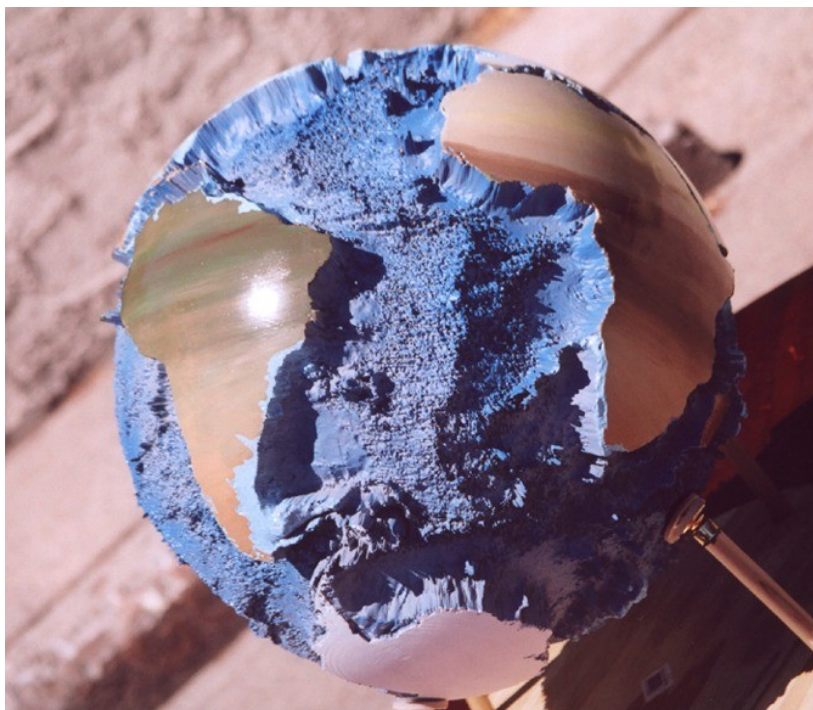


Biotické krize a globální ekosystémy v historii Země – část X.

## Hromadná vymírání v historii Země - příčiny



**Rostislav Brzobohatý**  
(zkrácená verze, 2019)

# Hromadná (masová) vymírání - biotické krize

- **Definice HV - vymizení relativně velkého procentuálního podílu druhů (>75%) různých skupin organismů během krátkého úseku geologického času ( $10^3$ - $10^6$  roků) v globálním měřítku**

# Vztah mezi záznamy velkých událostí v geol. historii Země a biotickými krizemi:

1) dynamika planety (desková tektonika)

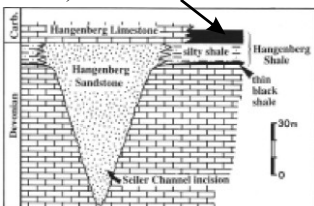


2) vulkanismus



dekkanské trapy (Indie), křída/paleogén, lávy ~2.000m mocné, 450.000 km

3) eustatické změny mořské hladiny, mořské proudy, anoxie, černé břidlice

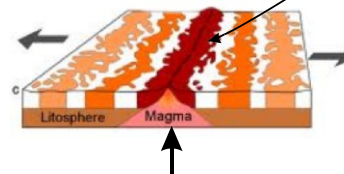


4) změny klimatu, zalednění

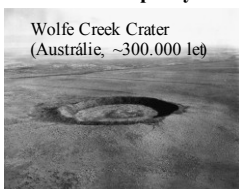


„Snow Ball Earth“ (sv. prekambrium)

5) zemská magnetická polarizace (přepólování)



6) mimozemské impakty

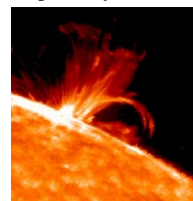


7) zvýšené obsahy prvků v horninách

hranice K/T, Wyoming, 1000x vyšší obsahy Ir než podloží a nadloží



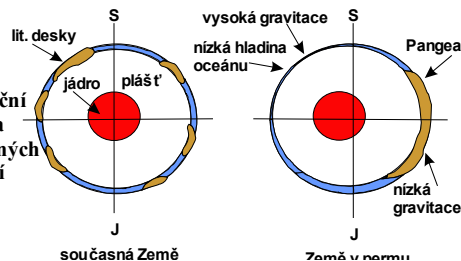
8) Sluneční supererupce, supernovy



9) katastrofické uvolnění klatrátů (pevné fáze metanu) ze dna oceánů



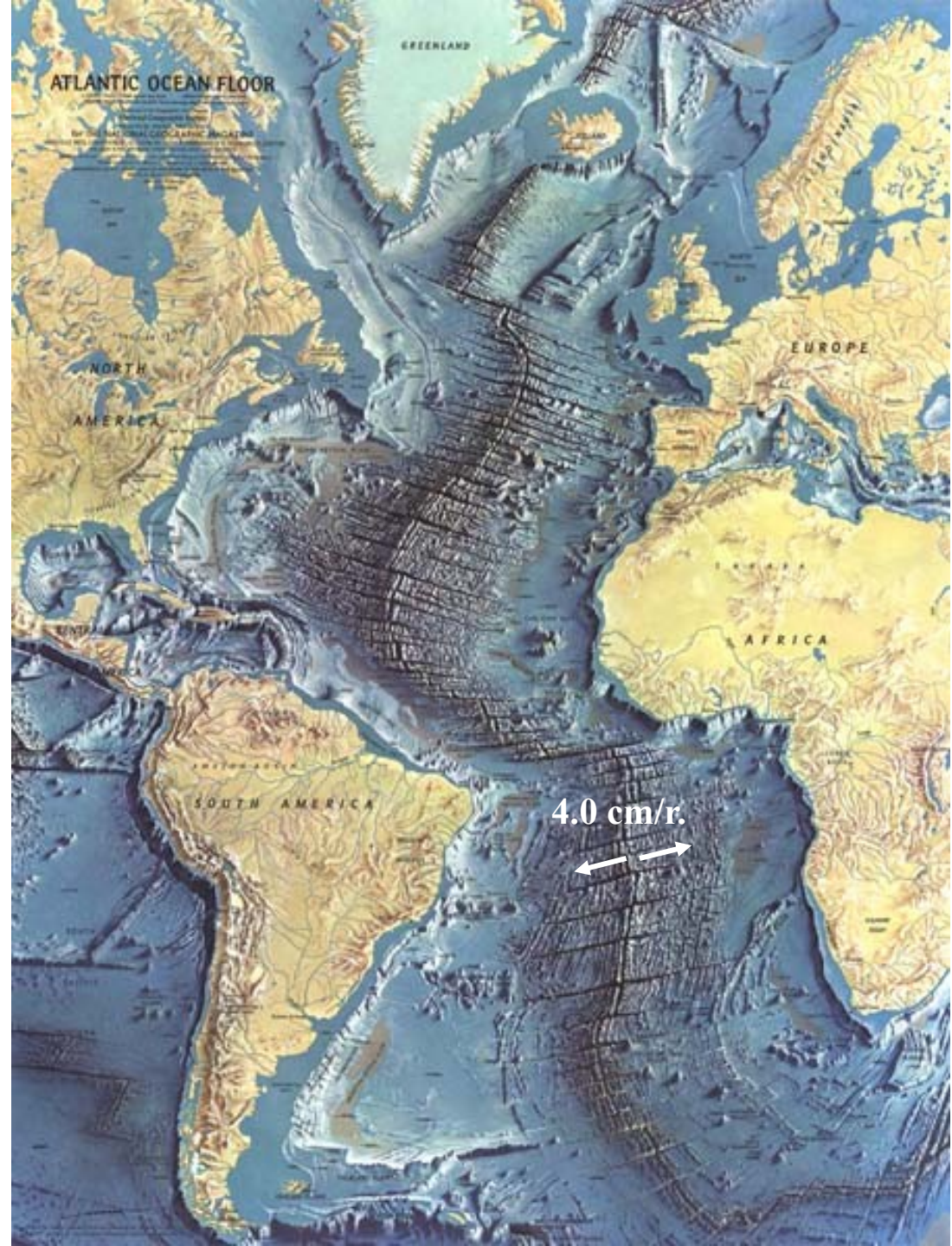
10) Gravitační hypotéza hromadných vymírání

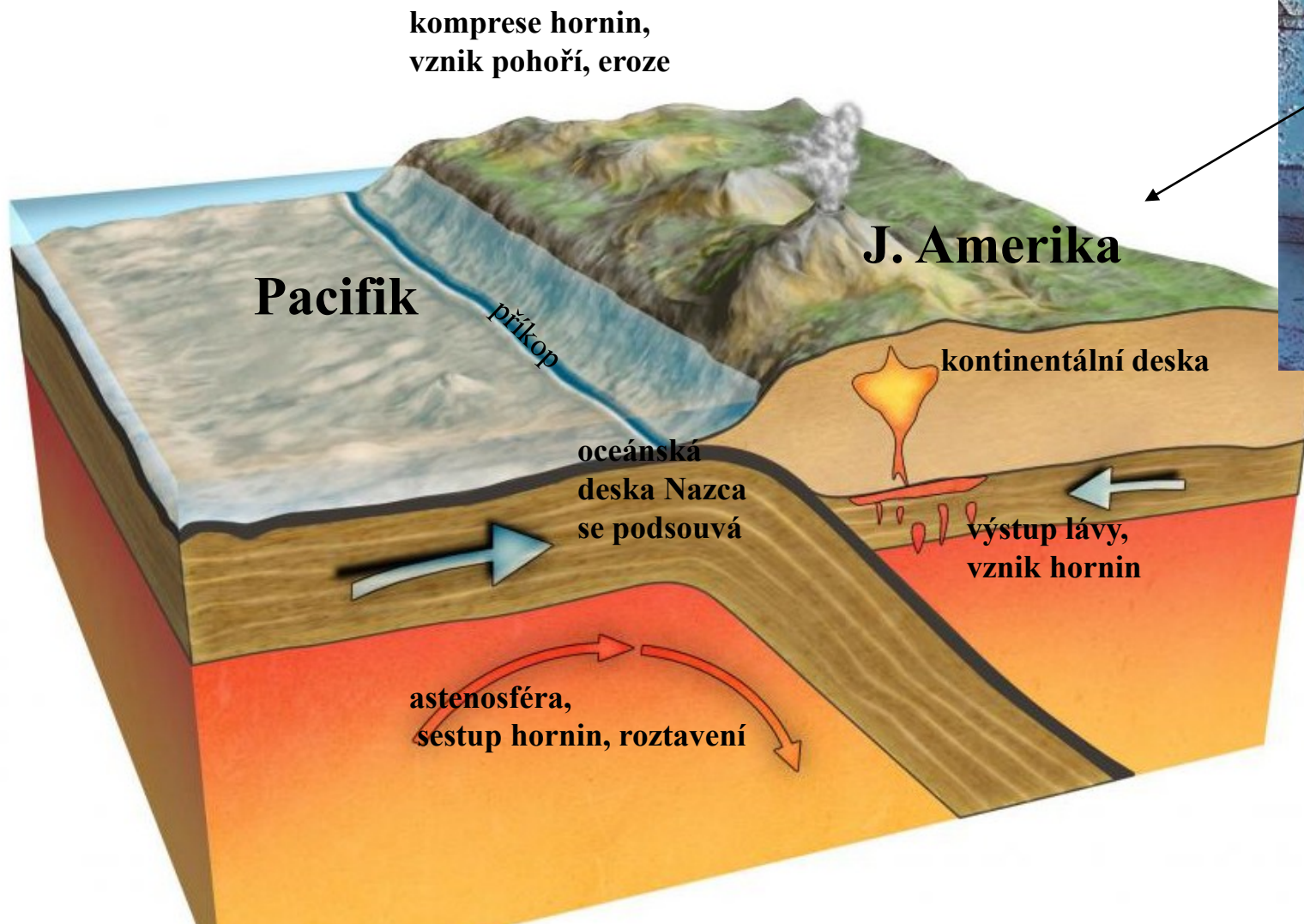


## **Ad 1) Tektonika desek (dynamika planety)**

- Tříštění, oddalování a shlukování zemských (litosférických) desek
- Změna rozložení a tvaru kontinentů
- Snížení a zvýšení mořské hladiny (transgrese, regrese)
- Vznik šíjí, pánevních spojení – migrace organismů
- Izolace - zamezení biotických migrací
- Změna směru oceánských proudů
- Změna proudění vzduchu, klimatické změny
- Sopečná činnost (vulkanismus)

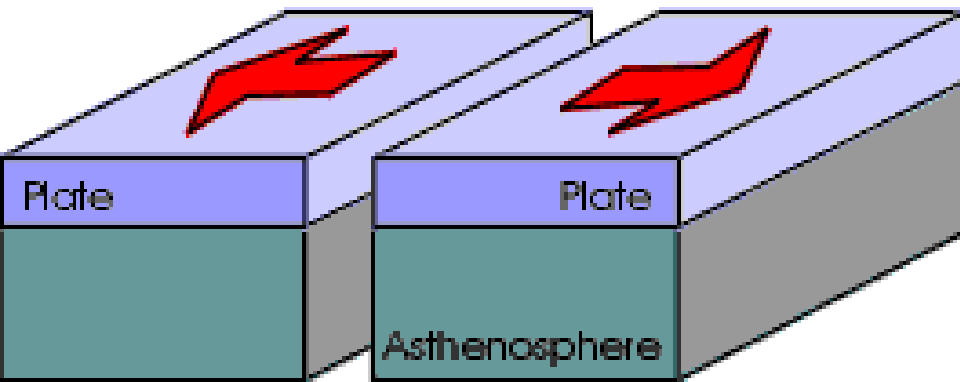
# Oceánské dno - Atlantik



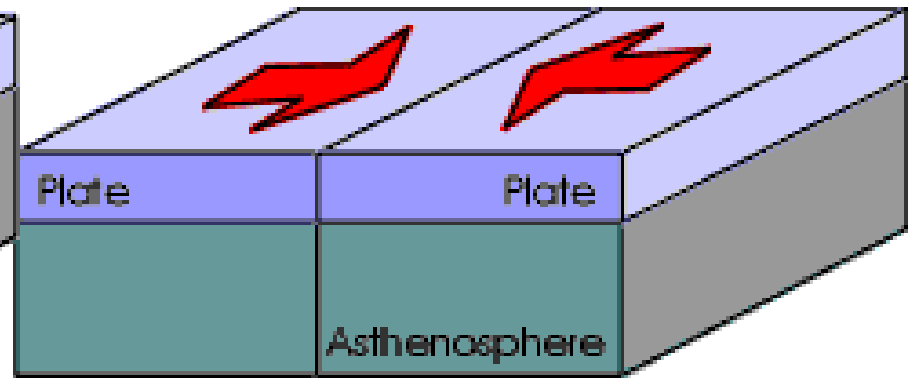


**Podsouvání (subdukce) oceánské desky pod kontinentální desku (např. Nazca pod Jihoamerickou) v současnosti**

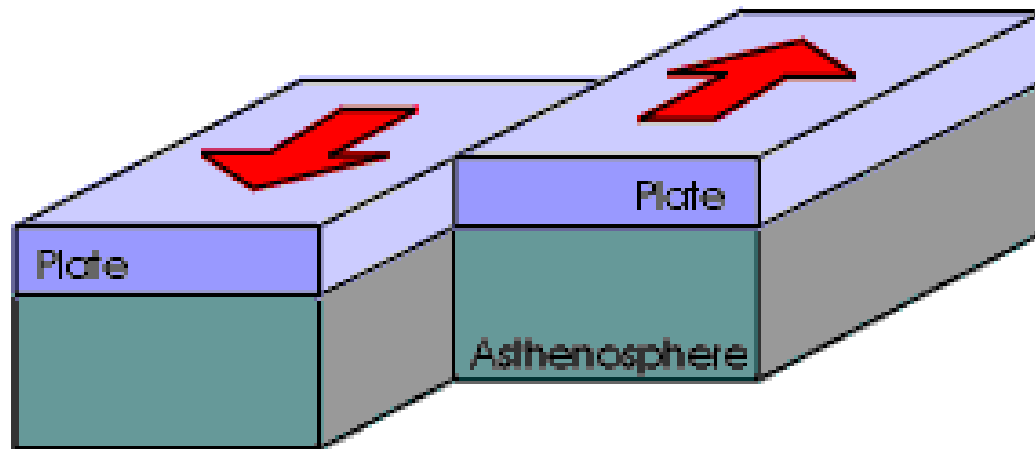
## Zemské desky se :



a) oddalují

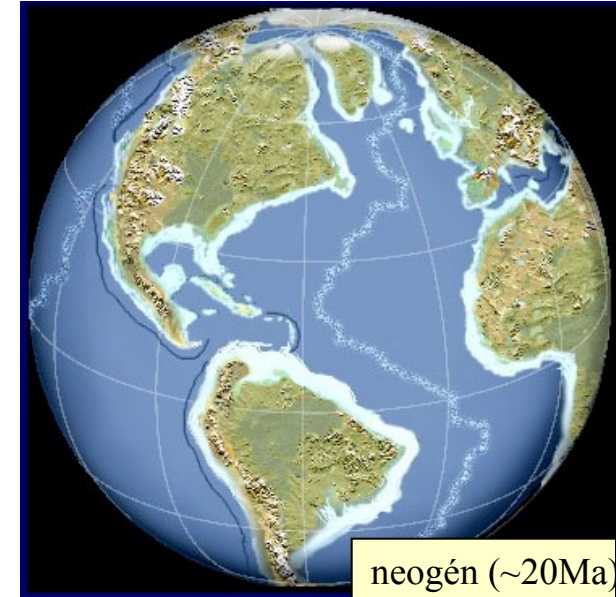
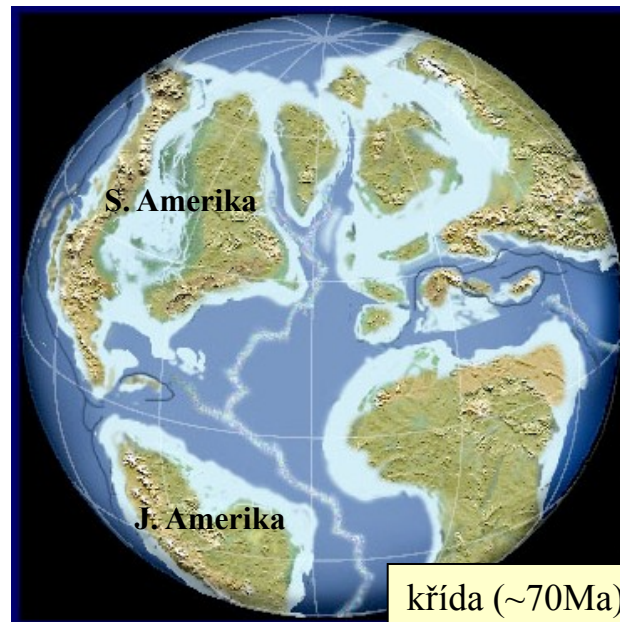
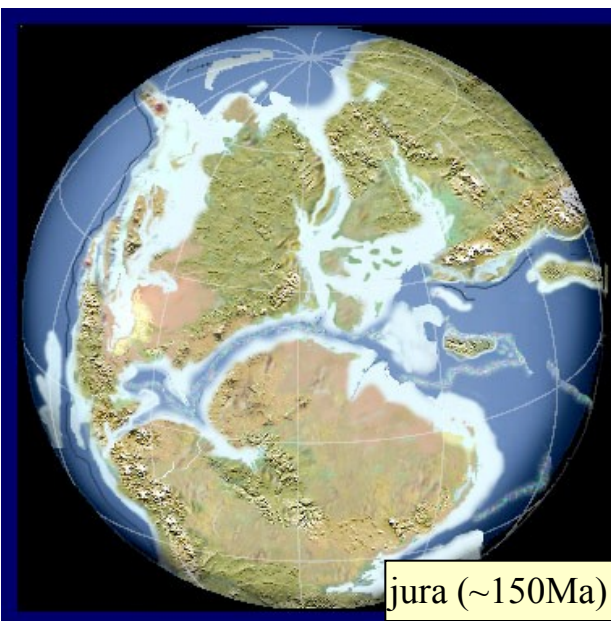


b) srážejí (na- , podsouvají)



c) podélně posouvají

**Rozmístění desek a kontinentů se v historii Země mění  
(zde Jura, Křída a Neogén)**

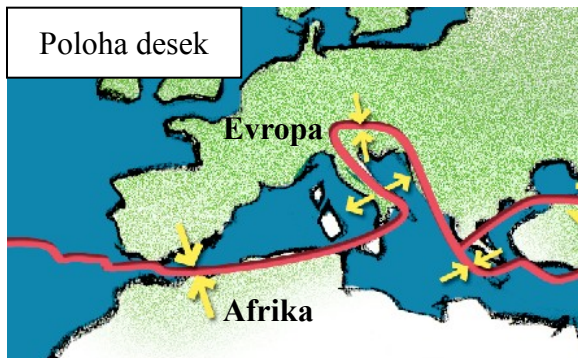


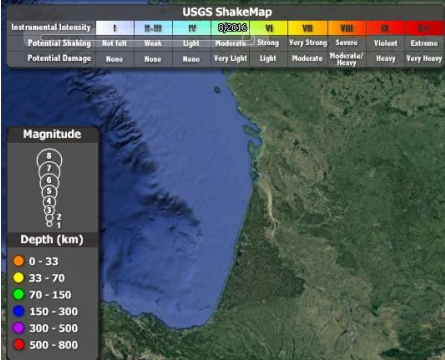
Ma = miliony let



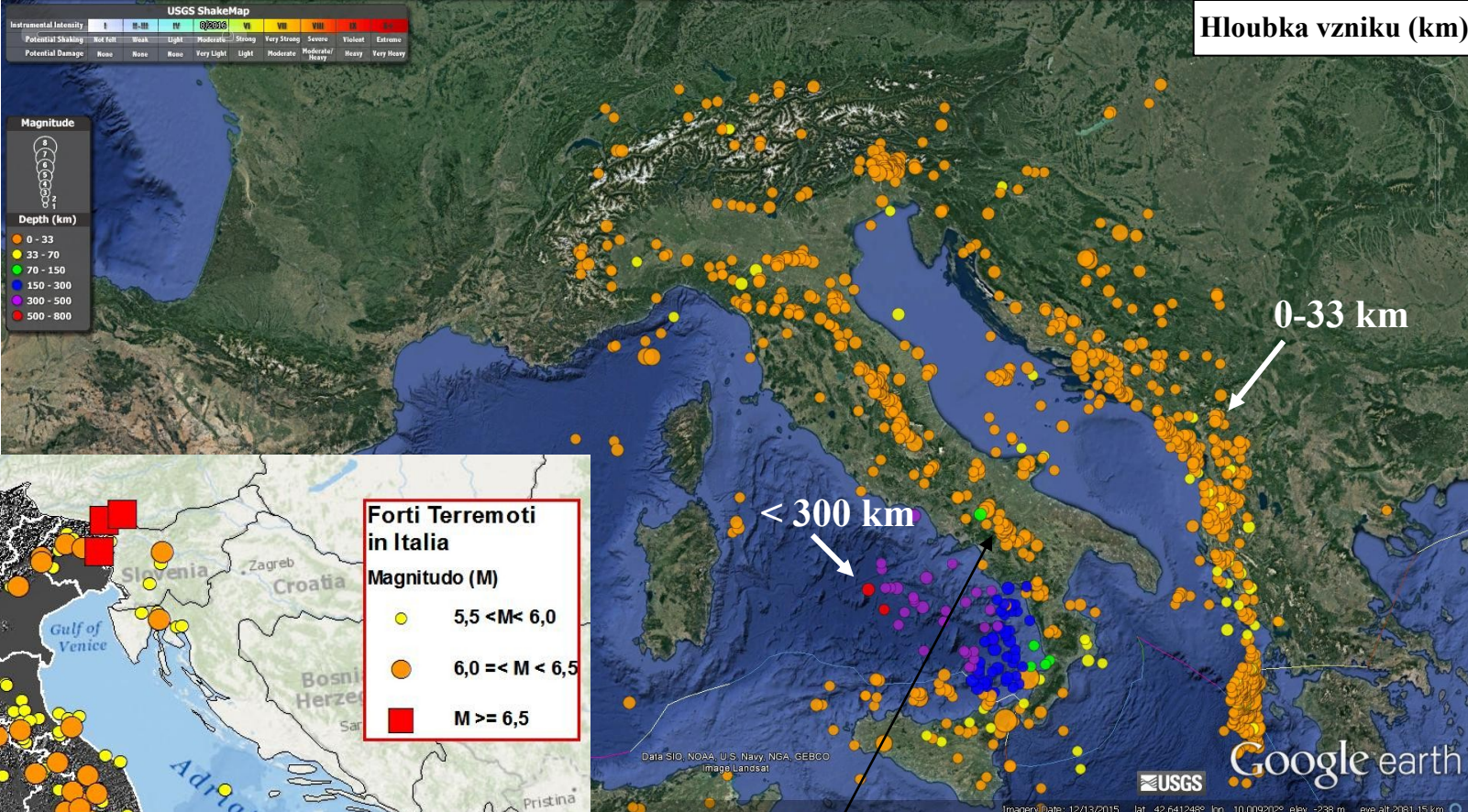
# Středozevní oblast – mořské dno

Apulská deska odloučená od Afriky během křídý (výzvih Alp-Karpat a Dinarid)





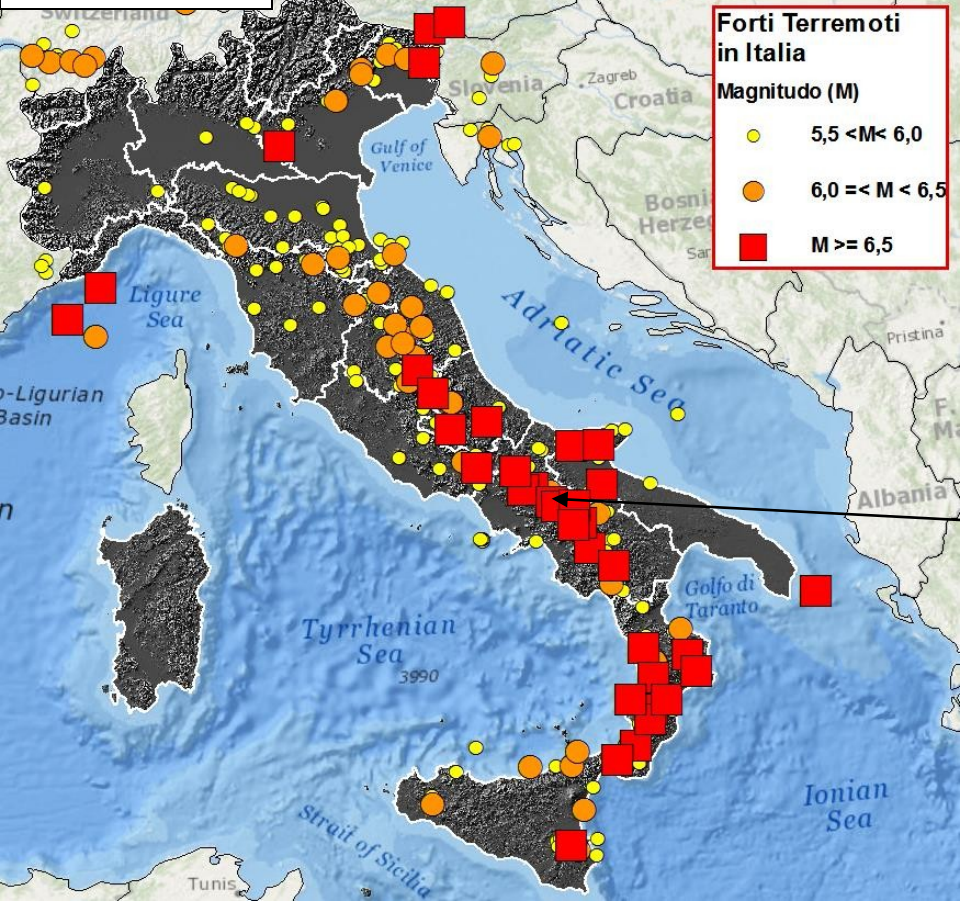
Hloubka vzniku (km)



0-33 km

< 300 km

Síla zemětřesení



Styk apulské desky s evropskou



**Povrchové projevy pohybu zemských ker**

**Island**



**Saudská Arábie**

# Zlom San Andreas (Kalifornie) – nejznámější



San Francisco, po zemětřesení v r. 1906, síla 7.9 - 9.3 st.



**Ad 2) Sopečná činnost (Vulkanizmus):**  
**a) plošné výlevy, b) sopečné erupce**



Mt. Taranaki (Nový Zéland)

## Současný stav Země – relativně klidný

a) V geol. minulosti **plošné výlevy čedičů** (platóbazalty) s přímými vazbami na HV:

**Viljujské trapy** – hranice devon/ karbon (~ 370 Ma)

**Sibiřské trapy** – hranice perm/trias (~250 Ma)

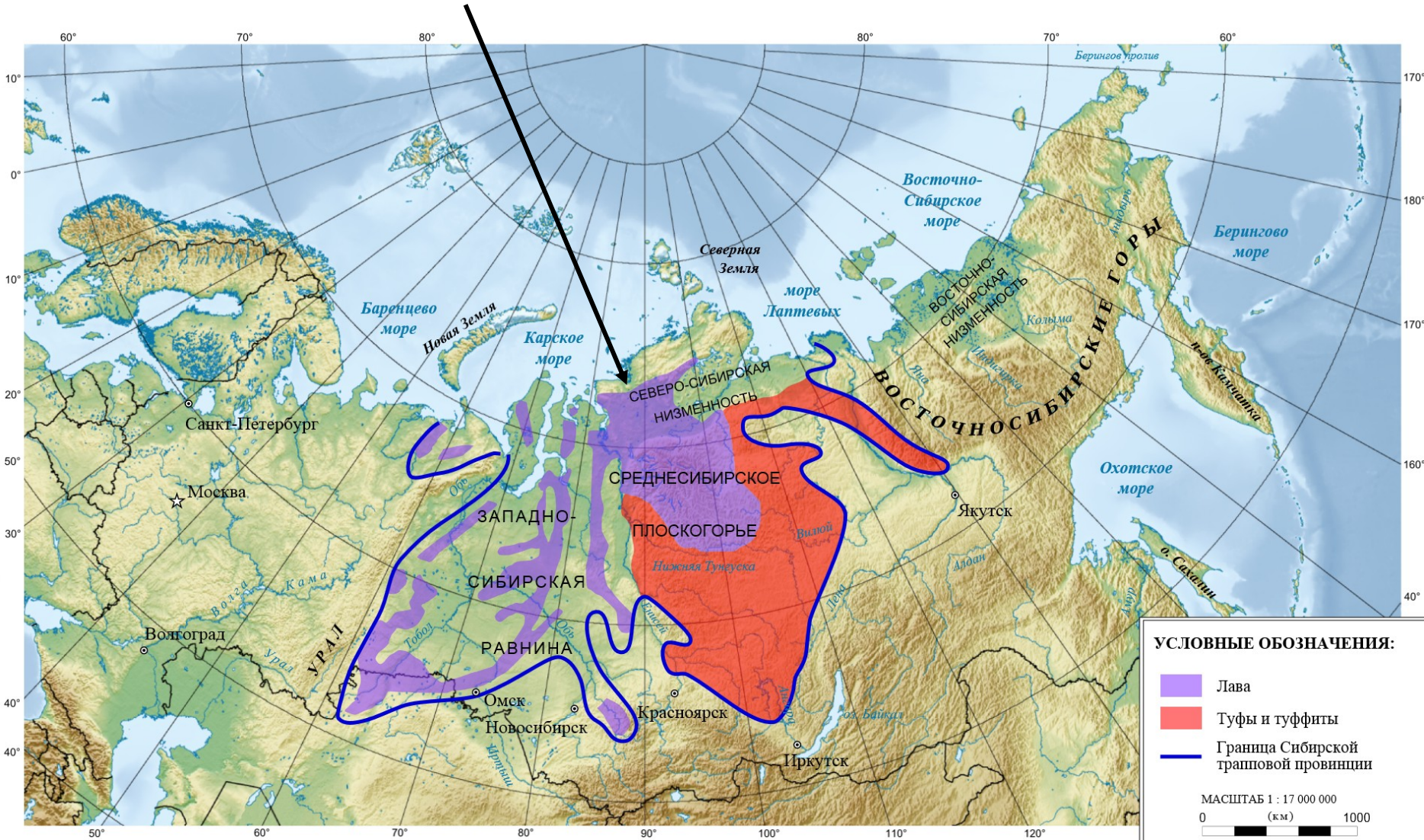
**Dekkanské trapy** – svrchní křída a při hranici křída/paleogén ( ~65 Ma)  
(trvání > 2 mln.let)

## Viljujské trapy, SV Sibiř, výlev při hranici devon/karbon (~ 370 Ma)



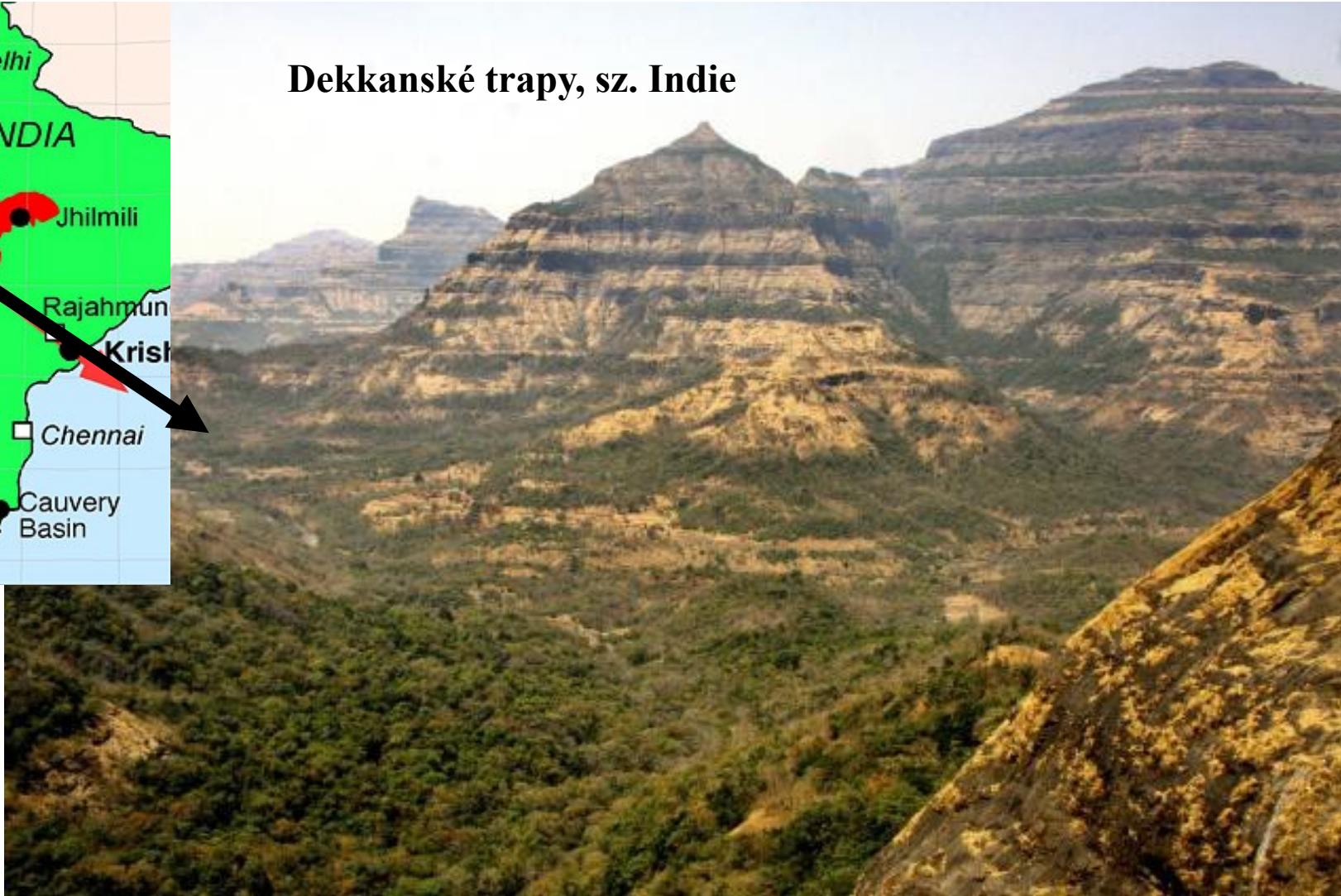


# Sibiřské trapy, hranice perm/trias, ~ 250 Ma



2,5 miliónů km<sup>2</sup>, ~ 300 m mocnost

## Dekkanské trapy, sz. Indie

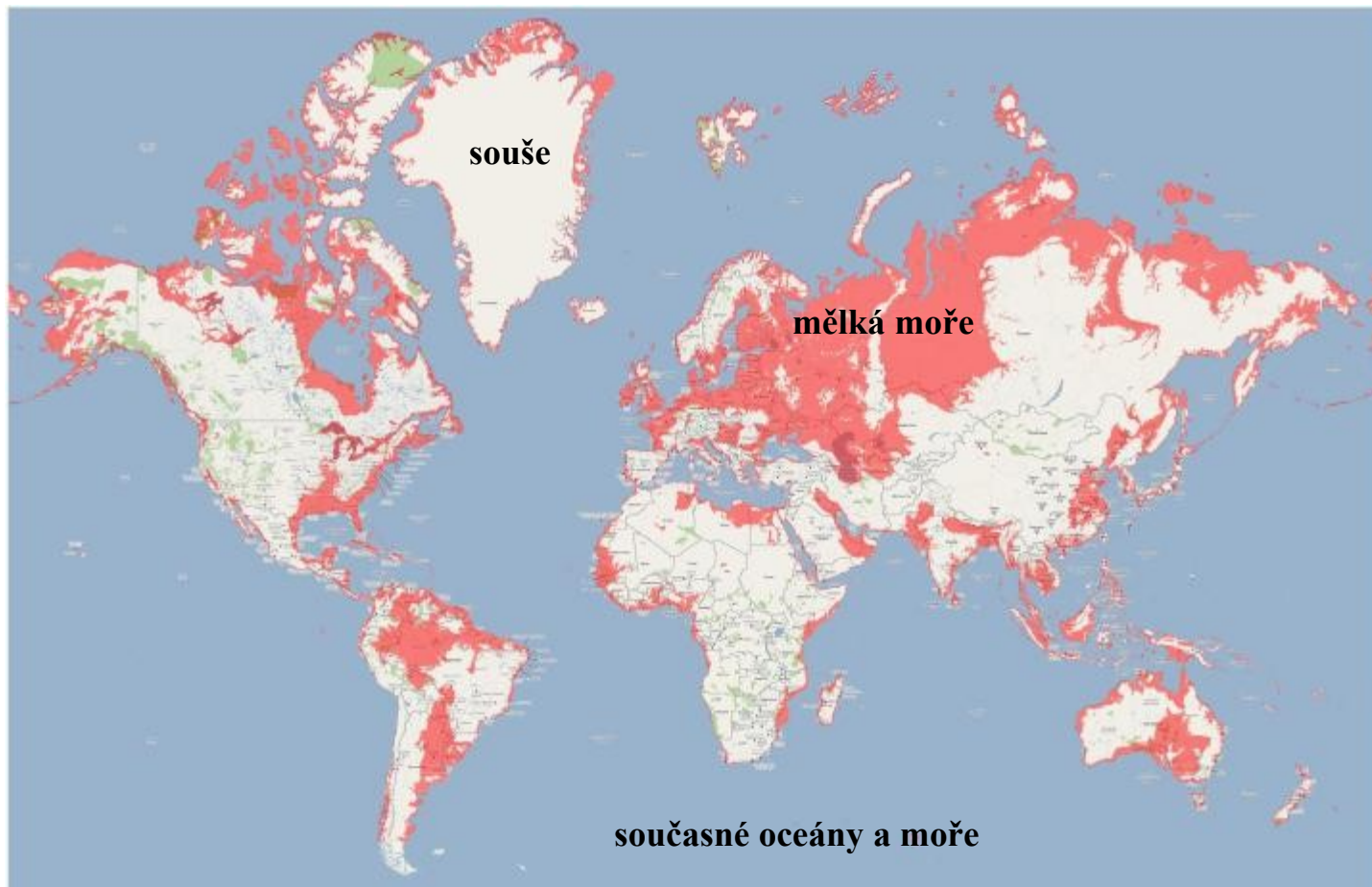


**Dekkanské trapy** (sz. Indie), jedna z největších vulkanických oblastí světa. Více než 2,000 m mocné ploché uloženiny láv pokrývají oblast cca 450. 000 km<sup>2</sup>. Objem čedičů je odhadován na 512. 000 km<sup>3</sup> (srovnání: 1980 erupce Svaté Heleny produkovala 1km<sup>3</sup> vulkanického materiálu).

### Ad 3) Kolísání mořské hladiny, oceánské proudy, anoxie, černé břidlice



**Hladina** světového oceánu kolísá (~200m)

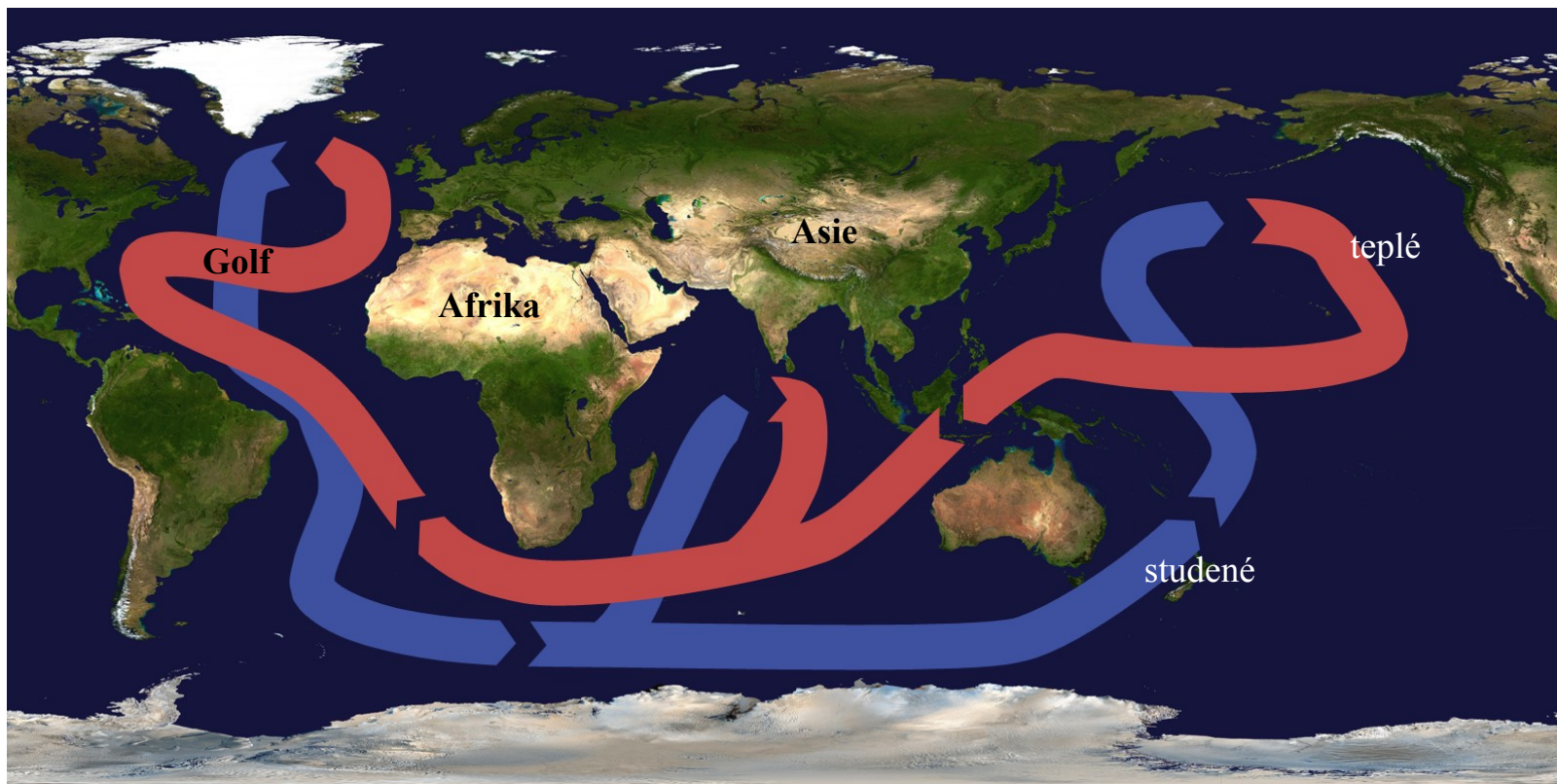


**Mapa světa po zvýšení hladiny světového oceánu o 66 m (roztaje všechen led)**



**Katastrofické scénáře ano či ne**

Změny **oceánských proudů** vedou ke změnám klimatického režimu planety, popř. ke vzniku nevětraných oblastí oceánů a moří („odkysličení“ -anoxie, totální změny v biologickém obsahu)



**Hlavní oceánské proudy dnes, zjednodušené**

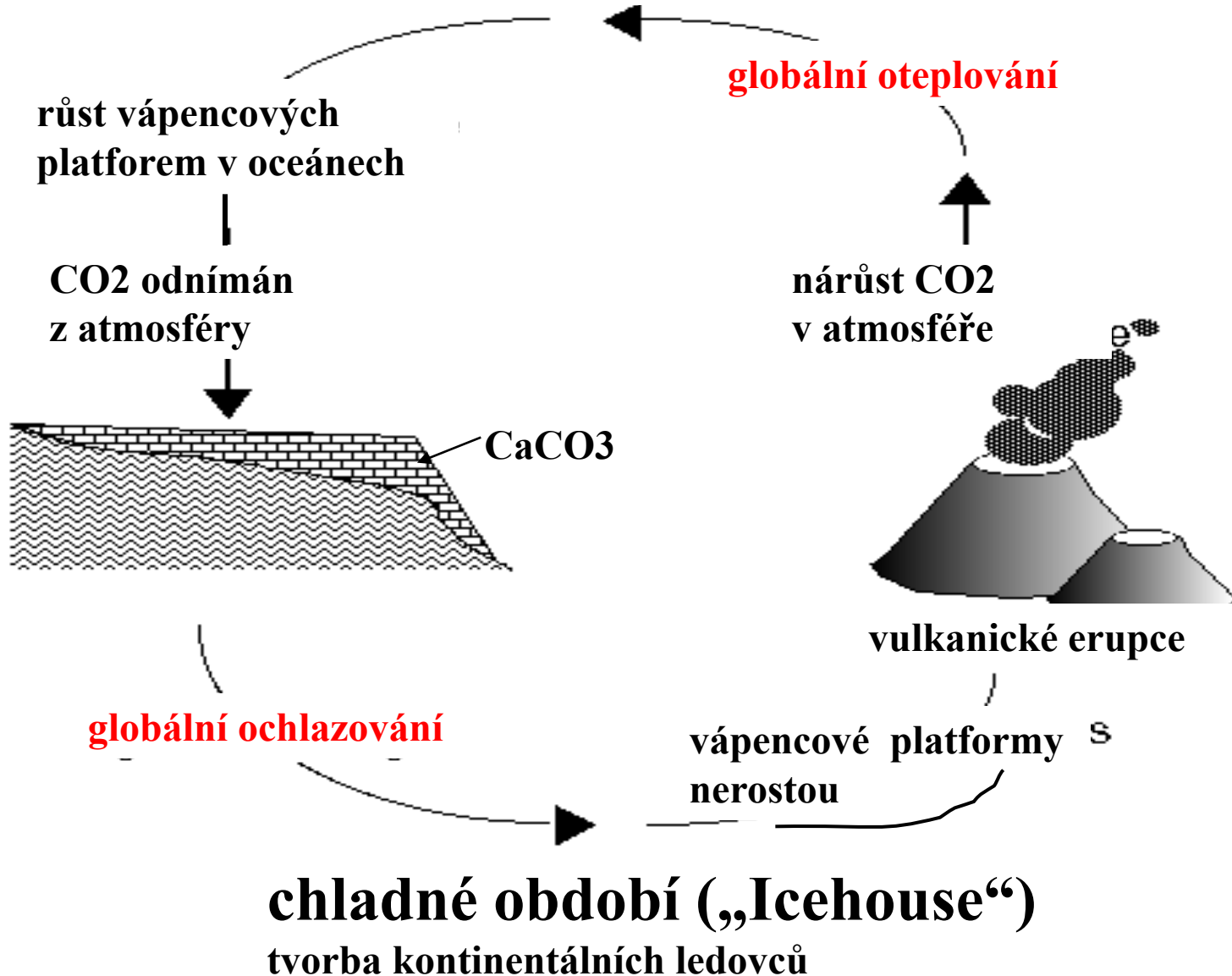
# **Anoxie** oceánů a moří, příklad horninového záznamu:



**Černé břidlice, prostředí sedimentace: snížený obsah kyslíku**



# teplé období („Greenhouse“)



Pro planetu je charakteristické střídání teplých a chladných období (energie Slunce: Země)



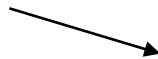
**Zalednění je v horninách většinou dobře datováno (tility, morény, souvky), vazba na HV je zřejmá**



morény

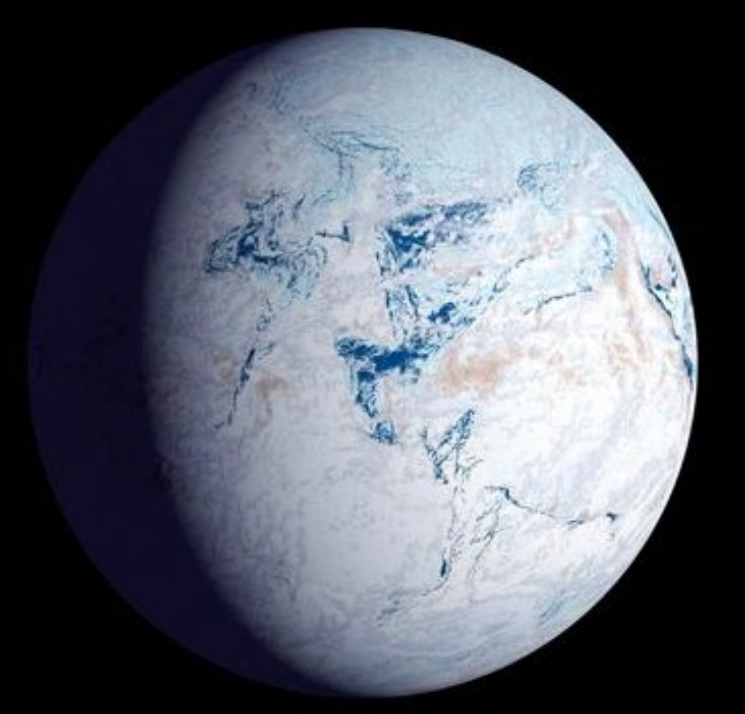


**Horniny spojené se zaledněním  
Země geologové dobře  
rozpoznají**

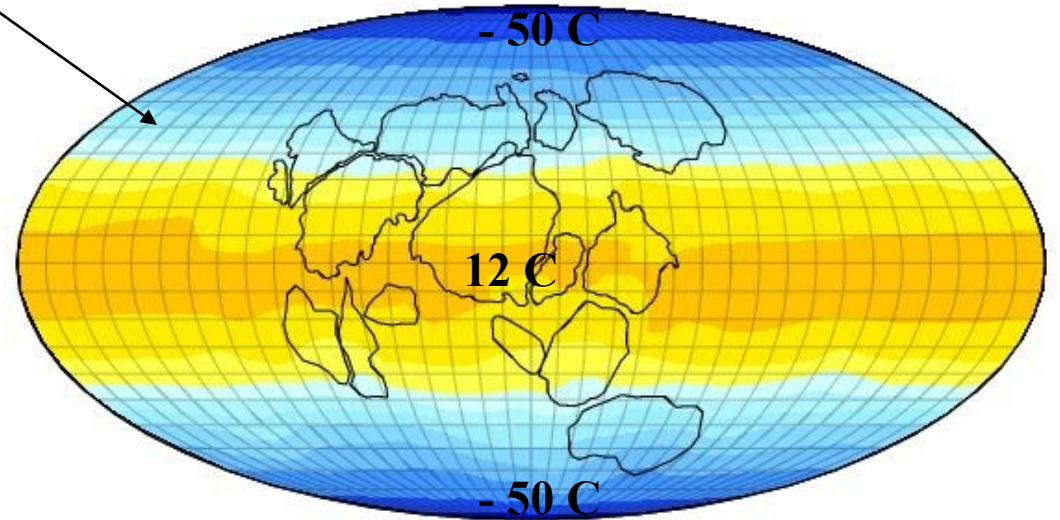


**Tility, Karélie**

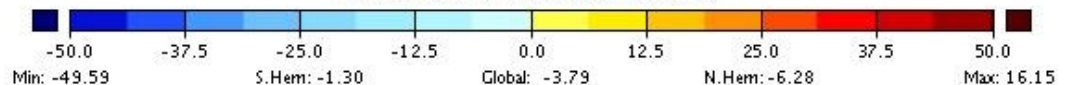
# „Snowball Earth“ – představa Země během sturtského zalednění před 750 mil. let



prům. roční povrchová teplota



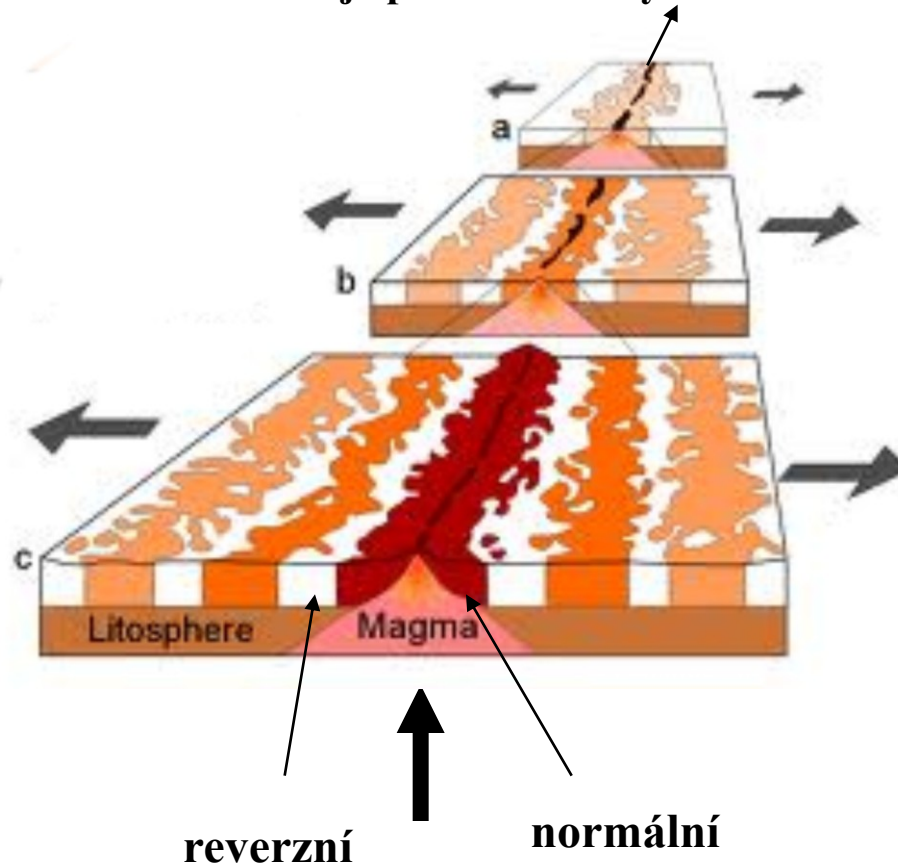
Surface Air Temperature (deg C)



Modelové teplotní hodnoty  
během sturtského zalednění  
(750 Ma)

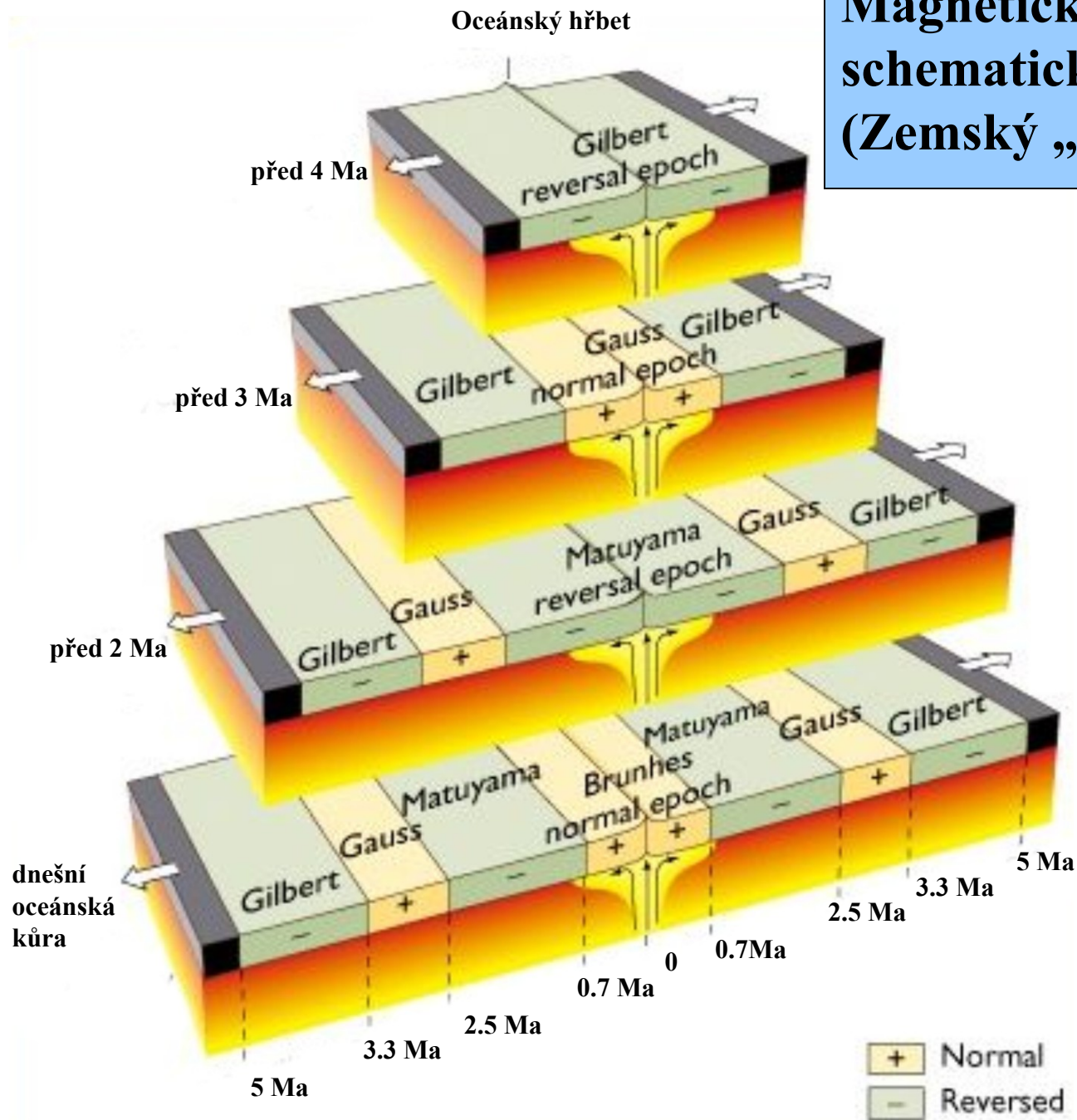
## Ad 5) Zemská magnetická polarizace („přepólování“)

Poznáme nejlépe na oceánských hřbetech (výstup magmatu)



Přepólování dobře zachycuje magnetická orientace Fe minerálů ve výlevných horninách (příčina: ? Změny v zemském jádře ?), vztah k vymírání (?)

# Magnetické epochy – schematické zobrazení (Zemský „kalendář“)



## Ad 6) Katastrofická uvolnění metanu

Dochází k nim při uvolnění plynného metanu z tzv. **klatrátů** – ledu podobné pevné fáze vzniklé po velkých tlaků a nízkými teplotami na dně oceánů, v arktických jezerech či stále zmrzlé zemi (permafrostu). Vzrůst teploty a snížení tlaku vede k uvolňování plynu. Globální oteplení, eustáze etc. může vést k uvolňování metanu. Je-li rychlé a rozsáhlé může vést k velkým stresovým situacím na planetě (vzduch obsahuje metan a další plyny) a v důsledku i k hromadným vymíráním.....



## Ad 7) Impakty – dopady mimozemských těles



- nedílná součást vývoje planety
- přímé doklady = krátery (zjištěno > 100 kráterů s průměrem tělesa > 3 km a 6 bolidů (prům. těles >10 km) během posledních 500 mil. let

- přímá vazba bolidů na HV:

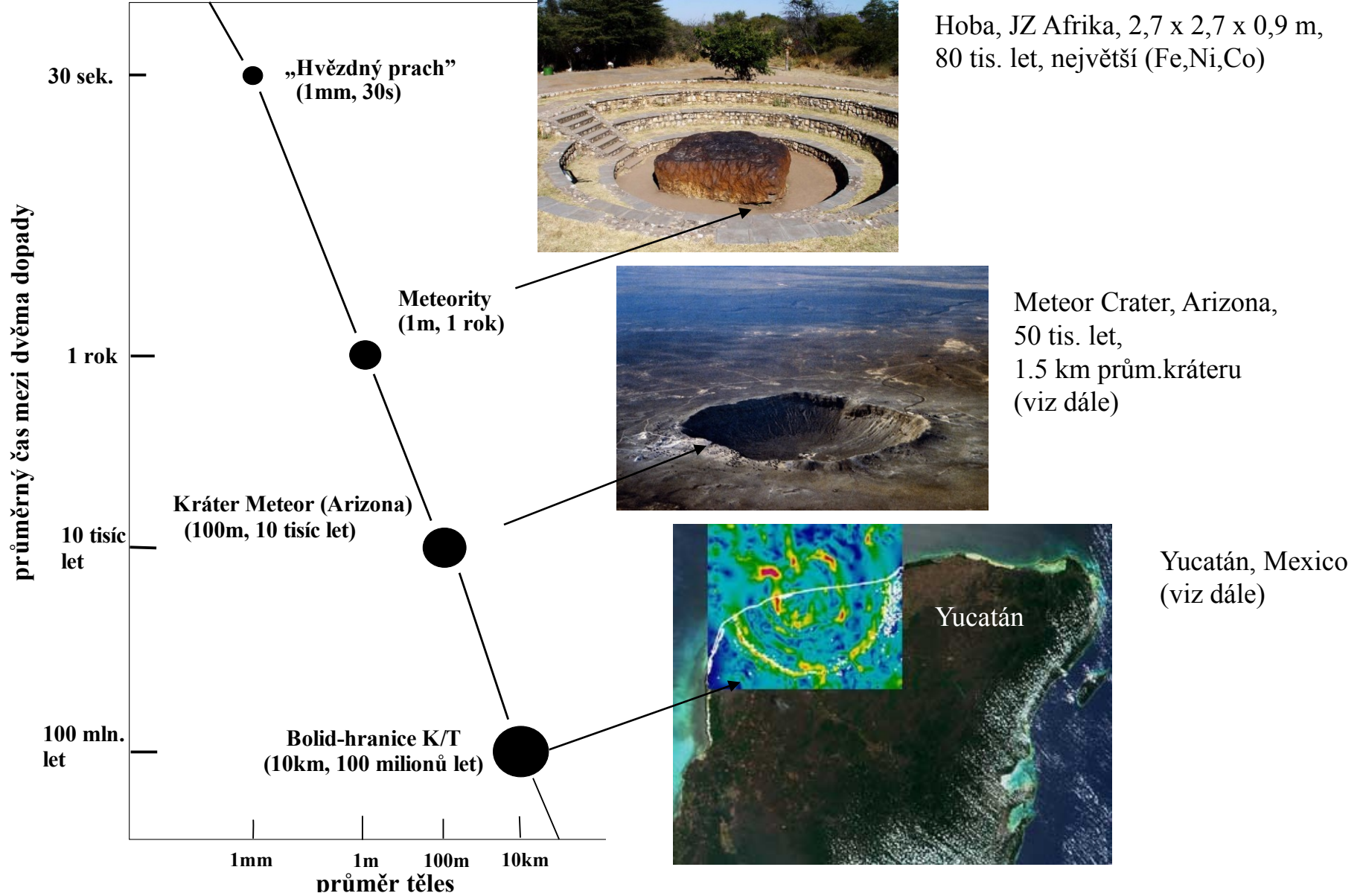
**Taihu a Siljan (358 Ma, sv. D)**

**Bedout (250 Ma, sv. P)**

**Chicxulub (65 Ma, sv. Cr)**



Průvodní jevy impaktů: šokové křemeny,  
šokově a teplotně ovlivněné minerály (obohacené  
o Ni) etc., hojné výskyty prvků Pt skupiny

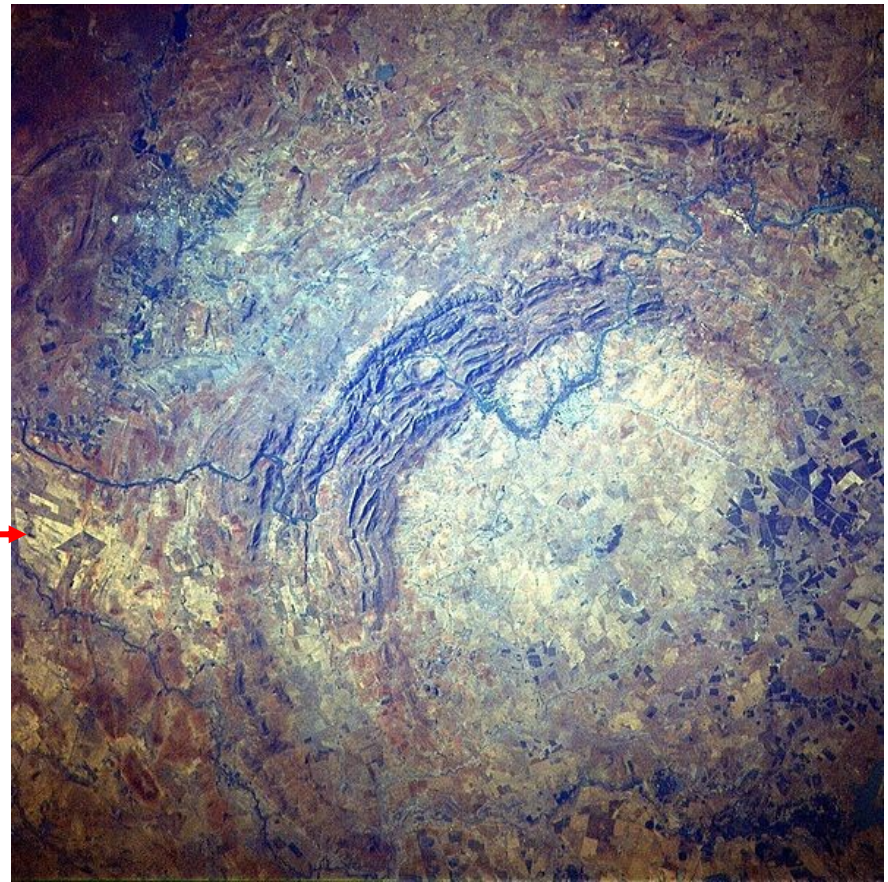


**Vztah velikosti impaktů na zemský povrch a jejich časové intenzity**

Jeden z nejstarších impaktů.....



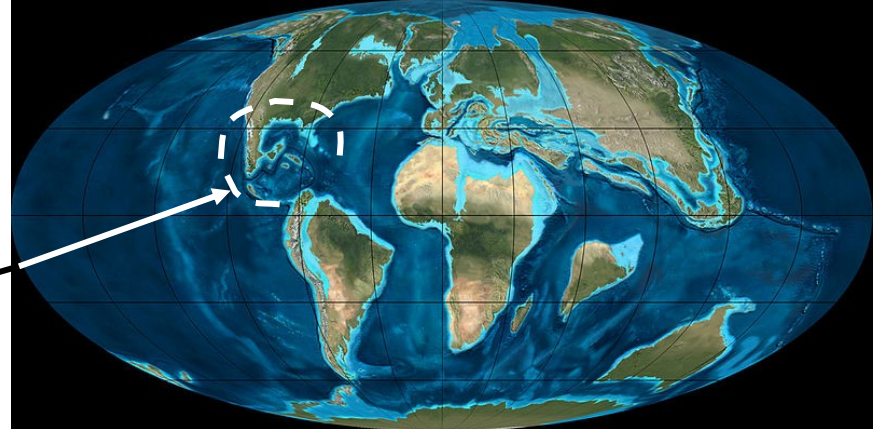
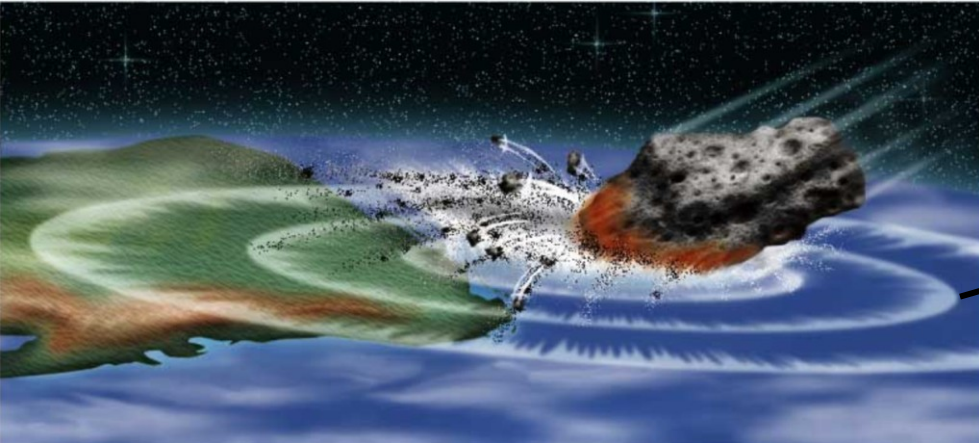
Vredefort, J. Afrika, stáří 2023 Ma,  
těleso průměr > 10 km, velký impakt,  
kráter průměr 300 km





**Manicouagan Crater, Kanada, Ontario, 213-215 Ma, trias, prům. kráteru 100 km,  
žádný vztah k velkému vymírání**





**~ 65 Ma, křída/paleogén**  
**Mexický záliv, poloostrov**  
**Yucatán, kráter Chixculub,**  
**impakt tělesa ~ 10 km**  
**v průměru,**

**vazba na –**  
**V. hromadné vymírání**



**vnitřní prstenec**



~ 14,5 Ma



**moldavit (vltavín)**



**Blízko našeho území.....**

**Ries, Bavorsko, impakt 500 m prům., kráter 23 km x 700 m,  
energie=7500 Hbomb, vltavíny, (500 km-0 život)**



## Wolfe Creek Crater (SZ Austrálie)

– prům. 875 m,

výš. – 60 m,

těleso 50.000 tun,

stáří **300.000 let** (pliocén)

.... jeden z nejmladších impaktů ....



## Meteor Crater

stáří **50.000** let,  
rychlost dopadu **26.000** mil/hod.,  
průměr kráteru **1.5** km,  
hloubka **160** m,  
síla impaktu ~ **20** milionů tun TNT (srovnání: Hirošima měla **20** tisíc tun TNT)

# Ad 8) Zvýšené obsahy Pt prvků v horninách

Především Ir (nejlépe se měří)  
ale také Ru, Rh, Pd, Os a Pt  
Jsou na povrchu vzácné



Přičítáme je dopadům těles z vesmíru



**Iridiové anomálie**





**Jílovitá poloha při hranici křída/terciér (65 Ma) má 1000 x větší obsah Ir než podloží a nadloží, Wyoming, USA (Zimbres, 2009)**

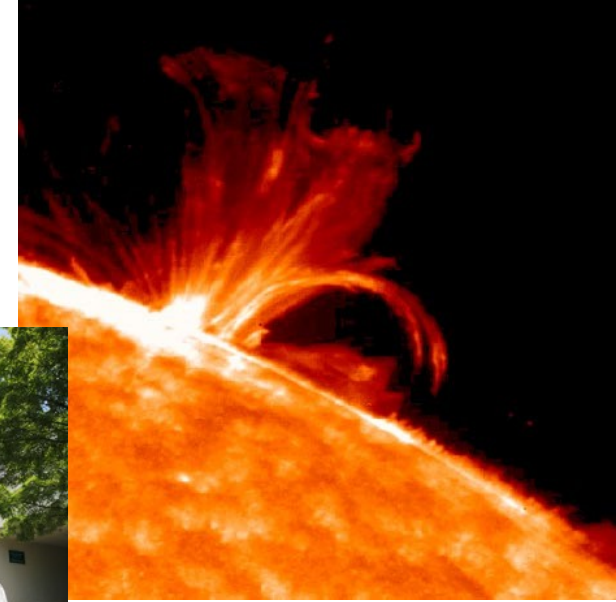
## Ad 9) Sluneční supererupce

Velké erupce na Slunci = 10 na 32 ergů (1 joule = 10 milionů ergů),

**Na jiných hvězdách** jsou zaznamenány erupce 10 na 36 ergů (nový termín = supererupce),

- **10 000krát silnější než erupce na Slunci**
- častost = cca 1x 5000 let (u mladých hvězd častější)
- objevil je nedávno Kazunari Shibata

Shibata říká:  
supererupce na našem Slunci ?????, pokud ano, pak:



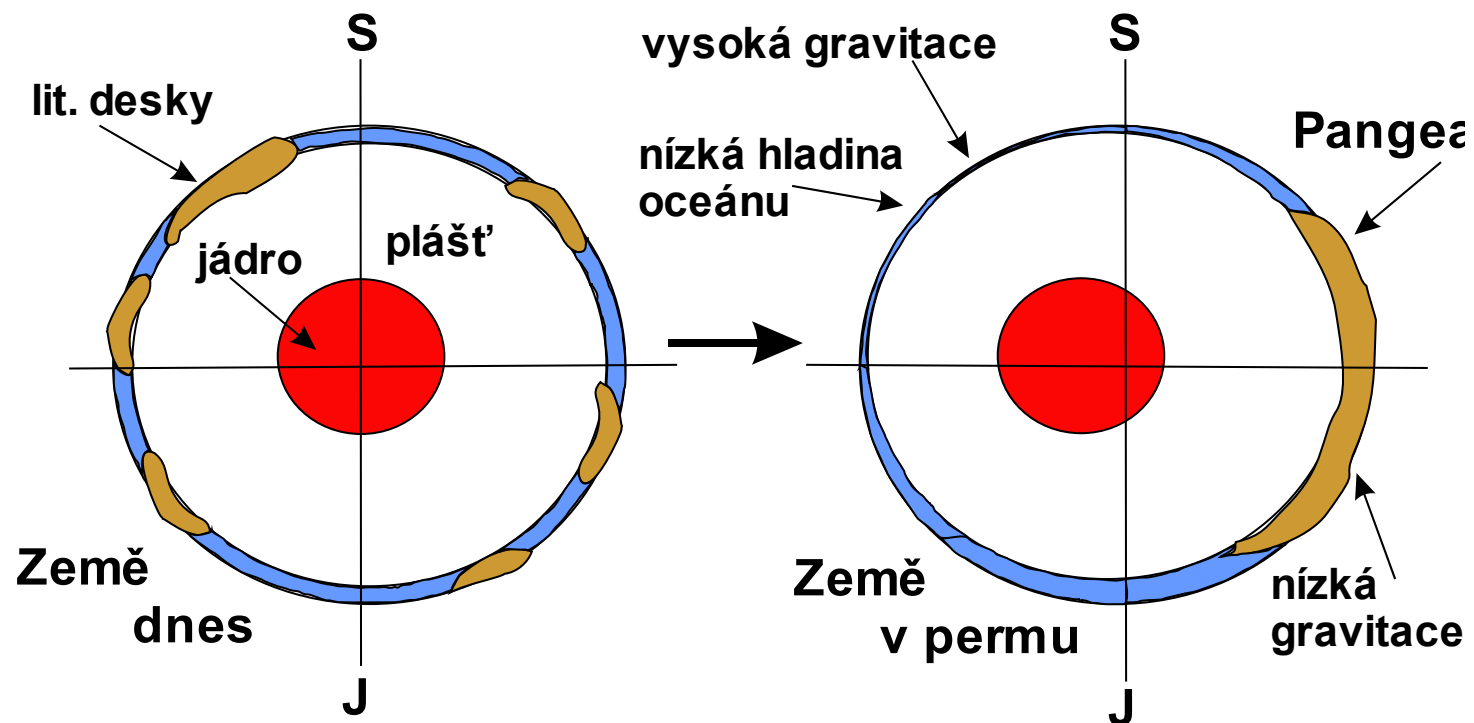
- vyřazené družice, rádiové spojení, celosvětový blackout, fatální dávky záření astronautů a cestujících v letadlech => porušená ozonová vrstva = zvýšené dávky záření na zemský povrch
- pravděpodobnost tohoto jevu je malá (Slunce rotuje pomaleji než hvězdy, na nichž byly tyto erupce pozorovány)
- kdyby přece, pak záleží na pozici erupce:
  - pokud na V okraji Slunce, pak nabitě částice by Zemi minuly,
  - pokud na Z okraji Slunce, pak by byl dopad na Zemi značný



## Ad 10) Gravitační hypotéza HV

John Stojanowski (2012) - nová shrnující hypotéza hromadného vymírání založená na zemské přitažlivosti:

-desková tektonika ovlivňuje polohu vnitřních slupek Země a jejich posuny mimo rovnovážnou polohu a tím i případnou změnu gravitace na povrchu planety:



Aby byla rotace Země a její úhlová pozice v soustavě zachována musí se při koncentraci hmoty zemských desek (Pangea) buď **posunout jádro** nebo **zrychlit rotace Země**

Zrychlení rotace nebylo zaznamenáno => **platí první tvrzení, tj. vychýlí se jádro**

Posun jádra je podporován masívními výlevy bazaltů



**Změny gravitace představují sjednocující faktor všech jevů při HV  
(trapy, rychlé změny výšky hladiny moří, změny zemského magnetického pole)**

**Např.: Gigantismus dinosaurů a dalších mesozoických forem života je chápán jako výsledek snížené povrchové gravitace a jejich vymírání pak jako výsledek zvýšené gravitace při štěpení Pangey.**



**Podle zastánců tohoto výkladu: Zdá se, že většina HV byla výsledkem změn v povrchové gravitaci způsobených deskovou tektonikou.**

## Závěr k HV

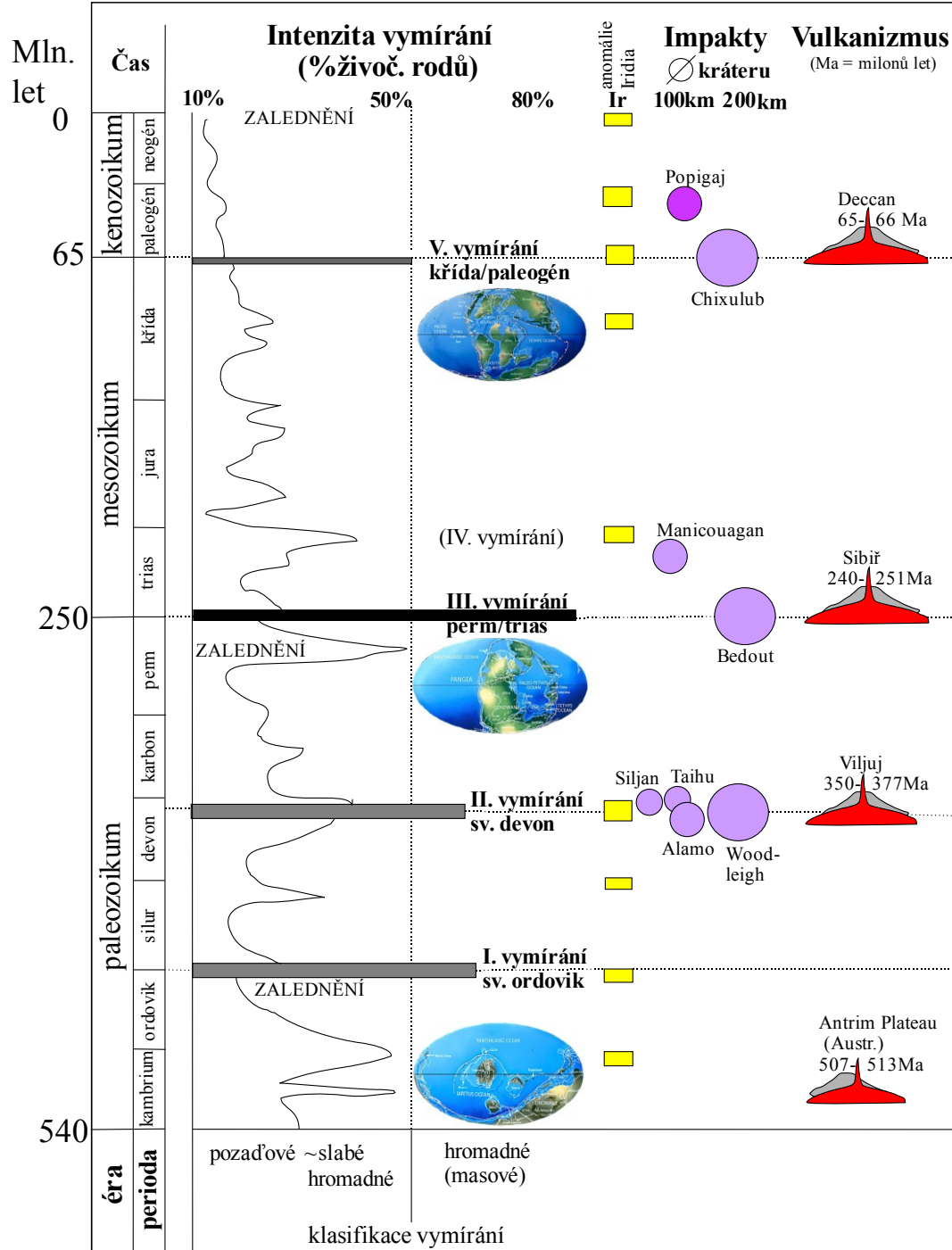
**HV jsou spojena s:**

- změnami úrovně oceánské hladiny – deskovou tektonikou
- změnami směrů oceánských proudů => klima, anoxie moř. vody, uvolnění metanu z dnových oblastí
- zaledněními (chladná:teplá období)
- vysokou sopečnou aktivitou (trapy)
- mimozemskými impakty
- stavem biosféry a jejích vnitřních vztahů
- stavem slunce a dalších vesmírných fenoménů

**Doplňující roli mohou hrát i další faktory (např. přepólování planety etc. )**

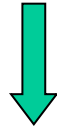
**HV nastávají při kombinaci a souběhu vyjmenovaných událostí, po nich dochází vždy k novému rozvoji a dynamice života**

# Souhrn:



**HV + dnešní stav planety (? VI. HV):**

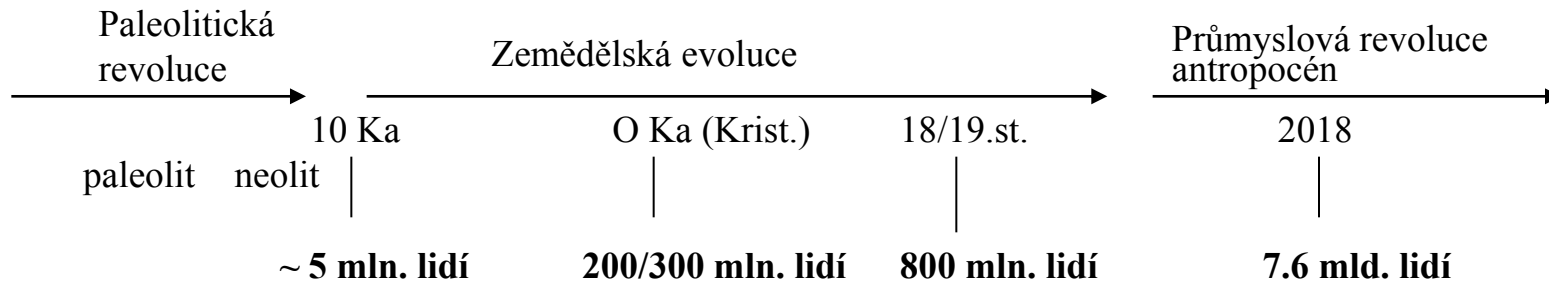
**Vzniká: SCIENCE OF MASS EXTINCTION - SME**



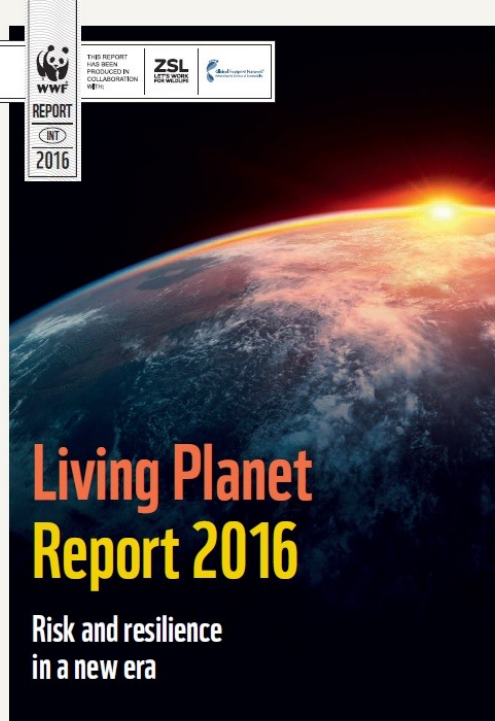
**Co říká o současném stavu planety ?**

- rychlost vymírání v dlouhodobém průměru (mimo HV)=  
~ **10% druhů/milion let**
- současný úbytek ~ 1 druh/1 den až 1 druh /1 hodina =  
~ **podstatně vyšší**
- největší úbytek je v prostředí deštných pralesů, korálových útesů a mokřadů
- odhad pokračování: do konce 21. století vymře  $\frac{1}{2}$  dnešních druhů

# Člověk na planetě :



## Společenská reakce (OSN):



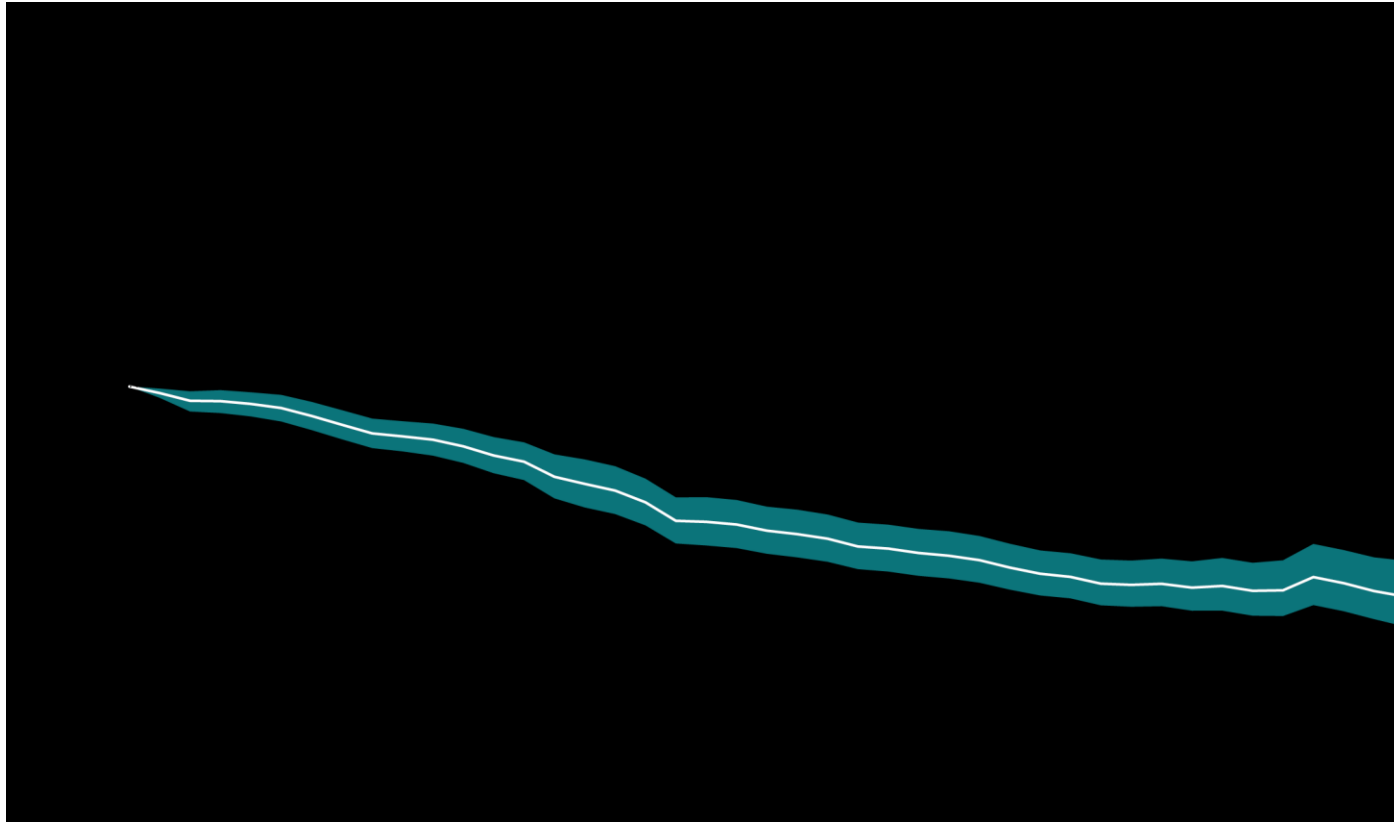
World Wildlife Fund (WWF) –

Living Planet Report:  
á 2 roky

Člověk jako spouštěcí mechanismus  
vymírání?

**The 2016 Living Planet Report – míra zdraví 14.152 populací obratlovců s  
3.706 druhy.**

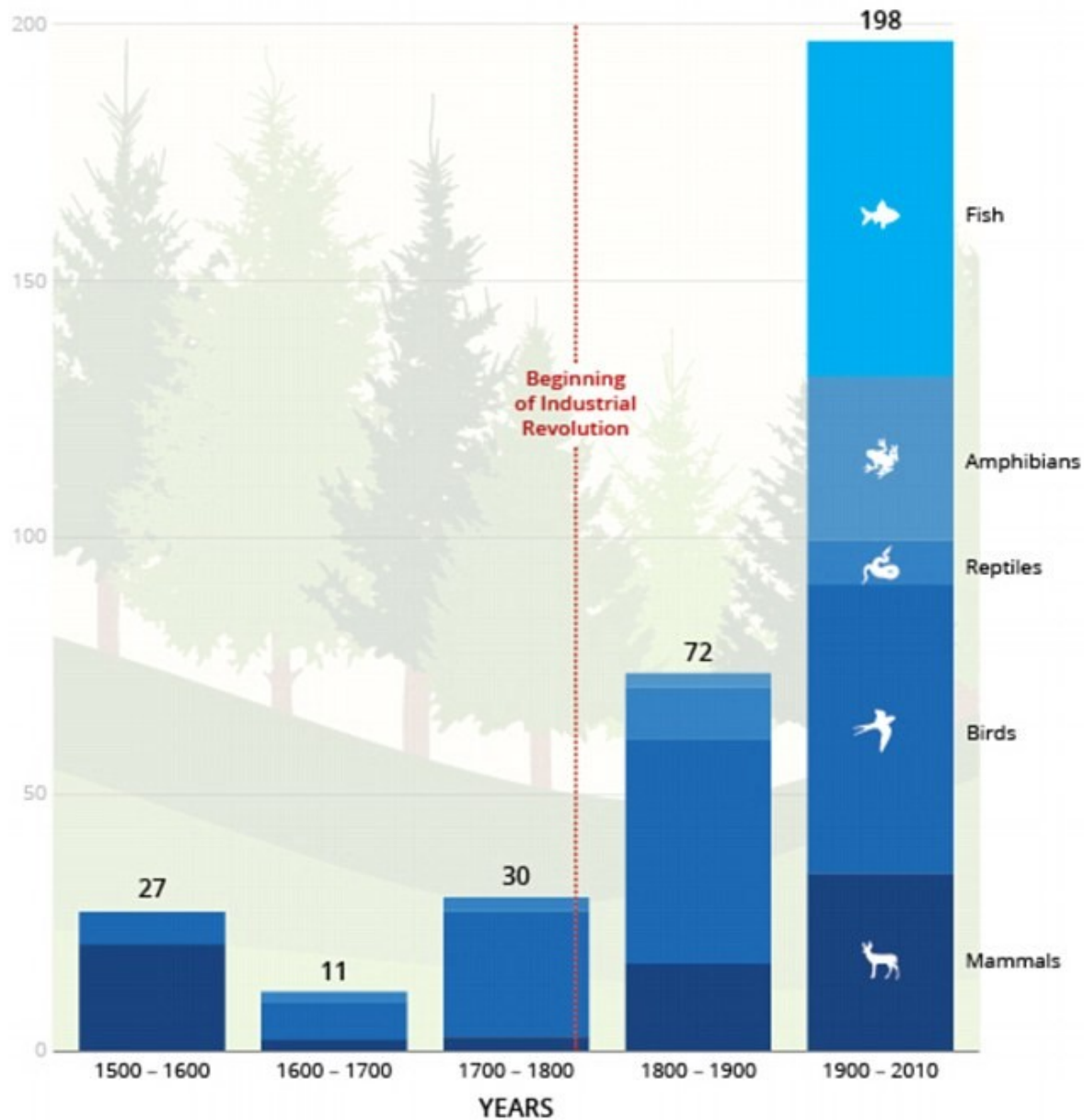
**Souhrnná statistika ukazuje 58% ústup mezi roky 1970 a 2012. V průměru  
jsou populace zhruba o polovinu menší než před 42 lety.**



**Globální LPI ukazuje 58 % ústup sledovaných organismů (ryby, obojž., plazi, savci) mezi roky  
1970 a 2012. ( WWF/ZSL 2016). Dílčí trendy: sladkovodní organismy (81 %), suchozemské  
(38%), mořské (36%)**



# NUMBER OF EXTINCT SPECIES OVER TIME



Číslo týkající se obratlovců (počet vymřelých druhů)

**Příčiny: destrukce prostředí (člověk)  
kořistnický rybolov (člověk)  
změna klimatu (?člověk + ....)  
znečištění vzduchu a vody (člověk)  
tzv. invazivní druhy**

**Závěr - jen krátkou dobu můžeme:**

**kácet víc stromů než vyroste,  
lovit víc ryb než se vylíhne  
vypouštět více uhlíku než lesy a oceány absorbují**



**Ereozoikum – věk osamění ano či ne ???**

## **Souhrn biotických aspektů HV:**

**HV hrají v přírodě (? mohou hrát):**

- **tvůrčí roli v evoluci,**
- **chrání život před ustrnutím,**
- **drží biosféru v souvislém toku (dynamice, zrychlení),**
- **opakovaně “natahují hodiny evoluce“ ,**
- **umožňují obrovské inovace a zvyšování diverzity**
- **udržují (podporují) různorodost života na geologické časové škále (milony let)**

## **Závěr pro vymírání (nejen HV) v oblasti etické (člověk):**

- **sebereflexe, ? aktivní úloha v evoluci ?**
- **respektovat evoluci se všemi atributy včetně vymírání,**
- **vyhnout se vyvolání prvního globálního úderu v planetárním ekosystému, nepřispívat negativním vlivům**
- **Lovelock:**
  - V technické oblasti rozvíjet naši obratnost při manipulaci s informacemi rychleji než naši potřebu energie**

**Použité prameny:**

- Barnosky, A.D. et al., 2011: Has the Earth sixth mass extinction already arrived ? – Nature 471: 51-57.  
Courtillot, V., 1999: Evolutionary Catastrophes, The Science of Mass Extinction. – Cambridge University Press, pp.173, Cambridge (UK).  
Gould J.S. (ed.), 1998: Dějiny planety Země. – Knižní klub, Columbus, pp. 256, Praha.  
Hallam, A., Wignall, P.B., 1997: Mass Extinctions and their Aftermath. – Oxford Univ. Press, pp. 320. Oxford.  
Kalvoda, J., Bábek, O., Brzobohatý, R., 1998: Historická geologie. – UP Olomouc, pp. 199. Olomouc.  
Lovelock, J., 1994: Gaia, živoucí planeta. – MF, MŽP ČR, Kolumbus 129, pp. 221. Praha.  
Margulisová, L., 2004: Symbiotická planeta, nový pohled na evoluci. – Academia, pp. 150. Praha.  
Pálfy, J., 2005: Katastrophen der Erdgeschichte – globales Aussterben ? – Schweizerbart. Ver. (Nägele u. Obermiller), pp. 245, Stuttgart.  
Raup, D.M., 1995: O zániku druhů. – Nakl. LN, pp.187. Praha.  
Storch, D., 2011: Žijeme v době šestého masového vymírání ?. – Vesmír, 90, říjen 2011: 568-572.

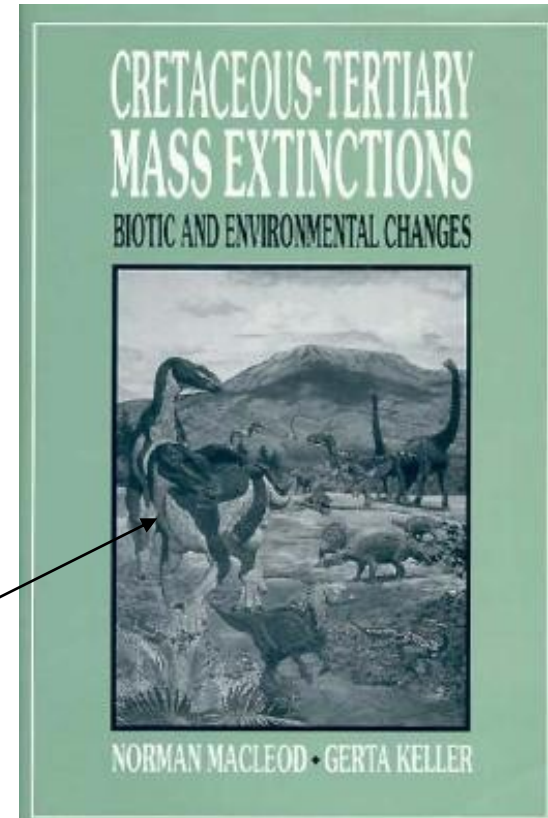
Internet – různé databáze (především obrazová dokumentace)

More Cambridge Books @ [www.CambridgeEbook.com](http://www.CambridgeEbook.com)

## Evolutionary Catastrophes: The Science of Mass Extinction

VINCENT COURTILOT

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS



Pro zájemce  
(Děkuji za pozornost)

