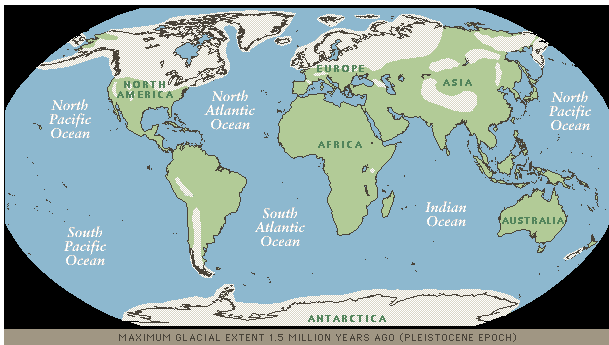


## Glaciace



1

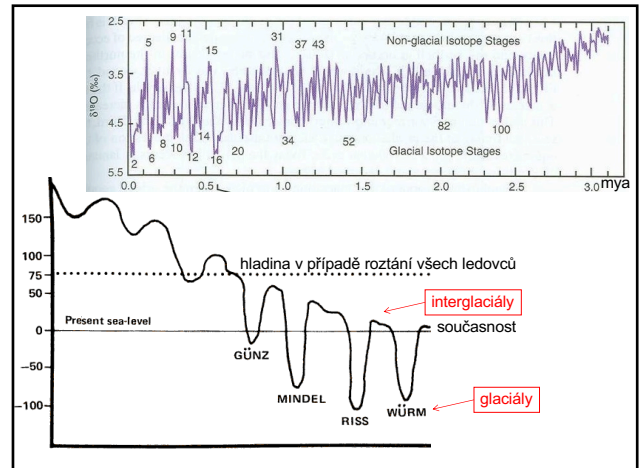
## Zalednění (glaciace)

- glaciace spojena s **umístěním kontinentů u pólů** (Antarktida 15 mya, Severní ledový oceán); vliv albeda (z 40% -> 80%)
- glaciace i v prvohorách [Paleozoic]
- posledních 5 mil. let poloha kontinentů neměnná, ale glaciální cykly časté
- velký vliv na současné rozšíření organizmů
- relativně recentní => přesnější datování událostí několika nezávislými metodami (izotopy, pylové analýzy, mořské sedimenty)
- **Pleistocén** (1,8-2,2 mya), **Holocén** (od 10,3-11,5 tya)

2

- období glaciální cyklů začalo 5 - 1,8 (2,5-2 mya), Antarktida pokryta ledovcem už 5-15 mya
- vznik Panamské šíje, zastavení cirkumpolárního oceánského proudění + oddělení Antarktidy od Jižní Ameriky a Austrálie – chladné proudění
- **glaciály**, **interglaciály** (dlouhodobější) a **interstadiály** (krátkodobější a méně výrazné oteplení)
- interglaciály v intervalech 130 (147 tya) – 115 tya; trvání 10 tya)
- teplotní oscilace i v kratších intervalech – **malá doba ledová ve středověku**

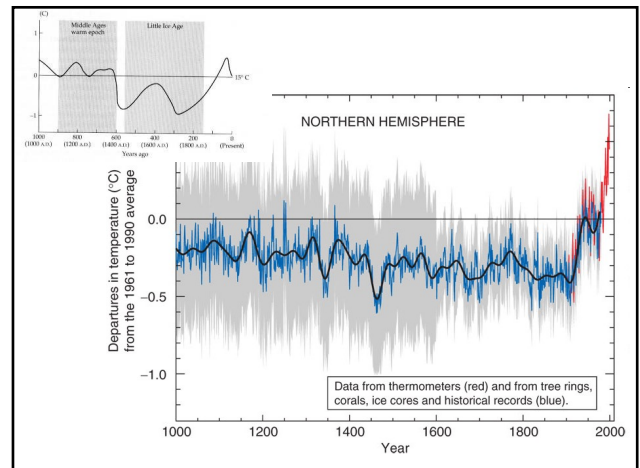
3



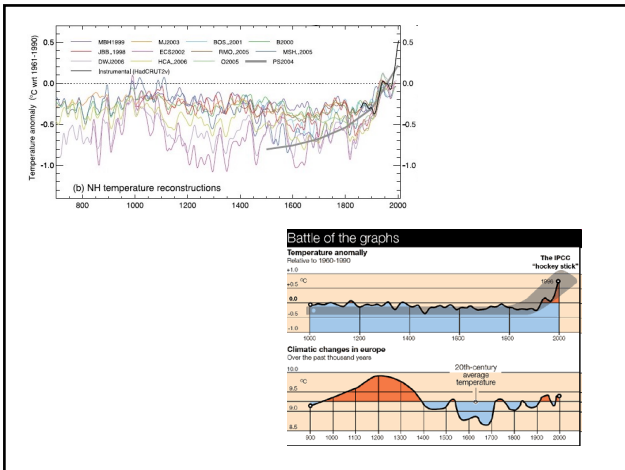
4

- 
- dnešní teplota o 4,5° C vyšší než v posledním glaciálním maximu (Würm, 18-20 tis. let BP)
  - glaciální maxima: 2-3 km silné ledovce, až 1/3 povrchu kontinentů
  - vliv i na nezaledněná území

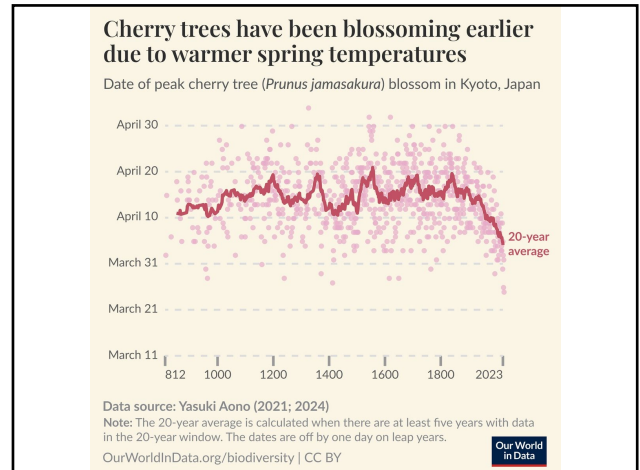
5



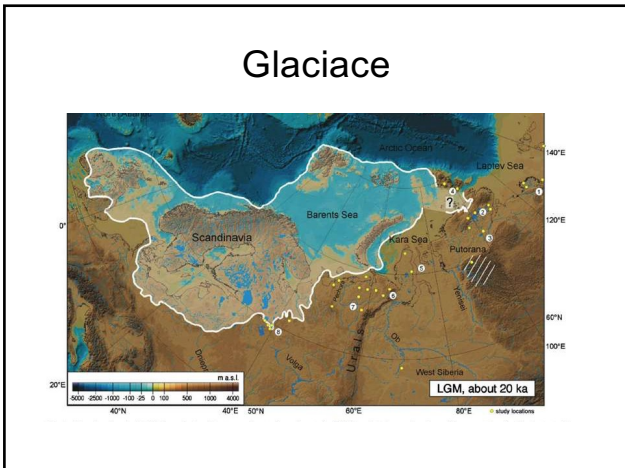
6



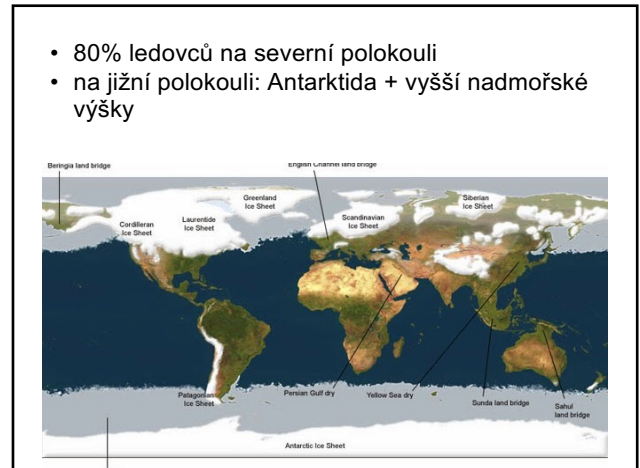
7



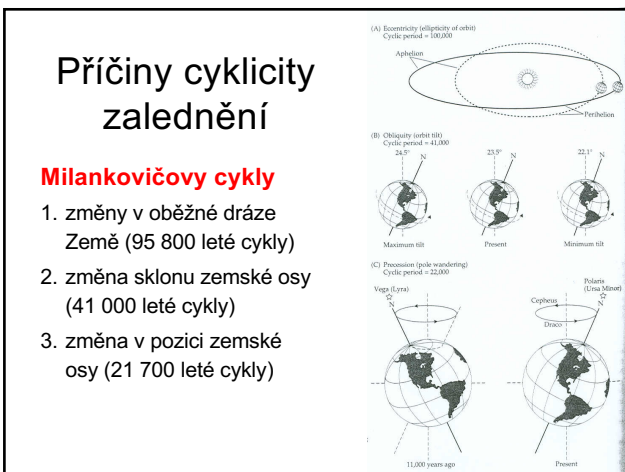
8



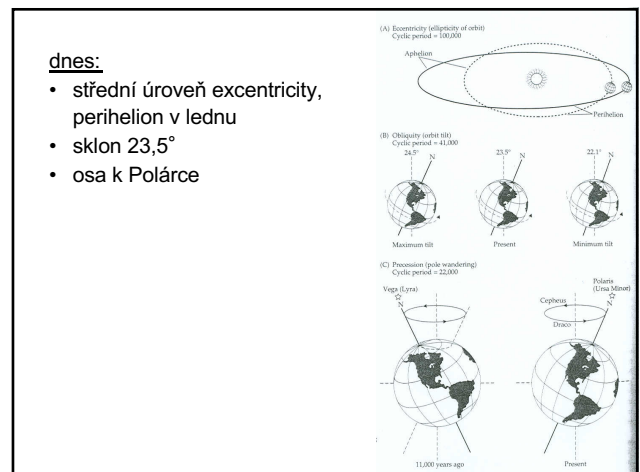
9



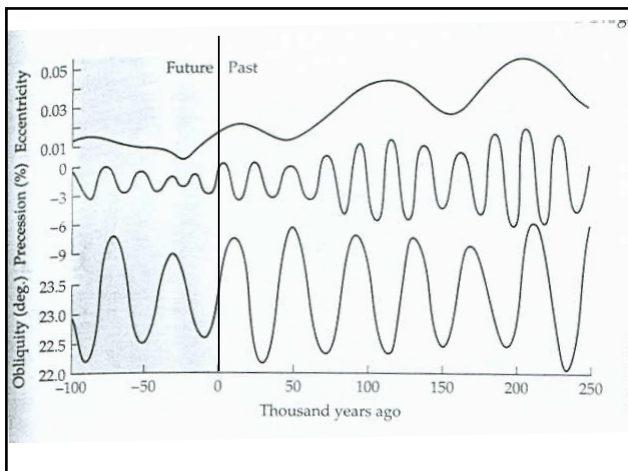
10



11



12



13

- zásadní jsou podmínky v létě
- pokud sníh v létě netaje -> firn -> led
- minimální dopad slunečního záření na severní polokouli: maximální excentricita oběžné dráhy, nízký sklon zemské osy, Slunce nejdál od Země v (severním) létě
- **vliv zpětné vazby** (=> ostré přechody mezi glaciály a interglaciály)
- glaciace: zvyšování albeda => zrychlení ochlazování
- deglaciace: vliv skleníkových plynů (metan, CO<sub>2</sub>), únik do atmosféry => skleníkový efekt (+4,5° C od poslední glaciace jen skleníkovým efektem)

14

### Krátkodobé fluktuace

- poslední glaciál skončil 20-18 tis let BP
- maximální dopad slun. záření 12-9 tis. let BP
- nejtepleji 8-4 tis. let BP (pomalu tající led a pomalé oteplování oceánu)
- poslední 4 tis. let pomalé ochlazování (4-3,5 tis. let ochlazení o 2° C), potom mírný vzestup
- oscilace v menším měřítku (teplý středověk 1100-1400 vs. malá doba ledová 1650-1850)

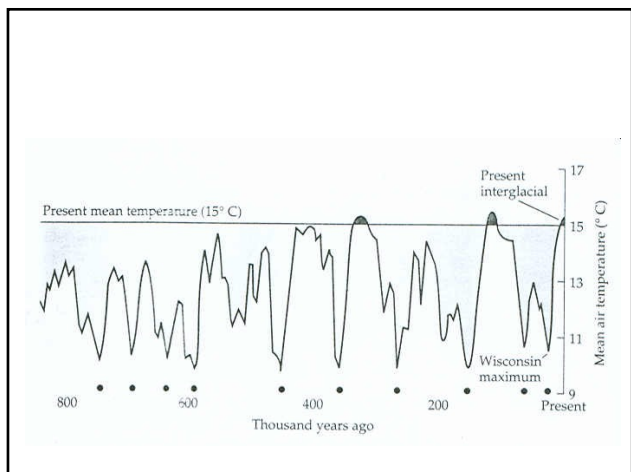
15

Temp.	North America	Alps	Northwest Europe	Britain	Approx. date
<b>Holocene</b>					
C	Wisconsin	Würm	Weichsel	Devensian	← 10 000
W	Sangamon	Riss/Würm	Eemian	Ipswichian	← 70 000
C	Illinoian	Riss	?Saale	?Wolstonian	← 250 000
W	Yasmouth	Mindel/Riss	?Holstein	?Hoxnian	← 500 000
C	Kansan	Mindel	?Elster	?Anglian	
W	Aftonian	Günz/Mindel	?Cromerian complex	?Cromerian	
C	Nebraskan	Günz	?Menapian		← 1 x 10 <sup>6</sup>
W		Donau/Günz	?Waalian		
W		Donau	?Eburonian		
W		Biber/Donau	?Tiglian		
C		Biber	?Preiglian		
W			Reuverian		← 2.4 x 10 <sup>6</sup>

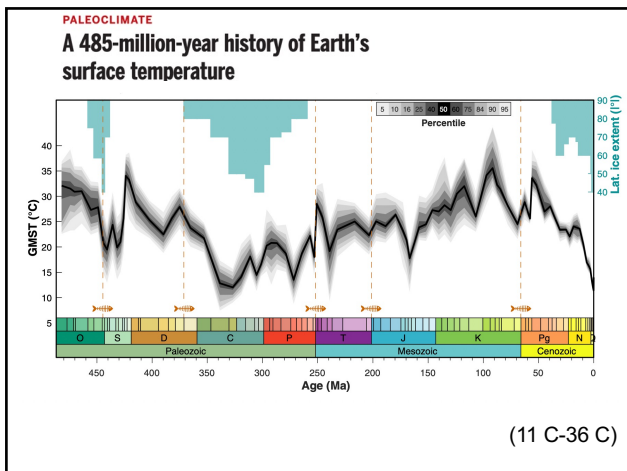
16

- kdysi se uvažovalo o 4 (5) glaciálních cyklech, dnes je jasné, že jich bylo výrazně více
- nové metody, přesnější data (radioizotopy, kyslíku v ledovcích a schránkách mořských živočichů z oceánského dna)
- kdysi interglaciál brán jako normál, dnes víme, že interglaciál je výjimečný (10%)

17



18



19

**Alternativní vysvětlení cyklicity**

- **sopečná činnost:** sopečná aktivita => prach v atmosféře => nižší průnik slunečního záření; vyšší sopečná aktivita během posledních 2 mil let, ale neprokázána souvislost s teplotními oscilacemi
- **oceánské proudění:** „dopravníkový pás“ může být ledovci zatlačen k jihu => omezení distribuce tepla; silný teoretický základ, zatím neprokázáno, ale pravděpodobně důležitý faktor

20

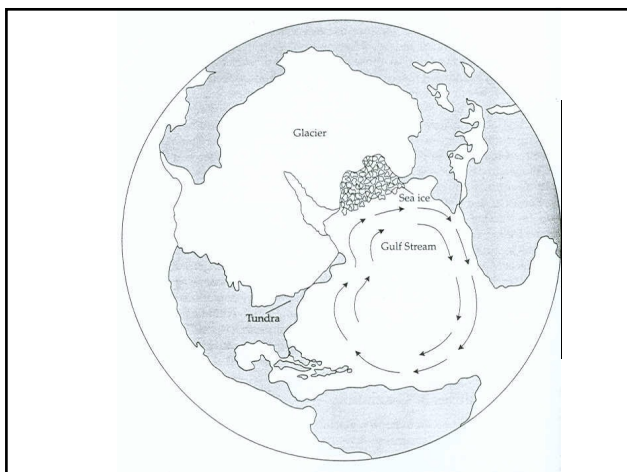


21

**Alternativní vysvětlení cyklicity**

- **sopečná činnost:** sopečná aktivita => prach v atmosféře => nižší průnik slunečního záření; vyšší sopečná aktivita během posledních 2 mil let, ale neprokázána souvislost s teplotními oscilacemi
- **oceánské proudění:** „dopravníkový pás“ může být ledovci zatlačen k jihu => omezení distribuce tepla; silný teoretický základ, zatím neprokázáno, ale pravděpodobně důležitý faktor

22



23



24

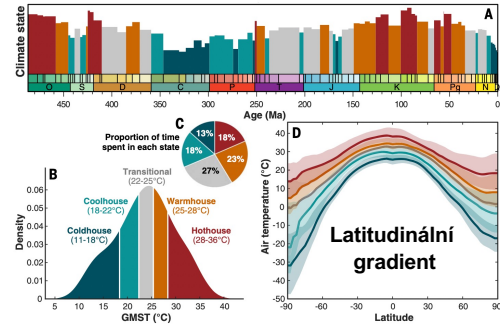


## Vliv na nezaledněné oblasti

- průměrná teplota oceánů se změnila jen o 2-3° C (vysoká tepelná kapacita vody), oproti 4-8° C v teplotě vzduchu (20-28° C v zaledněných oblastech)
- posun klimatických pásem se zeměpisnou šířkou i nadmořskou výškou
- hranice věčného ledu v horách asi o 1000 m níže než dnes (hranice lesa v Andách 2000 vs 4000 m.n.m.)
- fauna izolovaných pohoří se dostala do kontaktu, naopak fragmentace lesů

25

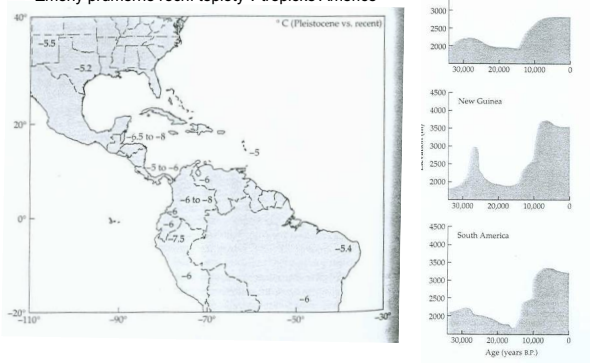
## Posledních 500 mil. let



26

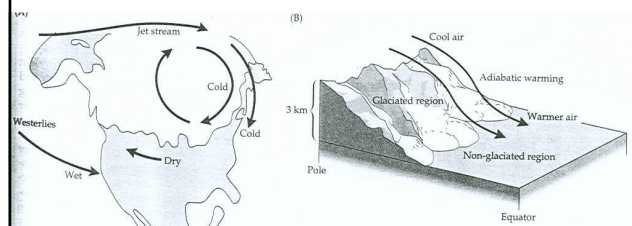
## Horní hranice deštného lesa

### Změny průměrné roční teploty v tropické Americe



27

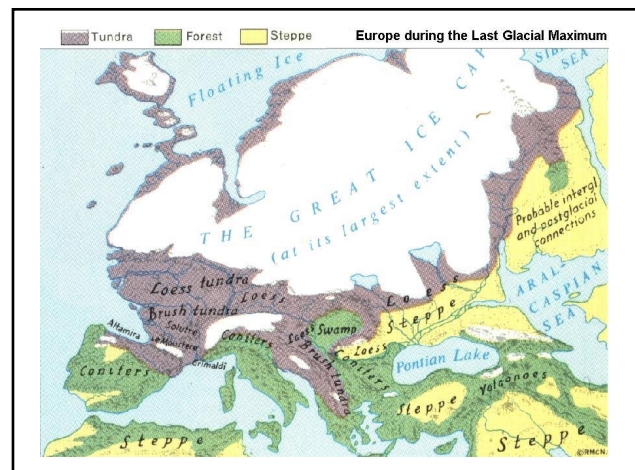
- změna klimatických podmínek obecně, jiná cirkulace atmosféry, jiné rozložení srážek, silný teplotní gradient mezi zaledněnými a nezaledněnými oblastmi



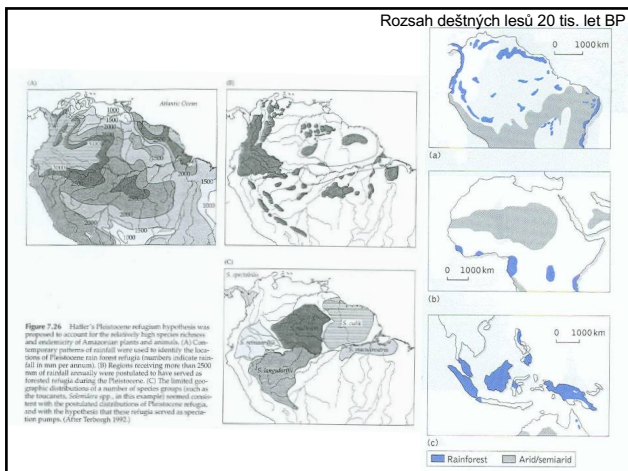
28

1. oblasti monzunů a deštné lesy sušší, dnešní pouště vlhčí (ale regionální rozdíly!)
2. silnější latitudinální teplotní gradient než dnes (tropy téměř stejná teplota jako dnes, ale boreální les často v dnešním subtropickém pásmu)
3. klimatická pásma byla odlišná, jiné kombinace oceánského proudění, srážek, směru a intenzity převažujících větrů, teplotních gradientů...
4. mnoho jiných biomů, ale existovaly i dnešní biomy
5. odpověď druhů na změny klimatu individuální => biomy hostily jiná společenstva

29



30



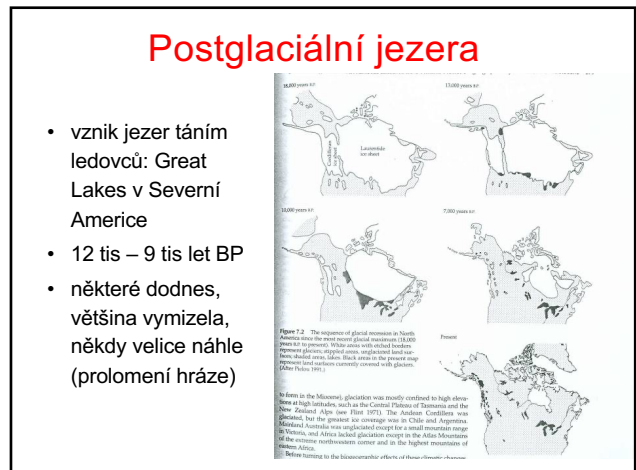
31



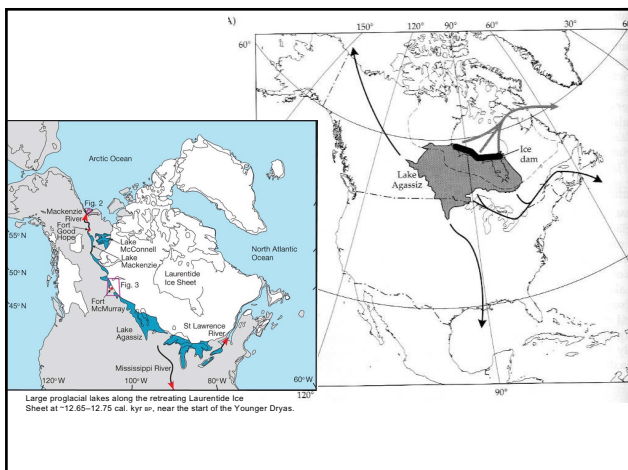
32



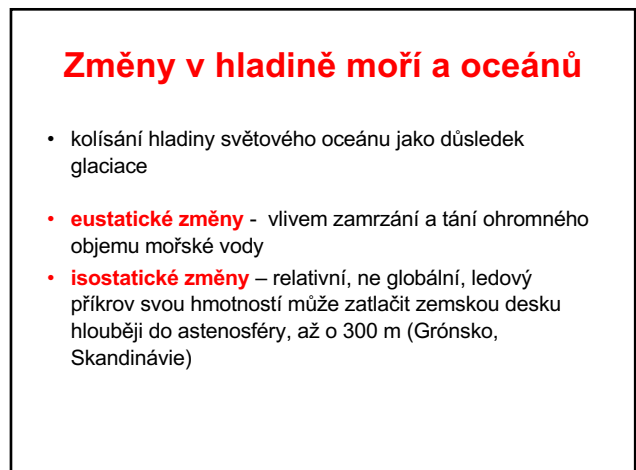
33



34

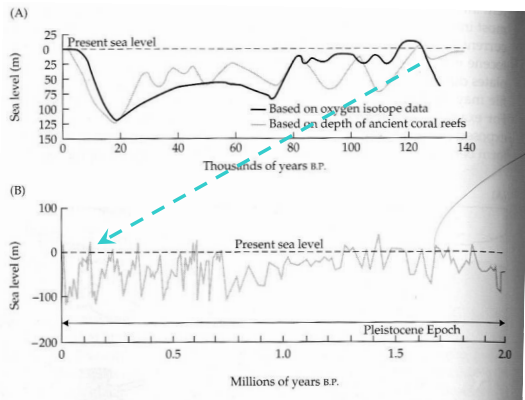


35



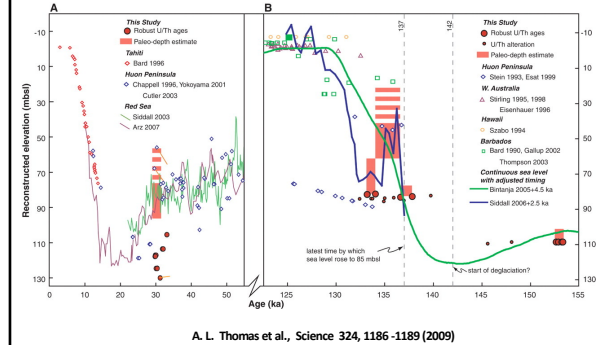
36

## Změny v hladině moří a oceánů



37

## Sea-level plot for MIS 3, the penultimate deglaciation, and MIS 6



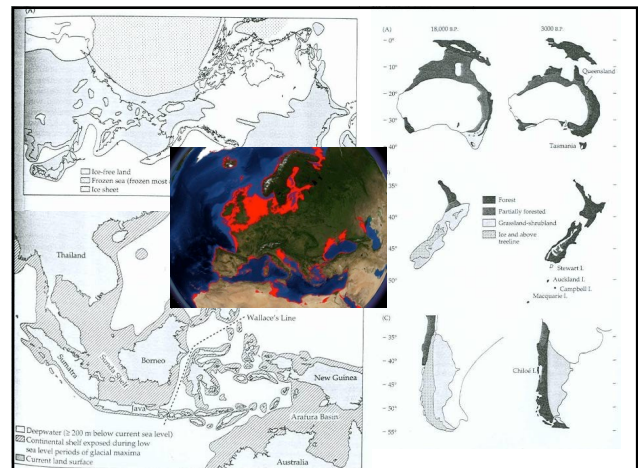
A. L. Thomas et al., Science 324, 1186-1189 (2009)

38

- v době posledního glaciálního maxima hladina o 100 m níže (dříve i 160 m), naopak během dřívějších interglaciálů až o 70 m vyšší => amplituda až 230 m => změny v geografii značné i bez kontinentálního driftu!
- Británie poloostrovem do 10-6 tis let BP
- Irsko/Británie rozděleny dříve (např. lípa *Tilia cordata* v Irsku neroste)



39



40

- změny isostatické následují se značnou časovou prodlevou => vznik mělkých moří na pevninských deskách, např. oblast řeky Sv. Vavřince v Severní Americe až po jezero Ontario byla po poslední době ledové o 275 m níže než dnes

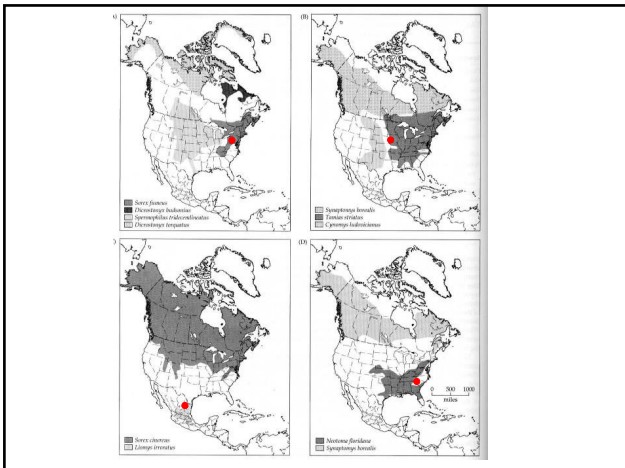
41

## Vliv na rozšíření organismů: souhrn

- dřívější společenstva se rozpadla, jednotlivé druhy odpovídaly na klimatické změny samostatně, podle svých schopností šíření a fyziologických možností
- mnoho druhů následovalo pohyb klimatických pásem (ale různá rychlost, často zpoždění)

42





43

- šíře klimatických pásem kolísala, komplikacemi pohoří, oceány a jiné bariéry
- otevřené biomy (tundry, stepi) během glaciálů převažovaly nad lesy
- glaciály suché; interglaciály vlhčí, zaplavení částí kontinentů mořem nebo sladkovodními jezery
- odlišná klimatická pásma než dnes

44

1. rostlinné druhy se obecně přesunovaly pomaleji než živočišné
2. častý vznik izolovaných populací => evoluční procesy – diferenciace, speciace
3. mnoho druhů zůstalo v původních areálech a adaptovalo se na nové prostředí
4. druhy, které nezměnily areál ani se neadaptovaly vymřely

45

5. obecně míra vymírání fauny mnohem nižší než vymírání flóry (pohyblivost?)
6. některé skupiny savců (spásači, šelmy) prošly během Pleistocénu radiací
7. během posledního glaciálu vymírání rostlin minimální a naopak vymírání fauny vyšší (úzce specializované rostliny vymřely již dříve, vymírání velkých býložravých savců a šelem)
8. důvodem vymírání megafauny asi příliš vysoká specializace na savany a stepi + noví konkurenti a predátoři (včetně *Homo sapiens*)

46

**Glaciace**

- příčiny
  - postavení kontinentů
  - Milankovičovy cykly
- periodičita
- vliv na nezaledněné oblasti
  - aridní oblasti
  - postglaciální jezera
  - pluvialní jezera
- vliv na hladinu moří a oceánů
- vliv na rozšíření organismů

47