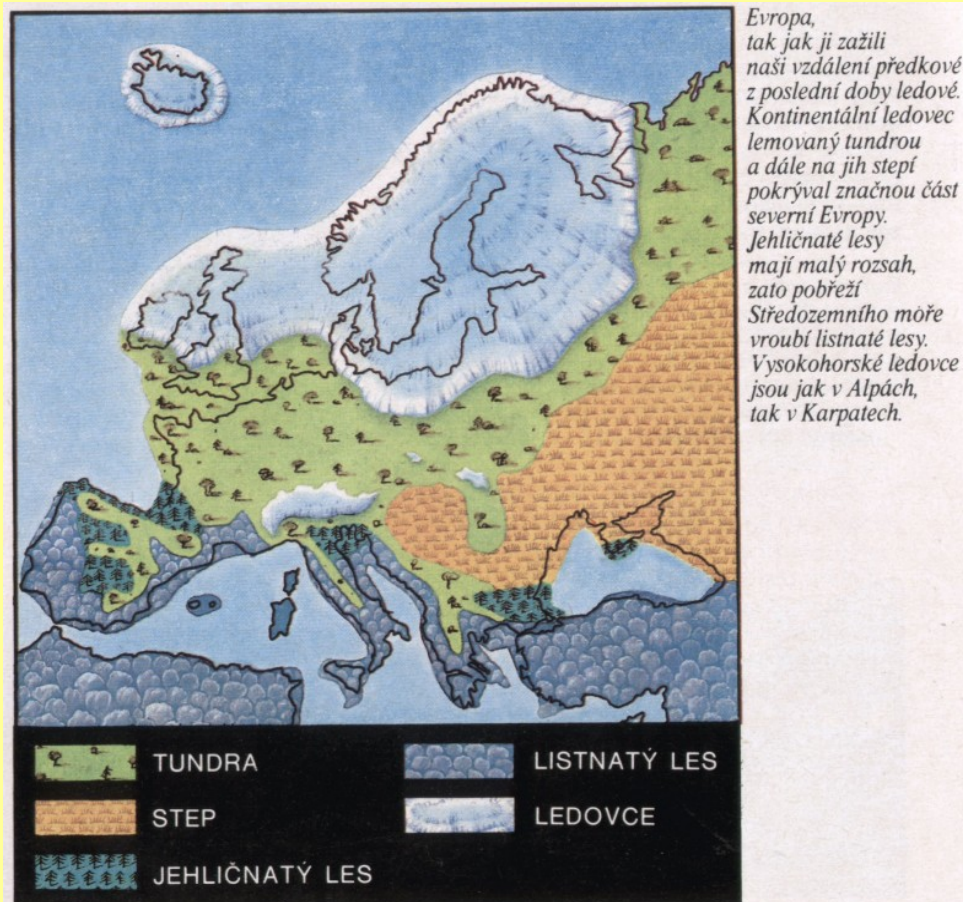


# Paleobiogeografie

Zeměpisné rozšíření organismů v geologické minulosti  
- Jeho rozsah, příčiny a zákonitosti



# Základní pojmy

**Areál** – **euareál (holoareál)** x **epiareál**  
dochází zde k rozmnožování taxonu (např. hnízdiště) taxon se vyskytuje (např. zimoviště)

- **paleontologie** + postmortální transport

rozmístění jedinců v areálu – hranice areálu - areálové enklávy (kde se taxon nevyskytuje)  
areál souvislý – nesouvislý (jen typická stanoviště - rákos)

Genetická souvislost druhu: komunikace mezi sousedními areály  
taxony **sympatrické** – překrývající se areály několika taxonů  
x **parapatrické** – těsně přiléhající  
x **alopatrické** – nikde se nepřekrývají

**Vývoj areálů:** → restrikce x expanze x migrace

**rozpad areálu:** → alopatriká speciace – vznikající druhy – **centrum vzniku druhu**

reliktní areály (refugia) – vymírání nebo i migrace

**Vagilita** – schopnost šířit se na nová stanoviště – aktivně x pasívně

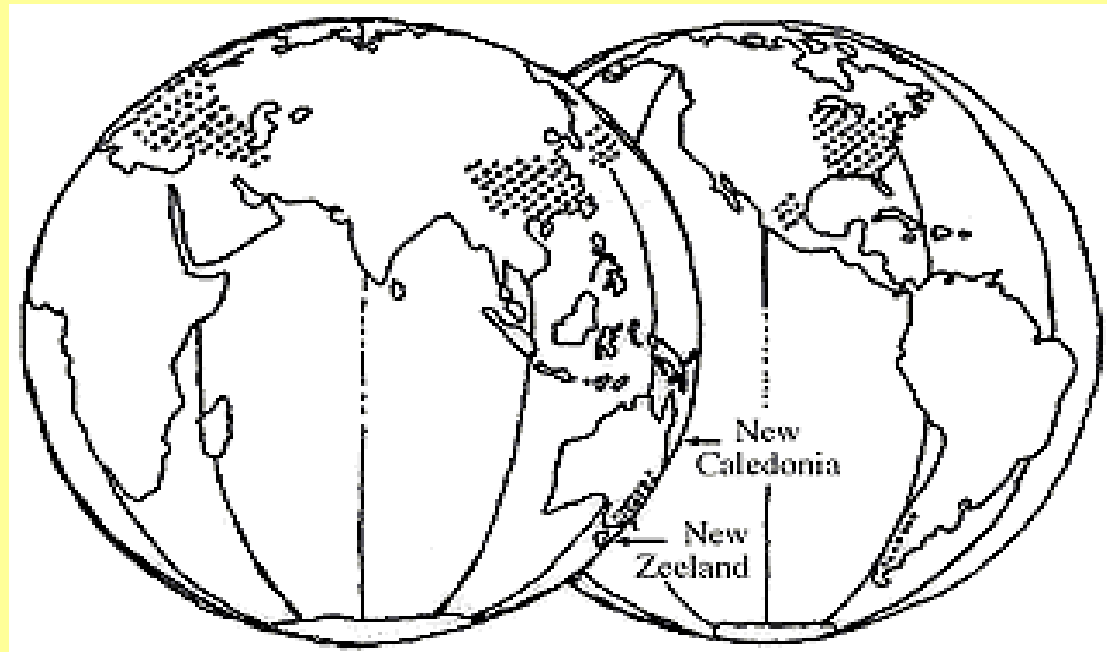


**Endemity** – taxony vázané na určitou oblast (nemusí být malá)  
x **areály kosmopolitní** (často plankton)

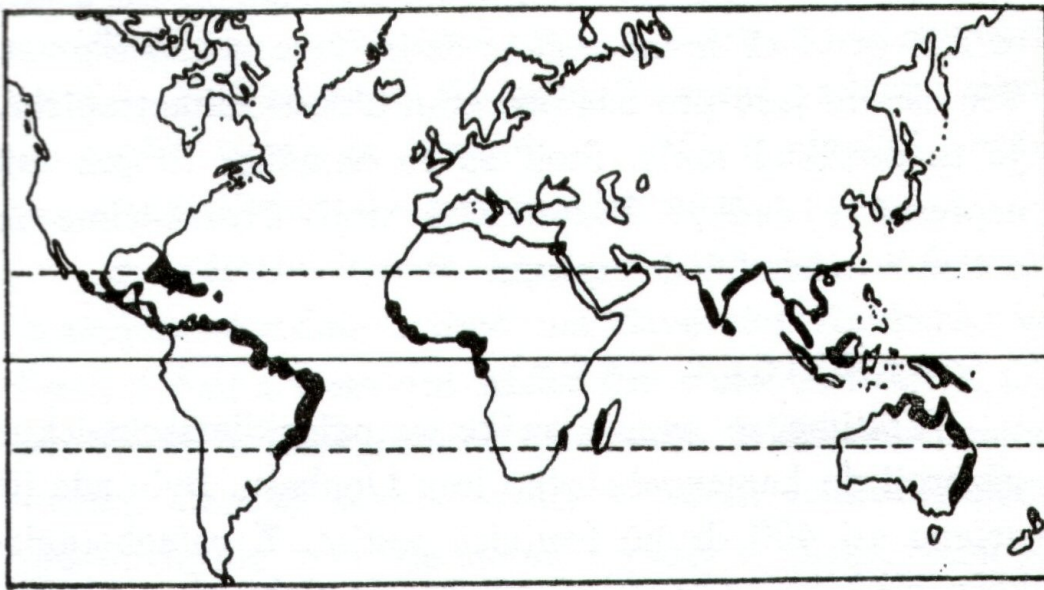
**regresivní (paleoendemit)** x **progresivní (neoendemit)**

zmenšující se areál

rozšiřující se areál



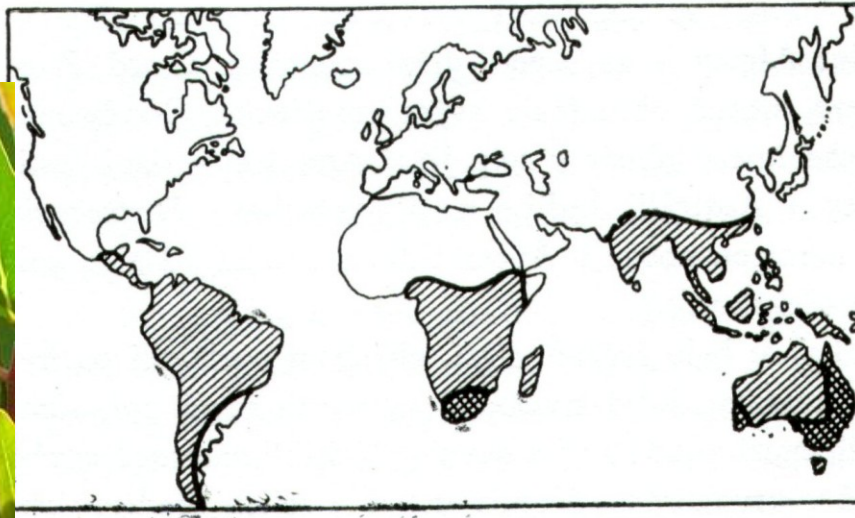
Present distribution of *Fagus* (northern hemisphere)  
and *Nothofagus* (southern hemisphere).



Rozšíření současných mangrovových houštin téměř nikde nepřesahuje hranice tropů



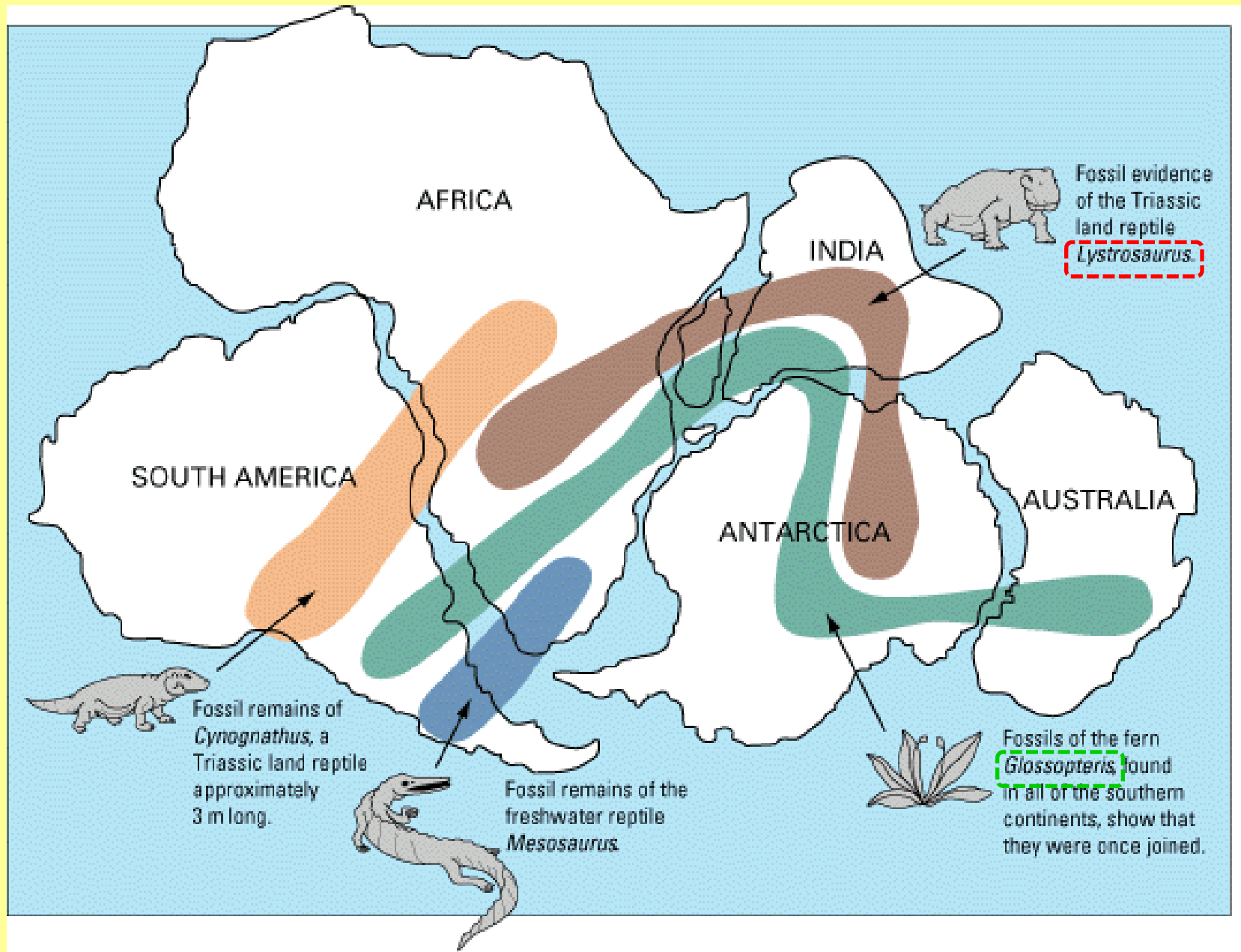
*Protea neriifolia*



Současné rozšíření čeledi *Proteaceae*, které téměř přesně sleduje hranice Gondwany (dvojitě šrafovaní označuje oblasti s největší rozmanitostí druhů)



*Protea cynaroides*



# Biogeografické členění zemského povrchu

**Choriony** – biogeograficky vymezené celky (územně jednotné), kde fauna a flora jeví četné společné rysy  
X jednotky ekosystémové (nesouvislé areály)

**Bariéry** – brání šíření taxonů do nových území, nebo nově vzniklé rozdělí taxon – déka trvání bariér

**Biosféra** se dělí podle dvou hlavních ekologických rozhraní na dva hlavní biocykly  
– **mořský a kontinentální** (zde někdy ještě suchozemský a limnický)

Hierarchie biogeografických územních jednotek

česky	anglicky	německy	rusky (transkribováno)	latinsky
říše	realm (= kingdom)	Reich	carstvo	regnum
oblast	region (= area)	Region (= Gebiet)	oblast'	regio
provincie	province	Provinz	provincija	provincia
okrsek (= okres, obvod)	(district) (endemic centre)	Bezirk	okrug (rajon)	

Užití je ale různé  
podle autorů

← nad – super

← pod - sub

**Říše a oblasti** vymezené podle **hlavní klimatické zonace**

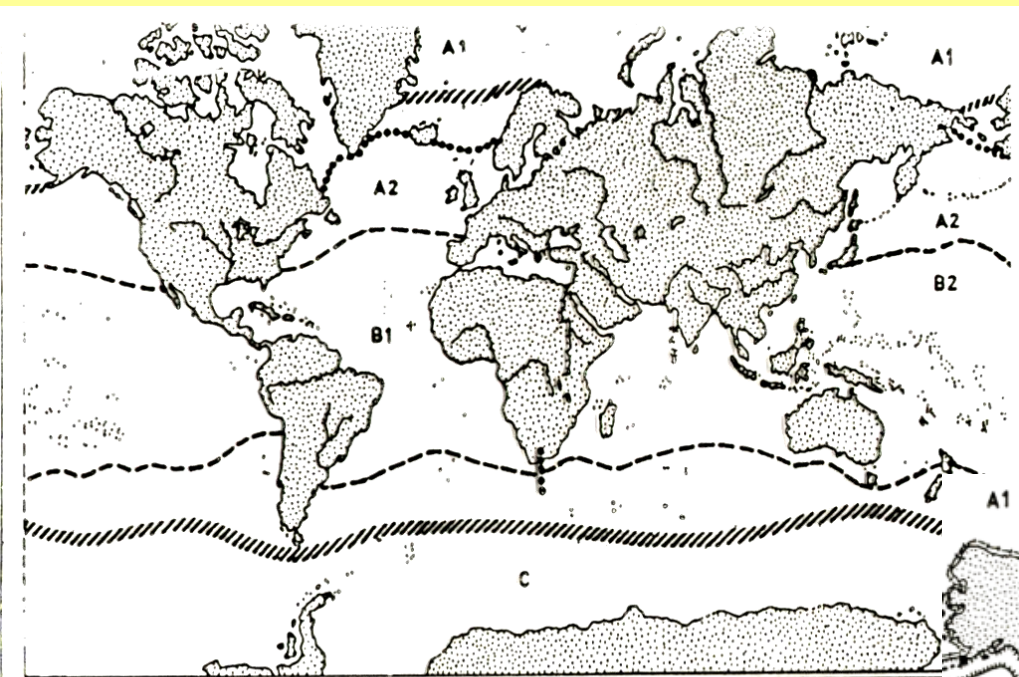
teprve u **podoblastí** **regionální vlivy**

Vymezení podle endemických taxonů

Čím hierarchicky nižší kategorie, tím se liší nižšími taxony – podoblasti na úrovni čeledí ...

# Mořský recentní biocyklus

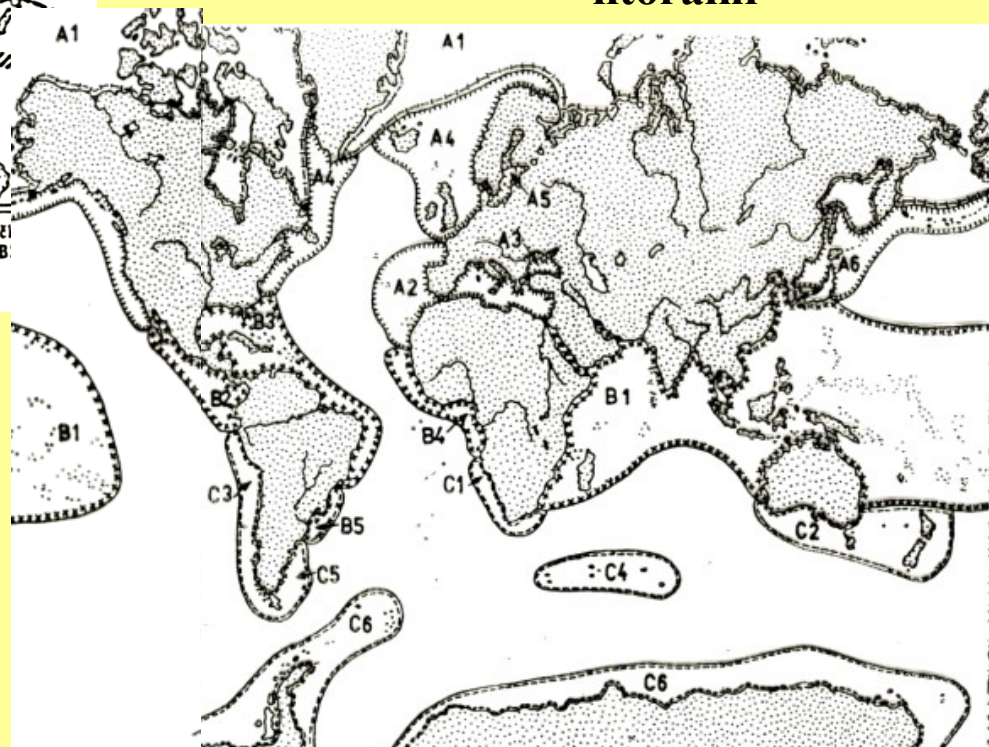
je rozlišen zejména podle živočichů - (rostliny jen ve fotické zóně).  
zoochoriony



Obr. 6-2. Zoogeografické členění recentního pelagiálního biocenu. Hranice oblastí čárkovaně, hranice podoblastí tečkovaně. A - oblast boreální (podoblasti: A1 - arktická, A2 - subarctická); B - oblast tropická (podoblasti: B1 - atlantická, B2 - cifická); C - oblast antiboreální. Šikmá čára - hranice oblastí batypelagiálu. Podle G. de Lattina 1967.

## pelagický

## litorální



Zoogeografické členění recentního litorálního biocenu. A - oblast boreální (podoblasti: A1 - arktická, A2 - atlantická, A3 - sarmatská, A4 - severoatlantická, A5 - baltská, A6 - severopacifická); B - oblast tropická (podoblasti: B1 - indopacifická, B2 - východopacifická, B3 - západopacifická, B4 - východoatlantická, B5 - přechodná podoblast); C - oblast antiboreální (podoblasti: C1 - jihoafrická, C2 - jihoaustralsko-novozélandská, C3 - peruánská, C4 - kerguelenská, C6 - antarktická). Podle G. de Lattina 1967 a J. Buchara 1983.

# Kontinentální recentní biocyklus

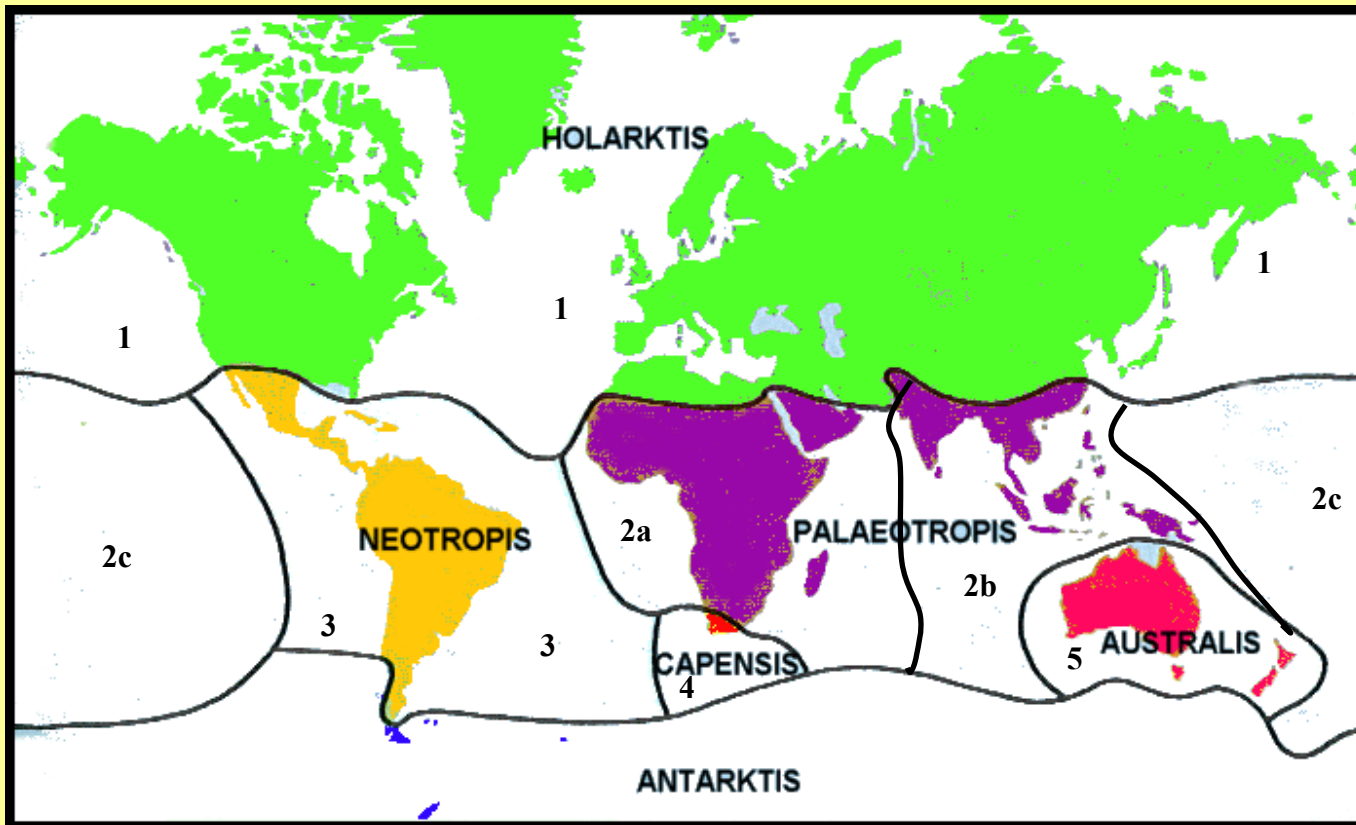
členění kontinentálního suchozemského a limnického cyklu je zhruba totožné

## Zoochoriony x fytochoriony

Flóra vázaná na území - **geoflóra** - vázaná na klima (hranice často migrují ve směru S – J)

**zoochoriony** – podle endemických druhů ptáků a savců vázaných na ekosystémy

– např. na potravu



## Fytogeografické členění recentních pevninských biocyklů

**Oblasti:** 1- holoarktická

2 – paleotropická : 2a-afriká část , 2b- indomalajská část, 2c- polynéská část

3 – neotropická, 4 – kapská, 5 – australská, 6 – antarktická

Podle Malchlova 1964 a Hendrycha 1984)

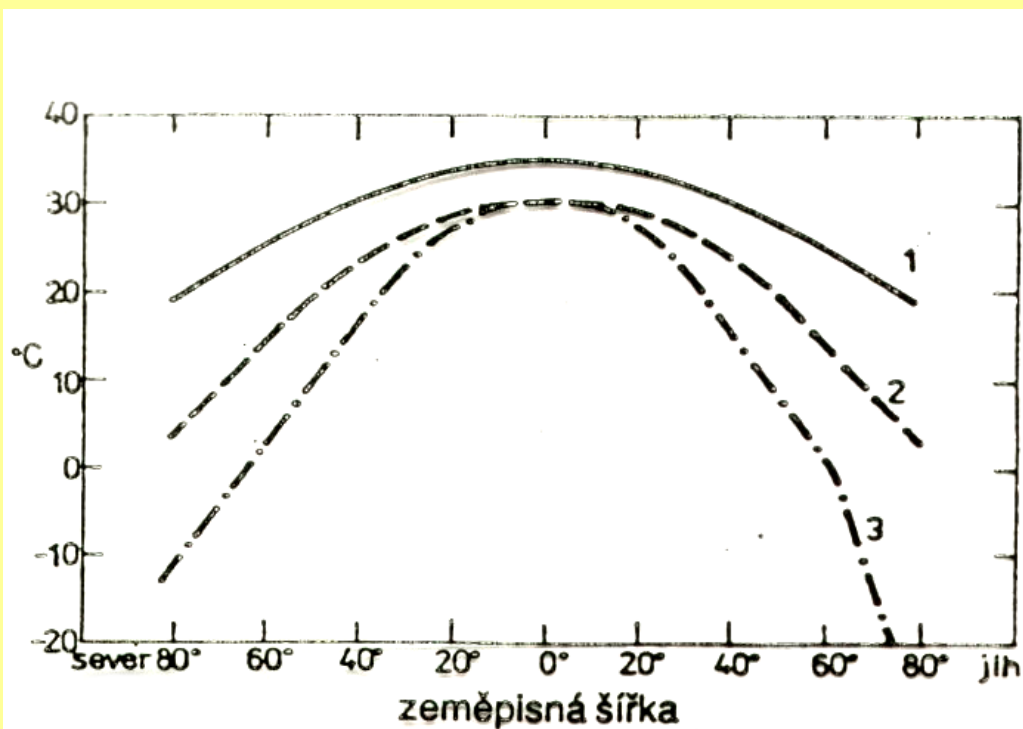


# Klimatické výkyvy v geologické minulosti

Termální stav na povrchu Země = termální příkon ze Slunce - výdajový tepelný tok

Množství tepla zachycovaného Zemí závisí na několika činitelích:

- **svítivost** – proterozoikum 18% méně, aktivita slunečních skvrn, periodické cykly sluneční aktivity (cca 11 let - fluktuace srážek)
- **zemské albedo** – tepelná odraznost oceánů x pevnin
- **skleníkový efekt** – zmírňování teplotních výkyvů, fitrace UV záření
- **teplotní gradient** – dnes 42°C, v juře cca 22°C, síla větru -intenzita vodních proudů, anoxie
- **Milankovičovy cykly**



velká zalednění:  
3 – proterozoikum  
2 - paleozoikum  
- kvarter

Teplota na povrchu Země v různých zeměpisných šířkách v obdobích globálního oteplení a ochlazení. 1 - nejteplejší křída, 2 - nejchladnější křída, 3 - recent. Podle E.J. Barrona 1983 z A. Hallama 1985, upraveno.

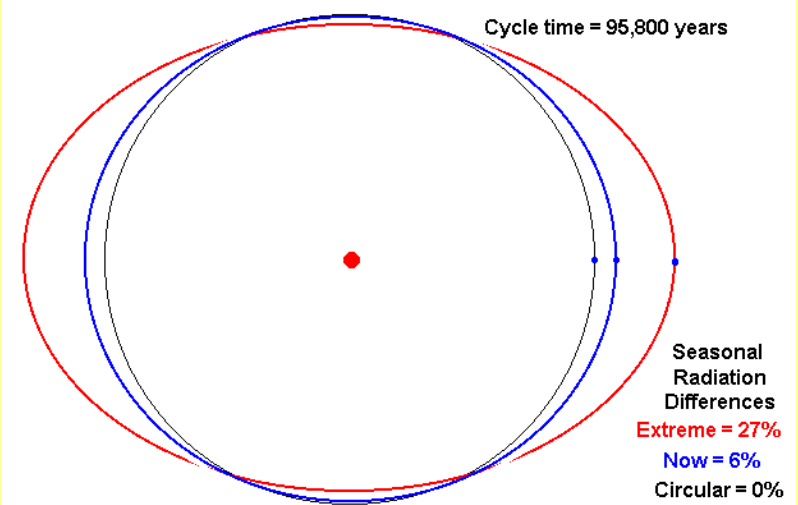
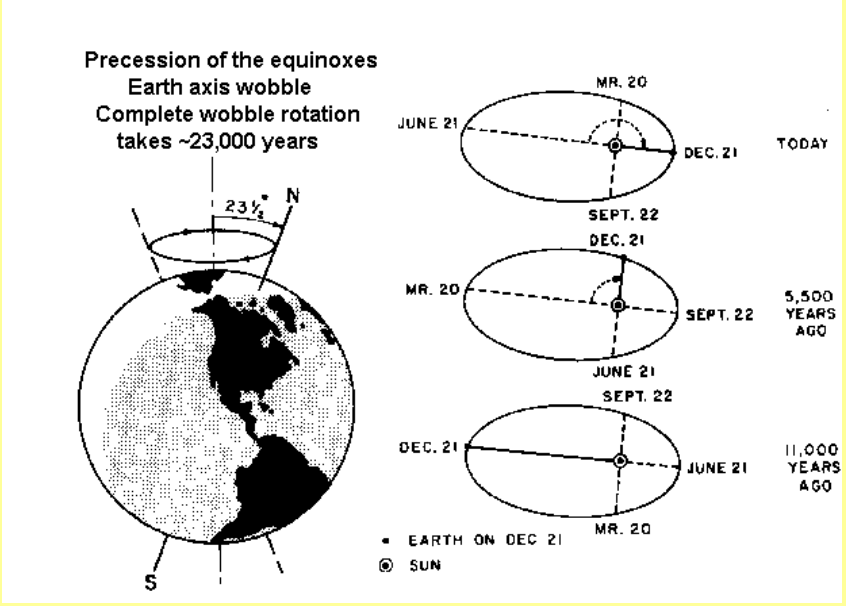
**Milankovičovy cykly** (= cyklické variace orientace zemské osy a parametrů

oběžné dráhy Země kolem Slunce – posledních 800 tisíc let).

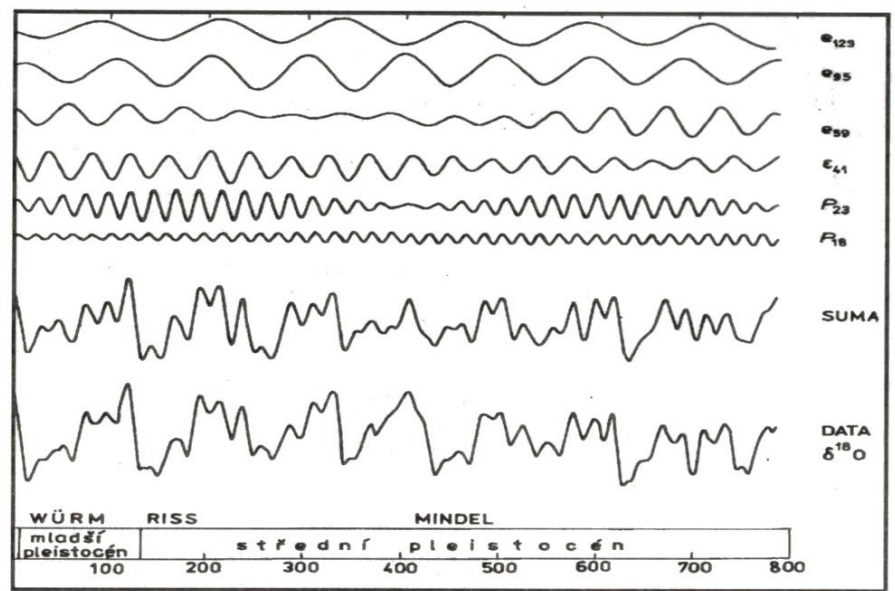
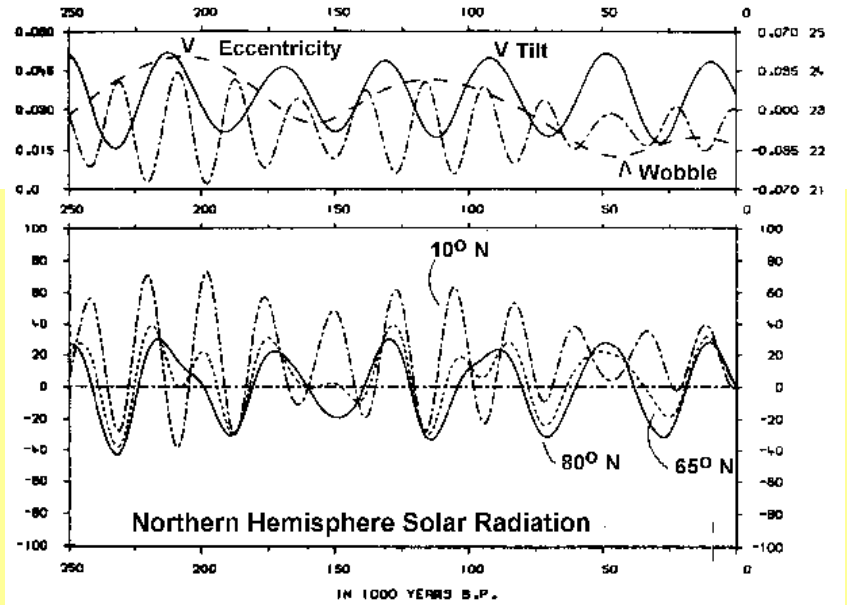
Sumární lunisolární precesní perioda = 25 700 let

Cyklické kolísání úhlu ekliptiky (cca 41 000 let)

Změny excentricity zemské orbity (hlavní perioda cca 95000 let)



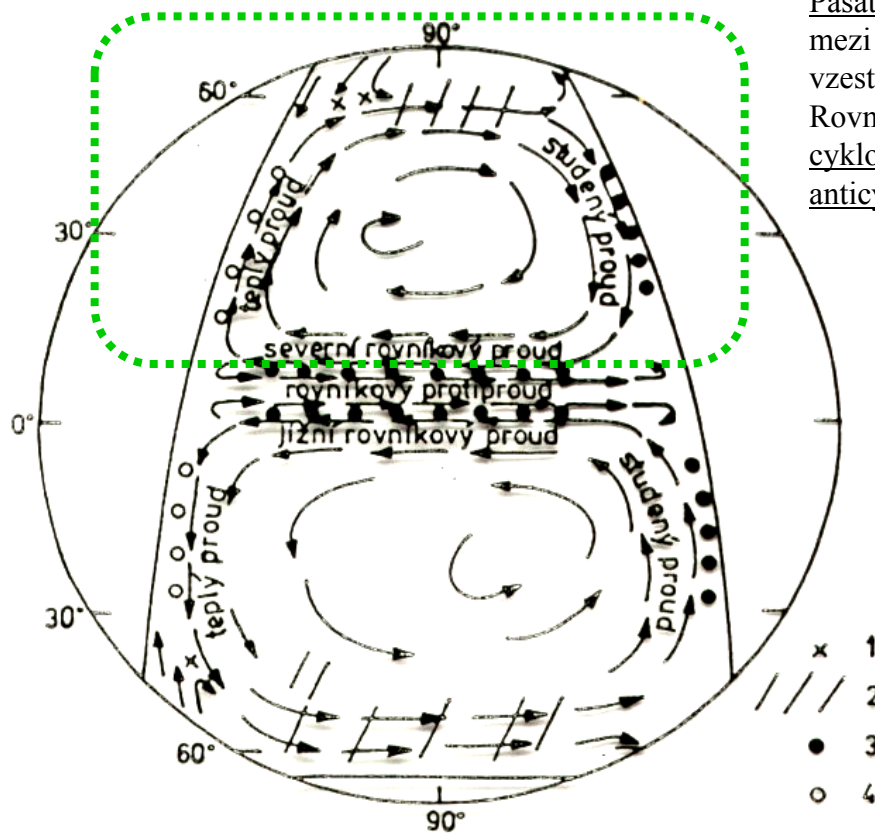
**Orbital Eccentricity Variation**



Obr. 6–24. Periodicita 6 hlavních Milankovičových parametrů v období středního a mladšího pleistocénu (e – excentricita orbity Země, ε – planetární precese, P – lunisolární precese; čísla udávají periodicitu v tisících let). Křivka vzniklá součtem těchto parametrů (SUMA) velmi dobře koreluje s průměrnou křivkou δ<sup>18</sup>O (DATA) v pěti vrtných jádrech oceánských sedimentů. Podle J. Imbrieho 1985, upraveno.

## Oceánská a atmosférická cirkulace:

stálý a zákonitý pohyb vodních a vzduchových mas, vliv na distribuci mořských organismů, klima přilehlých kontinentálních okrajů a distribuci organismů na nich



Schema cirkulace površových vod v idealizované oceánské bazéně omezené dvěma severojižně orientovanými kontinentálními okraji; na jižním pólu je kontinent, v oblasti severního pólu je volný oceán. 1 - míšení vod turbulencí, 2 - míšení vod v důsledku zimního ochlazení, 3 - výstup hlubinných vod v důsledku divergence površových vod, 4 - výstup hlubinných vod z dynamických příčin. Podle V.E. McKelveye 1967, z R.E. Caseye 1973

Pasáty – zhruba rovnoběžkový směr, u rovníku V – Z, mezi 40. a 60. st. na východ, polární oblasti - opět na západ. Pokles nebo vzestup vzduchových hmot – vlivem Coriolisovy síly rotace.  
Rovník a 60.st. šířky – pásmo mohutných stoupavých vírů (tlakové níže – cyklony), 30 st. šířky a póly – klesavé opačně rotující proudy (tlakové výše – anticyklony)

Kontinentální biocyklus – základní globální klimatická zonace daná cirkulačními zákonitostmi atmosféry.

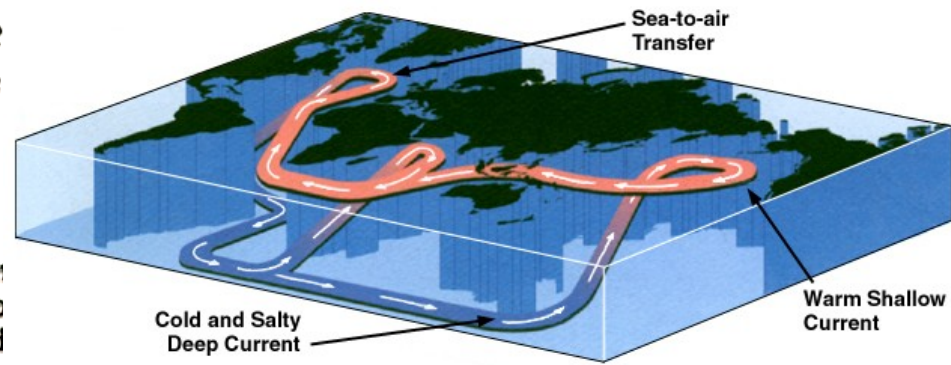
Obě polokoule – od rovníku k pólům v podstatě stejná sukcese klimatických zón:

tropická (humidní = srážky větší než výpar),

subtropická (aridní – pouště a část humidnější),

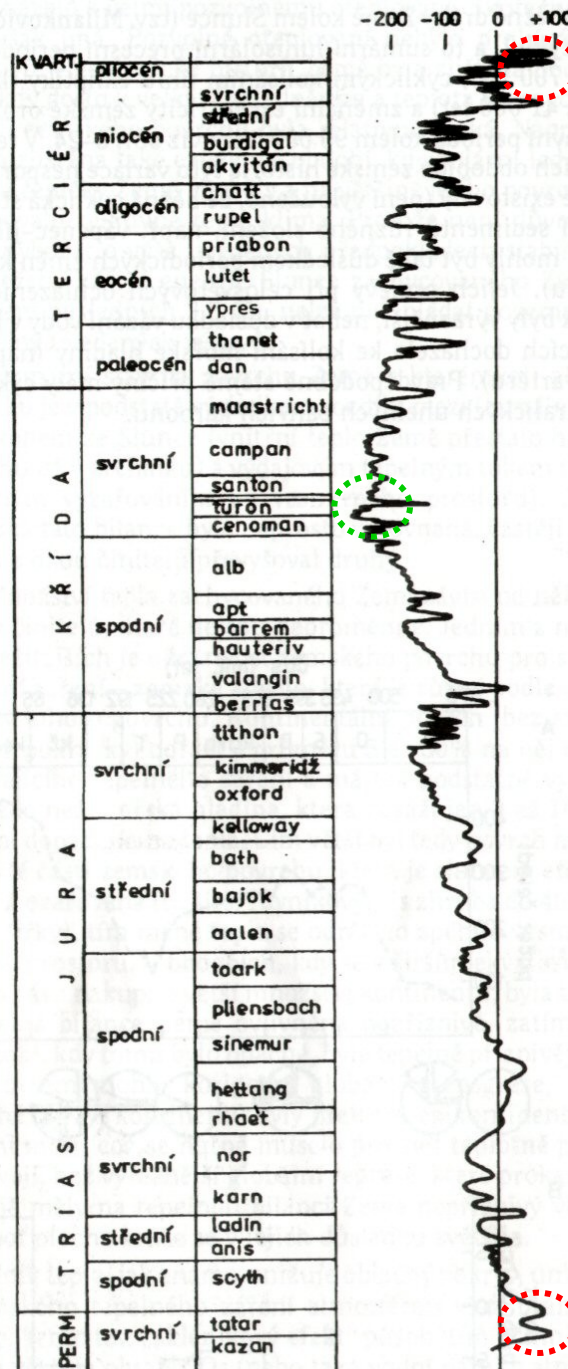
mírná (humidnější),

Polární (chladná)

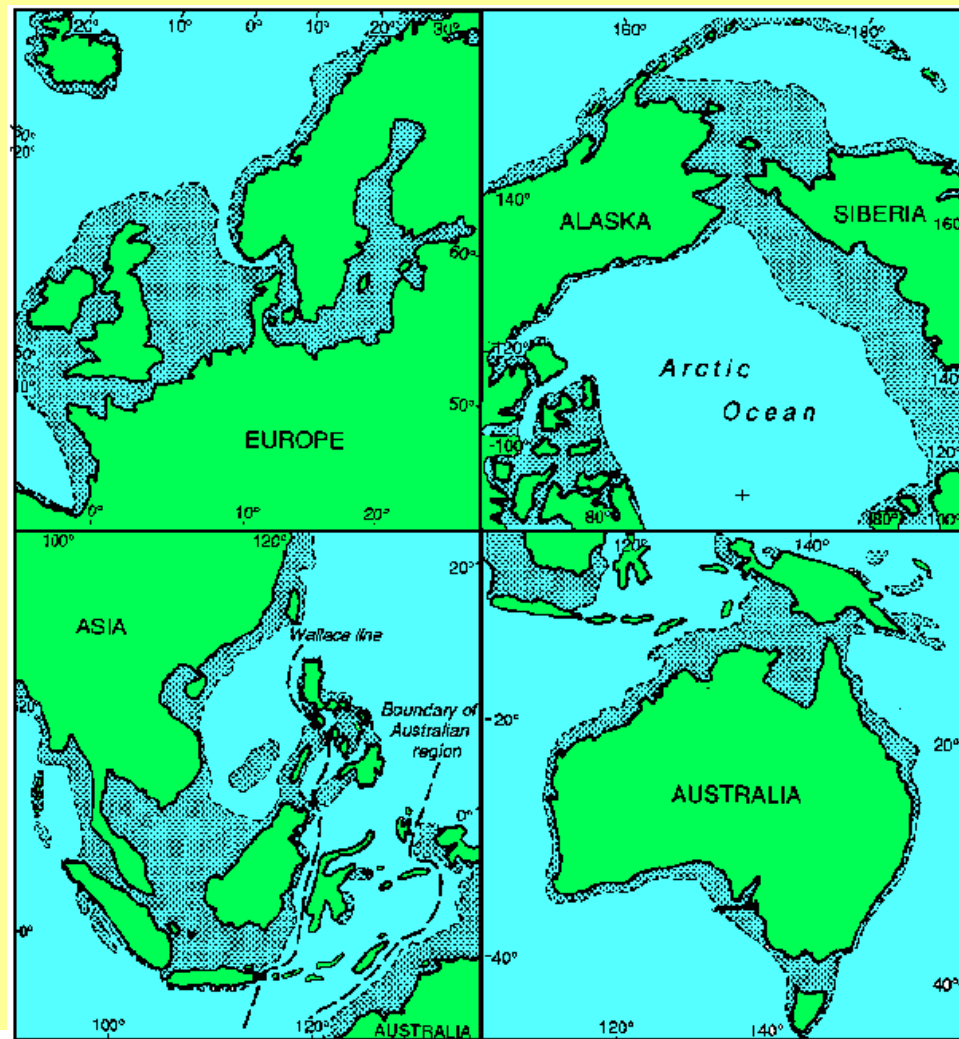


A schematic showing the ocean "conveyor belt", where surface waters sink, enter deep water circulation, then resurface after slowly flowing through the deep ocean.

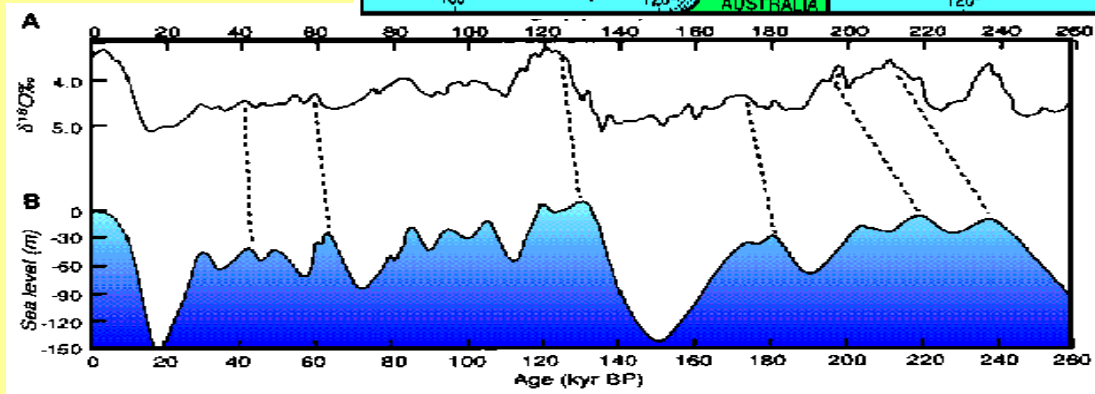
Eustatické změny hladiny světového oceánu v mezozoiku a kenozoiku (Pokorný a kol.)

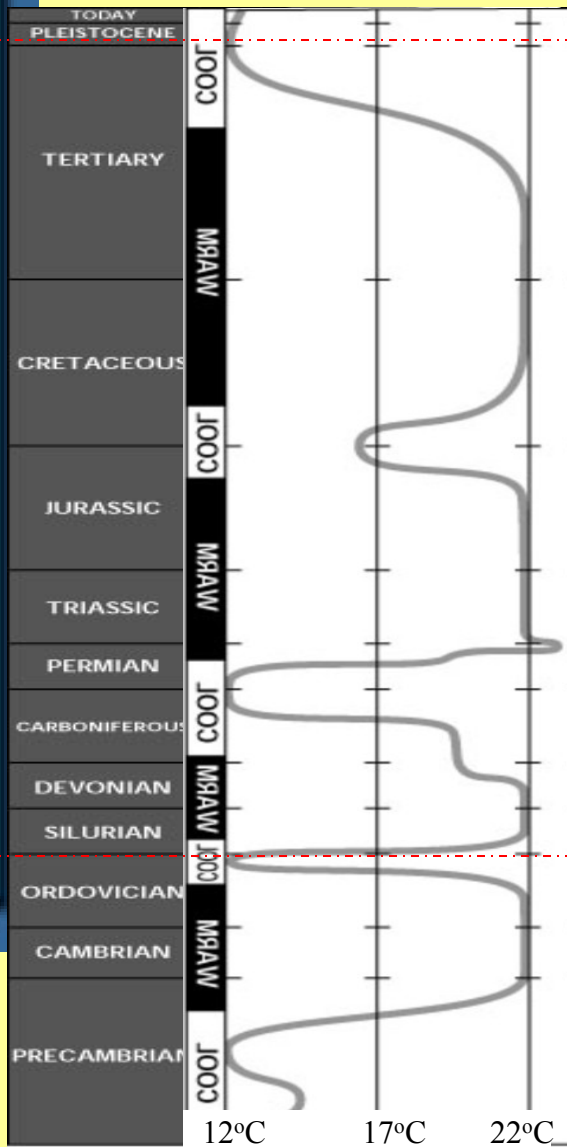
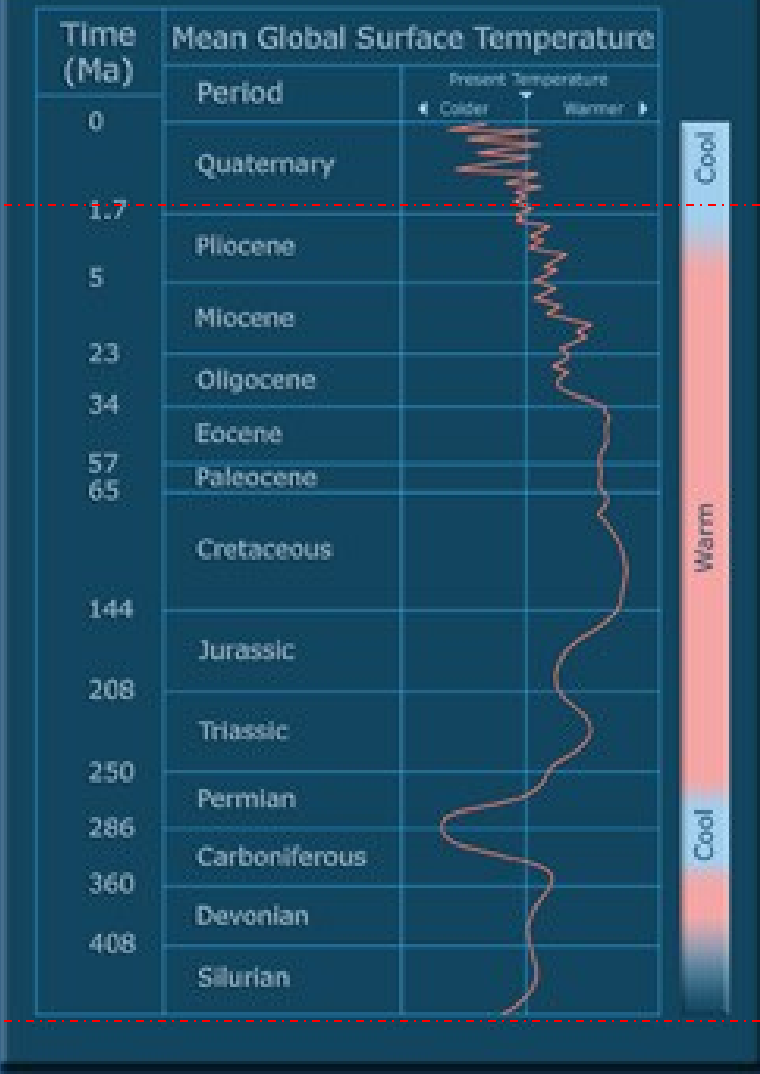


Konfigurace pobřeží v periodě největšího rozsahu zalednění (wurm)

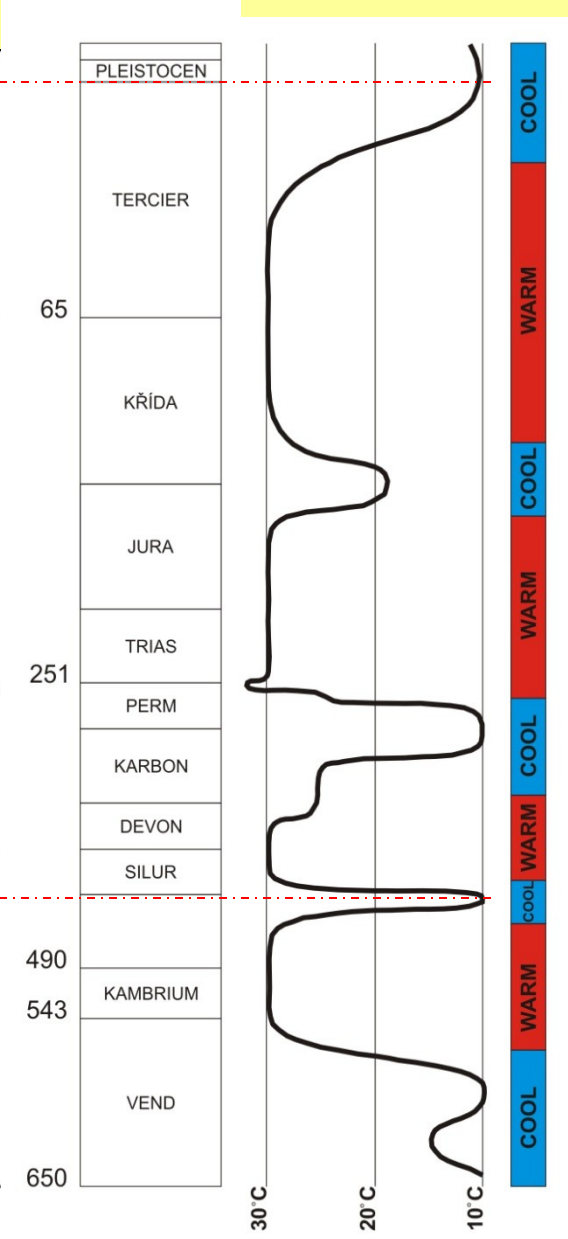


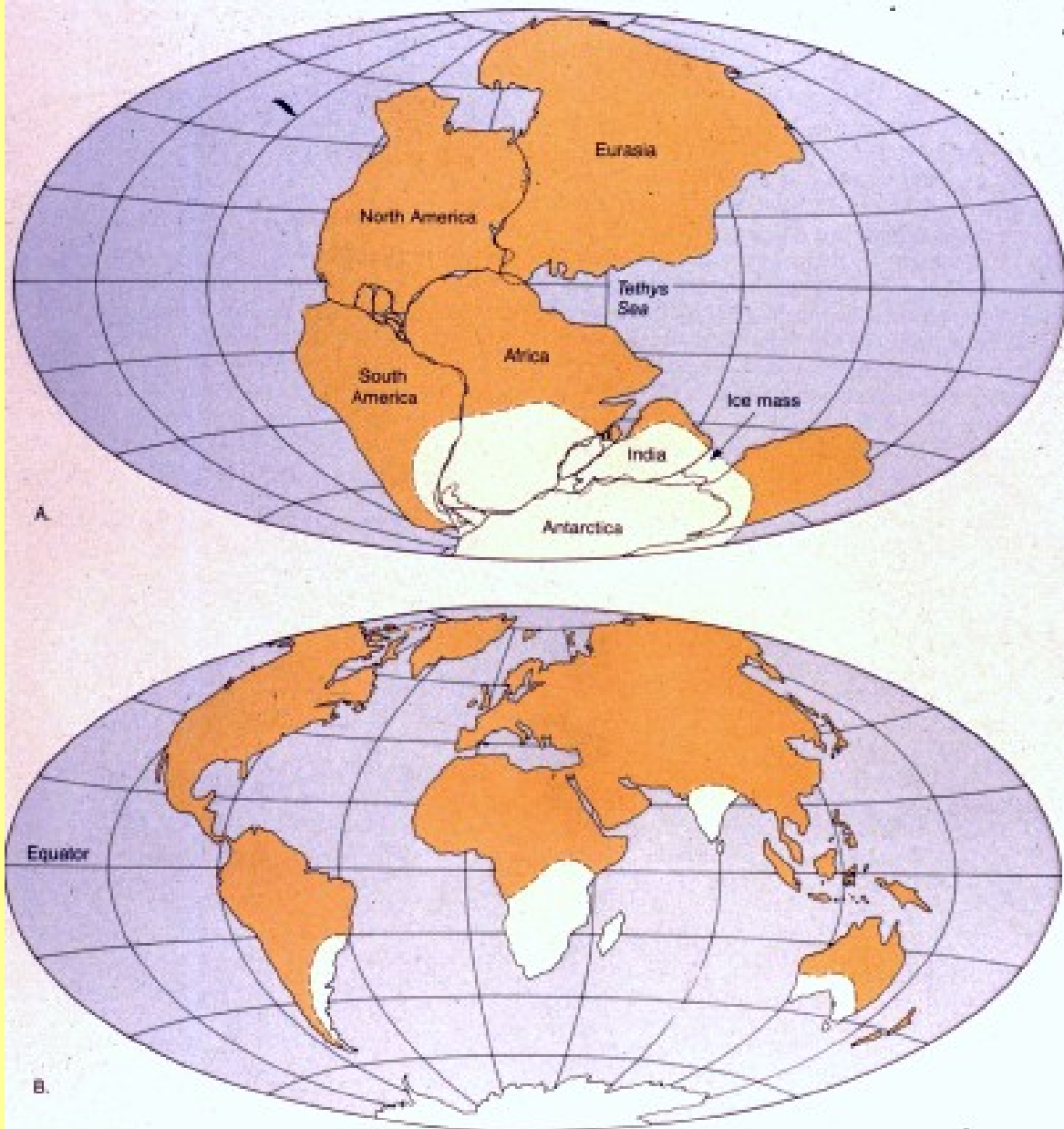
Výška hladiny oceánu během Kvarteru (současná hladina 0)





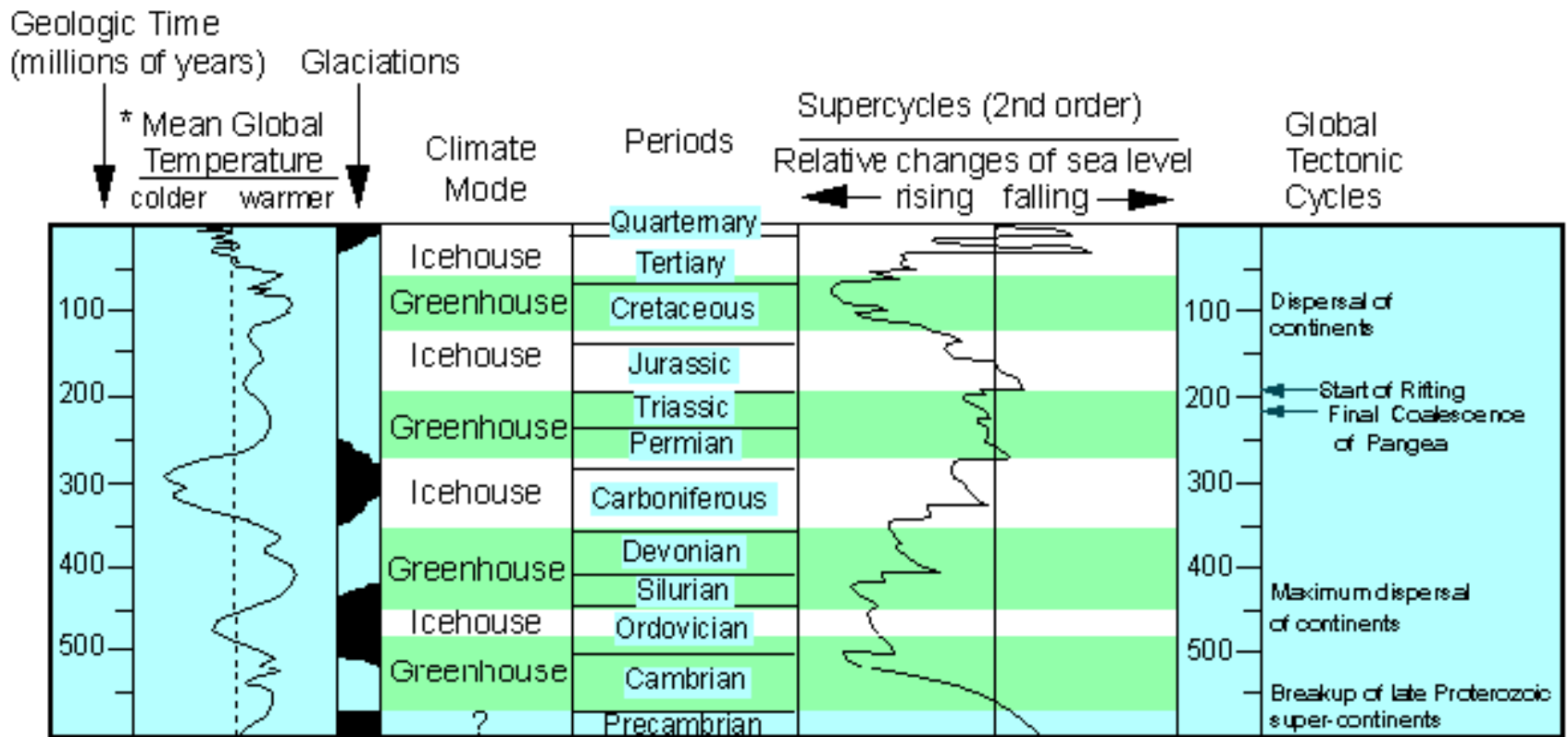
C. R. Scotese PALEOMAP





**FIGURE 4.19**

**A.** The supercontinent Pangea showing the area covered by glacial ice 300 million years ago. **B.** The continents as they are today. The shading outlines areas where evidence of the old ice sheets exists. (After R. F. Flint and B. J. Skinner, *Physical Geology*, 2nd ed., p. 418, New York: Wiley, 1977)



^ (temperature relative to modern day)

Modified after Plint et al., 1992 and Frakes et al., 1992.

## Změny teploty v dlouhodobých cyklech - „ICE HOUSE“ „GREEN HOUSE“

### „ICE HOUSE“

JEDEN NEBO OBA PÓLY NESOU TRVALÝ LED  
PRŮMĚRNÁ GLOBÁLNÍ TEPLOTA: 12-14° C

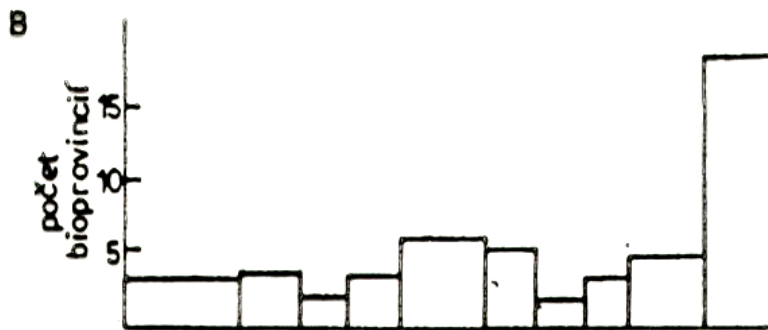
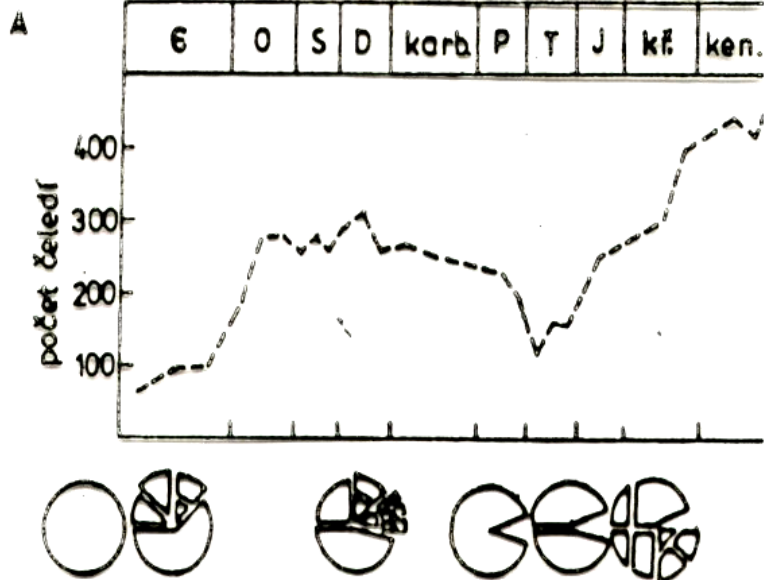
### „GREEN HOUSE“

NEEXISTUJE ZALEDNĚNÍ PÓLŮ  
PRŮMĚRNÁ GLOBÁLNÍ TEPLOTA: 18-22° C  
TEPLOTA NA PÓLU: 14° C  
TEPLOTA NA ROVNÍKU: 30° C



čas (mil. let)

570 500 435 395 345 280 225 192 136 65



Křivka diverzity organismů a počet bioprovincí během fanerozoika. Kruhové diagramy v centru obrázku schematicky znázorňují stav rozčlenění kontinentálních celků na Zemi (podrobněji viz obr. 6–9). A podle J.W. Valentína a E.M. Moorese 1970 z B.F. Windleye 1977; B podle J.W. Valentína et al. 1978 z D. Jablonského et al. 1985.

## Provincialita faun a vymírání

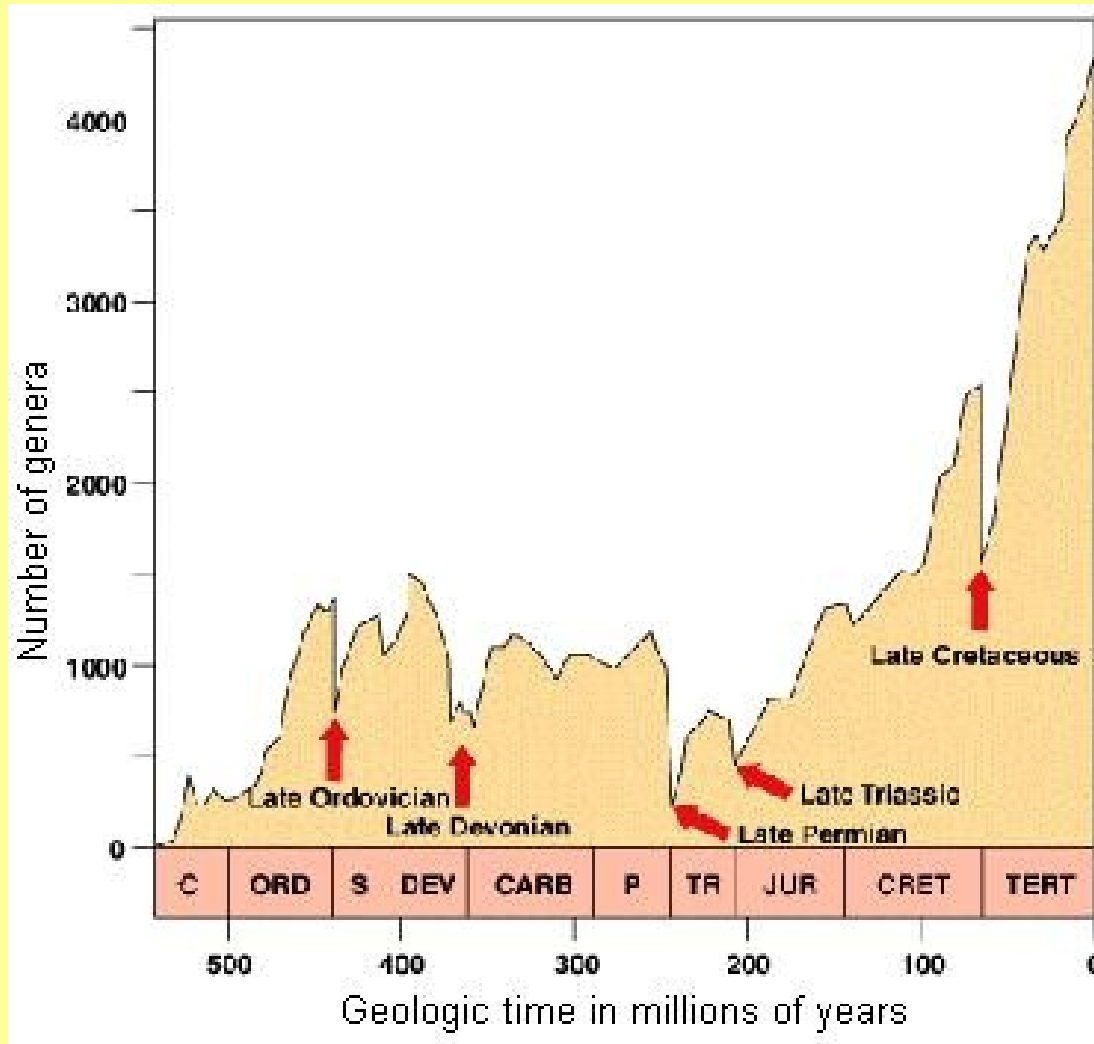
Geografické členění bioty je závislé na klimatu a bariérách

### Nejvyšší počet celků v dobách:

- s nejrozvinutější klimatickou zonací (ani nejchladnější, ani nejteplejší)
- s největším rozčleněním kontinentálních i oceánských celků bariérami orientovanými poledníkovým směrem, které dále člení klimatické zóny

transgrese x regrese – zvětšování délky pobřeží (největší diverzita organismů je v litorálu)

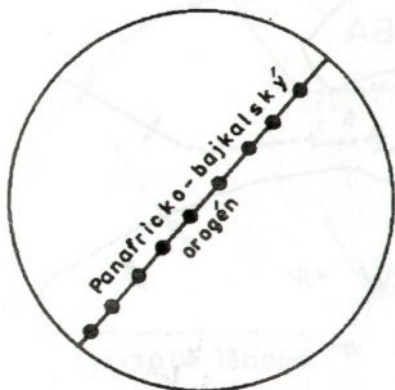
Velká vymírání – často spjatá se zaledněním, regresí a vytvořením velkých celků pevnin i oceánů



*Diversity of marine animals through geologic time, as indicated by number of known fossil genera.*

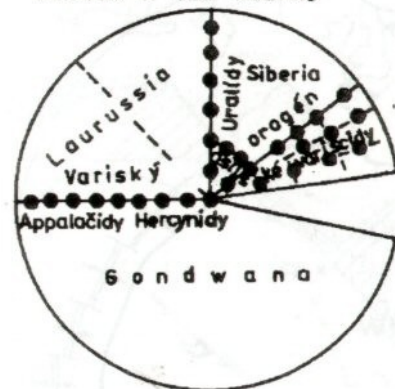
# Paleogeografický vývoj pevnin a oceánů

PROTOPÁNGEA A JEJÍ ROZPAD



prekambrium

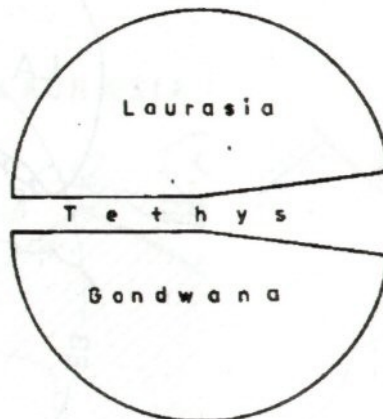
PANGEA A JEJÍ ROZPAD



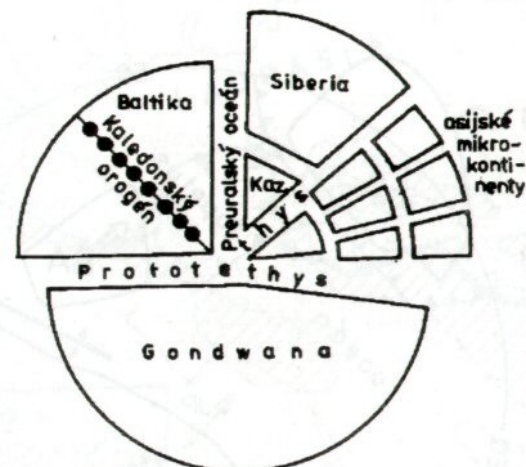
perm



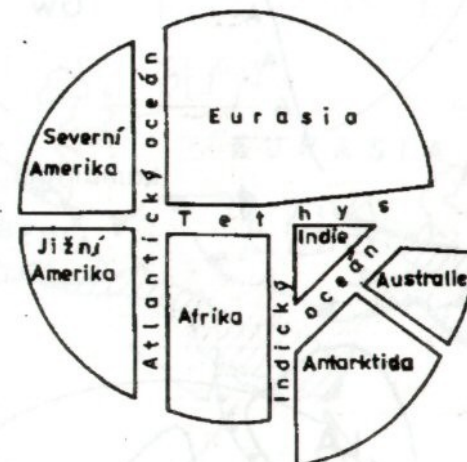
kambrium



trias



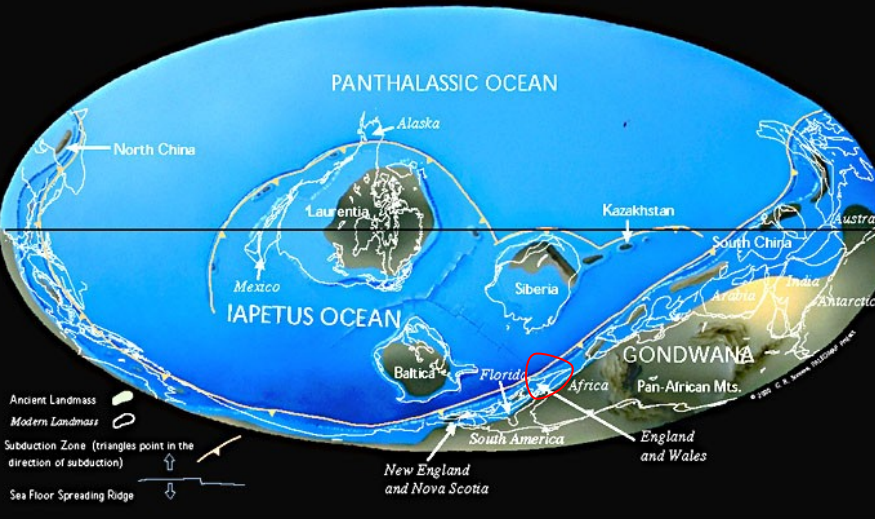
devon



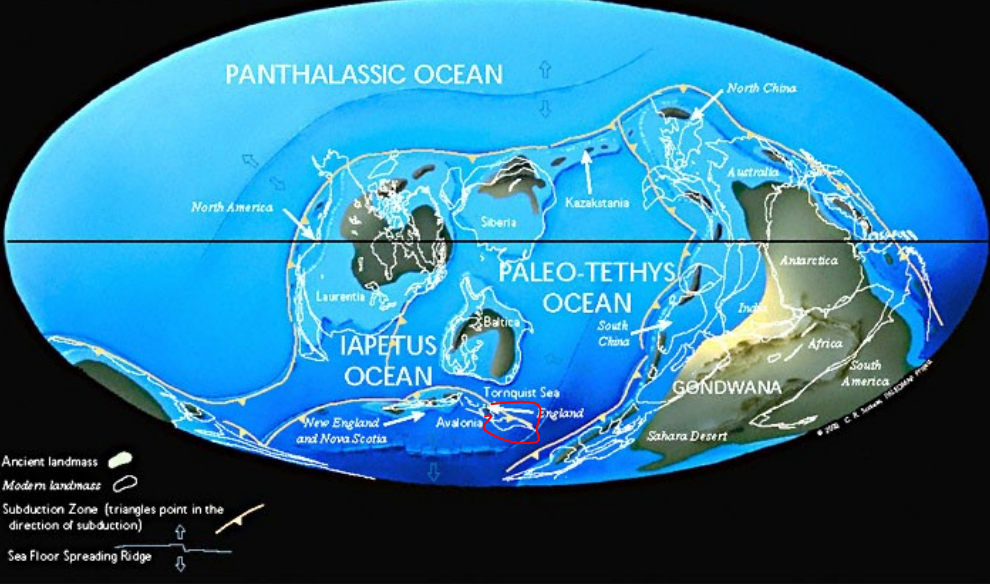
paleogén

Idealizované schéma vývoje vzájemné pozice kontinentů a oceánů během fanerozoika. Silně schematizováno. Kaz – Kazachstania. Podle J.W. Valentina 1973, podstatně upraveno.

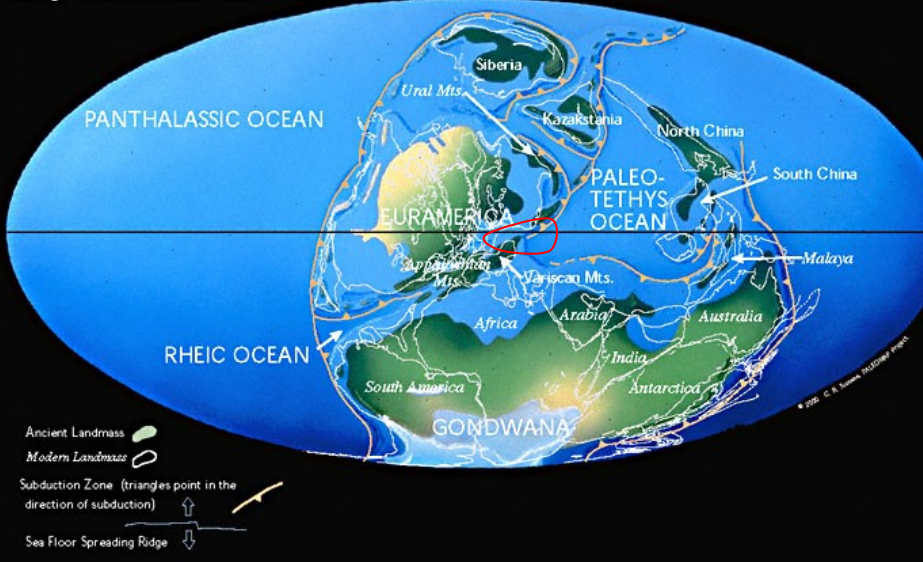
Late Cambrian 514 Ma



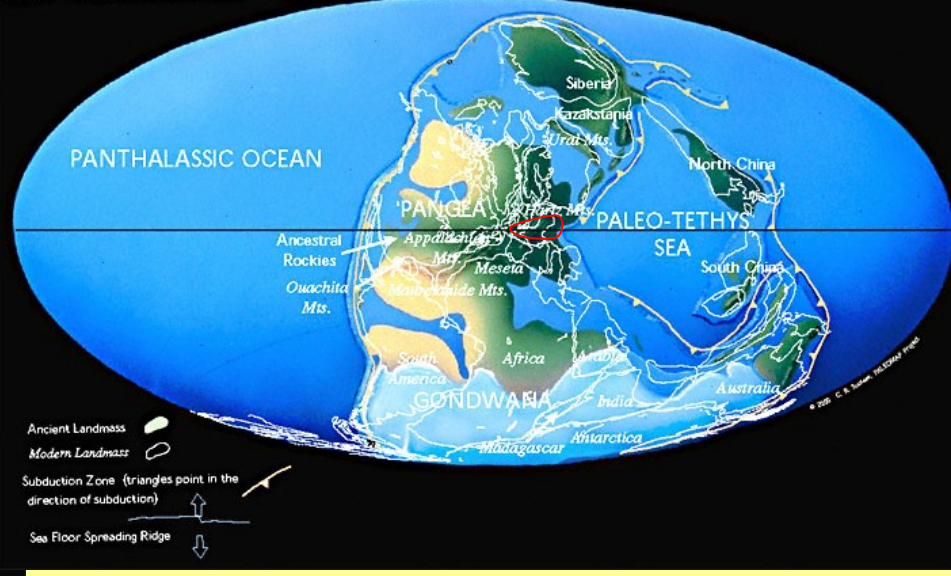
Middle Ordovician 458 Ma



Early Carboniferous 356 Ma



Late Carboniferous 306 Ma

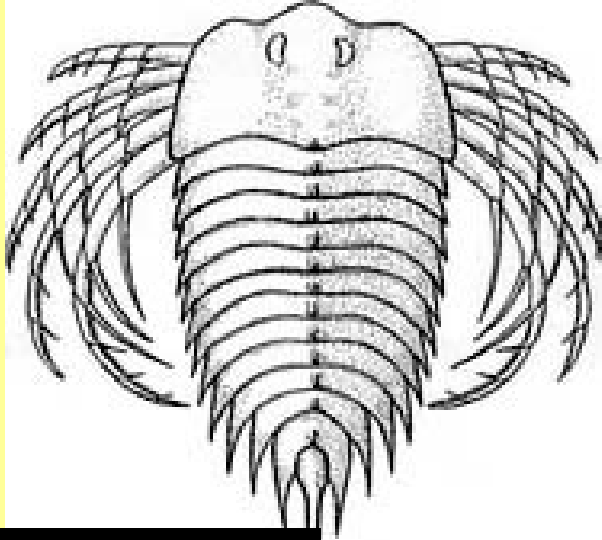


# Členění kontinentálního a limnického biocyklu

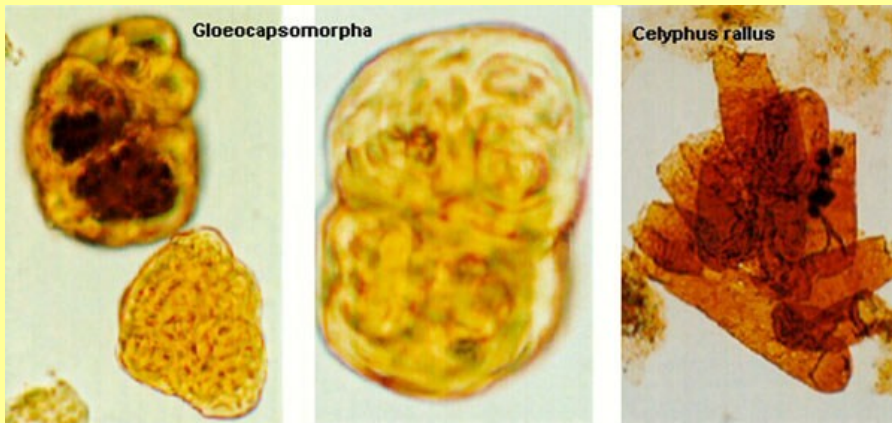
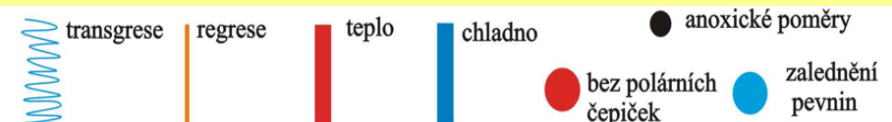
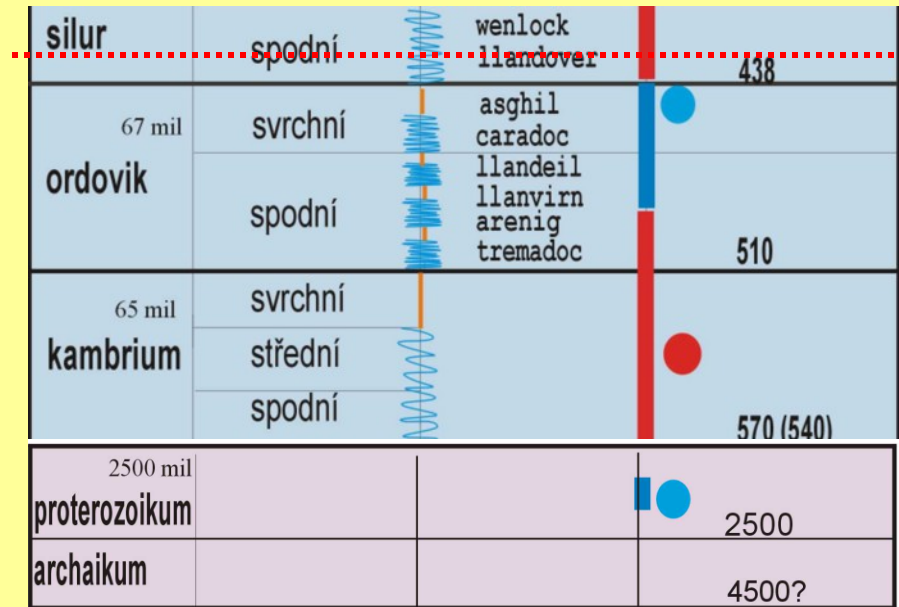
Hranice vývojových etap flóry se poněkud liší od základního členění historie podle fauny

## Thalassiofytikum (eofytikum)

Začíná nejstaršími nálezy 3,8-3,4 mld let a končí vznikem cévnatých rostlin v siluru – hranice pod vrstvou s rodem *Cooksonia* – svrch silur barrrandienů



*Kodymirus vagans*  
sladkovodní kambrium



první zásoby bitumenů – ordovik Pobaltí

Kambrium – první řasy s vápnitými stěnami

– *Solenopora* a *Dasycladaceae*

# Paleofytikum - silur – spodní perm

## starší - do stř. devonu

Na počátku přešly rostliny na souš – postupný rozvoj **sporofytu**:

– vytvoření pokožky s kutikulou a průduchy,

- **vodivé soustavy** : rozvod vody, živin + kořenový systém,

zpevněná pletiva - podpora vzpřímeného růstu,

- spor s rezistentní stěnou – proti suchu, **postupná úprava**

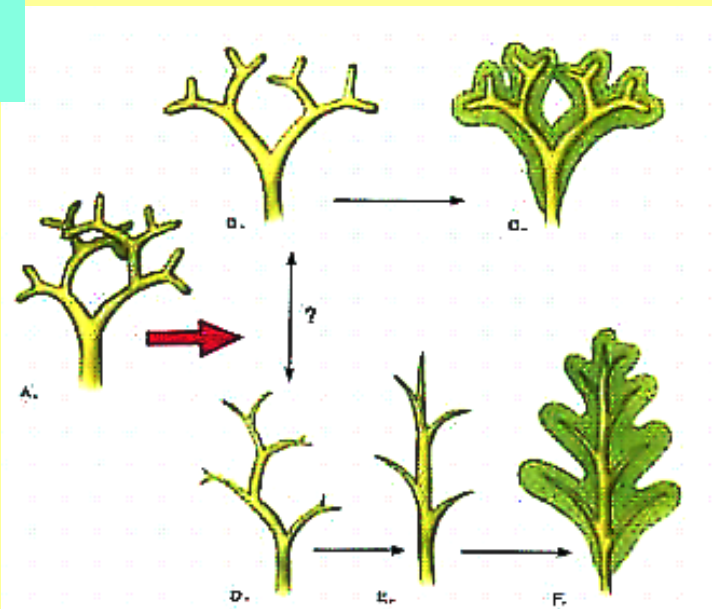
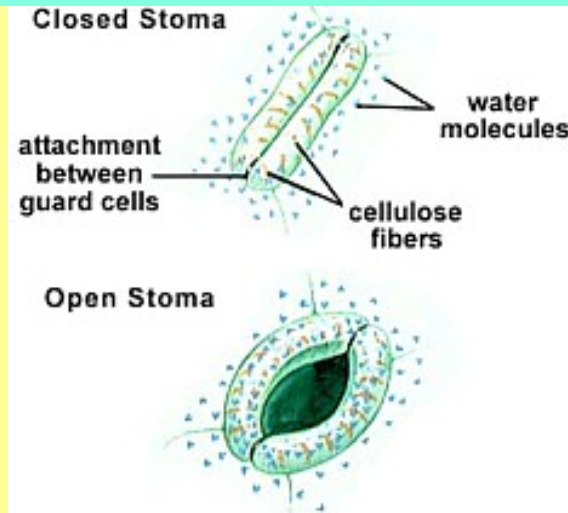
## **rozmnožování**

Převládají psilofytní rostliny, které od stř. devonu postupně zatlačovány primitivními zástupci kaprad'orostů.-

Klima poměrně aridní, paleogeografické rozlišení flór patrné pouze na skupině akritarch.

V Amer a J Africe – tility – zalednění, které se udrželo až do permu

perm	spodni	saxon autun	290
karbon	svrchni	stefan westfal namur	
	spodni	visé tournai	355
devon	svrchni	famen frasn	
	středni	givet eifel	
	spodni	zlichov prag lochkov	410
silur	svrchni	přidol ludlow	
	spodni	wenlock	



do středního devonu –  
převládají psilofytí rostliny

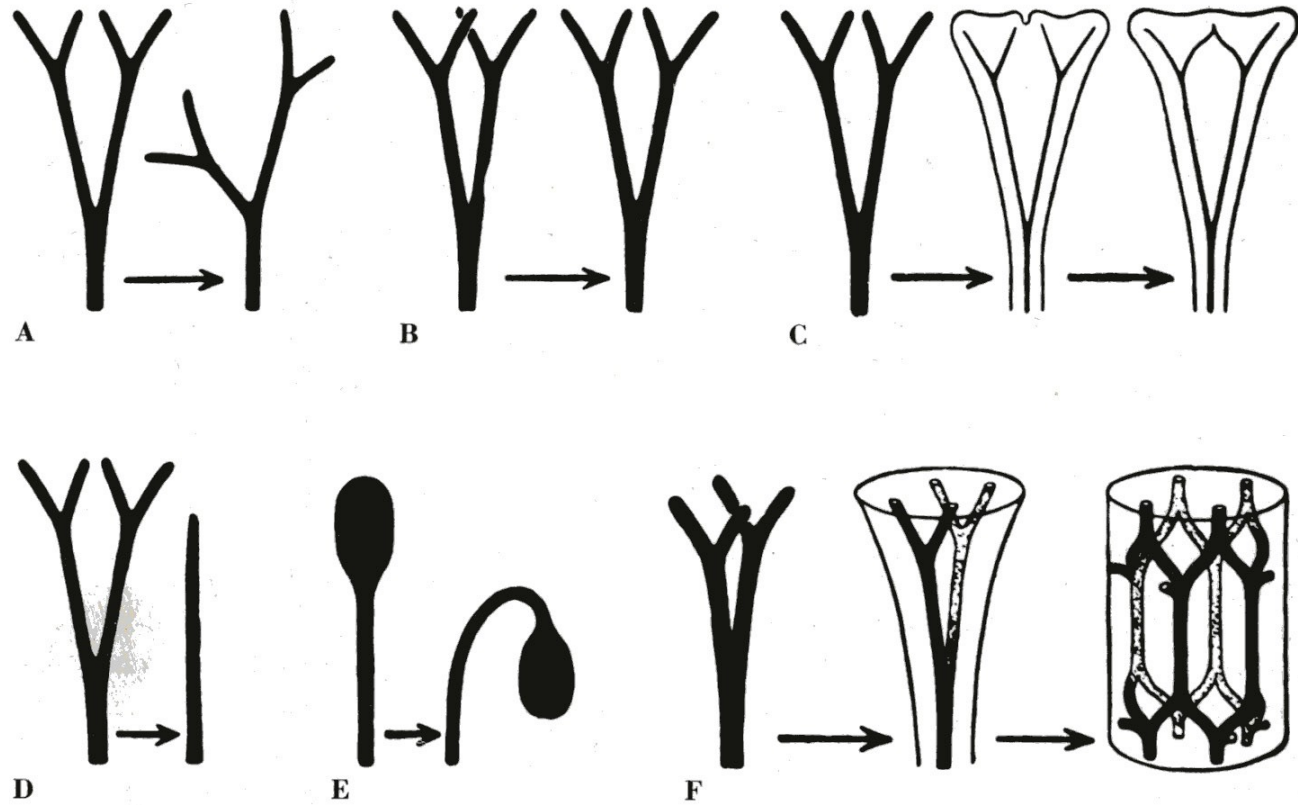


Reconstruction of *Cooksonia* sp. in the Ludlow Museum

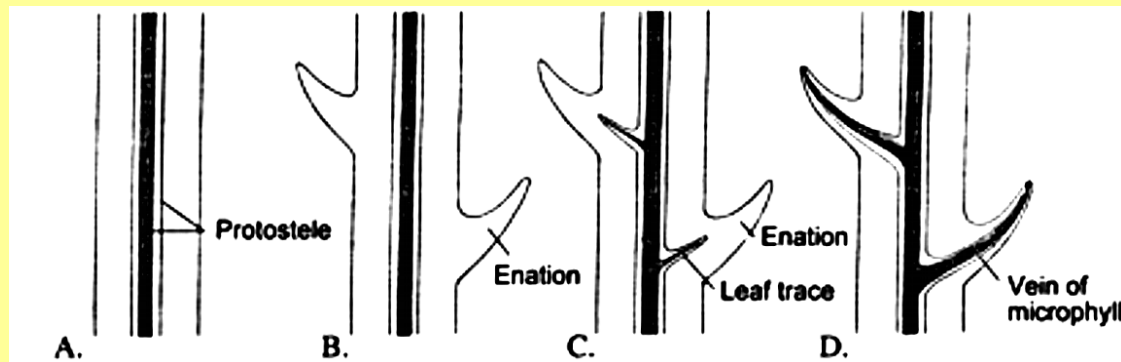
*Psilophyton*  
sporangia



**Telomová teorie –**  
 Vývoj morfológie –  
 Listy, tvary stonkú,  
 Tvary rozmnožovacích orgánú

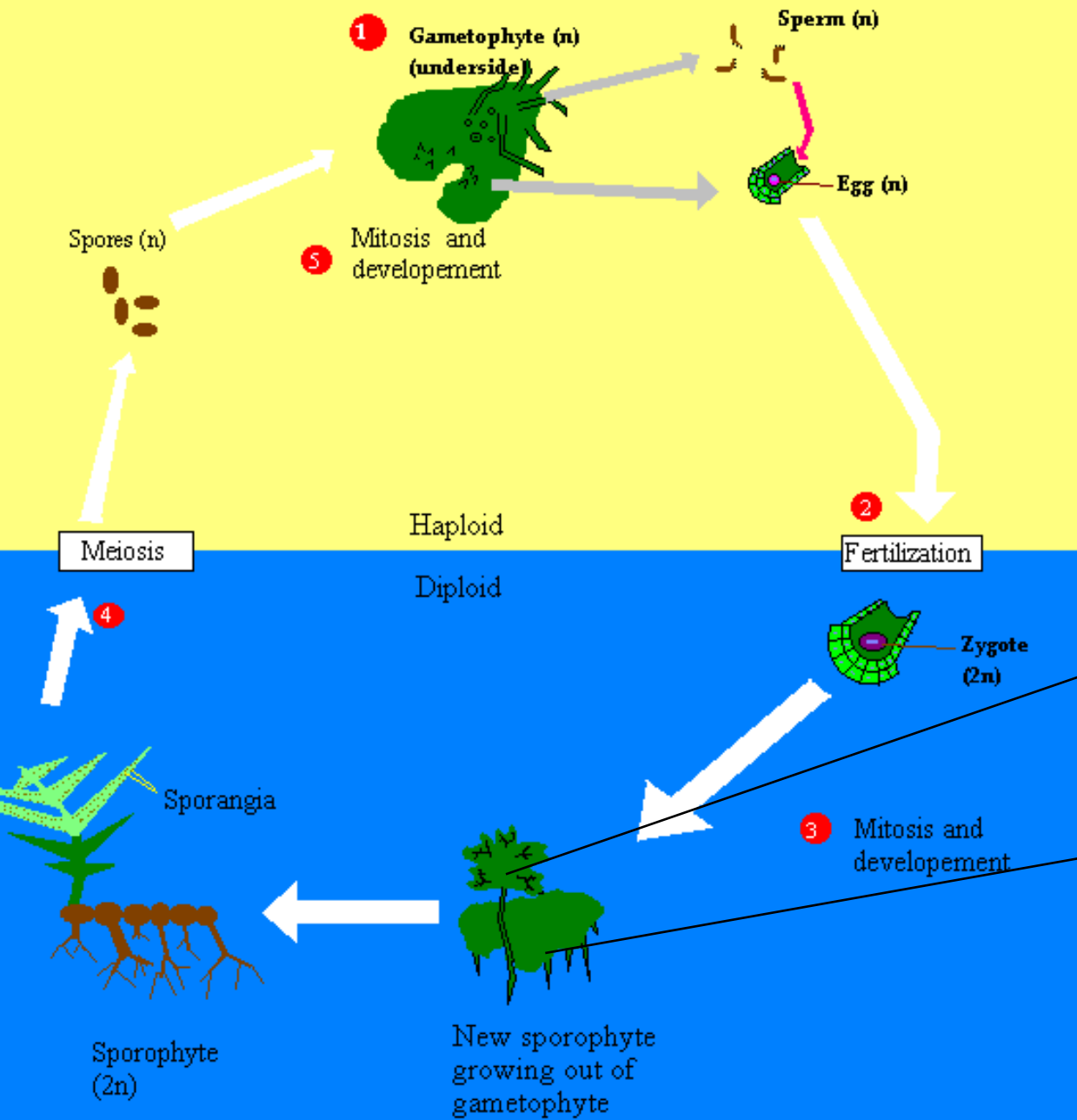


**FIGURE 19-3**  
 Five elementary evolutionary processes in the development of the body of vascular plants.  
 A. Overtopping. B. Planation. C. Coalescence and webbing in the leaf. D. Reduction.  
 E. Recurvation. F. Coalescence in the axis. (After Zimmerman.)





# Fern life cycle diagram

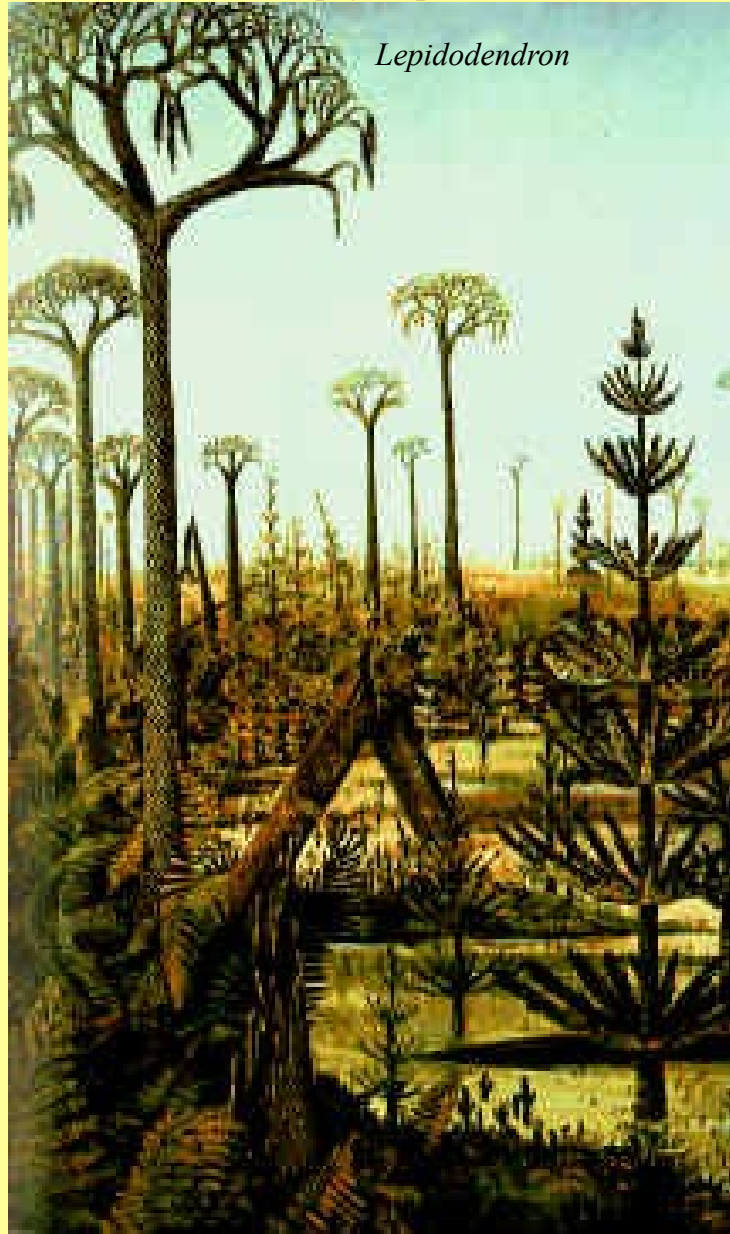


Rodozměna  
Sporofyt x gametofyt

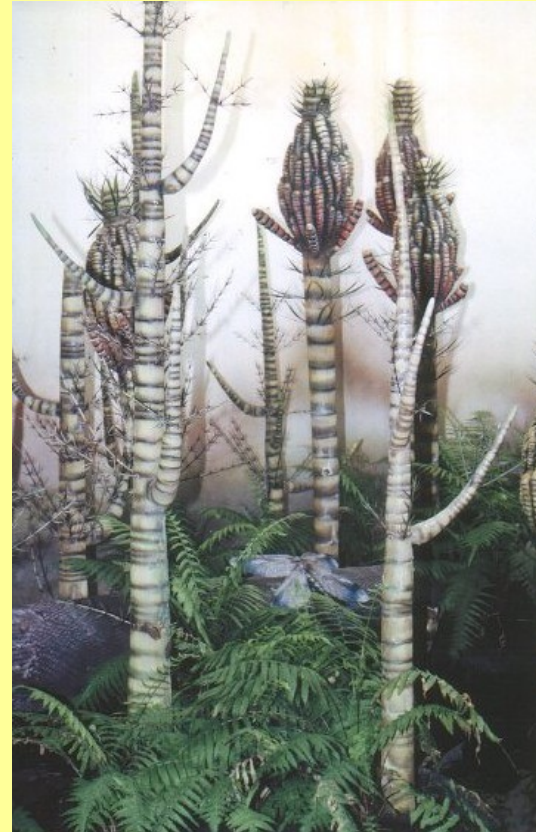


## mladší – od svrchního devonu

– nastupuje teplé a vlhké klima, **tropické a subtropické** pásmo se rozšiřuje na **úkor mírného**



*Lepidodendron*



*Sigillaria*

Od svrchního devonu jsou psilophyta zatlačována kaprad'orosty

Karbonská - flóra, tropy - bažiny



Dochází k velkému rozvoji stromovitých plavuní a kapradin,



Střídání regresí a transgresí – Ostravsko – uhelné sloje x mořská patra

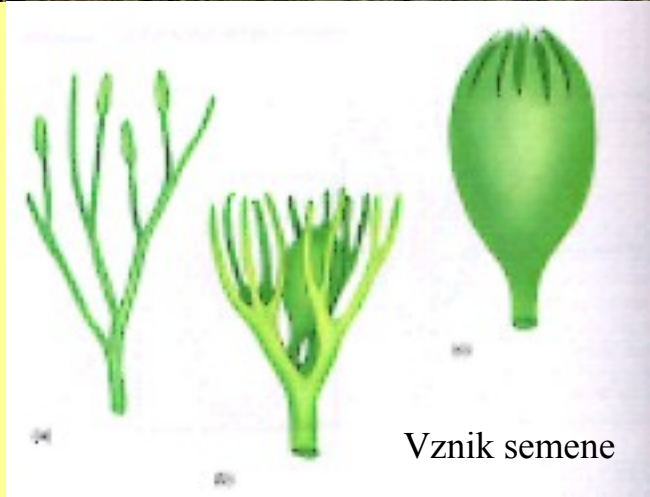
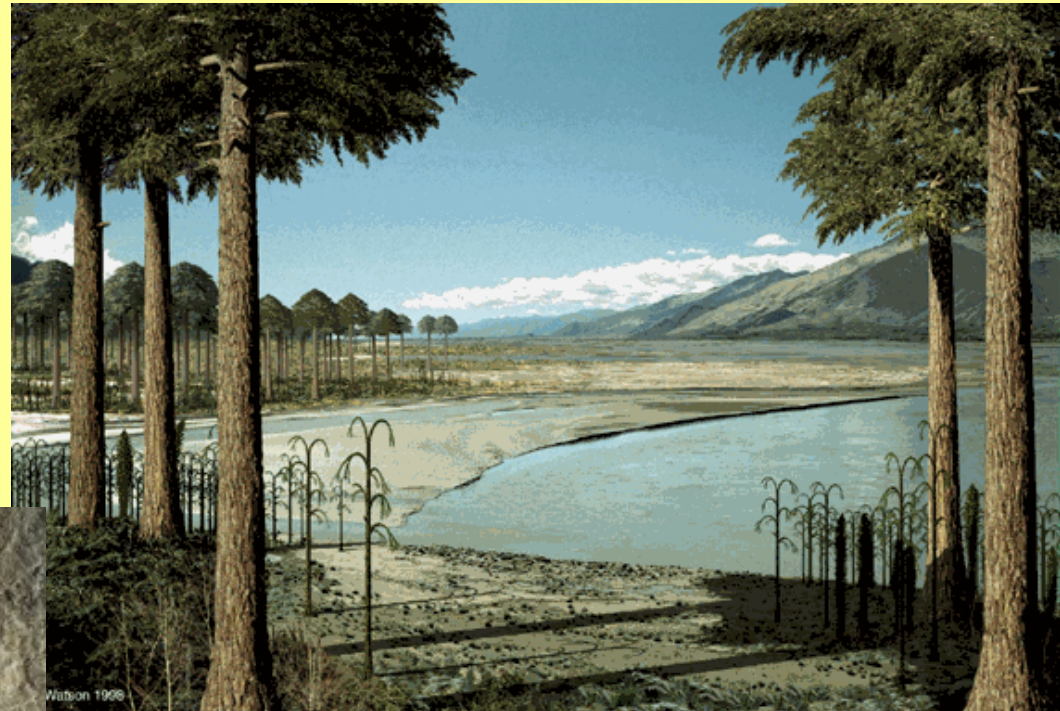
Objevují se Progymnospermy - vytvořilo se semeno – vznikají rostliny nahosemenné.

Vznikají první lesy – v močálových stanovištích – stromovité plavuně, podrostové přesličky a kapradiny -  
na sušších stanovištích (místa vzdálenější bažinám) prvosemenné – *Archaeopteris*.

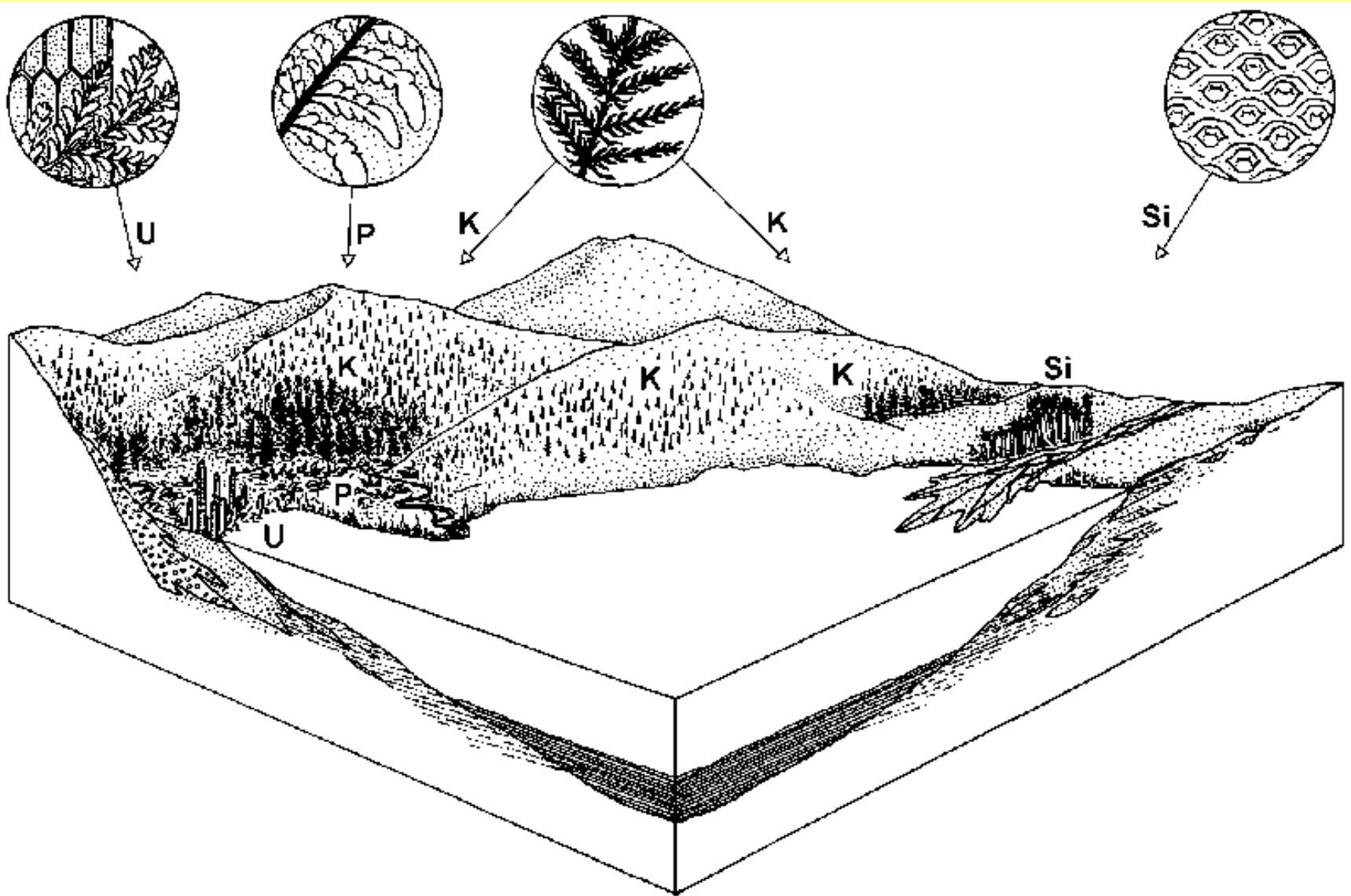


*Archaeopteris*

Photo by BDEC (



Vznik semene



An Early Permian landscape in the Saar-Nahe Basin.

U = lake margin vegetation with calamites, ferns and a few seed ferns;

Si = *Sigillaria* stand in a deltaic environment;

P = pteridosperm-dominated vegetation; K = conifer-dominated hinterland vegetation

## Začíná výrazná paleogeografická zonálnost

**V tropickém pásmu** 2 oblasti: **euramerická** a **kathaysijská** (Čína).

**Euramerická** - hlavně stromovité plavuně (*Lepidodendron* a *Sigillaria*) a přesličky – kalamity, vedle nich i stromovité kapradiny a kaprad'osemenné ve svrch. karbonu i kordaity.

**Kathaysijská** - řada společných rysů, ale např. chybí *Sigillaria* a později *Walchia*.

Od konce karbonu dochází v tropickém pásmu k aridizaci klimatu, redukuje se uhlotvornost, začínají převládat nahosemenné - objevují se první jehličnany *Walchia*, vymírají stromovité plavuně.

## Oblasti s mírným klimatem

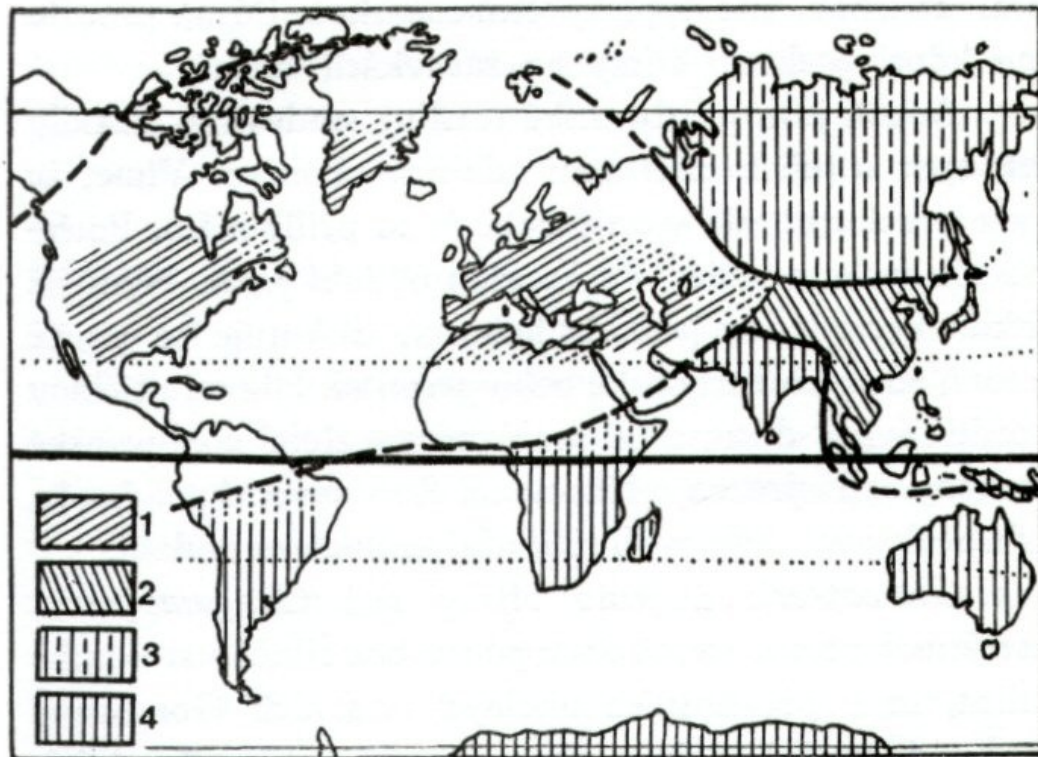
– na S **angarská**, na J **gondwanská**

- zde vlhko i v permu - vznikají uhlelné sloje –

v A. hlavně z kordaitů – kordaitová tajga,

v G. kaprad'osemenné – *Glossopteris*

(z G. známé tility)



Klimatické zóny na hranici karbonu a permu (před 270 milióny lety)

1, 2 – tropická zóna s flórou euramerického (1) a kathaysijského (2) typu

3 – severní mimotropická zóna (oblast Angaridy)

4 – jižní mimotropická zóna (oblast Gondwany)

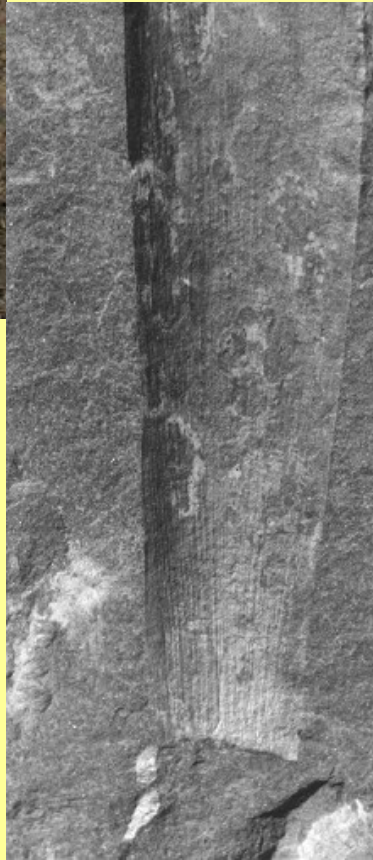
# Nejstarší jehličnany

převaha - extratropická oblast



*Walchia*

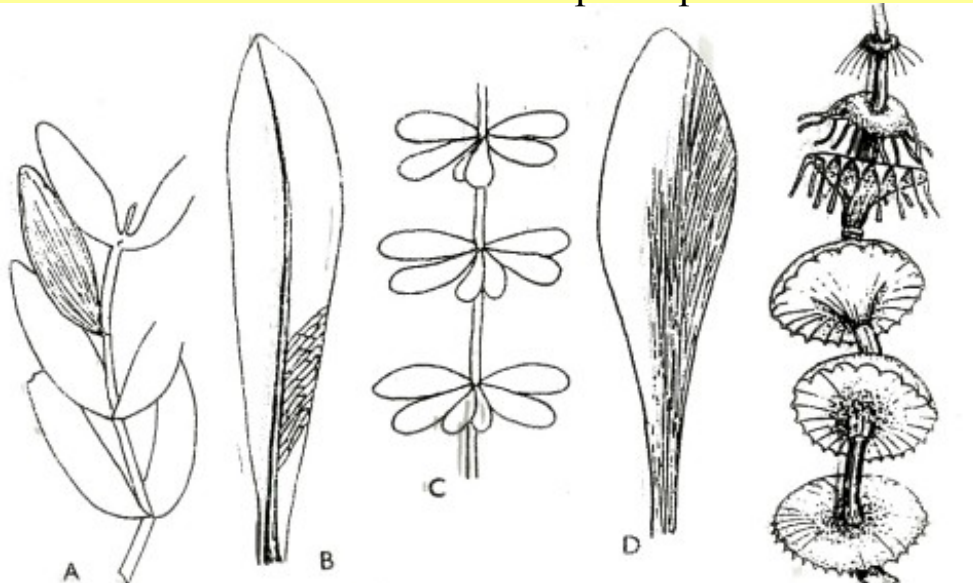
- chybí v kathaysijské provincii,  
Stejně jako *Sigillaria*



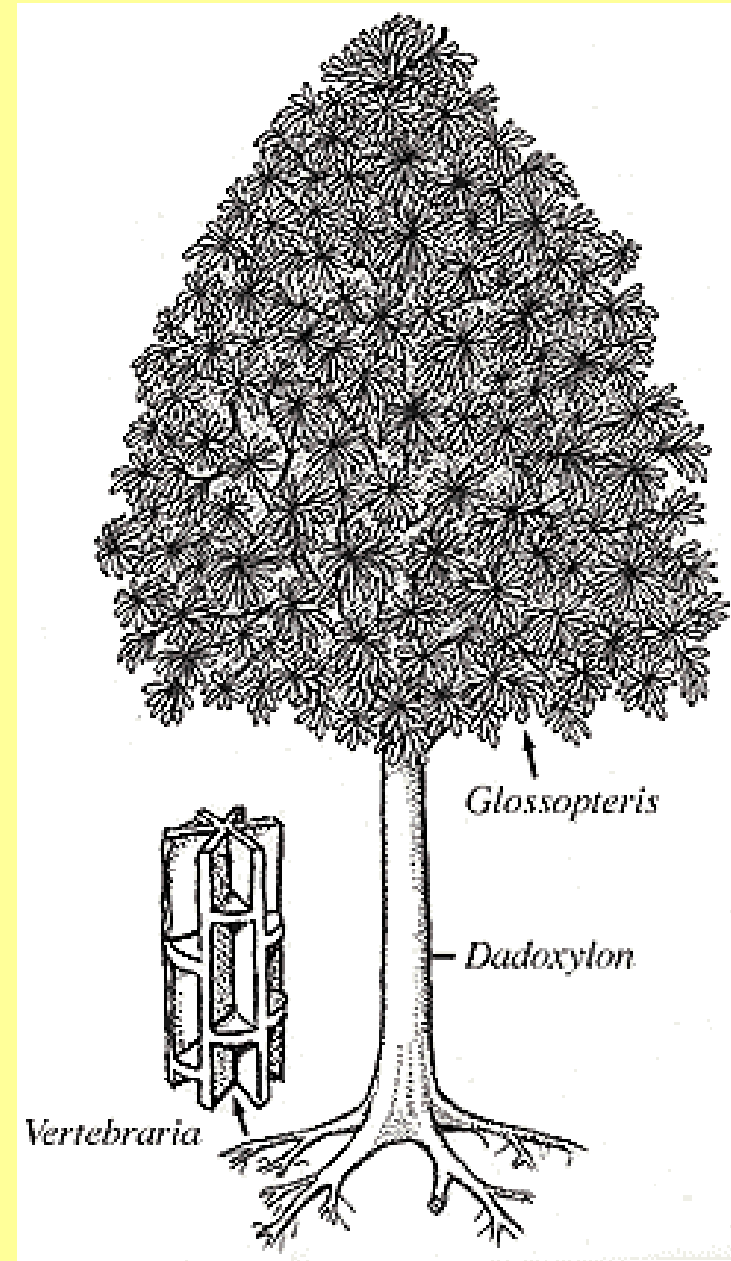
*Cordaites*



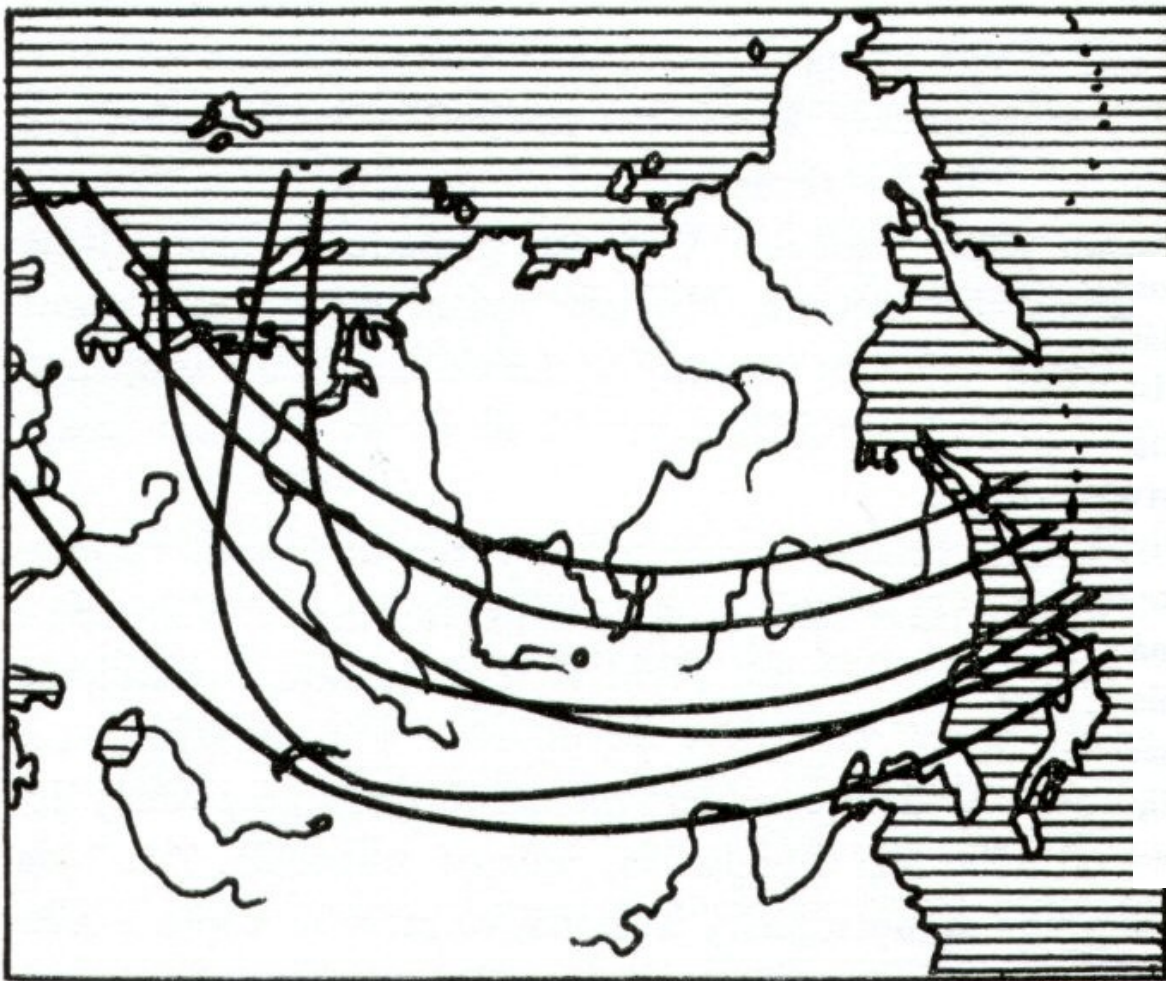
# Gondvanská extratropická provincie



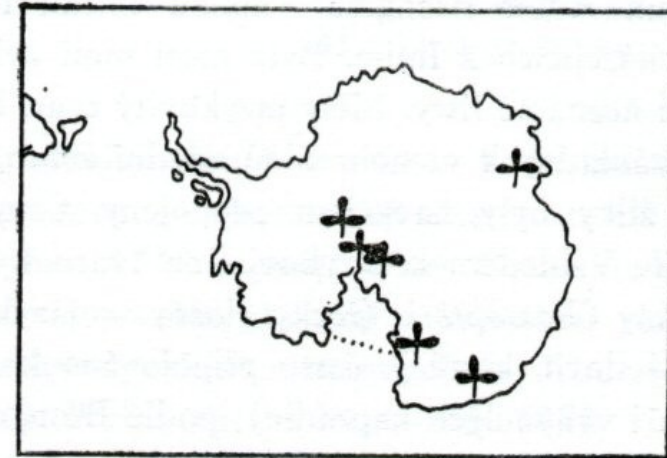
Hlavní zástupci gondvanské flory permokarbonu: A - Schizoneura gondwanensis, B - Glossopteris, C - Sphenophyllum speciosum, D - Gangamopteris, E - Phyllothece etheridgei. Podle Andrewae, doplněno.







Průběh severní hranice tropické zóny v Eurasii v různých obdobích paleozoika a mezozoika (během 250 miliónů let)



Naleziště pozdně paleozoických rostlin v Antarktidě

Výprava kapitána Scotta –  
uhlí z Antarktidy - *Glossopteris*

2 Ruské uhelné pánve, mezi nimi hranice provincií

- **Donbas** – tropy L.,

- **Kuzbas** – mírné -profil od karbonu do jury – téměř chybí stromovité plavuně, převaha strom přesliček a kordaity – kordaitová tajga. Zde popsány i mechy

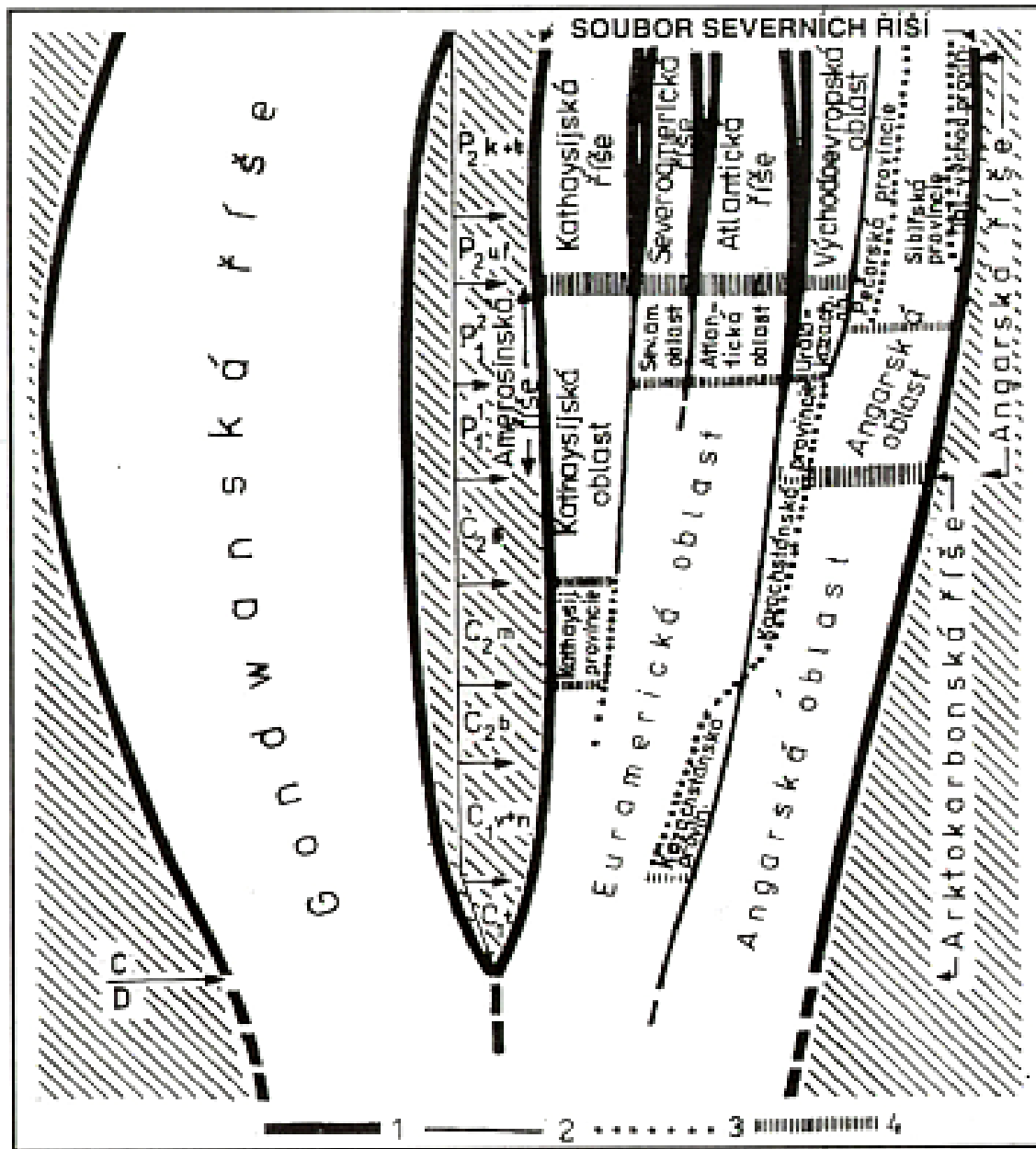
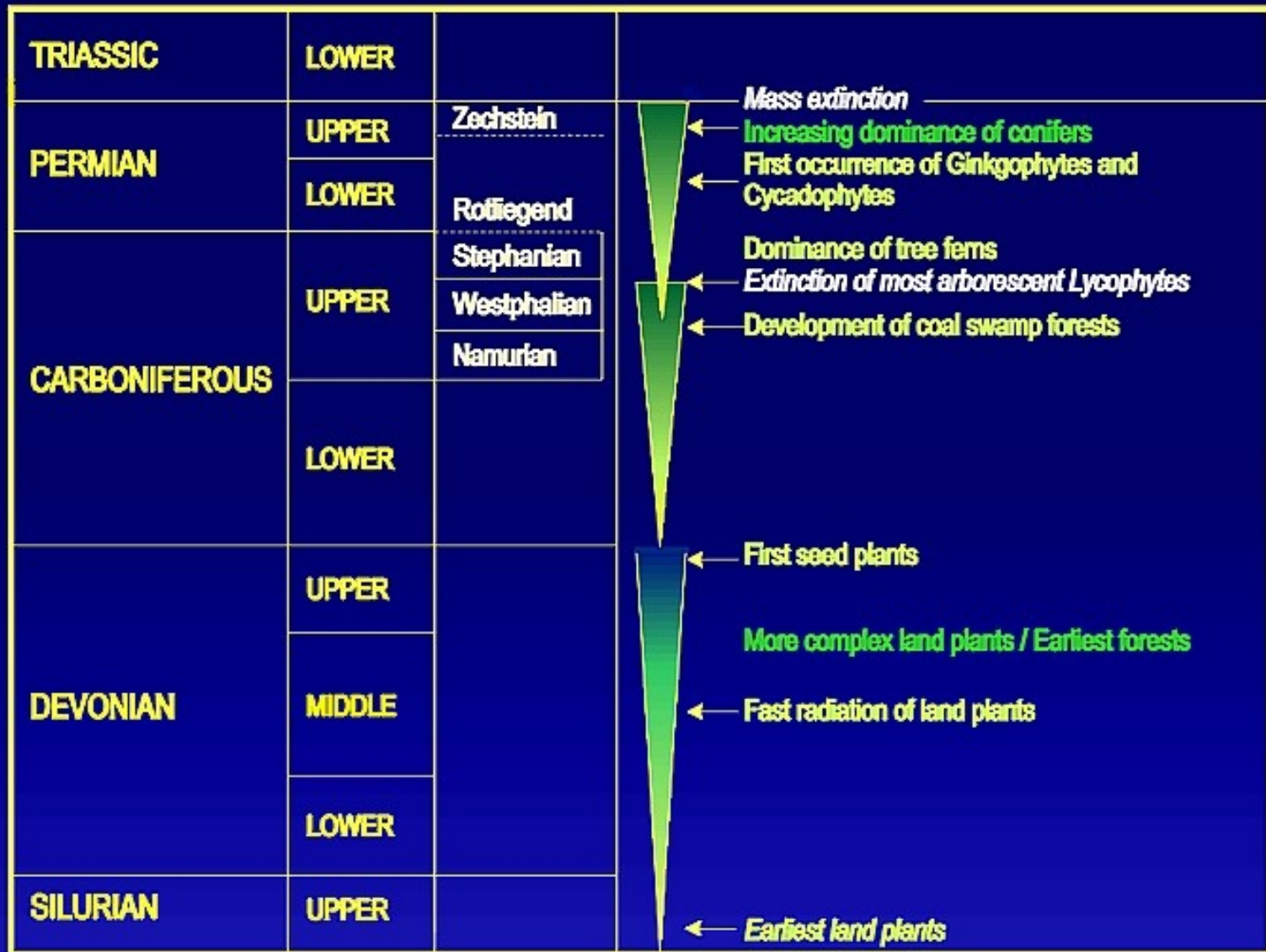


Schéma vývoje karbonských a permských fytochorionů. 1 - hranice říší, 2 - hranice oblastí, 3 - hranice provincií, 4 - období změny kategorie chorionu. Časová stupnice: D - devon, C - karbon (tourmal, visé, balkir, moskov, stefan), P - perm (assel + sakmar, ar-tinsk + kungur, ufim, kazan + tatar). Podle W.G. Chaloner a S.V. Mejena 1973, upraveno.



The stratigraphy of the Upper Palaeozoic with the most important floral developments

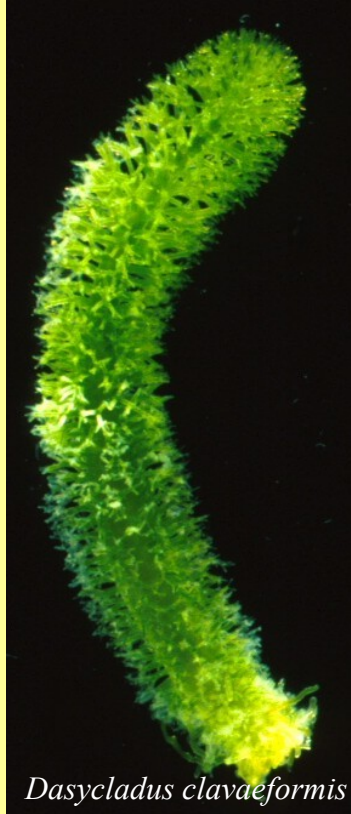
# Mezofytikum – svrchní perm – spodní křída

hlavní složku flóry tvoří nahosemenné rostliny – cykasy, benetity, jehličnany, a pokročilé kaprad'osemenné.

Na počátku triasu dochází k přestavbě řasových flór.

Trias velké rozrůznění zelených řas – alpský trias (**wettersteinské vápence**)

- Dasycladaceae až 2 000m vápenců.



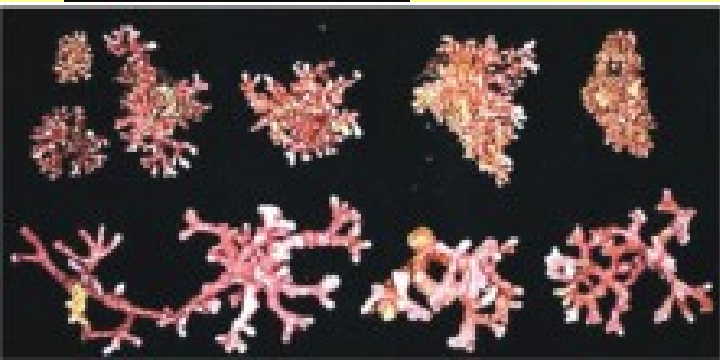
*Dasycladus clavaeformis*



*Neuteutloporella*

Červené řasy

– výměna Solenoporaceae x Corallinaceae  
spodní křída



*Lithothamnion corallioides*

křída	spodni	turom	● ●		
		cenoman			
		alb			
		apt			
		baren			
72 mil	malm	hauseriv	●		
		valangin			
		berrias			
	jura	dogger		135	
				oxford	
		lias		kelloway	
				bath	
	37 mil	svrchni		bajok	●
				aalen	
				210	
středni		tsark			
		spodni			
perm	svrchni	pliensbach	●		
		sinemur			
40 mil	svrchni	hettang	●		
		245			
40 mil	svrchni	rhaet	●		
		245			
40 mil	svrchni	nor	●		
		245			
40 mil	svrchni	karn	●		
		245			
40 mil	svrchni	ladin	●		
		245			
40 mil	svrchni	anis	●		
		245			
40 mil	svrchni	werfen	●		
		245			
40 mil	svrchni	thuring	●		
		245			



*Mesophyllum*

**Tropy** – cykasy a benetity



Podle klimatu se dělí na 2 podetapy

**Starší mezozofytikum** – přetrvává aridní klima z permu, sp. – stř. trias. **Malá podnební zonálnost**

– na severní polokouli jednotné flóry – postavení kontinentů. Hlavní ve vegetaci jehličnany Voltziales.

Na Gondwaně hlavně kaprad'osemenné *Dicroidium* – dikroidiové flóry. Rostliny se přizpůsobují aridnímu klimatu – ochrana semene před vysušením.

### Mimotropická oblast

Jehličnany - Voltziales

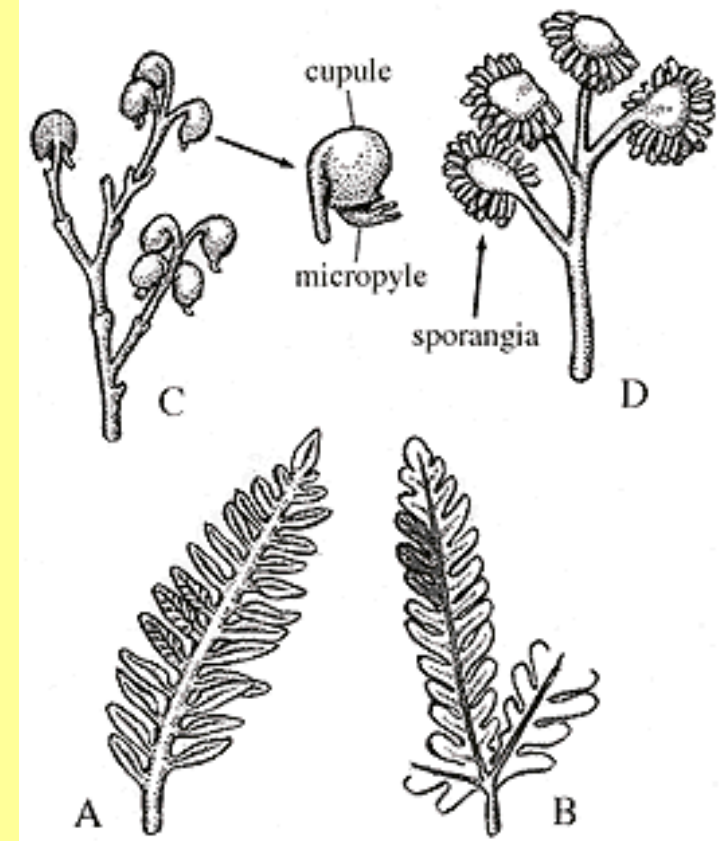


*Voltzia heterophylla*



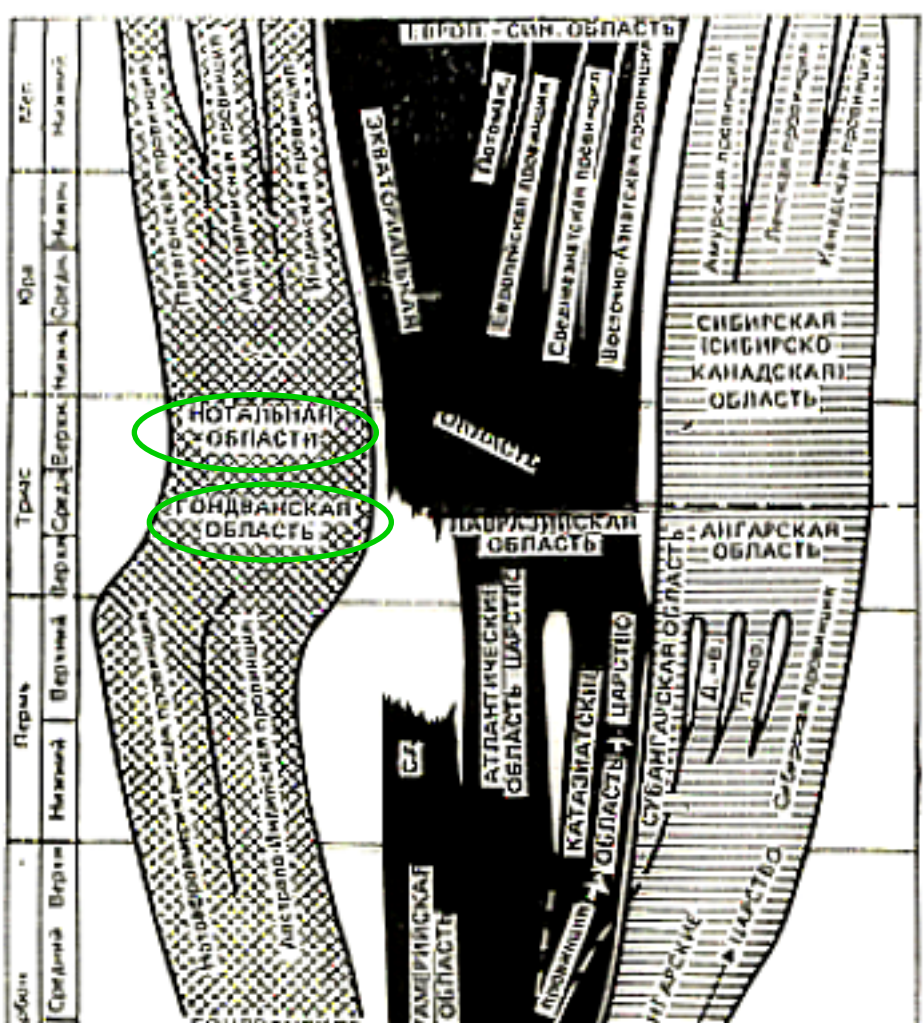
*Dicroidium*

### kaprad'osemenné - dikroidiová flóra



**Mladší mezofytikum** - stagnace ve vývoji flóry. Podnebí se stává humidnějším – **velké transgrese**. Zde vznikly největší zásoby uhlí na Sibiři, také v S. Americe a Mongolsku.

Flóra se opět diferencuje. Od S k J – **mírná oblast** kanadsko- sibiřská – hojné ginkgovité, a nízké kapradiny, **subtropická** evropsko-čínská, **rovníková tropická** a notální v jižní **subtropické zóně** – hlavně benetity a cykasy a pteridospermy - hlavně preangiospermy a některé jehličnany.



-ginkgovité

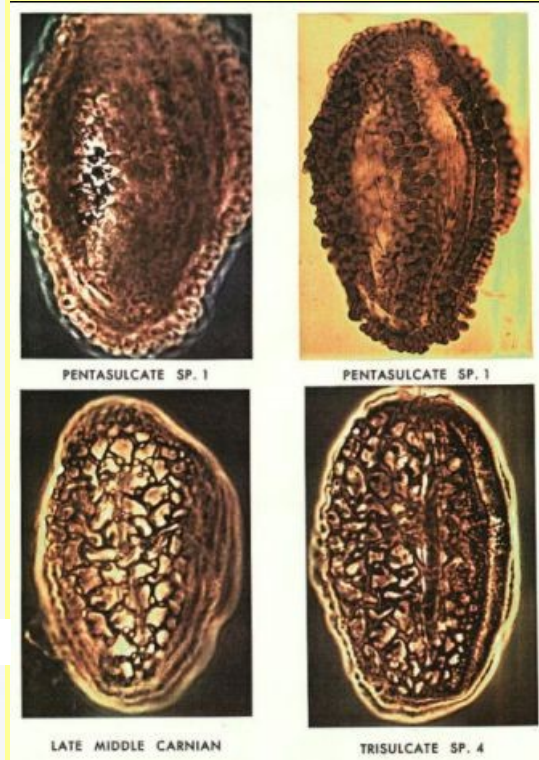
Ke konci mezofytika – ve svrchní juře se objevují první krytosemenné –



***Archaeoфраuctus liaoningensis*** Sun, Dilcher, Zheng et Zhou - svrchní jura, Jv Čína



Reproductive structures of representative seed ferns. (a, b) Seed-bearing cupules of *Lyginopteris*; (c) the probable pollen-bearing organ of *Lyginopteris*; (d) an ovule of *Callistophyton*; (e) the probable pollen-bearing organ of *Callistophyton*.



Early Cretaceous angiosperm pollen.



# Krytosemenné s primitivní skladbou květů



Nymphaeaceae - leknínovité



Magnoliaceae - šácholanovité

# Kenofytikum – svrchní křída- recent

Převládají krytosemenné rostliny rovněž hojně jehličnany a kapradiny, mechy, ostatní jsou reliktní.

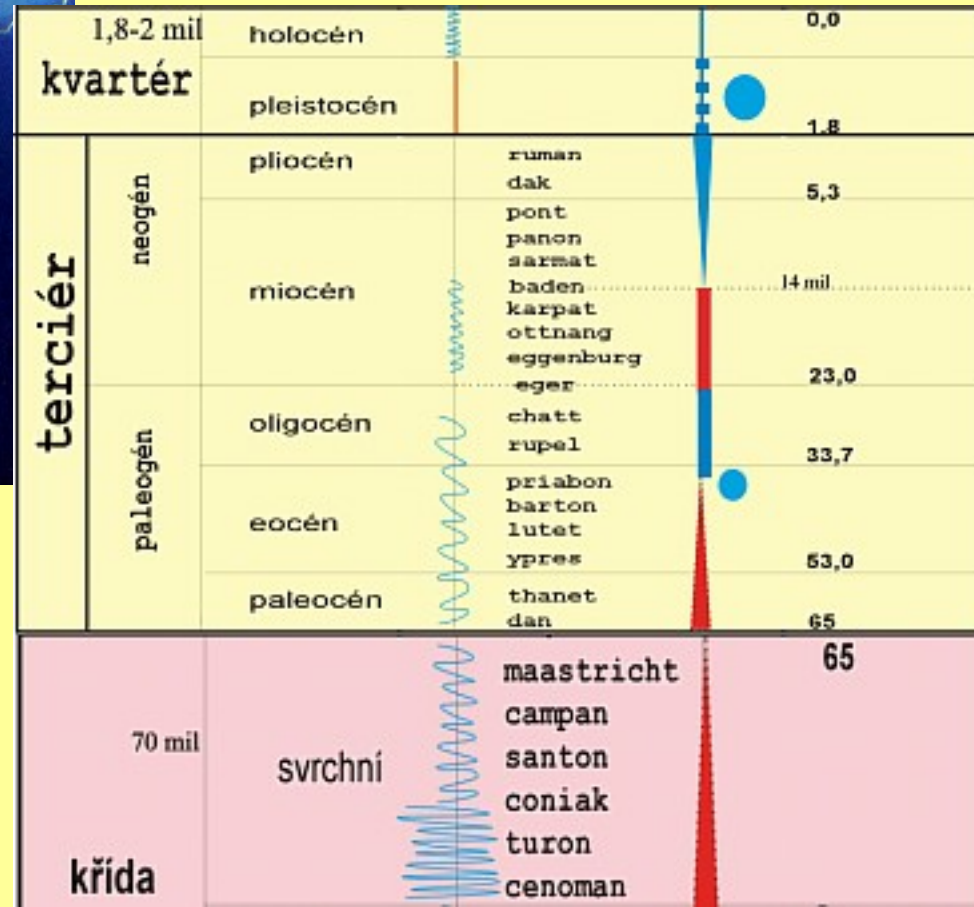
**Paleogeogr. zonálnost je stále větší – postavení kontinentů.** Dochází ke kolísání tepelného režimu s tendencí k celkovému ochlazení (v juře nejsou čepičky na pólech), změny humidity se projevují místně.

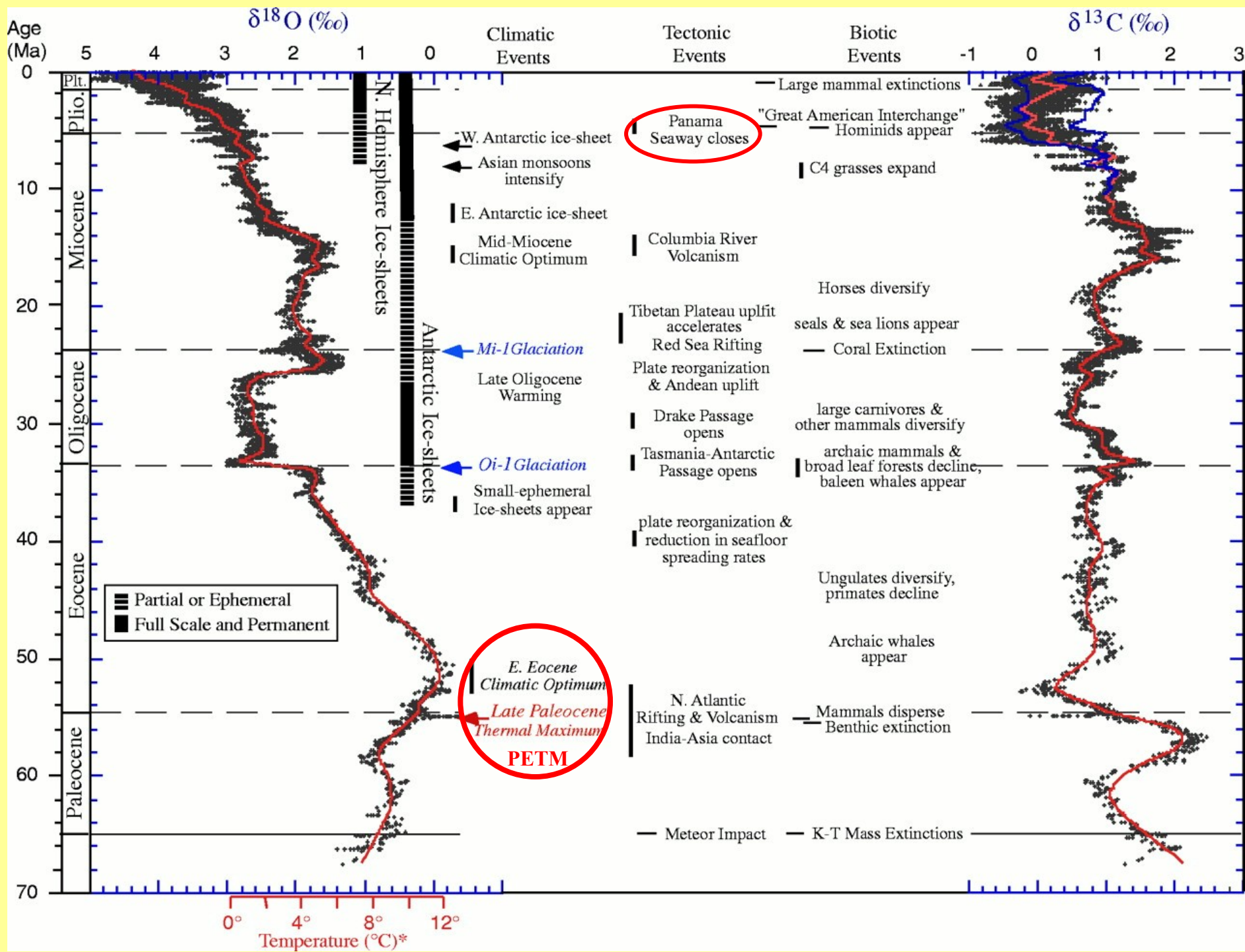
Významný rozvoj mají kokolity a rozsivky.

Má opět 2 etapy



Počátkem třetihor - vyvíjí se symbióza biohermních korálů a zooxantel → - prudký rozvoj korálových útesů

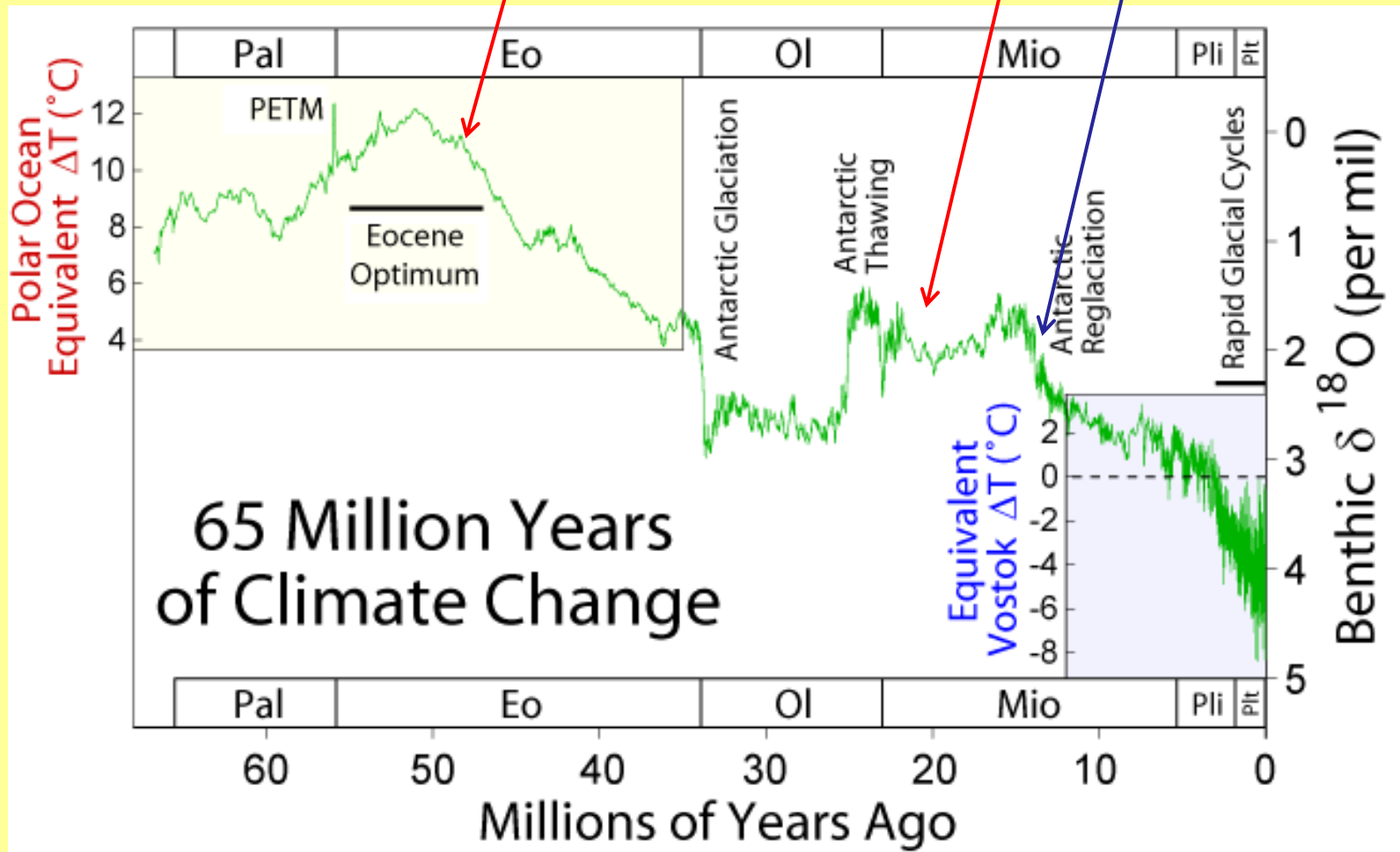




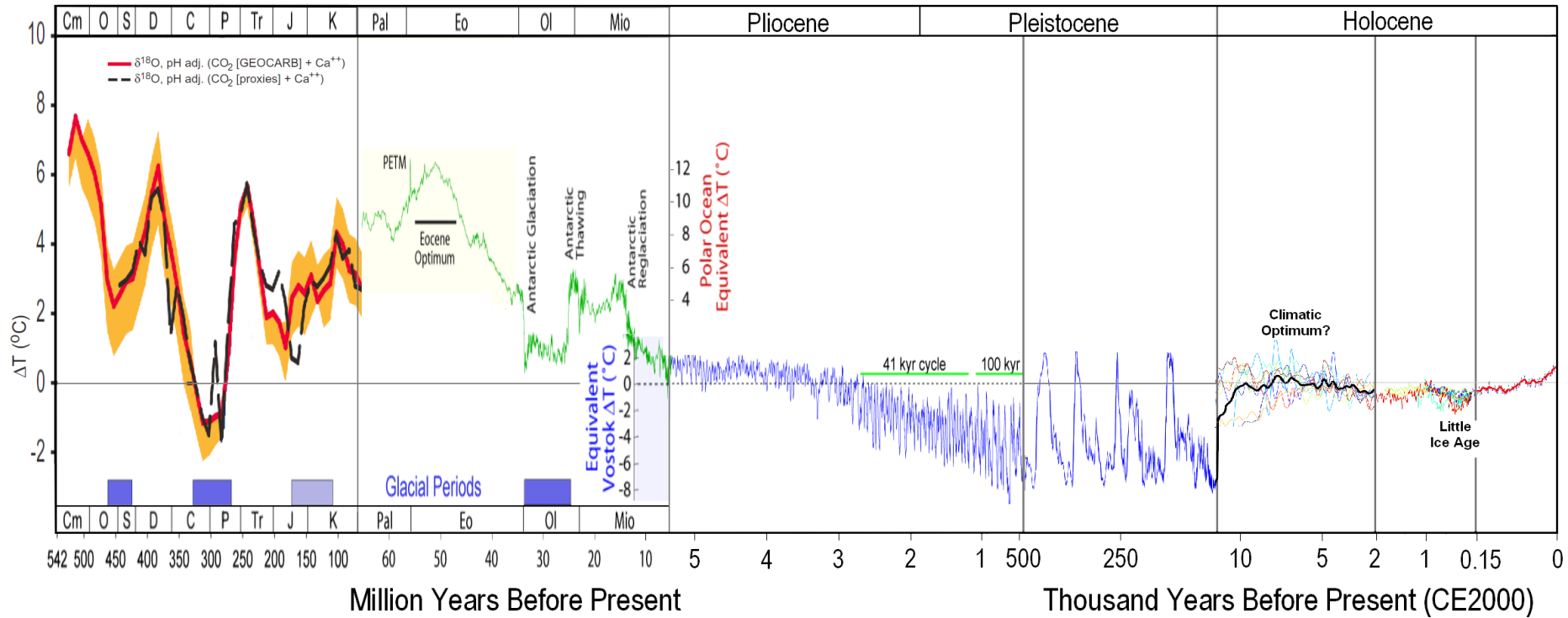
Poslední tropická flóra na území stř. Evropy

Středně miocenní klimatické optimum

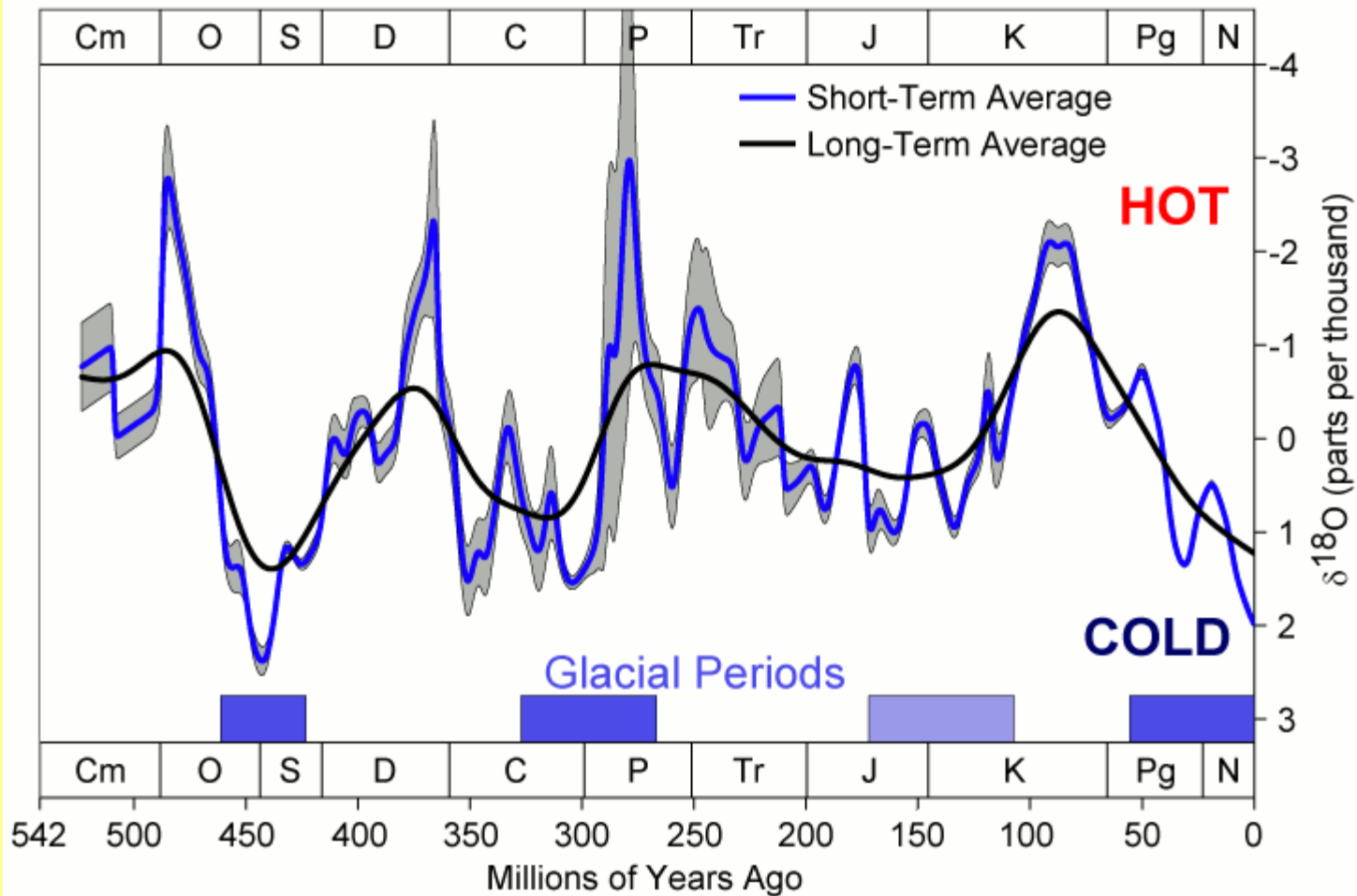
Monterey event – svrchní baden



# Temperature of Planet Earth



# Phanerozoic Climate Change



## Starší kenofytikum – po svrchní paleogén.

**Krytosemenné rostliny jsou v bouřlivém rozvoji - převažují dnes vymřelé typy**, stromovité jehličnany a kapradiny z moderní čel. Polypodiaceae.

Řada reliktnů z mezozofytika vymírá na hranici s třetihorami. U krytosemenných však tato hranice není významný evoluční předěl. Vegetace je hlavně stromovitá s výjimkou mokřadů a sladkých vod s bylinnými porosty. Vývoj spolu s hmyzem a vyššími obratlovci – opylování a rozšiřování plodů.



Zástupci starobylých krytosemenných  
Skupina **Normapolles**

19 Three porate short-axed pollen grain, **Normapolles** - cf. *Nudopollis*?, 35  $\mu\text{m}$ , in Baltic amber.

20 Three porate short-axed pollen grain, 30  $\mu\text{m}$ , in Bitterfeld amber.

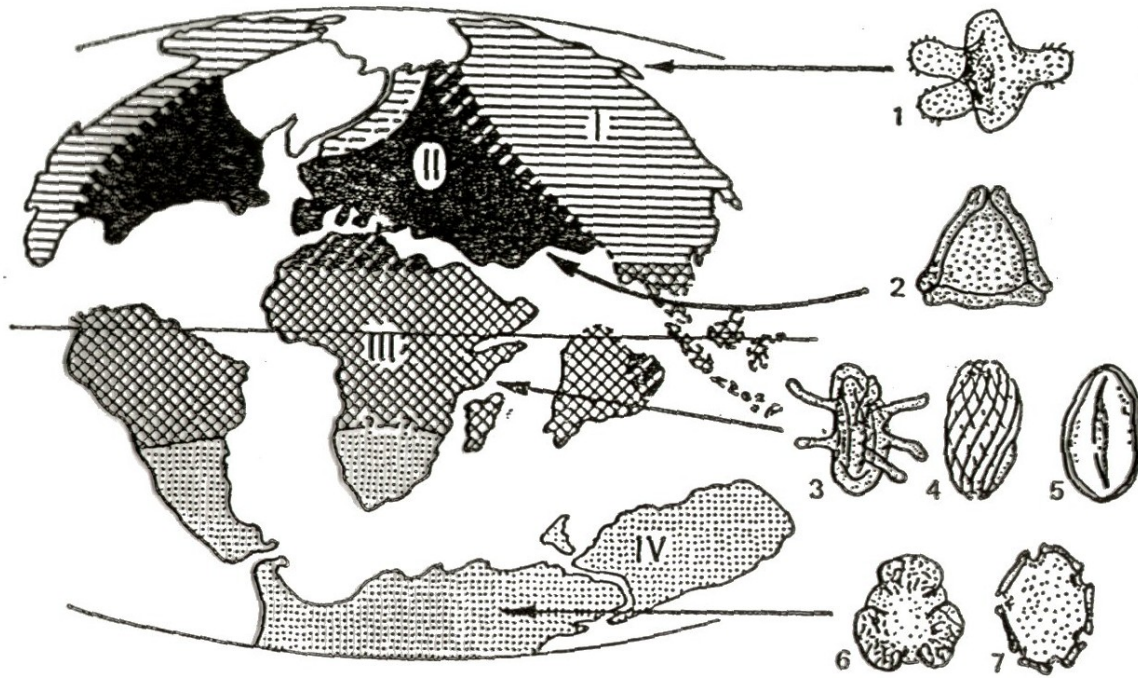
21 Pressed spherical pollen grains with 7 resp. 8 equatorial pores, ulmus-like, 38  $\mu\text{m}$ , in Baltic amber.

22 Three porate short-axed pollen grain, **Normapolles** - cf. *Basopollis*?, about 40  $\mu\text{m}$ , in Baltic amber.

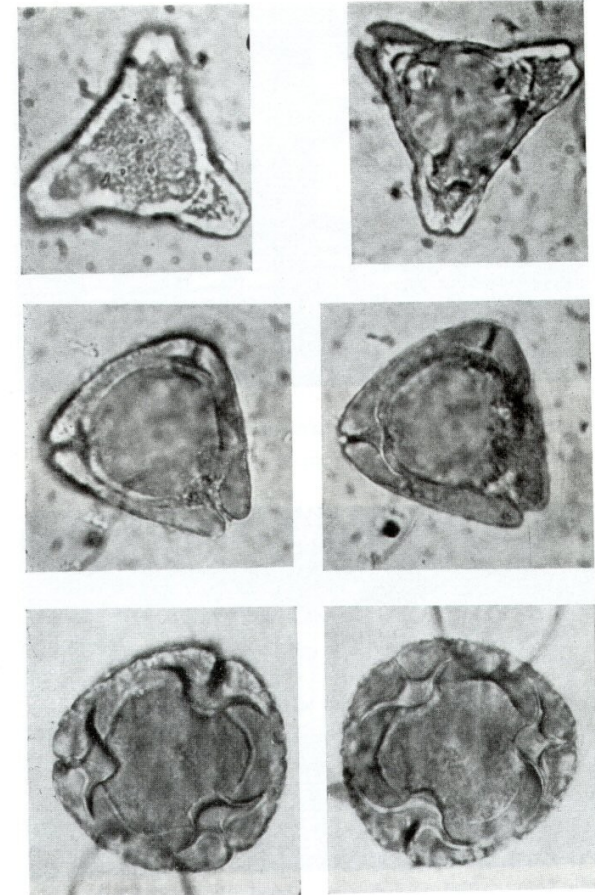
23 Loranthaceae (mistletoe plants) pollen grains (cf. *Gothanipollis*), slim form, 30  $\mu\text{m}$ , in Baltic amber (same amber specimen as number 6).

# Paleobiogeografické provincie pozdní křídy (senon) na základě pylových zrn

Starší etapa – křída – konec eocénu



Области: I — с *Aquilapollenites*. II — с *Normapollis*, III — Экваториальная (с пальмами), IV — Южная (с *Nothofagidites*); 3 — *Elaterosporites*; 4 — *Ephedripites*; 5 — *Psilamonocolpites* (пыльца типа пальмовой); 6 — *Microcachrydites* (Podocarpaceae); 7 — *Nothofagidites*



Pylová zrnka skupiny *Normapollis* ze sladkovodních uložení jihočeské svrchní křídy (senon), prezentující krytosemenné rostliny; každý druh fotografován ve dvou optických řezech (zv. 1000krát)

## Paelogeografie

- tzv. arktické flóry mírného pásma s opadavými jehličinami (*Metasequoia*, *Pseudolarix*) a opadavými kryt. stromy - podle char. pylu oblast Aquilapollenites,
- subtropická severoamericko- evropsko-čínská – oblast Normapollis
- oblast tropická - vždyzelené dřeviny Palmy, Laurales,
- a jižní mírná - notální - subtropická. - Nothofagidites

Normapoly





Hnědouhelné močály-  
opadavé tisovce

V mírných a subtropických oblastech vznikají podmínky vhodné k růstu uhlotvorné vegetace (Taxodiaceae)

**Mladší kenofytikum** – od konce eocénu po současnost

Klima zpočátku teplé s několika fázemi ochlazování, rozvoj hnědouhelných močálů. Převládají moderní krytosemenné a moderní jehličnany. **Od oligocénu bylinné typy krytosemenných i mimo vodní a mokřadní stanoviště** - který vrcholí v pozdním pliocénu a kvartéru – vznik tundrové vegetace.

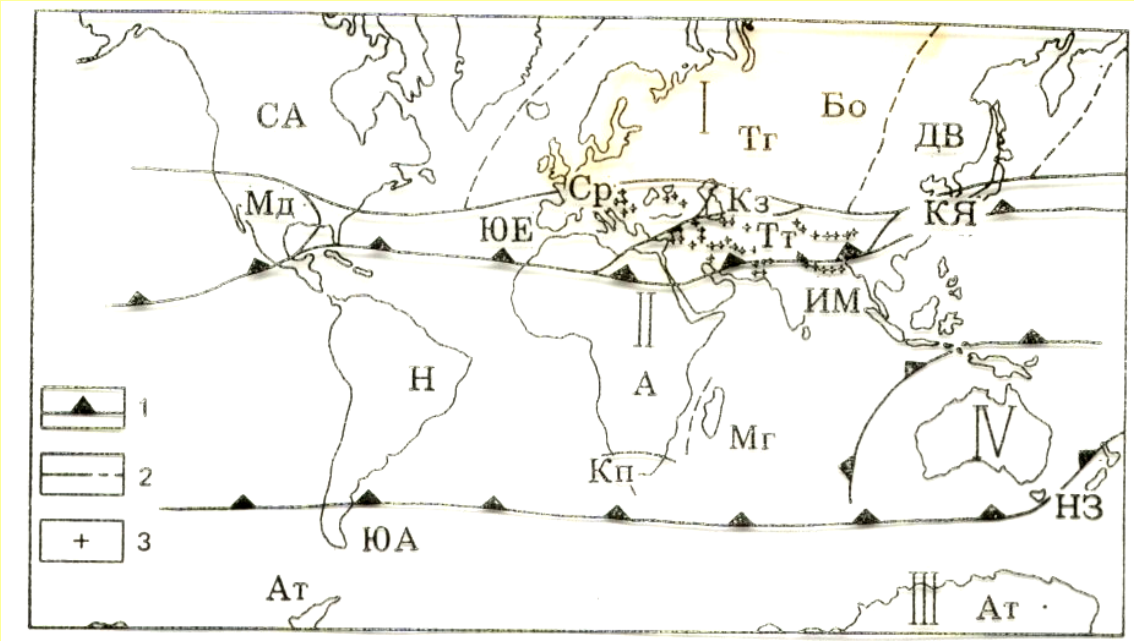
**Paleogeografické rozdíly jsou stále větší**

Vznikají říše a oblasti : na **S polokouli ř. holoarktická** s oblastmi **arktotercierní** v mírném pásmu a **starostředozevní** v pásmu subtropickém.

**Tropická říše** se později dělí na **paleotropickou a neotropickou**, na **J polokouli** pokračuje říše **notální**. Hlavní rozdíly na úrovni čeledí .

V Evropě se od eocénu mísí prvky **arktotercierní - turgajské flóry** – opadavé dřeviny a jehličnany a **poltavské - subtropické**. **Od konce eocénu už v Evropě není tropické klima**

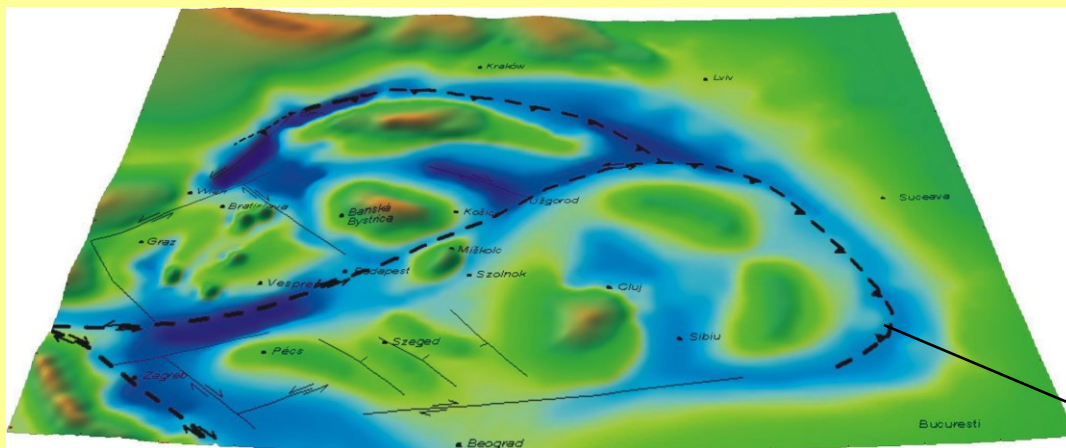
Ještě do sp. oligocénu mangrovy v Anglii a Belgii, rozhraní nyní šikmo – pozdější pootočení Evropy ve směru hod. ručiek. Ochlazení před koncem oligocénu. Pak ještě znovu oteplení (miocenní klimatické optimum) a od stř. miocénu – ochlazování až ke vzniku zalednění na konci neogénu



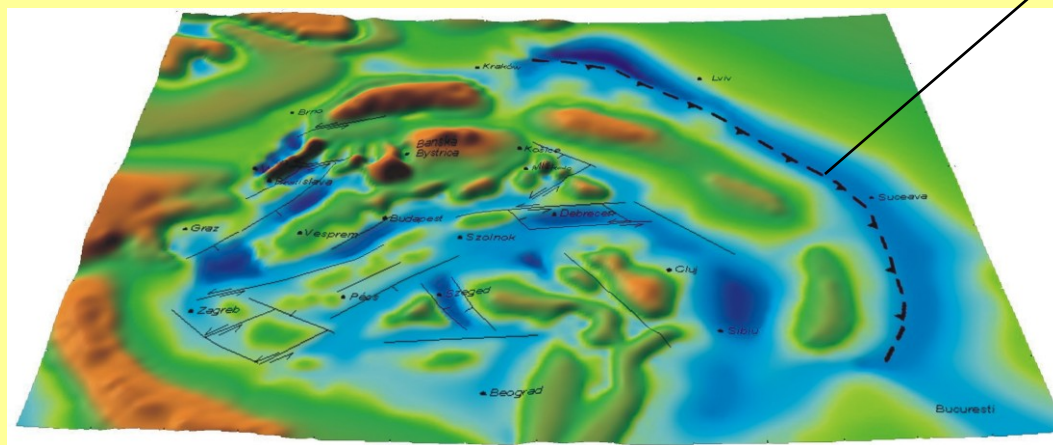
Палеофлористическое районирование в раннем миоцене



# Paleogeografické rekonstrukce Centrální Paratethydy – palinspastický model s grafickým znázorněním reliéfu souše a hloubek pánve



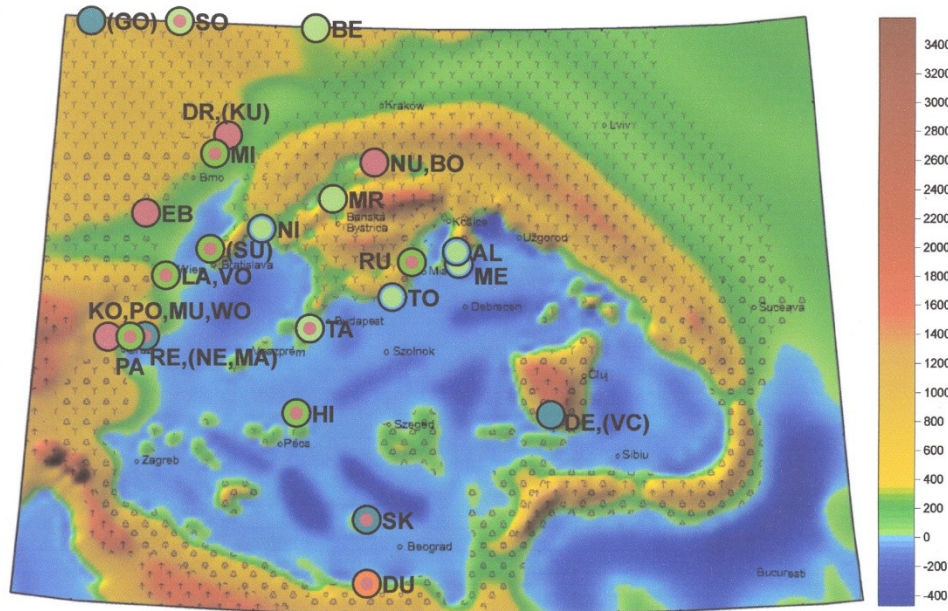
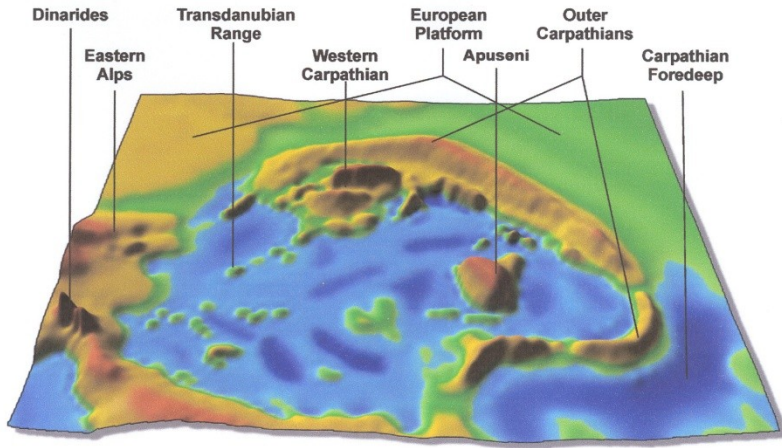
Karpat - 17,3-16,4 mld



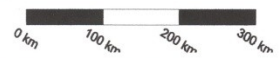
Svrchní baden - 13,6-13 mld  
(Kováč a kol.)

aktivní subdukční  
zóny

Fig. 4

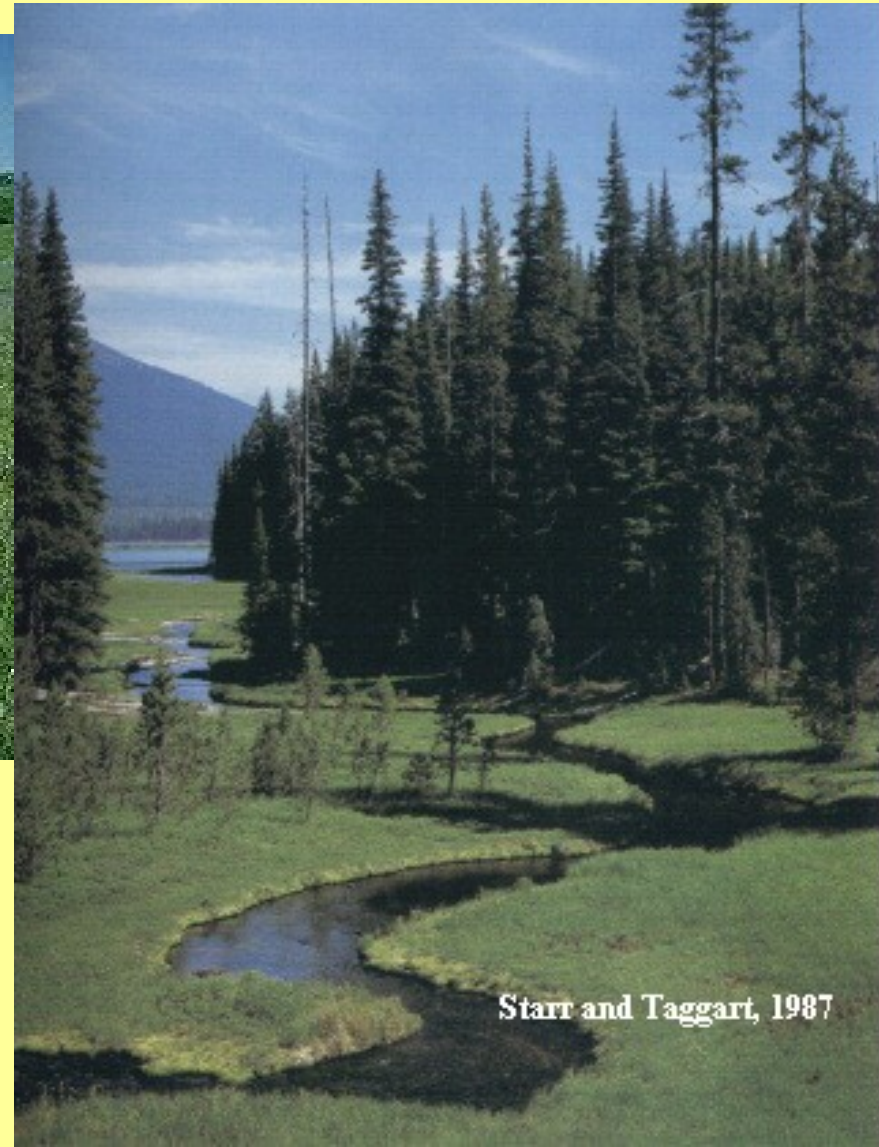


- |  |                               |  |                                |
|--|-------------------------------|--|--------------------------------|
|  | Broad-leaved Deciduous Forest |  | Mixed Mesophytic Forest        |
|  | Broad-leaved Evergreen Forest |  | Sclerophyllous Subhumid Forest |
|  | Coniferous Montane Forest     |  | Open Woodland                  |



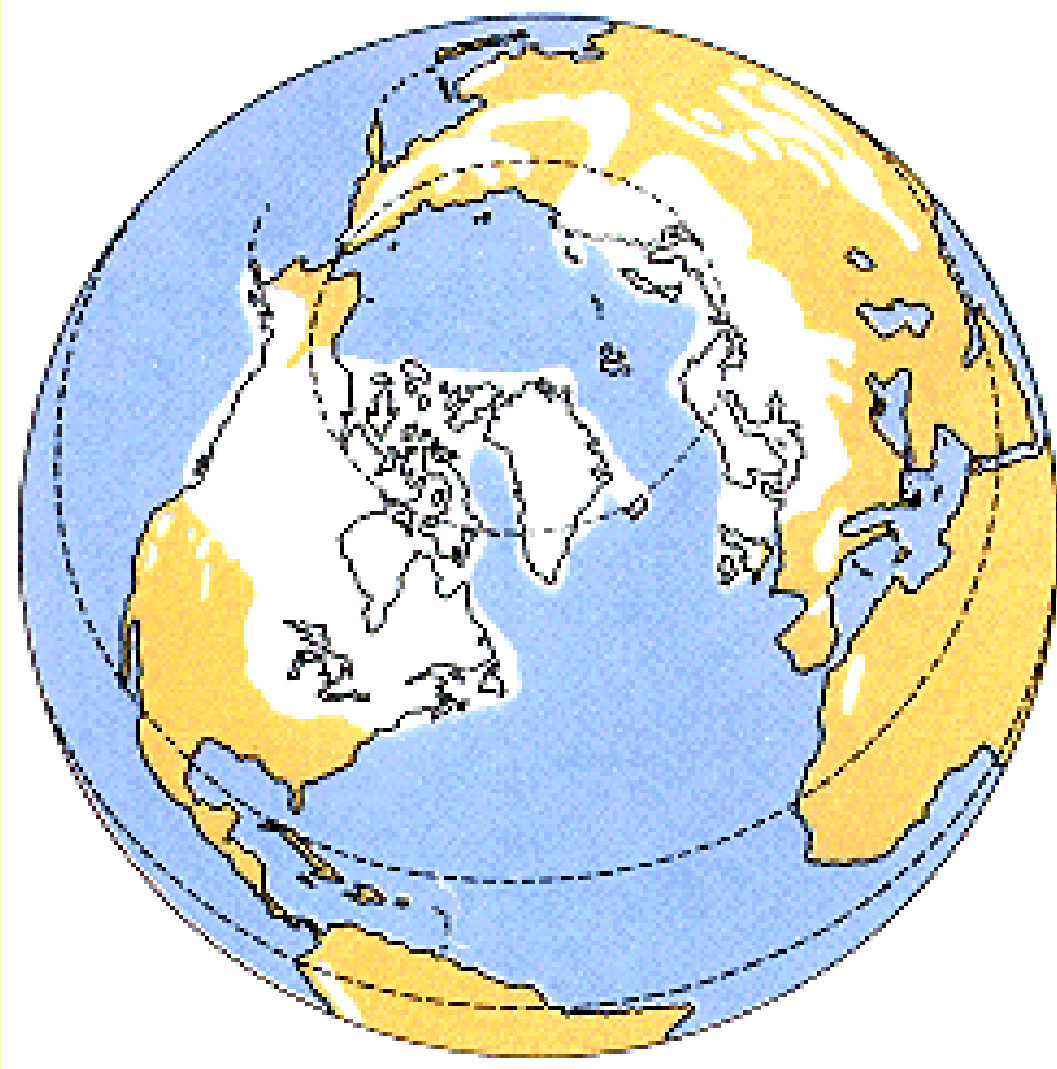
## Early to Middle Pannonian

Konec miocénu – pliocén další ochlazování, vznik biomů tajgy a tundry  
Vznik zalednění



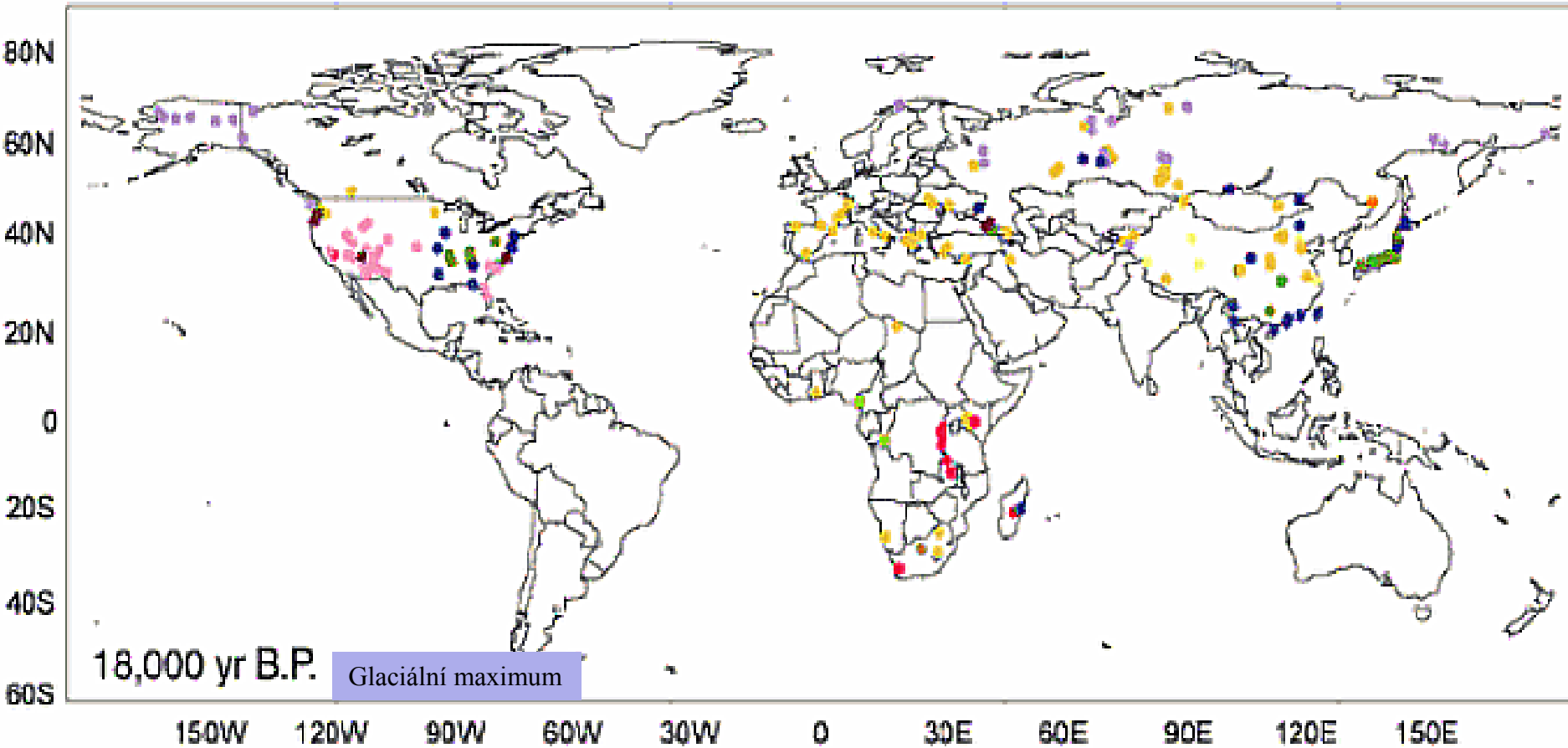
Starr and Taggart, 1987











Rychlé změny klimatu a vznik ledových dob. Ty způsobily hromadné vymírání méně odolných dřevin a vznik stepních bylinných společenstev- stepí , savany, tajga a tundra



Pleistocene glaciers covered large areas in North America, Europe, and Asia, as well as many high mountain regions. Parts of Alaska and Siberia were not glaciated because those areas were too dry. They were cold enough, but not enough precipitation fell for glaciers to develop.

**BIOME 6000 Vegetation Reconstructions. Prentice et al. 1996**



- |  |  |
|--|--|
|  tundra                                  |  tropical dry forest      |
|  taiga                                   |  tropical seasonal forest |
|  cold deciduous forest                   |  tropical rain forest     |
|  cold mixed forest                       |  open conifer woodland    |
|  cool conifer forest                     |  xerophytic woods/scrub   |
|  cool mixed forest                       |  savanna                  |
|  temperate deciduous forest              |  steppe                   |
|  temperate conifer forest                |  desert                   |
|  broadleaved evergreen/warm mixed forest |  |

**Reference:**  
 Prentice, C.I., Guiot, J., Huntley, B., Jolly D. and Cheddadi, R., 1996,  
 Reconstructing biomes from palaeoecological data:  
 a general method and its application to European pollen data at 0 and 6 ka.  
 Climate Dynamics 12:185-194.

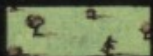


Evropa, tak jak ji zažili naši vzdálení předkové z poslední doby ledové. Kontinentální ledovec lemovaný tundrou a dále na jih step pokrýval značnou část severní Evropy. Jehličnaté lesy mají malý rozsah, zato pobřeží Středomořího moře vroubí listnaté lesy. Vysokohorské ledovce jsou jak v Alpách, tak v Karpatech.



Gabriele Jerdlovsky

id: 143161 | Authorized use only on gartenarbeit.de



TUNDRA



LISTNATÝ LES



STEP



LEDOVCE



JEHLIČNATÝ LES



A

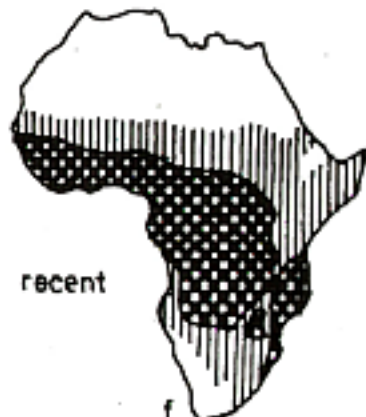
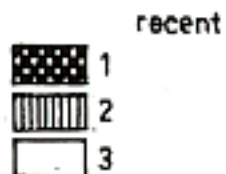
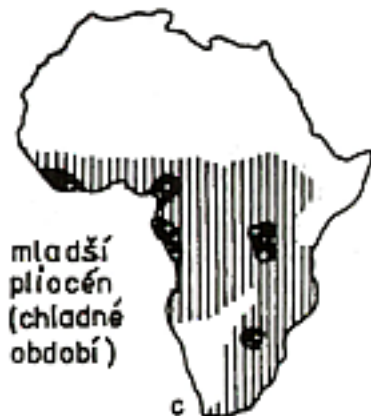
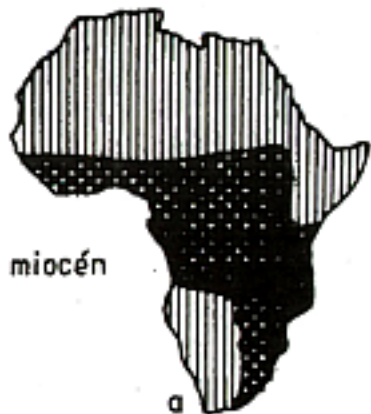


B

Typy květeny charakteristické pro čtvrtohory; A — *Betula nana* (břiza zakrslá); B — *Dryas octopetala* (dryádka). Břiza zakrslá je charakteristická v glaciálních uloženinách všech čtvrtohorních období. Současně s dryádkou, lomikamenem vstřícnolistým (*Saxifraga oppositifolia*) a některými pónišnkly (např. *Azalea procumbens*) je významným prvkem tundrových květen. Podle různých autorů kreslila V. Vodítková.

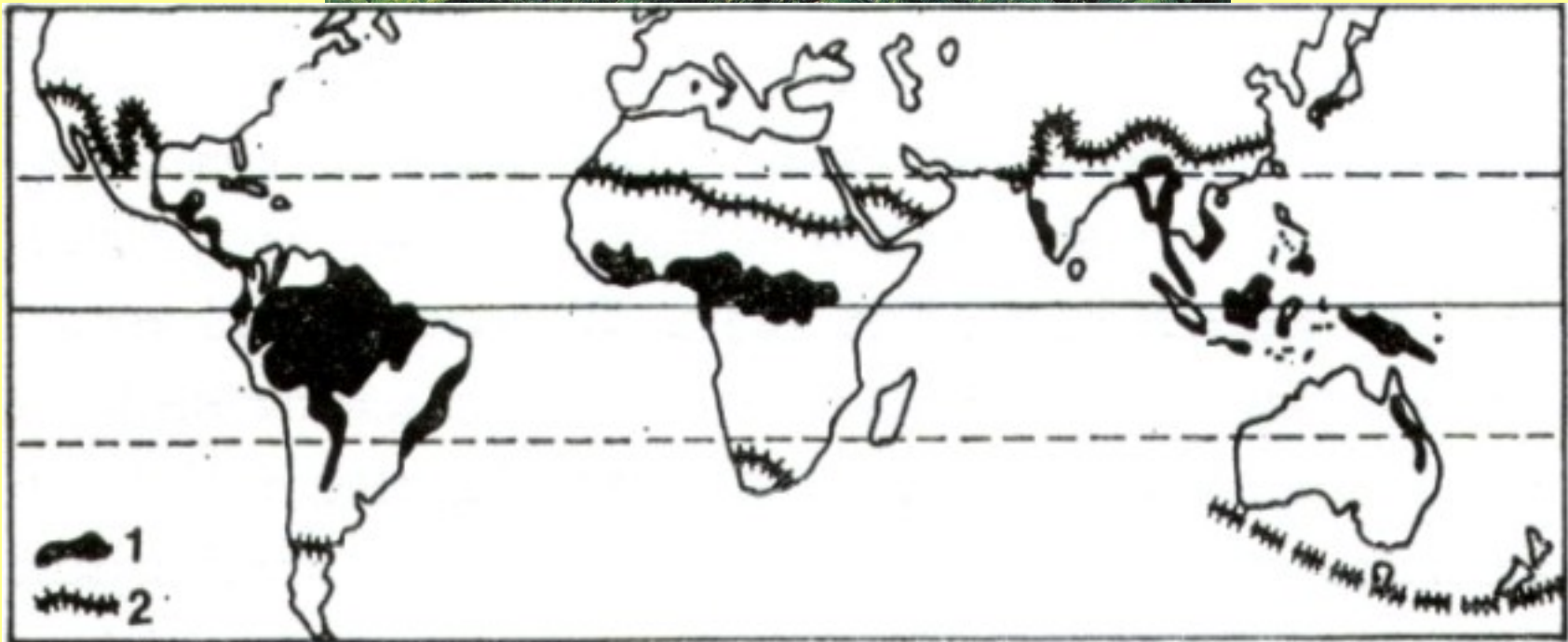


**Rozšíření deštného pralesa, savan a pouští  
v různých obdobích neogénu a kvartéru  
v Africe.**



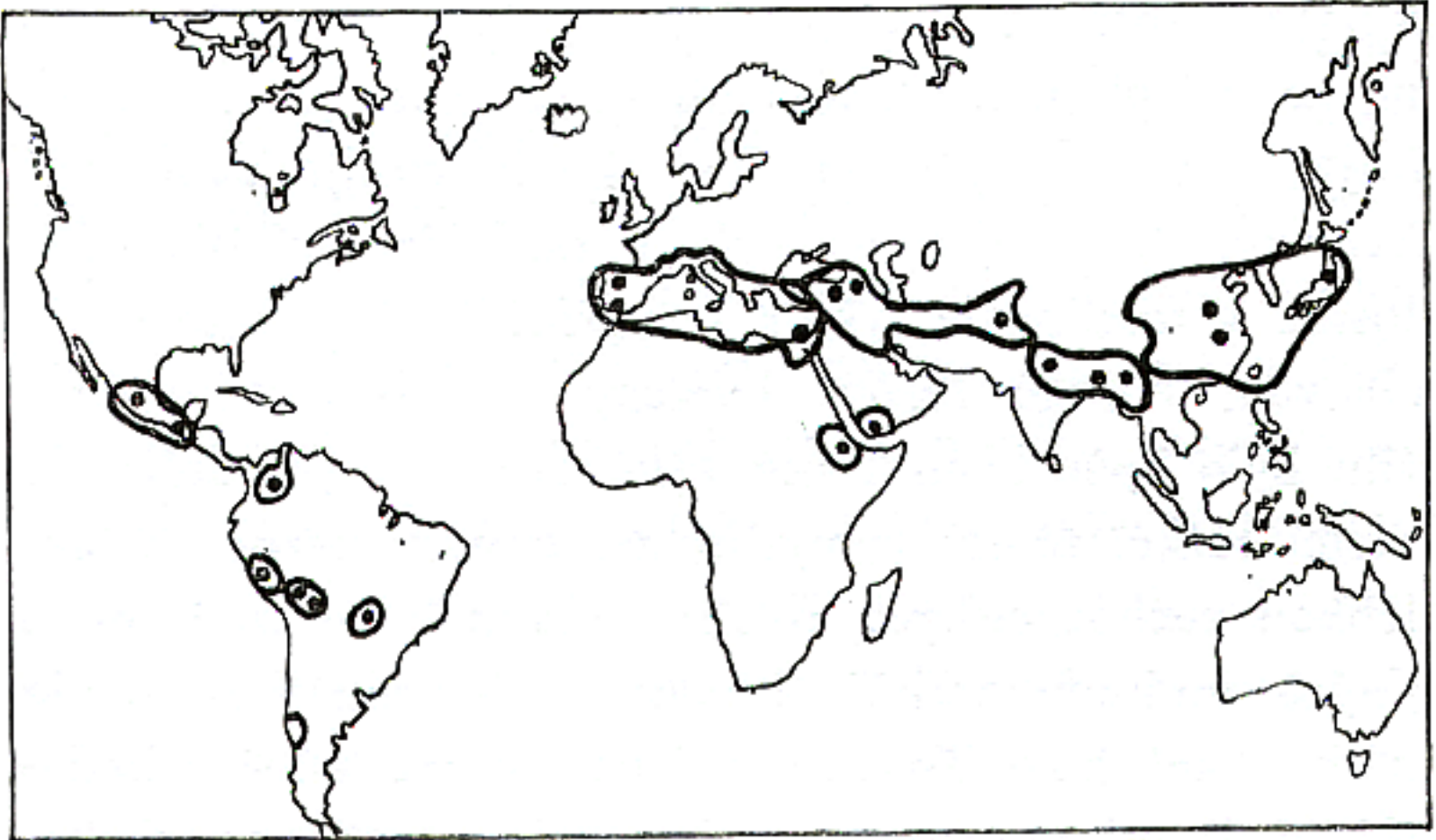
1. tropické deštné a vlhké lesy
2. savana
- 3 – step a poušť

Podle různých autorů z S. Louwa 1986 upraveno



Rozšíření současných tropických pralesů se stromy, jejichž dřevo nemá letokruhy (1) a rozšíření tropické flóry vcelku (2)

Poslední etapa vývoje rostlin v kvartéru –Anthropofytikum – postupné ovlivňování člověkem.



Hlavní centra vzniku kulturních rostlin (podle N. I. Vavilova)

# Holocén

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

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

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

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

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

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

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

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

**mladý holocén** - do současnosti. Někdy se vyčleňuje – *antropocén* --od období průmyslové revoluce. Eroze způsobená odlesněním mění charakter říčních niv, pohyby hmot dolů po svazích jsou stále intenzivnější a některé skládky dosahují mocnosti regulérních geologických souvrství. Odpady z civilizačního metabolismu ovlivňují globální koloběh živin v půdách i ve vodách a výrazně mění složení atmosféry (viz. zvláště citlivé „globální oteplování“).

# oddělení: holocén

		kultura	věk v tisících let
X	subatlantik mladší	doba historická	2 000
IX	starší	latén	1 000
VIII	5 100 - 2400 subboreál postupně zhoršování a sucho +1° souč.	halštat	0
VII	8 400 - 5 100 atlantik mladší	doba železná	1 000
VI	+100% srážek +3° souč.	doba bronzová	2 000
V	9 300 - 8 400 boreál kont. klima -2-3° souč.	eneolit	3 000
IV	10 300 - 9 300 preboreál -3° souč.	neolit	4 000
		mezoilit	5 000
			6 000
			7 000
			8 300

BP - before present (před rokem 1952)

upraveno podle Musila (1996)

klimatické optimum holocénu

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

3200-2700 sušší teplý interval (doba **bronzová**) unusually cold climate in the North Atlantic region, lasting from about 1800 BC to about 1500 BC It was followed by the Bronze Age Optimum . ...

ochlazení a zvlhčení – doba **železná**

Základním rysem klimatu minulého tisíciletí je jeho stabilita v geologickém měřítku a nestabilita v lidském měřítku. sled tzv. sekulárních období pro střední části mírného evropského pásma, kde leží Česká republika, počítá s tzv. klimatickým optinem **875 - 1194**, první malou dobou ledovou **1195 - 1465**, malým klimatickým optinem **1466 - 1618** a druhou malou dobou ledovou **1619 - 1897**, která na našem území skončila velmi studenou klimatickou epizodou **1887 - 1897**, a navazujícím teplým dvacátým stoletím, o kterém se někdy hovoří jako o tzv. "skleníkovém světě".

# Tibet - Holocene Environmental Change

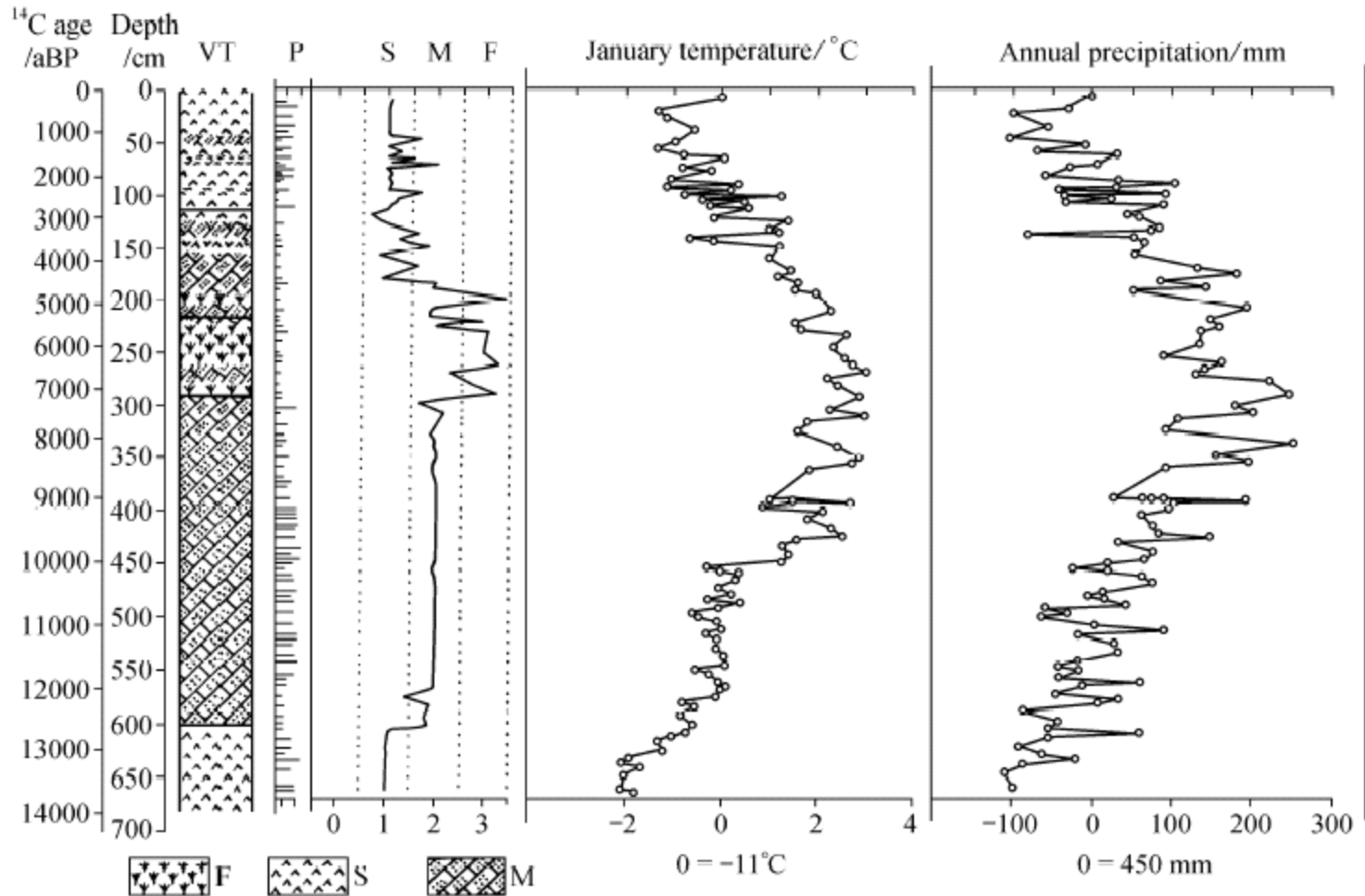
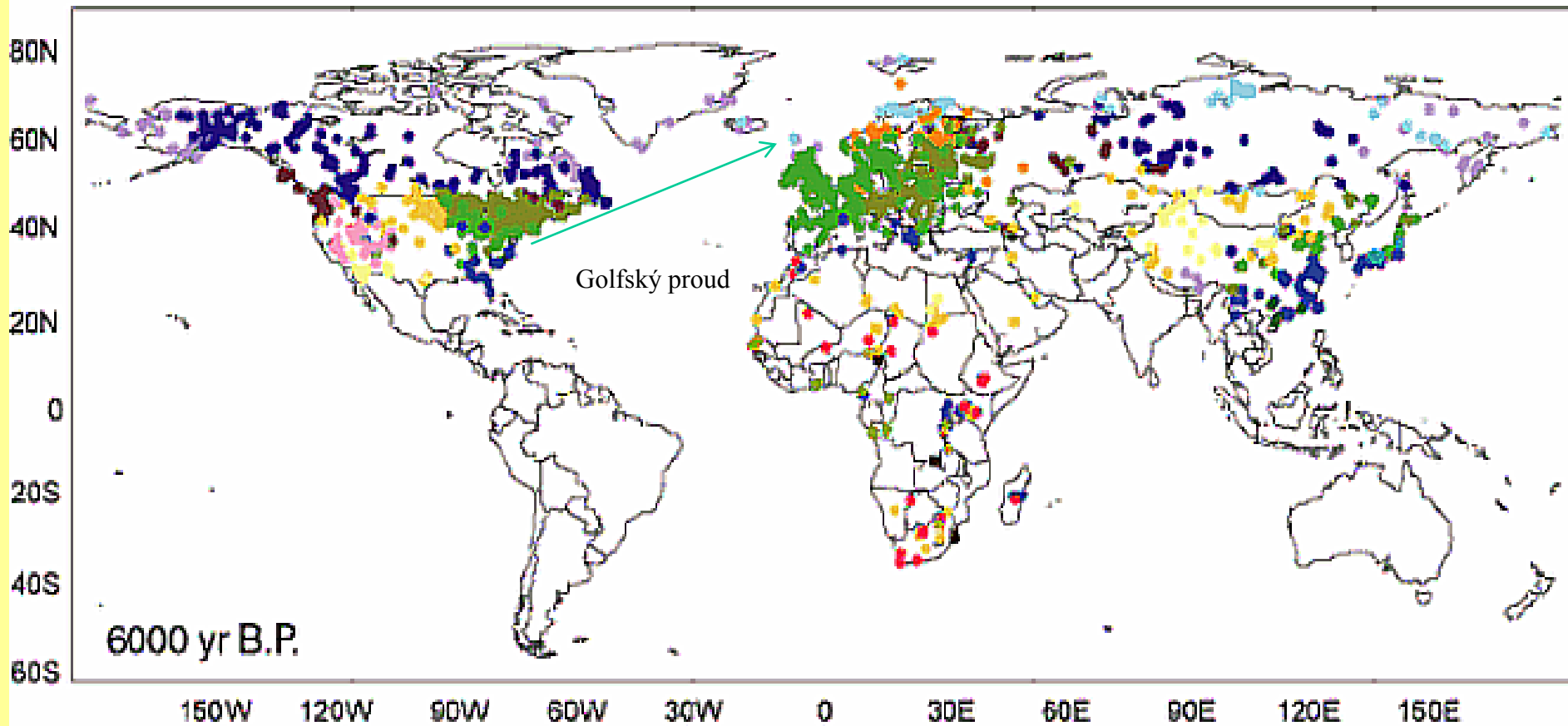


Fig. 1. Changes in paleovegetation and paleoclimate reconstructed from Core HL since 14 kaBP. VT, Vegetation type; P, pollen sum; S, steppe; M, meadow; F, forest

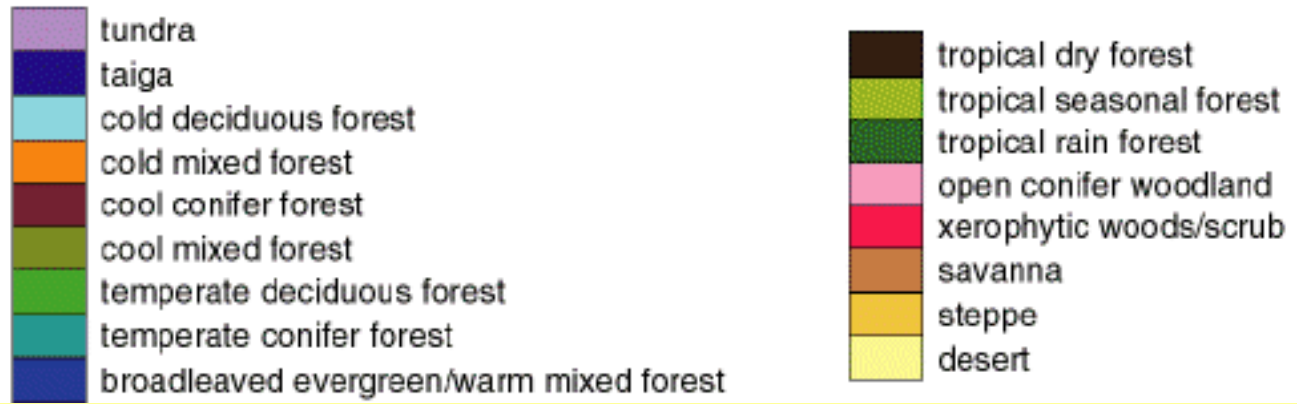
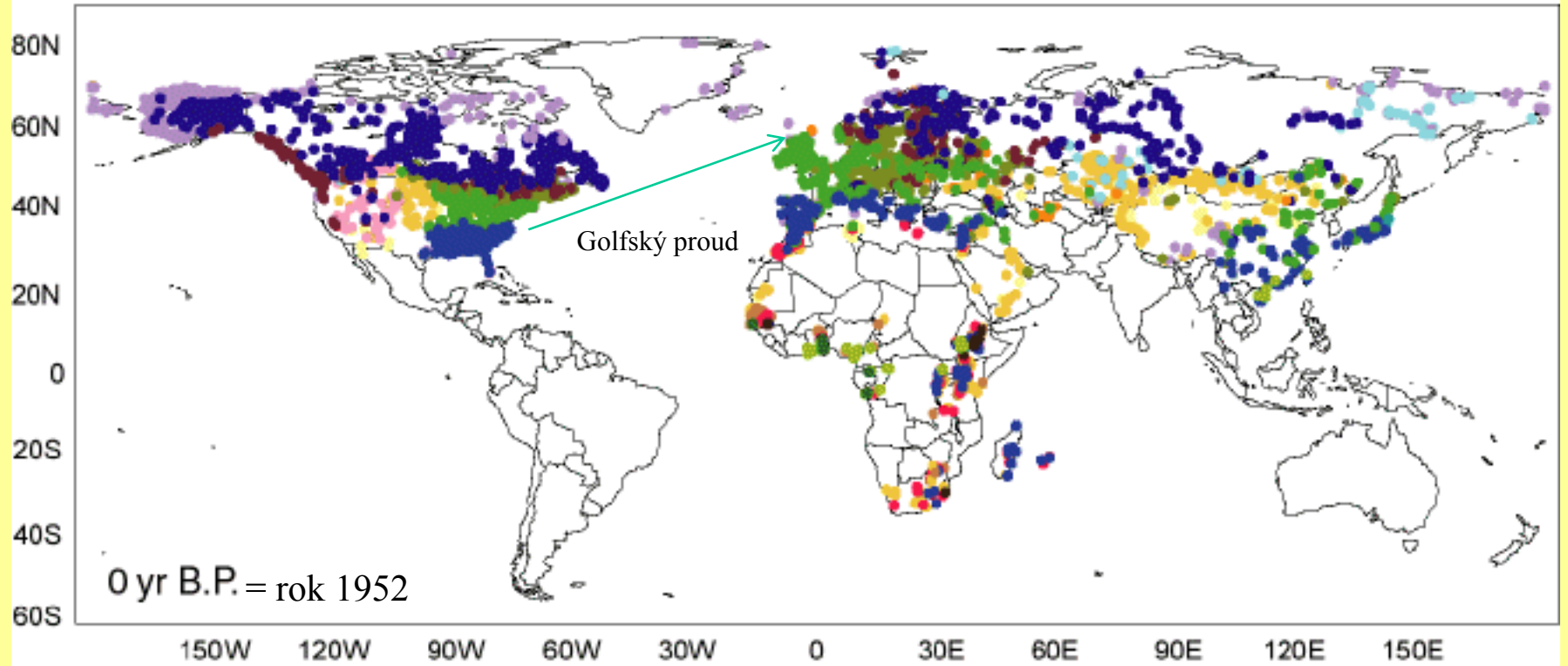
(Tang et al. 2000)



# Klimatické optimum



Prentice et al.,  
Fig. 1



Throughout the Cenozoic, multiple climate forcings led to warming and cooling of the atmosphere, which led to the early formation of the Antarctic ice sheet, subsequent melting, and its later reglaciation. The temperature changes occurred somewhat suddenly, at carbon dioxide concentrations of about 600–760 ppm and temperatures approximately 4°C warmer than today.

During the Pleistocene, cycles of glaciations and interglacials occurred on cycles of roughly 100,000 years, but may stay longer within an interglacial when orbital eccentricity approaches zero, as during the current interglacial. Previous interglacials such as the Eemian phase created temperatures higher than today, higher sea levels, and some partial melting of the West Antarctic ice sheet. The warmest part of the current interglacial occurred during the early Holocene Optimum, when temperatures were a few degrees Celsius warmer than today, and a strong African Monsoon created grassland conditions in the Sahara during the Neolithic Subpluvial. Since that time, several cooling events have occurred, including:

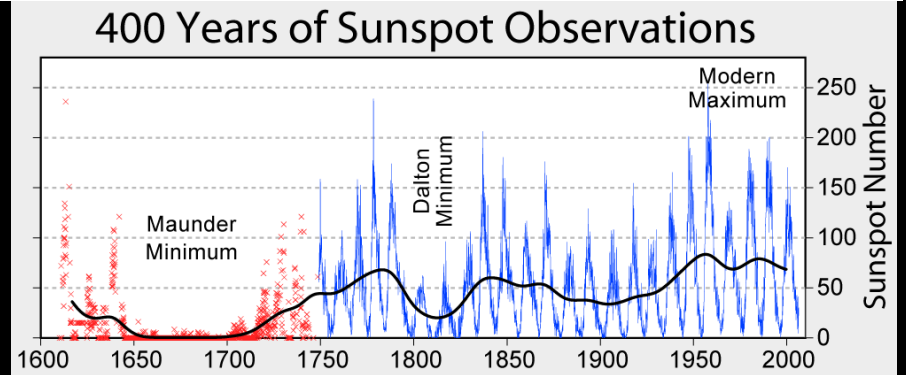
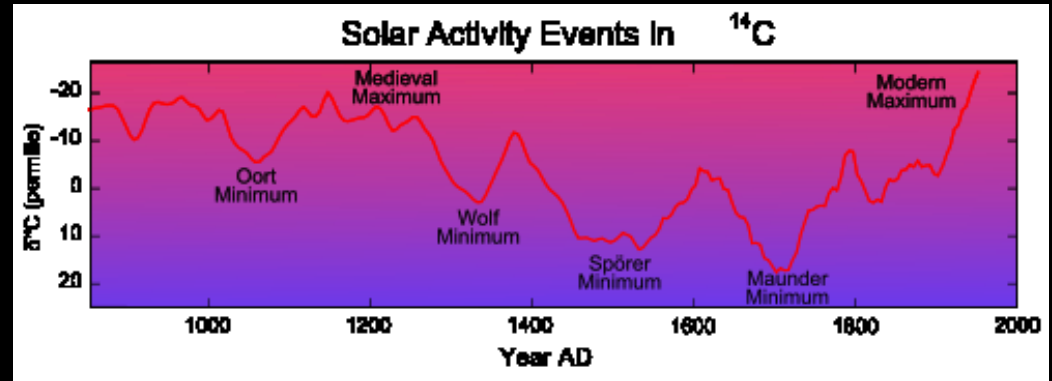
the Piora Oscillation  
the Middle Bronze Age Cold Epoch  
the Iron Age Cold Epoch  
cooling during the Dark Ages  
the Spörer Minimum  
the Maunder minimum and subsequent Little Ice Age  
the Dalton Minimum  
volcanic coolings such as from Laki in Iceland  
the phase of cooling c. 1940-1970,  
which led to global cooling hypotheses

In contrast, several warm periods have also taken place, and they include but are not limited to:

the Older Peron during the late Holocene optimum  
a warm period during the apex of the Minoan civilization  
the Roman Warm Period  
the Medieval Warm Period  
the retreat of glaciers since 1850  
the "Modern Warming" during the 20th century

z Vlastního životopisu Karla IV:

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



Changes in carbon-14 concentration in the Earth's atmosphere, which serves as a long term proxy of solar activity. Note the present day is on the left-hand side of this figure.

# Vliv člověka na přírodní prostředí

Vývoj ošlapávaných ploch, nitrifikace, odlesňování

## Synantropní rostliny

Kulturní rostliny



Foto: Anna-Lena Ånérberg



*Triticum - pšenice*

x divoké trávy



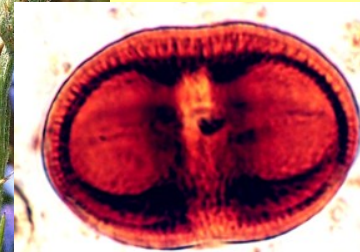
*Plantago lanceolata*



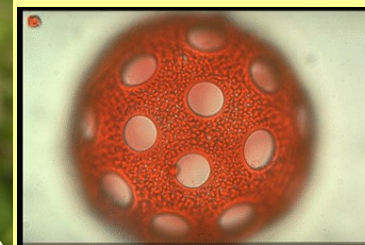
plevele



*Centaurea cyanus*



AGROSTEMMA GITHAGO



## **V globálním měřítku existují dva velké systémy atmosférické cirkulace – ENSO (El Niño-Southern Oscillation) a NAO (North Atlantic Oscillation). Oba systémy – interakce mezi mořem a větrem.**

Podstatou jižní oscilace jsou rozdíly v atmosférickém tlaku zhruba nad Jižní Amerikou a Austrálií. Je-li rozdíl tlaku veliký, pak směrem od Jižní Ameriky vanou silné větry, které v podobě **monzunu přináší vláhu do jihovýchodní Asie**, Indie a k východnímu pobřeží Afriky. Je-li rozdíl tlaku malý, pak větry ztrácejí sílu a srážky padají buď nad pouštními oblastmi And nebo zbytečně vyprší nad mořem. Monzun zeslábně a Indii, odkázanou na vodu odpařenou v tropické části Pacifiku, postihne sucho.

Rozdíly v tlaku si představme jako houpačku - čím je tlak v Jižní Americe vyšší, tím je v Austrálii nižší. Rozdíl atmosférického tlaku přímo závisí na teplotě oceánu. Za normální situace naráží mořské větry na hradbu And, která je stáčí na sever. Silné pobřežní proudění odtlačuje povrchovou vrstvu teplé vody a umožňuje tak výstup hlubších chladných vod (upwelling), kterým říkáme Peruánský nebo Humboldtův proud. Studené hluboké proudy jvynášejí živiny - množí plankton a na něj vázaná potravní pyramida korýšů, rybek a ryb.

Když jižní oscilace funguje - rybáři u peruánských břehů chytí dostatek ančoviček a indiští zemědělci přežijí další rok.

Jenže právě "správná" funkce jižní oscilace vytváří past, které říkáme El-Niño. Silné větry pasátové cirkulace nejenom ženou mraky s vláhou napříč Pacifikem, ale také tlačí na mořskou hladinu. Postupně zvyšují hladinu oceánu u Austrálie až o 20-40 cm. A když větry zeslábnou, tak se tato voda pochopitelně vrací nazpět k pobřeží Jižní Ameriky. A je to přitom ta nejteplejší povrchová voda, ohřátá tropickým sluncem Pacifiku. Příliv teplé vody blokuje výstup hlubokých studených proudů. Pobřežní vody se oteplí až o 11 °C ( v roce 1983), houpačka se ustálí v katastrofické středové poloze, rybáři nemají co lovit a v Indii vypukne hladomor. Vzorec celkové cirkulace nad Pacifikem se změní, teplé proudění se stáčí až ke Skalístým horám, kde buď panuje velmi teplé počasí anebo vzdušná vlhkost vymrzne v podobě sněhové kalamity.

**El Niño** růst tlaku nad Indickým oceánem, Indonésií a Austrálií pokles tlaku nad Tahiti, středním a východním Pacifikem oslabování pasátů v jižním Pacifikem 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 Pacifikem

**La Niña** zesílení studeného mořského proudu u západního pobřeží Jižní Ameriky, abnormálně studený oceán ve východním rovníkovém Pacifikem, 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

### **Pacifická dekadová (dlouhodobá) oscilace (PDO)**

Pacifická dekadová (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. Současný chladný režim začal někdy kolem roku 1999.

### **Arktická oscilace (AO), Antarktická oscilace (AAO).**

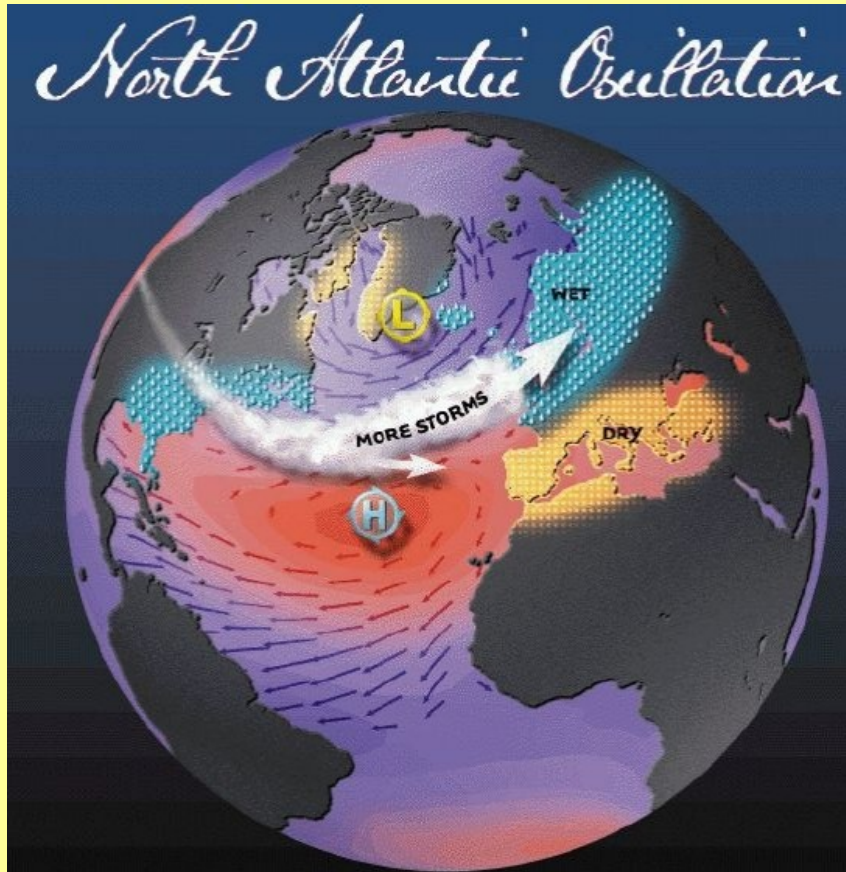
Severoatlantická oscilace je klimatický jev, pozorovaný na severu Atlantického oceánu a spojený se změnami tlaku mezi tlakovou níží nad Islandem a tlakovou výší u Azorských ostrovů. Ovlivňuje sílu a směr převažujícího západního proudění nad Atlantikem a s tím spojené projevy počasí nad Evropou a okolím. Pokud jsou západní větry nad Atlantikem silnější, přináší nad kontinent více vlhkosti a teploty jsou nižší. S mírnějším západním prouděním souvisí sušší a teplejší ráz počasí. Severoatlantická oscilace ve spojení s jevem [El Niño](#) ovlivňuje i počasí nad Severní Amerikou.

Souvisí s Arktickou oscilací (AO) a je charakterizován cyklickými změnami tlaku vzduchu (přibližně sedmiletá perioda která se projevuje zejména v zimním období, kdy je rozdíl teplot mezi severním Atlantikem a rovníkem největší) a posuny v drahách cyklón (k S) v Severním Atlantiku.

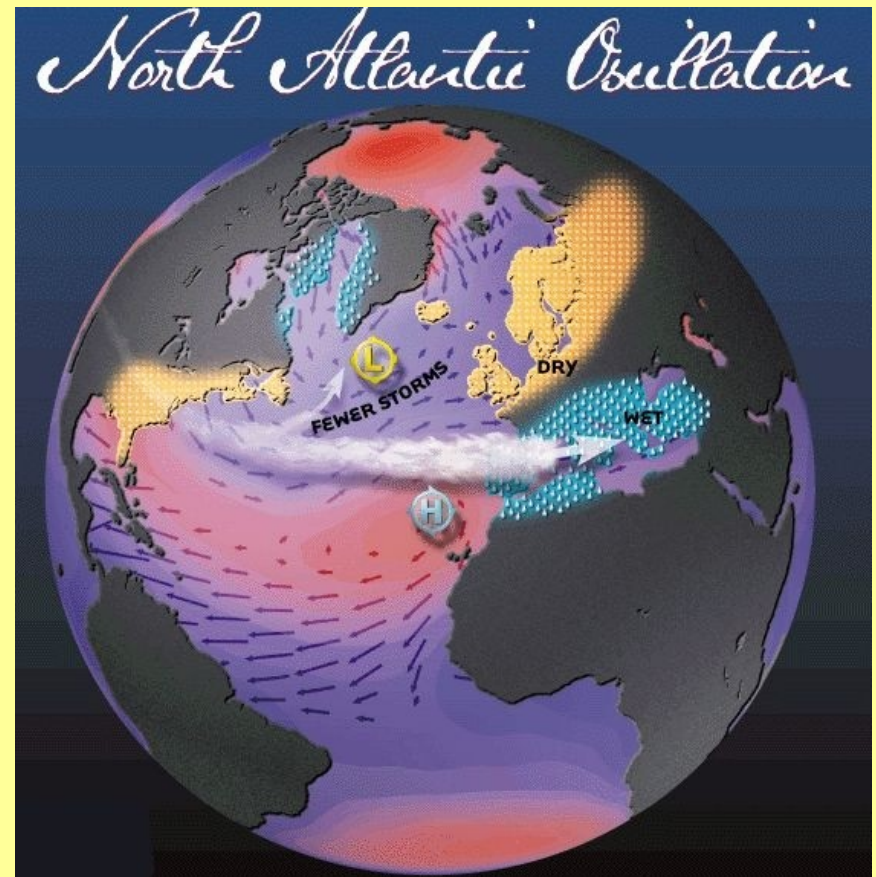
Od 80. let minulého století pozorovány změny v důsledku globálního oteplování a celkových klimatických změn.

**Pozitivní severoatlantická oscilace NAO – vyšší rozdíl tlaků**

**Negativní severoatlantická oscilace**



Silné západní proudění přináší vlhčí vzduch nad severní Evropu a sucho do oblasti Středomoří.



Slabší západní prouděním, kdy je sušší a teplejší počasí nad stř. a sev. Evropou a bouřivější nad jihem Evropy a severní Afrikou.

Na východním pobřeží USA více sněží, v Grónsku jsou mírnější zimy



Schéma normálního fungování  
tryskového proudění na obou  
polokoulích – jet stream

**Tryskové proudění** vzniká vlivem rozdílných teplot vzduchu v různých zeměpisných šířkách. Skládá se na každé polokouli ze dvou proudů, které mají přibližně trubicovitý tvar a směřují od západu na východ. Polární proud je silnější, doprovázejí jej větry o rychlosti přes 100 km/h, v extrému ale mohou nabrat až sedmisetkilometrovou rychlost. Je souvislý a značně zvlňný, takže nezřídka zasahuje výrazněji k jihu. Subtropický proud je slabší a méně souvislý a nachází se výš. Tryskové proudy objevili letci a v letecké dopravě se hojně využívá k úspoře paliva.

Příčina: Rozdíl v teplotách mezi ohřátou vzduchovou masou z jihu a ledovým arktickým vzduchem. Když je rozdíl velký, proud se zrychlí a „smete“ vše, co mu vstoupí do cesty, v tomto případě jsou to například překážky v podobě tlakových výší. Díky tomu se počasí častěji mění. Vzhledem k oteplování Arktidy je ale rozdíl v teplotách vzduchu menší a z tryskového proudění se tak stává líný had, který se kroutí a jednotlivé oblasti vysokého tlaku vzduchu spíše obtéká. To má za následek, že se charakter počasí delší dobu nemění.

Nad Severní Amerikou se přitom proud stáčí od severu na jih, kam vhání chladné počasí, zatímco nad Atlantikem vybírá zatáčku a vrací se od jihu k severu, takže do Evropy posílá teplý vzduch.

## **Severoatlantická oscilace fungovala nejméně v poslední ledové době.**

**Typický sediment ledových dob – spraš – se nejčastěji nalézá na jižní a západní straně kopců, takže v průběhu ledových dob převládlo – podobně jako v holocénu – západní a severozápadní proudění.**

Na intenzitu a směr monzunů se obvykle usuzuje z velikosti a složení prachové frakce deponované na mořském dně či v jezerních sedimentech. A podobně můžeme postupovat i u spraší. Z dvanácti vrstev fosilních půd, spraší a půdních sedimentů na mezinárodním opěrném profilu v Dolních Věstonicích byla odebrána křemenná zrna, těžké minerály i lehká frakce. Z detailního studia prachové frakce vyplynulo, že zdrojová oblast většiny minerálů leží na území Českomoravské vysočiny západně, jihozápadně i severozápadně od dnešních sprašových pokryvů, a to vesměs do vzdálenosti 80–100 km. Více než 90 % prachové frakce není odvozeno z říčních teras, ale vyvanulo z mrazově zvětralých povrchů a půd. V sedimentaci spraší je možné pozorovat dva základní klimatické módy: laminované spraše složené z individuálních lamin o mocnosti 2–5 cm ukazují na epizodické, spíše lokální prachové bouře, zatímco masivní spraše s nezřetelnou vrstevnatostí spíše indikují homogennější, méně rozkolísané větrné pole. Mineralogické složení je v obou případech podobné a odpovídá směru větrů severoatlantické oscilace, která pravděpodobně představovala i v průběhu poslední ledové doby hlavní klimatický mechanismus, i když se projevovala s proměnlivou silou a četností větrných epizod.

[Václav Cílek](#), Vesmír 78, 196, [1999/4](#)

Rovněž složení izotopů uhlíku v jednotlivých přírůstkových lamelách korálů by mělo sledovat Suessův efekt - tedy postupný pokles poměru  $^{14}\text{C}$  a  $^{12}\text{C}$ , který je od roku 1870 dobře detekovatelný díky spalování fosilních paliv, které neobsahují žádný radiokarbon a tím ředí atmosférický zásobník radioaktivního izotopu  $^{14}\text{C}$  průmyslovými emisemi. Místo toho koráli indikují náhlé, několikaleté izotopové pulzy, které je možné vysvětlit jen rozdíly mořské cirkulace. Izotopové složení vody z grónských ledovců vykazuje asi desetileté oscilace a krátkodobé cykly trvající mezi 10-30 lety se postupně daří dokázat v tropických mořských sedimentech a jezerních sedimentech západní Evropy. Ukazuje se, že Atlantický oceán se proměňuje v desetiletí trvajícím měřítku. Během jednoho století se kdekoliv na severní polokouli vystřídají dvě či tři delší klimatické oscilace a mnoho kratších, ale jejich dopady jsou zmírňovány či zesilovány lokálními faktory. Přibližně šestileté či podle klimahistorických údajů kváziosmileté cykly jsou základním kamenem cyklicity celého evropského klimatu.

**Severoatlantická (NAO) oscilace jako hlavní příčina krátkodobých klimatických změn**



