

Nejstarší studené výkyvy

Kvartér

Kvartér - nejmladší období geologické historie Země. Je součástí kenozoika - čtvrté z největších geologických ér

Denní dělení kvartéru:

Pleistocén - skončil asi 10 000 lety B.P.

Holocén - současný teplý interval, ve kterém

žijeme. Posledním z řady teplých období. Před posledních 10 000 let může být Holocén součástí pleistocénu (Lamb, 1959; kvartér a pleistocén (Lowe, Walker 1997))

Ústřední teorie, která spojila kvartér ke kvartéru -

teplým obdobím

teplým obdobím během kvartéru. Teplé období se střídají s chladnými obdobími.



Letecký pohled na údolní ledovec s výraznou sněžnou linií.

CHARAKTER KVARTÉRU

Během interglaciálů - ve středních a vyšších zeměpisných šířkách občas vyšší teploty než dnes.

- Značné amplitudy klimatických oscilací, rychlost jejich střídání a intenzita studených / chladných období

- V některých částech světa - kolísání až o 10°C mezi teplejšími a studenými obdobími

- V Evropě - za posledních 800 tisíc let 12 interglaciálních / 12 glaciálních /

- V období 12000 - 10000 let před n. l. - 50°C rozdíl mezi letními a zimními teplotami



Trafalgar Square (Londýn) v době eemského interglaciálu.

• V období posledních ledovců, oblasti ovlivněné

• výraznými klimatickými výstupňů (důsledek střídání

• klimatických procesů, kolísání hladiny

• světla a teploty vzduchu

KRYOSFÉRA

Ledovce

Ledovcové kupy - led teče radiálně z nejvyšších částí kup a pokrývá podložní povrch zemské kůry.

Ledovcové proudy v kanálech - omezené zvedajícími se svahy pohoří.

• ledovce, permafrost, mořský led - hlavní složky kryosféry

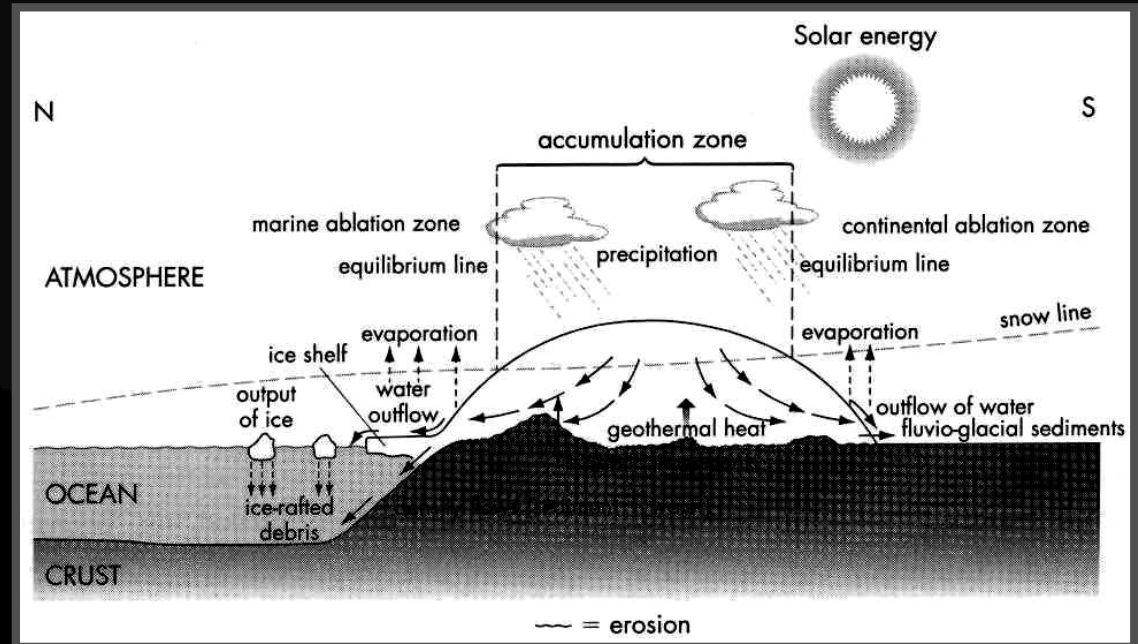
• ledovcové kupy - dělení na základě jejich rozlohy a výšky. Ledovcové štíty - kontinentální ledovce (Antarktida ($27 \times 10^6 \text{ km}^2$); Grónsko ($1,1 \times 10^6 \text{ km}^2$))

• ledovcové čapky - v minulém období maxima pokryly celou severní polokouli. V současnosti Evropě a Severní Americe zůstaly čapky o rozloze 10^5 km^2

• ledovcové čapky - menší ledové kupy o objemu do několika tisíc krychlových kilometrů - např. Vatnajökull (Island)

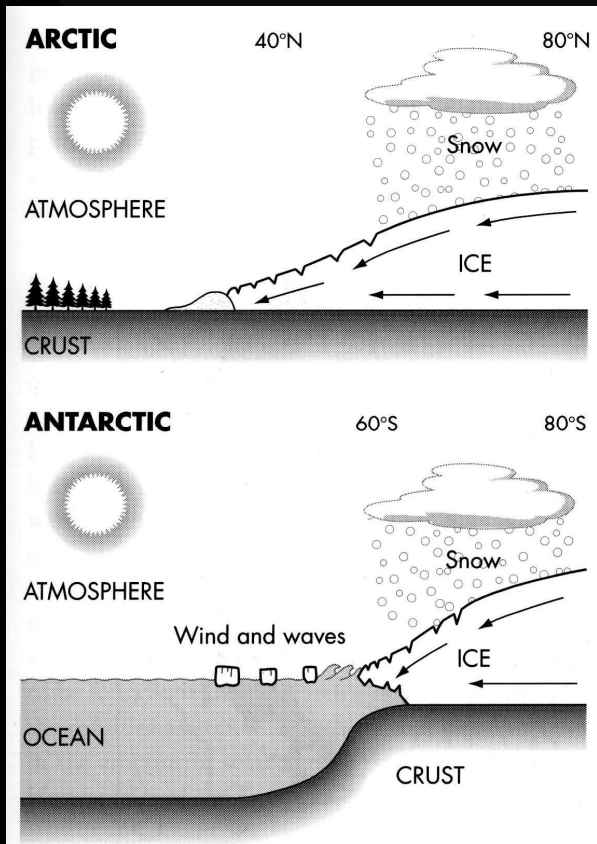
• ledovcové čapky - objem 1000 krychlových kilometrů - např. Vatnajökull (Island)

• ledovcové čapky - objem 1000 krychlových kilometrů - např. Vatnajökull (Island)

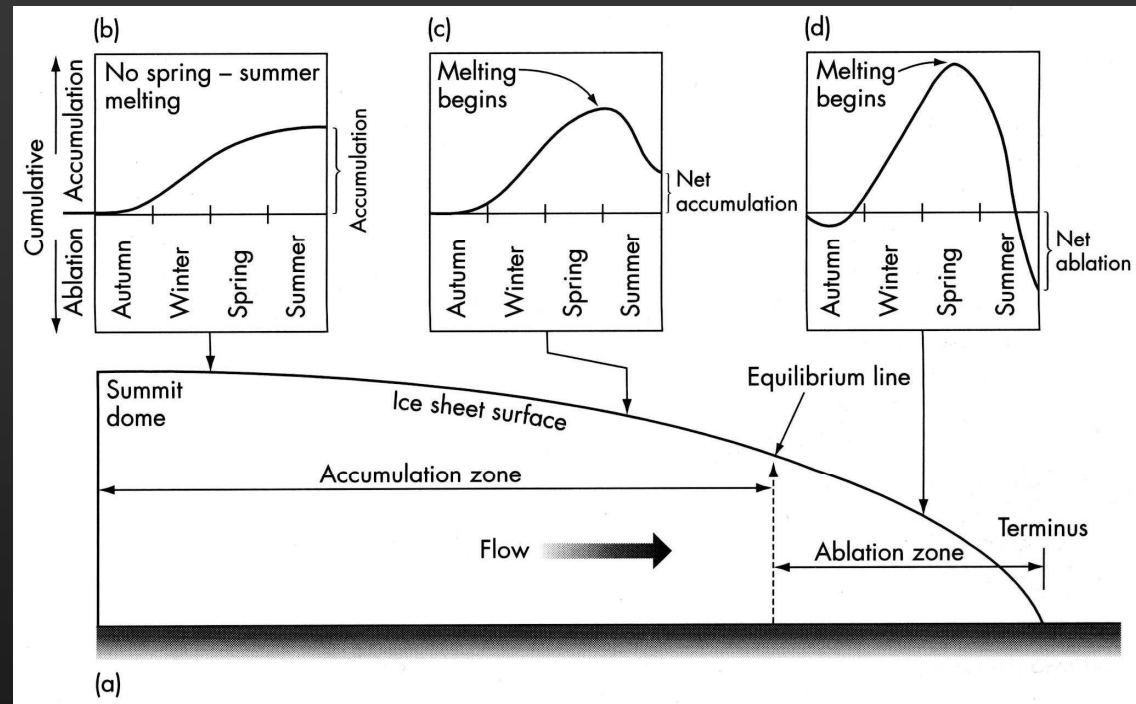


• vzájemné vztahy mezi nimi a

- ledovce a ledovcové štíty - vznikají tehdy, pokud zimní sněhové srážky nejsou zcela rozpuštěny
- kontinuální růst = akumulace dlouhodobě převyšuje ablací (odtávání)



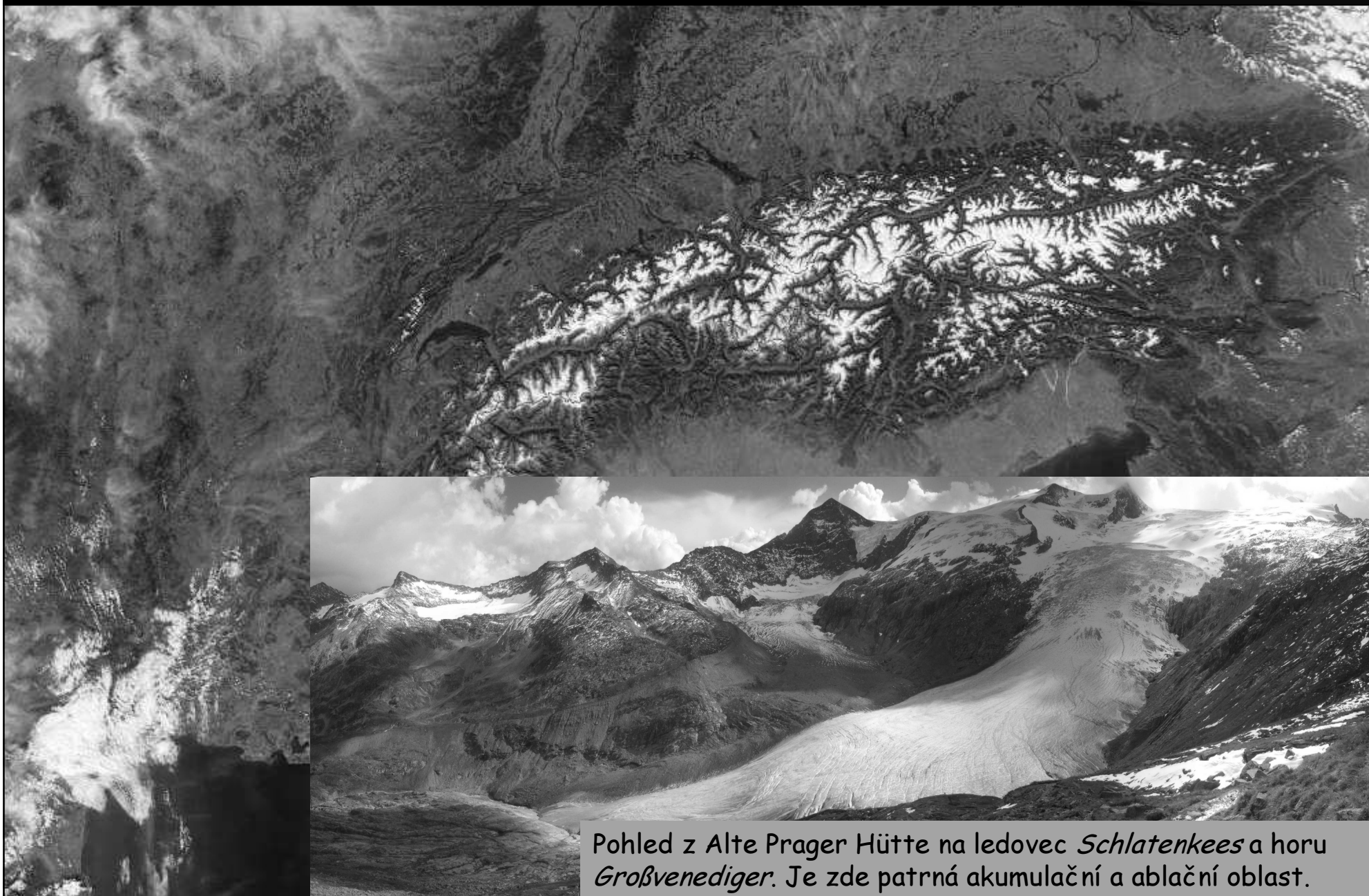
VZNIK LEDOVCŮ



Schematický průřez ledovcem (a), ukazující kumulaci (ablací) ledu na třech různých místech (b-d). b - teplota nikdy nejde nad bod mrazu; c - odtávání ledu během letních měsíců (akumulace převyšuje); d - tání ledu na konci jara a v létě převyšuje jeho akumulaci.

- Geografická poloha - výrazně ovlivňuje možnost tvorby ledovců nehledě na všeobecně nízké teploty. Rozdíly mezi Arktidou, Arktidou + Sibiří a Skandinávií
- Vznik ledovců těsně spjat s horskými masivy
- Vznik ledovců v Česku
- Vznik ledovců v Alpách, od které se

sněžná čára - hranice trvalé sněžové pokrývky, vlastně taky hranice tání sněhu. V různých klimatických podmínkách je různě vysoce (např. nejvyšší je v Tibetu: cca. 5500-6000 m.n.m ; obvykle je



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

Zalednění a klima

Otázka 1:

Které jevy mohly způsobit globální ochlazení během glaciálů ?

redukce slunečního záření

uhující vrchní části atmosféry

zvětšit zemského albeda

zmenšit množství skleníkových plynů

zvětšit tepelnou izolaci - redukovalo by množství

tepelné energie udržované v

zemské atmosféře

zmenšit zemské albedo Země

zvětšit nebo snížit množství CO₂ v atmosféře - vyšší nebo nižší ?

zmenšit množství CO₂ v atmosféře - neboť

zvětšit množství CO₂ v atmosféře - země by byla

teplejší

neboť země by byla

chladnější

zvětšit množství CO₂ v atmosféře - větší

tepelnou izolaci - větší

tepelnou izolaci - větší tepelnou izolaci

zmenšit tepelnou izolaci - větší tepelnou izolaci

zmenšit tepelnou izolaci - větší tepelnou izolaci

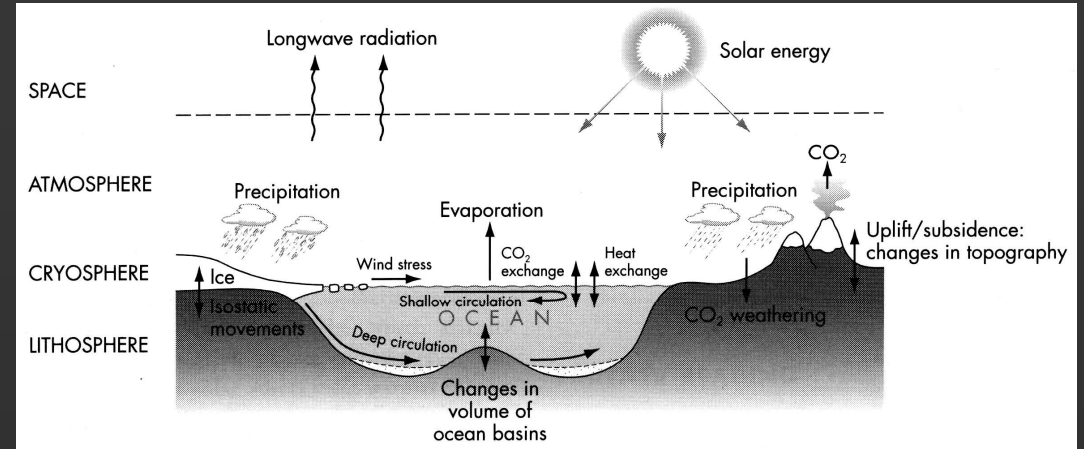
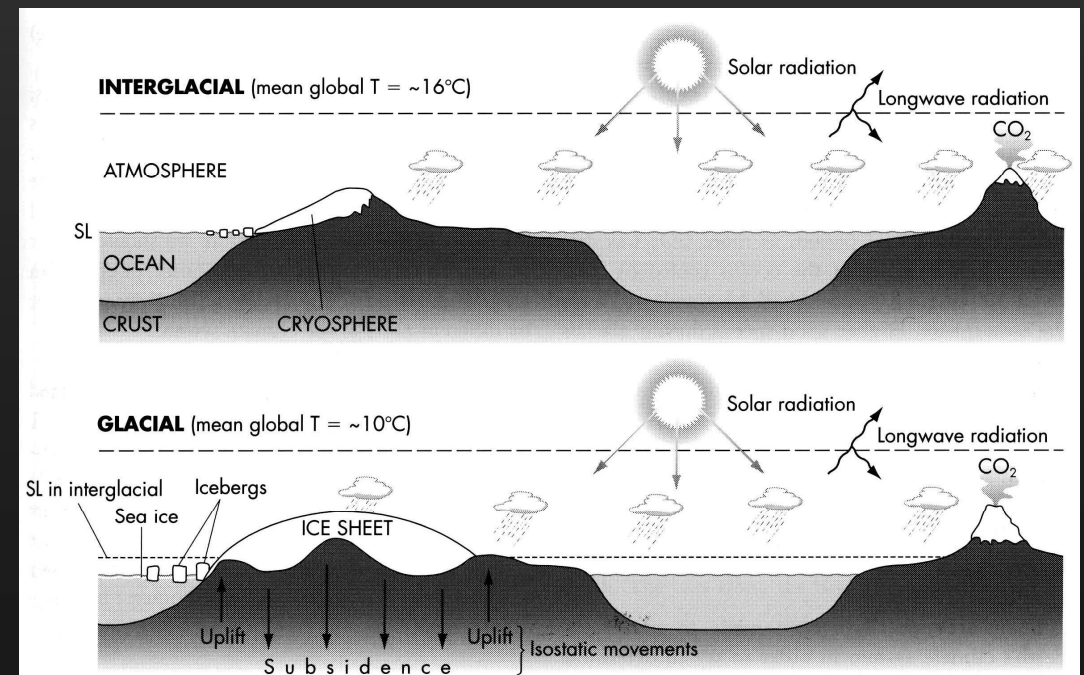
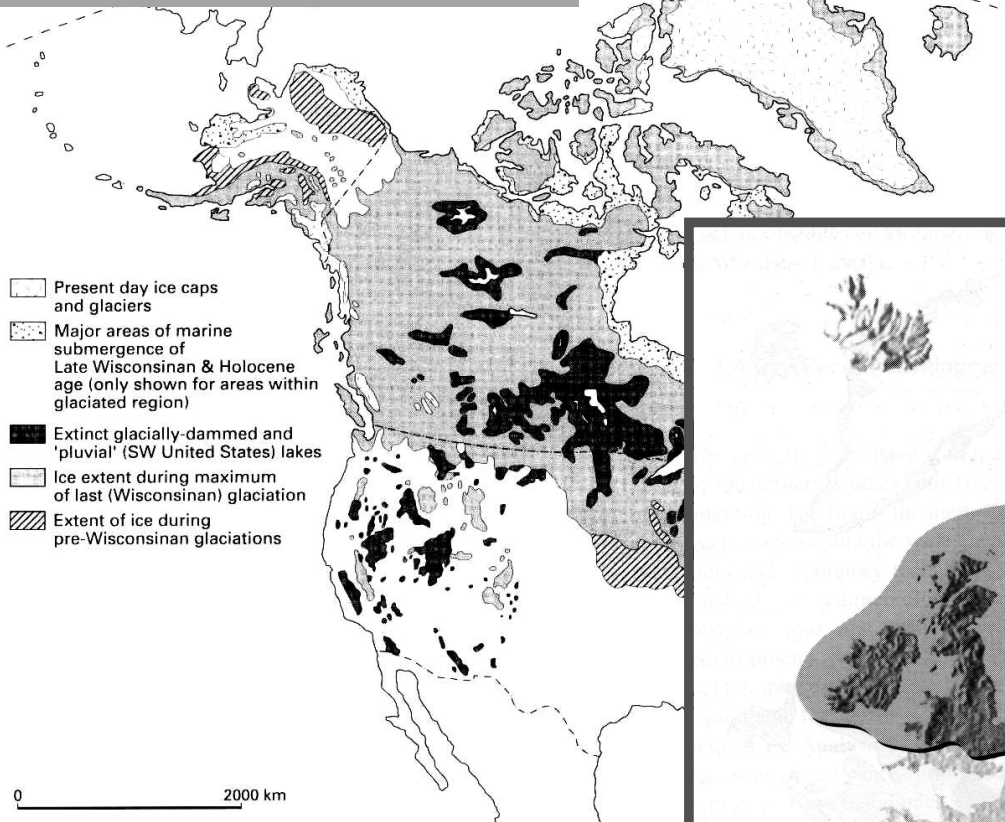


Schéma znázorňující hlavní složky klimatického systému Země a vztahy mezi nimi.



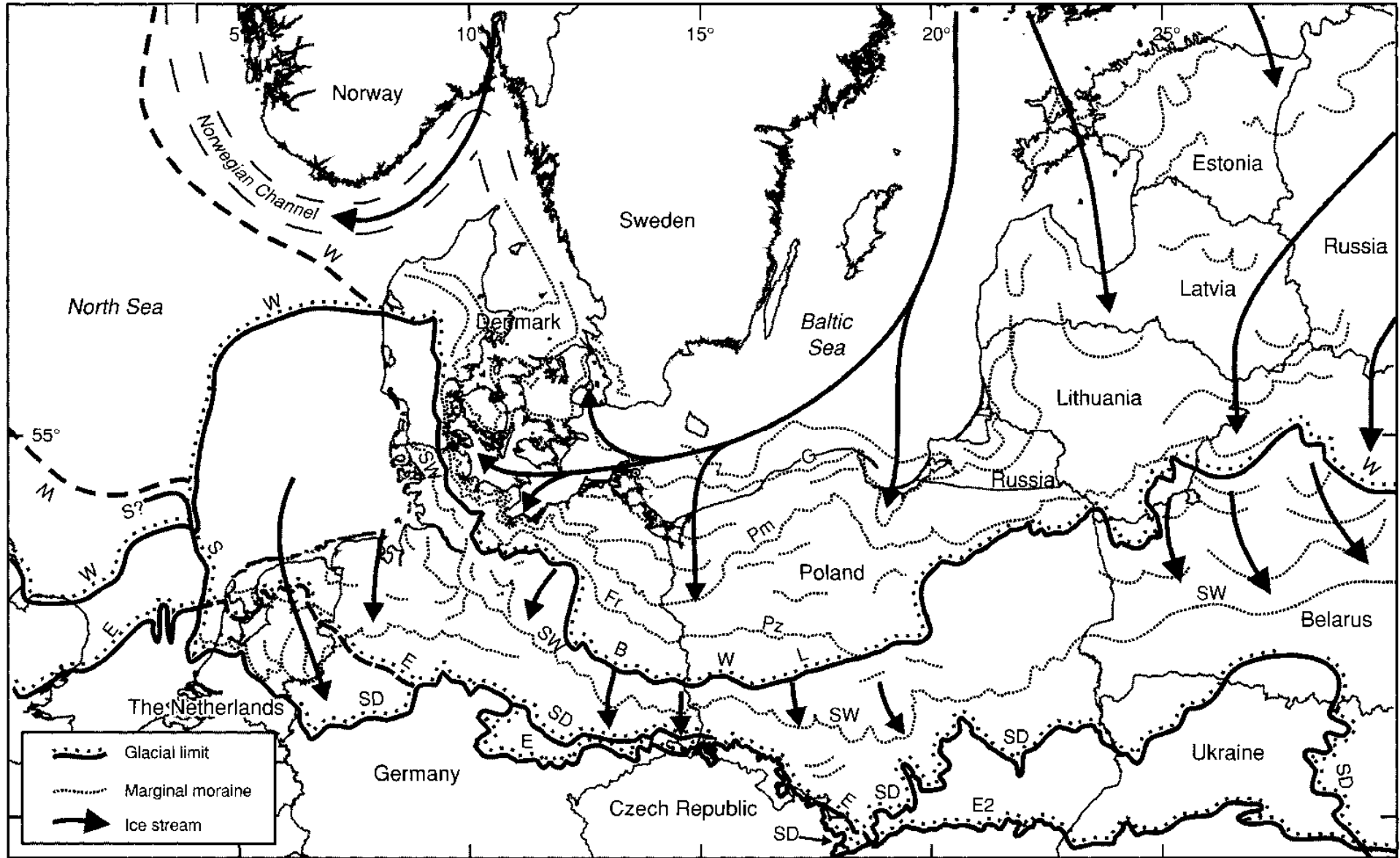
Srovnání zemského klimatu během interglaciálů a glaciálů.

SEVERNÍ AMERIKA



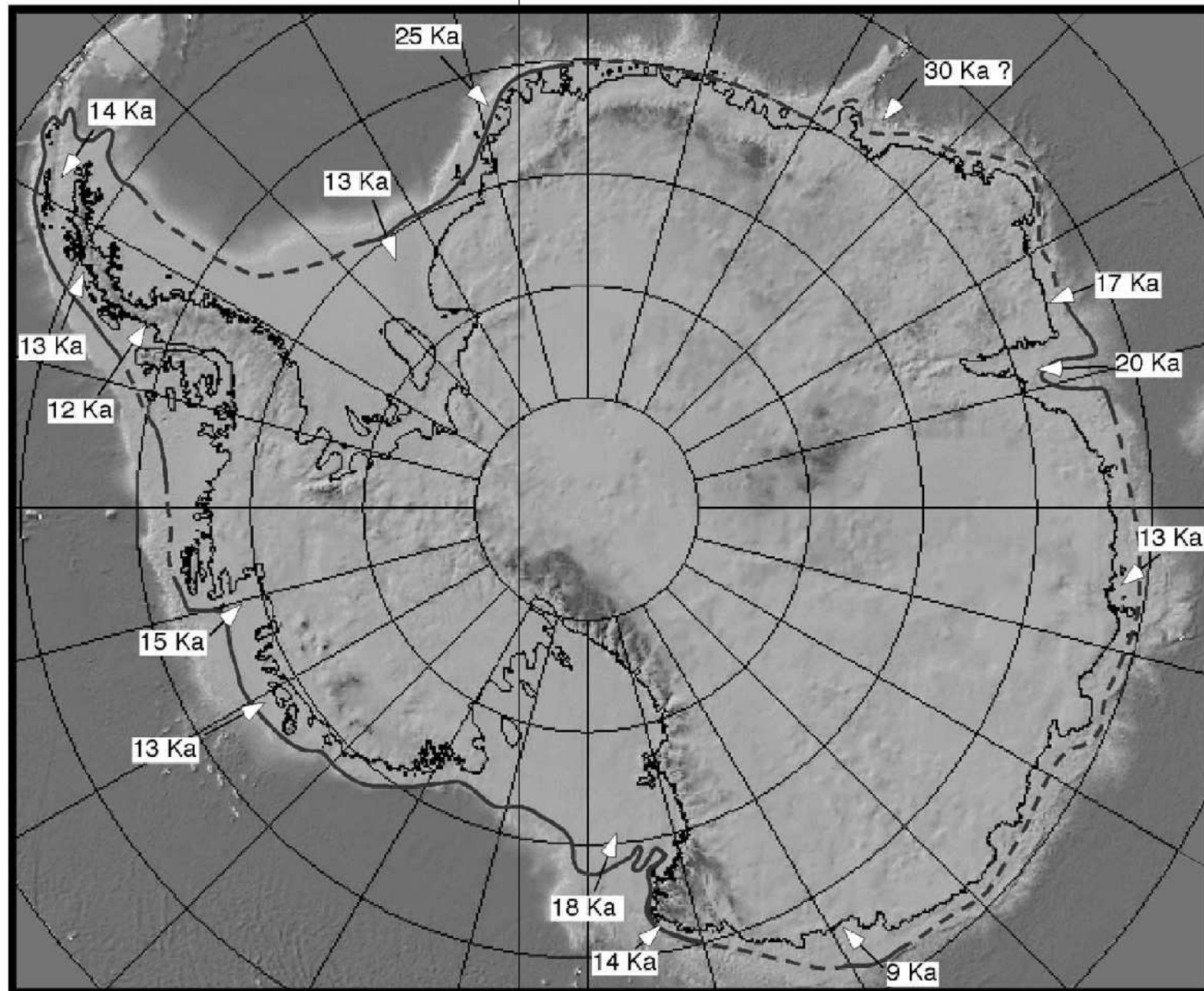
Benno die Westa

Paleogeografická rekonstrukce zalednění



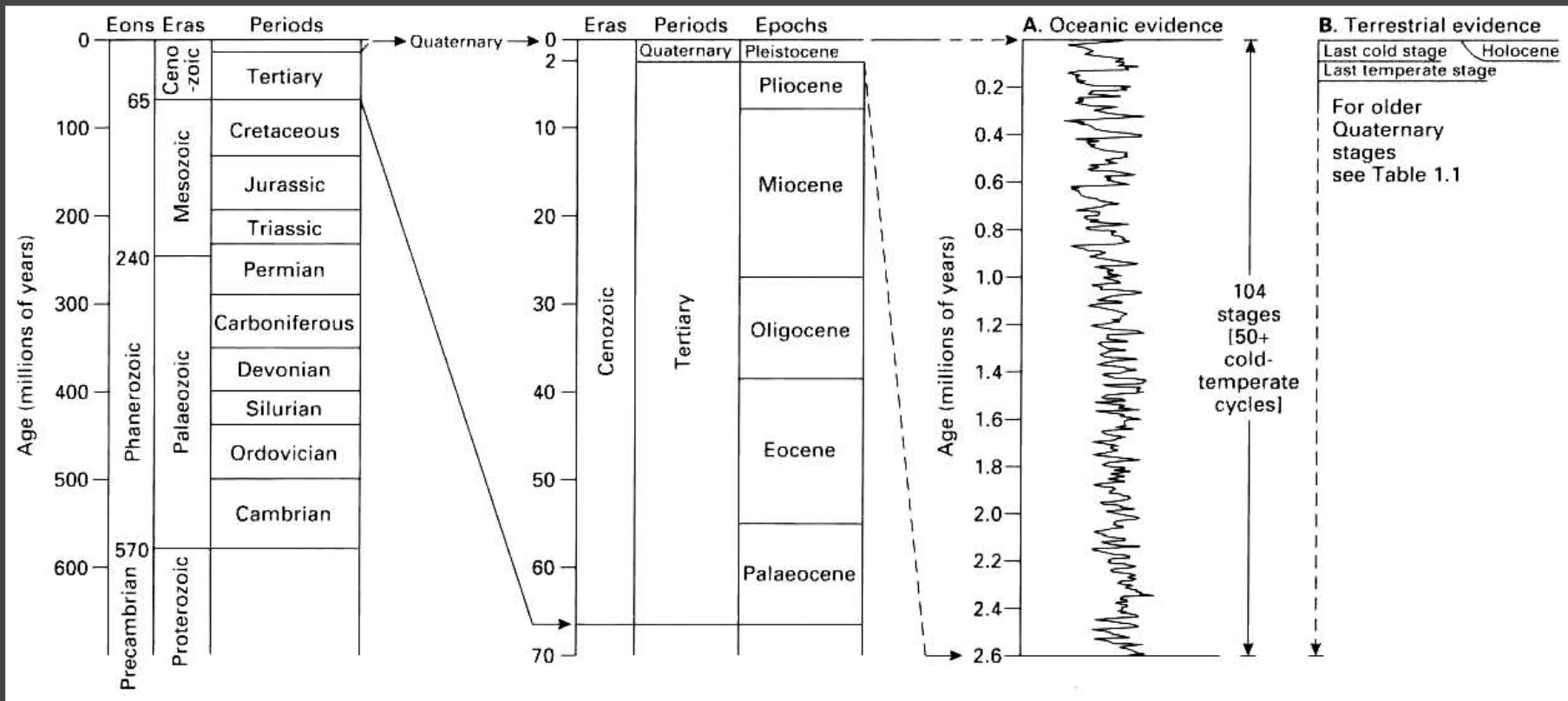
Maximální rozsah zalednění v Evropě

Paleogeografická rekonstrukce zalednění



Maximální rozsah posledního zalednění v Antarktidě

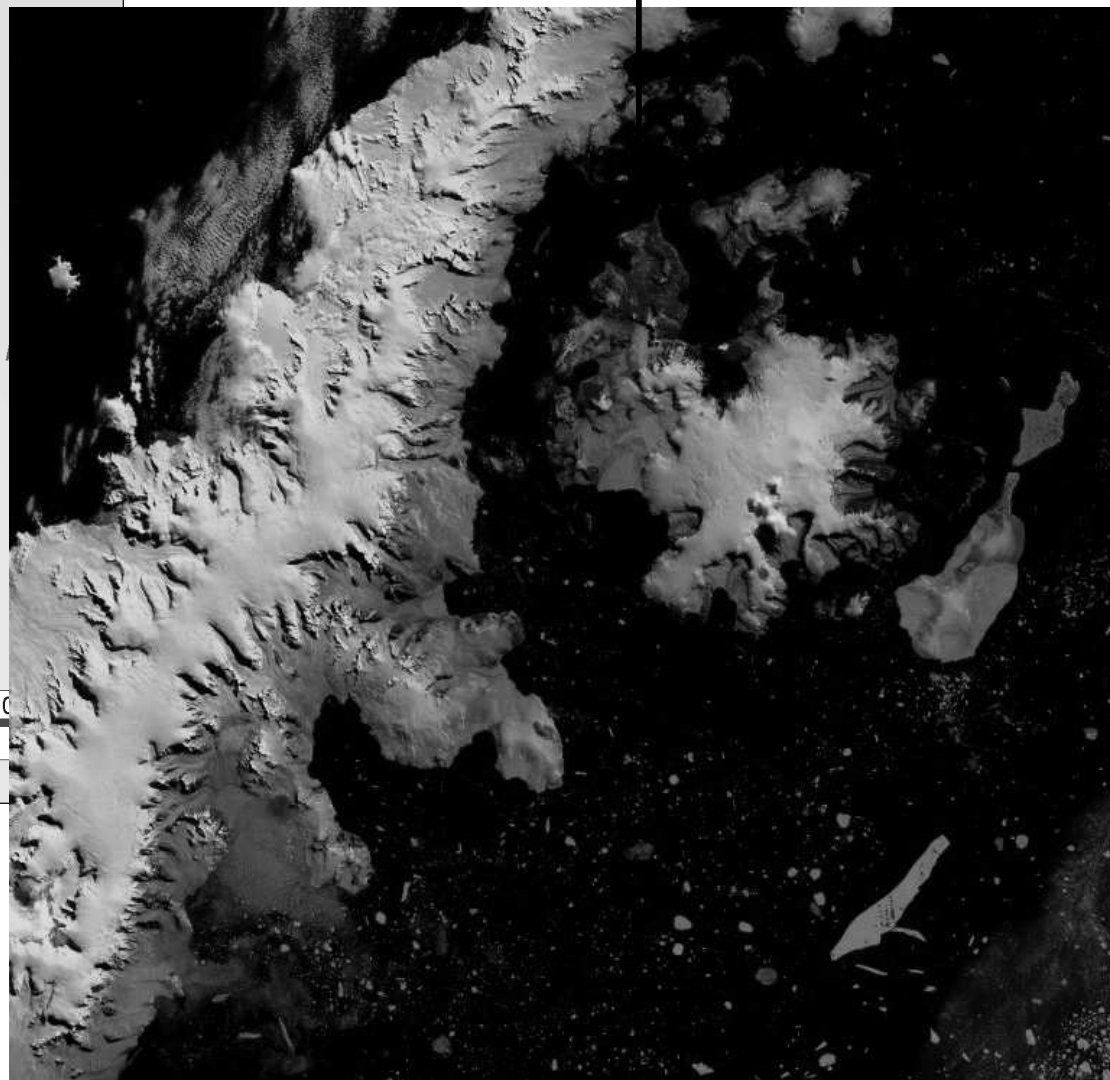
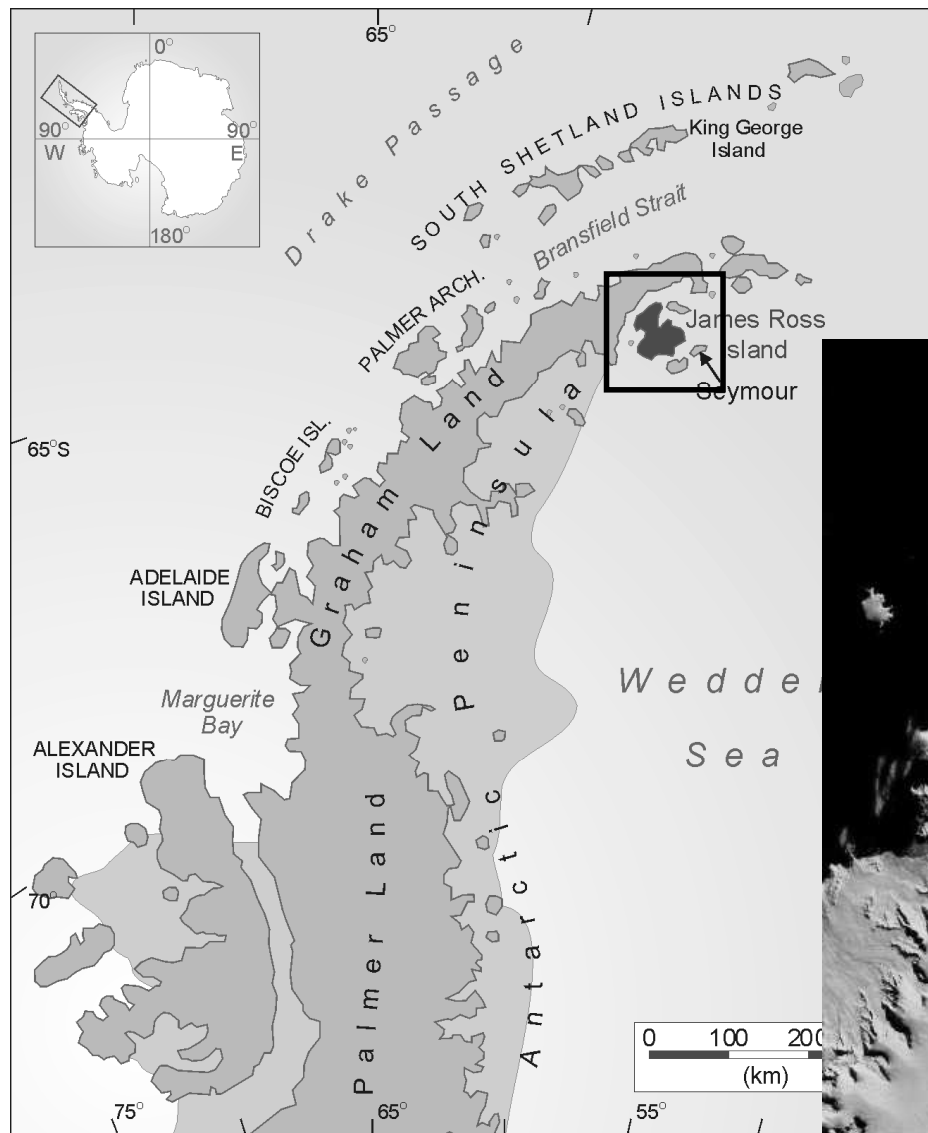
TRVÁNÍ KVARTÉRU

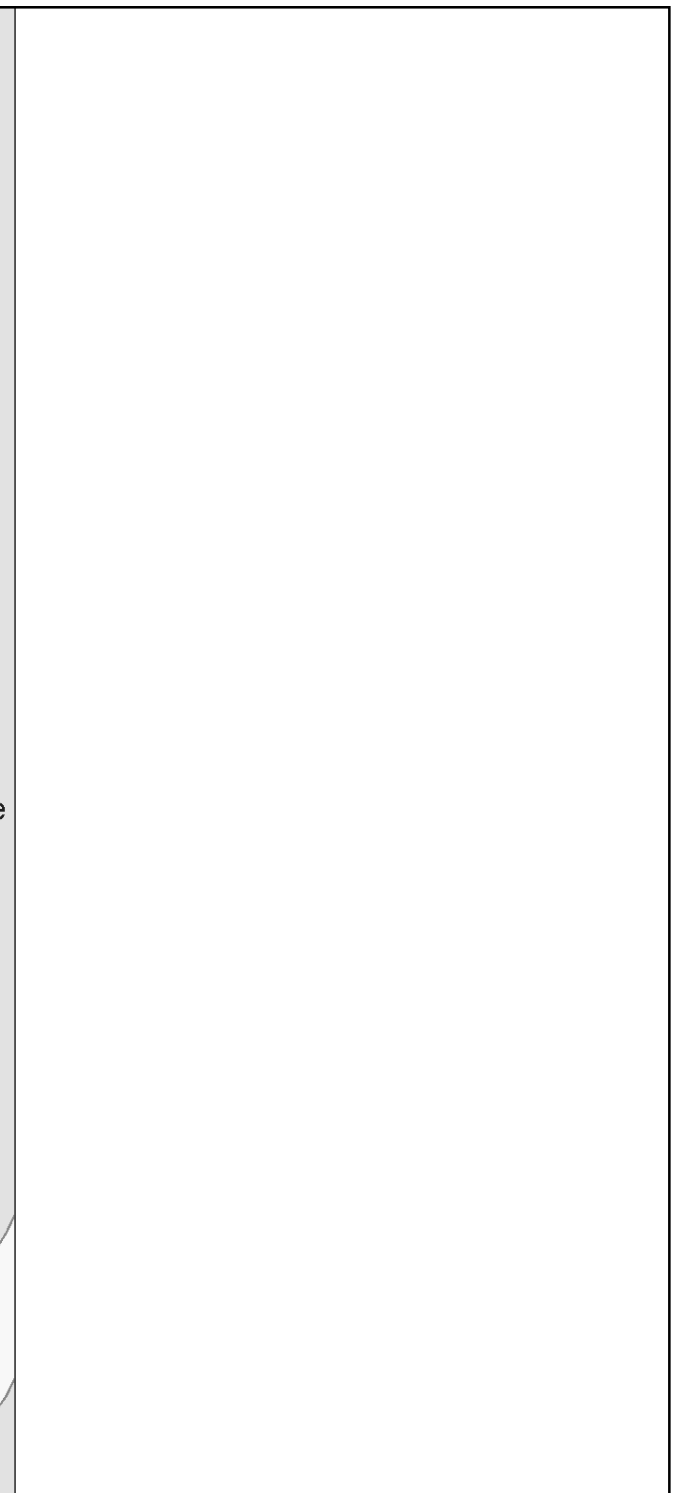


Délka trvání kvartéru vzhledem ke geologické škále. Vpravo je záznam izotopů kyslíku z hlubokomořských sedimentů (dle Shackletona et al. 1990).

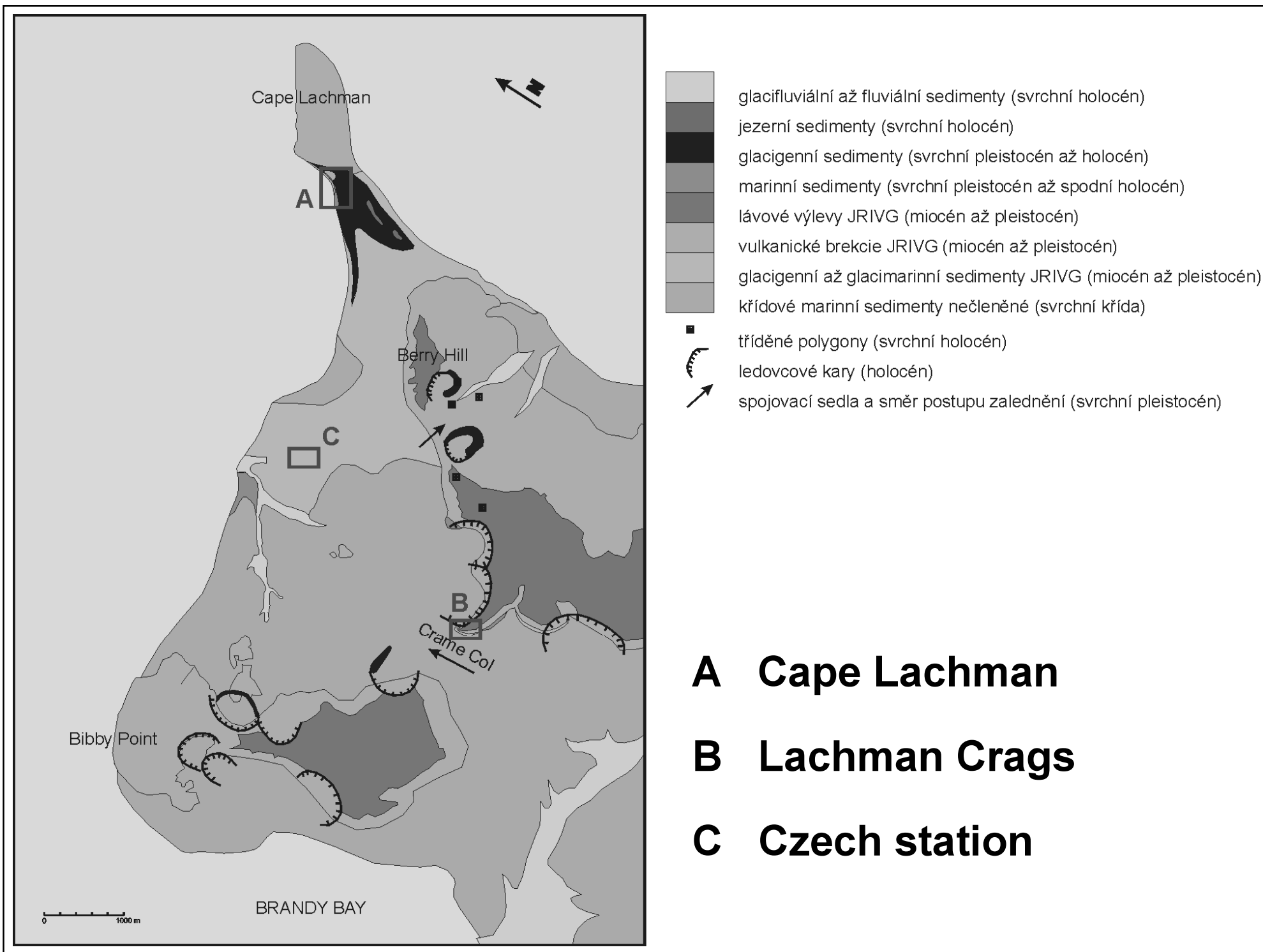
- dřívější názory - trvání kvartéru asi 1 mil. let, na rozdíl od terciéru - přítomnost glaciál
- dřívější názory - vyšší zeměp. šířky postihnuty glaciál. aktivitou dlouho před předpokládaným
- dřívější názory - glaciální činnost ve svrchním terciéru Aljašky a Grónska (Hamilton 1986;
- dřívější názory - glaciální činnost - až před 38 miliony let (Webb, Harwood 1991)
- dřívější názory - postupné ochlazování. Hranice pliocén /
- dřívější názory - změnám ve složení fauny a flóry a jiným

nezaledněná severní část James Ross Island



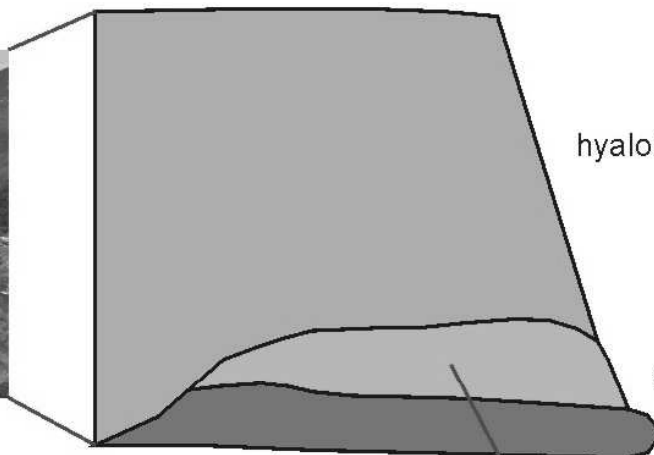






A

Cape Lachman



hyaloklastické tufy JRIVG

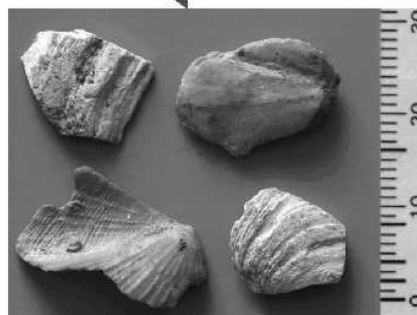


glacimarinní tillity (20.46 ± 0.25 Ma)¹

bazaltový lávový proud JRIVG

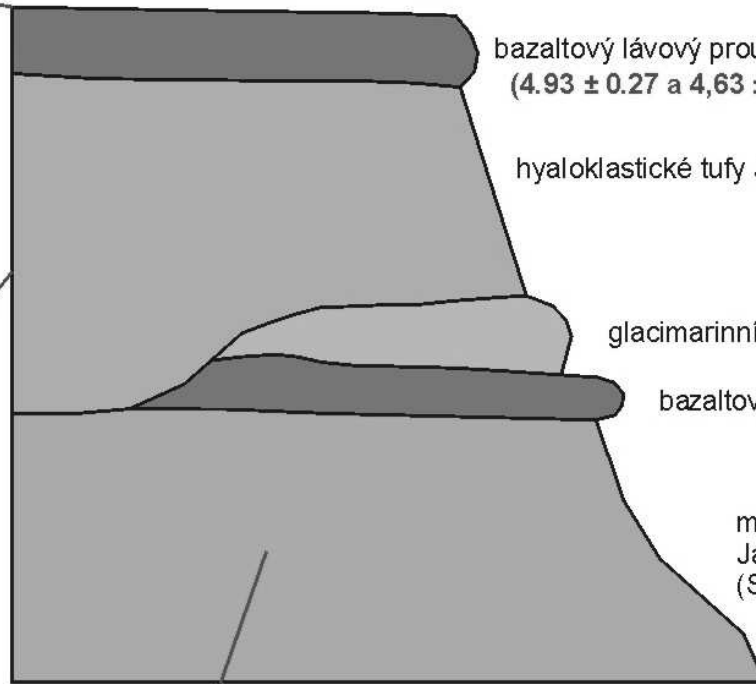
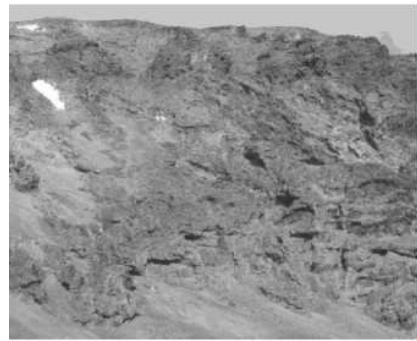


¹ Sr datování pektenů *Zygoclamys andersonni* z glacimarinních tillitů (tento příspěvek). Pokud bude potvrzeno stáří i jinými metodami, tak se jedná o **nejstarší ledovcový sediment na ostrově James Ross** a podložní bazalty představují **nejstarší vulkanické horniny na ostrově James Ross**



B

Lachman Crags



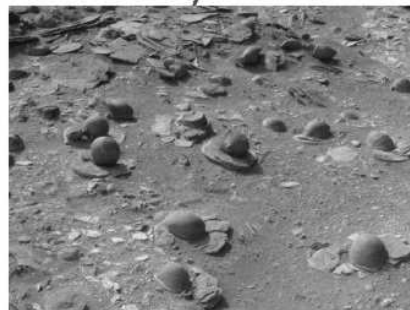
bazaltový lávový proud JRIVG
(4.93 ± 0.27 a 4.63 ± 0.57 Ma)¹

hyaloklastické tufy JRIVG

glacimarinní tillity (< 7.13 ± 0.49 Ma)²

bazaltový lávový proud JRIVG

mořské sedimenty
James Ross basin
(Santa Marta Fm., křída)



¹ stáří bazaltu (datování Sykes 1988)

² stáří bazaltového souvku v glacimarinních tillitech - maximální možné stáří akumulace a pravděpodobné stáří podložního bazaltového výlevu (datování Sykes 1988)

C

Brook near the Czech station



glacimarinní tillity (21.84 ± 0.89 Ma)¹

mořské sedimenty
James Ross basin
(Santa Marta Fm., křída)

¹ Sr datování pektenů *Zygoclamys andersonni* z glacimarinních tillitů (tento příspěvek). Pravděpodobně ekvivalent glacimarinních tillitů od Cape Lachman. Pokud bude potvrzeno stáří i jinými metodami, tak se jedná o **nejstarší ledovcový sediment na ostrově James Ross** a podložní bazalty představují **nejstarší vulkanické horniny na ostrově James Ross**

PLEISTOCÉN	STŘEDNÍ	0,13 0,79	
	SPODNÍ	1,95 +1,12/-0,52	TERRAPIN
PLIOCÉN	SVRCHNÍ	2,59 3,60	3,1 ± 0,3 GAGE
	SPODNÍ	5,33	
MIOCÉN	SVRCHNÍ	6,8 +1,3/-0,5 [4,93-7,13]	BELÉN LACHMAN CRAGS
		9,9 ± 0,97	HOBBS GLACIER
	STŘEDNÍ	11,81	
MIOCÉN	SPODNÍ	15,97	
		20,46 ± 0,25 21,84 ± 0,89	LACHMAN Czech Station
		23,03	

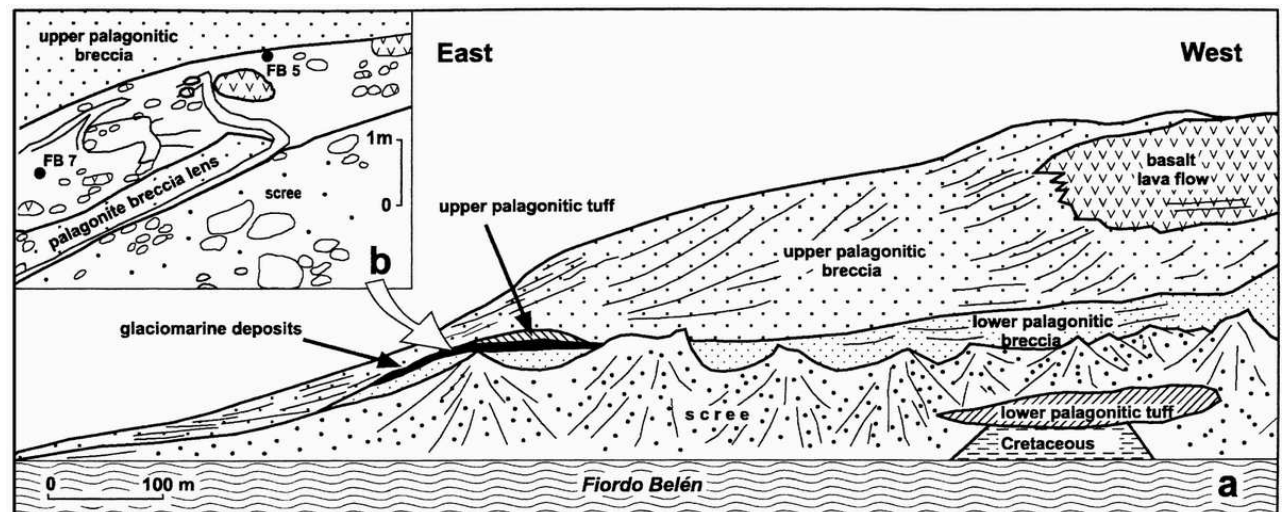
Dosud nejstarší známé výskyty spadají do svrchního miocénu - souvrství Hobbs Glacier, Rabot Point na JV ostrova - $9,9 \pm 0,97$ Ma (Dingle a Lavelle 1998).

Další jsou na základě stronciového datování přítomných *Zygoclamys andersonni* a Ar-Ar datováním nadložních příp. podložních bazaltových výlevů nebo bazaltových souvků kladeny do období od svrchního miocénu do nejstaršího pleistocénu

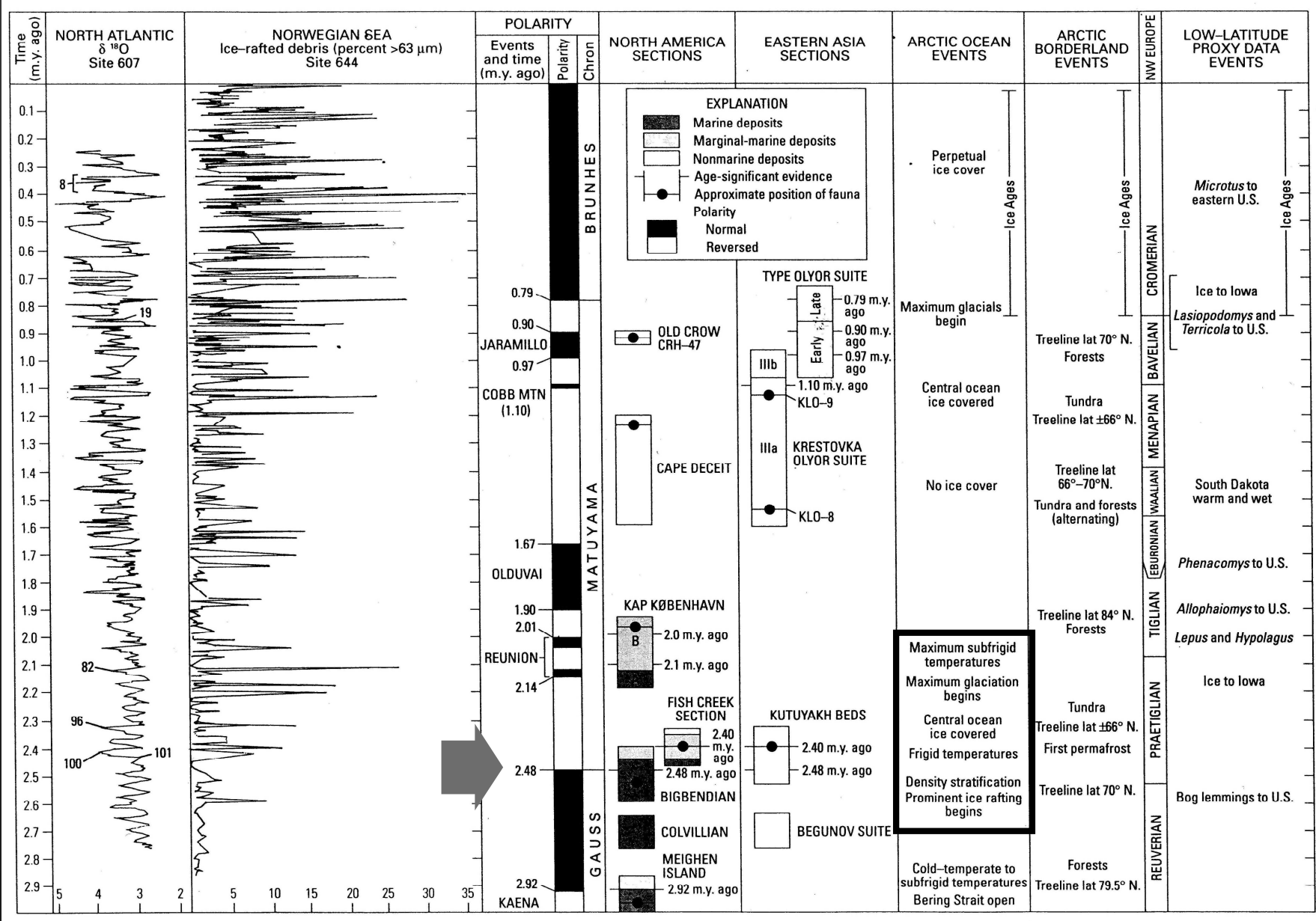
$6,8 +1,3/-0,5$ Ma u fjordu Belén pod vrchem Terrapin (Jonkers 1998)

$3,1 \pm 0,3$ Ma u mysu Gage na V ostrova (Jonkers et al. 2002)

$1,95 + 1,12/-0,52$ Ma pod vrchem Terrapin (Lirio et al. 2003).



POLÁRNÍ OBLASTI - NEJSTARŠÍ STUĐENÉ VÝKYVVY



Korelace eventů a lokalit studovaných v rámci vrtných průzkumů v oblasti Sibíře, Aljašky, Kanady, Grónska a Sev. ledového oceánu (podle Reppeninga a Browersové 1992).

Británie

hranice pliocén / pleistocén - na stratigrafické diskontinuitě mezi usazeninami východoanglického souvrství (East Anglian sequence) a na horizontu prvního vzrůstu výskytu měkkýšů charakteristických pro severní moře a horizontu prvního výskytu slonů a koní mezi obratlovci (Jones, Keen 1993)

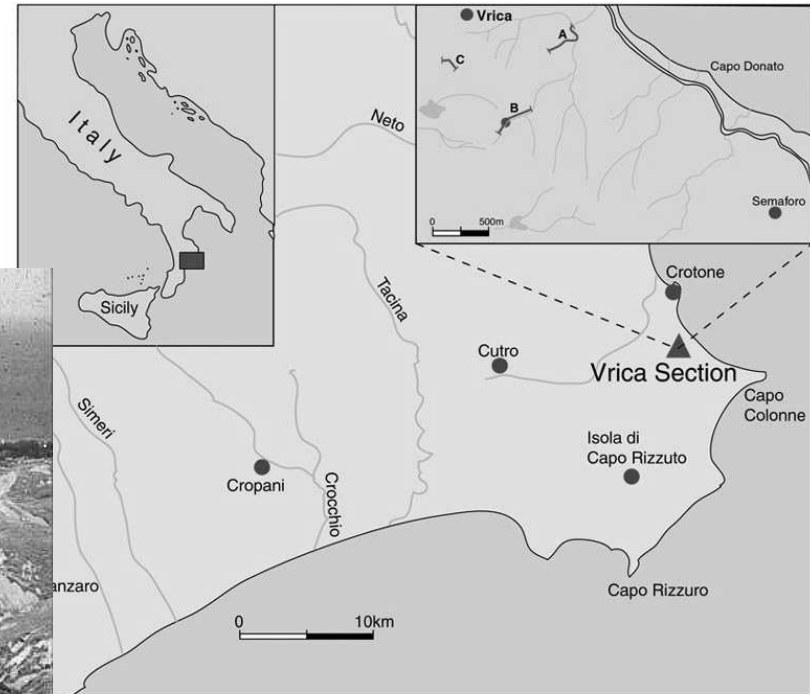
(jižní Itálie)

lokalita pro plio-pleistocenní hranici - v chladnomilném marinním prostředí (zjištěno *Propterion testudo* (datováno na základě izotopismu původně na 1,64 Ma (Koch 1985))

HRANICE PLIOCÉN/PLEISTOCÉN

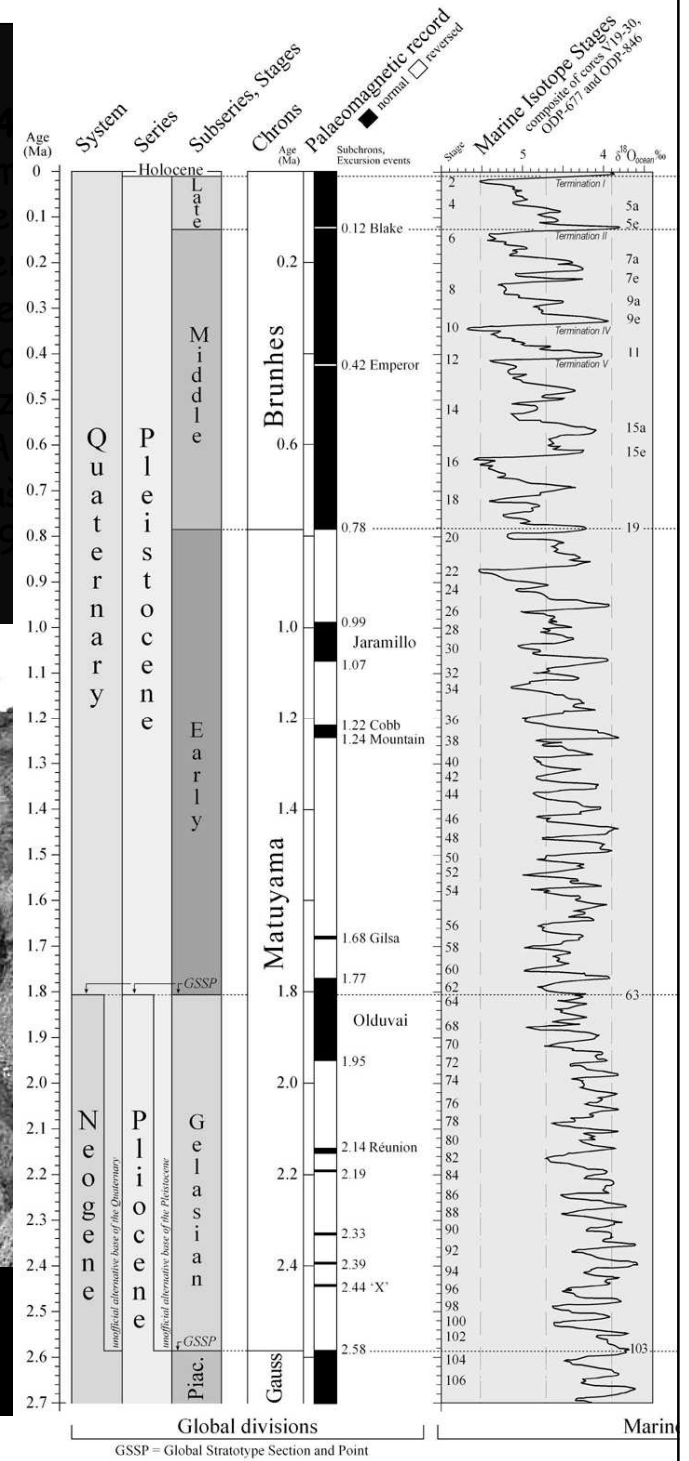


Location of the Pliocene/Pleistocene Boundary at the Vrica Section, Italy

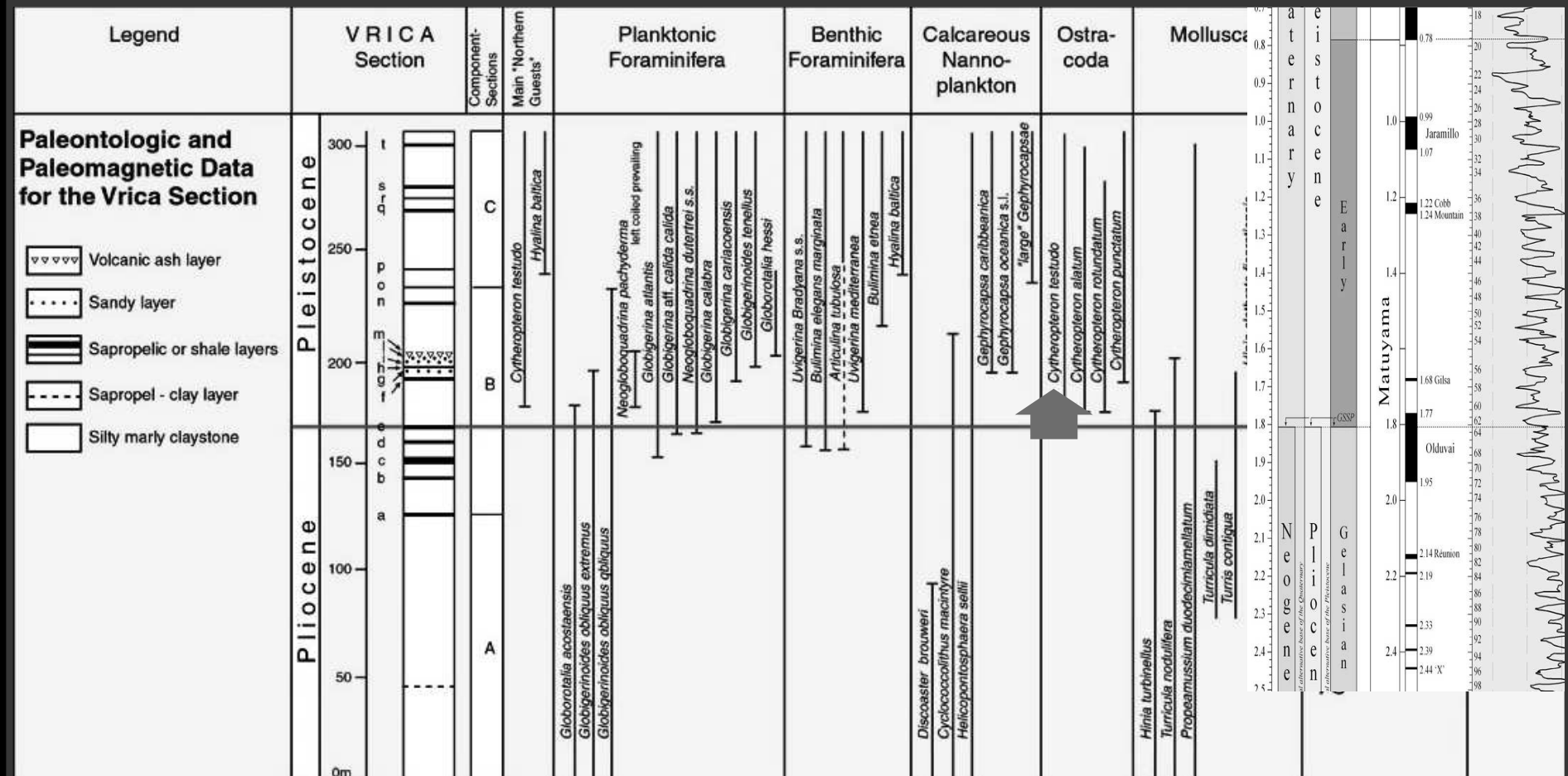


A, B, C are component-subsections. The dot on subsection B is the position of the Pliocene/Pleistocene boundary stratotype.

(pliocén/pleistocén) jihoitalská lokalita



VRICA - HRANICE PLIOCÉN / PLEISTOCÉN



organismů na lokalitě Vrica

PLIOCÉN/PLEISTOCÉN - DALŠÍ INTERPRETACE

Předpoklad dřívějšího počátku kvartéru

Holandsko

Porušení klimatu v biostratigrafickém záznamu (hranice pliocén / pleistocén - de Jong 1988) -
srovnání s hranicí Gauss-Matuyama

Indonésie

hranice pleistocén leží blízko stejného geomagnetického eventů (Long et al. 1988),
hranice je datována na 4 Ma BP. Revize oceánských vrtů hranici posouvá až na 2,6 Ma BP

Severní Pacifik

hranice je datována na 2,4 Ma BP (z mikrofaunistických rozborů). Další důkazy -
včetně mikrofosilií, vzrůst množství ledovcové tříště ve
sedimentech ledovců (Shackleton et al 1984; Morley, Dworetzky

hranice je datována na 2,4 Ma BP (Kukla et al. 1990)

hranice je datována na 2,4 Ma BP (Kukla et al. 1990)

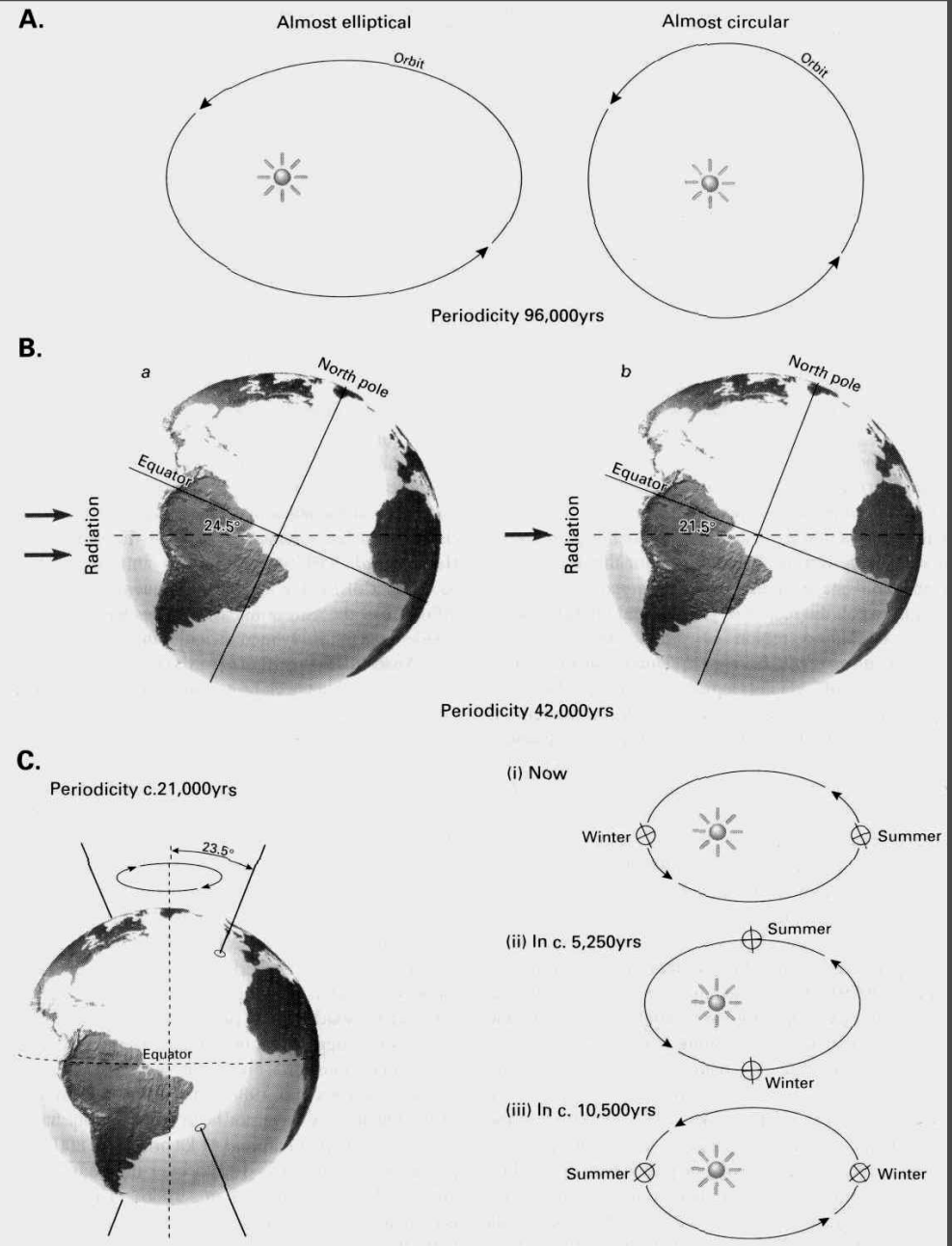
Příčiny klimatických změn

'Astronomická teorie' - Teorie předpokládá, že povrchová teplota Země může kolísat v závislosti na pravidelných a předvídatelných změnách pohybu Země a její osy (Milankovič):

1. Excentricita orbitální dráhy - orbitální vzdálenost Země se mění v periodě asi 100 000 let (přechází téměř kruhového po eliptický a zpět)

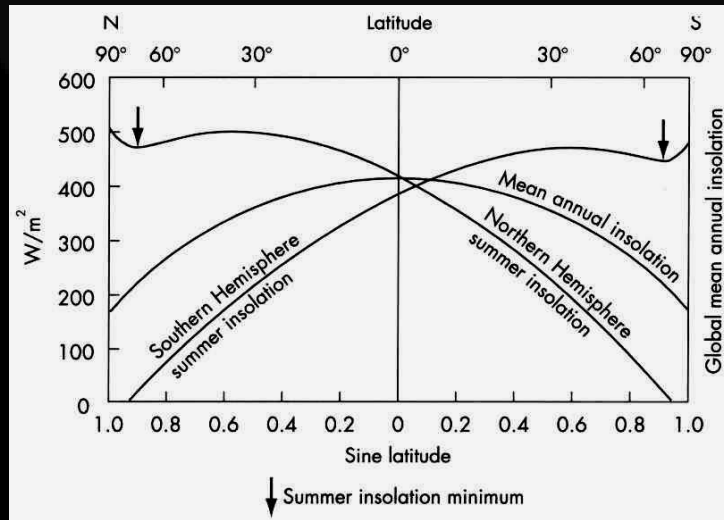
2. Sklon ekliptiky - sklon zemské osy kolísá mezi $22^{\circ}39'$ do $24^{\circ}36'$ a zpět v periodě 42 000 let (měří se v závislosti na ploše osvětlené plocha vymezená eliptickým kruhem kolem Slunce)

3. Precese ročních období - roční období (roční doba) se mění v závislosti na pohybu Země kolem Slunce a kolísáním zemské osy. Každých 26 000 let, během precese ročních období, během kterých se mění roční období (tzv. Milankovičovy cykly) - zimní období se posouvá dále od Slunce a letní období blíže k Slunci. To znamená, že v zimě bude chladnější a v létě teplejší.



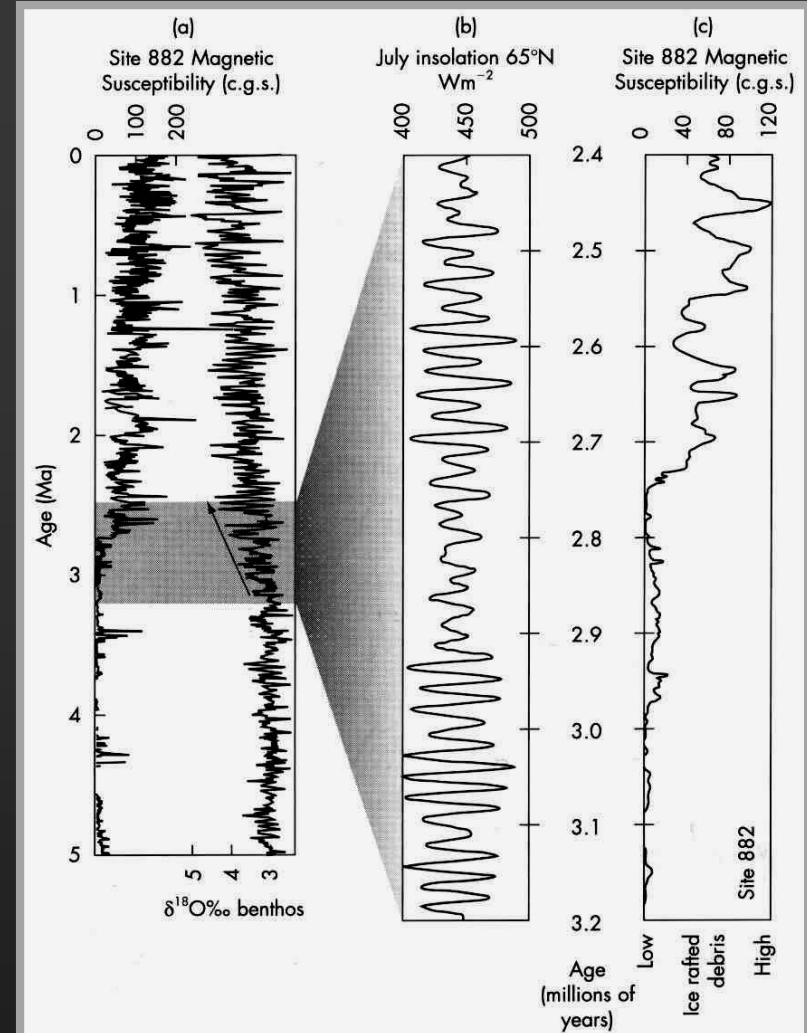
Alternativní názor:

periodické 'glaciální' cykly (1x za asi 100 000 let) - nakloněním orbitální dráhy Země (Muller, MacDonald 1995). Existuje těsný vztah mezi nakloněním orbitální dráhy Země a záznamy izotopu kyslíku $\delta^{18}\text{O}$ (není zcela objasněno)

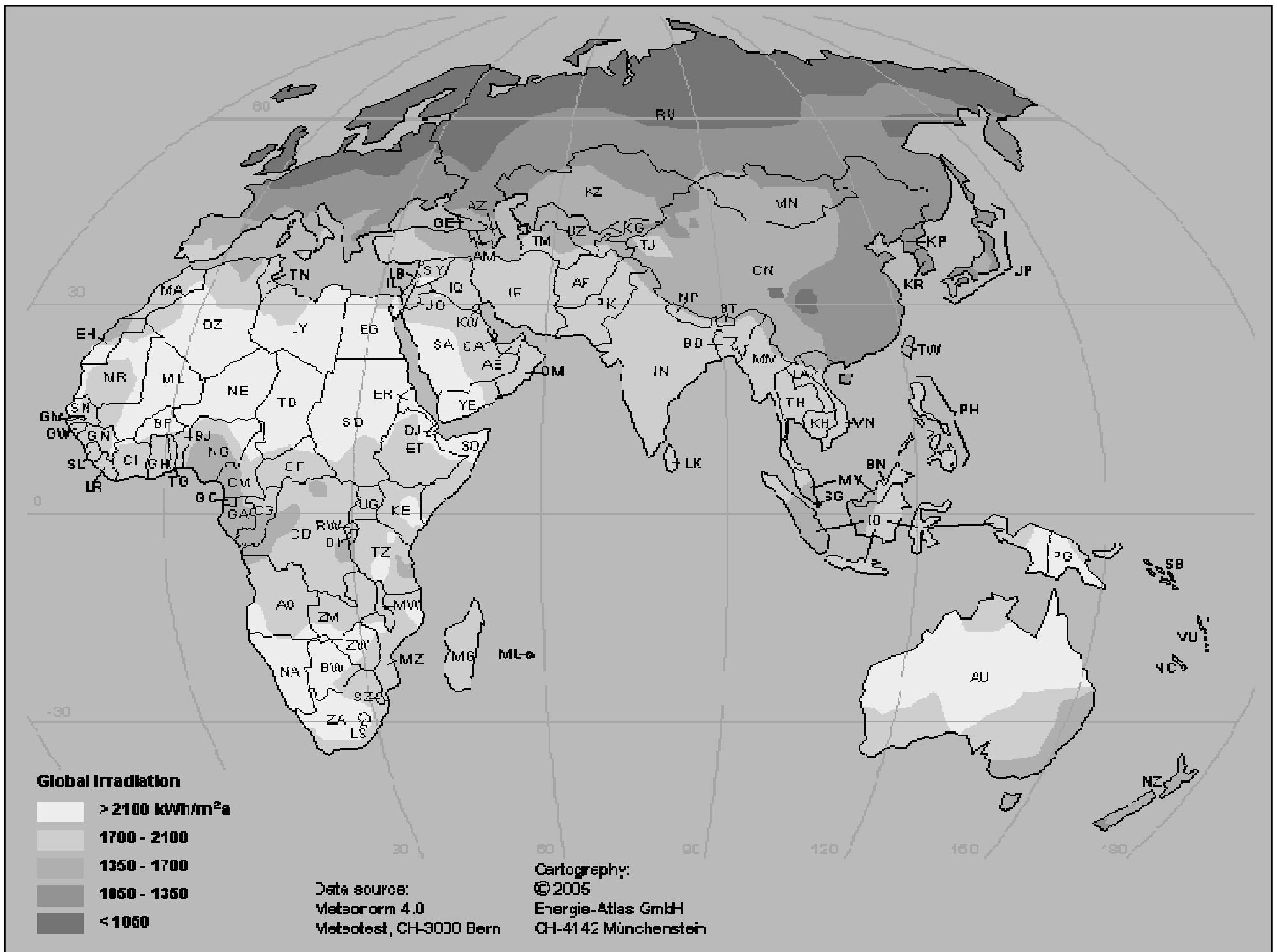


ii. Srovnání průměrné insolace v severní a jižní polokouli během

glaciálních období - na severní polokouli je slunečního záření - na severních šířkách, je řízeno především délkou dne, zatímco ve středních a jižních šířkách excentricity dráhy Země a sklonu ekliptiky. Vlivem změny slunečního záření a změny délek dní mohl



Letní insolace a nápor glaciálů. A) graf zastoupení $\delta^{18}\text{O}$ a variabilita v množství úlomků ledovcové tříště v sev. Pacifiku ukazující na ochlazení a růst ledových čapek mezi 2,4 a 3,2 Ma BP. B) červencová insolace na 65°s.š. mezi 2,4 a 3,0 Ma BP. C) variabilita v množství úlomků ledovcové tříště ve vrtu ze sz. Pacifiku ve stejném časovém intervalu jako (B).



PŘIJETÍ MILANKOVIČOVY TEORIE

- první prezentace Milankovičovy křivky (v r. 1924) - mnoho příznivců - souhlas s klasickými glaciály a interglaciály (Pencka a Brücknera) Alpské oblasti. V průběhu času se ukázalo, že čas ani sekvence glaciálních epizod během svrchní části kvartéru nesouhlasí se změnami předvídanými astronomickými faktory

• 2. polovina 20. stol. - vše umocněno rozvojem radiokarbonového datování, které bylo první přesnou chronologickým měření glaciálních uloženin. V polovině 50. let 20. stol. byla Milankovičova hypotéza téměř všeobecně zamítána

• 60. a 70. let 20. stol. věnující se změnám hladiny moře a hlubokomořské sedimentace znovu objevil Milankovičovu hypotézu. Zvláštní význam - objevení 41 ka cyklu v oceánských vrstvách. Spektrální analýza sekvencí oceánských vrstev ukázala 41 ka cyklus v izotopových signálech a stala se tak důležitou součástí Milankovičovy hypotézy (oběžná perioda výškové výšikmosti ekliptiky (41 ka) a precese (23

• 80. a 90. let 20. stol. - objevení 100 ka cyklu v ledovcové vrty a záznamy v sedimentech (včetně přímých) záznamech

DALŠÍ FAKTORY

Astronomická teorie - vysvětlení hlavních klimatických změn během kvartéru - není to jediný ovlivňující faktor.

Středně velké ledovce známe z období asi 2,5 Ma BP (Shackleton et al. 1984), proxy data z hlubokomořských vrtů dokazují, že k ochlazení klimatu došlo již před 3,15 Ma. Navíc kvartérní klimatické cykly nebyly konstantní a posunuly se z periodicity 41 ka před více než 800 000 lety do cyklů asi po 100 ka v posledních 700-800 tis. letech (Ruddiman et al. 1986). To bylo doprovázeno zjevným zesílením glaciální činnosti a růstem ledovců severní polokoule, které byly mnohem většího rozsahu než před 1,6-1,7 Ma.

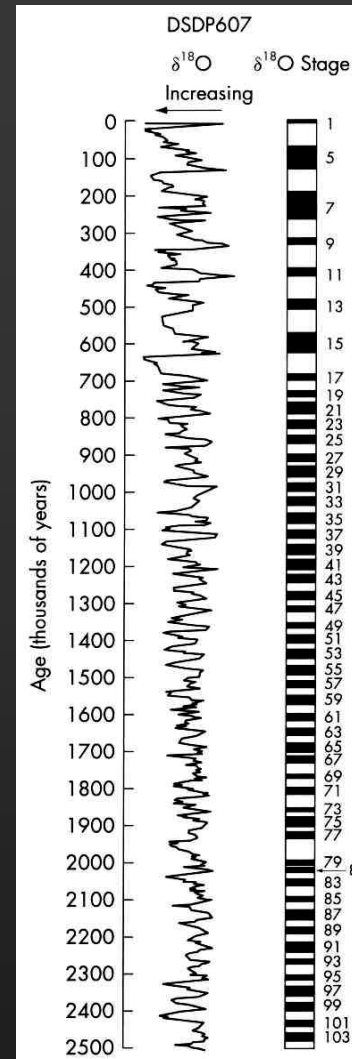
ledovců

metanu (CH_4) a prachových částic

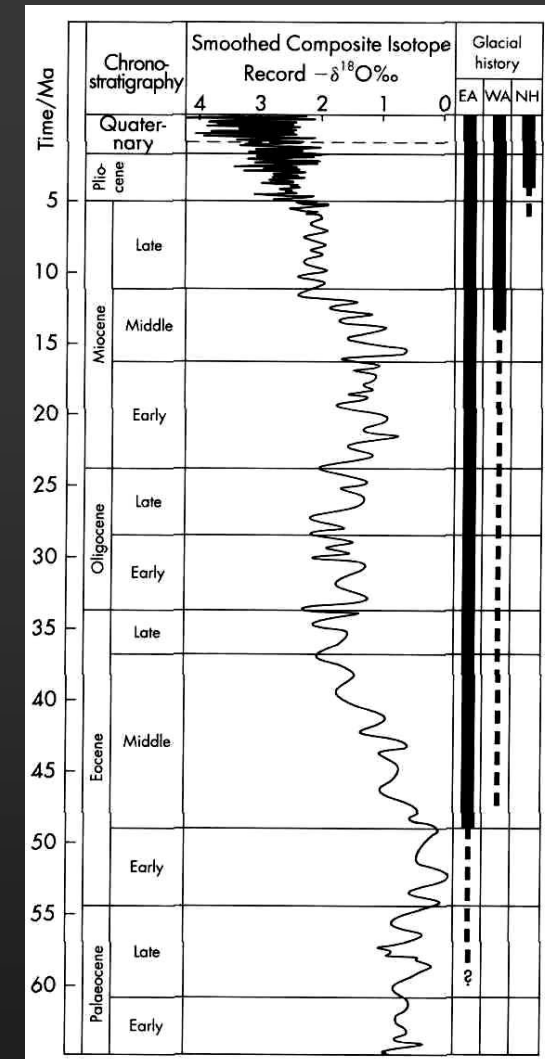
studeného cyklu bylo podstatně
glaciálu (Shackleton et al.
tyším CO_2 a teplotních profilů
zmírnit (zmírnit)
podobně i s CH_4).

Pokřídové ochlazení

Progresivní vzrůst izotopů $\delta^{18}\text{O}$ od počátku kenozoika, hlavně během středního až svrchního eocénu, středního miocénu a od pliocénu do současnosti. Hlubokomořské vrty – odhalily glaciální sedimenty ve východní Antarktidě již pro období středního a svrchního eocénu. Západní Antarktida – zaledněna od oligocénu, ale rozsáhlé ledovce se utvářely zřejmě až ve středním miocénu. V té době – Antarktický ledovec dosáhl téměř stejných rozměrů jako má dnes. V oblasti Arktidy neznáme pro toto období přímé důkazy o zalednění, je však pravděpodobné, že alpské ledovce se objevily ve vyšších severních zeměpisných šířkách již před touto dobou a v jižním Grónsku kontinentální ledovec existoval již asi před 5 Ma, tedy od počátku pliocénu. Zintenzivnění glaciální činnosti však až v době 2,7 Ma BP a 2,5 Ma BP.



Záznam $\delta^{18}\text{O}$ z hlubokomořského vrtu č. 607 v Pacifiku ukazujícího na izotopové stupně od 2,5 Ma BP. Černě jsou označeny interglaciály.

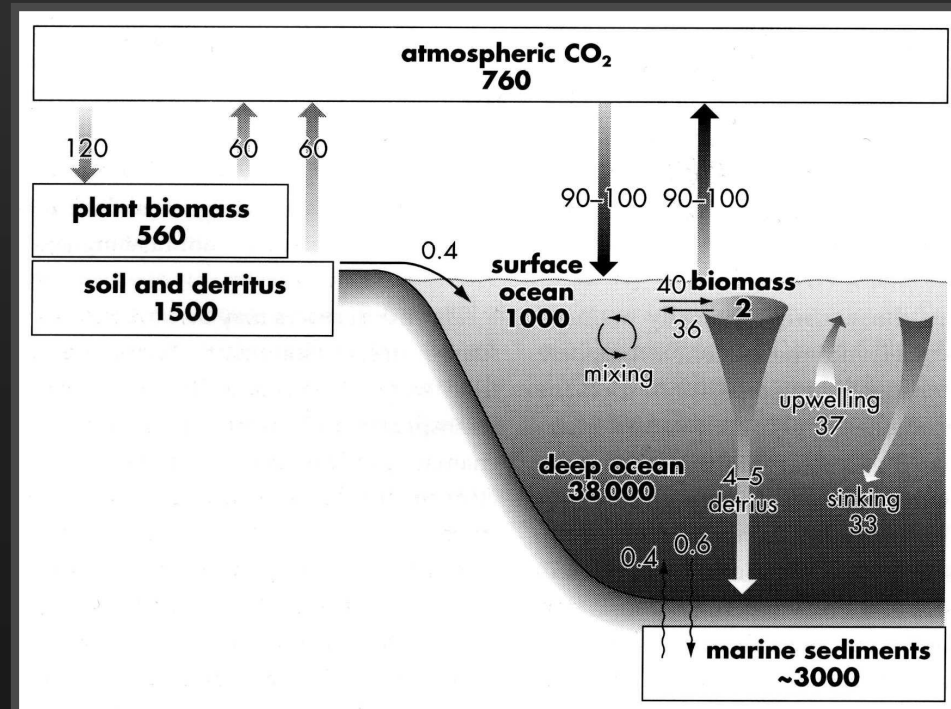


Záznam výskytu $\delta^{18}\text{O}$ pro období kenozoika. Vpravo je ve sloupcích zachycena glaciální historie vých. Antarktidy (EA), záp. Antarktidy (WA) a severní polokoule (NH) na základě nálezů ledovcové drtě a izotopového záznamu.

Magmatický proces

- asi 120 Ma BP - vzrůst rychlosti formování oceánské kůry podél středooceánských hřbetů (Pacifik, Indický oceán)
- výlevy na kontinentech - uvolnění velkého množství CO_2 do atmosféry - asi 3-15x více než je současná průmyslová úroveň 280 ppm = silný skleníkový efekt, oteplení o $3^{\circ}C-8^{\circ}C$
- zvýšení množství vodních par až o 10x - což by mělo za následek další oteplení neboť vodní páry jsou silnějším skleníkovým plynem
- snížení množství ledů v polárních oblastech mnohem rychleji - z důvodu vysokých teplot - což mohla udržet až o 10x více vodních par, než je tomu dnes
- oteplení během kenozoika - z důvodu oteplení - což mohla udržet až o 10x více vodních par, než je tomu dnes (oceány)

Svrchnokřídové hladiny moře – snad až o 300 m výše než dnes - důsledek redukce množství oceánských pánví zapříčiněný vzrůstem rychlosti rozšiřování oceánského dna a vznikem rozsáhlých podmořských lávových ploch. Záplavy rozsáhlých území také mohly přispět ke globálnímu oteplení a předpokládá se, že teplota mohla vzrůst až o $8^{\circ}C-13^{\circ}C$ ve srovnání s dneškem. Toto souhlasí se vzrůstem teplot o $6^{\circ}C-16^{\circ}C$, zjištěných na základě studia mělkovodních mořských fosilií.

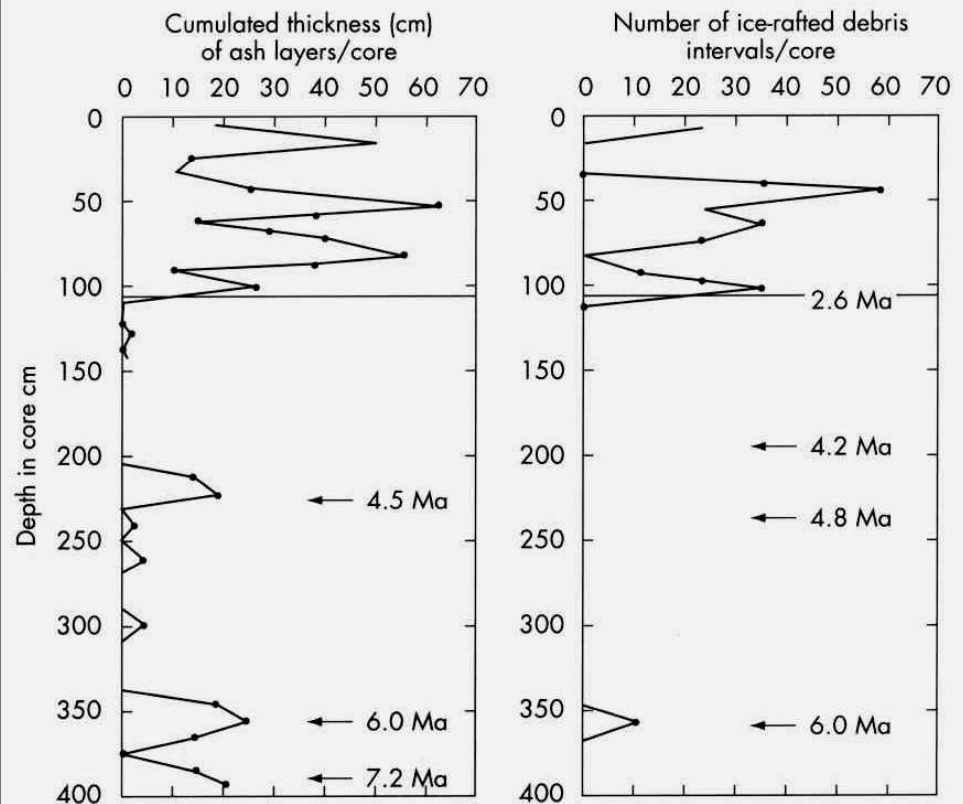
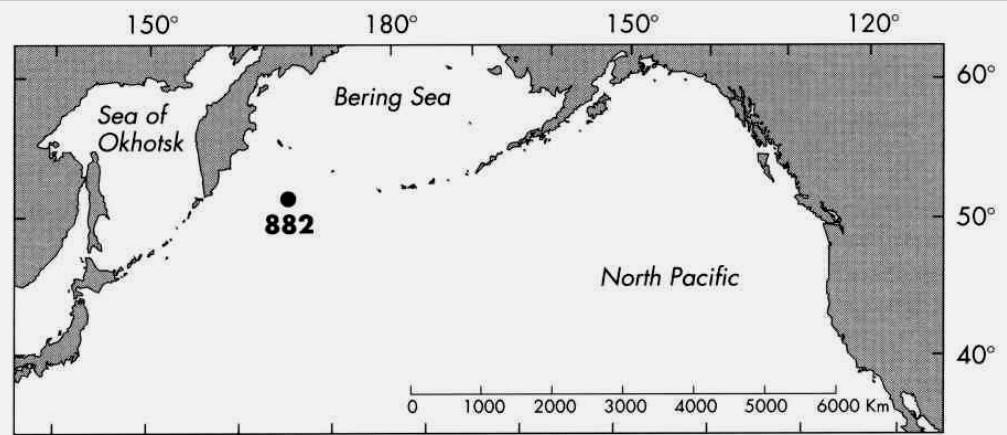


ukončení magmatické aktivity = ochlazení.
 Snížení množství atmosférického CO_2 +
 snížená hladina světového oceánu = vzrůst
 sezónnosti klimatu (zvláště vyšší zeměpisné
 šířky - zalednění)

**Hlavní roli v magmatické činnosti mají
 CO_2 a vytvoření sirných aerosolů. Ty
 zvyšují albedo Země. Jsou to mnohem
 významnější činitelé než sopečný prach.**

... měřítku - sirné
 ... vrží jen několik

... sirné
 ... déle



Kontinentální drift a oceánské cesty

tepelný přenos z nižších do vyšších zeměpisných šířek zajištěn téměř rovnoměrně prostřednictvím atmosféry a oceánů

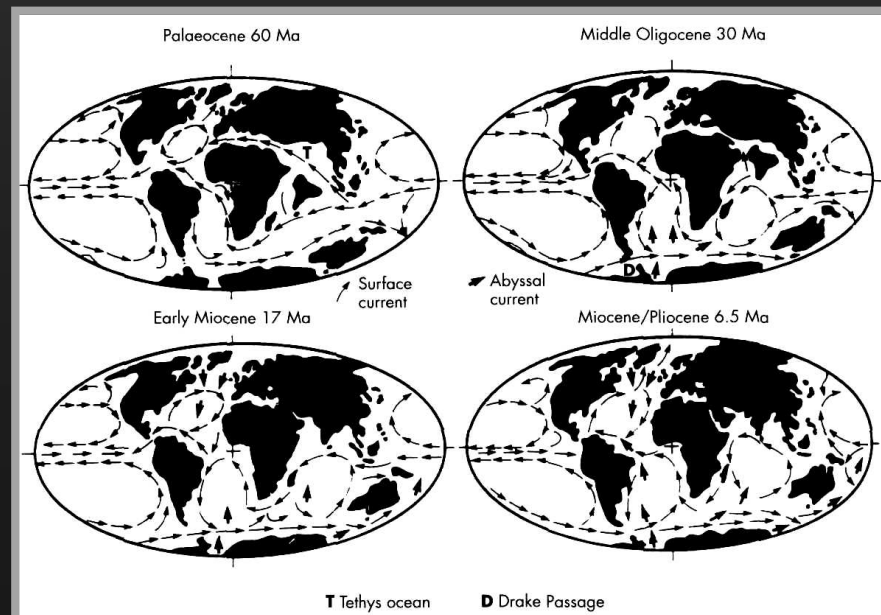
globální ochlazení - jedním z důvodů, proč teploty mohlo být změněné

zalednění - změna klimatu během terciéru - zalednění v severních polárních oblastech

Severní polokoule - uzavření průlivu mezi Severní a Jižní Amerikou před 4,6 Ma-2,5 Ma - zalednění. Zároveň - zvýšení salinity Karibského moře, posílení Golfského proudu a zvýšení vlhkosti atmosféry ve vyšších zeměpisných šířkách. Větší vlhkost a sezónnost klimatu = vzniku ledovců. Posílení Golfského proudu a severoatlantický drift mohli zdržet průběh zalednění oteplením oblastí okolo Severního Atlantiku.

Změny uspořádání kontinentů během terciéru a předpokládaná oceánská proudění (povrch: malé šipky; hloubky: velké šipky). Na mapách - dva klíčové eventy: (i) otevření oceánské cesty mezi Jižní Amerikou a Antarktidou asi 25-30 Ma BP a vznik cirkumantarktického proudění; (ii) uzavření úžiny mezi Střední a Jižní Amerikou v pliocénu, izolace Atlantiku a uzavření rovníkové cirkulace mezi ním a Pacifikem.

Antarktida – paleocén až většina eocénu – pokryta lesem (jako je dnes v Chile). První ledovce - asi střední eocén. Ochlazení v Antarktidě – částečně postupujícím uzavřením Tethydy (začalo již ve svrchní křídě) - zabránilo průniku teplé vody do Antarktidy z tropů, zásadním eventem bylo otevření Drakeova průplavu mezi Antarktidou a Jižní Amerikou 35 Ma BP. Antarktida - izolovaná od teplého proudění, začal se vyvíjet ledovec, který dosáhl až k mořskému pobřeží. Začalo docházet k ukládání značného množství ledovcové tříště, ledová pokrývka se však v plné míře nevyvinula ještě v průběhu dalších 15 Ma.



Tektonický zdvih

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

1. Vyzvednutí oblastí nad regionální sněžnou hranici (limit ledovce) umožňuje vznik ledovce

2. Vyzvednutí oblastí nad sněžnou hranicí způsobuje průběhu globální atmosférické

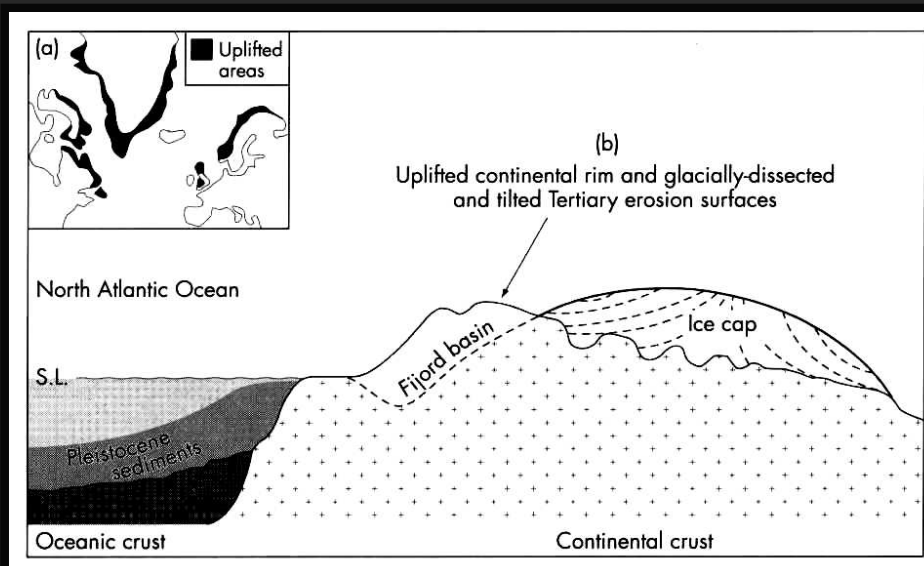
3. Vyzvednutí oblastí nad sněžnou hranicí způsobuje změny rychlosti vyplývající atmosféry

4. Vyzvednutí oblastí nad sněžnou hranicí způsobuje vykazují zvláštní charakteristika tektonického zdvihu, které se zde vyskytují. Vyzvednutí oblastí nad sněžnou hranicí způsobuje moře a oceány, které se zde vyskytují.

Růst severských ledovců: oblasti terciérního výzdvihu kolem severního Atlantiku. (a) vyzvednuté příbřežní oblasti Labradoru, Grónska, Británie a Skandinávie. (b) idealizovaný řez vyzdviženou oblastí, ukazující vývoj ledové čapky a hlubokého glaciálního údolí na straně přivrácené k moři.

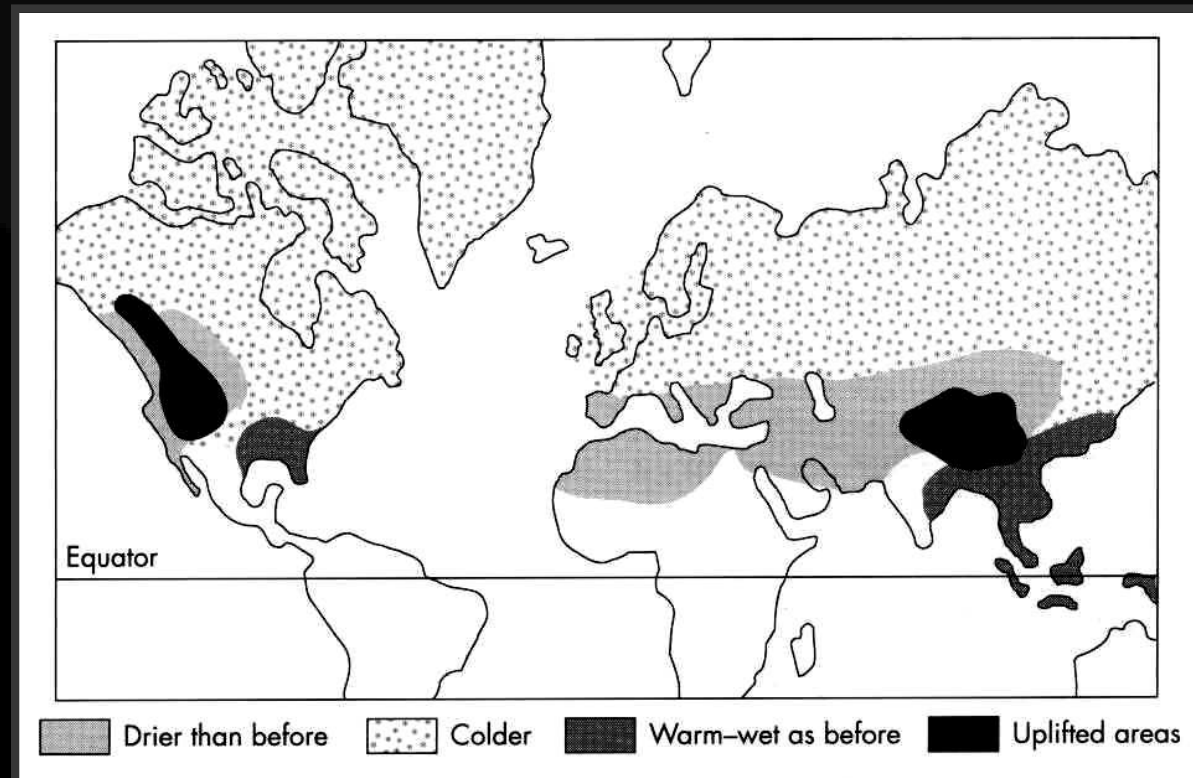
SEVERNÍ POLOKOULE

Centra hlavní kvartérní ledovcové akumulace na severní polokouli – leží těsně k oblastem ohraničujícím Atlantský oceán a Labradorské moře. Tyto oblasti byly vyzvednuty v terciéru až o 2 km. Vyzdvižením nad sněžnou linii (nebo snížením této linie v důsledku globálního ochlazení) sníh během letních měsíců zcela neodtaje. Oblasti Labradoru, Grónska, Británie a Skandinávie - nad touto hraniční linií (60°N - 80°N). Výzdvih ve dvou etapách: 1. asi 60 Ma BP, (spojena s rozsáhlým vulkanismem v sz. Skotsku a východním Grónsku, otevření Severního Atlantiku. 2. miocén.



Svrchnoterciární orogenetická činnost mohla významně ovlivnit atmosférickou cirkulaci. Himálaj a Tibet jsou v tomto ohledu zvláště důležité. Z klimatických modelů vyplývá, že v důsledku vyzdvižení rozsáhlých oblastí (západní USA, Kolorádo a Tibetská plošina) se původně vlhčí oblasti staly suššími a severní šířky chladnějšími. Vyzvednutí Tibetské plošiny zesílilo asijské monzunové větry, řízené zvýšenými teplotními rozdíly na plošině v zimě a v létě. Zimní chlad je zdůrazněn odtokem chladného vzduchu z náhorní plošiny. V Severní Americe vyplynuly chladnější zimy z posunutí od převážně západních větrů k severním, které přinesly studený jižní polární vítr.

ochlazení -
uloženo



severního vyzdvihu

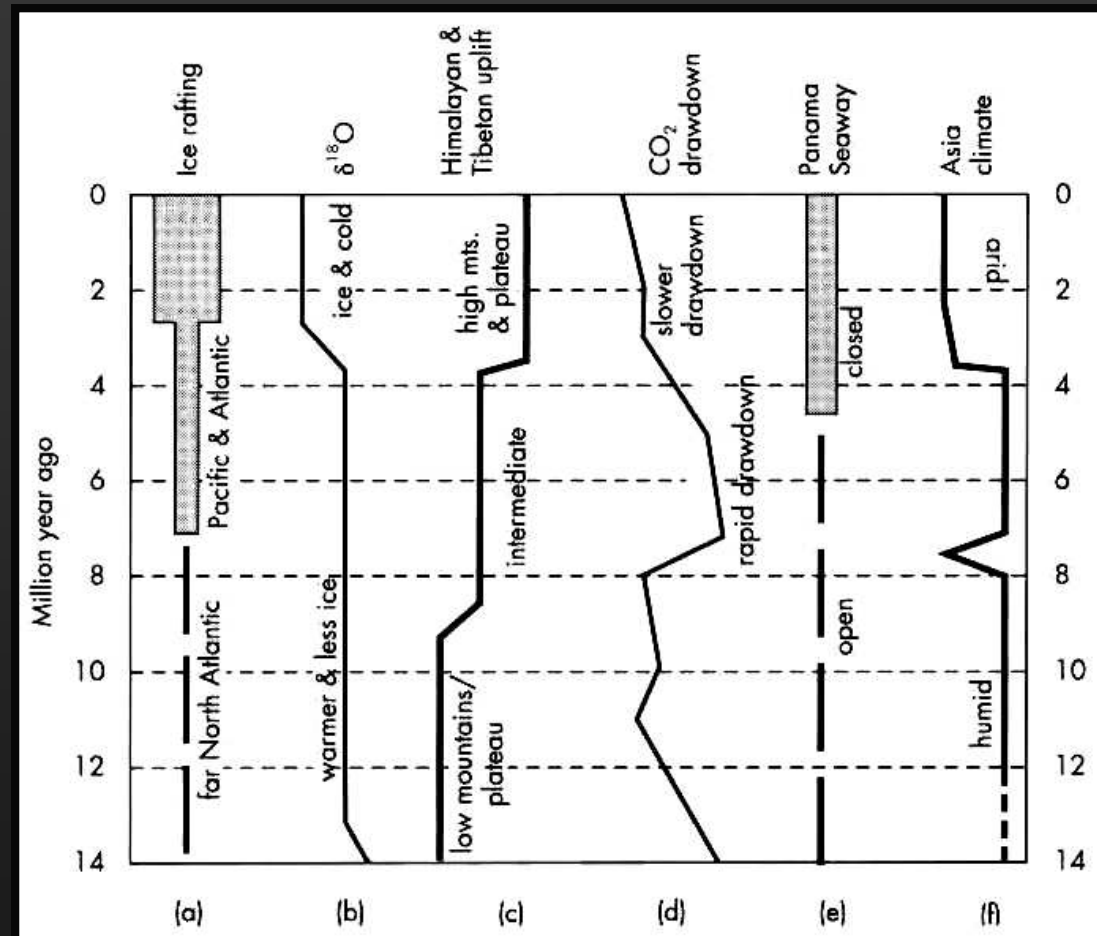
- tektonický výzdvih - vysoká rychlost zvětrávání a eroze. Chemické zvětrávání hornin - zvyšují spotřebu CO_2

Tibetská plošina - výzdvih asi o 5 km - významný event v historii Země. Vlhké humidní klima na j. a jz. okraji - obzvláště rozsáhlé zvětrávací procesy (výrazné omezení množství CO_2 v atmosféře = hlavní ochlazení)

Indus - odnos množství CO_2 z Himálaje a Tibetu = vysoká sedimentační rychlost v oceánu + pohřbení tektonického materiálu CO_2 z

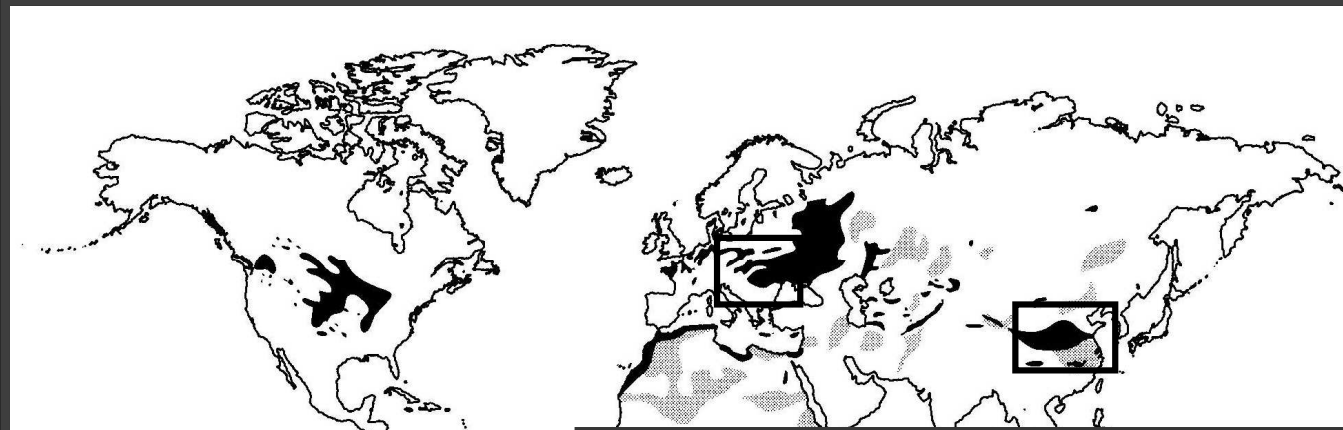
Indu. Změny některých tektonických eventů (P), finální tektonický event - ankovičovy



OCHLAZENÍ - HLAVNÍ EVENTY



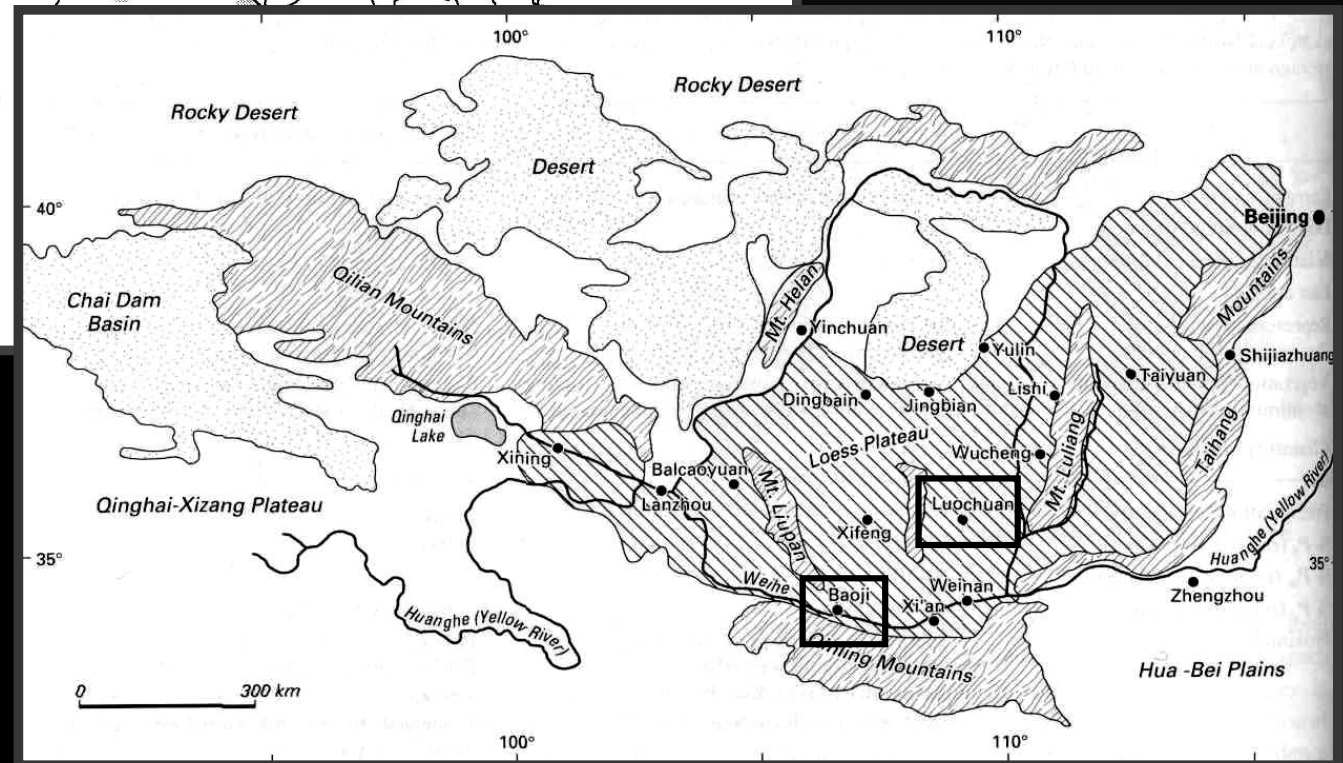
Hlavní eventy spojené s ochlazením celosvětového klimatu koncem terciéru a na počátku kvartéru.

NEJSTARŠÍ SPRAŠOVÉ ODKRYVVY



 Thick loess deposits
 Thin and/or discontinuous loess

Evropa - nejstarší známá sprašová souvrství (Rakousko - Krems, Stranzendorf) - okolo 2,5 Ma BP.



nejstarší v severní a střední

STARÉ PŮDY - PALEOSOLY

Půdy recentní

Půdy staré = paleosoly

... pocházejí z dřívějších geologických období, jejichž vývoj již nepokračuje, nehledě k případným

Fosilní půdy

Paleosoly, jež byly překryty mladšími sedimenty chránícími je před vlivem současným půdotvorných činitelů. Jsou fosilizovány stejně jako zbytky organismů zachované v sedimentech

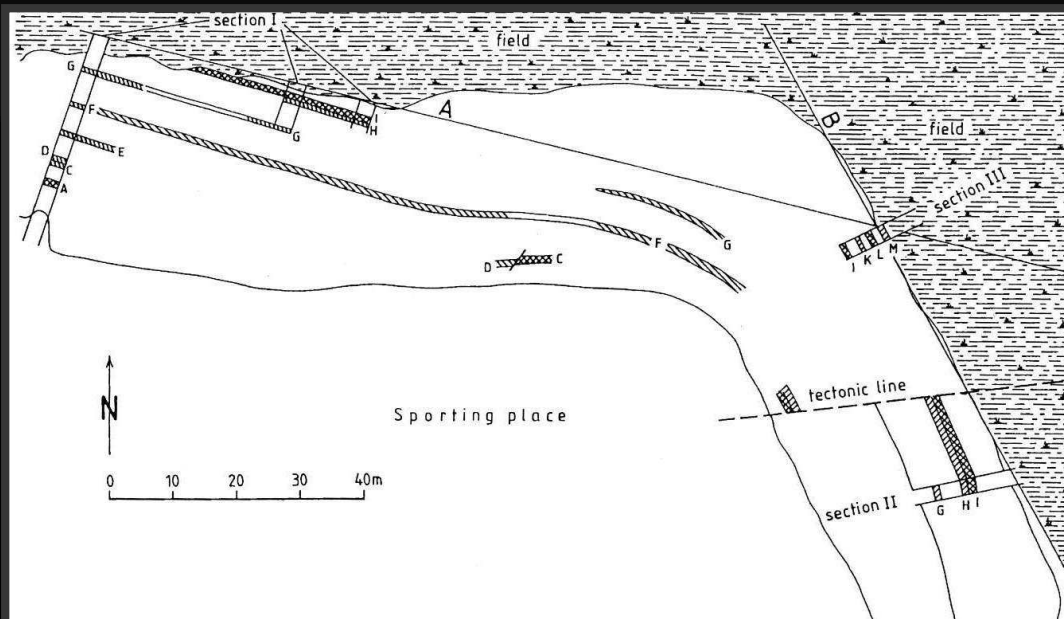
Reliktní půdy

Staré půdy, které nebyly překryty pozdějšími sedimenty nebo vulkanity a tvoří dodnes povrch. Rozlišit je lze pouze v případě, že stupeň jejich vývoje svou intenzitou převyšuje současný stav. Většinou odpovídají obdobím s teplejším, případně vlhčím klimatem.



Fosilní půdní komplexy mají tmavší barvu než okolní spraš (Mokrá-lom).

STRANZENDORF (RAKOUSKO)



sprašový komplex - několik m mocný, více než 100 m dlouhý

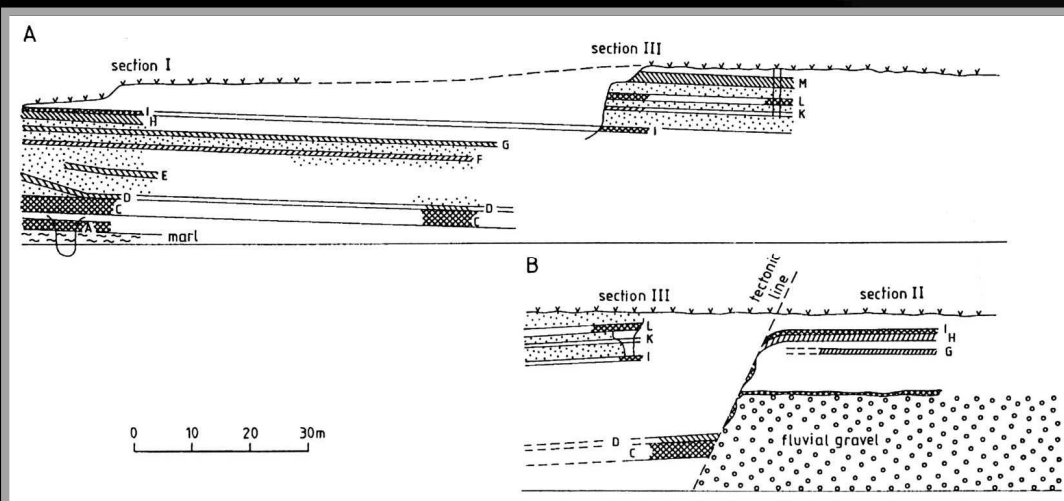
studium ve třech profilech, profil I:

1. nejstarší člen - fluviální písky a šterky (neogén)
2. v nadloží vápnité nivní laminy překryté koluvem a sprašemi obsahujícími polohy fosilních půd (A - I)

profil II - polohy půd G, H a I

mezi profilem II profilem III - výrazný zlom, problematika spojení profilu III s profilem I

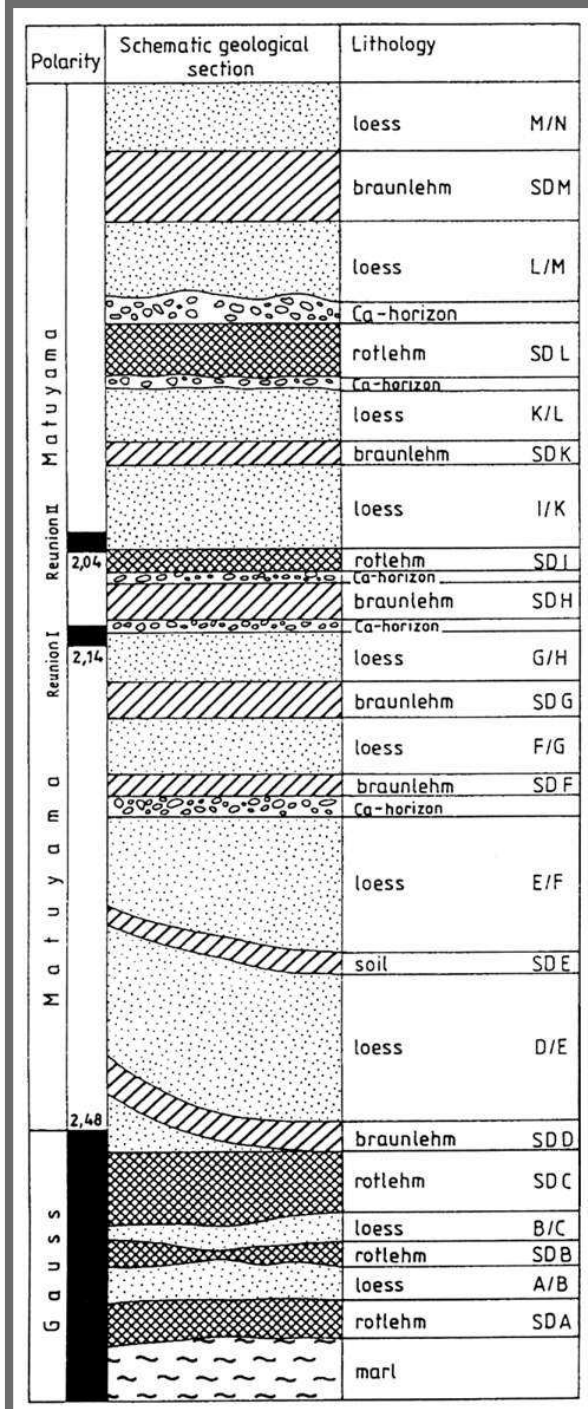
(M) ve stěně Stranzendorf



Stáří lokality - svrchní pliocén, důvody:

1. výšková pozice lokality nad nejvyšší kvartérní terasou Dunaje
2. paleontologická data malých obratlovců
3. pozice hranice Gauss/Matuyama (2,5 Ma) ve spraši mezi fosil. půdami C a D

za nejstarší ve
- pliocenního



malakofauna - vyčleněno 12 měkkých faun, nejstarší z nivních hlín v nadloží fluviálních písků a štěrků - tj. pod sprašovou sérií

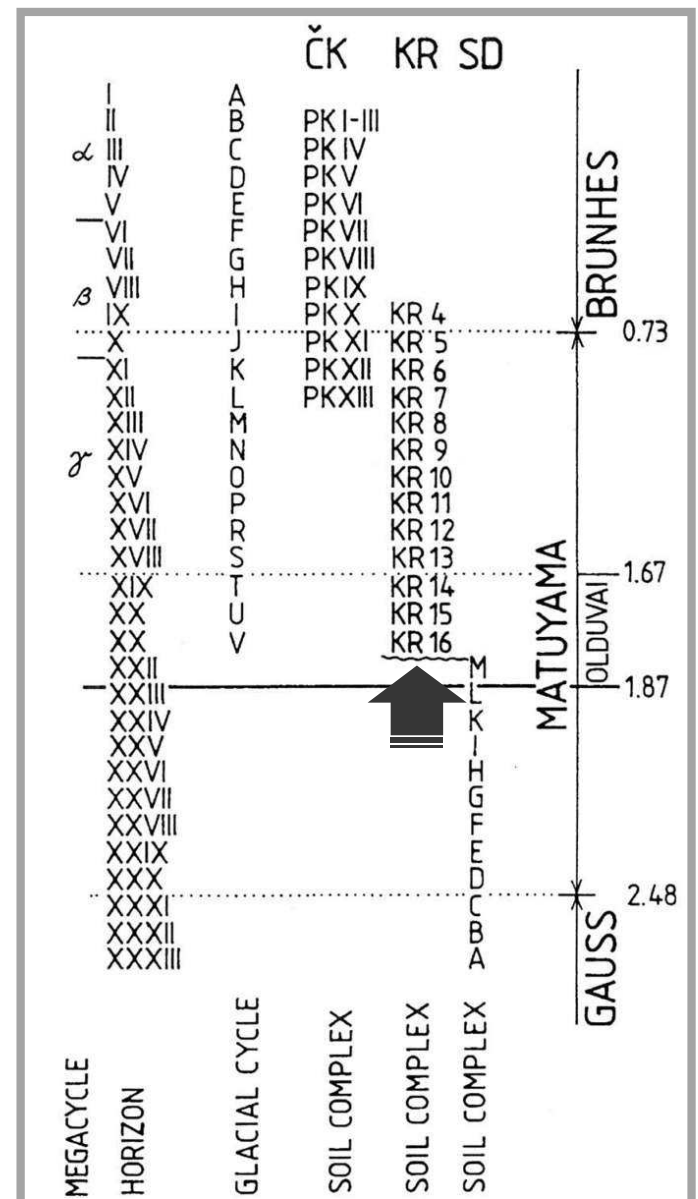
teplých klimatických výkyvů prvního řádu (MF1, 5, 6-7, 8, 9, 10-11)

než 6 period tvorby půdy (MF6, 9, 10, 11 a 12), z nichž 4 odpovídají stadiu glaciálu (*Vallonia*, *Columella*)

zůstávají v MF6-7, 8, 9, 12

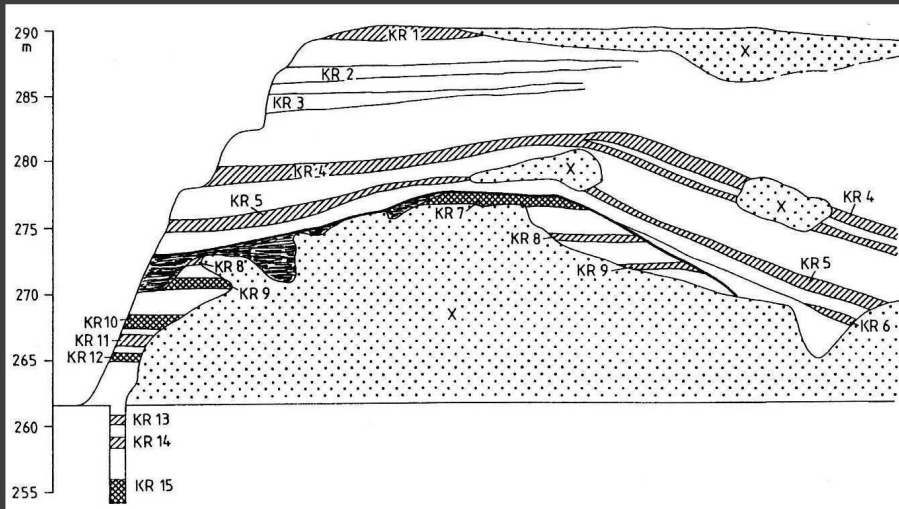
Přítomnost jinak pliocenních zástupců ve Stranzendorfu = relikty druhů přetrvávajících do spodního pleistocénu.

Návrh posunutí hranice pliocén / pleistocén na dobu 2,2-2,5 Ma - koreluje s globálním ochlazením.

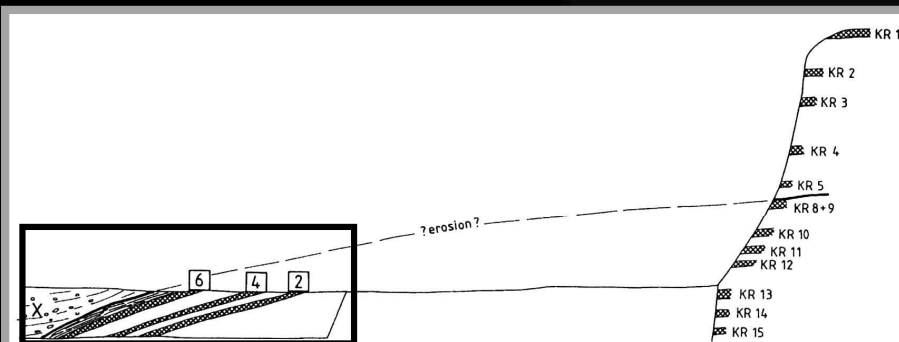


4. Comparison of the 33 pedogenetic cycles of aeolian deposits during the last 2.5 million years: ČK = Brno-Červený kopec Hill; KR = Krams a.d. Donau - shooting range; SD = Stranzendorf. The scheme shows the site at Stranzendorf to be chronologically older than that at Krams a.d. Donau - shooting range. Compiled from the following papers: Ložek (1973), Kukla (1975), Fink - Kukla (1977), Fink (1979a, b) and Rabeder (1981).

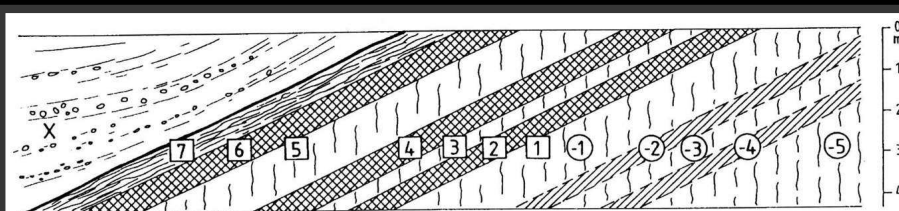
KREMS a. d. DONAU



8. Geologický profil v Krems a. d. Donau - shooting range (Rabeder 1981)



9. Scheme showing the roadcut in the new section drawn across the abandoned brickyard base at Krems a.d. Donau - shooting range. Numbers 2 through 6 in quadrangles indicate recently exposed fossil soil horizons yielding (below) ample mollusc and vertebrate fauna of Lower Pleistocene age (orig. J. Kovanda 1993).



10. New section drawn through the excavation in the abandoned brickyard base at Krems a.d. Donau - shooting range. Numbers 1 through 7 in quadrangles indicate palaeopedological sampling sites; numbers -1 through -5 in circles, palaeomalacozoological and palaeoosteological sampling sites (orig. J. Kovanda 1993).

sprašové sekvence - mocnost asi 35 m, 15 (16?)
poloh fosilních půd

1935-1936 - detailnější popis horizontů -
„Kremser Verlehmungszone“ - dnes označení KR
7 - KR 9 (kremžský komplex)

60. léta 20. stol. - studium paleomagnetismu
palynologická i osteologická studia

1. značná mocnost profilu v nadloží amfibolitu
(255 - 290 m n.m.)

2. 15 - 16(?) fosilních půd označených KR 1 -
KR 15 (KR 16).

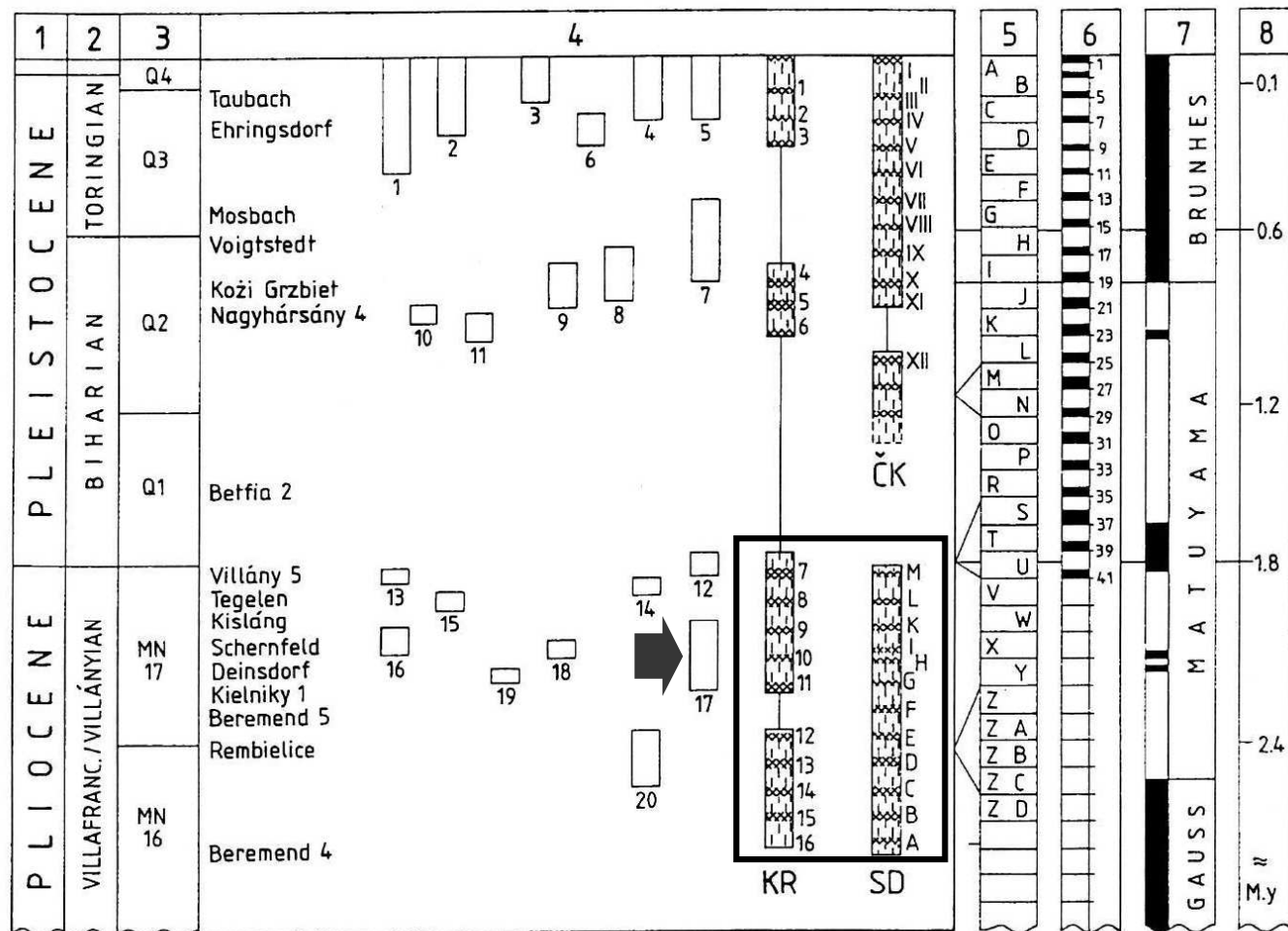
3. KR 4 a nižší - braunlehmy nebo rotlehmy

4. mezi KR 6 a KR 7 - přerušení sedimentace

5. mezi KR 4 a KR 5 - brunhes/matuyama (0,78
Ma); jaramillo (0,89-0,95 Ma) - mezi KR 5 a KR
6, nebo uvnitř KR 6 a níže nebo uvnitř nebo
hned na KR 7; horní hranice eventuu olduvai
(1,67 Ma) - mezi KR 11 a KR 12, nebo mezi KR
13 a KR 14

6. KR 7, 8, 9, 10 a 12 - drobní savci - spodní
pleistocén, kislángien (tj. svrchní villányien) -
stáří více než 2 Ma (MN 16 - MN 17)

STRANZENDORF, KREMS, ČERVENÝ KOPEC

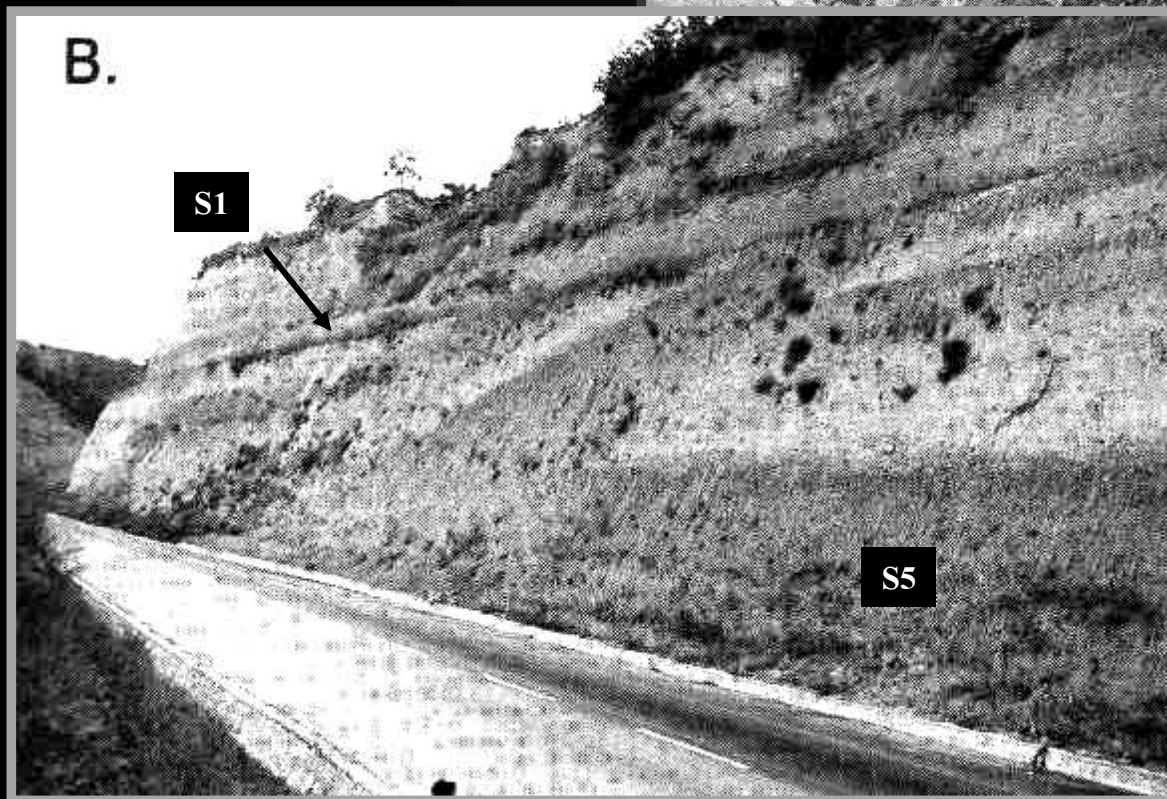
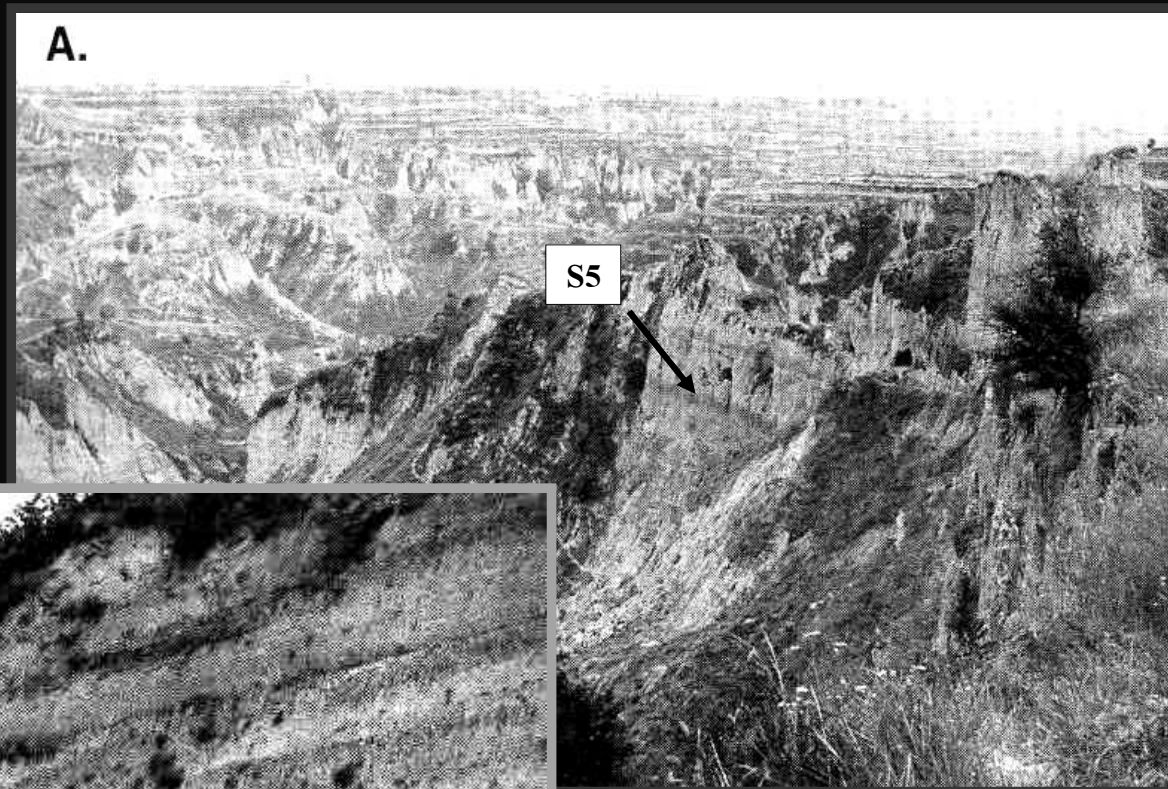


5. Comparison of the hitherto conventionally adopted Upper Pliocene and Lower Pleistocene localities yielding fossil mammalian assemblages.

1- standard subdivision; 2 - stages of the biostratigraphic system (see Fejfar - Heinrich 1983); 3 - the Quaternary and the Late Pliocene biozones; 4 - assumed position of several Middle European and Czechoslovak sites (1 - Dolní Kounice; 2 - Předmostí; 3 - Kobyla-Chlupáčova sluj; 4 - Podbaba; 5 - Letky; 6 - Turoid u Mikulova; 7 - Chlum u Srbska; 8 - Únětice; 9 - Brno-Stránská skála; 10 - Brno-Lažánky 2; 11 - Gombasek 1, 2; 12 - Včeláře 3; 13 - Koliňany 3; 14 - Včeláře 5; 15 - Včeláře 7; 16 - Koliňany 1, 2; 17 - Ctiněves-Hýkovina; 18 - Plešivec-Csepkö; 19 - Včeláře 6; 20 - Javoříčko 1-11; KR = Krems a.d. Donau - shooting range; SD = Stranzendorf; ČK = Brno-Červený kopec Hill). The sites at Krems a.d. Donau - shooting range containing fossil soils KR 16 through KR 7 and at Stranzendorf are considered to have originated during the same period of time, i.e. biozones MN 16 and MN 17. 5 - sequence of glacial cycles (sensu Kukla, 1978); 6 - sequence of ^{18}O stages; 7 - sequence of magnetostratigraphic stages; 8 - chronology. Compiled from Horáček - Ložek (1988) and Horáček (1990).

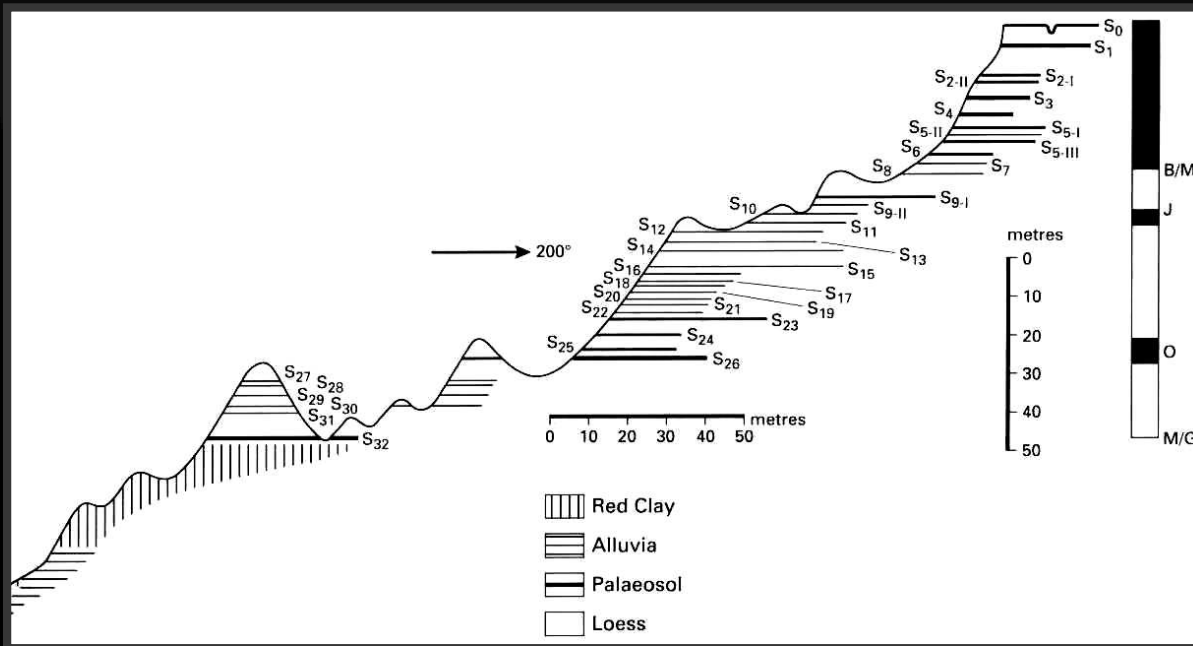
SPRAŠOVÉ ODKRYVY V ČÍNĚ

Sprašové souvrství s horizonty fosilních púd, Luochuan, Shaanxinská provincie. Výrazný púdňi horizont na hlavním odkryvu nese označení S5.



Sprašové souvrství s horizonty fosilních púd, poblíž Tonchuanu, Shaanxinská provincie. Výrazný púdňi horizont ve střední části odkryvu je eemského stáří (vlevo od středu obrázku - výrazná úhlová křivka). Vpravo od středu - fosilní púdy S2 a S3, asi 5 m nad úrovní S5. Vlevo - púdňi komplex S5.

SPRAŠOVÉ ODKRYVY - BAOJI (ČÍNA)



...silních půd, v Baoji, severní střední Čína.

...atu fosilních půd za poslední 2 miliony let.

...la. B/M = hranice Brunhes/Matuyama, asi

...07 Ma BP, O = event Olduvai, 1,79-

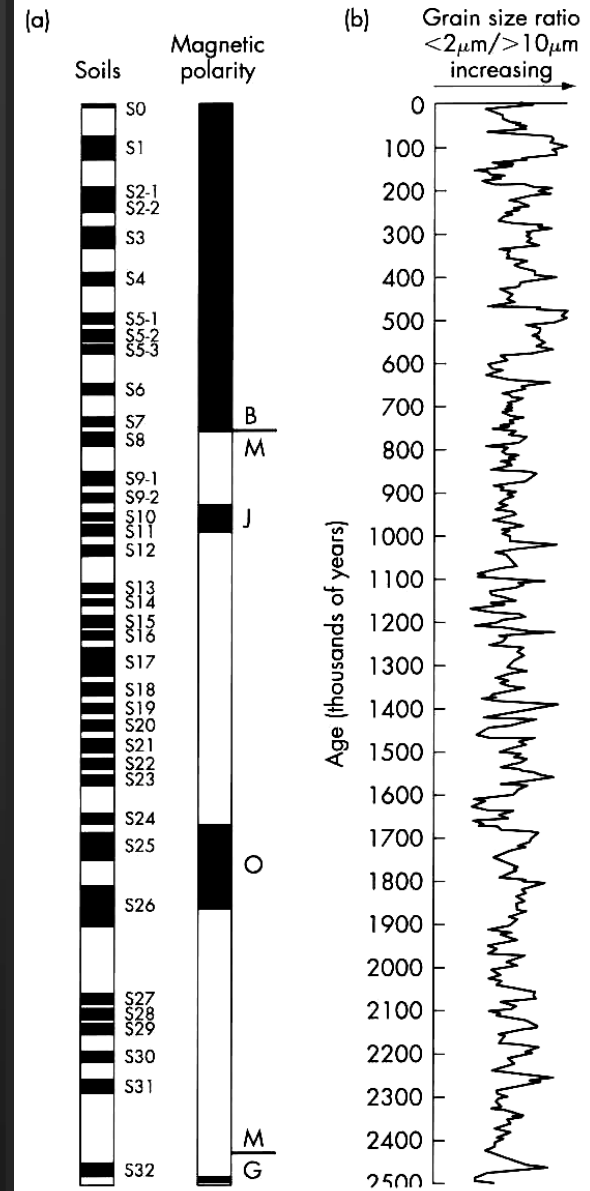
...uss, asi 2,6 Ma BP (dle Dinga et al.

...blastí s komplexy

$\delta^{18}O$

...e na Loess

...n klimatu



Sprašové souvrství s horizonty fosilních půd, v Baoji, severní střední Čína.

Použitá literatura

Bradley, R. S., 1999: Paleoclimatology. Reconstructing Climates of the Quaternary, 2-nd Edition. - In: R. Dmowska, J. R. Holton (Eds.): International Geophysics Series, 1-613. Harcourt Academic Press, Burlington.

Lowe, J. J., 1997: Reconstructing Quaternary Environment. - 1-446. Prentice Hall, Harlow, Essex.

Nývlt, D., Mixa, P., Košler, J., Mičoch, B., 2004: Historie zalednění ostrova James Ross během svrchního kenozoika. – Sborník příspěvků, 10. KVARTÉR 2004, 26 + prezentace

Wilson, R. C. L., Drury, S. A., Chapman, J. L., 2000: The Great Ice Age: Climate Change and Life. - 1-267. Routledge, The Open University, London.