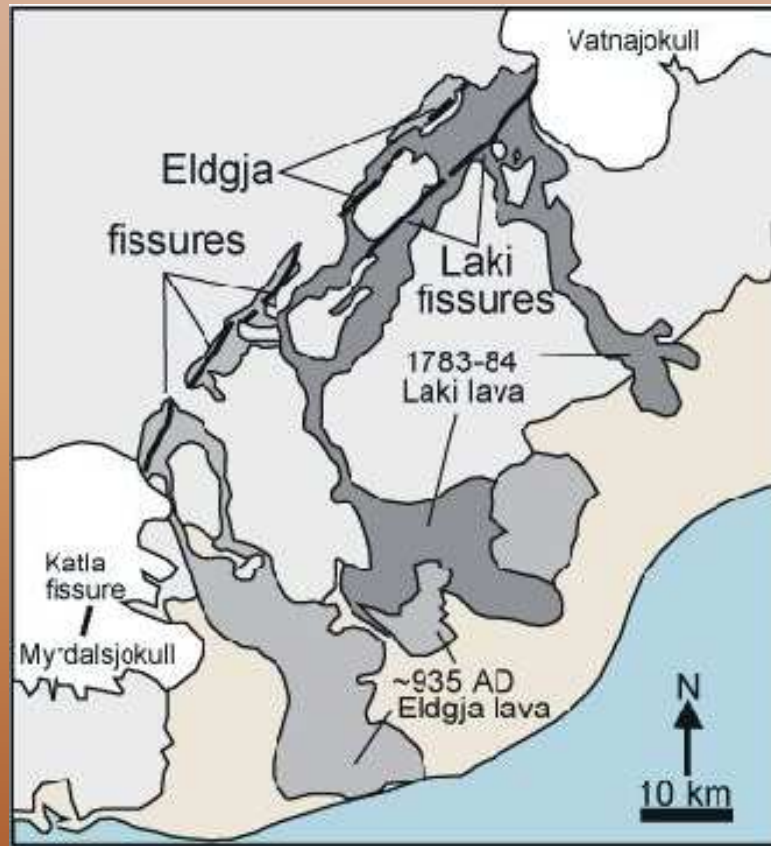
120 milionů tun oxidu siřičitého + 8 milionů tun fluorovodíku

Odhaduje se, že láva zaplavila až 600 km², odpovídající přibližně 0,5 % povrchu Islandu. Čtyři nebo pět lávových fontán chrlilo lávu do výšky mezi 800 až 1400 m, následkem čehož se dostalo obrovské množství pevného materiálu do atmosféry, který byl pomocí jetstreamů transportován po celé planetě.

Byly pozorovány podivuhodné úkazy – suché mlhy, slunce bylo pozorovatelné bez zaclonění, docházelo k silným bouřím. Ve vzduchu díky SO_3 byla cítit síra, pálily oči, mnoho lidí zemřelo po nadýchání tohoto plynu na otok plic. Zároveň se do ovzduší dostalo velké množství fluóru, který je toxický. Na Islandu zemřelo 20 % obyvatel a 80 % hospodářských zvířat. V Čechách se odhaduje množství obětí na 15 000. Byli to většinou lidé v produktivním věku, pracující venku na polích. Díky Laki se v Evropě ochladilo asi o 1 stupeň, následovaly velmi kruté zimy, střídané únorovou (1784) oblevou, která přinesla velké povodně. Při povodni na Vltavě byl poškozen Karlův most. Kyselé deště postihly nejkrutěji Island a Skandinávii

**zpoždění záplav na Nilu
vynechání monzunů v Indii
v Japonsku ještě Askja ... hladomor**

celkově na světě možná až 2 000 000 zemřelých!!!



19. století, Tambora

Mezi roky 1790 – 1850 řadíme Daltonovo minimum sluneční činnosti. Klima po r. 1799, kdy byla velmi tuhá zima je poměrně normální, střídají se roky chladnější s roky teplejšími. *Velký výkyv přichází až po roce 1815 – po výbuchu sopky Tambora. Byl to nejsilnější sopečný výbuch za posledních 10 000 let. Byl zaznamenán několikaletý pokles teploty a to až o 3-4 stupně.*



Rok 1816 byl na severní polokouli označován jako „rok bez léta“. Osmdesátiletý amatérský meteorolog Edward Holyoke v New Hampshire popisuje mrazy ještě 7. června. Letní počasí v Evropě připomínalo spíše listopad. Zrekonstruované mapy tlaku vzduchu ukazují, že tlaková níže nad severním Atlantikem se velmi prohloubila a tlakové útvary byly tlačeny směrem na jih, srážková činnost byla nejsilnější v západní Evropě, střed a sever Evropy byl atakován velmi studeným vzduchem ze severu. K vytrvalým deštům se tak přidalo i chladno, byla místa, kde v červnu padal sníh

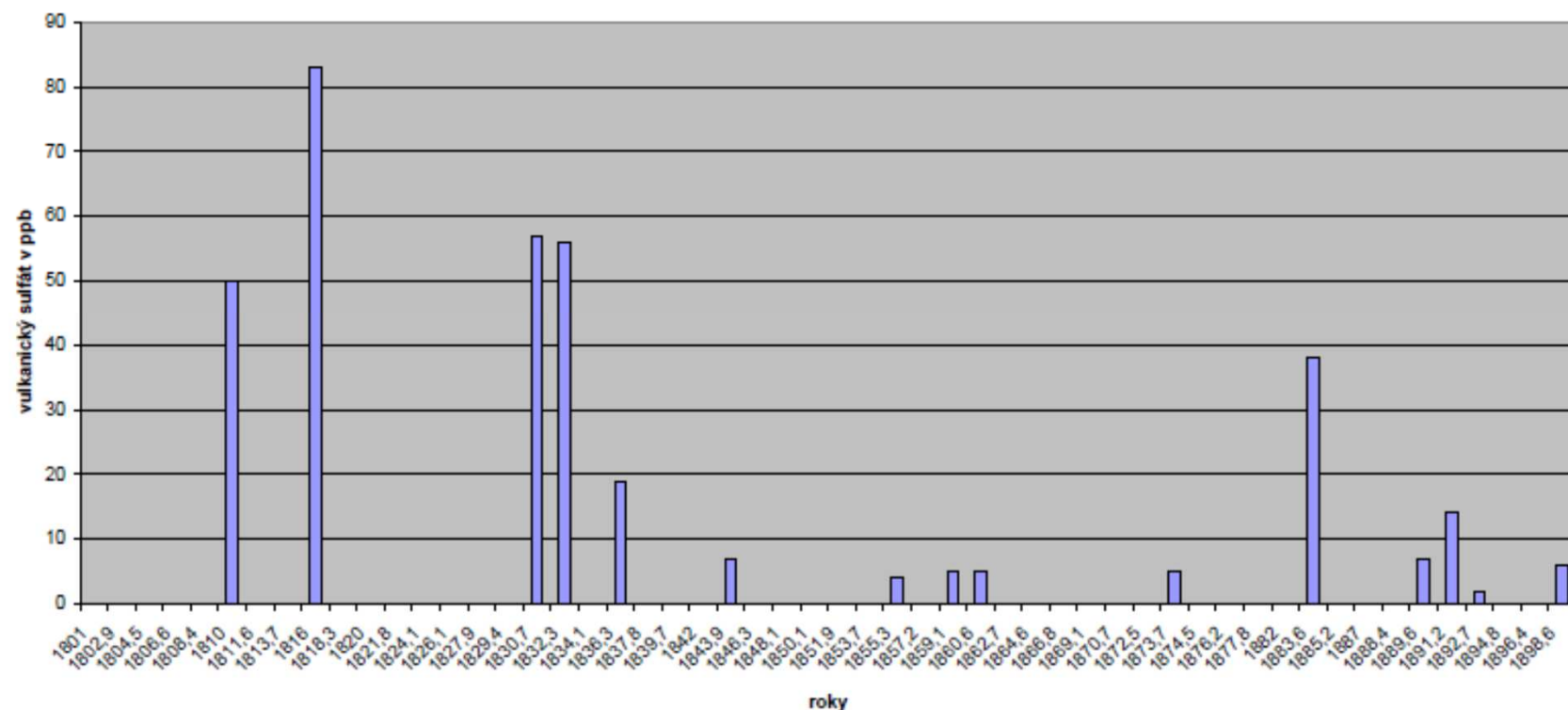
V letech po výbuchu jsou dokumentovány zvláštní úkazy na obloze, Island byl téměř bez slunečního svitu, v sev. Americe, Indii a jiných částech světa byla katastrofální neúroda. V jižní Africe došlo ke katastrofálnímu hladomoru vlivem sucha. V Indii vypukla epidemie cholery, která se rozšířila ještě dále přes Rusko a dostala se až do Evropy, odkud byla přes moře zavlečena do Velké Británie a také do sev. Ameriky (Behringer, 2010). Rok 1816 měl být rokem slunečního maxima v daném 11-ti letém cyklu. Sluneční skvrny byly dokonce dobře viditelné díky popelu z Tambory, ale bylo jich v tom roce pouhých 35 (oproti normálnímu roku slun. maxima s cca 100 skvrnami) (Soon, Yaskeel, 2003).



Konec malé doby ledové se vyznačoval deštivým a chladným podnebím. Nejhuře na tom byly severské země. Po objevení Nového světa došlo k velké migraci Norů, Švédů a Finů za Atlantik. Island ztratil přibližně polovinu svého obyvatelstva. Neúroda (především brambor) a chlad vyhnaly ze země tisíce Irů.

katastrofální povodně
1872
1890





Graf č. 26 - Vulkanická aktivita mezi roky 1800-1899

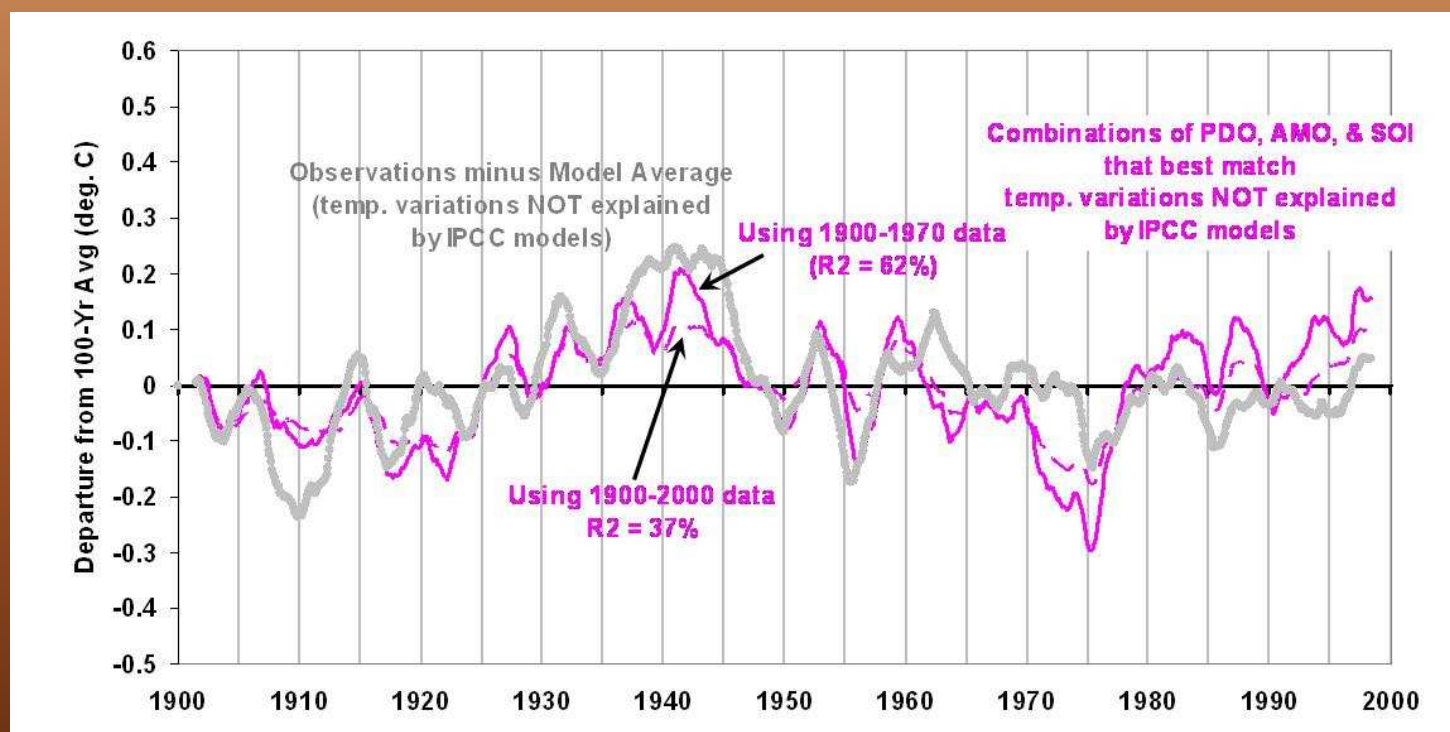
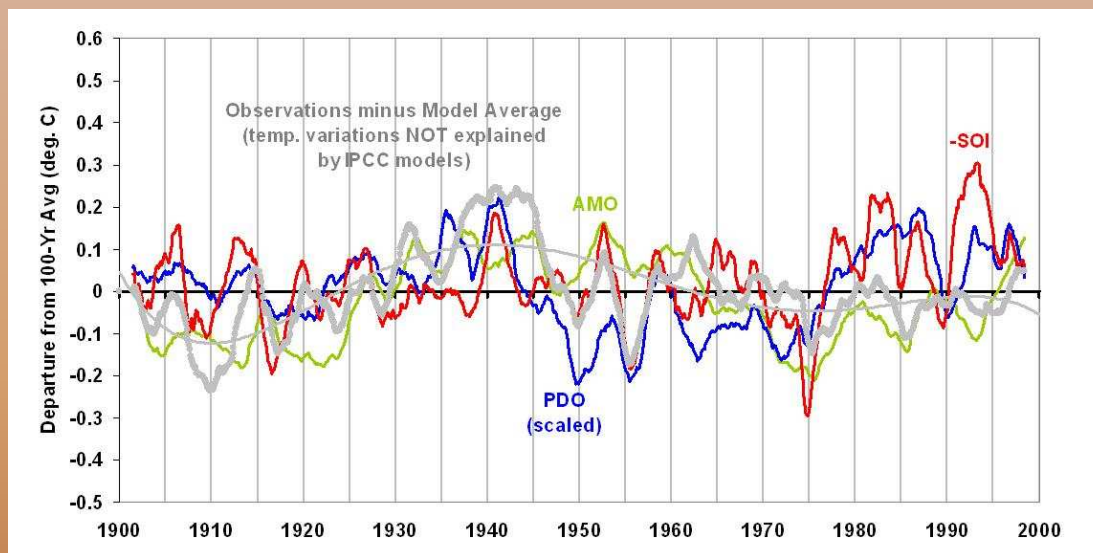
- století kde pozorujeme několik silných erupcí
- velmi dobře je vidět Tambora a Krakatoa
- kolem r. 1809 může být viníkem za signál síry několik sopek, proběhlo více malých erupcí, můžeme předpokládat, že sopka musela být poměrně blízko, tedy Island, Aljaška
- Global Volcanism Program uvádí kolem r. 1830 Reykjanes, Island (VEI 4)
- signál kolem r. 1836 by mohla být Conseqina, Nikaragua (VEI 5)

20. století

-tuhá zima 1929

-sucho 1947

-chladnější 70. léta



děkuji za pozornost

Soukupová, J. : Metody paleoklimatologie a historické
klimatologie a vývoj klimatu na Zemi

<https://eshop.czu.cz>