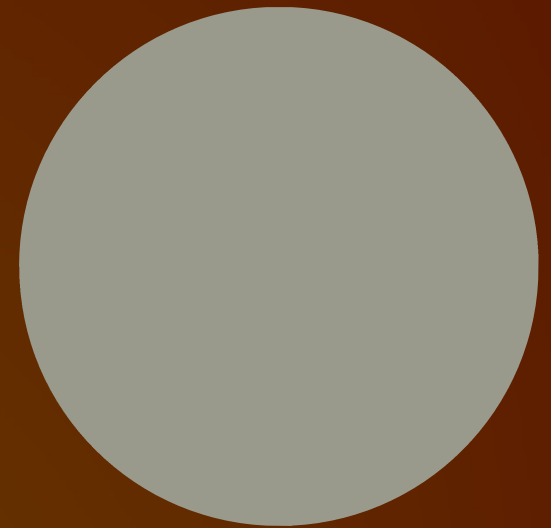


budoucnost

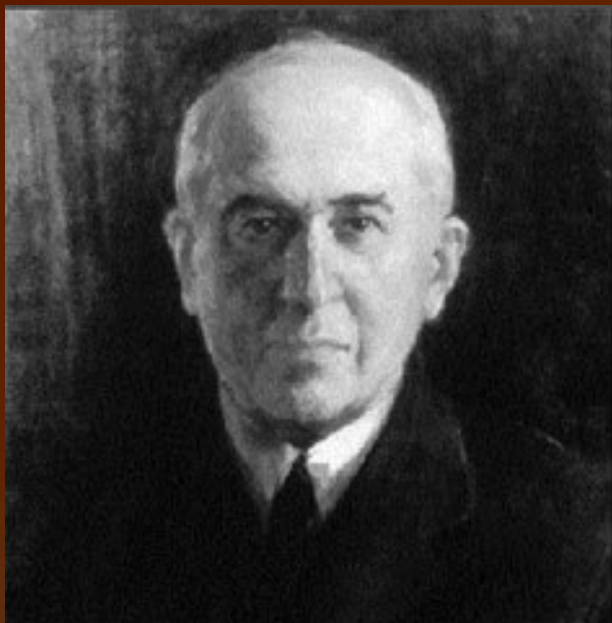
KLIMATICKÉ ZMĚNY NEOVLIVNĚNÉ ČLOVĚKEM



astronomická teorie klimatických změn

Cesta k pochopení a k formulování teorie:

- někdy v polovině 19. století už bylo poměrně známé, že Země pokrýval v dávných dobách ledovec – nebyl znám mechanismus **proč**
- už **Hipparchos** (asi 190 – asi 125 př. n. l.) předpokládal, že zemská osa je nakloněná
- francouzský matematik **Josef Adhémar** roku 1842 první formuloval „astronomickou teorii klimatických změn“
- předpokládal, že zalednění severní polokoule je zapříčiněno právě **sklonem zemské osy**
- jeho práci znal a vycházel z ní skotský vědec **James Croll**
- uvědomil si, že Adhémarovou chybou bylo, že do svých výpočtů nezahrnul fakt, že pozici Země a Slunce neovlivňuje jen precese, ale také **excentricita oběžné dráhy Země kolem Slunce**
- Crollovi trvalo dvacet let, než propočítal změny dráhy Země vůči Slunci v průběhu posledních 3 milionů let



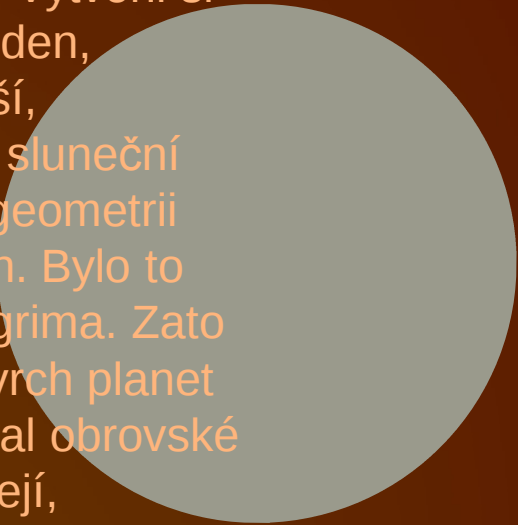
Milutin Milanković (1879-1958)

- srbský vědec
- inženýrský titul získal r. 1904 na Vídeňské technice
- několik let zabýval betonovými konstrukcemi, ale už r. 1909 se vrátil do Bělehradu na místo profesora užité matematiky
- začíná pracovat na teorii astronomických příčin klimatických změn

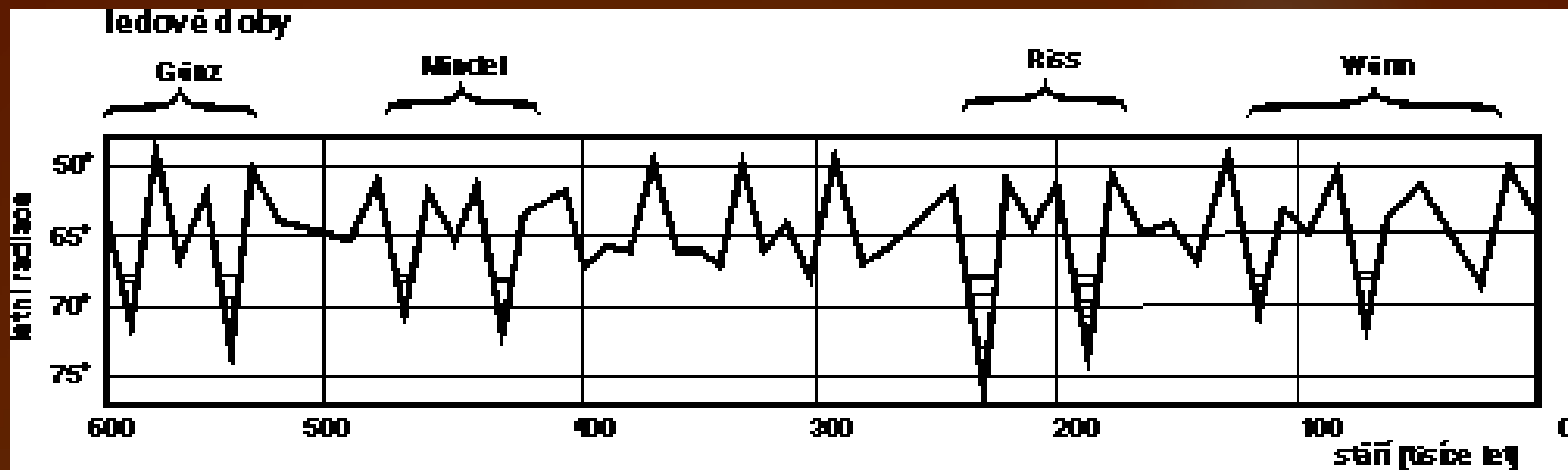


Václav Cílek:

Milankovič plánoval svoji cestu “do vzdálených světů a časů” velmi obezřetně a předem odhadl, že mu to bude trvat asi 30 let. Vytvořil si monotónní, uspořádaný životní rytmus a pravidelně každý den, několik desítek let po sobě, rozpracovával zatím nejúplnější, nejslavnější a v hrubých rysech obecně přijatý model vlivu sluneční činnosti na zemské klima. Jeho prvním cílem bylo popsat geometrii jednotlivých planet a určit jejich vývoj v uplynulých staletích. Bylo to poměrně snadné, protože navázal na výpočty Ludwiga Pilgrima. Zato druhý úkol – spočítat kolik sluneční energie dopadá na povrch planet v různých ročních obdobích a v různých šířkách – si vyžádal obrovské množství práce, protože všechny planety se všelijak natáčejí, ovlivňují, naklánějí. Dnes by se do podobného úkolu bez počítače pustil jen šílenec.



- během I. svět. války je Milankovič integrován v Bělehradě
- už v r. 1920 má výpočty týkající se planet hotovy a publikuje je -vzbudí zájem Wladimira Köppena a jeho zetě Alfréda Wegenera
- díky jejich impulsu je jeho hlavním úkolem matematický popis zemského klimatu
- je to komplikovaná záležitost - každá zeměpisná šířka má v různých ročních obdobích své individuální charakteristiky oslunění
- bylo nutné si vybrat takovou konstelaci, která by co nejlépe odpovídala globálním změnám
- Milankovič se rozhodl pro 55°, 60° a 65° severní šířky, letní polovinu roku a období 0 – 650 tisíc let
- Adhémar uvažoval jen o náklonu osy, Croll k ní přidal ještě excentricitu a Milankovič model doplnil o precesi**
- Milankovičem získaná křivka odpovídá průběhu ledových dob v Alpách, jak je r. 1909 popsal A. Penck a E. Brückner
- Milankovičovy parametry zařadí Wegener a Köppen do převratné knihy „Klima geologické minulosti“ (1924)
- je dodnes považována za základní dílo svého druhu, protože v sobě kombinuje dvě epochální teorie – myšlenku pohybu kontinentů a astronomické příčiny ledových dob

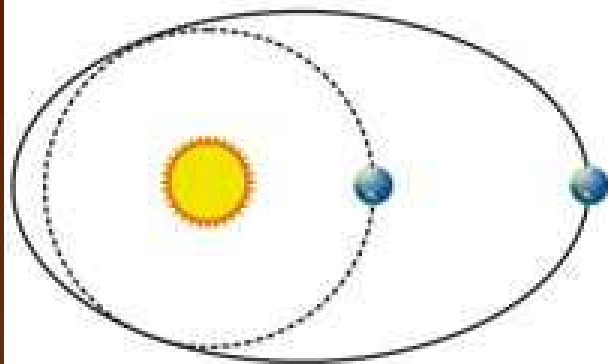


původní Milankovičova křivka

obrázek byl poprvé publikován ve slavné knize W. Köppena a A. Wegenera "Die Klimate der Geologischen Vorzeit" (Berlin, 1924).

Milankovičova teorie byla vyvracována a potvrzována v průběhu celého století. Dobře odpovídají Milankovičovým parametrům vrty do mořského dna a navíc korelují se sedimentací v jezerech a sprašových závějích na pevnině – teorie tedy byla přijata většinou vědecké obce.

Milankovitch Cycles



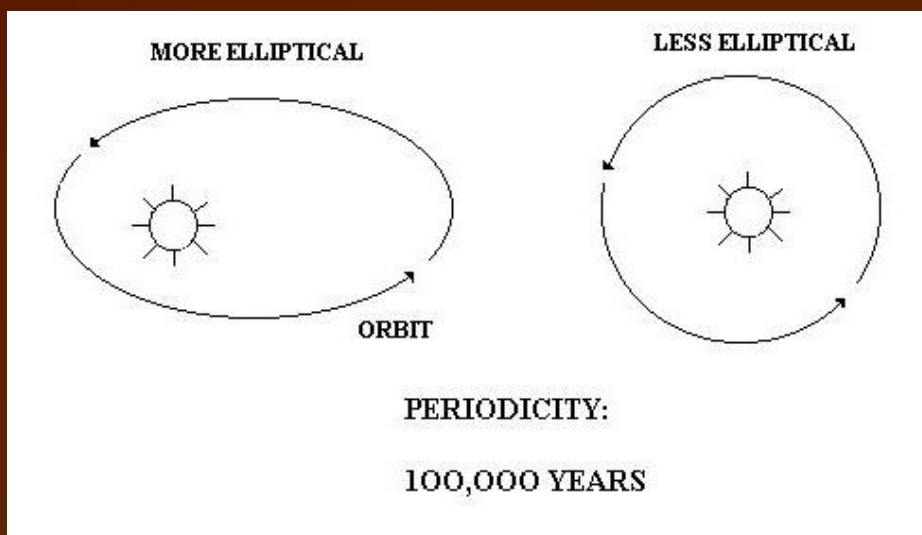
Eccentricity



Obliquity

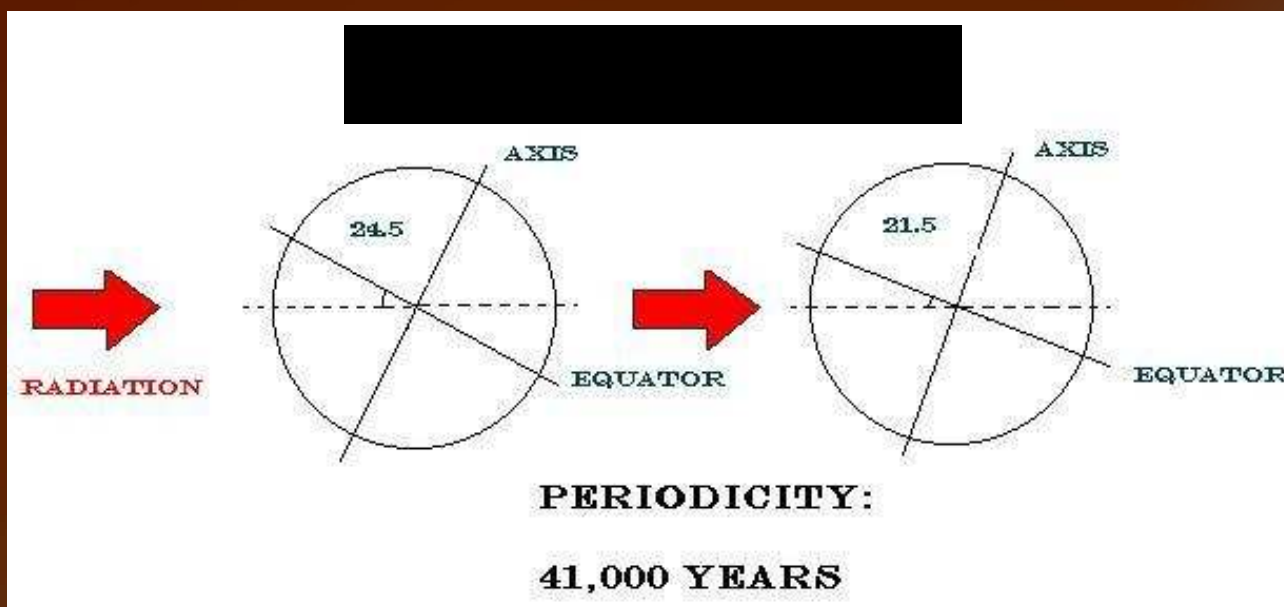


Precession



excentricita zemské dráhy

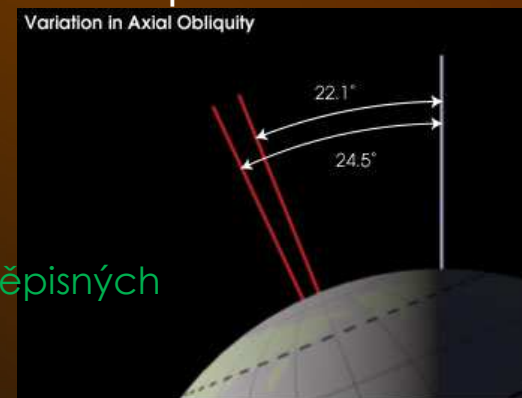
Země obíhá kolem Slunce po eliptické dráze, jejíž excentricita se mění od nuly (kruhová dráha) do 0,06 v cyklu necelých 100 tisíc let. V průběhu posledních 100 tisíc let dosahovala excentricita hodnotu 0,02 nebo méně. Současná hodnota je 0,0167 a maximum 0,019 dosazené před 10 tisíci lety bylo velmi nízké. Podstatná maxima se odehrávala před 110, 200, 300, 600, 700 a 960 tisíci lety. Menší maxima před 400, 500, 800 a 880 tisíci lety. Stotisícový klimatický cyklus ovládá klima posledního milionu let a přehlušuje důležitější čtyřicetitisícový cyklus, pravděpodobně proto, že ledovce narostly do takových rozměrů, že teplotní setrvačnost systému potlačila kratší cyklus. Při vysoké excentricitě je sezónní rozdíl v množství sluneční energie mezi perihelionem a aphelionem až 30 %, v současné době dosahuje asi 7 %, při kruhové dráze je nulový.

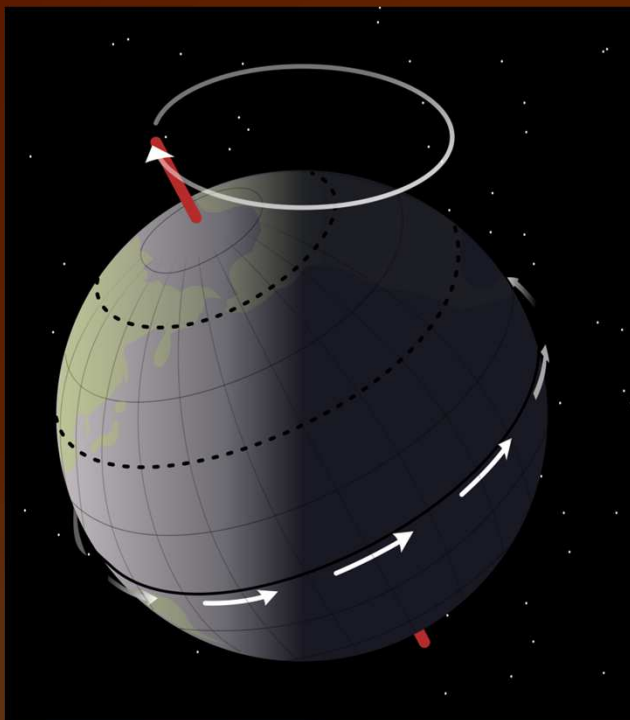


**sklon
zemské osy**

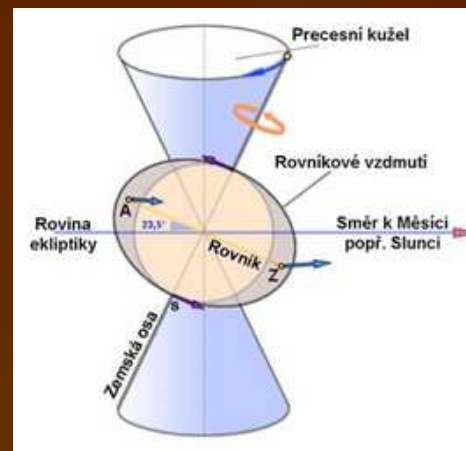
Sklon zemské osy se mění v periodě 40 tisíc let v rozmezí až $21,8 - 24,4^\circ$ a snižuje se o polovinu úhlové vteřiny ($0,00013^\circ$) za rok. Maxima dosáhl před 10 tisíci lety. Má vliv na pozici polárních kruhů a tropických obratníků. Cyklus 40 tisíc let je charakteristický pro teplé a chladné oscilace svrchního pliocénu a starého pleistocénu před 2,5 – 1 milionem let.

zmenšování sklonu = oteplování vysokých zeměpisných šířek

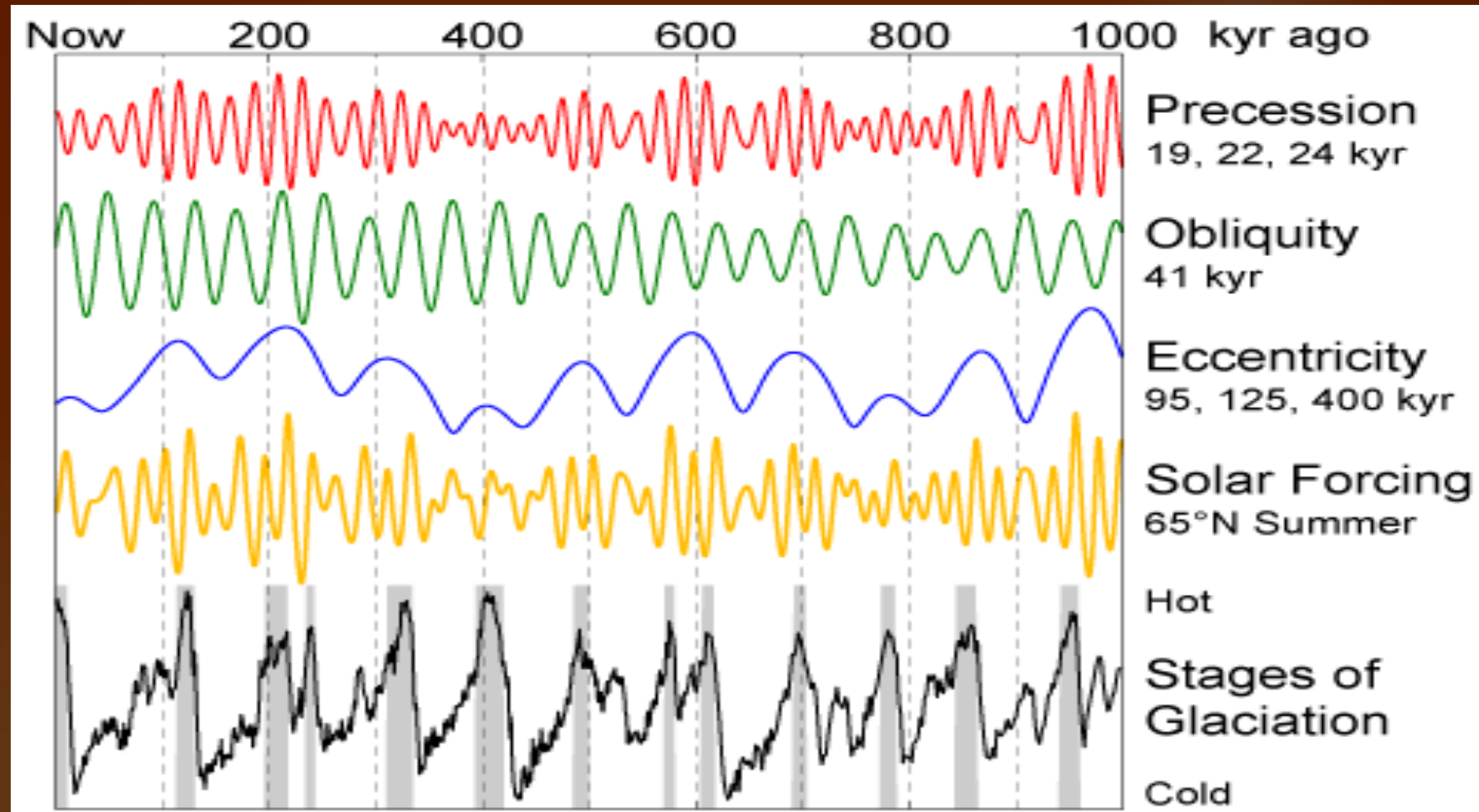




precese



Precese- P - perioda asi 19 000 - 21 000 let. Zeměkoule není ideální koule, Silové působení Měsíce a Slunce způsobuje lunárně-solární precesi, která by měla mít periodu asi 25 700 let. Planety (hlavně Jupiter a Saturn) působí opačným směrem, perioda precese tak trvá asi 21 000 let. Zemská osa opisuje dvojitý kužel, který dnes na severní polokouli směřuje k Polárce, asi za 12 000 let bude směřovat k Lyře, jasné hvězdě letní noci nad hlavou.





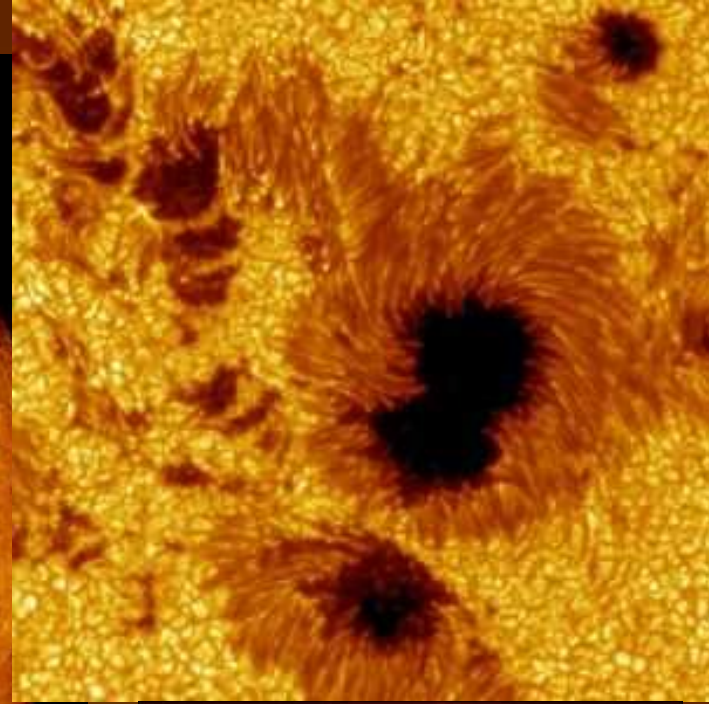
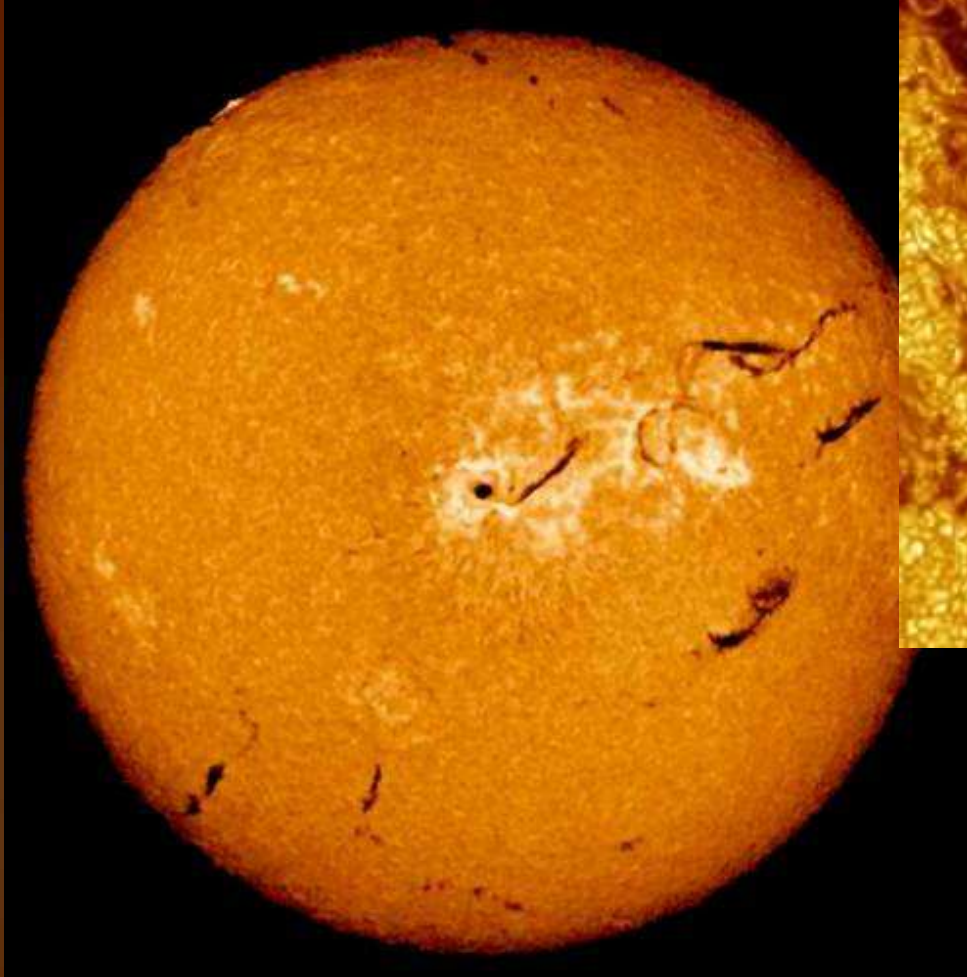
a opět Václav Cílek:

Hladiny jezer na Sahaře nejvíc reagují na precesní cyklus přibližně 21 tisíc let, zatímco severský ledovec je řízen nejdelším cyklem. Výsledkem je mnohoúrovňové předivo skládajících se či vylučujících se reakcí zemského systému. Pokud do klimatického systému navíc zavedeme pozorovaný megacyklus 250 tisíc let a kratší cykly o délce trvání 12, 7, 3 a 1 tisíc let, získáváme soustavu, která je bez hierarchické analýzy naprosto nepřehledná. Kromě toho totiž ještě existují cykly o délce trvání 7, 20, 100, 400 let i cykly trvající až 200 milionů let. V takovém případě se nemůžeme divit, že někteří klimatologové považují slovo cyklus za neslušné a na objevitele nových cyklů se dívají jako na nepřítele!



Milankovičovy orbitální parametry se dají vystopovat až do paleozoika a jejich postavení je zřejmě ústřední.

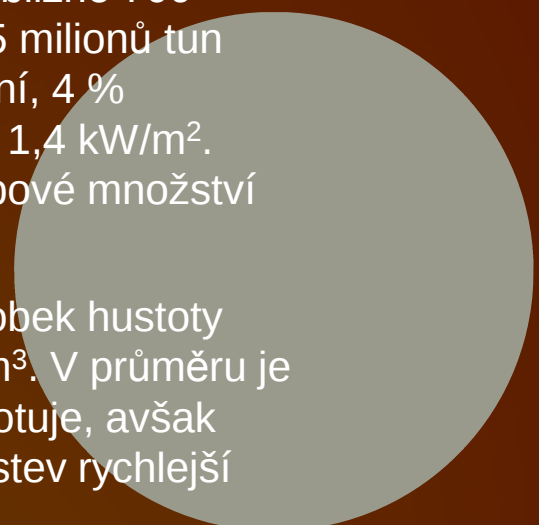
Slunce



Slunce vzniklo asi před 4,6 miliardami let a bude svítit ještě dalších 5 - 7 miliard let. Stejně jako všechny hvězdy hlavní posloupnosti, i Slunce září díky termonukleárním reakcím v jádře. Povrch se neustále mění, vznikají a zanikají sluneční skvrny, protuberance, erupce i jiné sluneční útvary. Slunce ovlivňuje ostatní tělesa sluneční soustavy nejen gravitačně, ale i zářením v širokém spektru vlnových délek, magnetickým polem a slunečním větrem.

Základní data o Slunci

hmotnost	1,989×10 ³⁰ kg	indukce mg. pole	(10 až 300)×10 ⁻⁶ T
průměr	1 400 000 km	indukce ve skvrnách	až 0,3 T
teplota povrchu	5 700 K	spektrální třída	G 2
teplota jádra	15 000 000 K	hustota výkonu	0,19 mW/kg
doba otočení kolem osy	25 dní rovník; 36 dní póly	celkový výkon	4×10 ²⁶ W
chemické složení	H 92,1 % He 7,8 % O 0,061 % C 0,03 %	tok energie u Země	1,4 kW/m ²
průměrná hustota	1,4 g/cm ³	úniková rychlost	618 km/s
		tíhové zrychlení	28 g
		magnituda	relativní: -26,8 mag absolutní: +4,1 mag



Slunce je hvězdou průměrné velikosti a ani jeho poloha v naší Galaxii není nijak výjimečná. Leží asi v 1/3 průměru disku Galaxie (přibližně 30 000 světelných roků od jejího středu). Energie vyzařovaná Sluncem vzniká při termonukleárních reakcích v jeho jádru. Každou sekundu se přibližně 700 milionů tun vodíku přemění na 695 milionů tun hélia a zbylých 5 milionů tun hmotnosti se přemění na energii (96 % elektromagnetické záření, 4 % odnášejí elektronová neutrina). U Země je tok sluneční energie 1,4 kW/m². Hmotu Slunce tvoří převážně vodík, v menší míře helium a stopové množství dalších prvků.

Hustota sluneční hmoty je v centru velmi vysoká (až desetinásobek hustoty olova – 130 g/cm³) a směrem k povrchu klesá až na 0,001 g/cm³. V průměru je však Slunce jen o něco hustší než voda. Celé sluneční těleso rotuje, avšak vzhledem k jeho plynnému charakteru je rotace rovníkových vrstev rychlejší než rotace pólů.

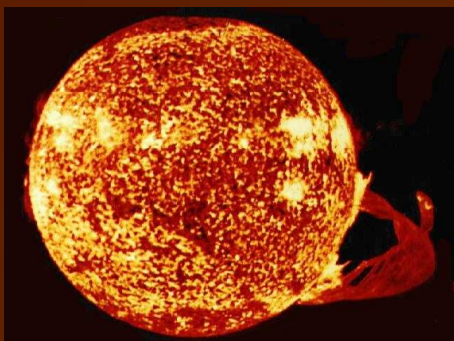
Slunce má výrazné magnetické pole, do kterého je ponořena celá Sluneční soustava.



Jádro je energetickým zdrojem nejen Slunce, ale i celé Sluneční soustavy. Má hustotu stokrát větší než voda a teplotu 15 milionů kelvinů. V tomto dokonalém reaktoru probíhají desítky reakcí, jejichž důsledkem je přeměna vodíku na hélium za současného uvolňování energie v podobě fotonů.

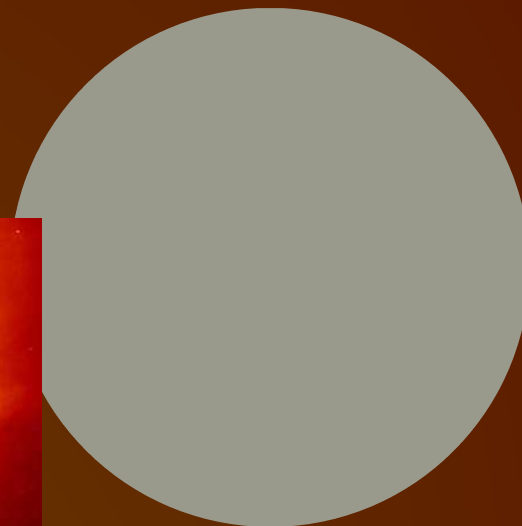
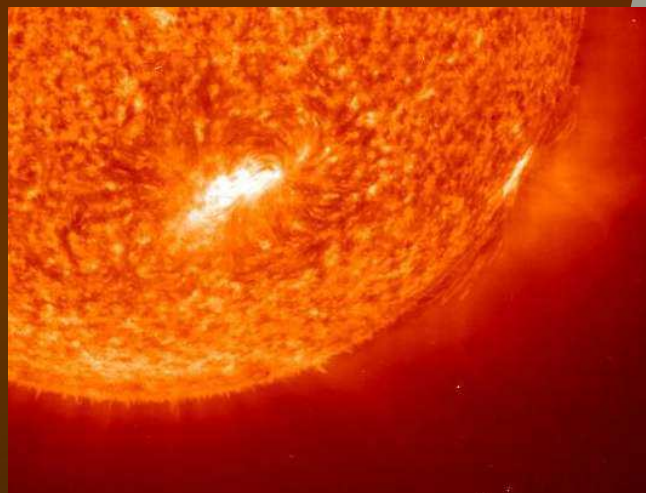
Proudy horké sluneční hmoty v konvektivní zóně proudí vzhůru a po vyzáření části energie klesá chladnější hmota zpět do hlubin Slunce. Šířka tohoto pásma je asi 200 tisíc kilometrů, energie se v této vrstvě předává prouděním.

Povrch Slunce, zvaný fotosféra, má teplotu asi 5 800 stupňů. Je pro něj charakteristická tzv. granulace, která je tvořena vrcholky vzestupných a sestupných proudů z konvektivní zóny. Typickými útvary ve fotosféře jsou sluneční skvrny. Z fotosféry jsou vyvrhovány protuberance – oblaka plazmatu ovládaná magnetickými poli. Chromosféra je relativně tenká a řídká vrstva těsně přiléhající k fotosféře. Teplota chromosféry roste směrem od Slunce. Je to pravděpodobně způsobeno rozpadem různých typů nestabilit plazmatu, které chromosféru ohřívají. Typickými útvary jsou například chromosférické erupce – náhlá zjasnění v chromosféře. Oblast nad chromosférou nazýváme koróna. Je to jakási řídká horní atmosféra Slunce, která nemá ostré hranice a zasahuje hluboko do Sluneční soustavy.



Protuberance jsou výtrysky sluneční hmoty desetitisíce kilometrů nad povrch, ovládané magnetickým polem Slunce.

Erupce jsou náhlá zjasnění ve fotosféře a chromosféře doprovázená výrazným uvolněním hmoty a energie. Může dojít až k odtržení oblaku plazmatu se zamrzlým magnetickým polem, který putuje Sluneční soustavou. Zachytí-li tento oblak magnetosféra naší Země, dojde k výrazným polárním zářím a magnetickým bouřím.



sluneční skvrny (sunspots)
sluneční erupce (solar flare)
protuberance (solar prominence)
koronální výron hmoty (coronal mass ejection,
CME)

**1.– 2. 9. 1859 – nejsilnější historicky zaznamenaná
geomagnetická bouře (Carrington Event), poškození
telegrafu**

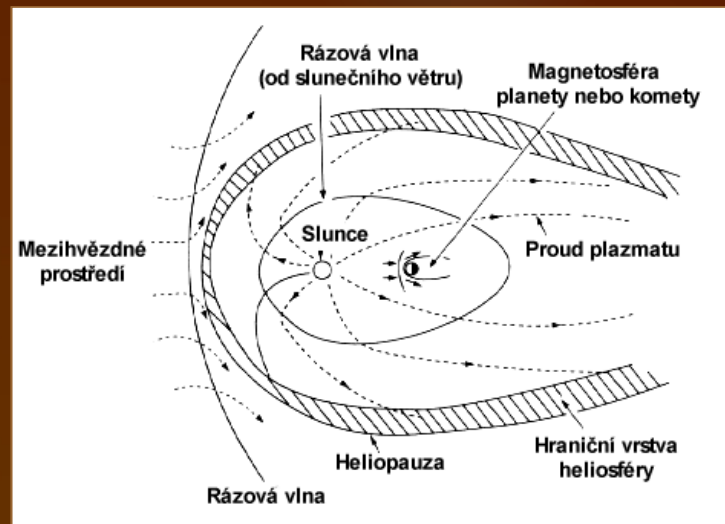
**13. 3. 1989 – rychlý výpadek el. proudu v Quebecu (na
devět hodin, 6 milionů lidí – ekonom. ztráty) – nejspíše
důsledek CME**

**29. 10. – 2. 11. 2003 – 17 velkých erupcí, rozsáhlé
výpadky radiového spojení**



Magnetické pole

Magnetické pole Slunce je ovlivněno rotací Slunce. Siločáry jsou tvarovány do tzv. Archimédových spirál. Plocha nulového pole je v ekvatoriální oblasti výrazně rozvlákněna. Planeta tak při pohybu kolem Slunce střídavě prochází oblastmi s různým směrem magnetického pole. V období minima aktivity má pole přibližně dipólový charakter, v období maxima je složitější. Přibližně po jedenácti letech dochází k přepólování pole. Tuto jedenáctiletou periodu sleduje také sluneční aktivita (například počty skvrn).



Sluneční vítr

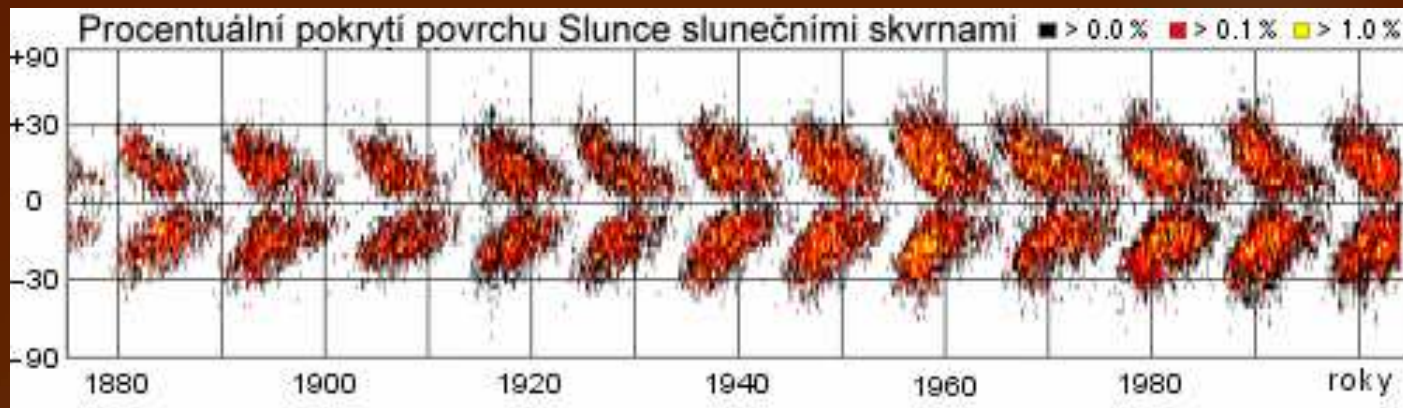
Sluneční vítr je označení pro proud nabitých i neutrálních částic, vyvrhovaných ze Slunce. Sluneční vítr interaguje s magnetosférami planet a komet. Vytváří rázové vlny a tvaruje magnetické pole planet. Při průniku částic do magnetosféry Země dochází k polárním zářím a magnetickým bouřím.



základní 11-letý cyklus - tzv. Schwabeho cyklus



- objeven 1834 Heinrichem Schwabem
- změna počtu slunečních skvrn a jejich skupin
- relativní číslo– 1848 Rudolf Wolf – Wolfovo číslo slun. skvrn
- **$R = K(10g + f)$**
- kde K–konstanta závislá na podmínkách pozorovatele g–počet skupin skvrn f–počet jednotlivých skvrn (na viditelné polokouli)
- dnes sleduje středisko SIDC (Belgie) a spousta družic (Soho)
- skutečná perioda je 22 let, včetně změny polarity (Haleův cyklus)
- reprodukuje se ve všech aktivních projevech (skvrny, erupce, geomagnetické bouře, fakulová pole)



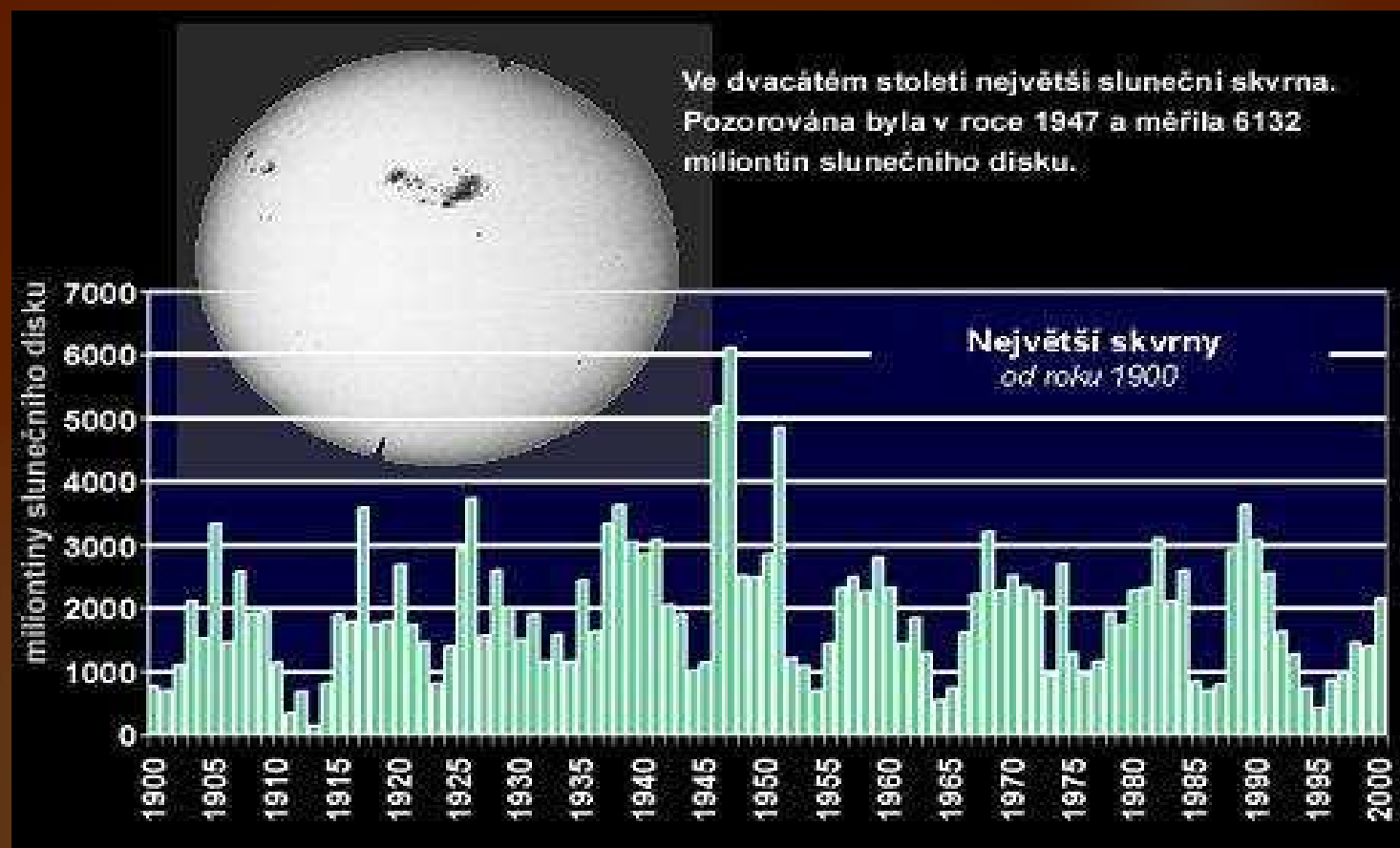
- nový sluneční cyklus začíná s objevením skvrny opačné polarity ve vysokých šířkách Slunce
- skvrny vznikají jakýmsi zauzlováním toku konvekčních proudů
- magnetické siločáry ve skvrně jsou značně pokroucené, a proto brzdí stoupající horké oblaky v konvektivní vrstvě. Díky tomu je potlačen přenos energie z nitra Slunce do skvrny, a tak má skvrna teplotu až o 2000 K nižší
- skvrny – teplota 4 000 °C, okolní fotosféra 5 000°C, fakule až 7 000 °C
- čím více skvrn tím aktivnější Slunce

nový výzkum – také „světlé“ skvrny na Slunci

Poměrně nedávno ale vědci objevili jiné skvrny – světlé. Podobně jako **tmavé sluneční skvrny** (sunpoints) i ty **světlé** (brightpoints) se vyznačují výrazným ultrafialovým a rentgenovým zářením a během cyklu se pohybují po Slunci směrem od pólů k rovníku. Na rozdíl od tmavých skvrn, mohou ale **největší brightpoints dosahovat až průměru Jupiteru**. Vědci tyto světlé skvrny přirovnávají k bójím, signalizujícím zvýšenou aktivitu v nitru Slunce.

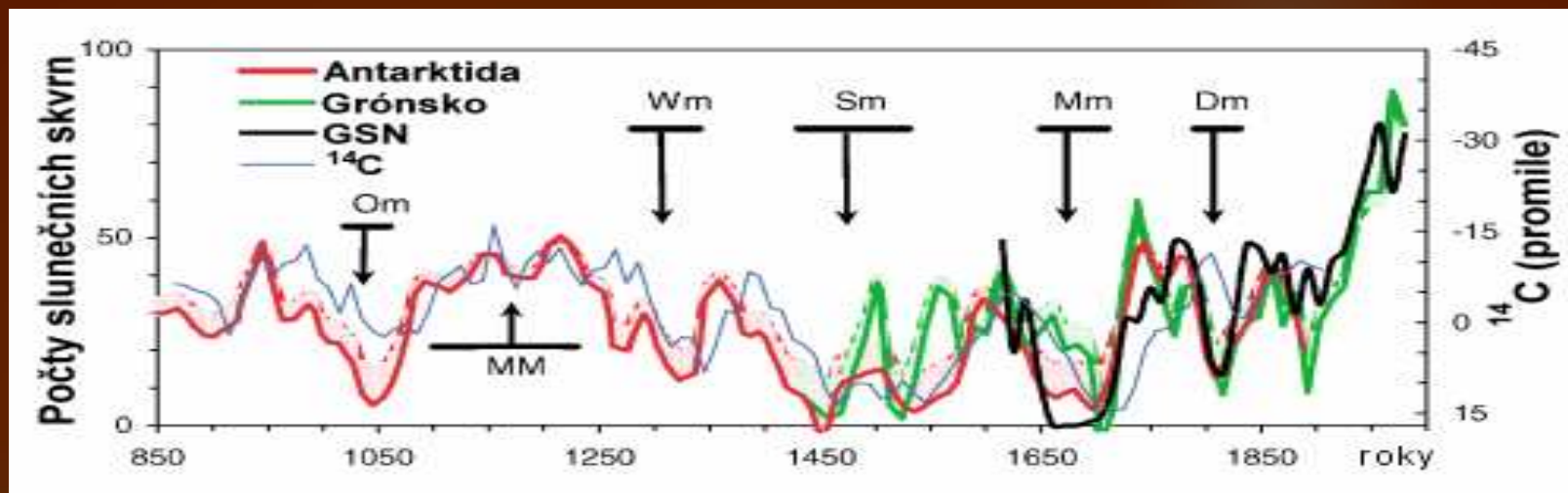
Během několika let pozorování si vědci všimli, že se brightpoints při svém pohybu vyskytují nejvýše zhruba okolo 55 stupně sluneční šířky a objevují se v téměř dokonalé zrcadlové rovnováze. Podle jedné z teorií se sluneční materiál uvnitř Slunce pohybuje ve dvou zrcadlových smyčkách. Tyto smyčky nesoucí rozdílné magnetické náboje se při setkání v oblasti rovníku „vyruší“ a objeví se nová vlna (s opačným magnetickým nábojem) zhruba na úrovni 30 stupně. Celý tento cyklus podle vědců trvá v průměru 19 let.

Nová zjištění tak příliš nekorespondují s doposud uznávanou teorií o 11letých slunečních cyklech, vědci se domnívají, že **11leté cykly jsou spíše průvodním znakem mnohem delších a složitějších událostí**. Na potvrzení, nebo vyvrácení tohoto tvrzení si ale budeme muset počkat přibližně do roku 2019, kdy začne nový sluneční cyklus.



velikost skvrn

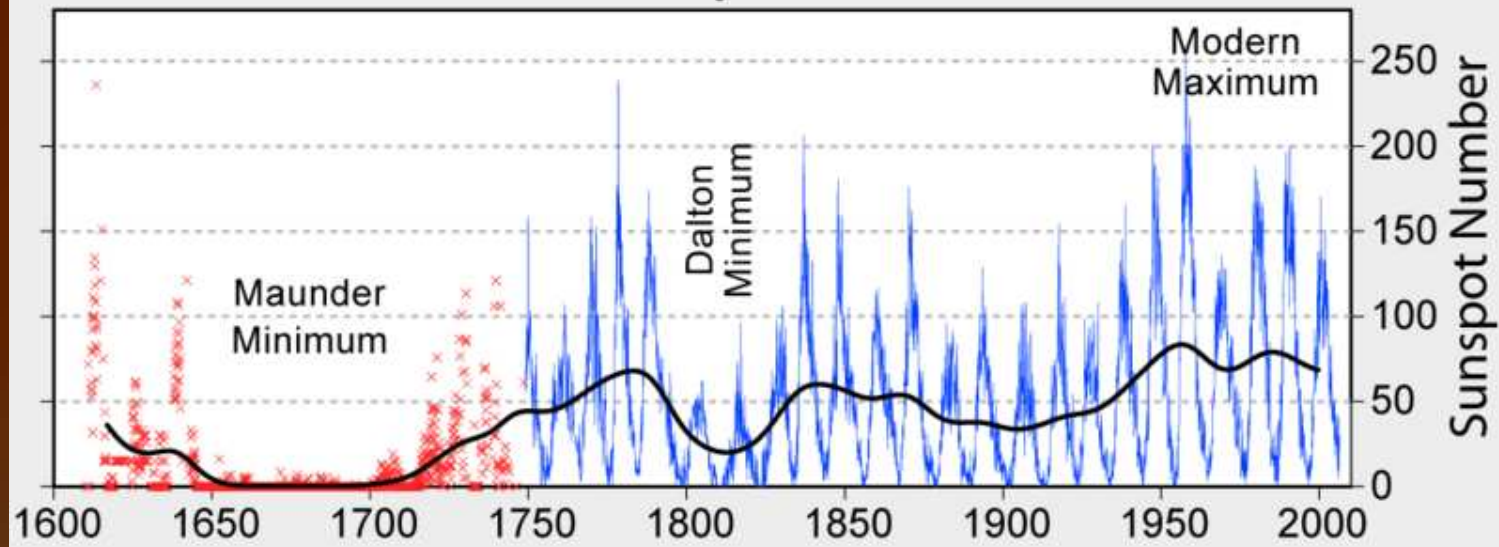




Vrty ledovců v Antarktidě (červená) a Grónsku (zelená), černá čára už jsou přímo pozorována v posledních letech.

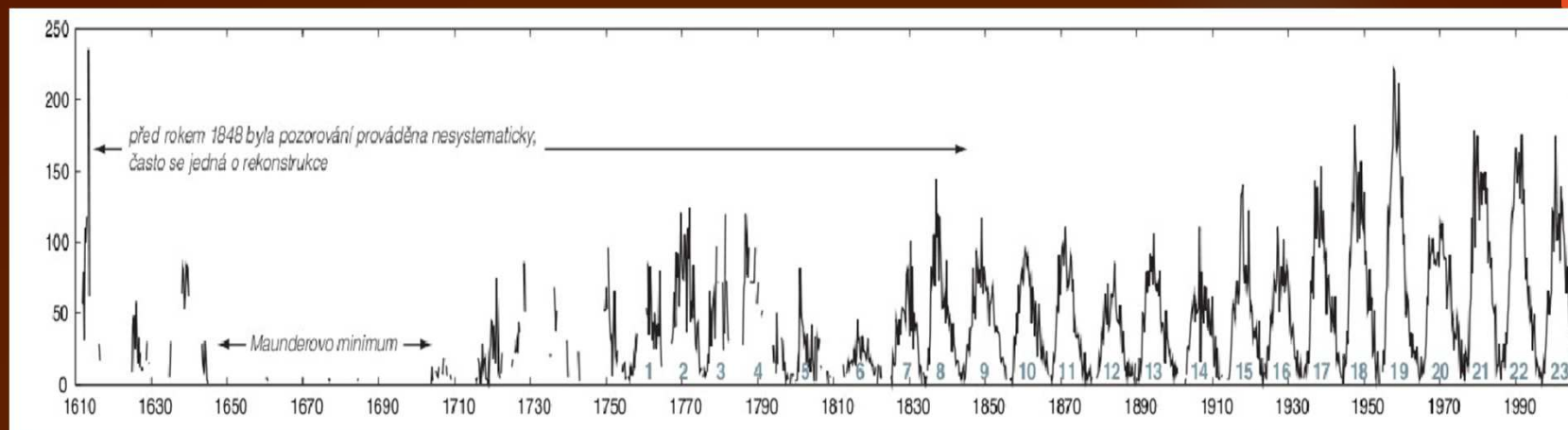
- *Oortovo minimum (1010 – 1050)*
- *Wolfovo minimum (1280 – 1340)*
- *Spörerovo minimum (1420 – 1510)*
- *Maunderovo minimum (1645-1715)*
- *Daltonovo minimum (1790-1850)*

400 Years of Sunspot Observations



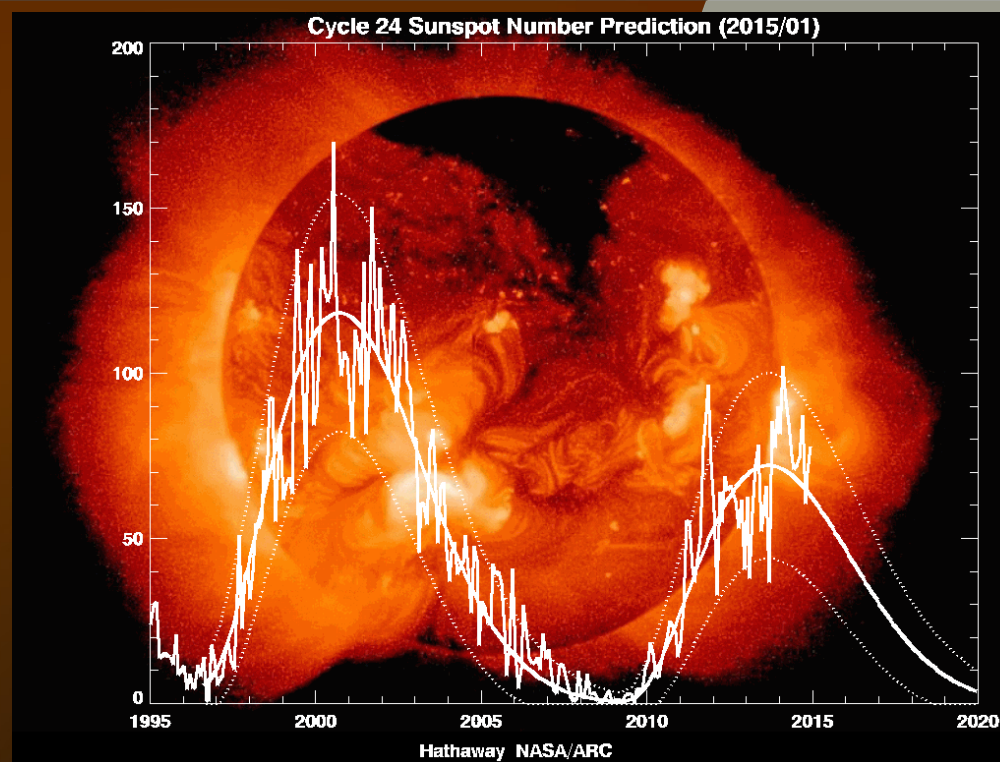
srovnání Maunderova
Daltonova minima

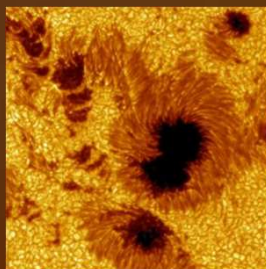
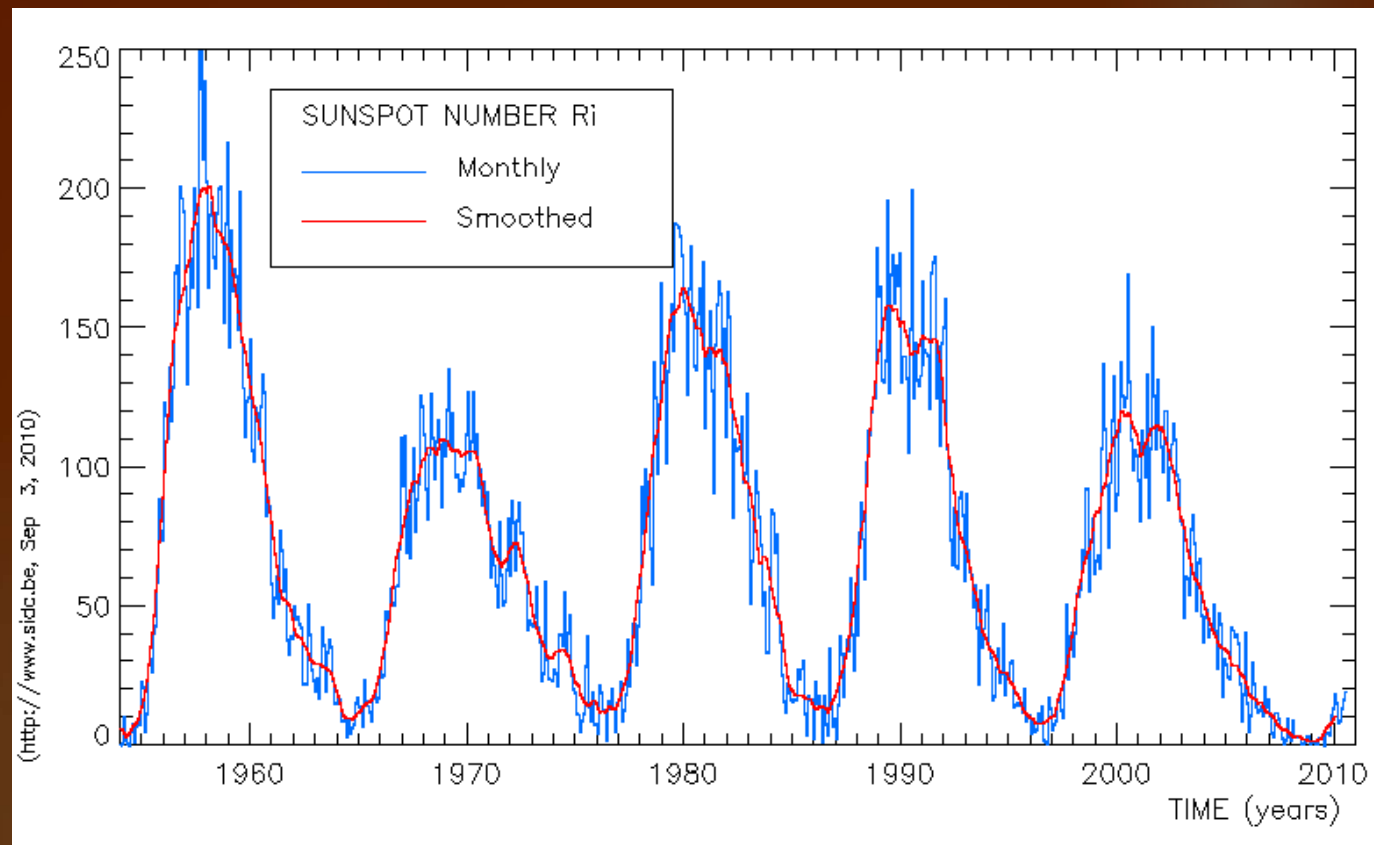
- **vysoká vulkanická činnost**
- **malý počet skvrn na Slunci**
- **více oblačnosti ve středních vrstvách atmosféry**



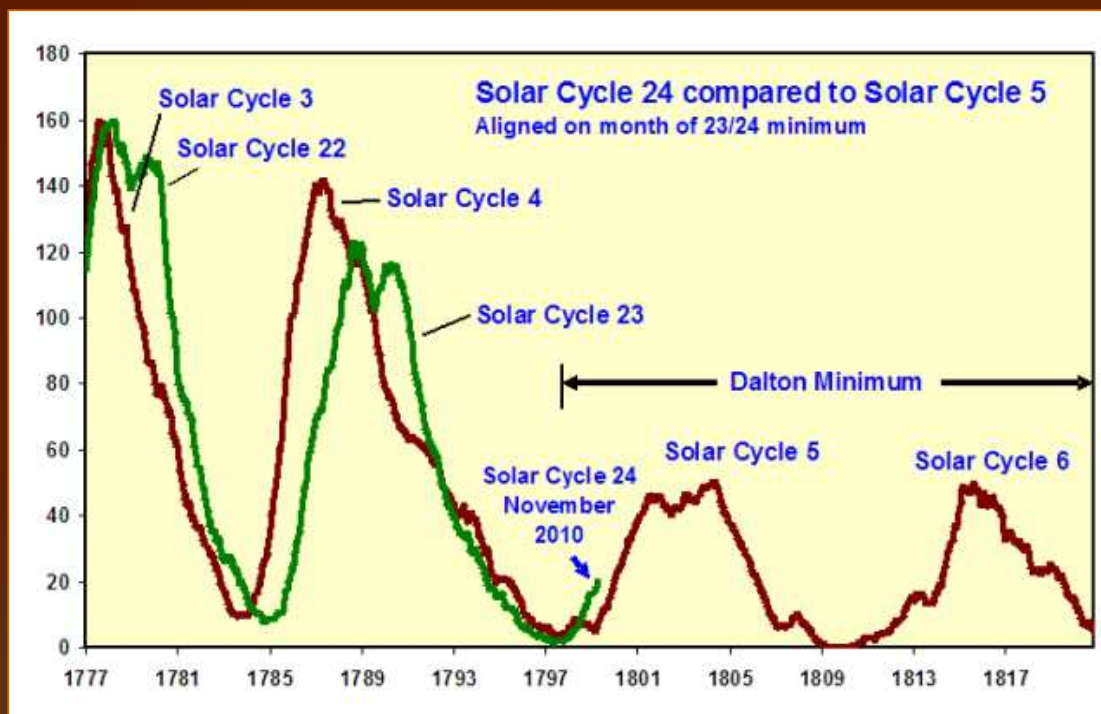
slabý dnešní 24. cyklus

měl začít 2007
začal 4. ledna 2008



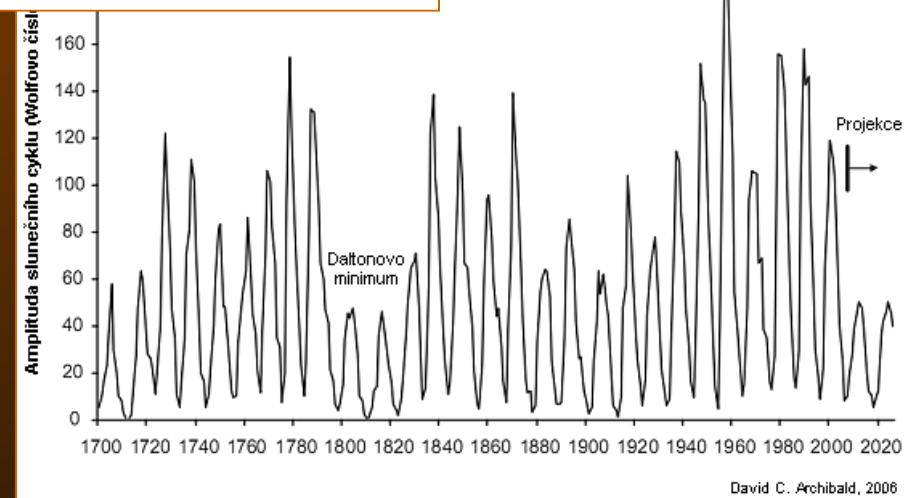


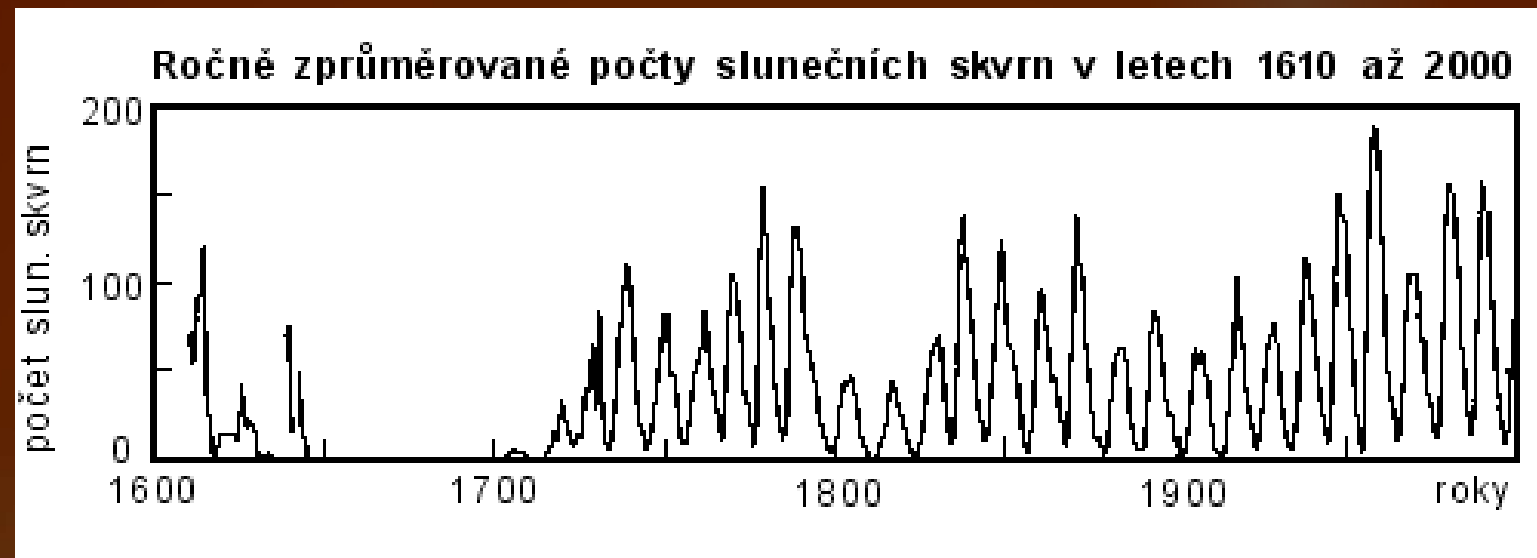
70 léta – také slabý sluneční cyklus



**Srovnání
dnešního 24.
cyklu s cykly v
Daltonově
minimu**

**a předpověď –
David Archibald**





- poznají se

- z hustoty letokruhů stromů
- podle obsahu ^{14}C
- z vrtů v ledovcích – obsah ^{10}Be



jak to tedy je



aktivita Slunce



počet skvrn



kosmické záření – Slunce ho „vymetá“



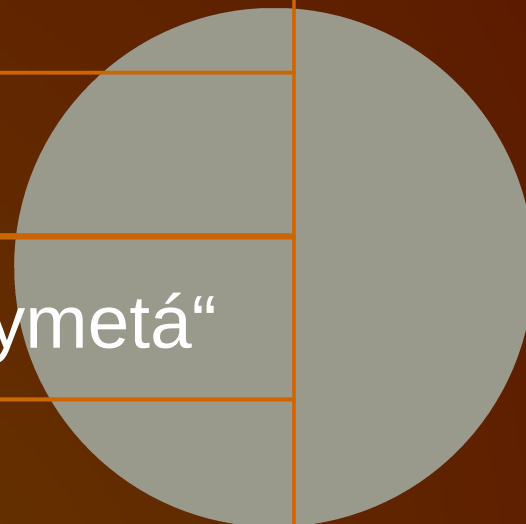
izotopy ^{10}Be a ^{14}C



oblačnost



vulkanická aktivita



Předpovědi aktivity Slunce

Krátkodobé

- extrapolace založené na zkušenosti, „pozorování“ odvrácené strany
- Úspěšnost ~ 85 % na týden

Dlouhodobé

Matematická funkce modelující vývoj indexu aktivity

Předpověď = extrapolace

Fyzikální model beroucí principy, kalibruje se na pozorování

Předpověď = vývoj modelu do budoucna

Sluneční aktivita ovlivňuje techniku – z důvodu

plánování je nutné mít alespoň odhad

NASA a plánování misí a pobytů ve volném kosmu

Energie – ostražitost před výpadky

Družice – možné poruchy,

přechod do bezpečného režimu



další cykly

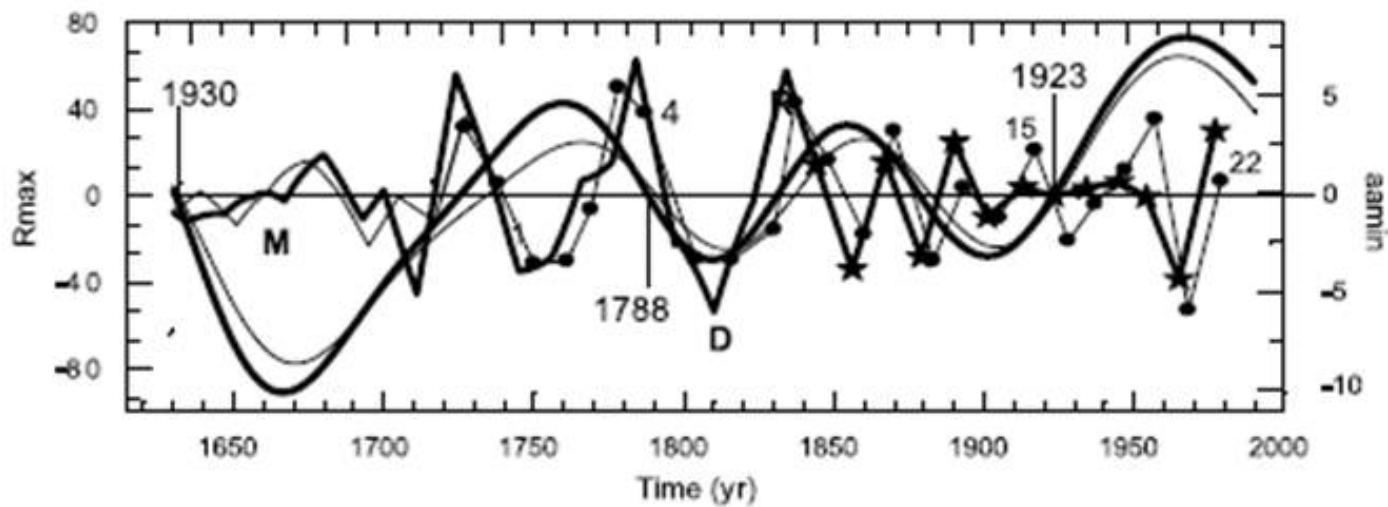
- Gleissbergův cyklus 87 let
- De Vriesův cyklus 207 let
- Hallstattský (Halštatský) cyklus 2 300 let

Gleissbergův cyklus je modulace základního, 11 letého cyklu. Není to cyklus v pravém slova smyslu, spíše modulace základních cyklů s proměnnou dobou opakování 60 až 120 let.

Cyklus byl objevený Wolfgangem Gleissbergem při výzkumu sluneční aktivity. Gleissberg pozoroval 17 cyklů od roku 290 AD

- **76 let: teplotní cyklus -centrální Anglie (Burroughs, 1992)**
- **76.0 let Halleyova kometa,**
- **77 let: povodně na Nilu (Hameed, 1984)**
- **78 let: isotopy kyslíku (Grónsko) (Dansgaard, 1973),**
- **78.5 let: cyklus letokruhů stromů (a giant sequoia)**
- **78.8 let: sluneční aktivita (Gleissberg**
- **80 let: letokruhy stromů v Kalifornii, úroveň Kaspického moře (Maksimov, 1952)**
- **80 let: Island - koncentrace ledu (Maksimov, 1952)**
- **83 let: nízké hladiny Nilu (Clough, 1933), surovost zim (Europe) (Clough, 1933)**
- **88 let: cyklus v letokruzích stromů (Japanese cedar tree), polární záře (north lights, polar flares)**
- **89 let: klimatický cyklus, Budapešť, Praha - klima (Thraen, 1949)**
- **90 let: sucha (Moseley, 1944; Burroughs, 1992)**
- **90.4 let: cyklus povodňových hladin,**
- **100 let cyklus krutých zim (Evropa)**

**Poslední maxima Gleissbergova cyklu nastala přibližně v letech:
1710-1720, 1760-1770, 1840-1850 a 1950-1960.**
**Poslední minima Gleissbergova cyklu pak zapadají přibližně do let:
1740, 1810, 1900**



de Vriesův cyklus, Suessův cyklus

Každá dvě staletí sluneční činnost na desítky let poklesne.

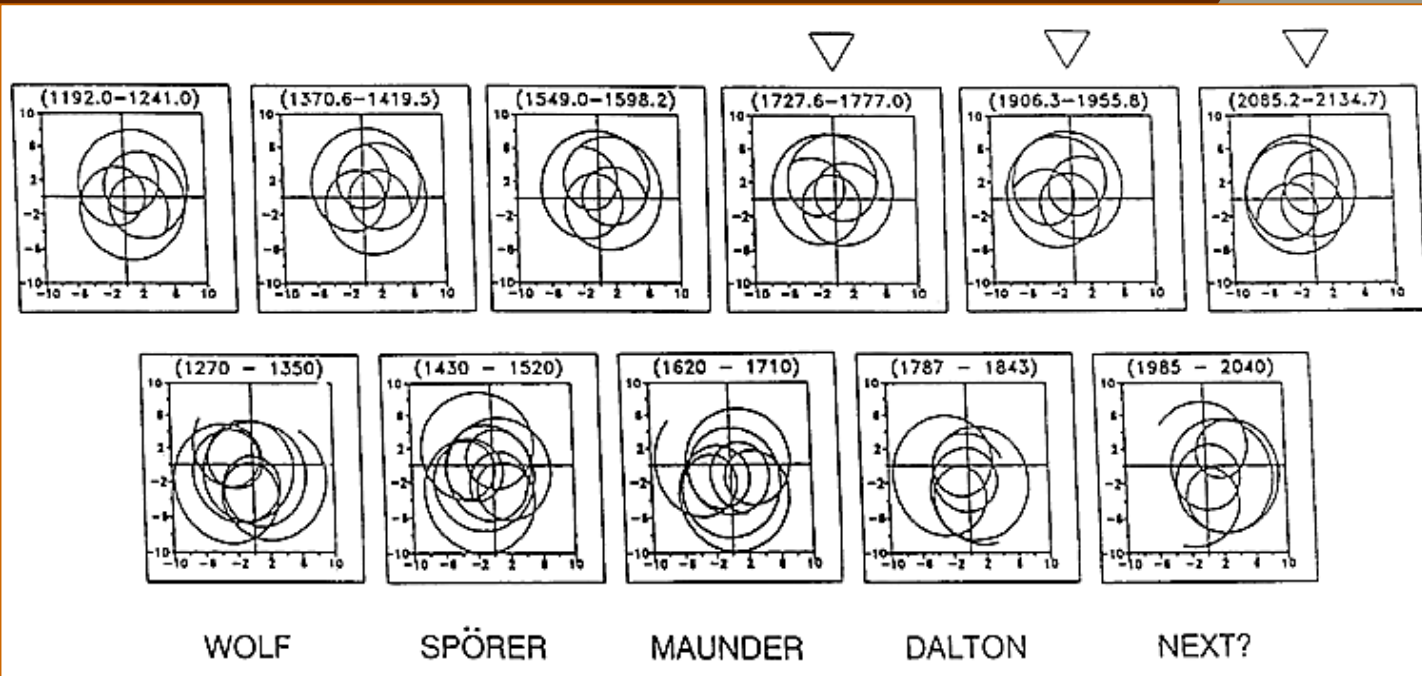
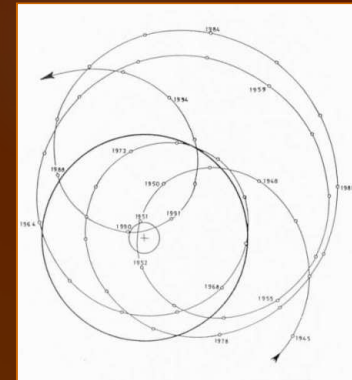
- jeho signál se dá najít v ledovcových jádrech

Halštatský cyklus

Sluneční aktivita vykazuje tzv. **halštatský cyklus**. Každých asi 2400 let se nakupí výrazná solární minima (grand minima). Zatím poslední epizodě takového ochlazení říkáme Malá doba ledová (14-19.století).



- pohyb Slunce kolem barycentra



pozorování polárních září

Sluneční a geomagnetická aktivita

Úroveň geomagnetické bouře

Simulace možnosti viditelnosti polární záře

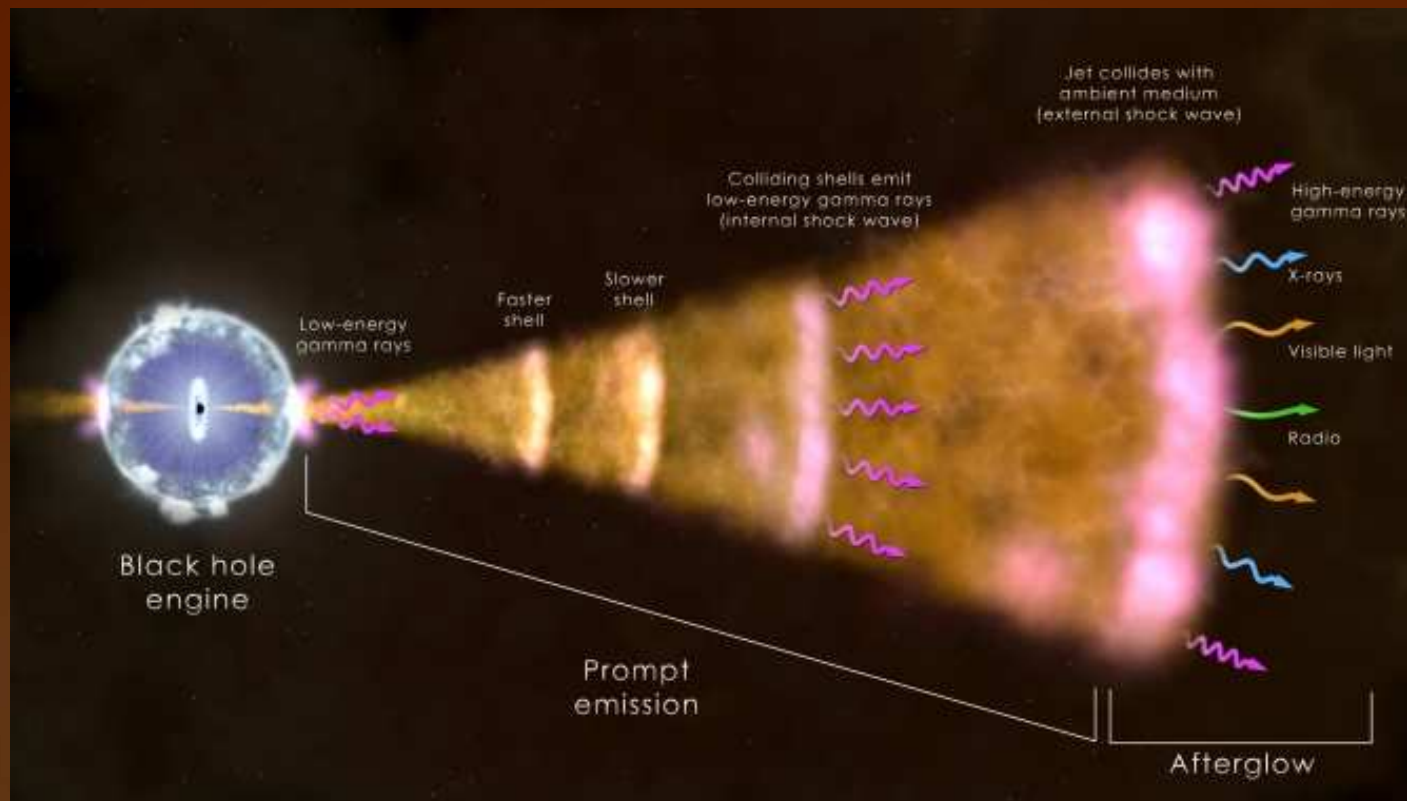
Kp index



Polární záře, 26. 9. 2011, 23:17, Brno - Komín

© 2011 Miloslav Druckmüller

záblesky paprsků gama



Záření gama – elektromagnetické záření s velmi vysokou energií

Gama záblesk

-GRB – čili Gamma Ray Bursts

- uvolnění nesmírné množství energie ve formě gama záření
- na zemi to pozorujeme jako záblesk v gama oboru spektra
- trvá zlomek sekundy až asi 100 sekund
- bývá doprovázen dosvitem rentgenového či ultrafialového záření, příp. i viditelného záblesku

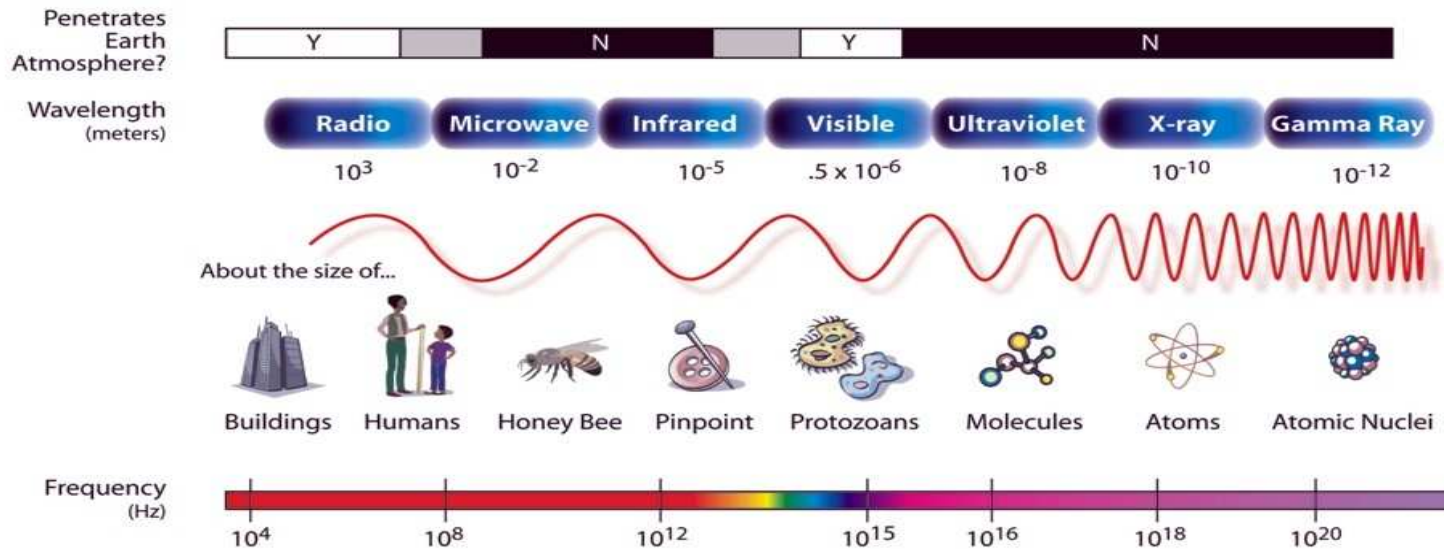


Teorie vzniku gama záblesků:

- srážka dvou neutronových hvězd
- exploze červeného obra a následný vznik supernovy
- magnetar - neutronová hvězda s extrémě silným magnetickým polem (vysílá opakovaně slabší záblesky)



elektromagnetické spektrum

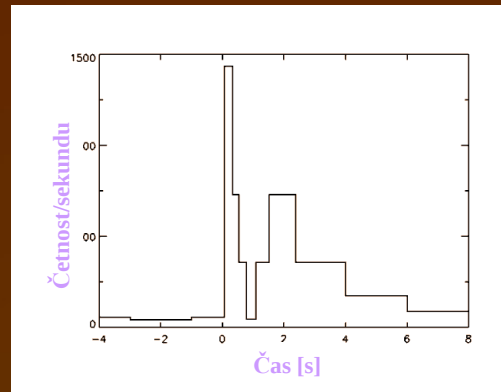
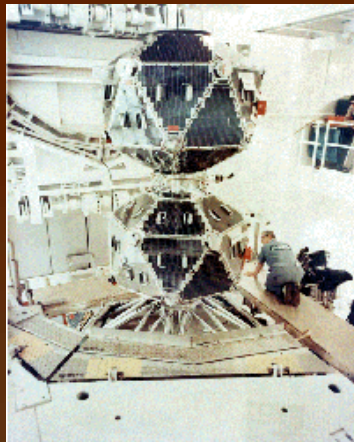


Zahrnuje elektromagnetické záření všech vlnových délek. Gama záření má v některých případech délku ještě kratší než rentgenové (X-ray). Hlavním rozdílem mezi těmito zářeními ale je, že záření gama produkuje atomové jádro, zatímco záření rentgenové produkuje elektronový obal.



Gama záření bylo objeveno Paulem Ulrichem Villardem v roce 1900 při studiu uranu.

Záblesky gama objeveny na začátku 70. let vojenskými družicemi Vela – hledaly záblesky záření gama z jaderných explozí.



Poté bylo dokázáno, že záblesky pochází z vesmíru.

Gama záření ve vesmíru má mnoho zdrojů, v podstatě všechny objekty ve vesmíru produkují alespoň minimum gama záření

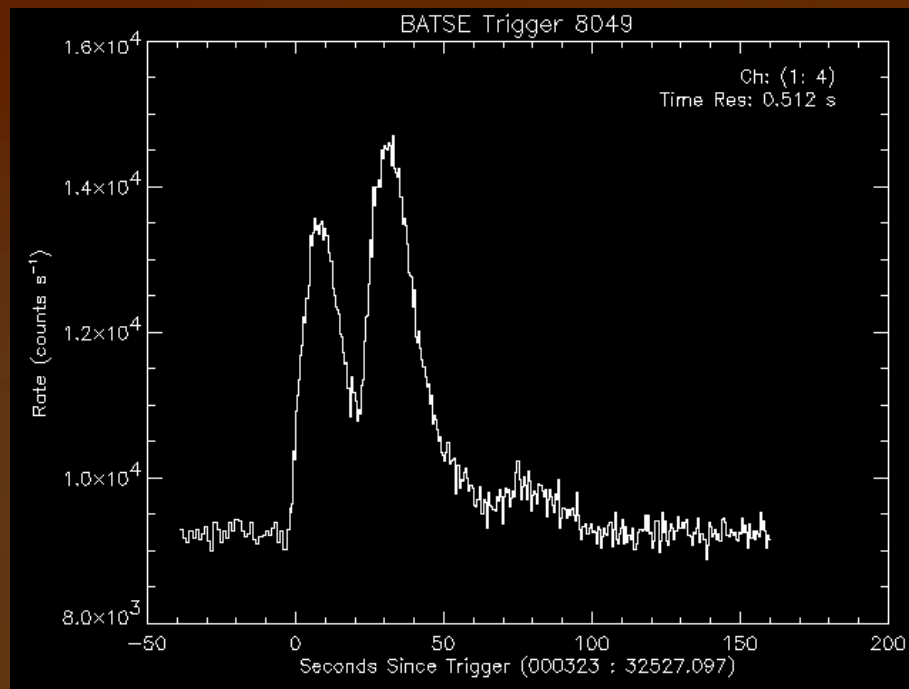
V posledních letech bylo objeveno, že slabé záblesky paprsků gama provází i silné bouře.

Označování záblesků:

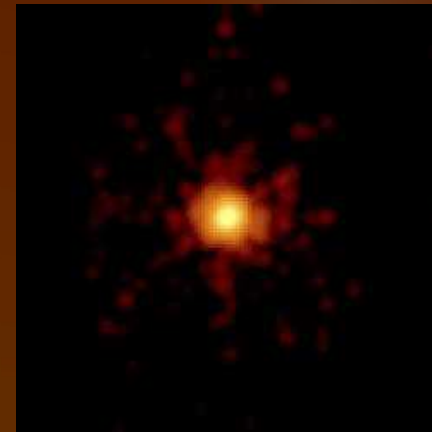
Gamma ray burst rok měsíc den

Záblesk gama pozorovaný 23. ledna 1999 má označení GRB990123a

Pořadí v
daném dni

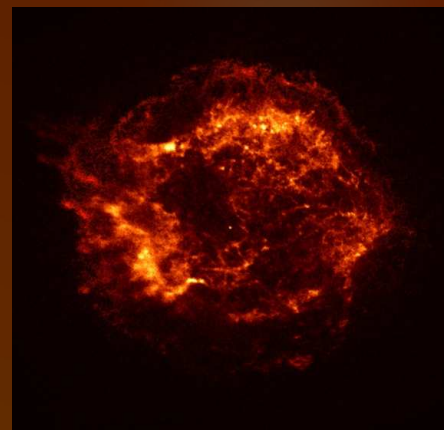


Krásným příkladem je nedávný, vpravdě monstrózní gama záblesk, který šokoval i otrlé astrofyziky. Observatoř Swift a prakticky zároveň s ní i gamaobservatoř Fermi zachytily v dubnu 2013 rekordní gama záblesk, označený posléze jako GRB 130427A. Zaznamenané gama záření záblesku dosáhlo u fotonů energie až 95 GeV, což je nejvíce co jsme kdy viděli. Vesmírné observatoře daly hned po zachycení gama záblesku vědět pozemním observatořím programu RAPTOR (RAPid Telescopes for Optical Response). Jeho součástí jsou i teleskopy Los Alamos National Laboratory v Novém Mexiku, s nimiž vědci pozorovali viditelný záblesk odpovídající hvězdě 7. magnitudy. Shodou okolností to byl druhý nejjasnější záblesk v oblasti viditelného záření, se kterým jsme se setkali při gama záblesku.



následky

Zničení ozónové vrstvy, rázová vlna v atmosféře, gigantické globální bouře a požáry



V roce 2003 navrhli vědci z univerzity v Lawrence v Kansasu, že přinejmenším vymírání na pomezí ordoviku a siluru před 440 milióny let mohlo mít příčinu v podobě obří dávky gama záření z vesmíru. Nové výpočty, které provedl německý vědec Wilfried Domainko, tuto možnost znovu vrátili do hry.

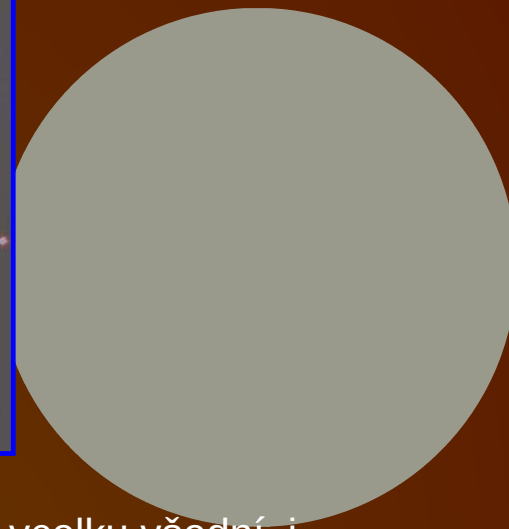
Wilfried Domainko z Institutu Maxe Placka pro jadernou fyziku v Heidelbergu nedávno provedl výpočty, které modelovaly počet možných fúzí mrtvých hvězd. Tyto fúze, které mohou vytvořit gama záblesky, se mohou objevovat zejména v takzvaných kulových hvězdokupách, které obíhají ve velké vzdálenosti okolo centra galaxie. V naší galaxii je takových hvězdokup známo 149.

Podle Domainkových výpočtů by se mohl gama záblesk objevit v naší galaxii i jednou za 500 miliónů let. Souvislost gama záblesku s hromadným vymíráním proto zdaleka nemusí být jen záležitostí bujné fantazie astrofyziků. K potvrzení této teorie je však stále příliš daleko. Více informací by mohla přinést sonda Evropské vesmírné agentury Gaia.

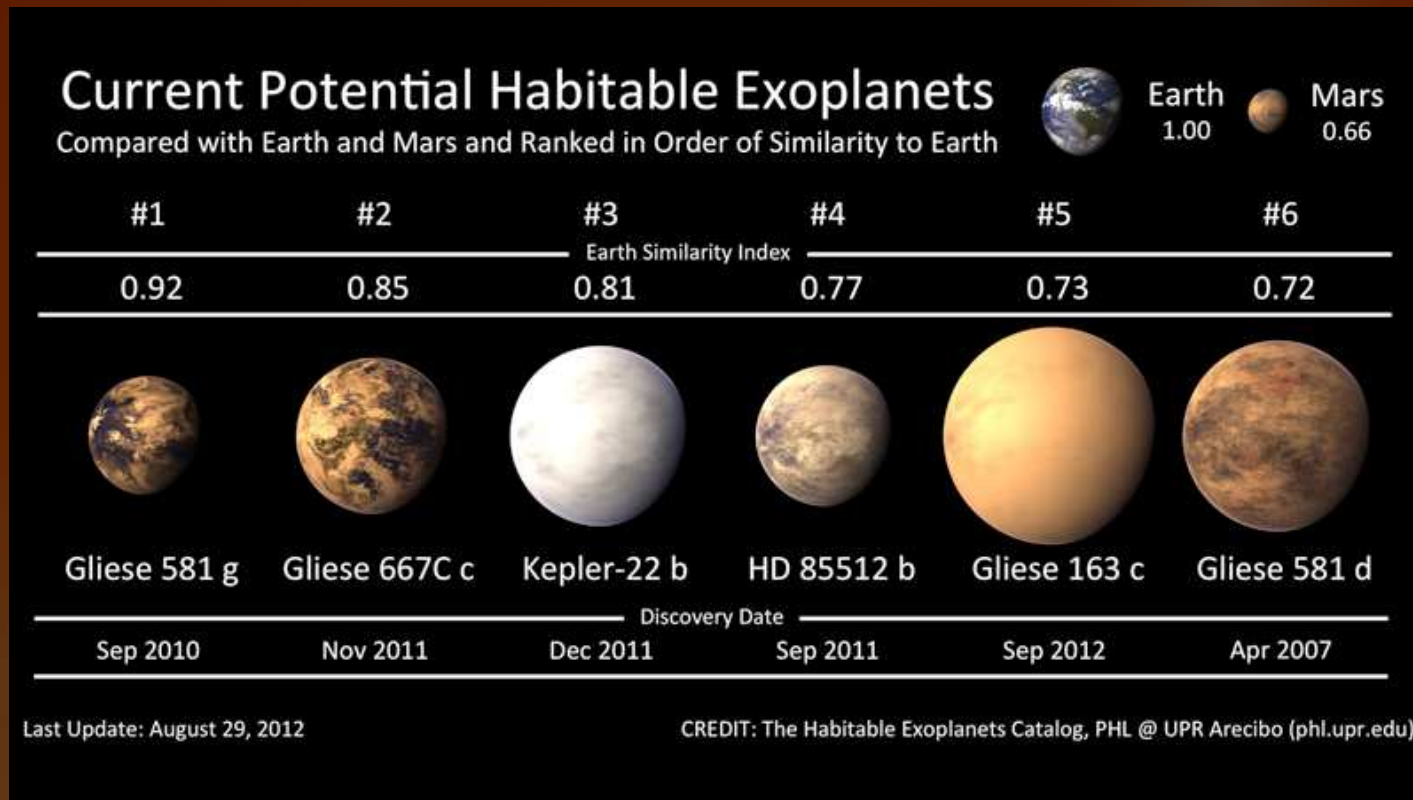


Krabí mlhovina

pozůstatek po výbuchu supernovy



Na místě dnešní Krabí mlhoviny se ještě před 7 300 lety nacházela vcelku všední, i když velká hvězda, o hmotnosti asi desetkrát větší než Slunce. U nás na Zemi o tom ale až do čtvrtého července roku 1054 neměl nikdo nejmenší tušení. Teprve tehdy k nám dorazily po dlouhé pouti pustým mezihvězdným prostorem s touto žhavou novinkou první částice světla. Na Zemi se mezitím vystříдалo na tři sta generací. Podle záznamů v čínských kronikách byla supernova při svém maximu jasnější než kterýkoli objekt noční oblohy s výjimkou Měsíce, za plného denního světla byla viditelná po dobu 23 dní, a v noci pak téměř dva roky.



jsou záblesky gama záření tím, co omezuje počet obydlených planet???

dopady vesmírných těles



terminologie

impaktní krátery

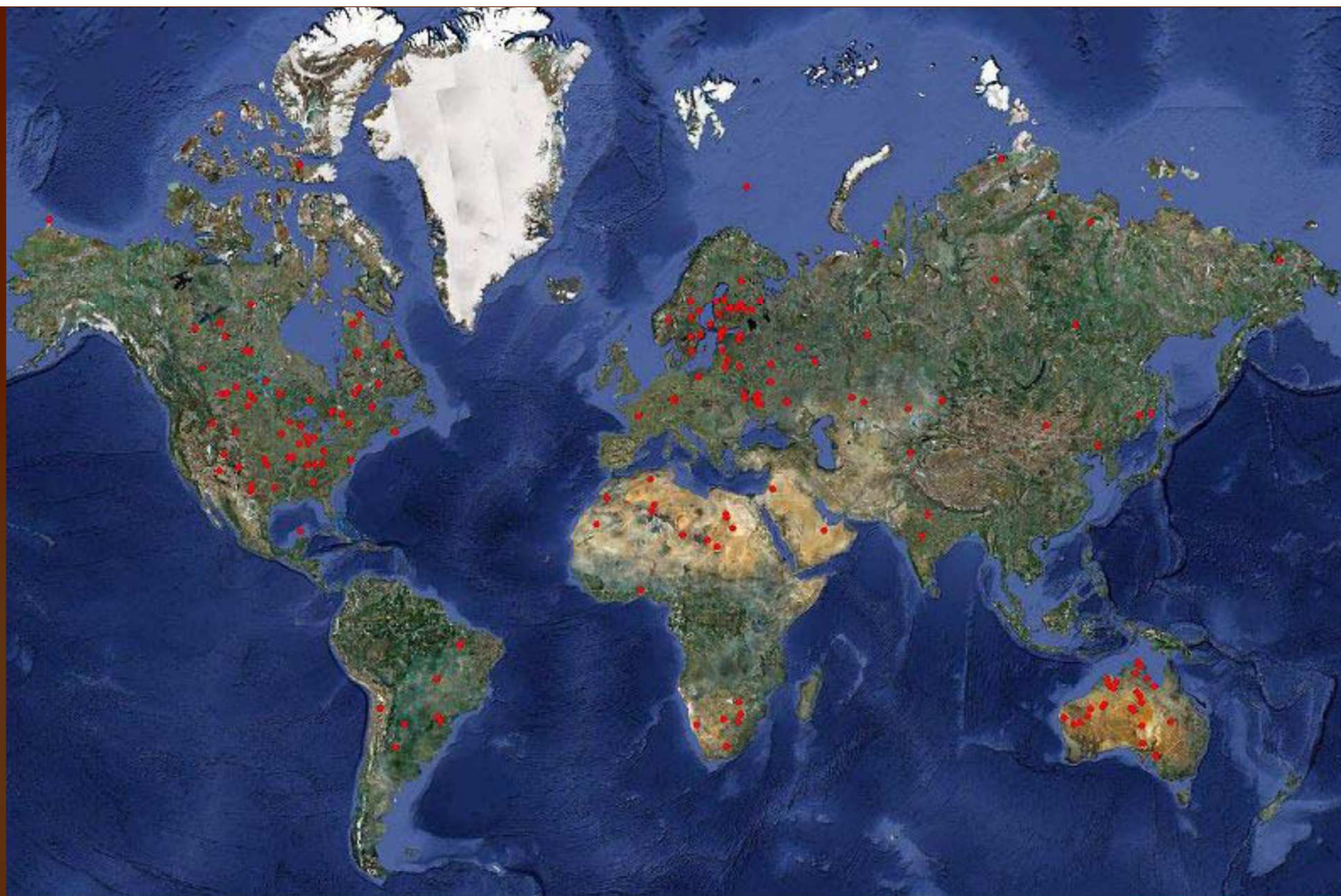
Impaktní kráter (meteoritický kráter, impaktní struktura, pánev) je produktem srážky dvou vesmírných těles velmi rozdílných velikostí, kdy kráter vzniká na povrchu většího tělesa (tzv. target body, terčové, cílové těleso) dopadem menšího tělesa (projektilu, impaktoru; meteoroidy, planetky, asteroidy, kometárního jádra). V případě, že dvě tělesa se svou velikostí příliš neliší, dochází nejčastěji ke kompletnímu zničení (rozpadu) obou těles.



impaktní kráter je prohlubeň přibližně kruhového tvaru

velikost má od několika mikronů po tisíce km u velkých impaktových pánví (Mars, Měsíc)

– velikost záleží na rozměrech dopadajícího tělesa a jeho rychlosti, obecně je to 20ti násobek



www.passc.net/EarthImpactDatabase/index.html

historie

- krátery na Měsíci – doklad intenzivního bombardování
- nejintenzivnější v raných dobách Země, do doby před 3,8 miliardou let – v tom období nejspíš vznikla měsíční „moře“

Charakter kráterů odpovídá tělesům z hlavního pásu planetek

Pozdější dopady mají charakter těles blízkozemních planetek

Sluneční soustavou pravděpodobně před 3,8 Gy zamíchaly

posuny drah planet

- Vzájemná migrace Saturnu a Jupiteru
 - Vystřelení Neptunu na periferii mohlo vést ke staršímu bombardování vnitřku sluneční soustavy
- další pády těles měly nejspíše za následek velká vymírání



poznání

-starověk - záznamy o pádech kamenů z oblohy

1492 – ve Francii u městečka Ensisheim (Alsasko, dnes Německo)
dopadl meteorit o váze kolem 127 kg, (dnes asi 55kg) někteří
učenci přijímají možnost pádu „kamene z oblohy“

1794 – německý přírodovědec Ernst Chladni prosazuje názor, že
horniny mohou pocházet z vesmíru

1801 – italský astronom Giuseppi Piazzi objevuje první asteroid a
nazývá ho Ceres

1802 – britský chemik analyzoval 4 kamenné meteority a zjistil, že
se podobají sobě navzájem, ale odlišují od hornin na Zemi

1906 – průmyslník Daniel Barringer předpokládá, že velká deprese
v arizonské poušti mohla vzniknout dopadem mimozemského tělesa

1959 – první zaznamenaný pád - u Příbrami v ČR, dokumentace
možnosti původu v pásu asteroidů

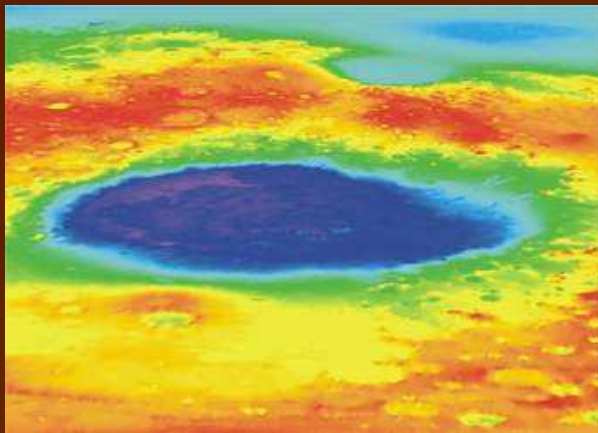
1969 – první nálezy meteoritů na Antarktidě, dnes cca 80% známých
meteoritů

1980 – objeveny důkazy o dopadu gigantického tělesa před 65 Ma lety
(otec a syn Alvarezovi)

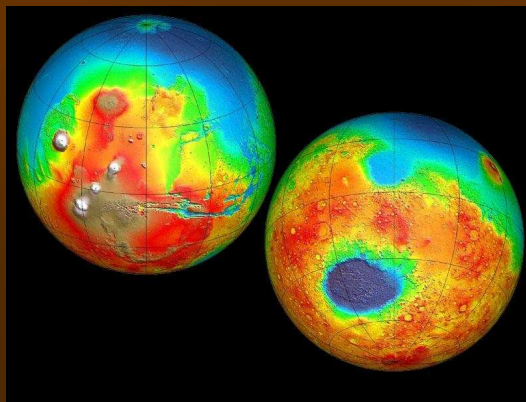
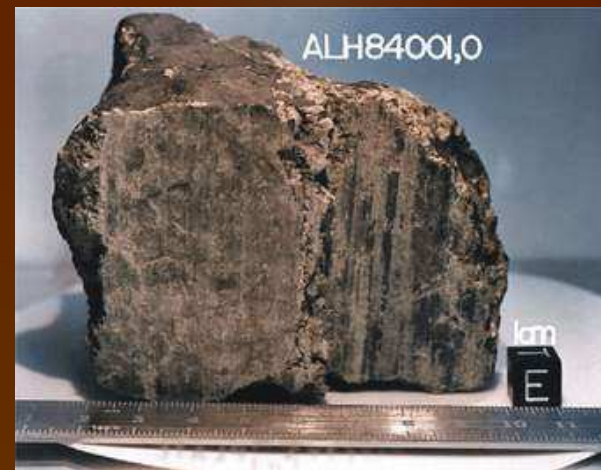
1982 – první objev lunárního meteoritu (Allan Hills 81005) v Antarktidě

1983 – první důkaz meteoritu původem z Marsu (ALH84001)

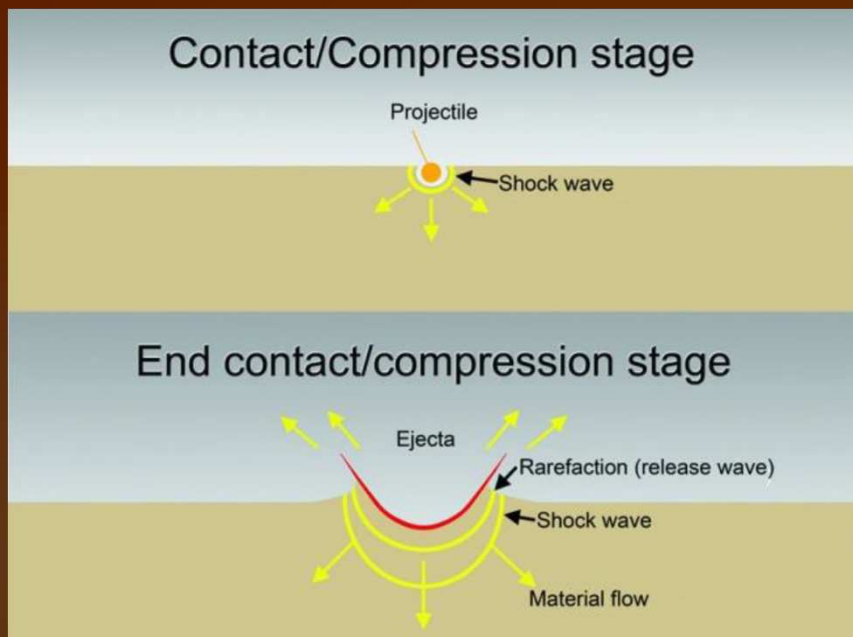
1994 – zaznamenán a podrobně zdokumentován dopad komety Shoemaker-
Levy 9 na Jupiter



Pánev Hellas je největší zachovanou impaktní strukturou na Marsu. Je to kráter široký přes 2000 km a hluboký 8 km, jehož povrch a okolí byly zformovány množstvím rozličných geologických procesů.



scénář dopadu



1. fáze – dotyk a komprese

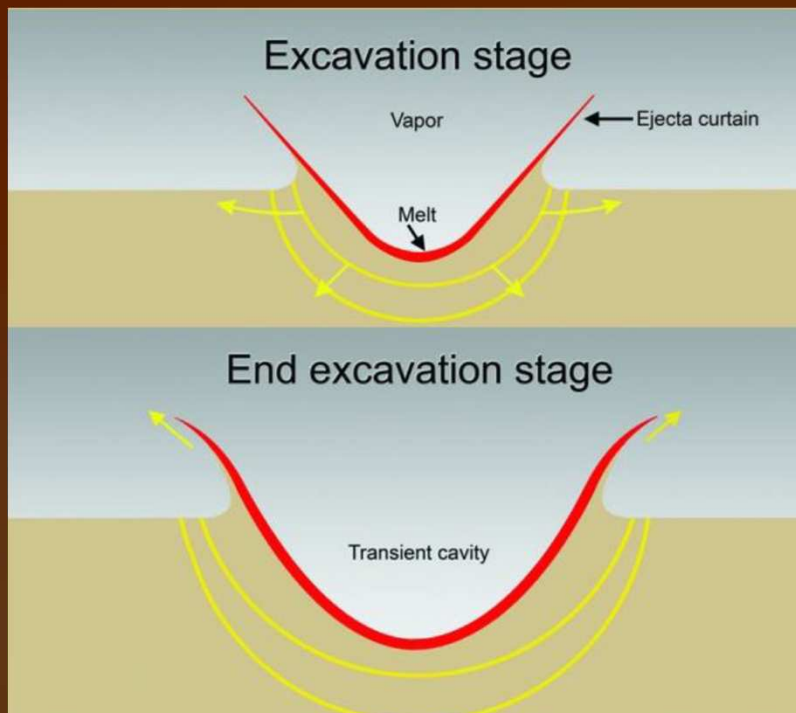
Je nejkratší ze všech fází a začíná při něm předávání energie a hybnosti do podloží zasaženého tělesa. Od místa dotyku se šíří rázová vlna – dopadajícím tělesem i podložím cíle dopadu. Obě tělesa jsou stlačována (až na tlak několika gigapascalů), prudce se ohřívají a dopadající těleso brzdí.

Probíhá nejkratší dobu, dochází k přeměně kinetické energie impaktoru na energii seismických vln a teplo. V místě dopadu dochází ke stlačení hornin – vzniká přechodná dutina.

Materiál obou těles se vlivem zahřátí začíná tavit a částečně vypařovat ve formě rychlých výtrysků, je vyvržen po balistických drahách do stran.

scénář dopadu

2. fáze – prohloubení kráteru



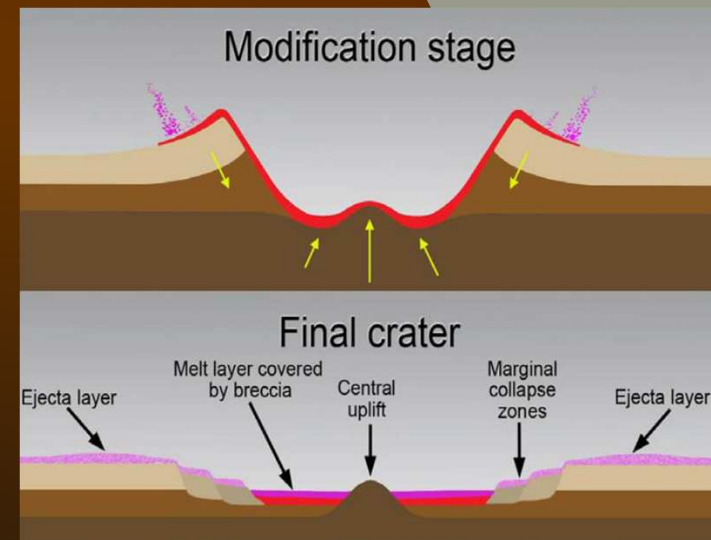
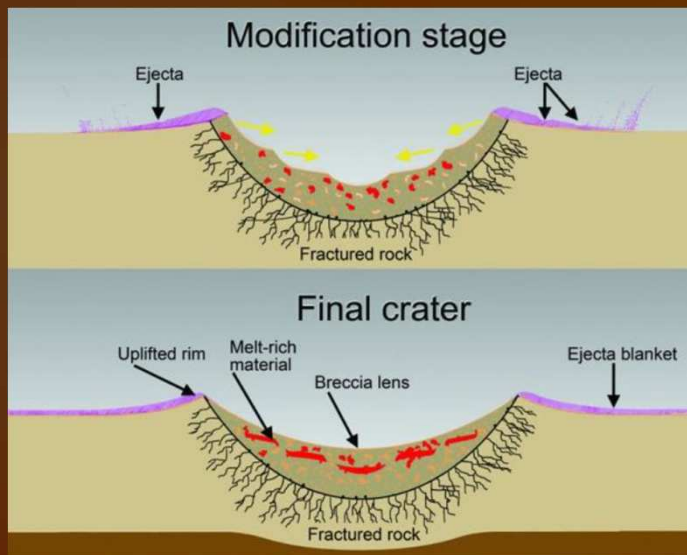
Rozžhavený materiál „odtéká“ z místa dopadu do stran. Podle velikosti dopadajícího tělese může tato fáze trvat jen několik sekund až minut - čím větší je dopadající těleso, tím větší množství materiálu bylo roztaveno a jeho „odtok“ tak trvá déle.

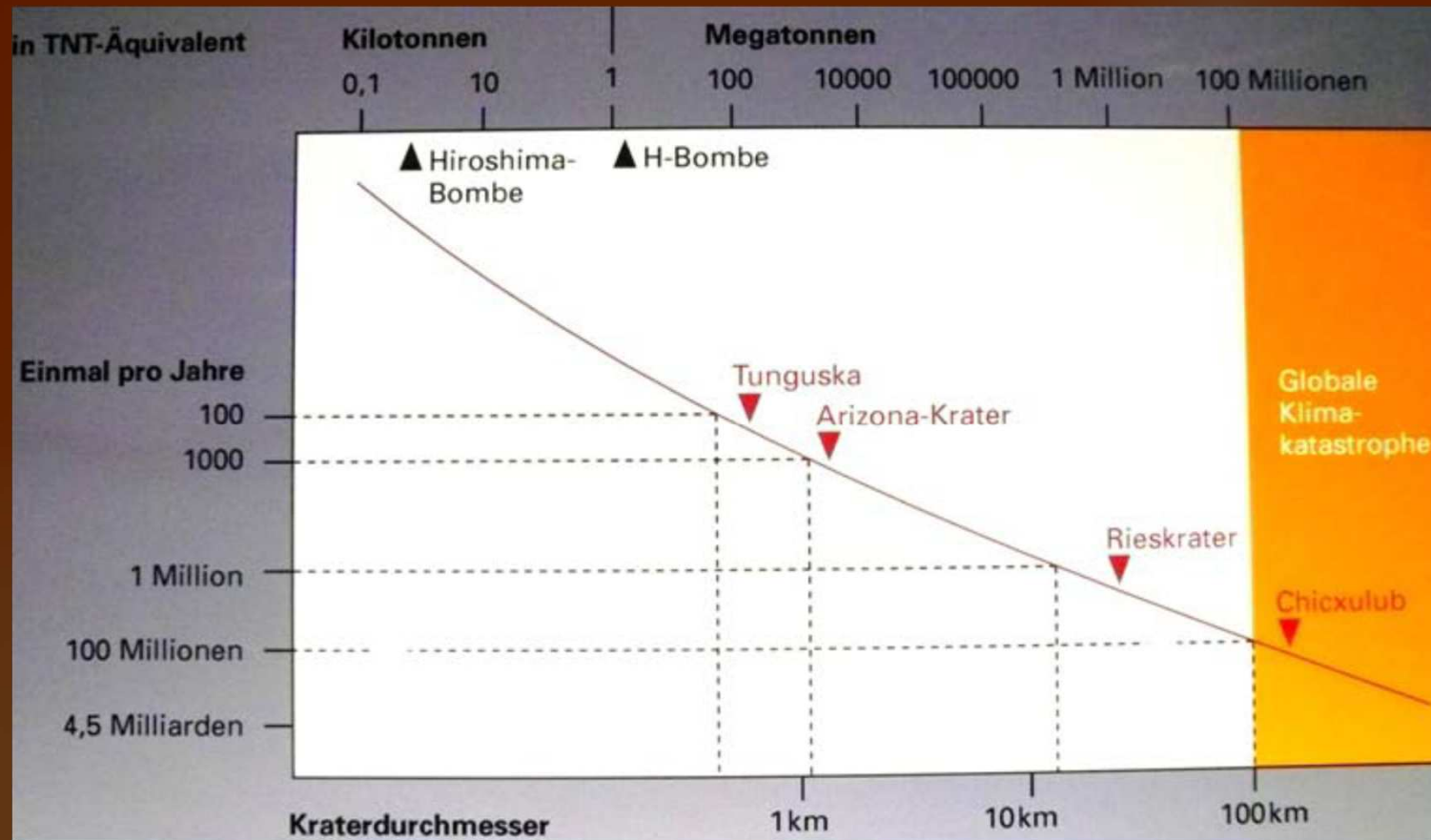
Kráter bývá většinou kruhový, pouze při vysokých rychlostech a velmi ostrém úhlu dopadu kapkovitý.

scénář dopadu

3. fáze – přeměna – dotvoření kráteru

Po dopadu výtrysků materiálů z první fáze a po zastavení „odtoku“ taveniny se materiál začne vlastní tíhou vracet zpět do vyhloubeného prostoru. Stlačené podloží cíle v místě dopadu pod dnem kráteru vypruží vzhůru. U kráterů malých velikostí dojde jen k sesutí materiálů se stěn kráteru. U velkých kráterů kromě toho stlačené podloží vypruží zpět a dojde k vytvoření středového kopce. Usazením vyvrženého materiálu, vytvořením okraje a případně středového kopce je celý proces ukončen.





při dopadu vyvržené horniny padají rozžhavené zpět

- silná tepelná vlna a infračervené záření s délkou trvání několik hodin
- ohňové bouře
- zemětřesení, tsunami
- požáry se šíří po celé planetě (prach, saze, úbytek vegetace)
- kolaps v mořích – úbytek fytoplanktonu
- kyselina sírová v atmosféře (Chicxulub-sádrovec) – kyselá dešť
- zastínění Slunce - zima

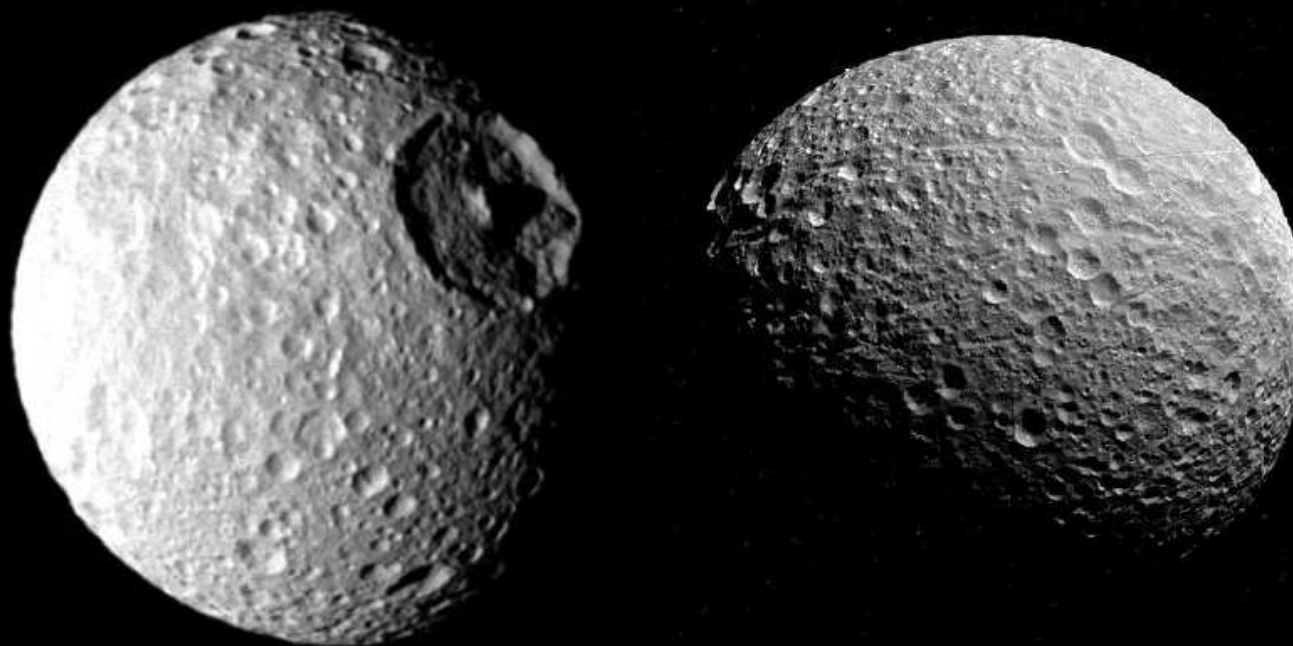


nejznámější krátery a události

Saturnův měsíc **Mimas** (ø390 km) a jeho kráter **Herschel** (ø 130km). Vlivem impaktu došlo vzhledem k malému rozměru měsíce k deformaci a popraskání kůry na opačné straně měsíce.

Kráter Herschel

Opačná strana měsíce



Zdroj: NASA (sonda Cassini, 2005)

mimozemské



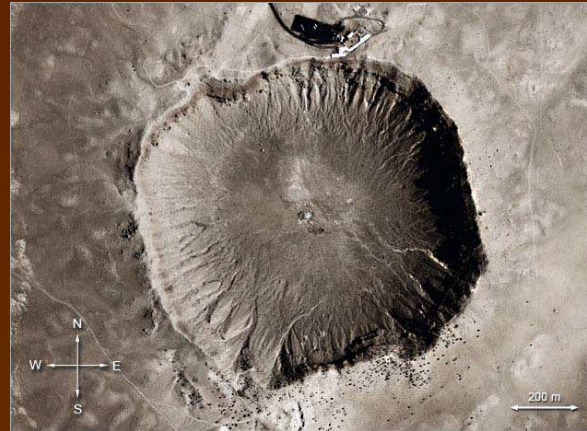
kráter Tycho na Měsíci

**pád komety Shoemaker-Levy 9
na Jupiter**



Barringerův kráter

-první kráter
doložený jako
meteorický na Zemi
(v r. 1920)

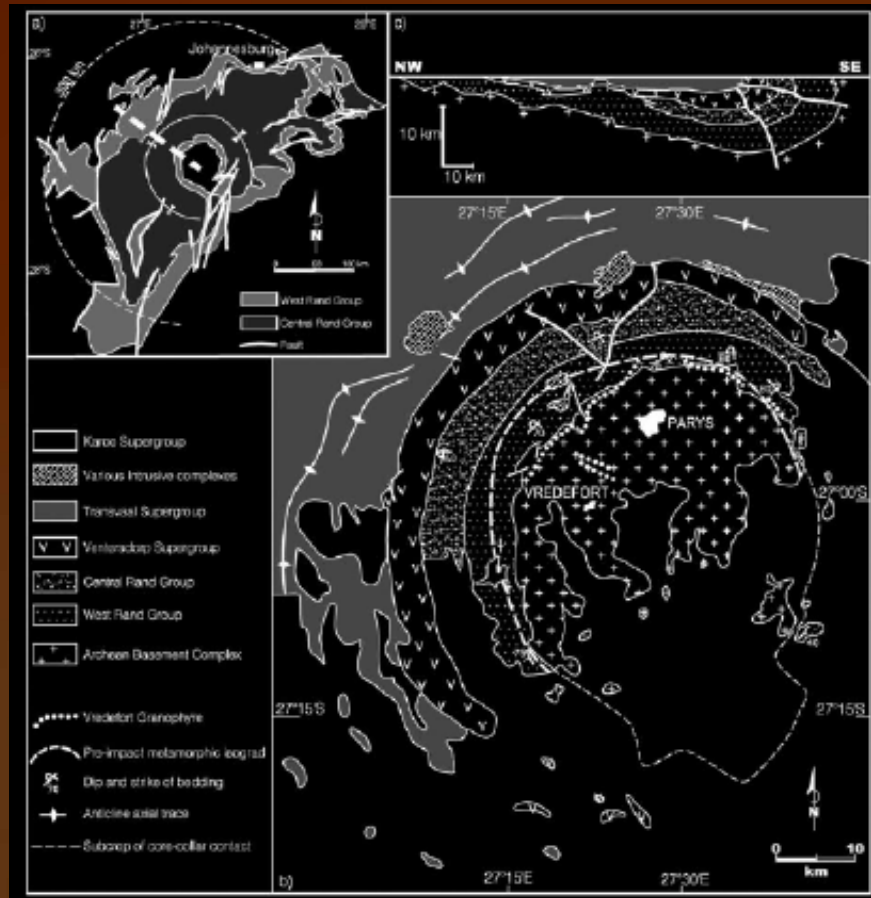


Kráter má průměr 1,465 km a je 174 m hluboký.

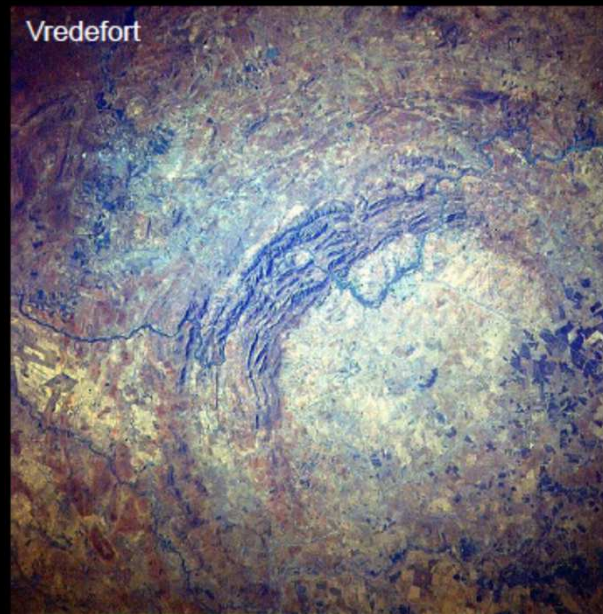
Rychlost s jakou meteorit dopadl byla 18 km.s^{-1} . Byl to převážně železo-niklový meteorit. Jeho hmotnost byla 300 000 tun a rozměr přibližně 35 m (o málo větší než Eros). Kdyby dopadl dnes na menší město, stačil by je úplně zpusťit.

Takový meteorit dopadne na Zemi jednou za několik tisíciletí. Stáří kráteru se odhaduje se na 49 000 let. U zdejších indiánů se traduje pověst o tom, jak se v těchto místech zabořil do země ohnivý bůh a zůstal po něm kráter. Díky tomu, že se nachází v poušti, zůstává Barringerův kráter prakticky beze změn.

největší krátery



Vredefort

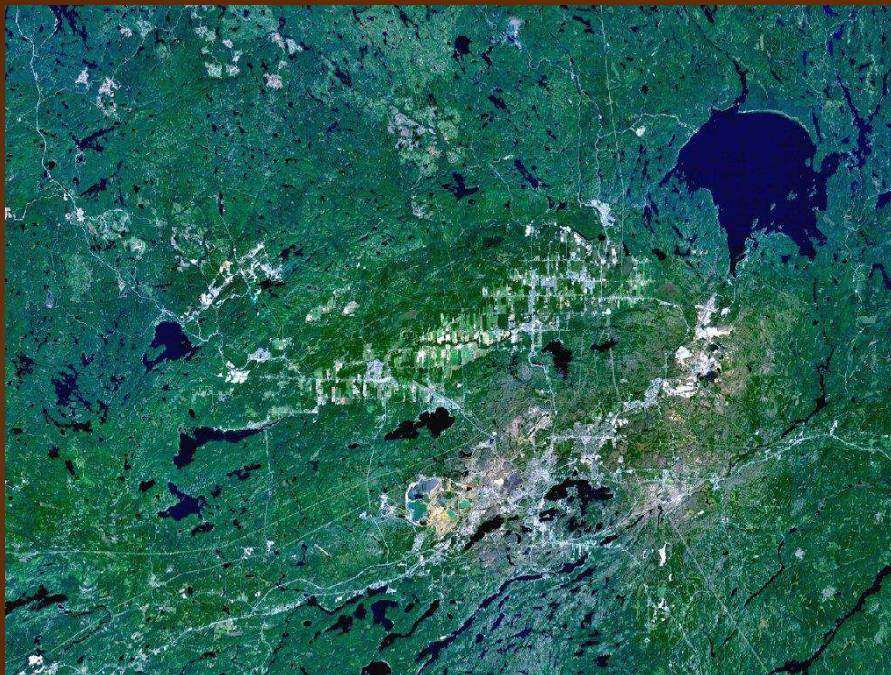
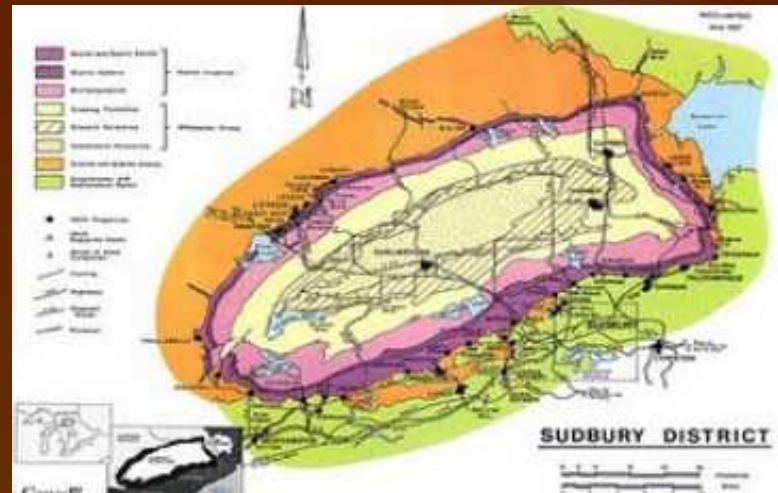


Zdroj: <http://eol.jsc.nasa.gov>

- Jihoafrická republika
- průměr 250 – 300 km
- stáří asi 2 miliardy let
- těleso mělo velikost přes 10 km

největší krátery

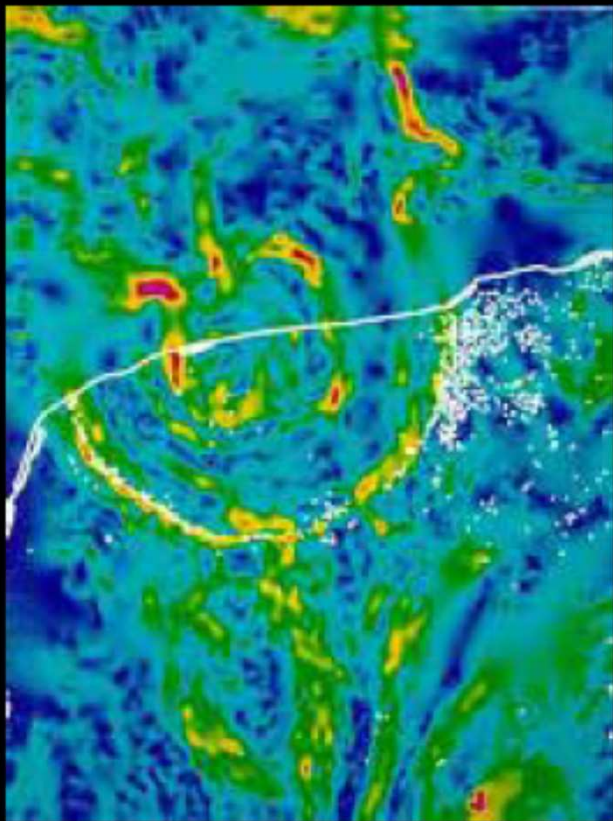
Sudbury



- Kanada
- deformovaný
- pův. průměr 200 km
- kráter starý 1,8 miliard let, který byl vyhlouben dopadem tělesa o průměru až 15 kilometrů

největší krátery

Chicxulub



Zdroj: NASA, sciencelibrary.com

Gravity Map of Chicxulub Impact Structure

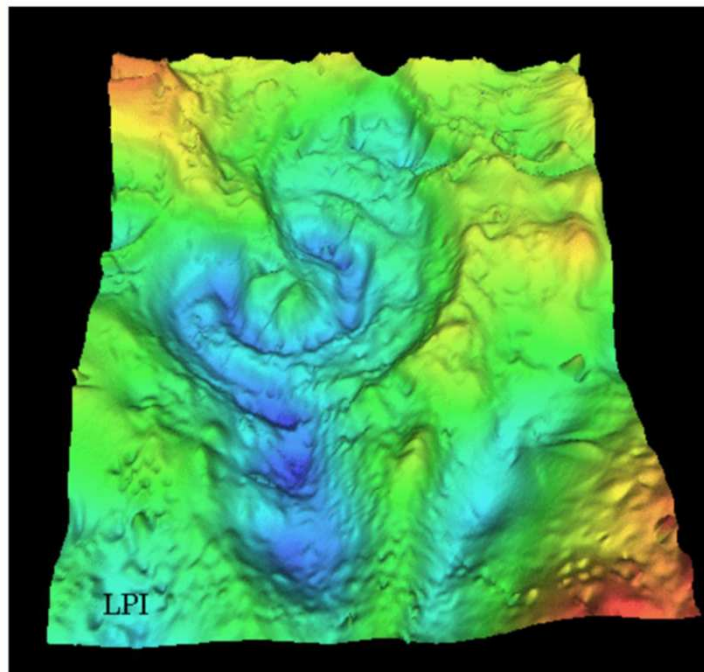
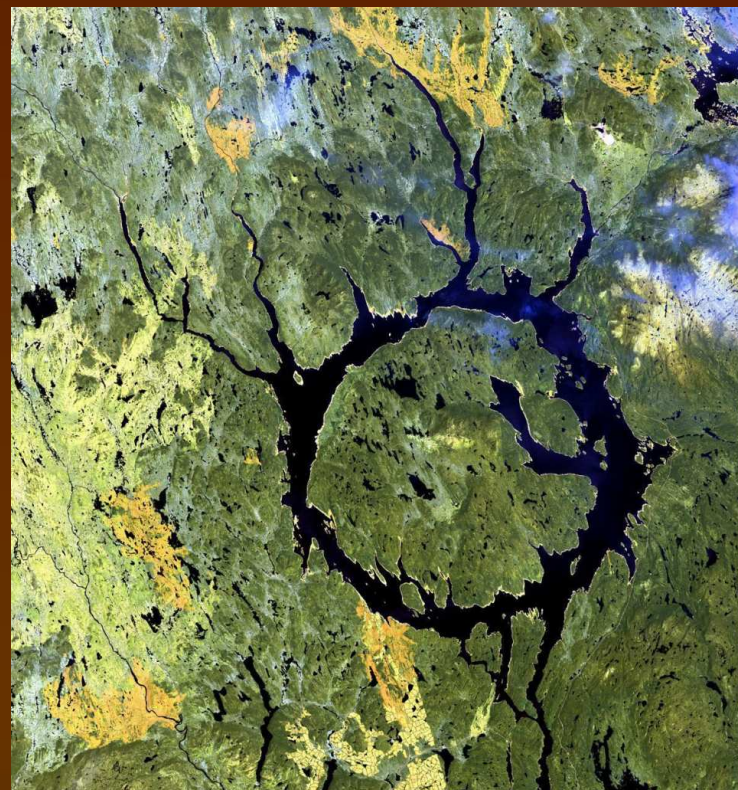


Photo courtesy of V. L. Sharpton, LPI

- Yucatánský poloostrov
- spojený se zánikem dinosaurů
- stáří 65 milionů let
- průměr 200 km
- nejspíše dvě tělesa z rodiny planet Baptissina

největší krátery

Manicouagan



- Quebec, Kanada
- 215 milionů let
- způsobil ho objekt asi 5 km
- kráter 100 km

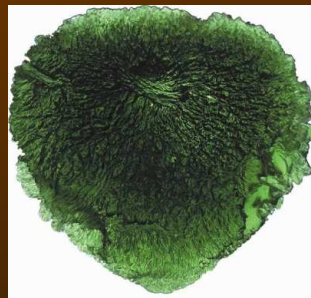
doklady dopadu

- kráter
- tektity (vltavíny...)
- iridium
- fullereny
- šokově přeměněné horniny
- stopy vln tsunami



tektity - vltavíny

Naše vltavíny (moldavity) byly poprvé popsány J. Mayerem v r. 1787 a prvním nalezištěm byl Týn nad Vltavou. První zmínka o vltavínu z Moravy (z Kožichovic) pochází od dr. Františka Dvorského z Třebíče, píše o něm roku 1880 a 1883. V roce 1968 odhadli V. Bouška a R. Rost celkové množství vltavínů na základě jejich obsahu v kopaných sondách, plošného rozšíření a mocnosti vltavínových sedimentů (většinou nepřesahující 10 m). Vltavíny je možné spojit astroblémem Ries Kessel nedaleko Nördlingen u Stuttgartu, o průměru 24 km, které je starý 14 - 15 milionů let. Podle E. Preusse (1964) vznikl bavorský kráter Ries Kessel dopadem meteoritu o průměru 500 - 1 000 m při rychlosti asi $22 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$. Horninová drť a prach byly vymrštny do stratosférické výše asi 50 km a vltavínová tavenina zpět dopadala v podobě několika víceméně souvislých "šplíchanců".



tektity

- ostatní přírodní skla

indočínit

libyjské sklo



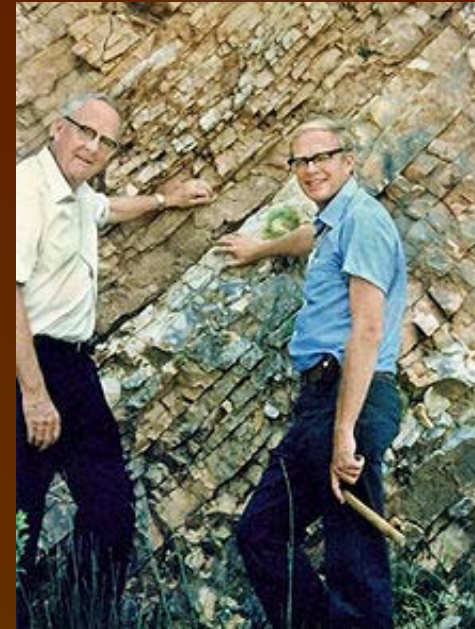
stopy iridia

Iridium-nabohaceno ve vrstvě s usazenin z konce křídý, až 100x vyšší koncentrace než v podložních a nadložních vrstvách. **Ir** je v zemské kůře vzácný prvek (váže se na železo a v průběhu vývoje planety kleslo do zemského jádra)-nabohacení pochází z mimozemského tělesa

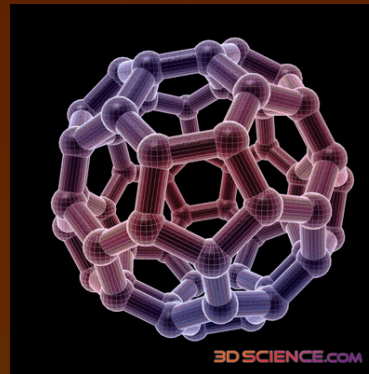


Alvarez L., Alvarez W., Asar F., Michel H. (1980): Iridium Anomaly Approximately Synchronous with Terminal Eocene Extinctions.

iridiová anomálie



fullereny



Dr. Luann Beckerová z University of Washington, Seattle :

Jedná se o složité uhlíkové molekuly s ušlechtilým heliem a argonem ve vnitřní struktuře. Fullereny, které obsahují alespoň 60 atomů uhlíku mají strukturu podobnou fotbalovému míči nebo geodetické klenby, která se nazývá Buckminster Fuller, podle vynálezce geodetické klenby.

Výzkumníci zjistili, že jednotlivé složité molekuly jsou mimozemského původu, protože ušlechtilé plyny uvnitř mají neobvyklý poměr izotopů atomů, které mají stejné protonové číslo, ale jiné neutronové číslo. Pozemské helium má číslo 4, zatímco mimozemské helium má většinou číslo 3.

Extrémní teploty a tlaky, kdy do struktury molekuly uhlíku je vtlačen plyn, jsou možné pouze v mimozemských podmínkách. Tyto plyny "obtížené" fullereny se vytvořily vně sluneční soustavy a jejich koncentrace v sedimentární vrstvě na hranici Permu a Triasu znamená, že na Zemi byly dodány kometou nebo asteroidem.

Zdroj: NASA, 2001

šokově přeměněné horniny

tříštivé kužely



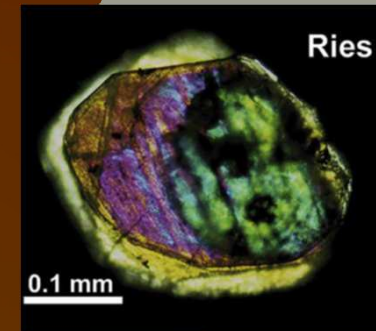
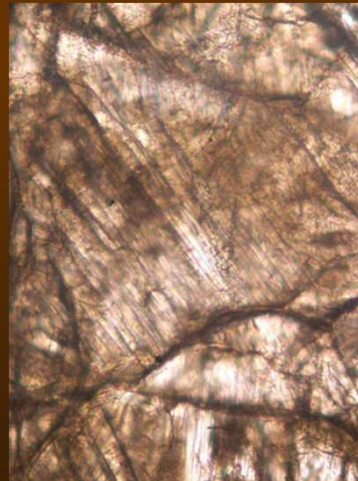
vysokotlaké minerální polymorfy:

Coesit

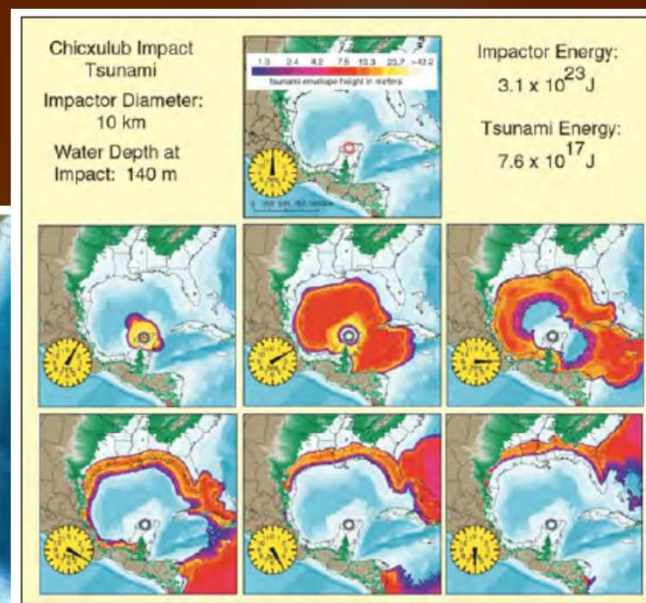
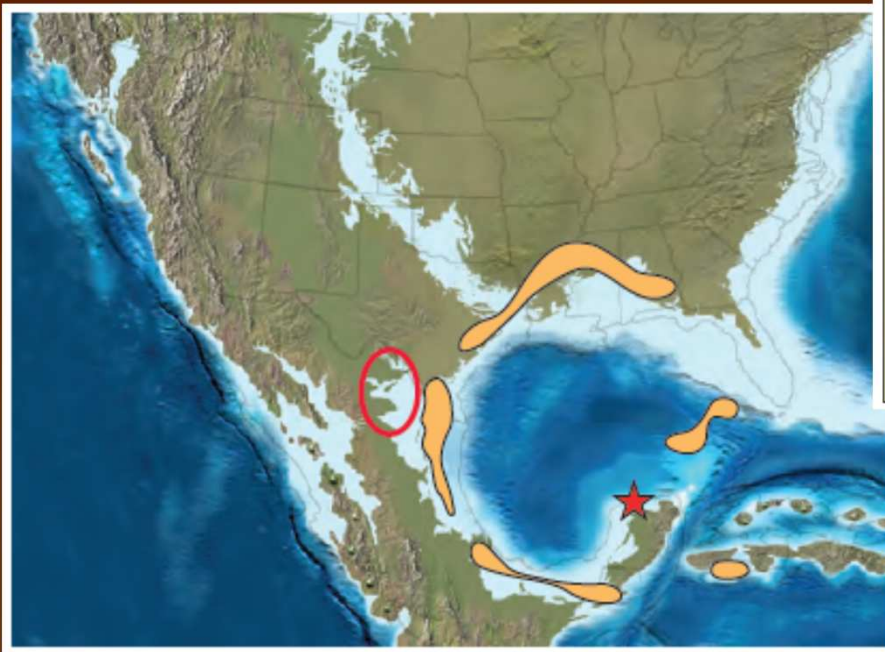
Stishovit

Diamant

šokové metamorfózy –
deformace



stopy dávných tsunami



exploze tělesa ve vzduchu -

AIR BURST (výbuchy nad povrchem Země)

30. 6. 1908 – Tunguska, 60 km západně od Vanavary, Krasnojarská oblast

10 – 15 megatun TNT, výška exploze asi 8,5 km

? stále se ještě zkoumá jezero Čeko, jako možný kráter

V oblasti asi 2000 km² bylo vyvráceno a přelámáno kolem 60 milionů stromů. Zvuk výbuchu, seismické vlny a jasná noční obloha byla zaznamenána v Evropě i ve stř. Asii. Většina vědců je přesvědčena, že se jednalo o kamennou planetku, která explodovala ve výšce 5 – 10 km nad zemským povrchem.

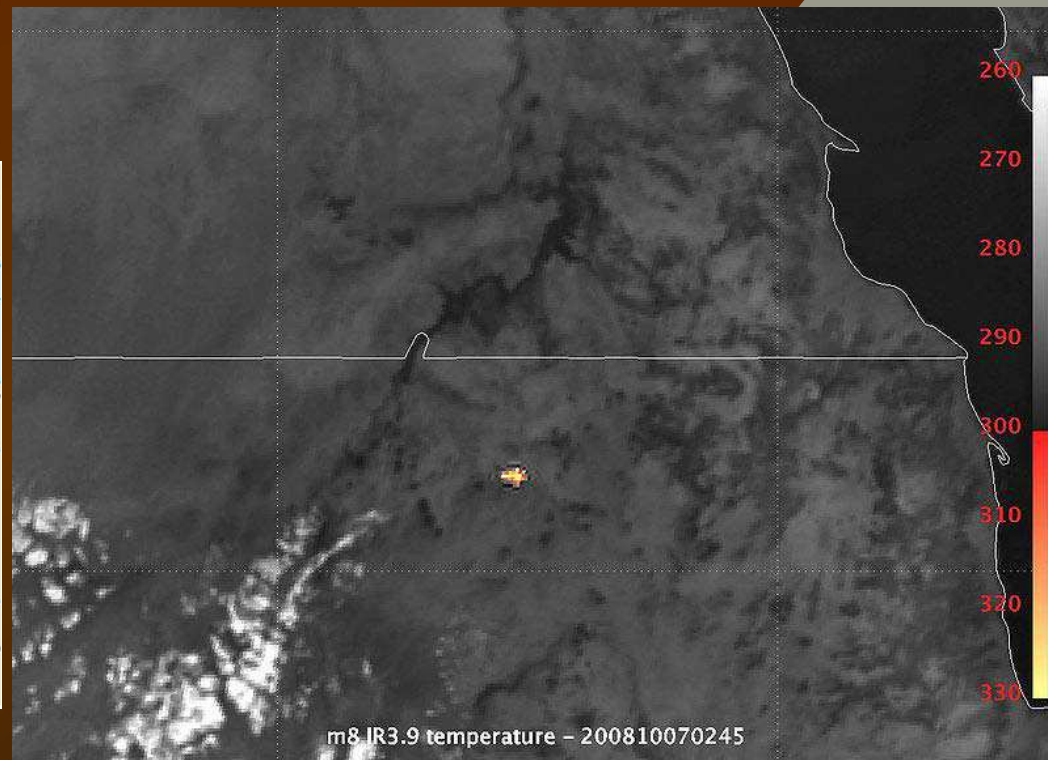
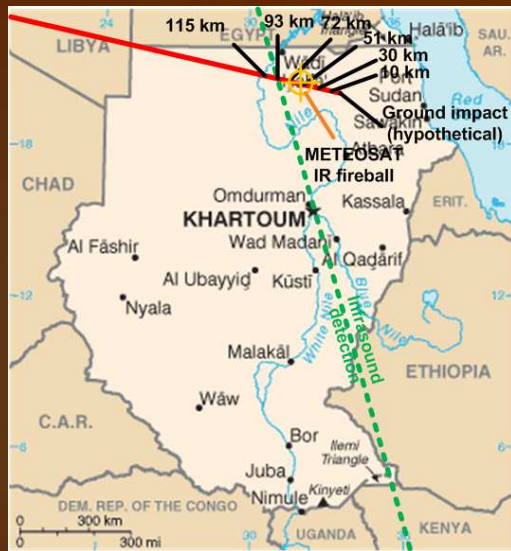


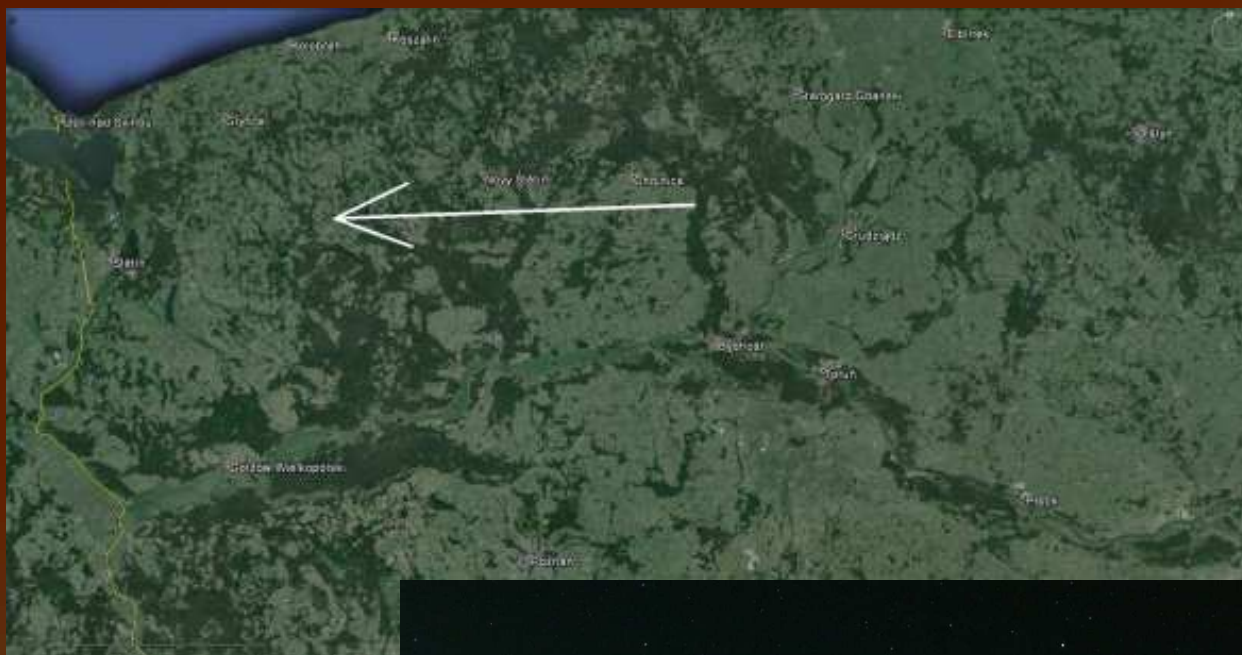
Megatuny TNT	Popis
0,000001–0,000044	Konvenční bomby, největší <u>FOAB</u> má ekvivalent 44 t TNT
0,015–0,02	Jaderná bomba <u>Little Boy</u> shozená na <u>Hirošimu</u> měla ekvivalent 15 kt TNT. <u>Fat Man</u> shozená na <u>Nagasaki</u> měla ekvivalent 20 kt TNT.
26,3	Energie uvolněná na povrchu Země při <u>zemětřesení v Indickém oceánu 2004</u>
7 000	Celkové světové zásoby jaderných zbraní
62 500	Množství sluneční energie, která dopadne na Zemi za minutu
6 000 000	Impakt největšího úlomku komety <u>Shoemaker–Levy 9</u> na Jupiter
9 560 000	Celková uvolněná energie při zemětřesení v Indickém oceánu 2004
100 000 000 = 10^8	Přibližná energie uvolněná při dopadu tělesa, při kterém se vytvořil <u>Chicxulubský kráter</u>
$7,89 \times 10^{15}$	Energie, kterou vyzáří Slunce za jeden den
10^{28}	Supernova typu Ia

Tunguska – 10-15 milionů tun TNT

7. 11. 2008 – Núbijská poušť, Súdán **2008TC3**

těleso 0,9 – 2,1 kilotun TNT, objekt detekován před dopadem
nalezeny fragmenty z pův. tělesa, které bylo asi 5 m široké
exploze 37 km nad povrchem





bolid
31. října 2015

Záznam bolidu z 31. října v 19:05 pořízený stanicí na Lysé hoře. Autor: AsÚ AV ČR

kometa Clovis

-hypotetická

Podle výsledků, které presentoval tým 25 vědců na konferenci AGU (American Geophysical Union meeting, 22.- 25. května 2007), zkáza lidí Clovis přišla neočekávaně z vesmíru před 12.900 lety - do zemské atmosféry nad dnešní Kanadou vlétla kometa a rozpadla se na kusy, které pak explodovaly. Obrovský požár spálil Severní Ameriku, zabíjel velké populace savců a přinesl nečekaný konec kultury Clovis.

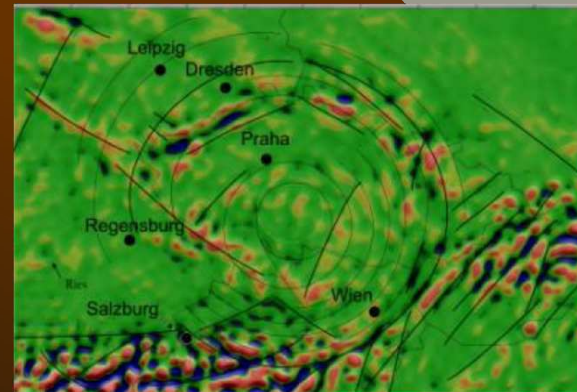
Podle analytického chemika Richarda Firestona (Lawrence Berkeley National Laboratory in California) důkaz leží v tenké, 12.900 let staré vrstvě sedimentů, bohaté na uhlík. V této vrstvě tým objevil několik různých typů mimozemských „pozůstatků“, včetně nanodiamantů, které se výjimečně nacházejí v meteoritech; malinkých uhlíkatých kuliček (roztavené kapičky rychle zchladly ve vzduchu); a uhlíkatých molekul (fulerenů), které uvnitř uzavřely vzácný izotop helium-3.

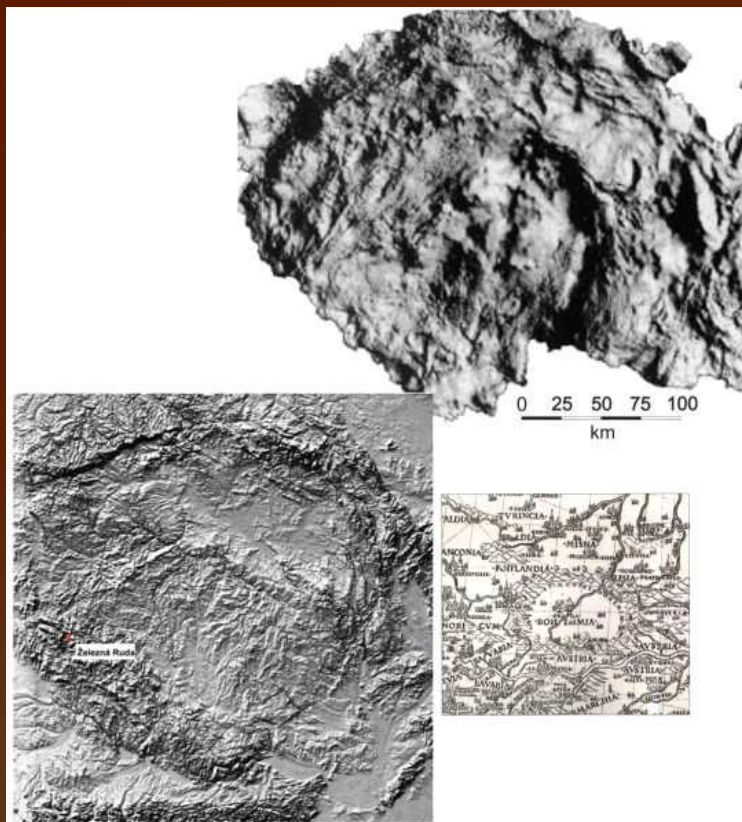
V tomto klíčovém období došlo na severní polokouli k náhlé změně klimatu – toto období rychlého ochlazení, které trvalo 1.300 let, se nazývá mladší dryas (Younger Dryas). Kromě kultury Clovis ze Severní Ameriky zmizelo nejméně 35 druhů suchozemských savců - včetně mamutů, velbloudů a koní.



Čechy na dně kráteru?

Dospěl k tomu americký astronom Michael D. Papagiannis po analýze snímků z geostacionární družice Meteosat. Papagiannis ostatně nebyl první, kdo tuto smělou myšlenku vyslovil. Když na začátku 17. století zaměřil Galileo Galilei svůj nový dalekohled na našeho nebeského soupутníka, poznamenal, že mu „měsíční krátery připomínají krajinu, jakou je Bohemia“. Čeští odborníci se na tuto hypotézu dívají poněkud skepticky. Současně však mnozí přiznávají, že meteority sehrály v geologickém vývoji Země zřejmě větší roli, než se dosud soudilo, a některé vědecké názory bude třeba přehodnotit.





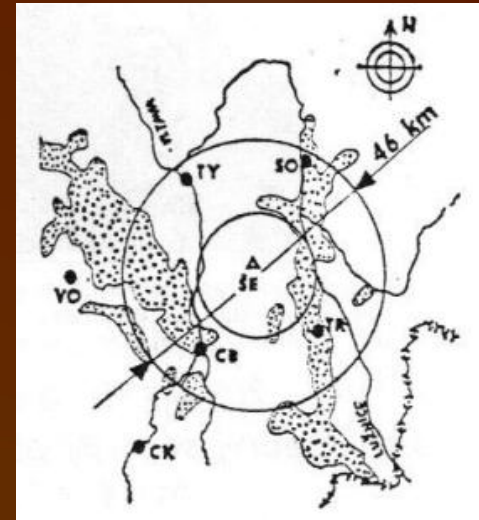
Při pohledu na geologickou mapu Čech a Moravy přišel náš přední záhadolog Věnceslav Patrovský na velmi zajímavou věc: právě tam, kde se nacházejí vltavíny, se vyskytuje také hornina jménem granulit. Pouze a jen na jihu Čech a v úzkém pruhu vedoucím od Třebíče ke Znojmru. Nikde jinde u nás granulit nenajdeme.

Dříve se granulitu říkalo podle jeho barvy bělokámen a byl používán pro svou tvrdost a odolnost ke stavbám. A nyní pozor – chemické složení granulitu je velmi podobné chemickému složení vltavínů. Granulit vznikl přetavením – ale nevíme čeho, nevíme, kdy a jak k tomu došlo, a netušíme, proč se vyskytuje právě a jen na jihu Čech a Moravy, zrovna v místech, kde se nacházejí i lesklé kamínky, po jejich původu spolu pátráme.

Nabízí se otázka: vznikl snad granulit společně s vltavíny? A nemohou být vltavíny ještě jednou přetaveným granulitem? Proč by ale došlo v takovém případě k přetavení jen části granulitu? A co by to mohlo způsobit? Odpověď je ve všech případech stejná: Nevíme...

Ševětínský kráter

V jižní části velkého oválu, který pánové Papagiannis a El-Baz označili za možný největší impakťový kráter, leží menší víceméně kruhovitá struktura o průměru 46 kilometrů - Ševětín nedaleko Českých Budějovic.



Dr. Stanislav Vrána z Českého geologického ústavu nachází u Ševětína žíly pyroxenického mikrogranodioritu. Svou zprávu o nálezu publikoval roku 1993 v Journal of the Czech Geological Society. Původ horniny je udáván krystalizací tavenin, což naznačuje dopad mimozemského tělesa.

Kruhovitá struktura, pozměněná erozí stovek milionů let, tady je a pozměněné horniny doprovázející impakt taky.

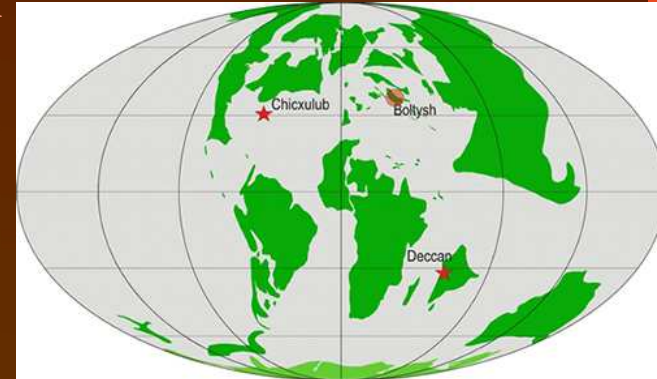
Německý kráter Ries, který byl jako impakťový určen definitivně, vykazuje podobně změněné horniny. Na první pohled vykazují oba krátery stejné znaky. Jiný způsob vzniku, jako například vulkanický, vylučuje okolní geologické podloží.

Vědecká opatrnost je na místě. Později, když byly struktury ze Ševětína zkoumány na mnohem dokonalejším transmisním elektronovém mikroskopu, se ukázalo, že nejsou strukturami, se kterými se setkáváme v křemenech typických impaktů. Přestože je Česká republika geologicky velmi dobře zmapovaná, hypotézu „velkého kráteru“ nelze zcela zavrhnout.

SHIVA

- impaktní krátery, jejichž stáří je totožné s tím Chicxulubským: Boltyš na Ukrajině (24 km), Silverpit v Severním moři (20 km, dosud nebyl přesně datován)

Skupina českých a amerických astronomů přišla s teorií, podle níž za vším stála velká kolize v pásu asteroidů. Došlo k ní již během jurského období, ale teprve na sklonku křídý její fragmenty zasáhly Zemi a patrně i Měsíc a další planety



Paleontolog indického původu Sankar Chatterjee, nyní působící na Texas Tech University v Lubbocku, přišel s teorií, že jeden z dopadnuvších asteroidů zasáhl pobřeží indického kontinentu, a zanechal po sobě gigantický kráter v mořském dně. Chatterjee tuto impaktní strukturu nazval **Shiva** podle indického božstva zániku a znovuzrození, což je jméno mimořádně případné.

Předpokládaný kráter měří 500 km v průměru, což odpovídá asteroidu o průměru 40 km. Proti takovému obru by byl celý Chicxulub (180 km kráter, cca 10 km asteroid) jen malou nepříjemností! Kapkovitý tvar Shivy by odpovídal tělesu, které dopadlo výrazně zešikma. Chatterjee se svou hypotézou přišel poprvé v roce 1992.

Ještě v 90. letech jej však podpořila měření lokálního gravitačního pole Země (prováděná v rámci průzkumu ropných ložisek), která zachytila anomálie podobné těm, které prozrazují i Chicxulub.

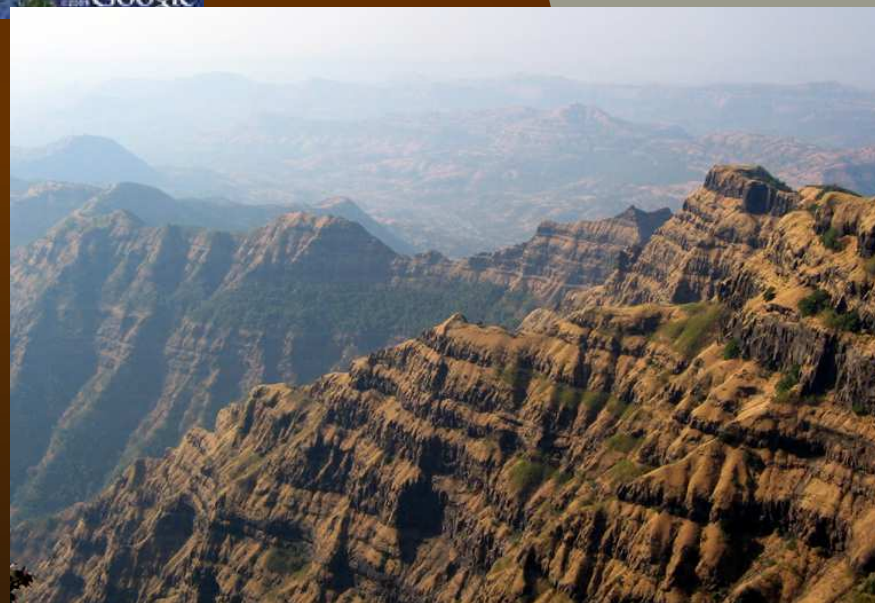
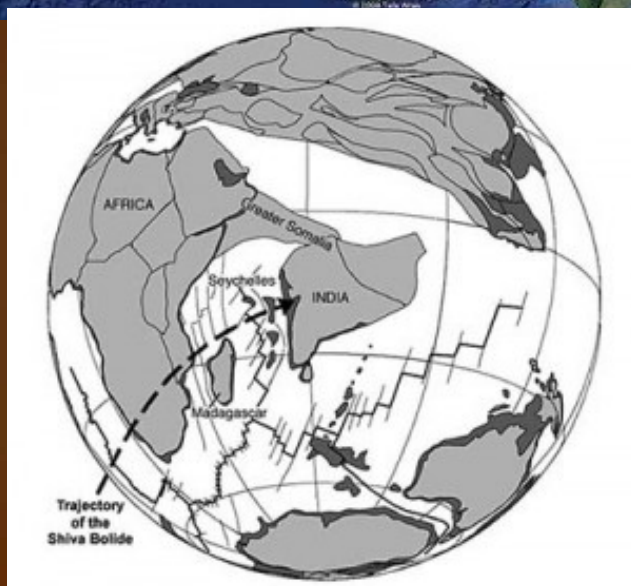
Hypotéza zatím není vědci příliš přijímána.





Způsobil dopad meteoritu
Šiva vulkanismus na
Dekánské plošině???

Indie se pohybuje 15 cm/rok!!!



Čeljabinsk



570 kg



5. 2. 2013 v 9 h a 15 m místního času (u nás 4 h a 15 m) spadl do oblasti kolem ruského města Čeljabinsk roj meteoritů. Nad jižním Uralem vstoupil do zemské atmosféry meteoroid odhadovanou rychlostí 54 000 km/h, tedy zhruba 44krát rychleji než zvuk. Byl pozorován jako výrazný bolid a rozpadl se v 9:20:26 místního času (v 4:20:26 SEČ) nad Čeljabinskem. Původní těleso bylo asi 7.000 tun těžké, vletělo do atmosféry rychlostí 17 km za sekundu a při pohybu atmosférou se ve výšce cca 40 km (plus mínus 10 kilometrů) rozpadlo na několik úlomků, které dále pokračovaly ve své pouti směrem k povrchu Země po přibližně stejné dráze, jakou mělo původní těleso. Dlužno dodat, že těleso to bylo poměrně pomalé, vezmeme-li v úvahu, že rychlosti se pohybují v rozmezí 11 až 72 kilometrů za sekundu. Tlaková vlna vyrazila okna tisíců budov do vzdálenosti až 100 km a přes tisíc lidí utrpělo zranění nejčastěji od padajících skleněných střepů.



Největší nalezený meteorit je železný. Jmenuje se Hoba a leží na farmě Hoba West v severní Namibii, 20 km západně od města Grootfontein. Spadl před nejméně několika tisíci roky (možná i miliony) a podle stupně zkorodování odborníci odhadují, že měl původně kolem sta tun. Nalezen byl až v roce 1920. Je to největší známý meteorit na světě, váží asi 60 tun. Je asi 3 m dlouhý a 2,5 m široký. Patří mezi železné meteority s příměsí niklu. Dnes leží v mělké prohlubině, ale je pravděpodobné, že při dopadu vytvořil kráter, který však byl od té doby erozí zahlazen.



Sikhote Alin Rusko

12. února 1947 kolem 10:38 místního času (0:38 UT) pozorovat na obloze naprosto ojedinělý úkaz. Směrem od severu přiletěla ohnivá koule, která byla podle vzpomínek pamětníků jasnější než Slunce, vrhala stíny a za ohlušujícího hluku se postupně rozpadala na menší části

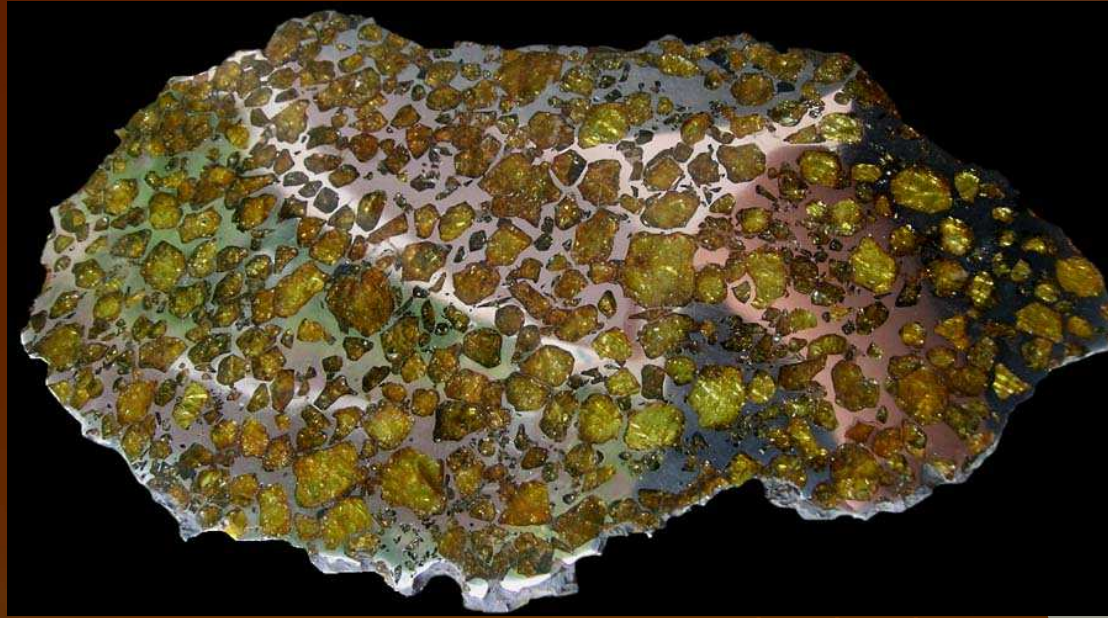
Po vyhodnocení dostupných dat se zjistilo, že jev způsobilo vesmírné těleso o počáteční hmotnosti mezi 200 a 300 tunami, což odpovídá balvanu o průměru zhruba čtyři metry. Po vstupu do zemské atmosféry padalo k zemi pod úhlem asi 41 stupňů a jeho rychlost byla mezi 12 a 14 km/s. Rozpad meteoroidu začal ve výšce asi 25 km, a když se dostal přibližně 5,6 km nad zemský povrch, došlo k velké explozi, která rozmetala největší část tělesa na malé kousky. Astronomové zjistili, že nejvzdálenější část dráhy leží v hlavním pásu asteroidů mezi Marsem a Jupiterem. Je proto pravděpodobné, že mateřské těleso z něj bylo vymrštěno následkem nějaké srážky. Na zem dopadlo odhadem 70 – 100 tun materiálu.



Campo del Cielo Argentina

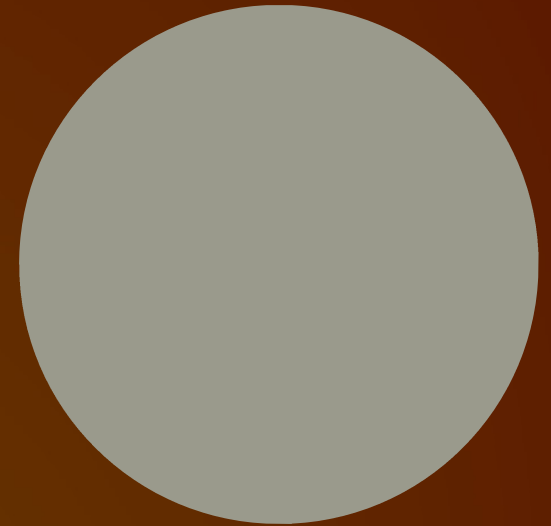
Jedná se o fragmenty velkého železného meteoritu, který se pravděpodobně roztrhl v atmosféře a jeho úlomky dopadly v **severní Argentině před 4,000 až 6,000 lety**. Meteorický spad na zemi vytvořil dopadové pole s mnoha menšími krátery (největší z nich má v průměru 115 m). Úlomky meteoritu *Campo del Cielo* mohou dosahovat poměrně značných velikostí. Běžné jsou kusy o váze kolem 0,5 - 1 kg, největší nalezený kus však váží 37 tun.



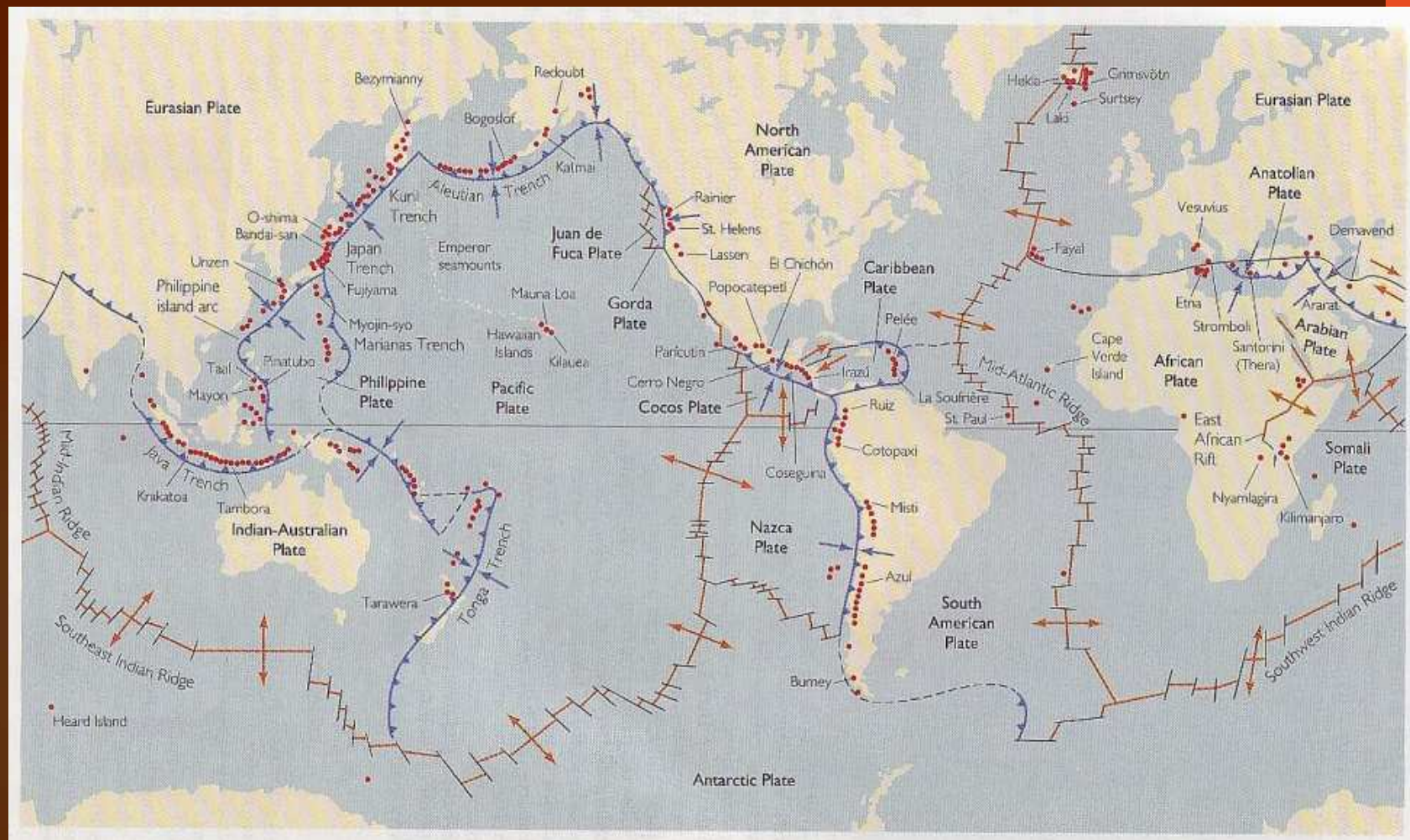


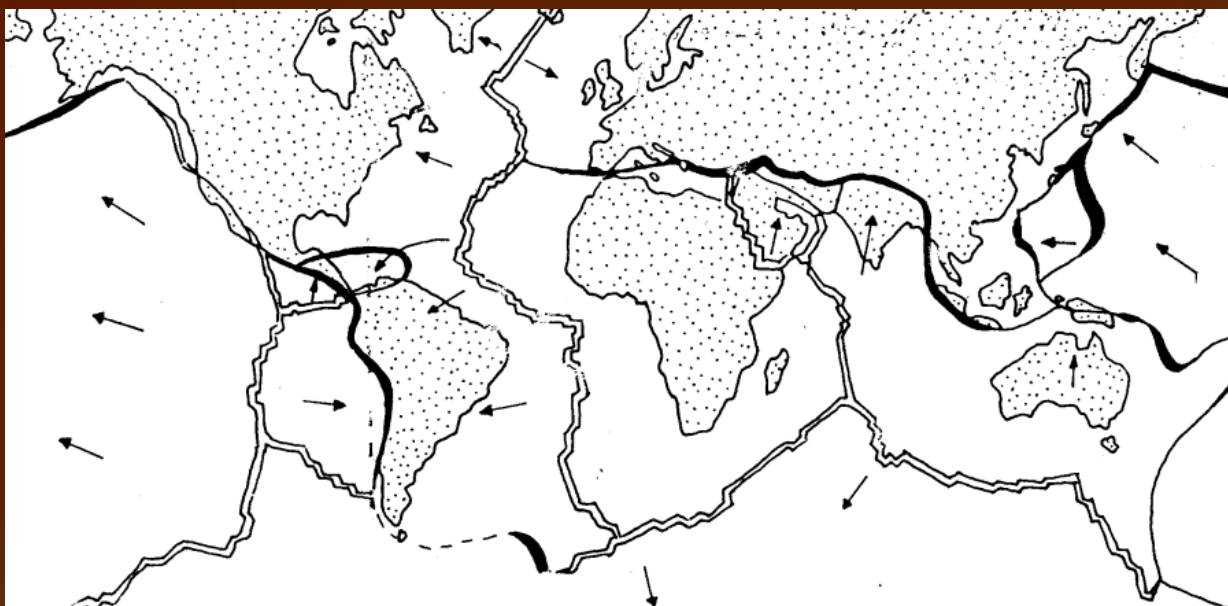
spadne???

geofyzikální změny



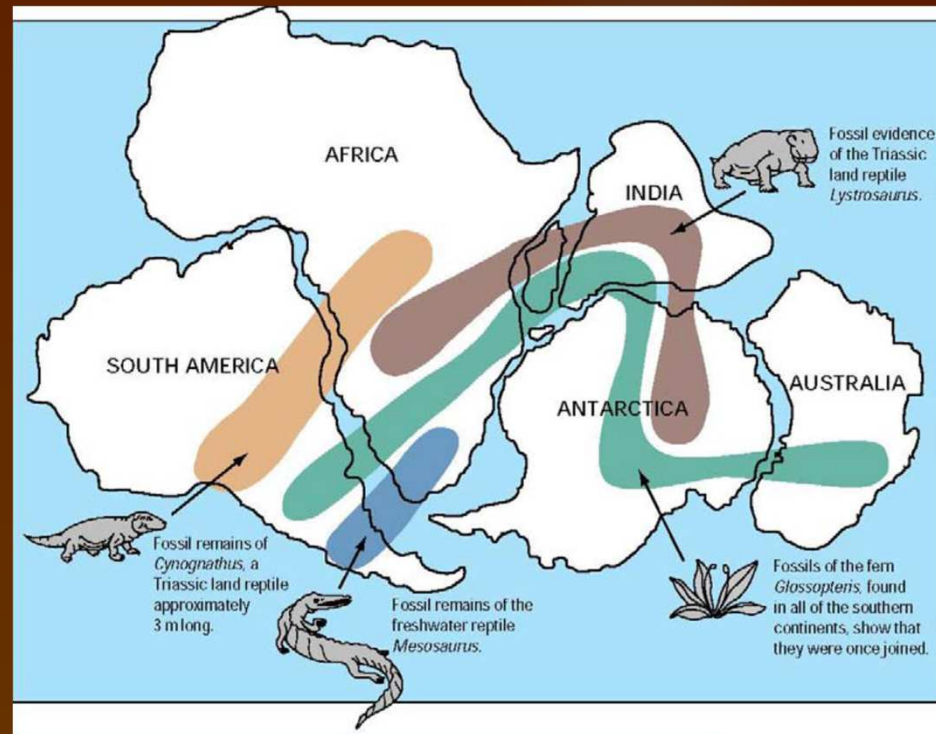
desková tektonika





1596 — holandský mapér Abraham Ortelius ve své práci Thesaurus Geographicus popisuje že Amerika byla „odtržena“ od Afriky a Evropy zemětřesením a potopami a dodává: „Stopy po této trhlině se prozrazují samy, když srovnáme pobřežní linie těchto kontinentů“

1858 - Antonio Snider-Pellegrini ve své práci „La Création et ses mystères dévoilés“ dokládá stejné rostlinné zkameněliny nalezené v Americe a v Evropě



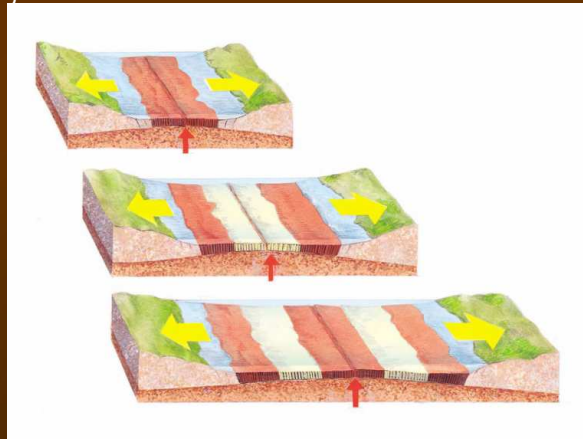
Teorie deskové tektoniky vznikla rozpracováním hypotézy kontinentálního driftu navržené německým geologem Alfredem Wegenerem v roce 1912 a rozšířena v roce 1915 v jeho knize „Původ kontinentů a oceánů“ (*Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*). Wegener předpokládal, že dnešní kontinenty dříve tvořily jednotné kompaktní útvar, která se časem rozpadla na menší desky. Chování kontinentů popisoval jako „ledové kry“ méně hustého granitu (žuly) plovoucí na moři hustšího bazaltu (čediče). Ale bez přesných pozorování a sil dostatečně silných k tomu, aby mohly tento pohyb kontinentů řídit, nebyla teorie všeobecně přijata.

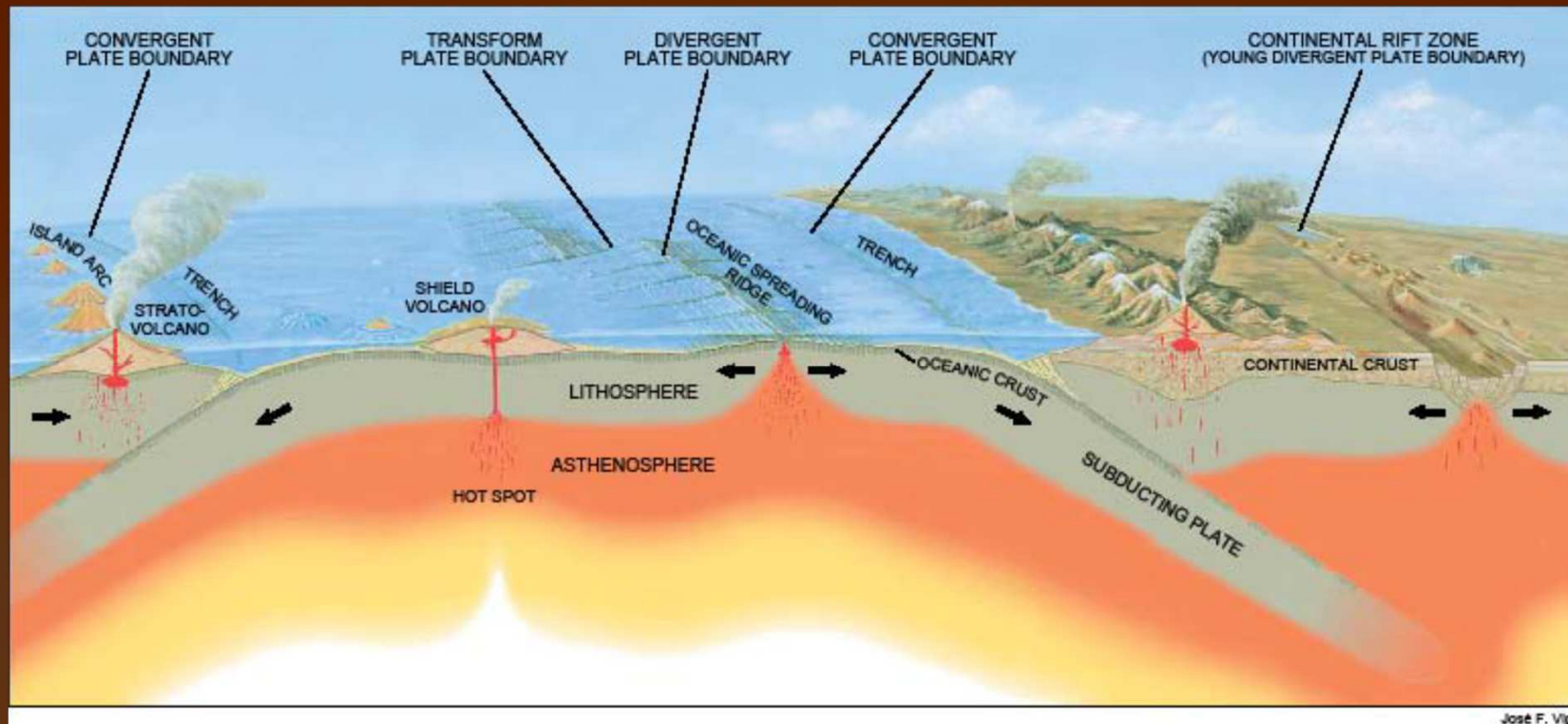
První důkaz pohybu litosférických desek přišel s objevením různé orientace magnetického pole v horninách různého stáří, poprvé publikované na sympoziu v Tasmánii v roce 1956.

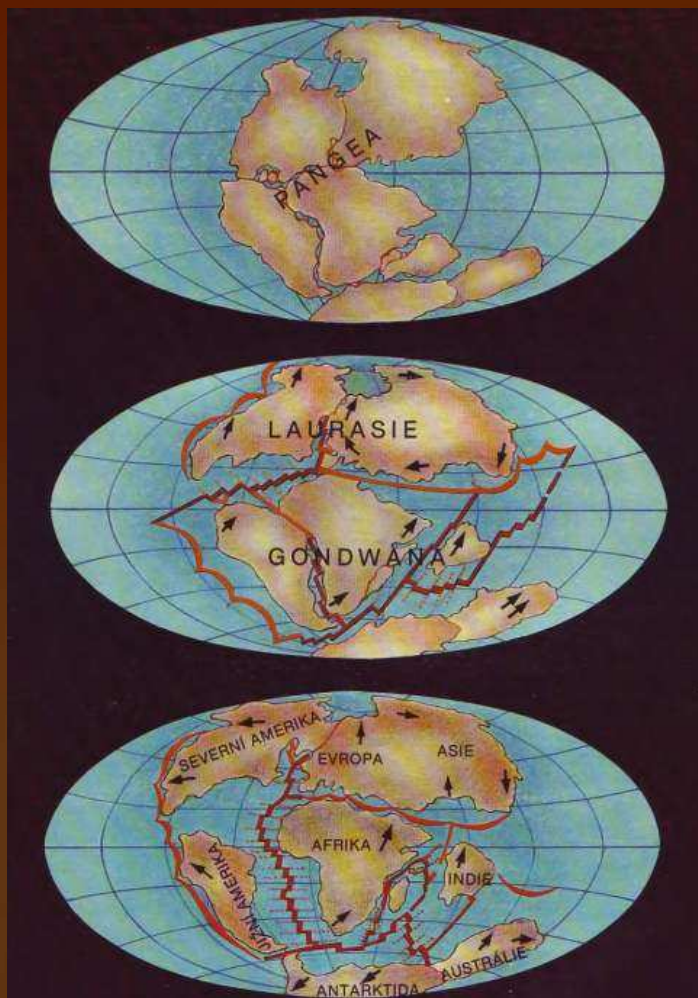
Nejprve spojováno s možností globální expanze kůry, později spoluprací zapracováno do teorie deskové tektoniky, která předpokládá rozšiřování oceánského dna, jako důsledek výstupu materiálu tvořící nové horniny, ale vyžadující existenci subdukčních zón a transformních zlomů.

Pozdější práce o rozšiřování oceánského dna Harryho Hesse a změně magnetického pole Rona G. Masona, pomohly přesněji popsat procesy, které se odehrávají v místě výstupu magmatu na středooceánských hřbetech a vzniku nové oceánské kůry.

Následně po rozeznání magnetických anomálií projevujících se symetrickými, paralelními pruhy o stejné orientaci tvořící mořské dno na obou stranách od středooceánského hřbetu, se stala teorie široce uznávanou.







změny

skladba živočichů a rostlin

kontinenty u pólů – zalednění

sročení kontinentů –
vnitrozemí velmi nehostinné

**Wilsonův cyklus je neustále
otevírání nových a zavírání
existujících oceánských oblastí
způsobené pohybem
litosferických desek.**

Pangea Ultima (nebo Pangea Proxima) je označení hypotetického superkontinentu, který by podle teorie kontinentálního driftu měl vzniknout zhruba za 250 milionů let. Název odkazuje na zaniklý kontinent Pangea, protože se předpokládá, že by mělo dojít k jeho obnovení.

Americký geolog Christopher Scotese, který tento model vypracoval, předpokládá, že budou-li se světadíly pohybovat tak jako dosud, spojí se Afrika asi za padesát milionů let s Evropou a Asií, takže Středoziemní moře a Rudé moře zaniknou (zároveň dojde k vyvrásnění velkých pohoří).

V důsledku srážky se Eurasie pootočí po směru hodinových ručiček a Britské ostrovy se ocitnou blízko severního pólu, zatímco Sibiř se dostane do tropického pásma. Amerika se bude pomalu posouvat východním směrem a obepluje jižní cíp Afriky, až se Patagonie dotkne Malajského poloostrova a uzavře tak Indický oceán, který se stane vnitrozemským mořem. Vznikne tak jedna obrovská pevnina obklopená jediným oceánem, na jih od ní bude velký ostrov vytvořený spojením Austrálie a Antarktidy.

Předpokládá se, že vnitrozemí tak velkého kontinentu bude mít velmi suché, pouštní klima se značnými teplotními výkyvy.



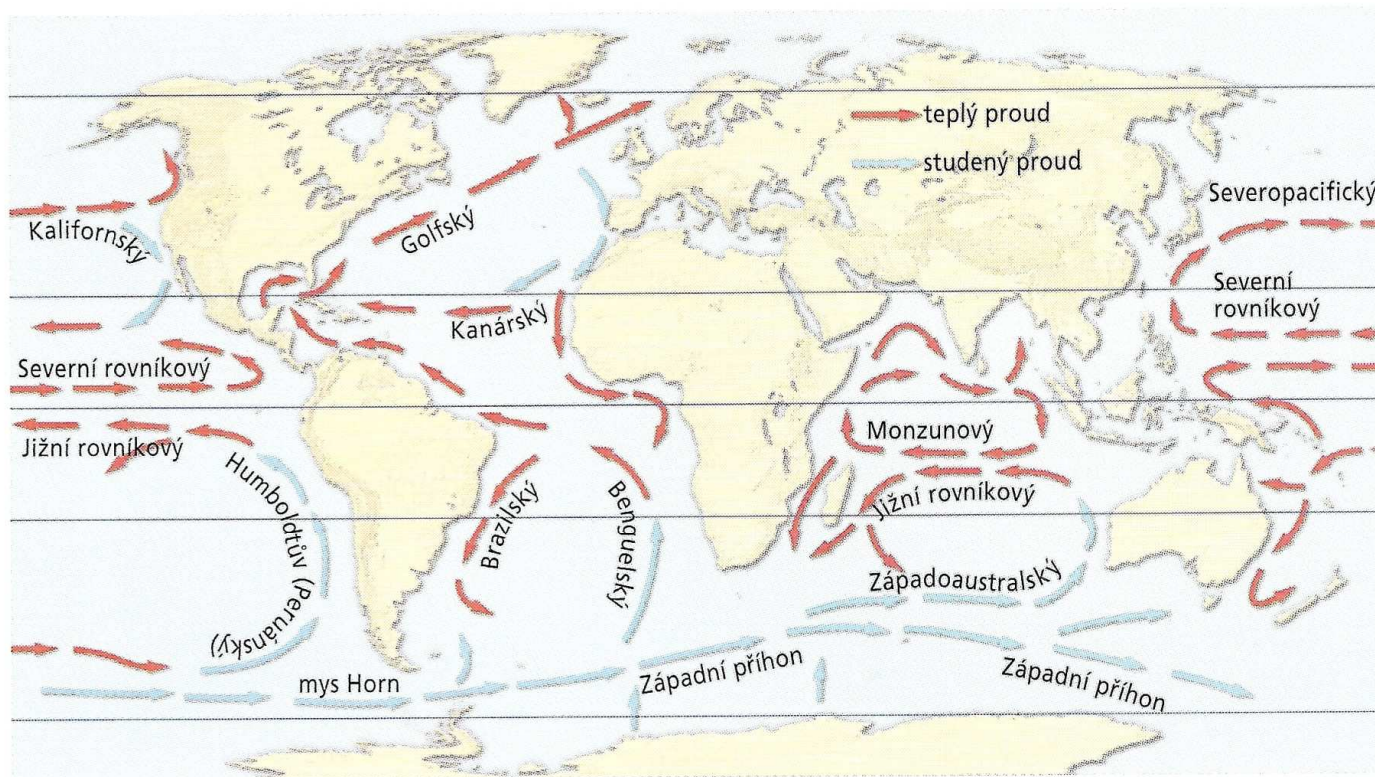
zdvih a pokles horstev

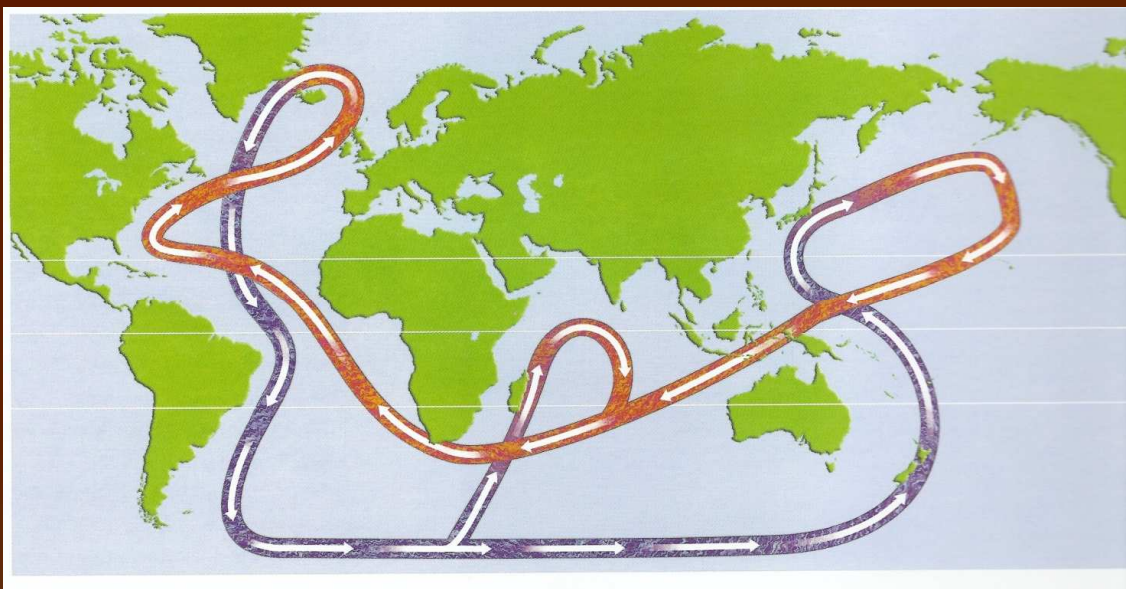


změna klimatu zapříčiněná vyvrásněním Himaláje

- před 35 - 50 mil. lety nástup doby ledové
- V tropické oblasti se najednou ocitla rozsáhlá oblast pevniny, která se předtím nacházela v chladném okolí jižního pólu. To vedlo k rychlému zvětrávání křemičitých hornin a k pohlcování oxidu uhličitého z atmosféry.

změny mořských proudů





Cirkulace vody v oceánech - uvádění tohoto faktoru je trochu sporné, neboť pohyb vody v oceánech je více důsledkem klimatického působení, než že by samy mořské proudy ovlivňovaly globální klima.

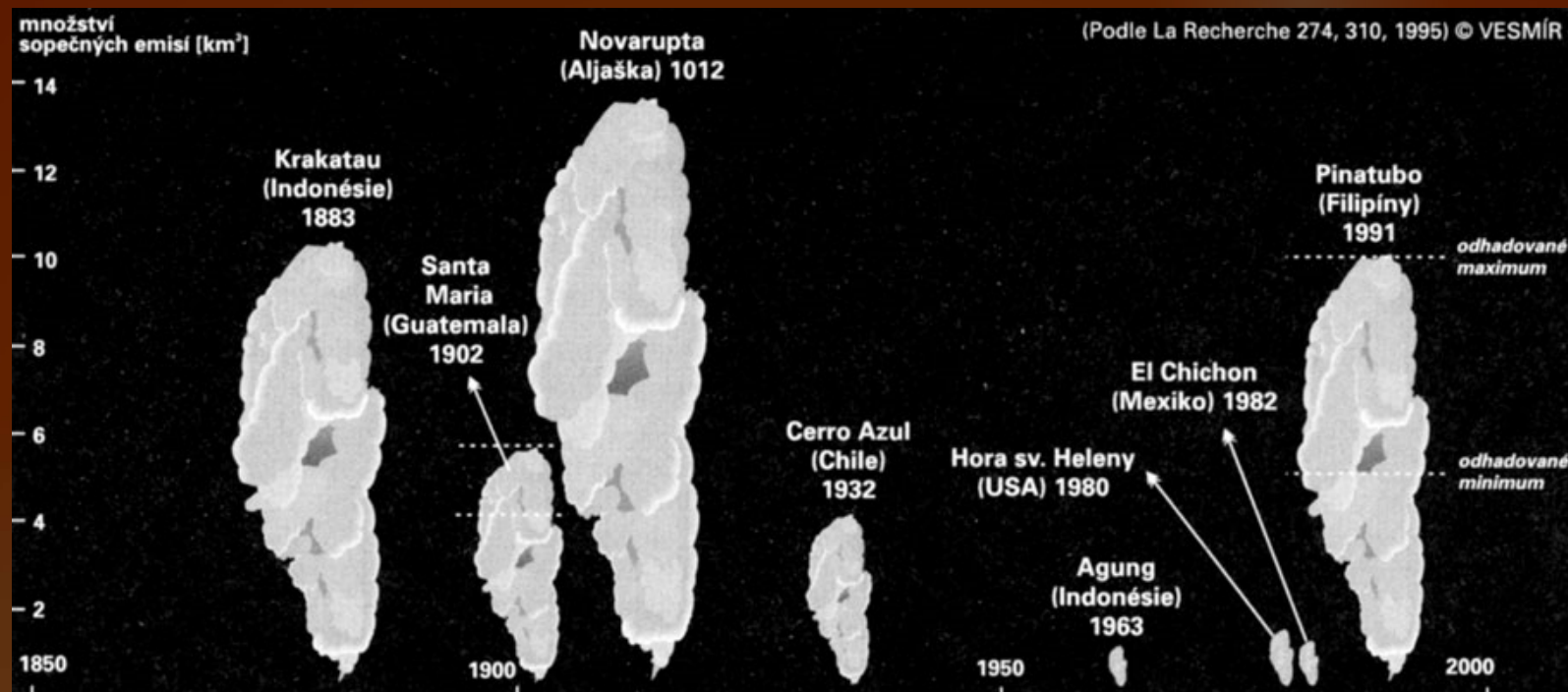
Je tu ale např. anomálie El Niño jejíž působení má vliv na klima a jejíž příčina dosud není dostatečně dobře vysvětlena.

Další může být zastavení termohalinní cirkulace vlivem dalších příčin

systém globální termohalinní cirkulace

vulkanismus





Vulkanická činnost

Zvyšuje koncentrace oxidu siřičitého v horních vrstvách atmosféry (mezi 15 až 30 km)

oblaka proto nadměrně pohlcují přicházející záření.

Důsledek - ohřívání stratosféry (horní vrstva atmosféry obsahující ozónovou vrstvu) a ochlazování ve vrstvách nižších.
sopečná „zima“

důkazy dávných sopečných katastrof

- sopečný kráter a vrstvy

- stopy tsunami

- vrstvy sopečného popela v jezerních sedimentech, mořských sedimentech a v ledovcových jádrech

- pH a stopy síry v ledovcových jádrech

- obrus zubů (jez. Laach – sopka před 13 000 lety – obrus zubů pravěkých lidí)

- dendrochronologie, palynologie (ochlazení – jiné rostlinstvo)

- kroniky, dokumentární zdroje





Toba

Campi Flegrei

Théra



V roce 1815 vybuchl na indonéském ostrově Sumbawa stratovulkán Tambora. Tato erupce, na jejíž následky zemřelo zhruba 100 tisíc lidí, je považována za jednu z nejkatastrofálnějších za posledních 10 tisíc let. Výbuch sopky ovlivnil následující rok celou severní polokouli v podobě změny klimatu, kdy sopečný prach v atmosféře zastínil slunce a teplota šla prudce dolů. Rok 1816 bývá proto označován jako „rok bez léta“,...



Tambora



Yellowstone

Obrovská sopka dríme pod Yellowstoneem

Analýza geochemických záznamů v drobných krystalcích zirkonu a křemene dopomohla vědcům zformovat nový pohled na historický vývoj a geologický časový harmonogram, podle něhož má tento typ sopky na západě Spojených Států schopnost dramaticky změnit klima a to kdykoli v období příštích 100,000 let. Tyto sopky se nacházejí nad "aktivními místy" Země a vybuchují v katastrofálních erupcích, při nichž do atmosféry vyvrhují stovky tisíc krychlových kilometrů popela a způsobují tak klimatickou pohromu celosvětových rozměrů. Pro srovnání, erupce Hory Sv. Heleny vyvrhla do vzduchu pouhé dva kilometry krychlové popela.

Srovnání objemu erupcí

V krychlových kilometrech

Hora sv. Heleny - 1980, 2 km³

Erupce před 630,000 lety (Lava Creek Tuff), 1 000 km³

Erupce před 2 milióny let (Huckleberry Ridge Tuff), 2 500 km³

Erupce sopky Hory Sv. Heleny v roce 1980 zasypala popelem pásmo více než 30 km rozsáhlé. Je to vskutku miniaturní plocha v porovnání s oblastí níže

Hora Svaté Heleny

pásmo sopečného spadu

16 km

plocha kráteru

Yellowstonská kaldera

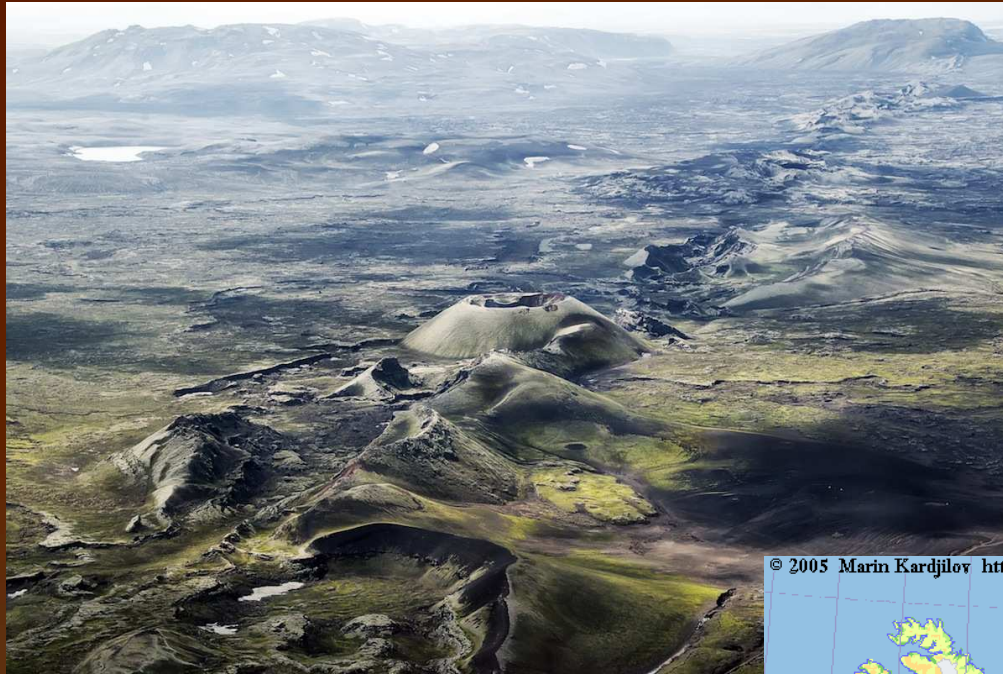
Lávová krusta vzniklá při erupci před 630,000 roky

Rozsah erupce k níž došlo před 2 milióny let

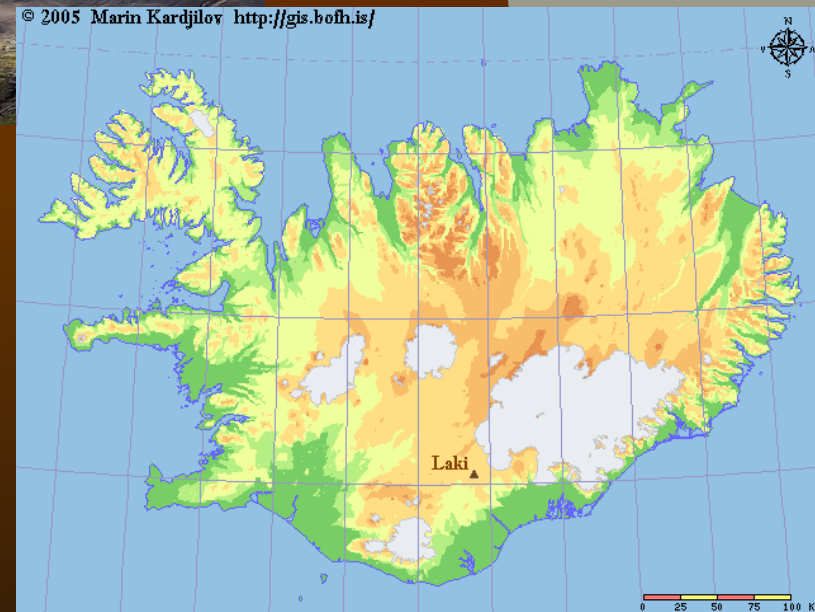
Mohla by explodovat znovu?

Téměř jako hodiny přesné načasování - před 2 milióny, 1.3 milióny a 630,000 roky - ukazuje na periodické opakování kataklyzmatických erupcí v Yellowstone a naznačuje vysokou pravděpodobnost výskytu další katastrofální erupce v blízké budoucnosti. Nicméně geochemická analýza zirkonových a křemenných krystalů nasvědčuje tomu, že cyklus slábne.

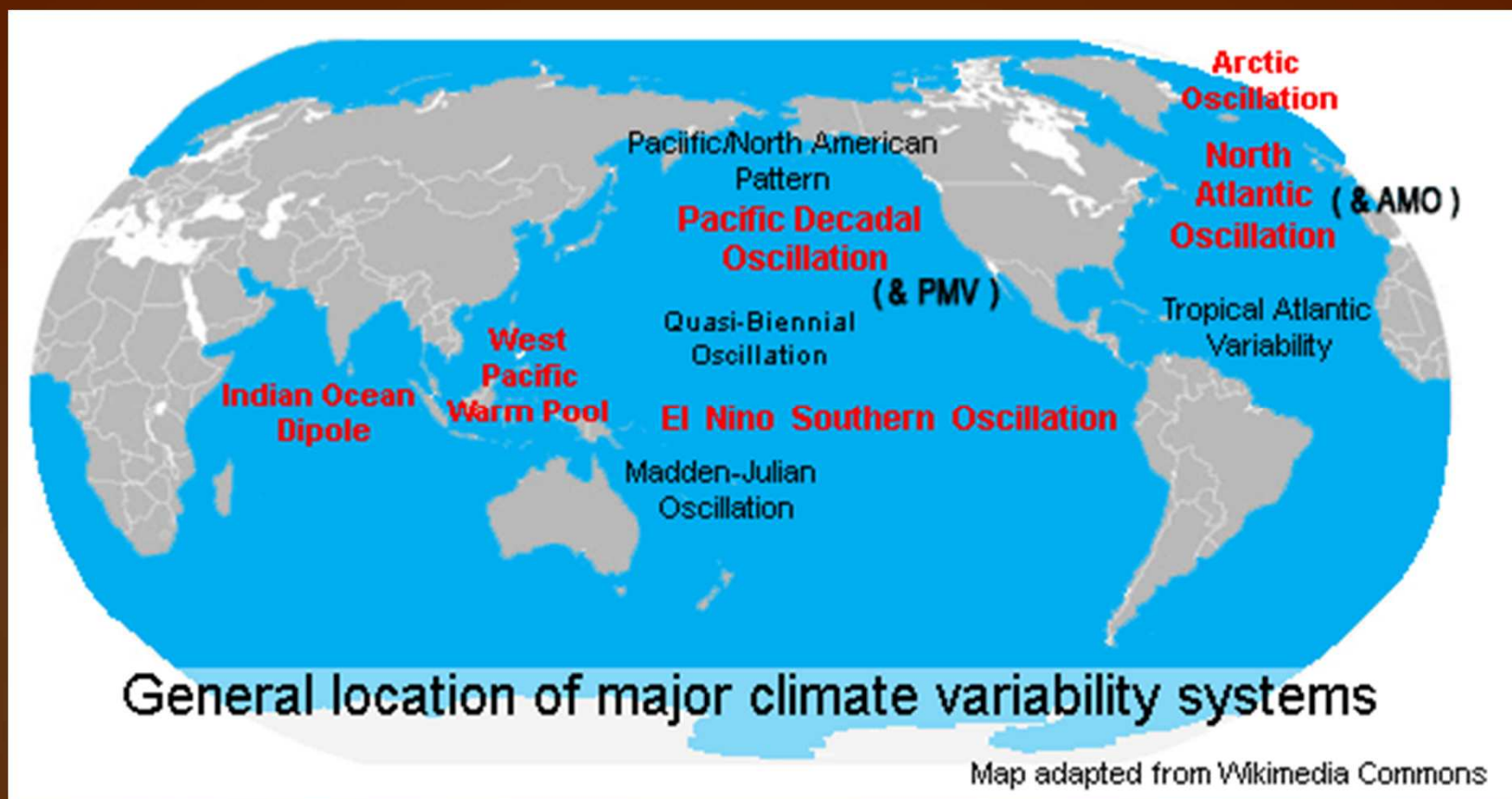
Dan Brennan, Mary Diman/UW-Madison News Graphics



Laki



přirozené oscilace



ENSO – El-Niño Southern Oscillation

Nejvýznamnější zdroj meziroční proměnlivosti počasí a klimatu. Jev vyvolaný interakcí mezi atmosférou a Tichým oceánem. Má globální význam. Cykly jsou dlouhé 3 až 7 roků a jednotlivé fáze trvají 9 měsíců až 2 roky. V důsledku globálního oteplování se očekává zesilování epizod El Niño a zkracování cyklu na 2 až 5 let.

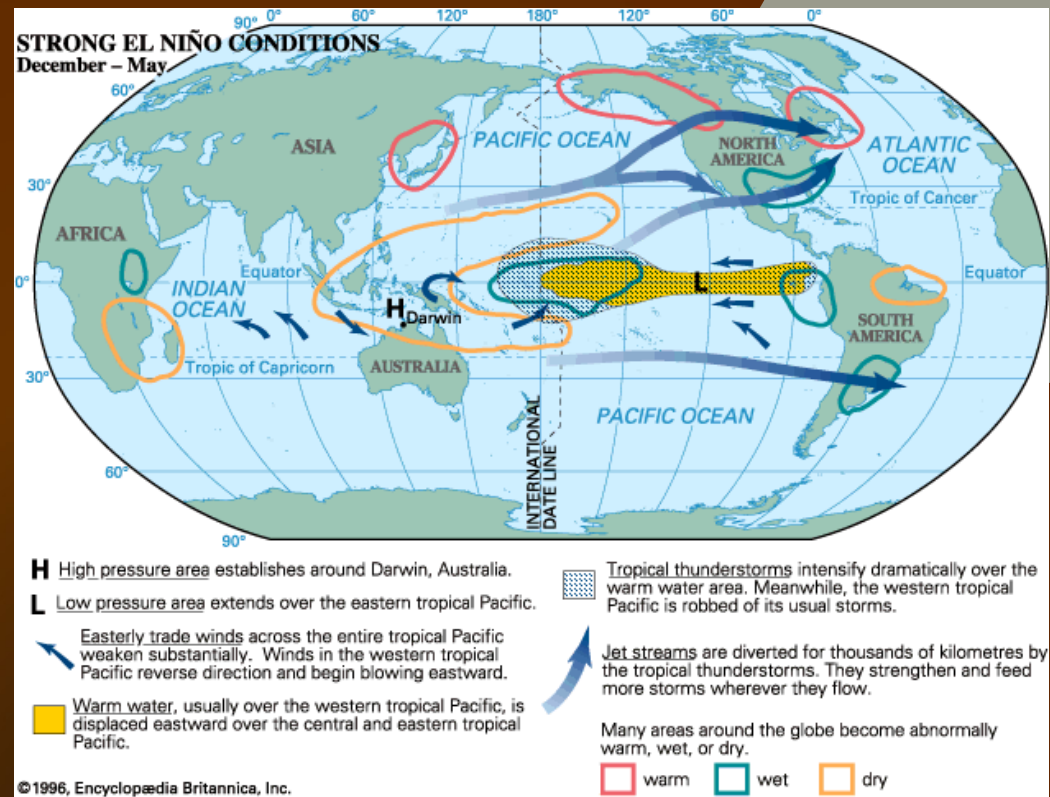
Sir Gilbert Walker se v roce 1904 stal ředitelem úřadu, který v Indii zpracovával různé druhy měření - od demografických údajů až po klimatické parametry.

- Těžké hladomory postihly Indii v letech 1877 a 1899
- Po dvaceti pěti letech studia klimatických řad nasbíraných vojenským i obchodním námořnictvem a sítí pozemních stanic byl sir Gilbert schopen popsat jev, který nazval Southern Oscillation - jižní oscilace. Její podstatou je rozdíl v atmosférickém tlaku v okolí rovníku mezi západním a východním pobřežím Pacifiku.
- Můžeme ji demonstrovat na sérii měření na Tahiti, tj. asi uprostřed Tichého oceánu, a v Darwinu, tj. na jeho západním okraji. Sir Gilbert ukázal, že na podzim vzniká mezi Jižní Amerikou a Indonésií značný tlakový gradient, který způsobuje vznik intenzivních větrů vanoucích od východu k západu.

Tyto větry přinášejí jižní Asii a Austrálii vláhu. Monzun dorazí přes Indii až k Africe jen tehdy, když je rozdíl atmosférických tlaků vysoký. Čím víc se rozdíl atmosférických tlaků mezi východním a západním Pacifikem snižuje, tím víc větry ztrácejí na síle a monzun spadne nad mořem.

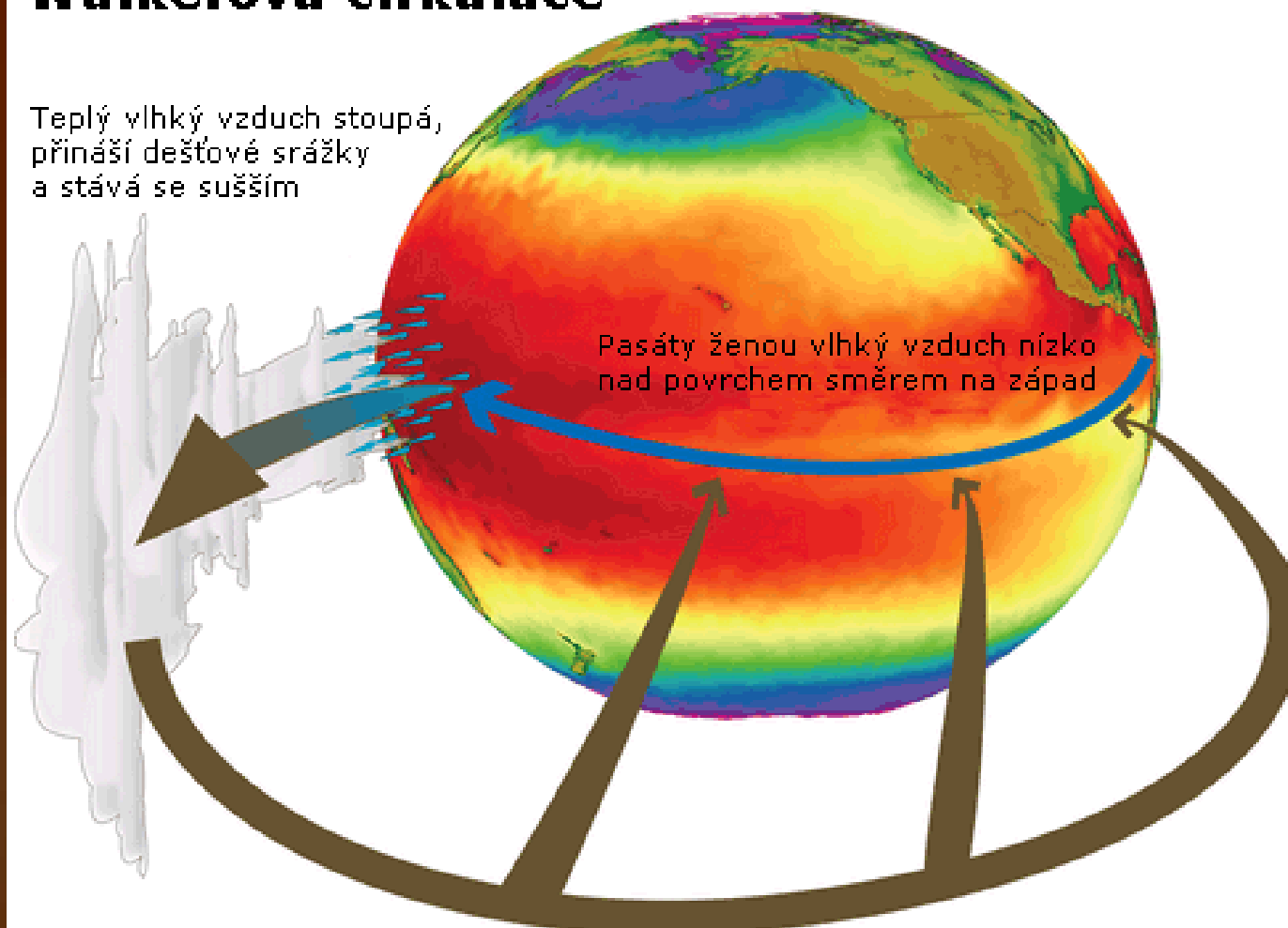
K jevu zvanému El Niño dochází nepochybně přinejmenším již celá tisíciletí. Existují například historické prameny svědčící o tom, že čas od času zužoval už staré **Inky**. Australský vědec Richard Grove doložil působení El Nina v letech 1526, 1789, 1880 a dalších. Zvlášť prostřední letopočet je zajímavý, neboť toho roku také vypukla Velká francouzská revoluce. Grove to nepovažuje za náhodu - domnívá se totiž, že dopad jevu je celosvětový a pokud je obzvlášť silný, může způsobit i velké společenské otřesy. Nelze ovšem přehlédnout, že podle jiných teorií vedla k francouzské revoluci velká **sopečná erupce na Islandu** a na ní navazující klimatické změny...

Magellan, 1520

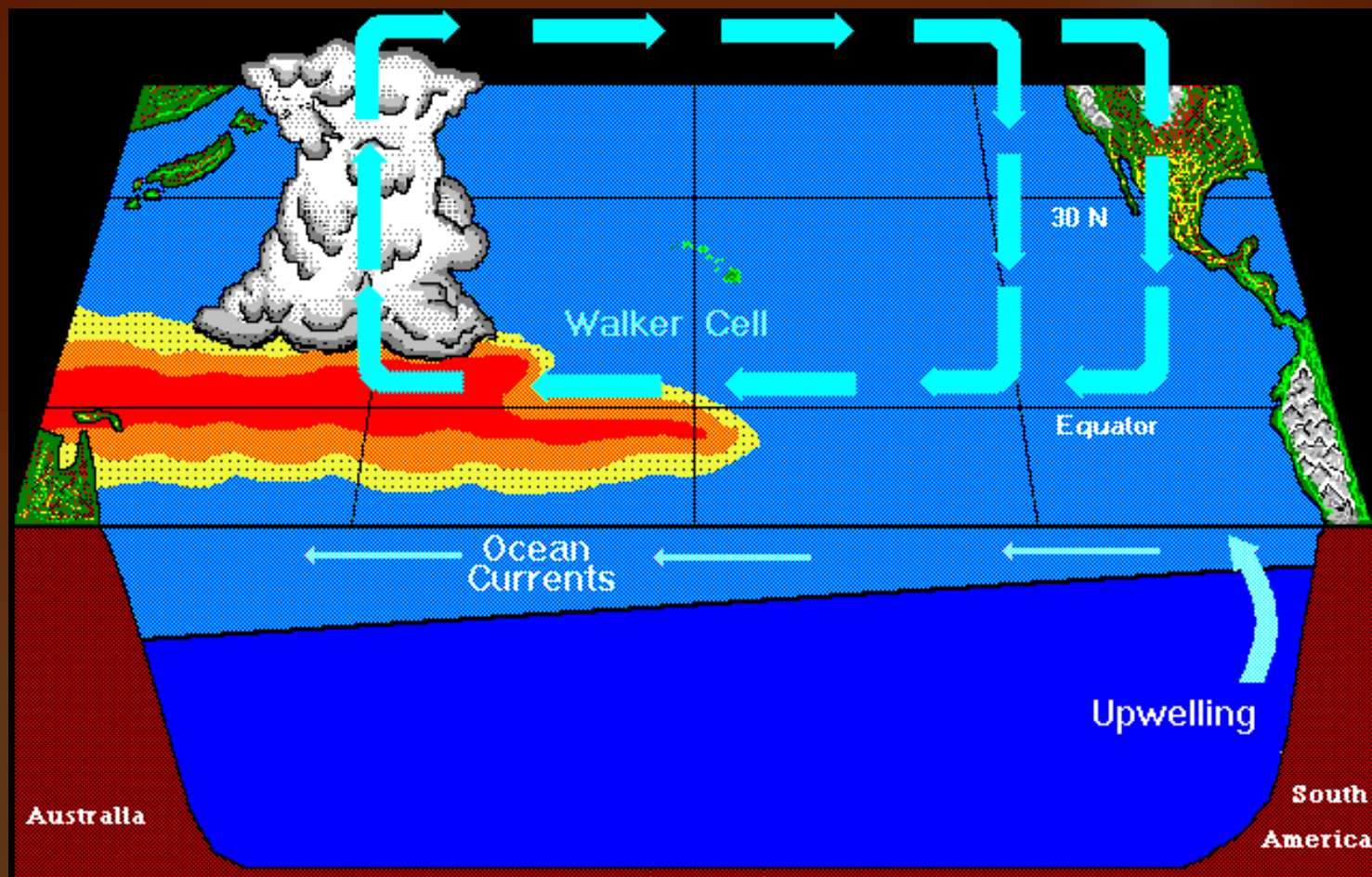


Walkerova cirkulace

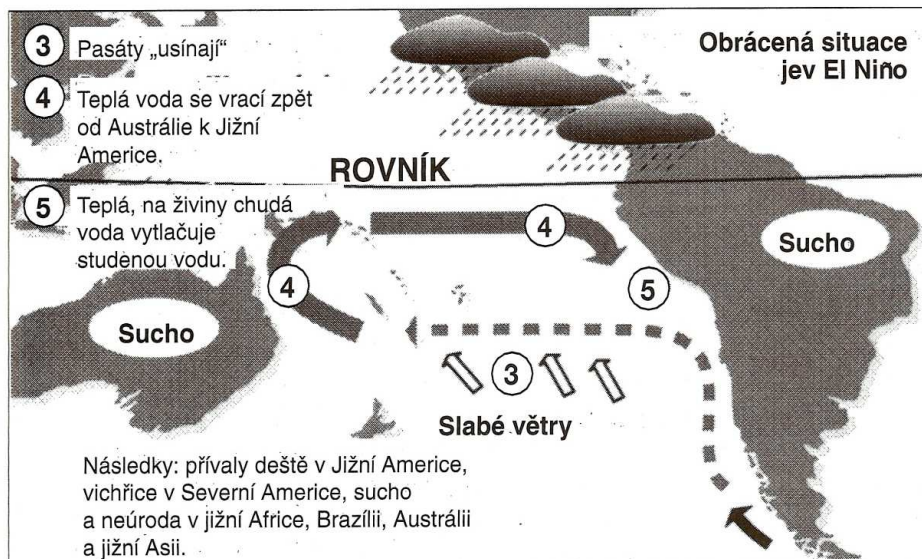
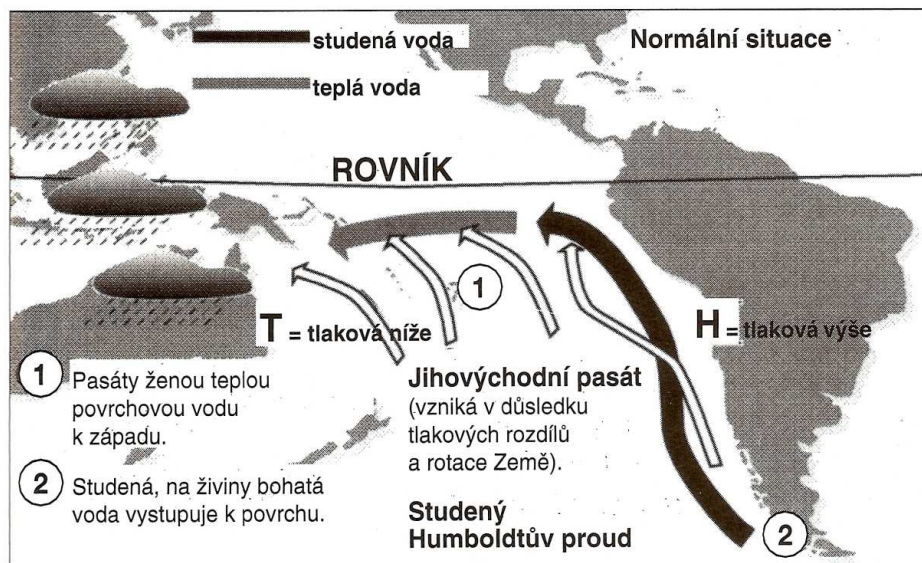
Teplý vlhký vzduch stoupá,
přináší dešťové srážky
a stává se sušším



Suchý vzduch se vrací na východ, ochlazuje se a klesá



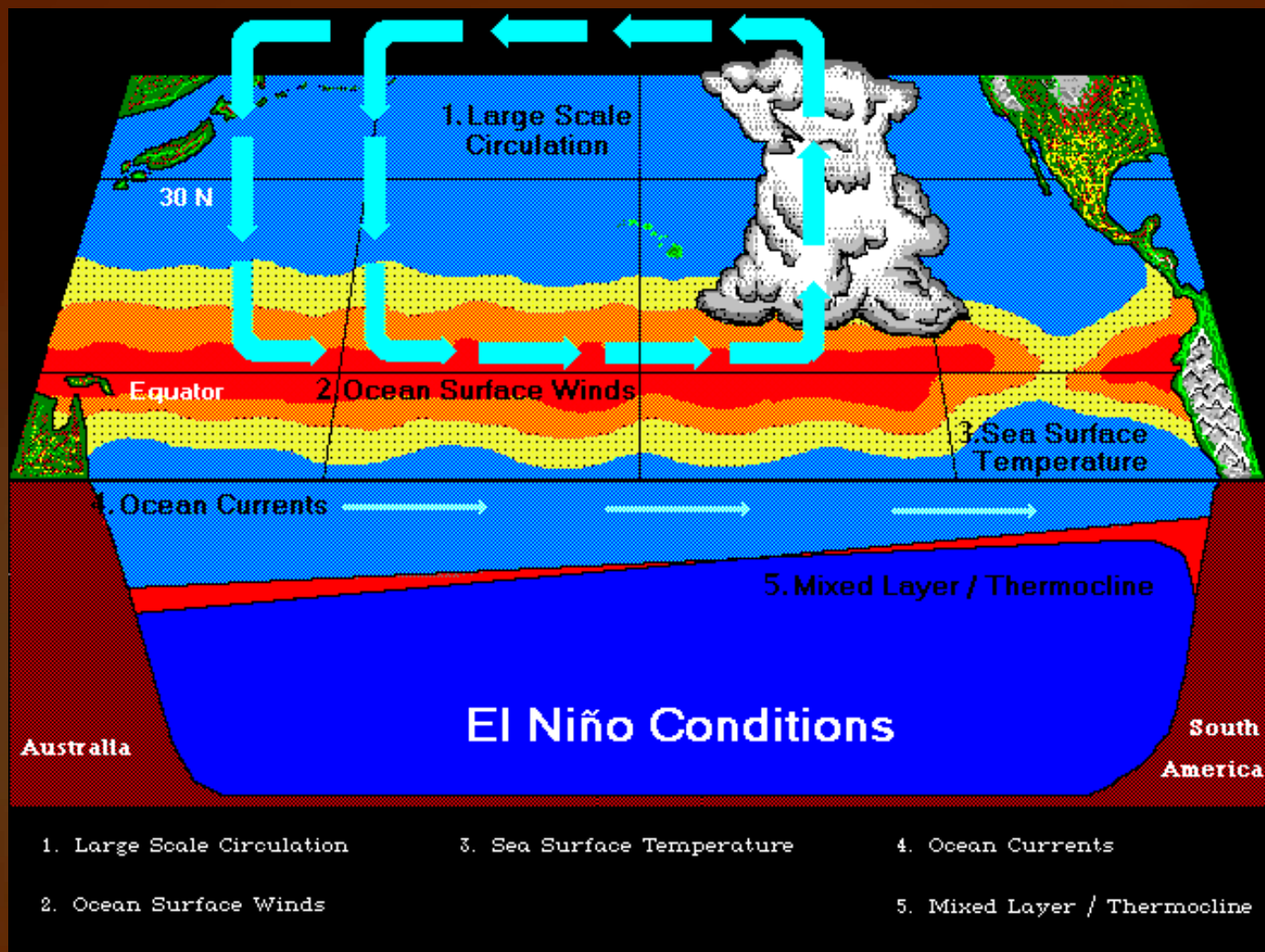
Non-El Niño Conditions

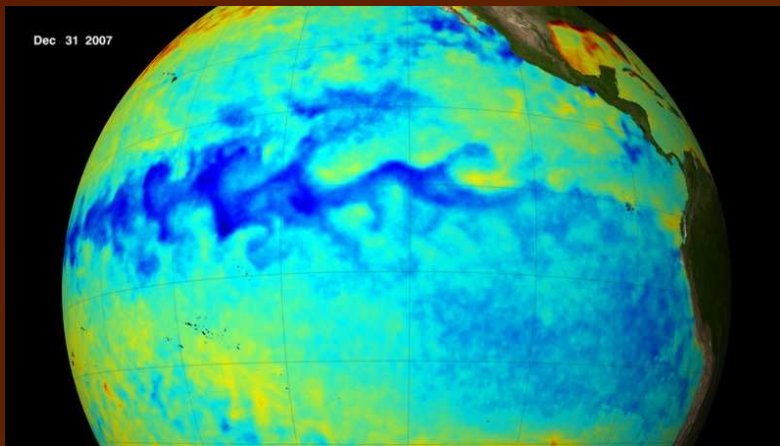


El Niño

- růst tlaku nad Indickým oceánem, Indonésií a Austrálií
- pokles tlaku nad Tahiti, středním a východním Pacifikem
- oslabování pasátů v jižním Pacifiku
- oslabení studeného mořského proudu u západního pobřeží Jižní Ameriky (Peruánský nebo též Humboldtův proud)
- teplá voda se šíří ze západního Pacifiku a Indického oceánu do východního Pacifiku
- teplý vlhký vzduch proudí blízko Peru, v Jižní Americe více prší
- málo srážek v Austrálii a západním Pacifiku

EL NIÑO

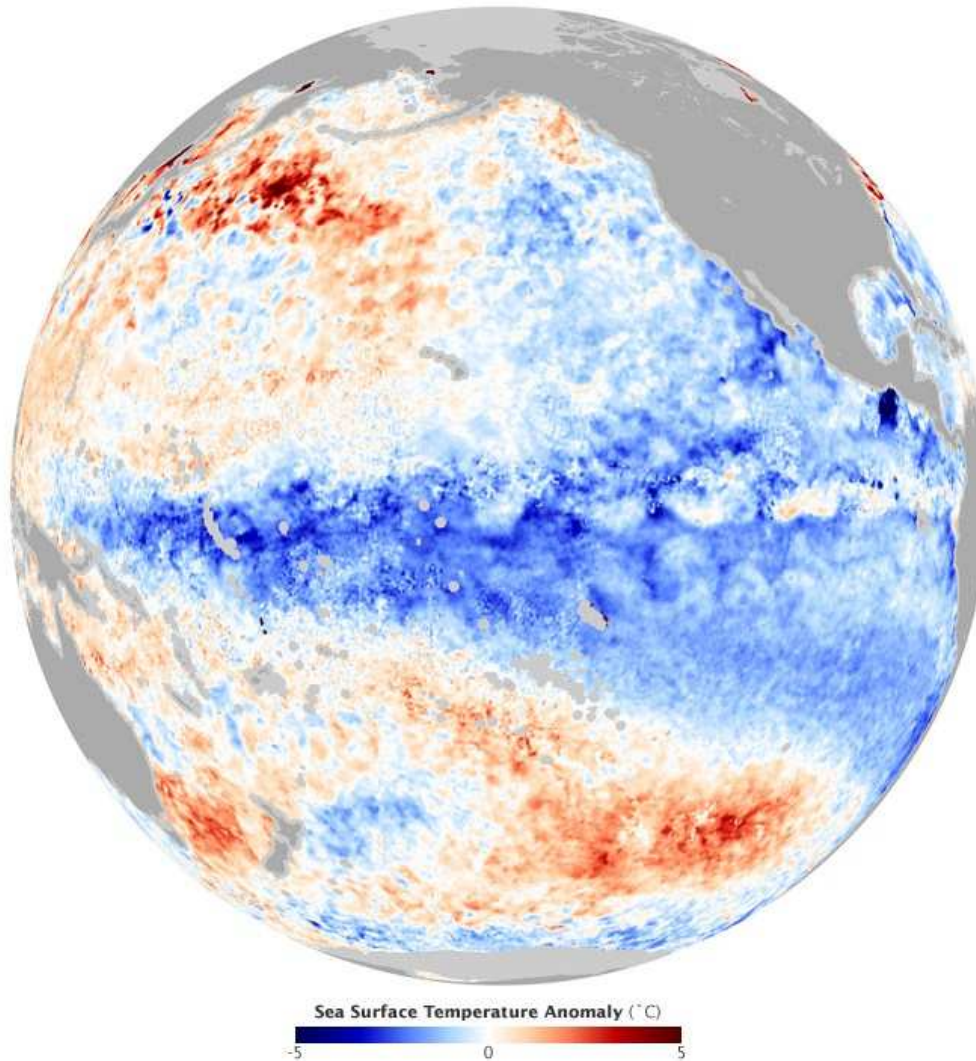




La Niña

La Niña - povrchová teplota Tichého oceánu

Teplotní odchylky v oblasti Tichého oceánu podle měření družice Aqua z 15. prosince 2010

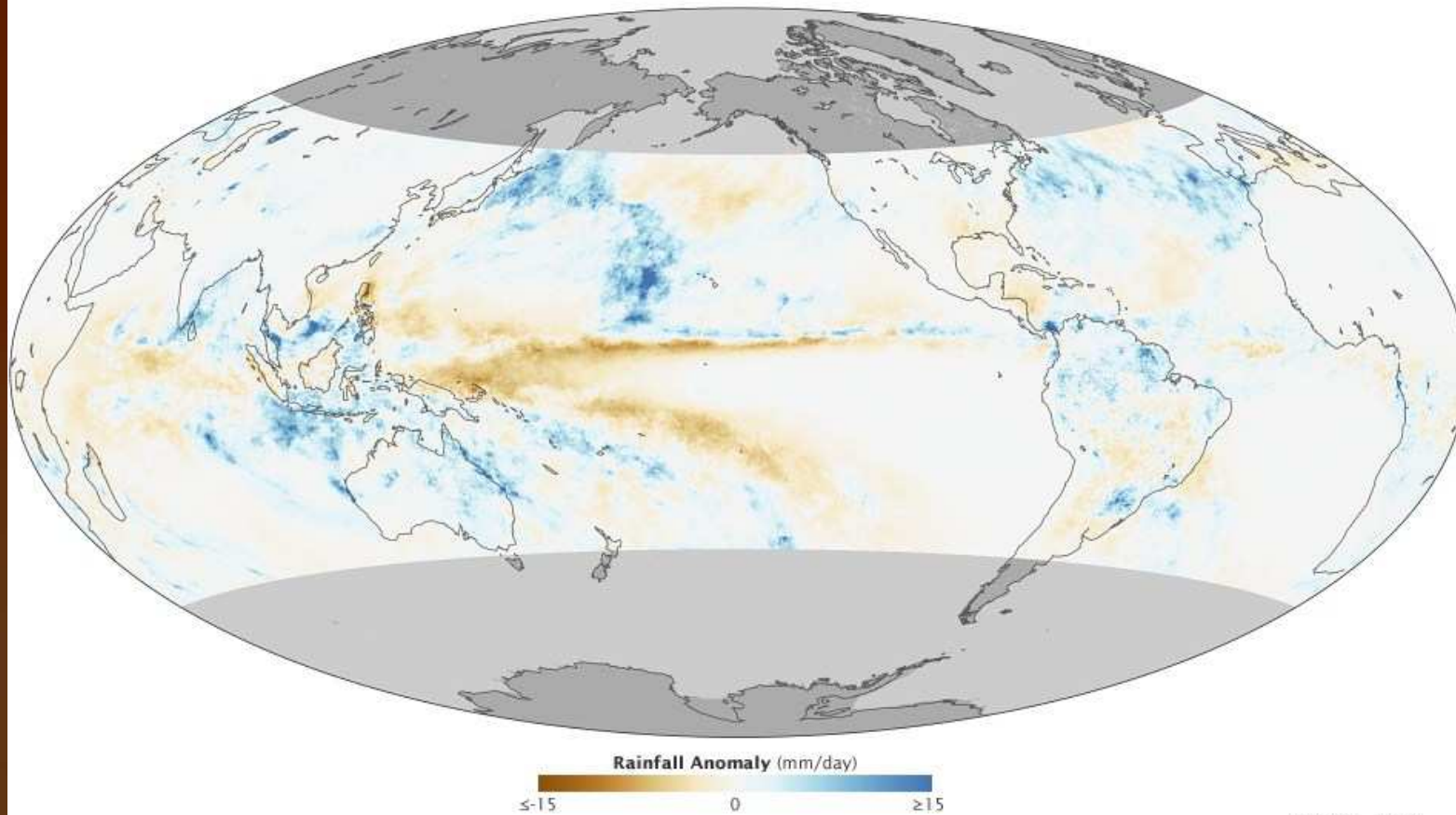


La Niña

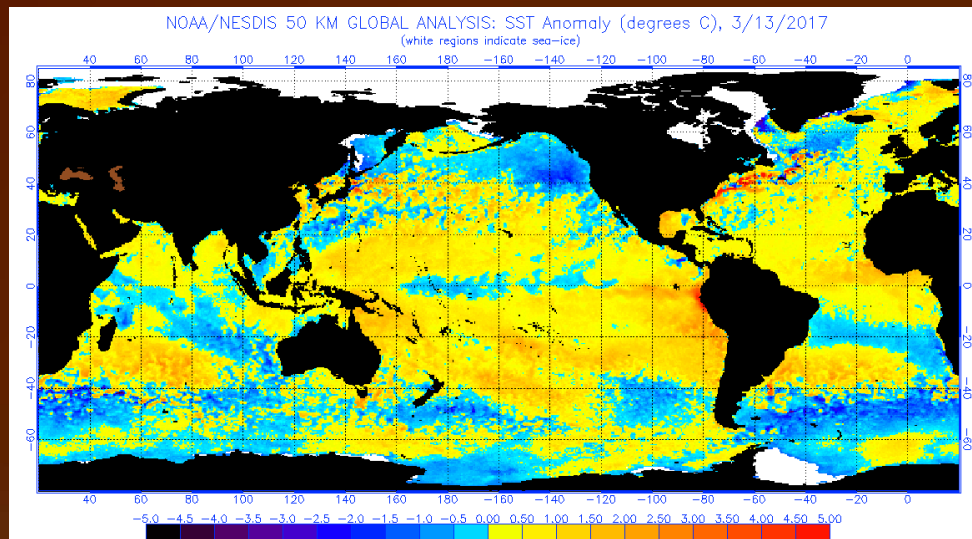
- zesílení studeného mořského proudu u západního pobřeží Jižní Ameriky
- abnormálně studený oceán ve východním rovníkovém Pacifiku
- zesílení pasátů
- sucho v části Jižní Ameriky (Peru, Chile) a vyšší srážky v severní Brazílii
- silnější srážky na středozápadě USA a vyšší výskyt hurikánů v Atlantiku
- silnější srážky v Malajsii, Indonésii a na Filipínách

Odchylky srážkových úhrnů

(období od 23.11. do 22.12.2010)

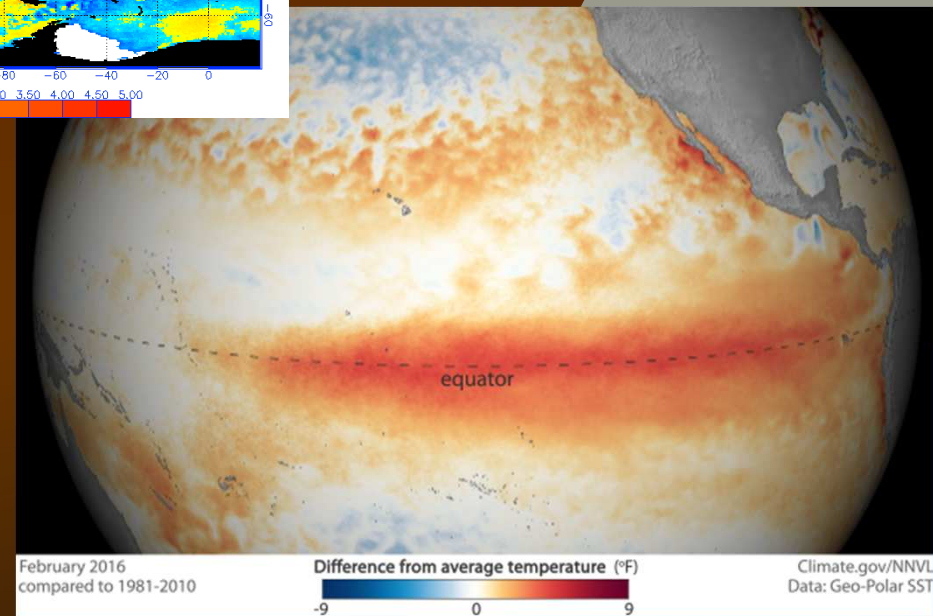


NASA/JPL, TRMM

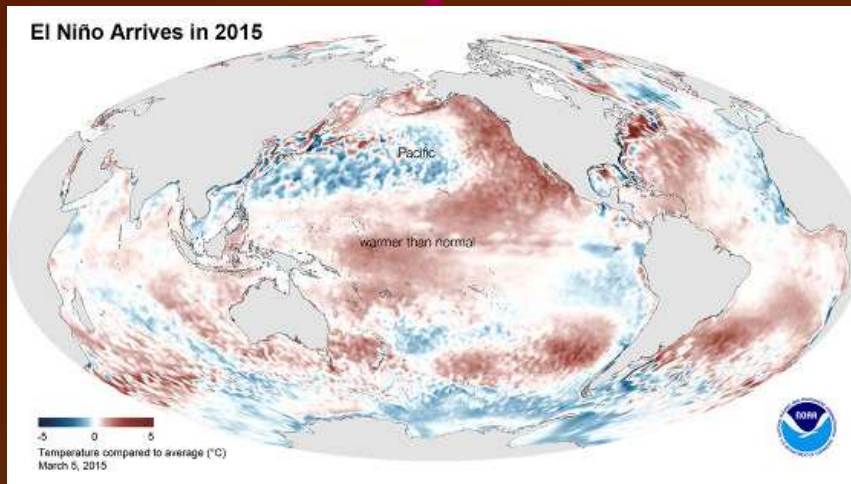


SOI index jižní oscilace

- Vychází ze zákonitostí klimatického systému definovaných G.T. Walkerem a E.W. Blissem v 30. letech 20. století.
- **SOI je daný rozdílem** přízemního tlaku vzduchu mezi Tahiti (Jižní Pacifik) a Darwinem v Austrálii (Indický oceán).



ENSO odkazy

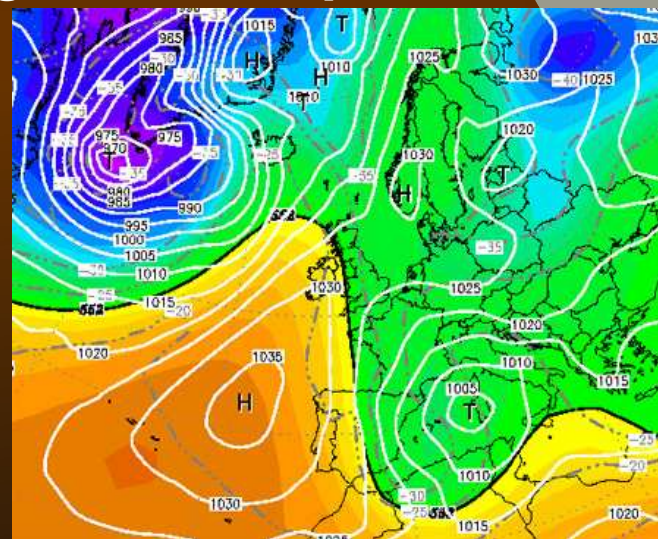


Dopady El Niña pocítí prakticky celý svět, protože větší množství tepla a vlhka v jedné oblasti vede k jejich poklesu jinde. Důsledky (zejména v tropech) jsou neobvyčejně pestré: změnění se úlovky rybářů, někde víc prší, zatímco jinde naopak zavládne sucho, deštivé počasí vede k **záplavám** a sesuvům půdy, suché horko zase k požárům a vysychání zdrojů vody, zhoršují se výnosy životně důležitých plodin, ekonomické výkyvy vedou k politické nestabilitě...

NAO – severoatlantická oscilace

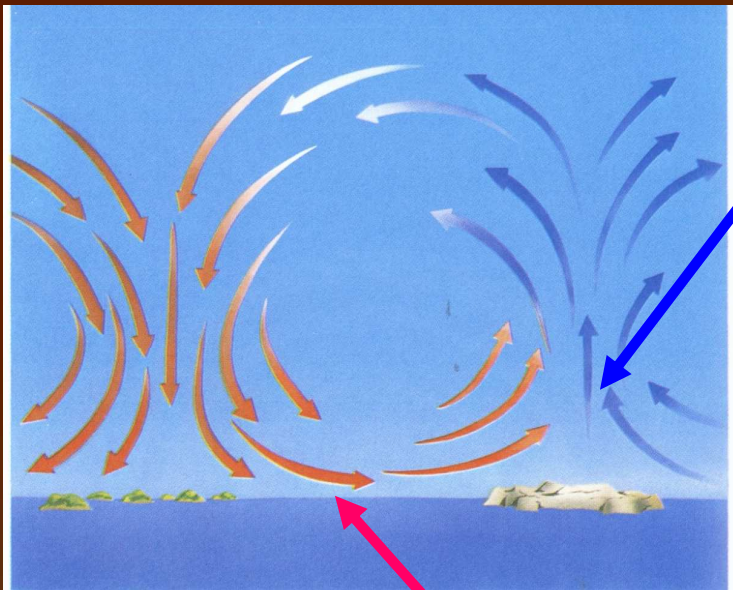
Klimatický jev objevený v roce 1920. Má přibližně sedmiletou periodu a projevuje se v severní části Atlantského oceánu (souvisí se změnami mezi islandskou níží a azorskou výší). Souvisí s Arktickou oscilací (AO) a je charakterizován cyklickými změnami tlaku vzduchu a posuny v drahách cyklón v Severním Atlantiku. Ovlivňuje rychlost a směr vzdušného proudění. Má vliv také na teploty a rozložení srážek i jejich úhrny. Má bezprostřední dopad na počasí v Evropě, ve Středomoří a v centrální Asii. Cyklus prochází změnami od 80. let minulého století v důsledku globálního oteplování a celkových klimatických změn.

Existuje i velmi slabá SNAO oscilace, která je stejná jako NAO, vytváří v Evropě kontinentální podmínky, je příčinou sucha a velkých veder a sahá více na sever.



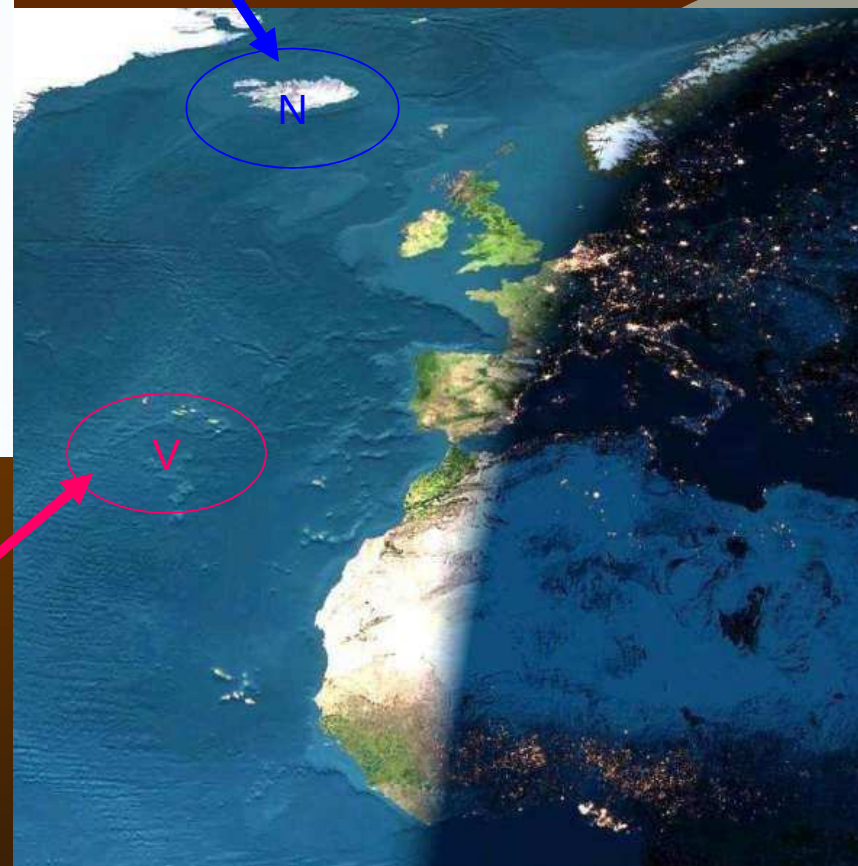
NAO – severoatlantická oscilace

Islandská tlaková níže



Počasí v Evropě je silně ovlivněno azorskou výší a islandskou níží. Z azorské výše vytéká teplý vzduch k severu. V oblasti vlivu islandské níže je tento vzduch zvedán a přitom se ochlazuje. Teplé a studené vzduchové hmoty mezi těmito dvěma tlakovými útvary vyvolávají poruchy, které putují z Atlantického oceánu do Evropy.

Azorská tlaková výše



Kladná fáze NAO

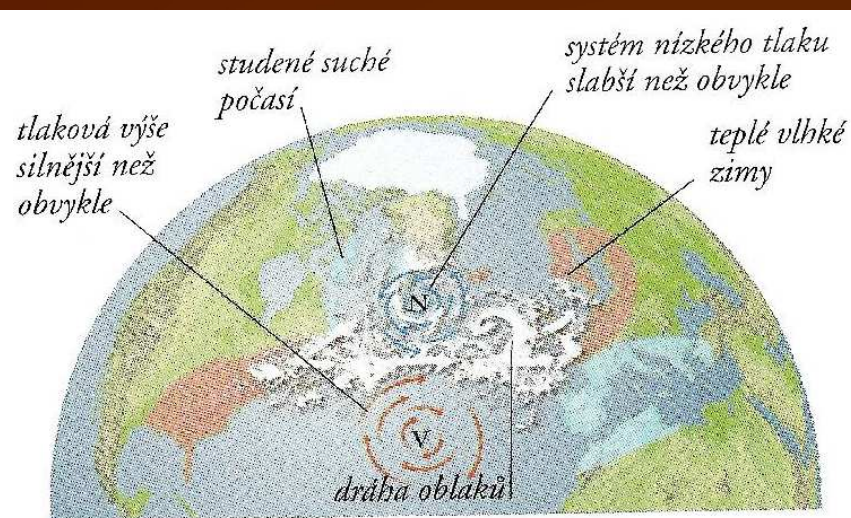
- ▶ islandská tlaková níže je hlubší než obvykle, nad Azorskými ostrovy je tlak vzduchu ve srovnání s normálem vyšší
- ▶ větší rozdíl tlaků způsobuje silnější západní vítr, trasy cyklón se posouvají severním směrem
- ▶ způsobuje teplejší a vlhčí zimy v Evropě a studenější a sušší v Kanadě a Grónsku
- ▶ mírné a vlhčí zimy na východě USA

Záporná fáze NAO

- ▶ slabá islandská níže i azorská výše
- ▶ menší tlakový gradient způsobuje slabší západní vítr
- ▶ cyklóny putují jižněji
- ▶ přináší vlhký vzduch do Středomoří a studený do severní Evropy
- ▶ na východním pobřeží USA více sněží
- ▶ v Grónsku jsou mírnější zimy

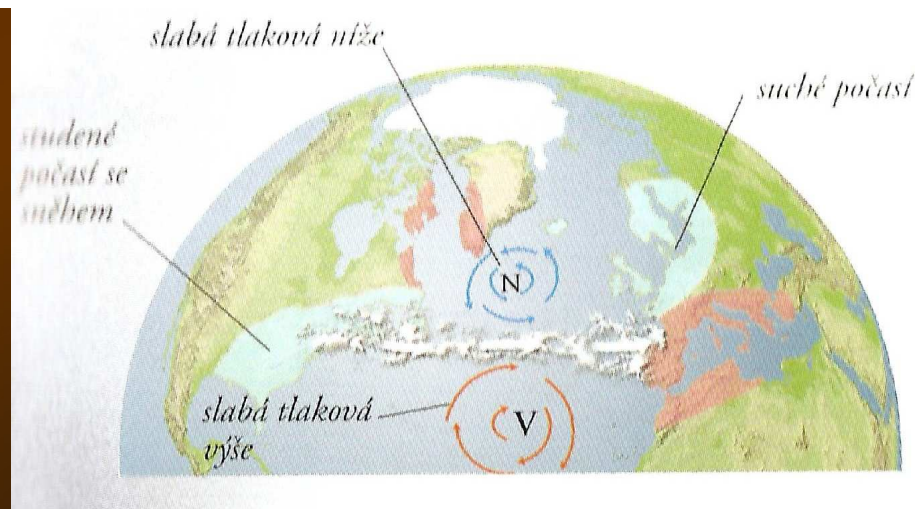
NAO index - standardizovaný rozdíl přízemního tlaku mezi Gibraltarem a Reykjavíkem.

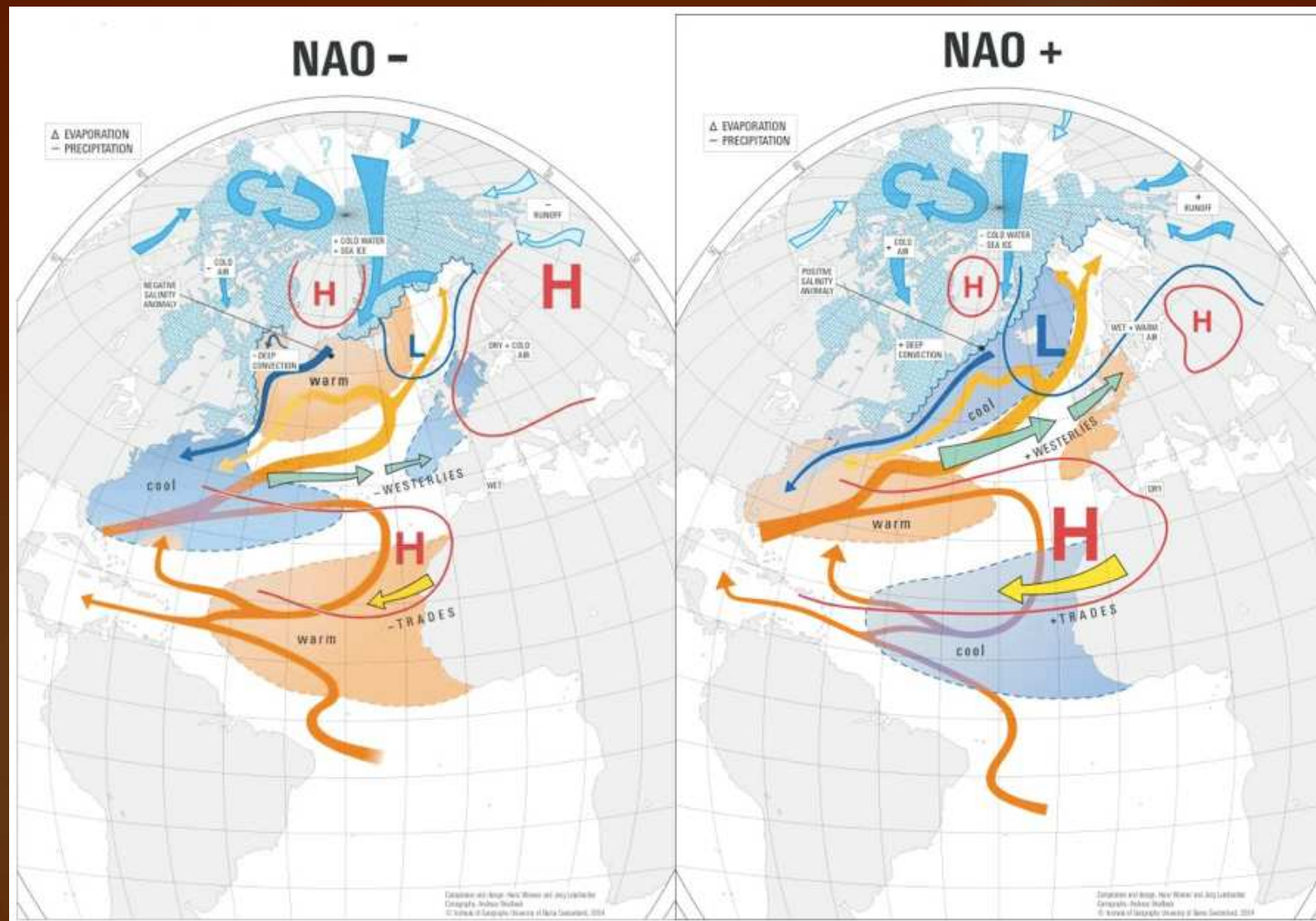
NAO – severoatlantická oscilace



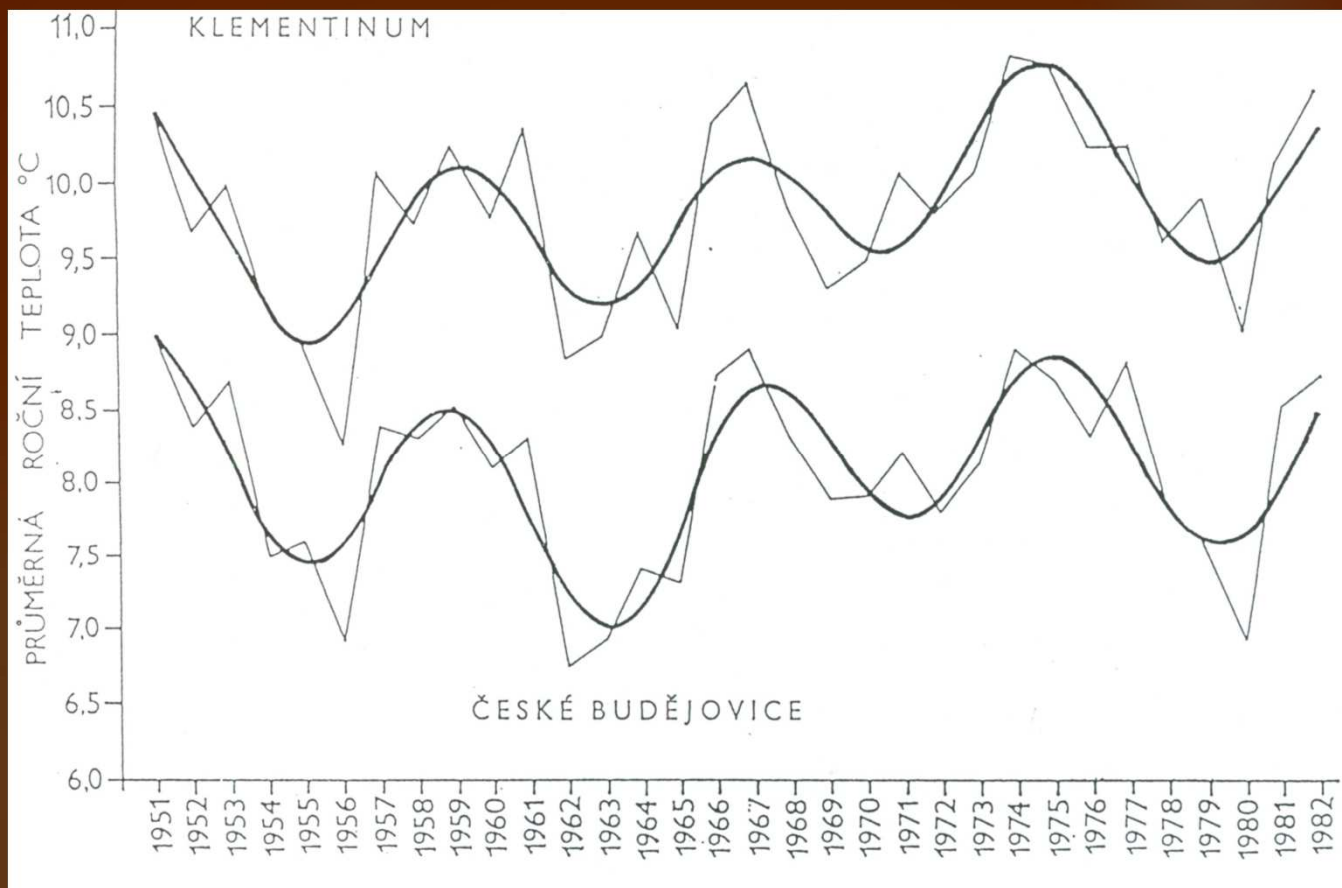
Velký rozdíl tlaku –
mírné zimy v Evropě

Malý rozdíl tlaku
-studenější zimy
v Evropě





NAO – severoatlantická oscilace

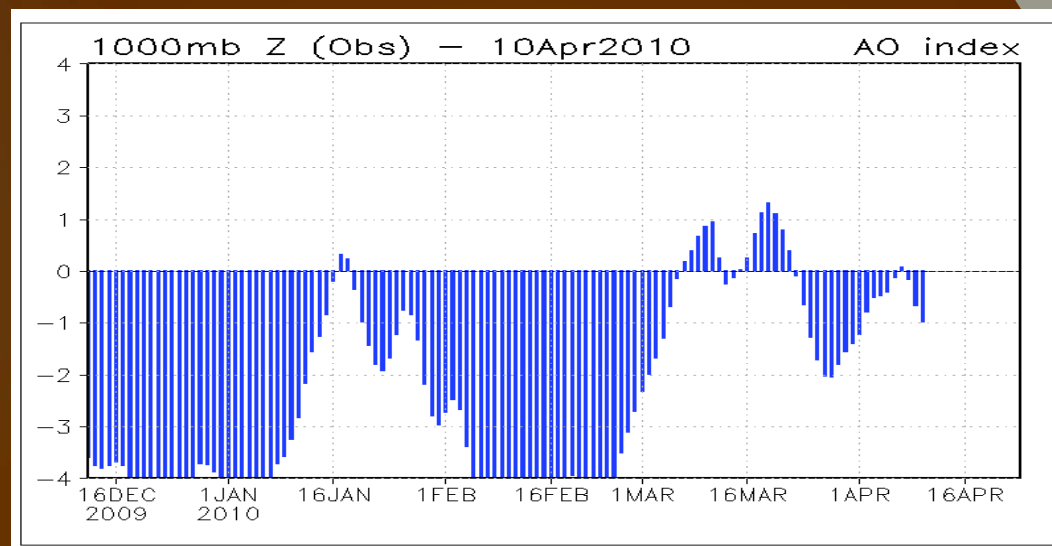


Vliv kvaziosmiletého teplotního cyklu na kolísání průměrných ročních teplot podle meteorologické observatoře v Praze – Klementinu a meteorologické observatoře v Českých Budějovicích a vypočítané oscilační křivky (Z. Vašků, J. Špaček, 1984)

AO – arktická oscilace

Klimatický jev na severní polokouli spojený se změnami klimatu mezi polárními oblastmi a středními zeměpisnými šířkami, zastřešuje Severoatlantickou oscilaci a některé další cirkulační módy severní polokoule.

Počasí na severní polokouli v zimě 2009/2010 a na jaře 2010 výrazně ovlivnil mimořádně silný výkyv AO. Extrémní záporná fáze trvala od prosince 2009 do února 2010 a v záporných hodnotách zůstal index arktické oscilace i v dalších měsících.



kladná fáze

- ▶ nižší tlak v polárních oblastech
- ▶ vyšší tlak ve středních zeměpisných šířkách
- ▶ dráhy oceánských bouří probíhají severněji
- ▶ teplejší počasí ve Velké Británii a ve Skandinávii
- ▶ sušší podmínky v Španělsku a na Blízkém východě
- ▶ silnější pasáty

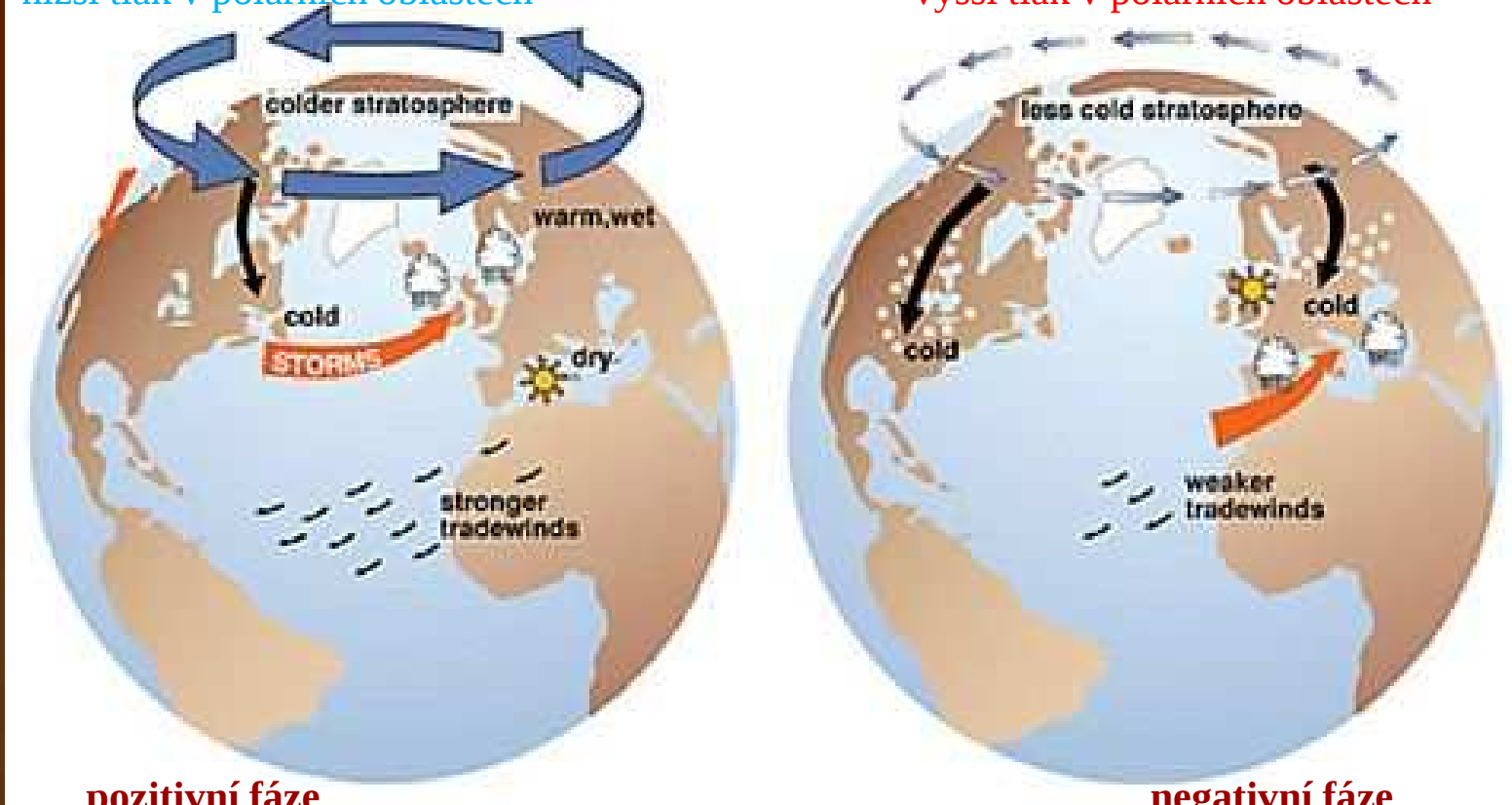
záporná fáze

- ▶ vyšší tlak na pólech a nižší ve středních zeměpisných šířkách
- ▶ teplejší počasí v Kanadě a Grónsku
- ▶ studené počasí ve Velké Británii, v části západní a severní Evropy a na Sibiři
- ▶ vlhčí podmínky ve Středomoří
- ▶ slabší pasáty

AO – arktická oscilace

nižší tlak v polárních oblastech

vyšší tlak v polárních oblastech

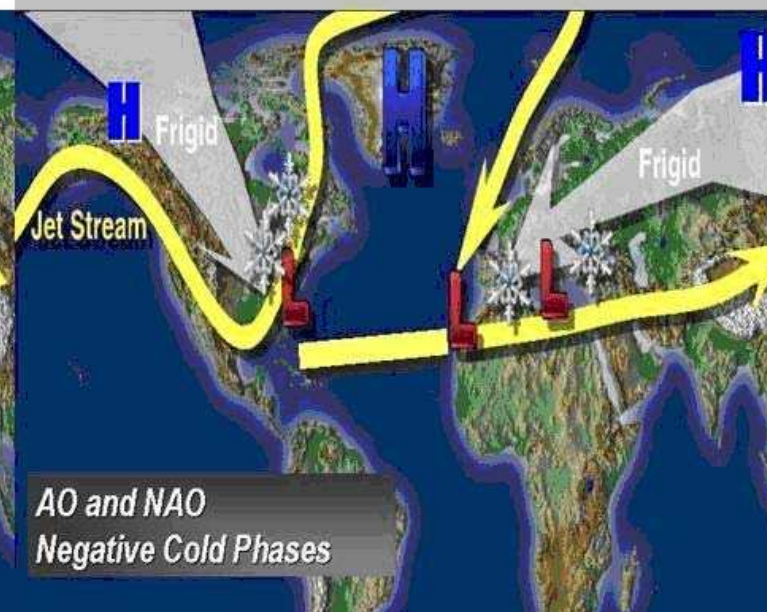
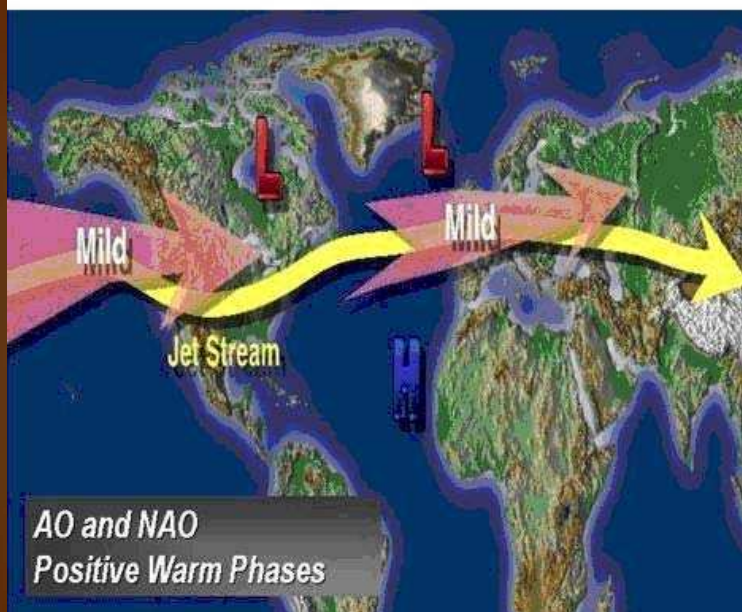
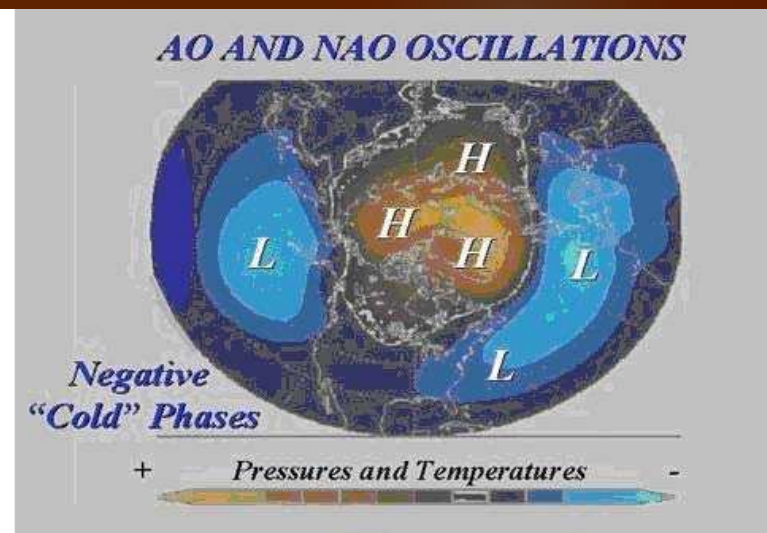
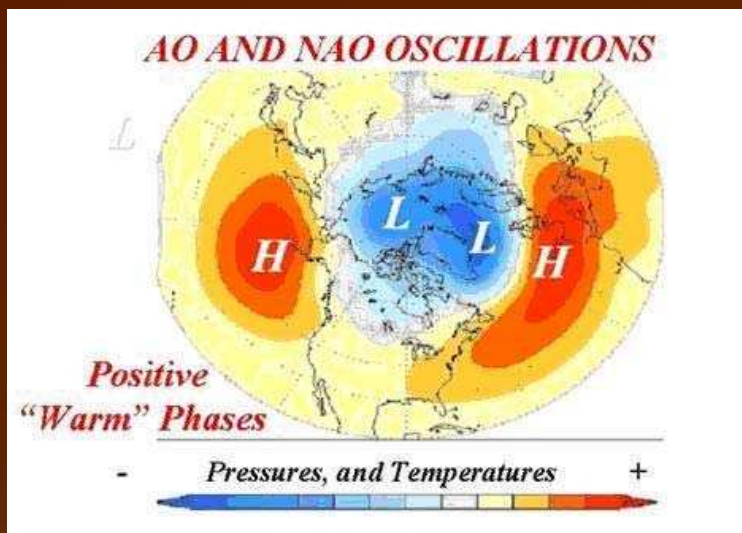


pozitivní fáze

negativní fáze

http://www.cpc.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/ao_index_mrf.shtml





PDO – pacific decadal oscillation

Pacifická dekádová (dlouhodobá) oscilace (PDO) je vzorec proměnlivosti klimatu v prostoru Tichého oceánu.

Teplé a studené fáze se střídají s přibližnou periodou 20 až 30 let. V teplé fázi je západní Pacifik chladnější, východní část teplejší, v záporné fázi je tomu naopak.

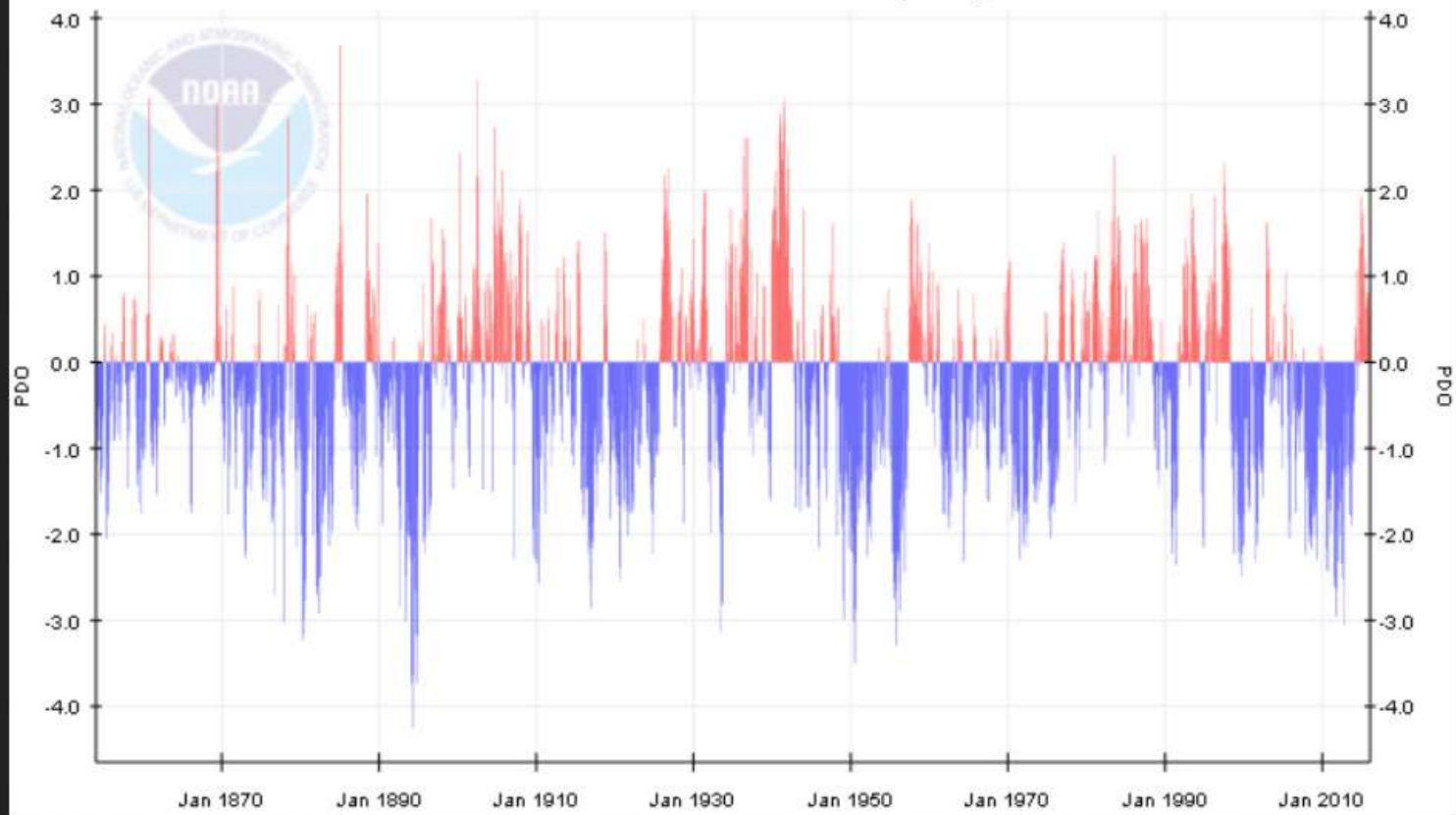
PDO může v teplé fázi zvyšovat četnost El Niño epizod, v chladné fázi mohou vznikat častěji epizody La Niña. Chladné režimy byly v letech 1890 až 1924 a 1947 až 1976. Poslední teplá fáze byla výjimečná výskytem mimořádně silného jevu El Niño v letech 1997-98.

Chladný režim začal někdy kolem roku 1999, nyní teplá fáze.

Byla definována mořským biologem S. Harem teprve v roce 1996 na základě úlovků aljašského lososa a později potvrzena na výnosu sardinek a dalších ryb. Teplejší moře znamená na severu větší produkci fytoplanktonu, a tím celého potravinového řetězce včetně lososa.

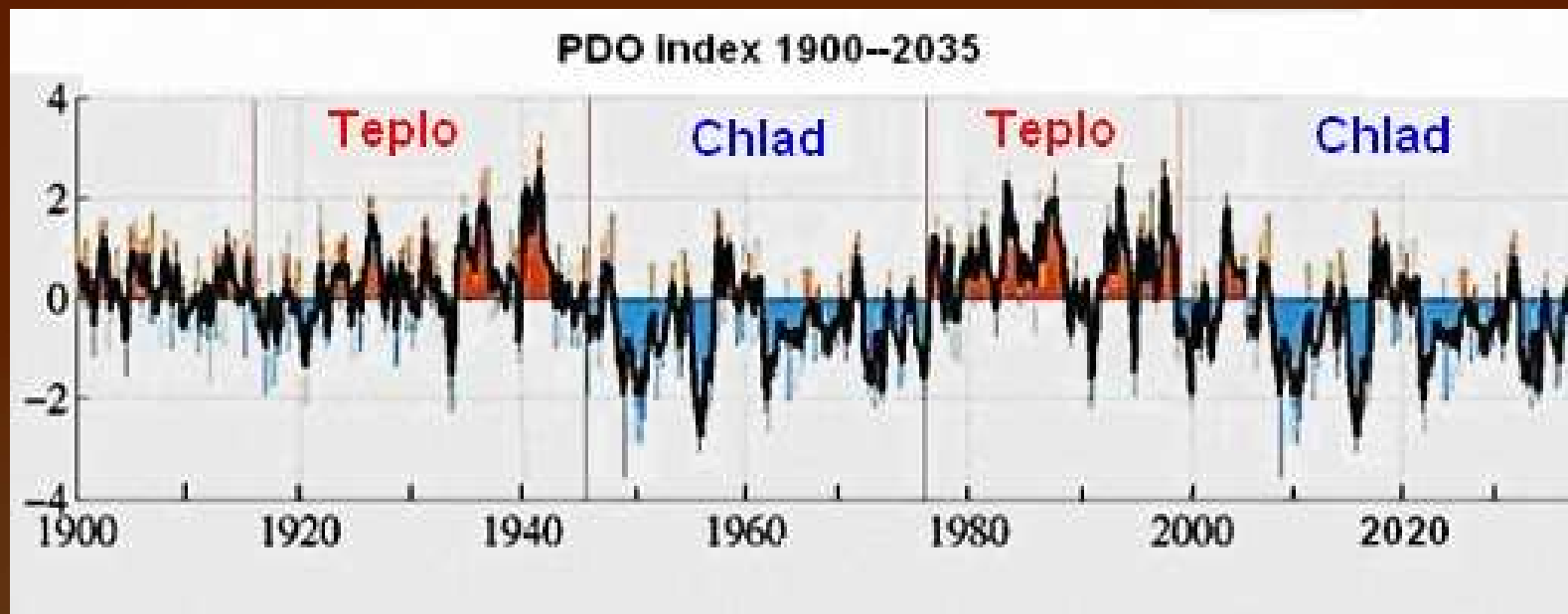
Naopak v tropické oblasti Tichého oceánu znamená teplejší moře nižší výstup studených úživných vod, a tím menší úlovky. PDO tak z hlediska rybolovu funguje v opačném režimu mezi rovníkovou a polární oblastí. Její základní cyklus od minima k maximu je stejně jako u AMO sedmdesátiletý a dá se dělit na zhruba 30–40 let trvající chladné období a stejně dlouhé období teplé. Hlavní výkyvy PDO začínají na začátku nového 22letého cyklu slunečních skvrn, tedy Haleova cyklu, kdy se sluneční magnetické pole vrací po normální a obrácené fázi nazpět do výchozí polohy.

Pacific Decadal Oscillation (PDO)



předpověď

PDO



AMO – atlantická multidekadální (dlouhodobá) oscilace

AMO byla rozeznána teprve v roce 2000

AMO je definována jako dlouhodobá, přirozená změna teploty mořské hladiny v Atlantiku. Podle analýz sedimentů – například podle počítání rybích šupin v různých vrstvách – je zřejmé, že AMO funguje nejméně tisíc let, ale možná po téměř celý holocén.

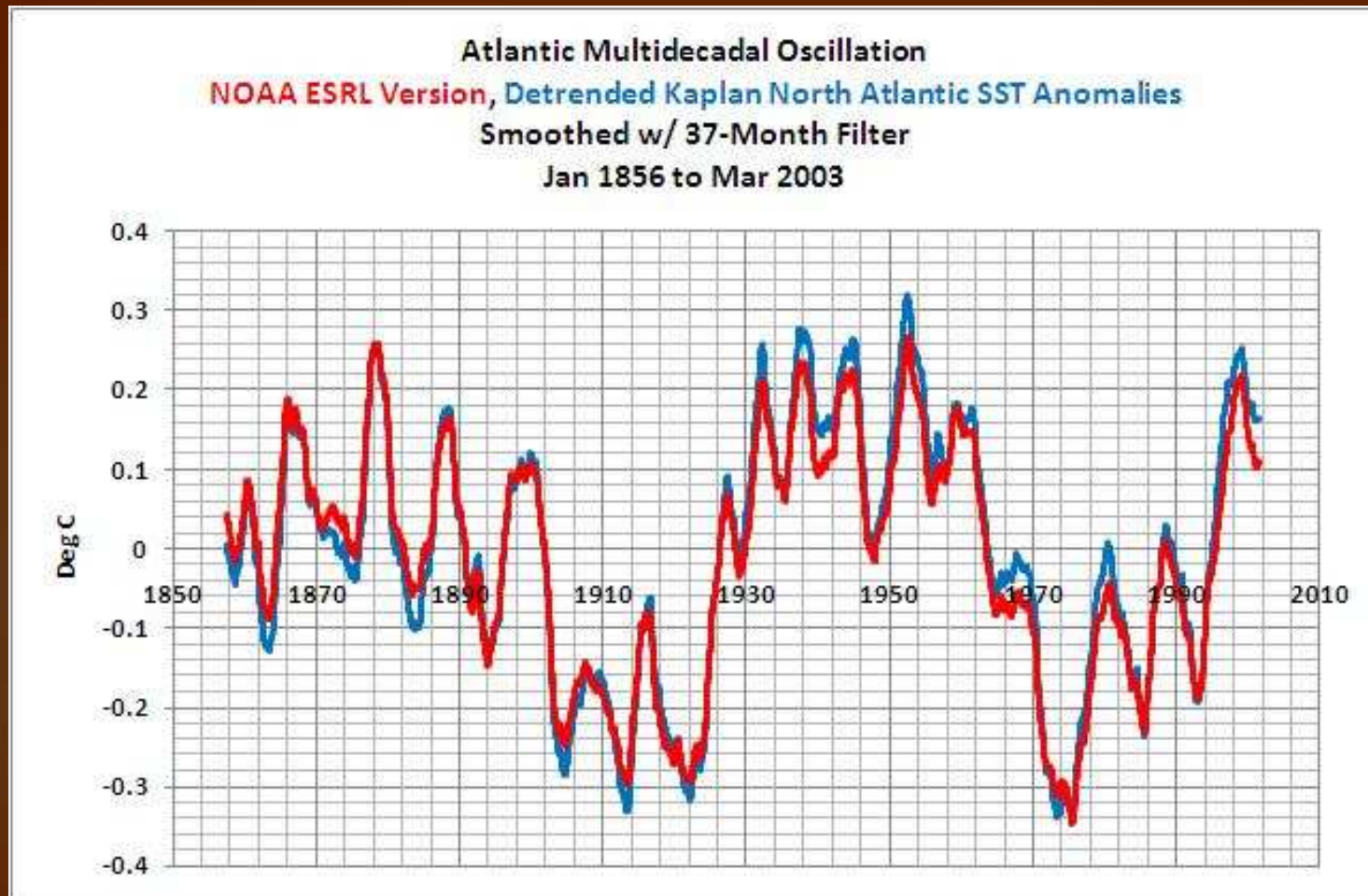
Chladnější AMO snižuje hurikánové nebezpečí, působí proti zvyšování mořské hladiny a z evropského hlediska je velice významné tím, že přináší vláhu do středomořské oblasti. Na jednu stranu tak omezuje sucha, na druhou způsobuje přívalové deště.

Pravděpodobnost současného příchodu dlouhodobé chladné fáze AMO byla poměrně vysoká, a navíc za situace, kdy je současná sluneční aktivita na jednom z nejnižších minim – buď je srovnatelná s obdobím kolem roku 1928, nebo dokonce s minimy malé doby ledové. AMO nastupuje postupně. V roce 1964 to trvalo osm let, než dosáhla skutečně nízkých hodnot. Měření ale ukazují návrat do kladného režimu.

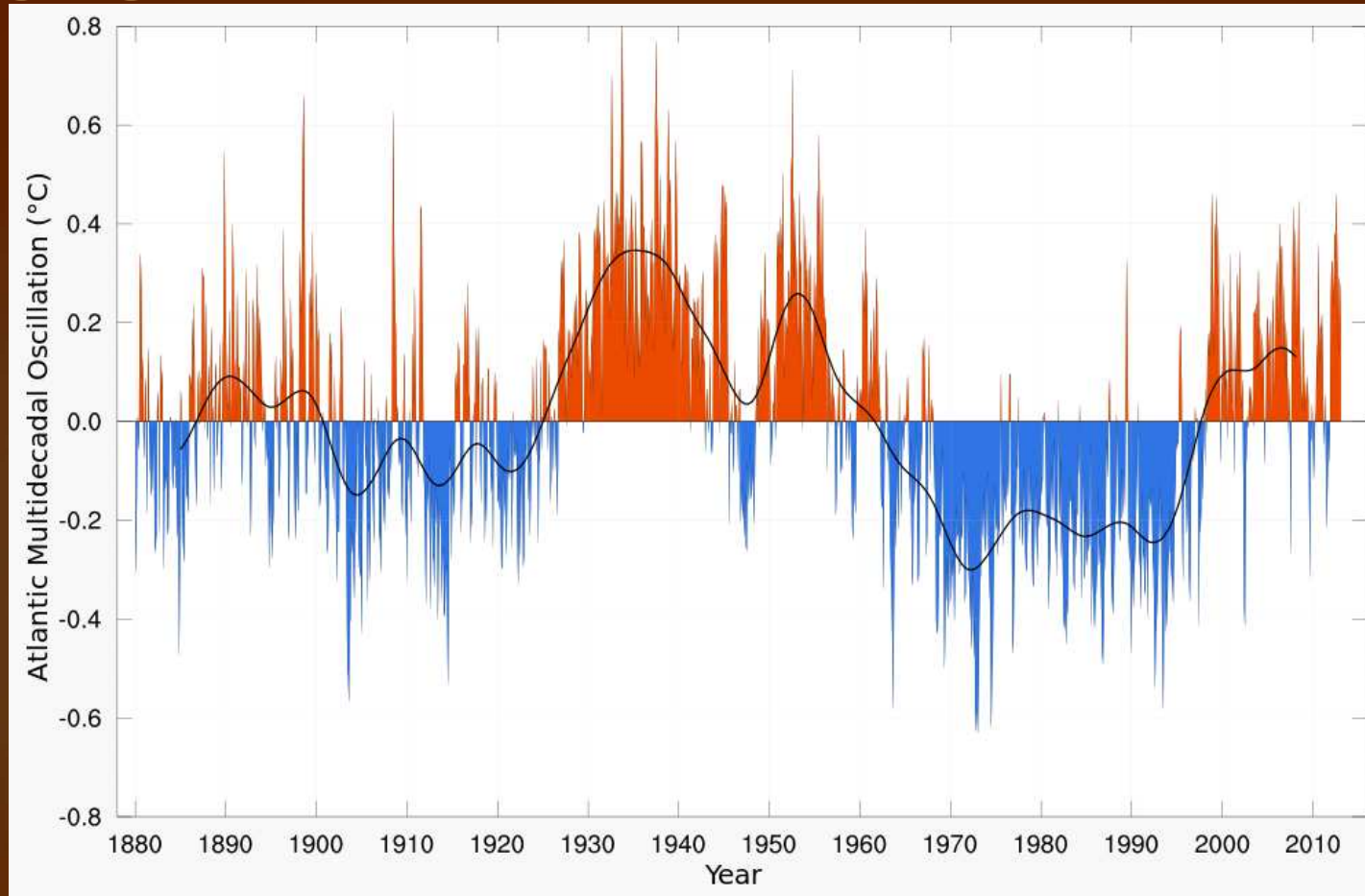
Podstatná klimatická změna, a to směrem ke globálnímu ochlazení, by nastala při shodné fázi AMO a PDO, jaká byla v letech 1880–1890, 1916–1922, 1964–1976. Nejde přitom ani tak o průměrné teploty, ale o sílu větrů a jejich směr. Tryskové proudění nad Amerikou se podle mezihry AMO–PDO posouvá na jih či sever a nechává Velké pláně buď bez srážek, či naopak zelené.

K nám tryskové proudění v negativní fázi AMO vstupuje přes Maroko, a pak se stáčí na sever. Středozeemí je naštěstí vlhčí, ale Evropa je v zimě více otevřena chladnému severovýchodnímu vlivu.

AMO – historie



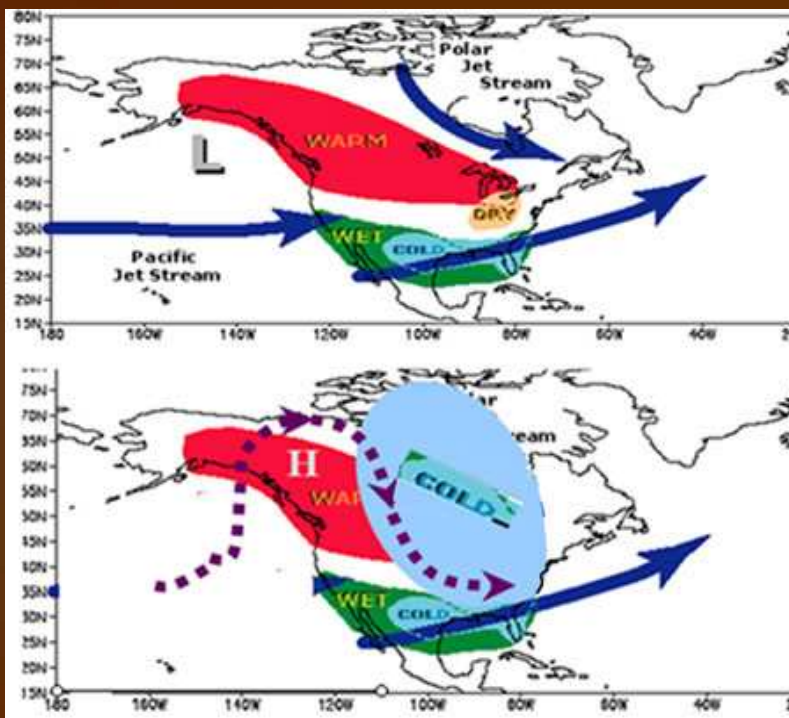
AMO – atlantic multidecadal oscillation

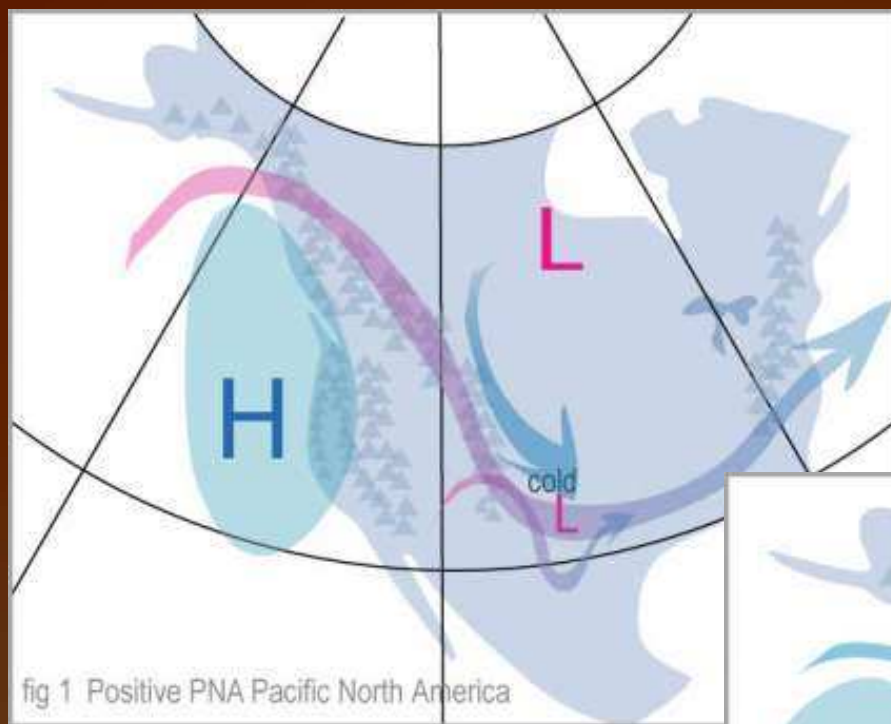


PNA – Pacific North American Pattern

Pacificko-Severoamerický mód (Pacific North American Pattern –PNA)

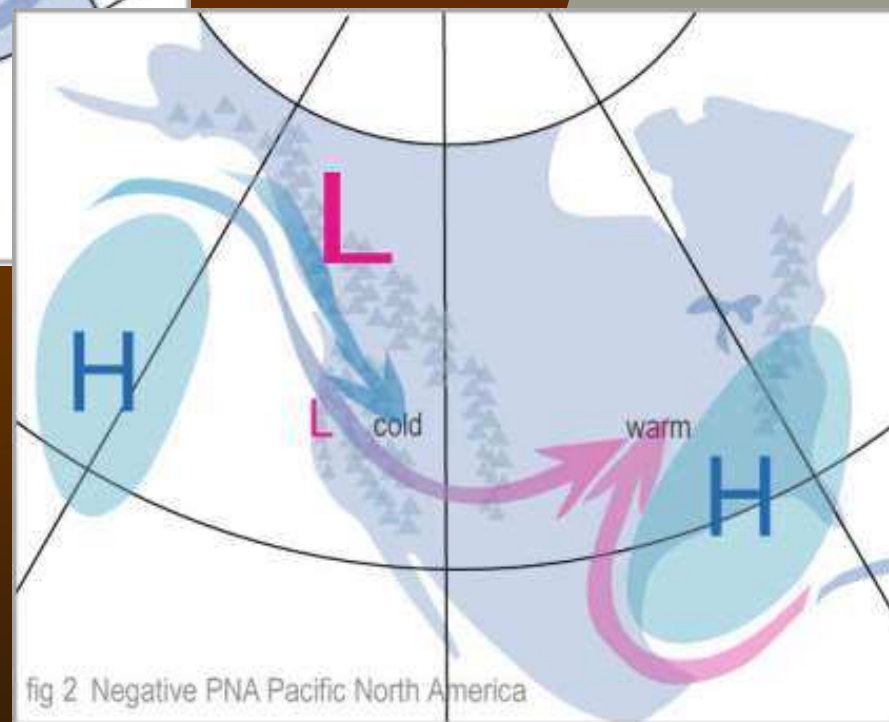
je klimatický jev v severní části Tichého oceánu. Tento mód je spojen s rozdíly tlaku mezi aleutskou tlakovou níží a havajskou tlakovou výší. PNA je po NAO druhou nejvýznamnější oscilací na severní polokouli.



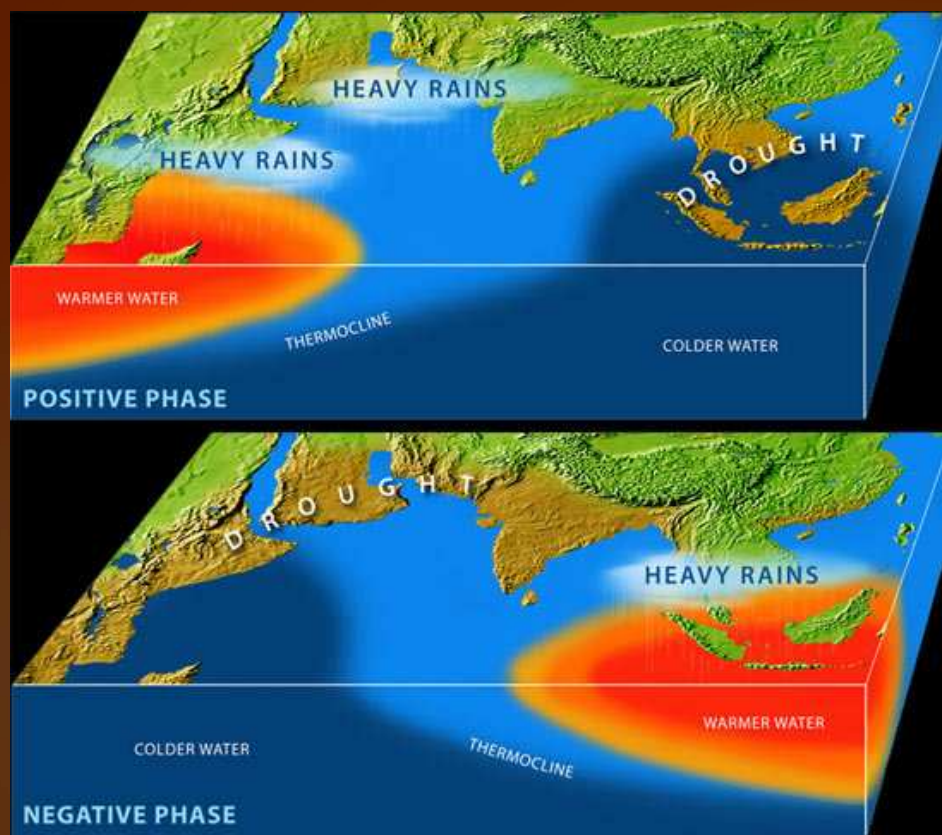


Pozitivní fáze PNA
silné tlakové útvary
teplo na západě USA
chladněji na východě

Negativní fáze PNA
slabé tlakové útvary
teplo na východě USA
chladněji na západě



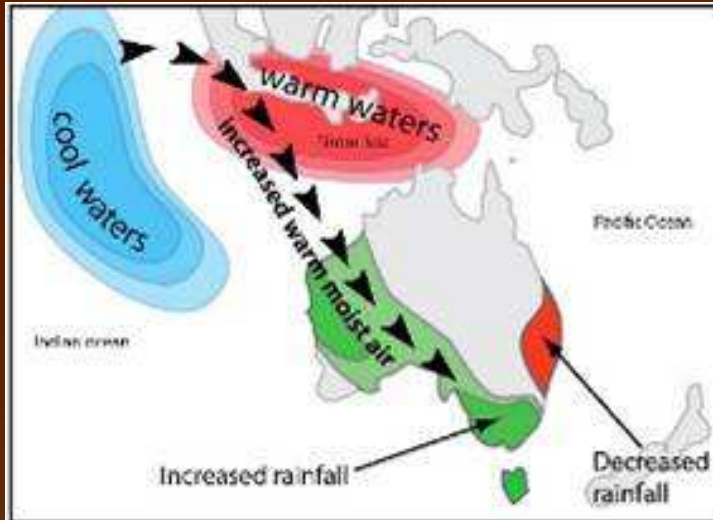
IOD – Indian Ocean Dipole



Indický oceán Dipole (IOD) je definován rozdílem mořské povrchové teploty mezi dvěma oblastmi v Arabském moři (Západní část Indického oceánu) a ve východním Indickém oceánu jižně od Indonésie. IOD ovlivňuje klima Austrálie a dalších zemí, které obklopují Indický oceán a je významný pro srážky v tomto regionu

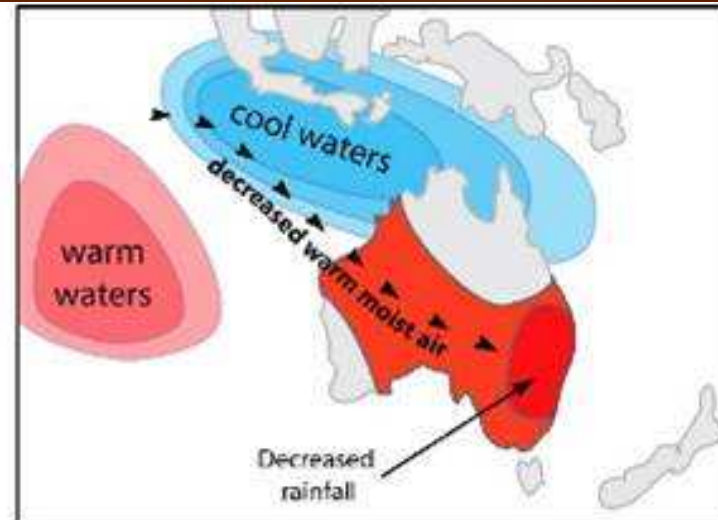
IOD má nejspíše souvislost s ENSO prostřednictvím rozšíření Walkerovy cirkulace na západě a souvisejícím indonéským prouděním (průtok teplé tropické vody od Pacifiku do Indického oceánu). Proto pozitivní IOD události jsou často spojovány s El Niño a negativní události s La Niña.

IOD – Indian Ocean Dipole



Negative phase: cool Indian Ocean water drives moist warm air and brings normal rainfall.

- chladnější moře v západní části Indického oceánu vzhledem k východu
- větry stále západní, přináší zvýšenou oblačnost do Austrálie
- více srážek severní a jižní Austrálii.

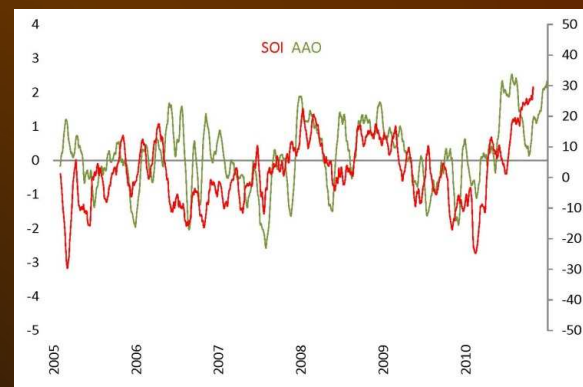
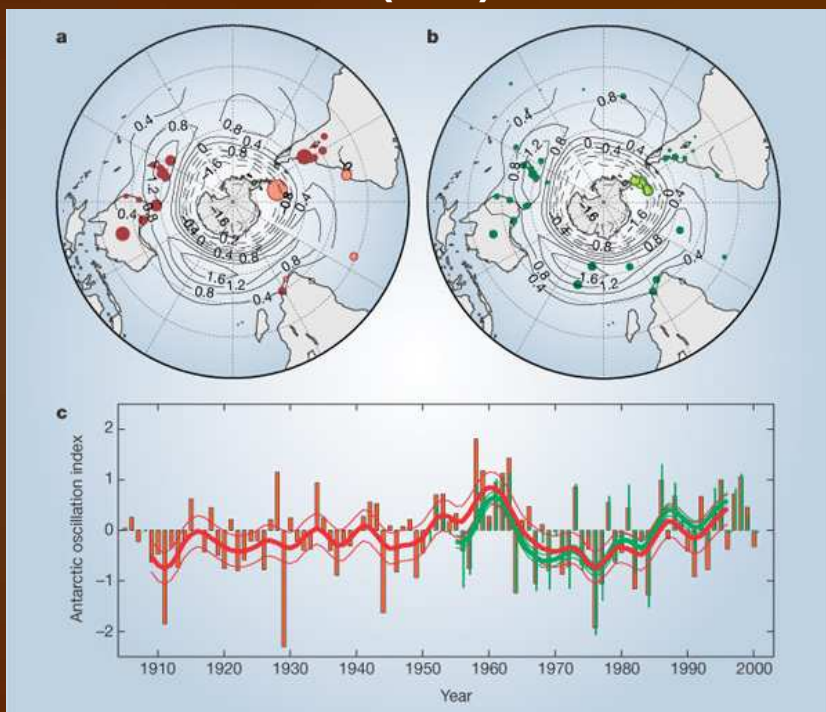


Positive phase: warm Indian Ocean water leads to weaker, drier winds and less rainfall.

- vyšší povrchové teploty v západní části Indického oceánu vzhledem k východu
- východní vítr vane přes Indický oceán a méně oblačnosti je v severozápadní Austrálii
- méně srážek nad jižní Austrálií

AAO arktická oscilace

Dominantní cirkulační mód jižní polokoule na jih od 20. rovnoběžky, je znám i pod názvem cirkumpolární mód proměnlivosti jižní polokoule (Southern Hemisphere Annular Mode, SHAM). Je obdobou Arktické oscilace na severní polokouli. Střídání kladné a záporné fáze AAO se projevuje rozdíly tlaku vzduchu ve vyšších zeměpisných šířkách nad Antarktidou a oblastmi přibližně na 40. až 50. rovnoběžce => Antarktický oscilační index (AOI).

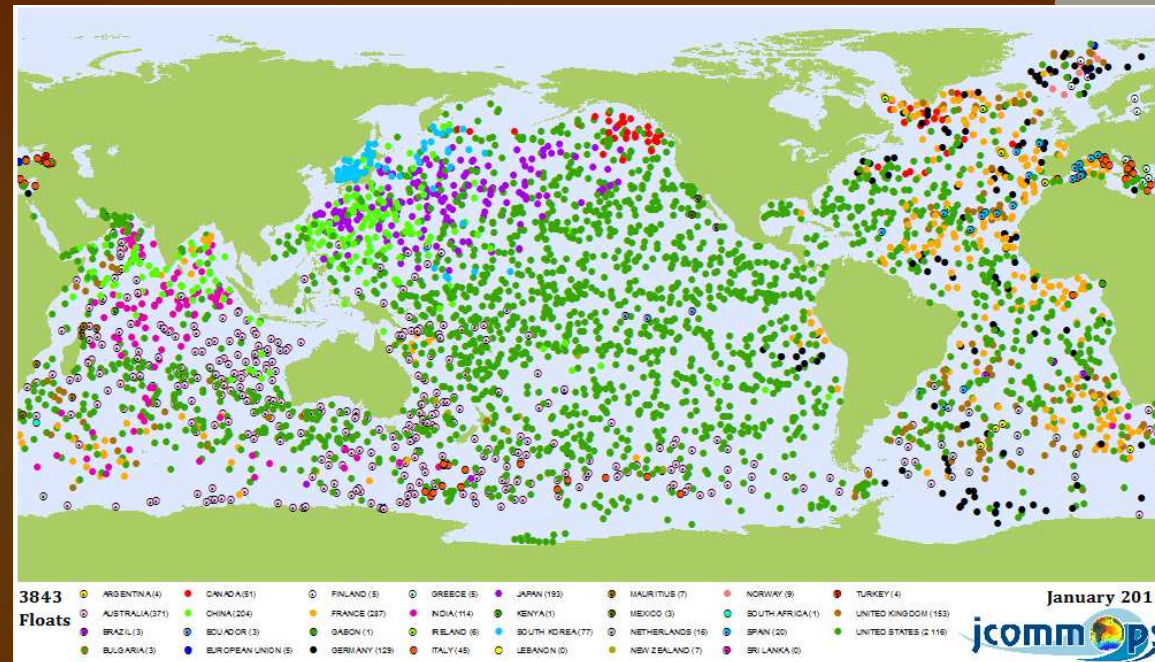




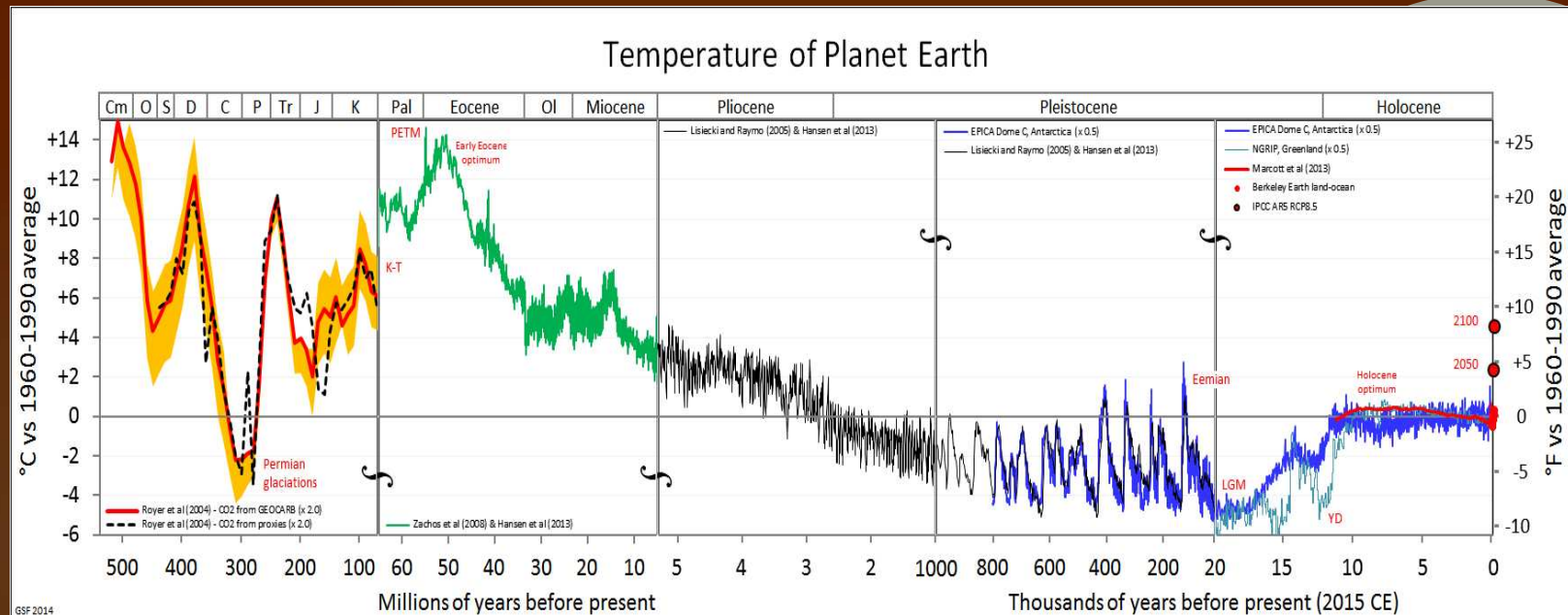
Bóje ARGO

Argo je systém pro sledování teploty , salinity a proudů v oceánech, které je v provozu od roku 2000. Data v reálném čase jsou používána pro klimatologii a oceánografii.

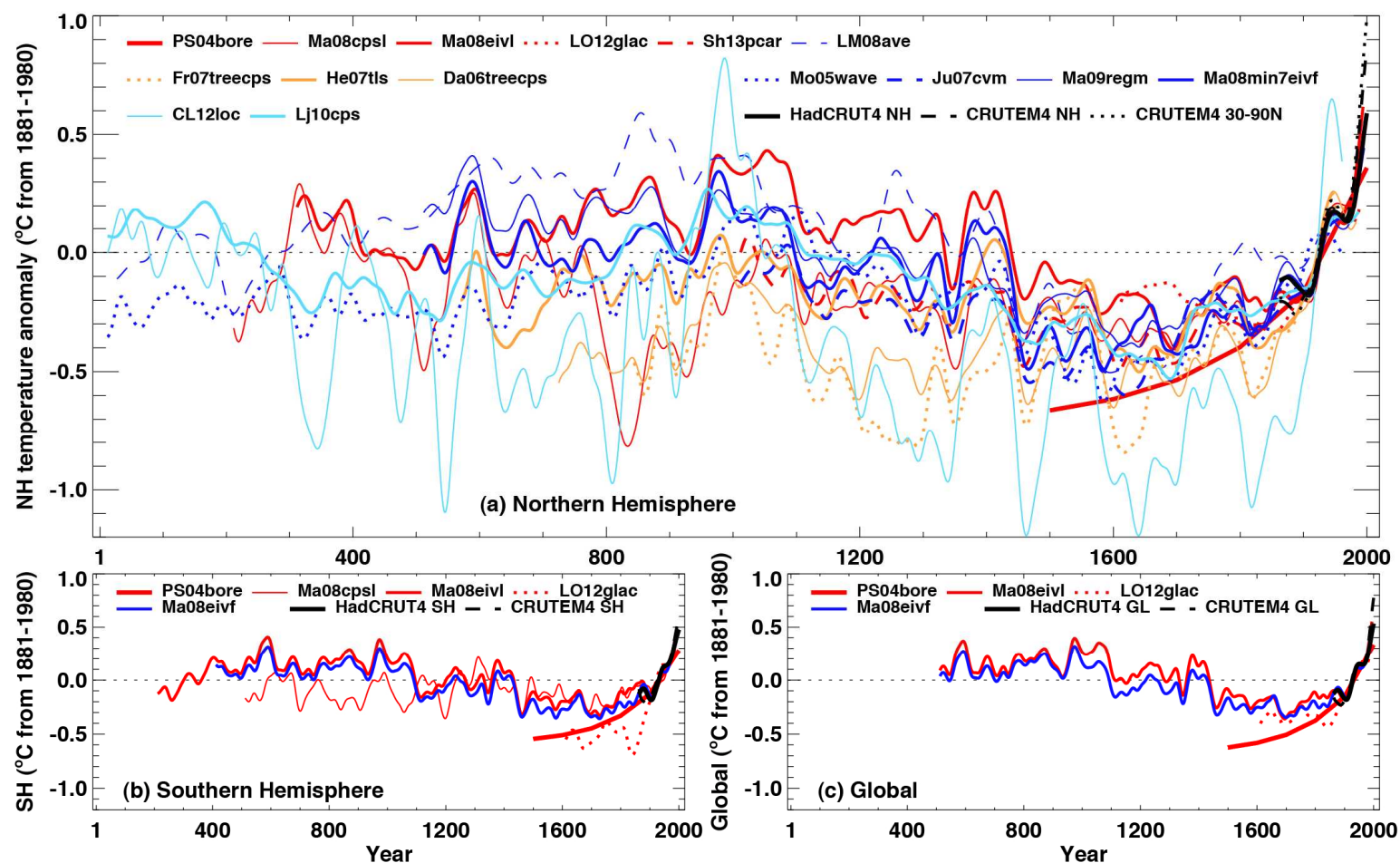
Argo je asi 4 000 bójí, každá váží asi 20 – 30 kg (podle použitých přístrojů). Jsou v „parkovací hloubce“ asi 1000 metrů a každých 10 dnů se ponoří do 2000 m a vyplují na povrch, celou dobu měří teplotní profil a tlak, z něhož se pak vypočítá salinita a hustota vody. Data jsou přenášena přes satelit a jsou běžně dostupná.



jak šly teploty na planetě Zemi

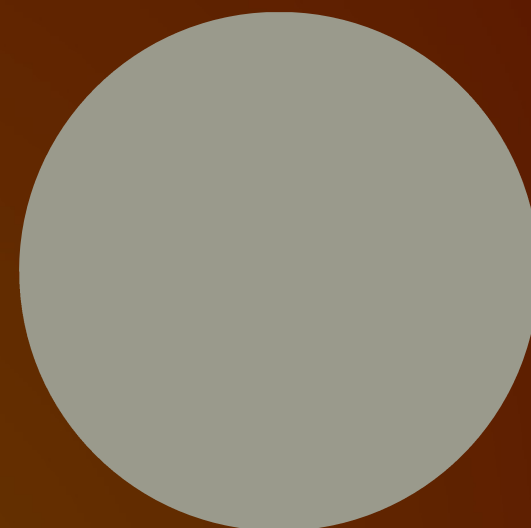
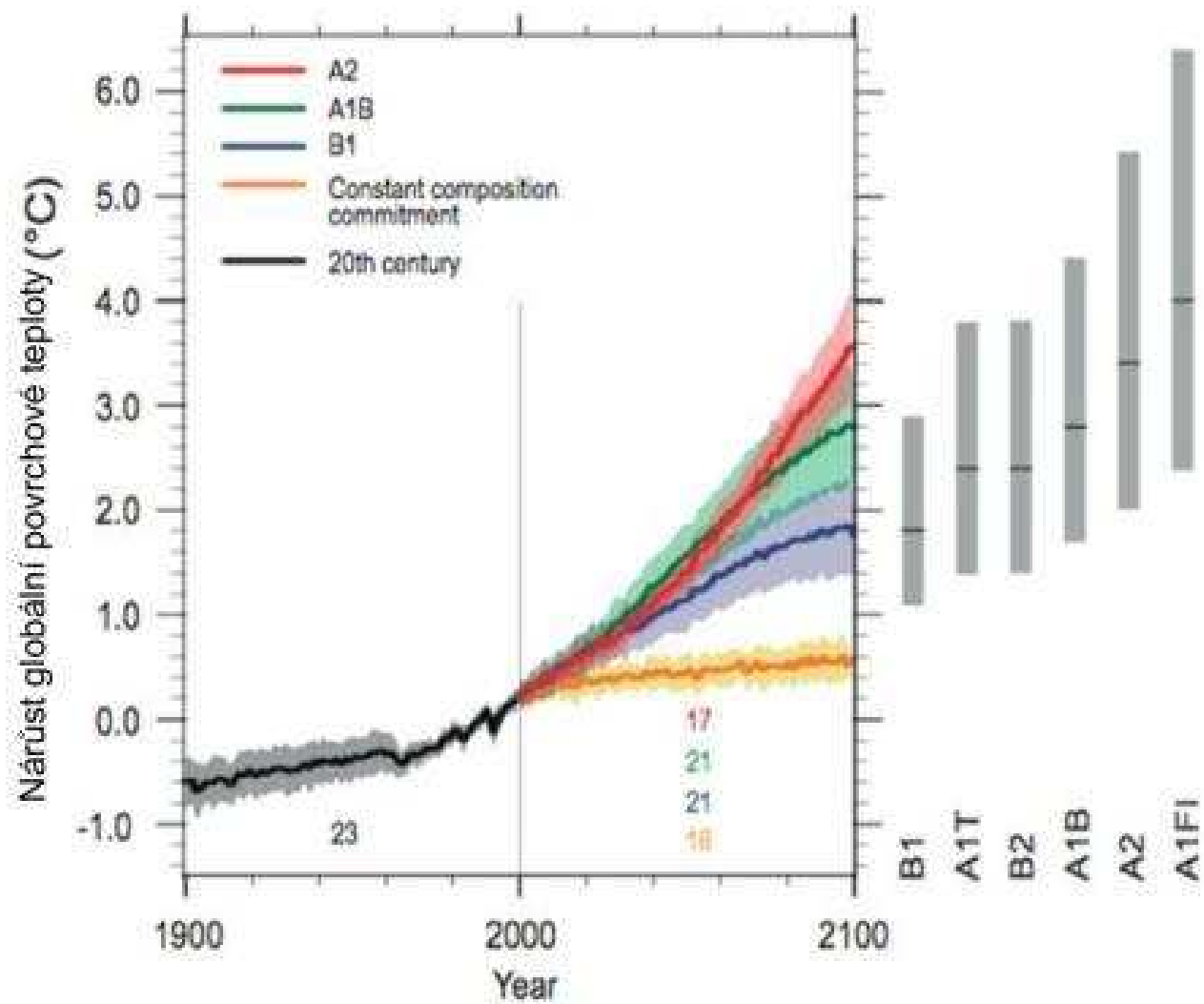


poslední dvě tisíciletí



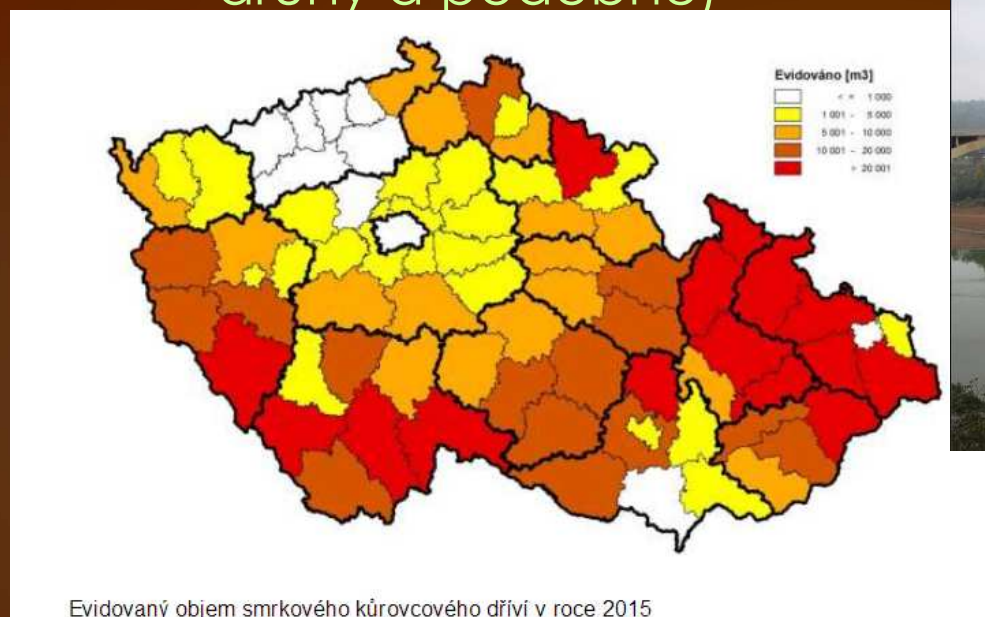
vládní usnesení ke změně

- ▶ **klima** města a obce se musí připravit na dopady změny klimatu, zejména na vlny horka, sucho, přívalové srážky a povodně. Jako nejpálčivější problém se ukazuje nedostatek vody a její kolísající kvalita.
- ▶ Velká města budou čelit efektu tzv. tepelných ostrovů, kdy se uvnitř zástavby bude zvyšovat teplota oproti jejich okolí až o několik stupňů.
- ▶ Nejvíce ohroženi teplotními výkyvy budou skupiny osob se sníženou schopností termoregulace: senioři, nemocní a malé děti.



klimatická budoucnost!

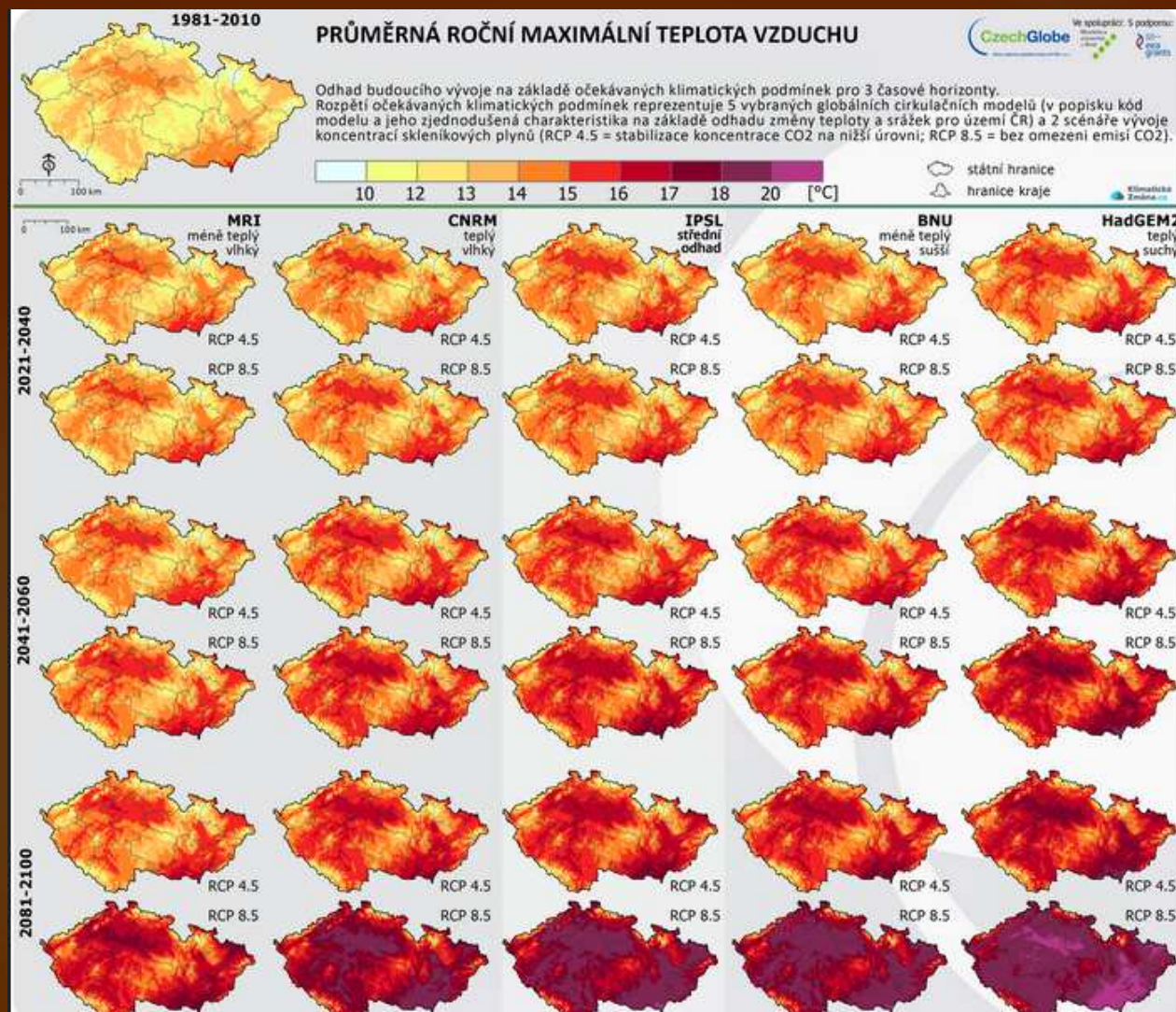
- ▶ rozkolísanost – mrazivé týdny (tlakové výše), náhlé srážky v podobě přívalů, vlny veder, vítr
- ▶ důsledky – změny v přírodě (kůrovec, invazivní druhy a podobně)



Orlík po vypouštění kvůli navýšení průtoku 2015

reakce kůrovce na extrémní vedra 2015

klimatická budoucnost?



bude takto vypadat naše
krajina v budoucnosti?





děkuji za pozornost