

Chladné klimatické výkyvy, přehled glaciálů

CHARAKTER KVARTÉRU

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

- **Značné amplitudy klimatických oscilací**, rychlost jejich střídání a intenzita chladných období
- V některých částech světa - **kolísání až o 15°C mezi teplými a studenými obdobími**
- **změny velmi rychlé** - za posledních 800 000 let - celkem 10 plně glaciálních / interglaciálních cyklů
- **hlubokomořské sedimenty - na 50 chladných (nebo glaciálních) výkyvů** a odpovídající počet výkyvů teplých (interglaciálních) během kvartéru (Shackleton et. al. 1990)



Trafalgar Square (Londýn) v době eemského interglaciálu.

Klimatické změny

a) **střední a vyšší zeměp. šířky** - růst a ústup ledovců a údolních ledovců, oblasti ovlivněné periglaciálním (chladným) klimatem expandovaly nebo ustupovaly

b) **nižší zeměp. šířky** - okraje pouští a savan se posouvaly až o několik stupňů (důsledek střídání aridních a humidních fází)

Změny teplot a srážkové činnosti - změny vodních režimů řek, pedogenetických procesů, kolísání hladiny moře až o 150 m (!), rostliny a živočichové se přizpůsobovali tomuto měnícímu se klimatu

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.

- **ledovcové čapky** - menší ledové kupy o objemu do několika tisíc krychlových kilometrů - např Vtnajökoll (Island)
- **menší ledovcové čapky** - objem v desítkách až stovkách krychlových kilometrů, výskyt na vrcholcích plochých pohoří
- **ledovcové proudy** - karové a svahové ledovce, údolní ledovce - vyplňují deprese tvaru amfiteátru
- **permafrost** - „stále zmrzlá půda“, vyskytuje se tam, kde je prům. roční tepl. nižší než 0°C více než 2 roky

- **ledovce, permafrost, mořský led** - hlavní složky kryosféry
- **ledovcové kupy** - dělení na základě jejich velikosti. **Ledovcové štíty** - kontinentální rozsah: Antarktida ($27 \times 10^6 \text{ km}^2$); Grónsko ($3,6 \times 10^6 \text{ km}^2$)
- **Viselský (würmský) glaciál** - během maxima pokryly ledovcové štíty v severozáp. Evropě a Sev. Americe oblast $27-42 \times 10^6 \text{ km}^2$

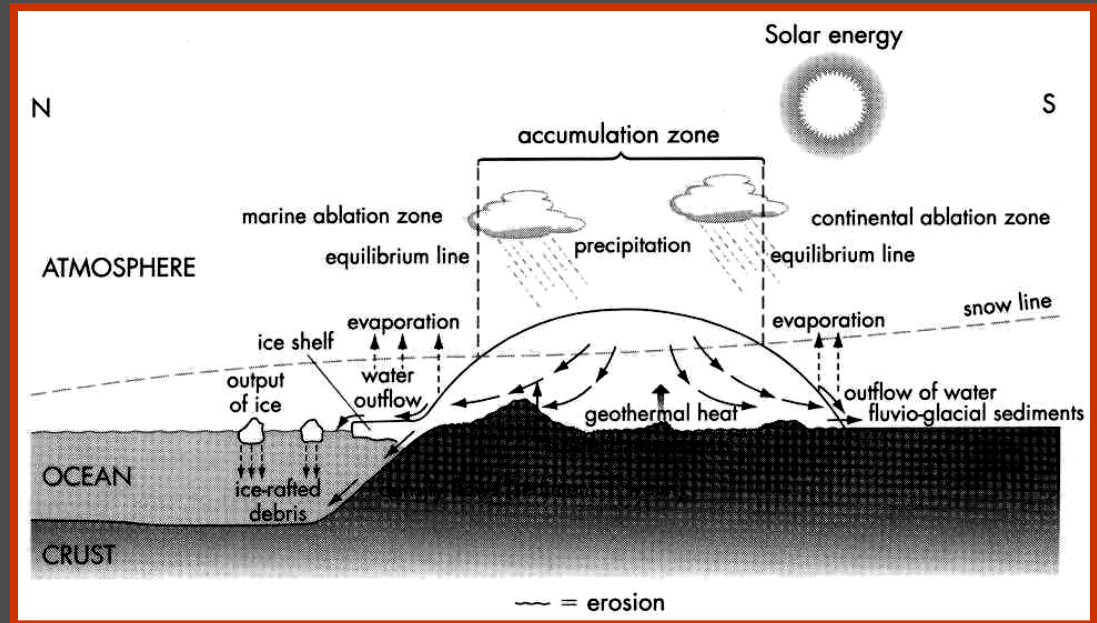
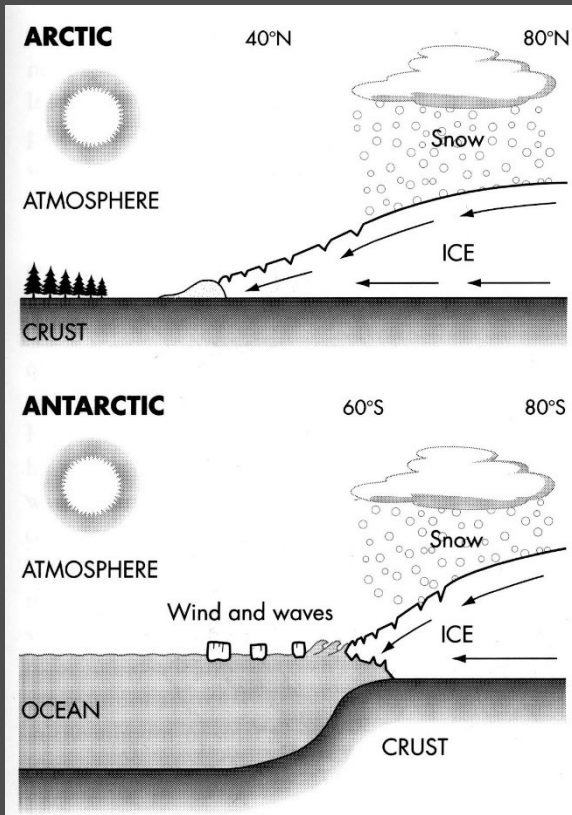


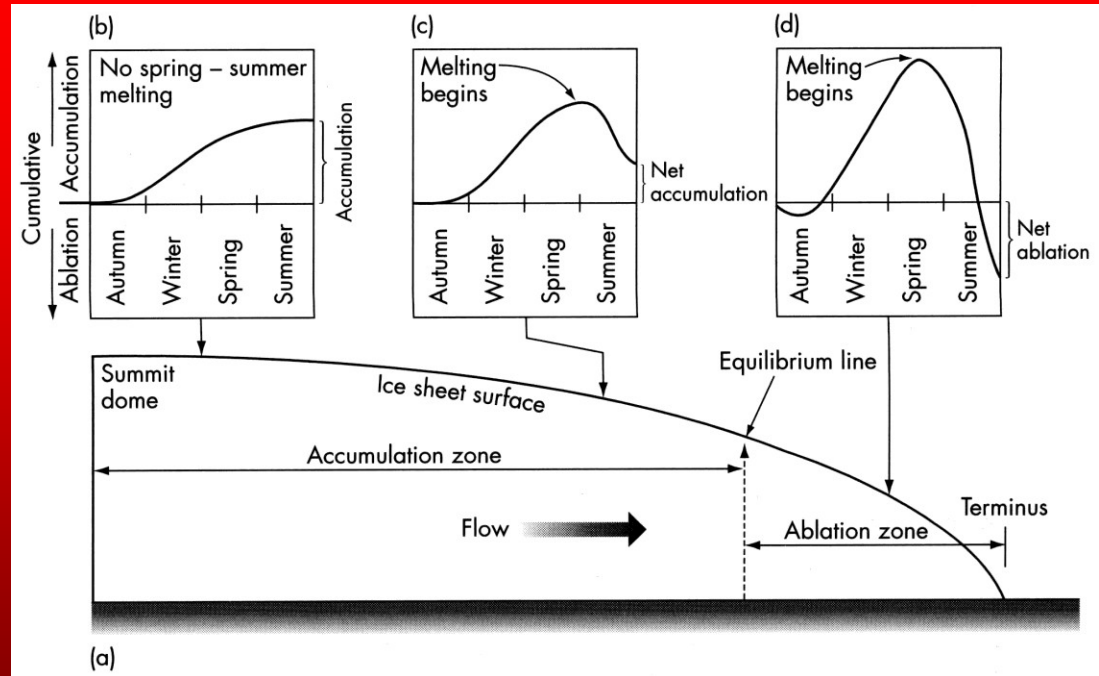
Diagram znázorňující vznik ledovců a základní vztahy mezi nimi a ostatními složkami zemského systému.

VZNIK LEDOVCŮ

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



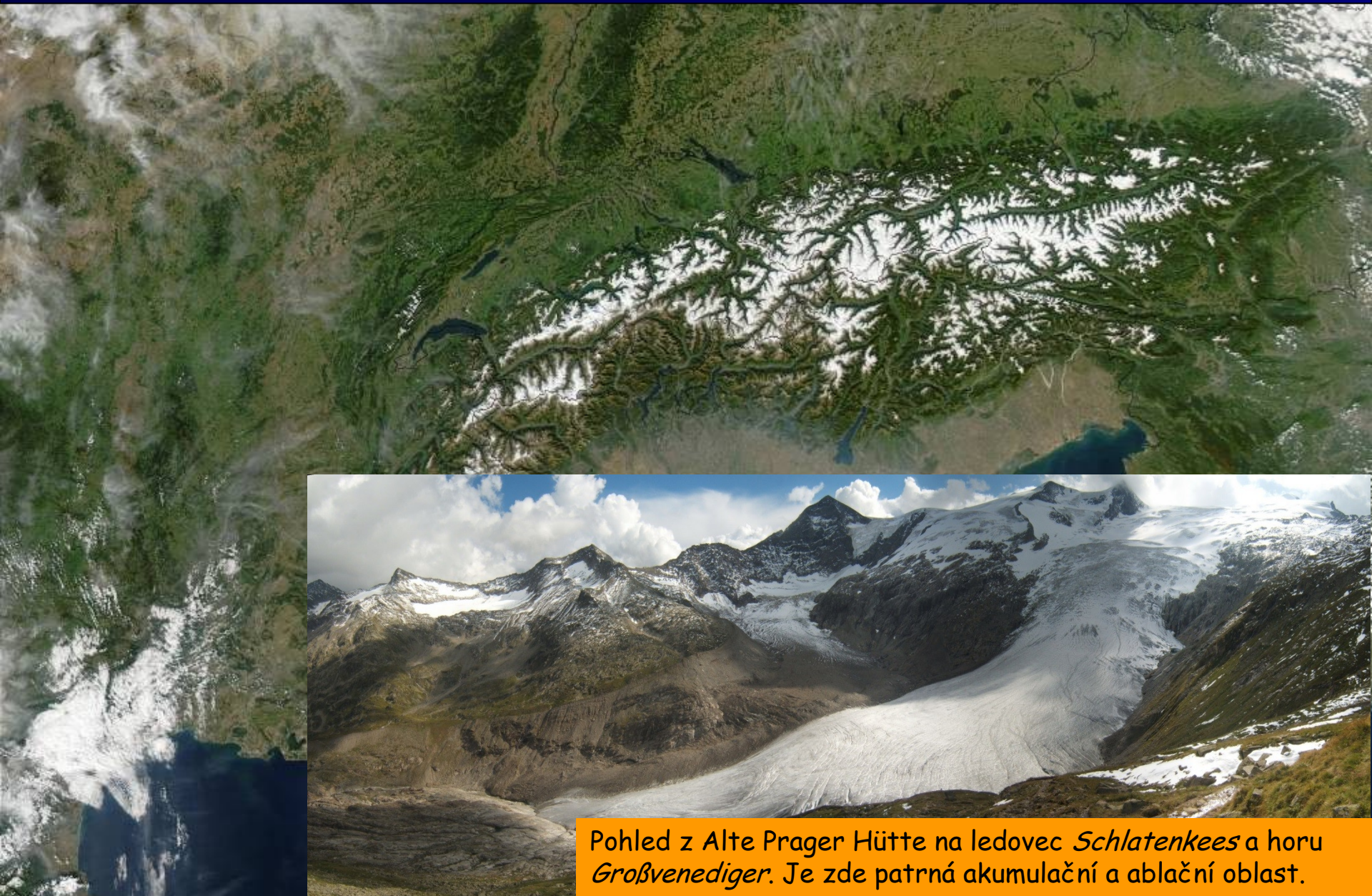
Nárůst ledovce na severní a jižní polokouli. Na severu ledovec sahá až jižně od 40°N do relativně teplých oblastí.



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 Antarktidou, Arktidou + Sibiří a Skandinávií
- v dnešní době - zalednění těsně spjata s horskými oblastmi; kontinentální jen Antarktida, Grónsko
- **limit glaciace** - kritická nadmořská výška, od které se tvoří ledovce.

Sněžná čára - hranice trvalé sněžové pokrývky, vlastně taky hranice tání sněhu. V různých klimatických podmínkách je sněžná čára různě položená (např. nejvyšší je v Tibetu: cca. 5500-6000 m n.m. ; obvykle je však položena okolo 2000 m n.m.)



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 ?

a) redukce slunečního záření dosahující vrchní části atmosféry

b) vzrůst zemského albeda

c) redukce množství skleníkových plynů v atmosféře - redukovalo by množství dlouhovlnné energie udržované v atmosféře

Otázka 2:

- Bylo by celkové albedo Země během glaciálů vyšší nebo nižší ?

Bylo by výrazně vyšší, neboť mnohem větší plocha Země by byla pokryta ledem.

Další faktory zvyšující albedo - větší plocha tunder a pouští.

Naopak - v suchém chladném klimatu - absence mraků.

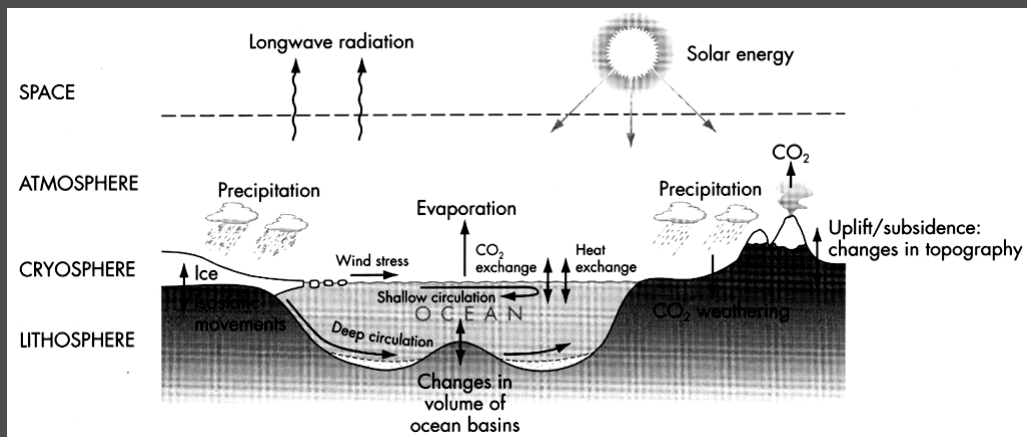
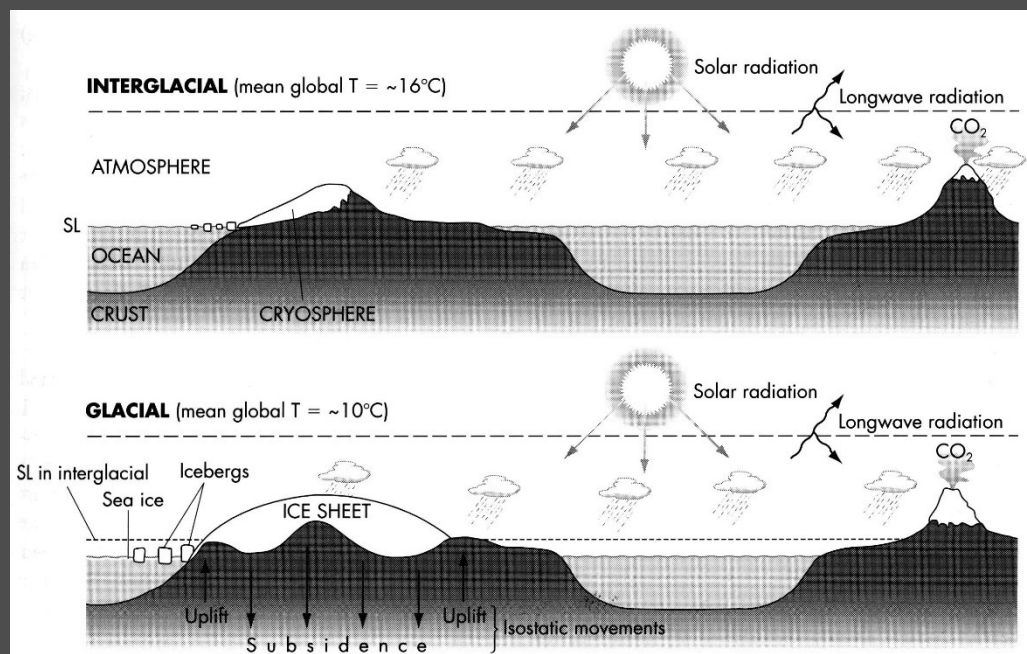
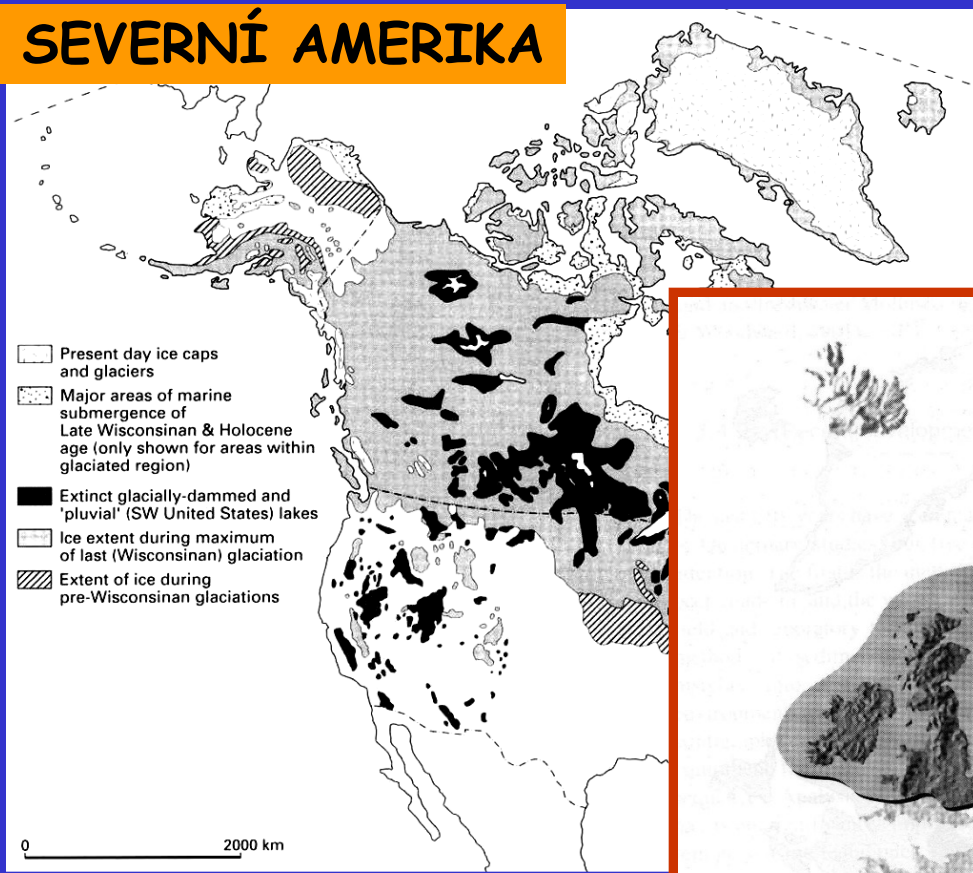


Schéma znázorňující hlavní složky klimatického systému Země a vztahy mezi nimi.



Srovnání zemského klimatu během interglaciálů a glaciálů.

SEVERNÍ AMERIKA

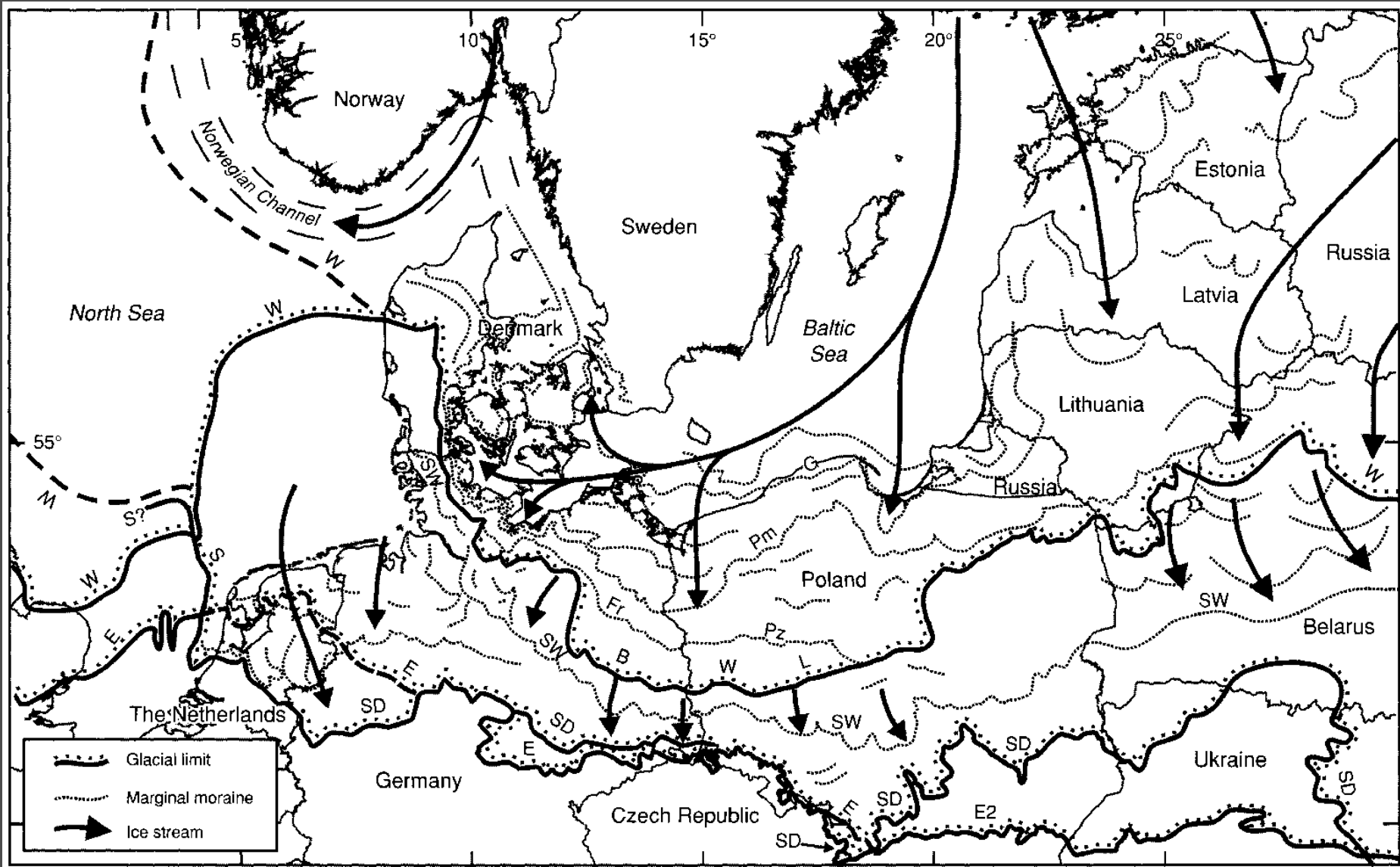


Rozsah kvartérního zalednění, hlavní ledovcová a 'pluviální' jezera v oblasti Severní Ameriky (dle USGS National Atlas of the USA, 1970).



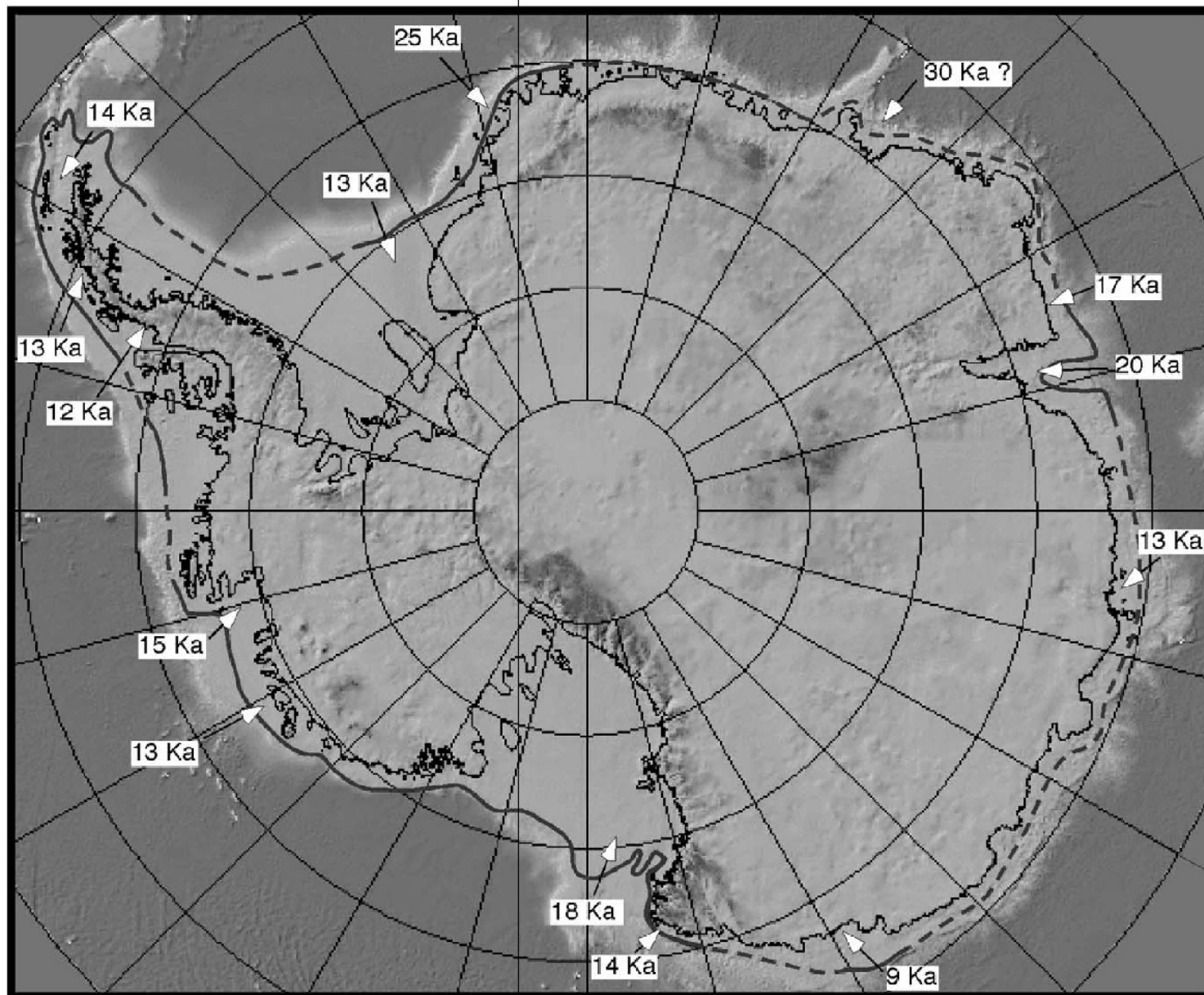
Maximální rozsah kvartérního zalednění v Evropě (upraveno dle Westa 1977).

Paleogeografická rekonstrukce zalednění



Maximální rozsah zalednění v Evropě

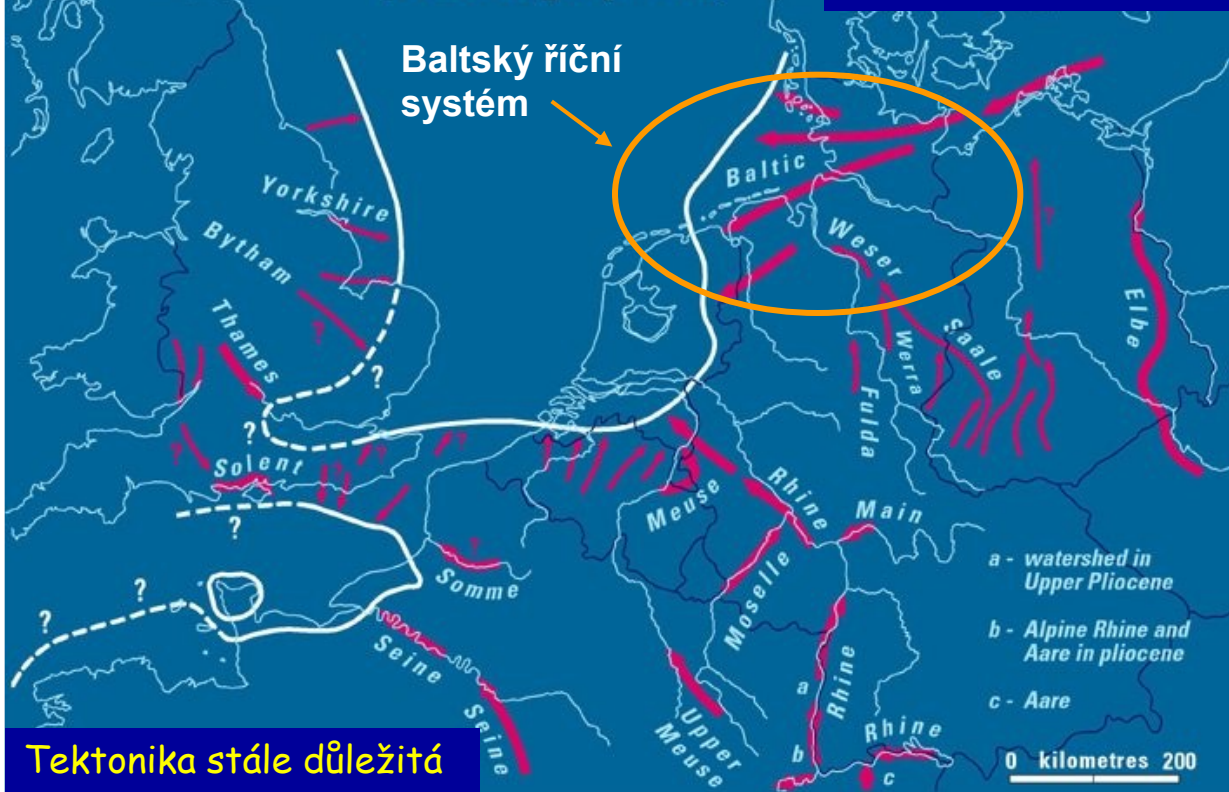
Paleogeografická rekonstrukce zalednění



Maximální rozsah posledního zalednění v Antarktidě

**Reuverian - early Tiglian
Pliocene - Pleistocene boundary**
(sensu Zagwijn 1985)

1000-1500 m eroze v oblasti Barentsova moře (2,3-2,5 Ma)



Tektonika stále důležitá

Směry toků řek na hranici svrchního pliocénu a spodního pleistocénu (asi 2,4 Ma).

miocén-pliocén - transport chemicky rezistentních minerálů a hornin (křemen nebo pazourek) - dlouhodobé zvětrávání v humidním teplém klimatu

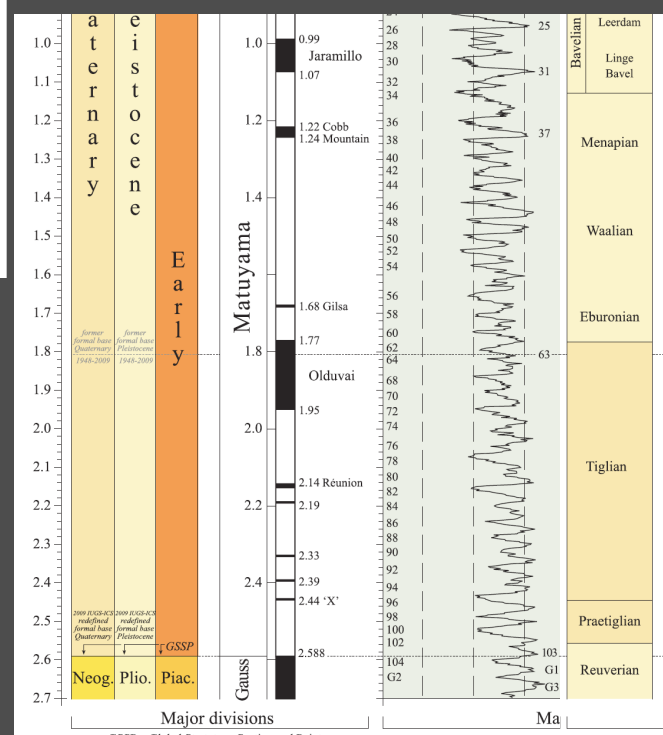
Oblast Barentsova moře

2,5-2,3 Ma – vyšší zastoupení IRD, mocné zastoupení glacigenních sedimentů – silná eroze

3,2-2,7 Ma – vyšší zastoupení IRD (první větší zalednění)

Pliocén

- tektonicky zdvihlé oblasti - **odnos materiálu + ukládání štěrků** (např. Rýn)
- řeky obecně mělké, meandrující. Hluboká údolí a zářezy - pouze vzácně
- kontinentální Evropa - permafrost chybí, avšak sezónní mrazová aktivita se objevila během svrchního pliocénu



GSSP = Global Stratotype Section and Point



Dánsko - předelsterské glacienní sedimenty pouze sporadické, nejstarší - **menapské**, spíše ale **cromerské** (střední pleistocén)

Holandsko, Německo (sever), Británie - předelsterská zalednění doložena pouze IRD, která byla přinesena **Baltským říčním systémem** (např. pískovce východobaltské oblasti).

spodní pleistocén

Chladné výkyvy - sev. Evropa

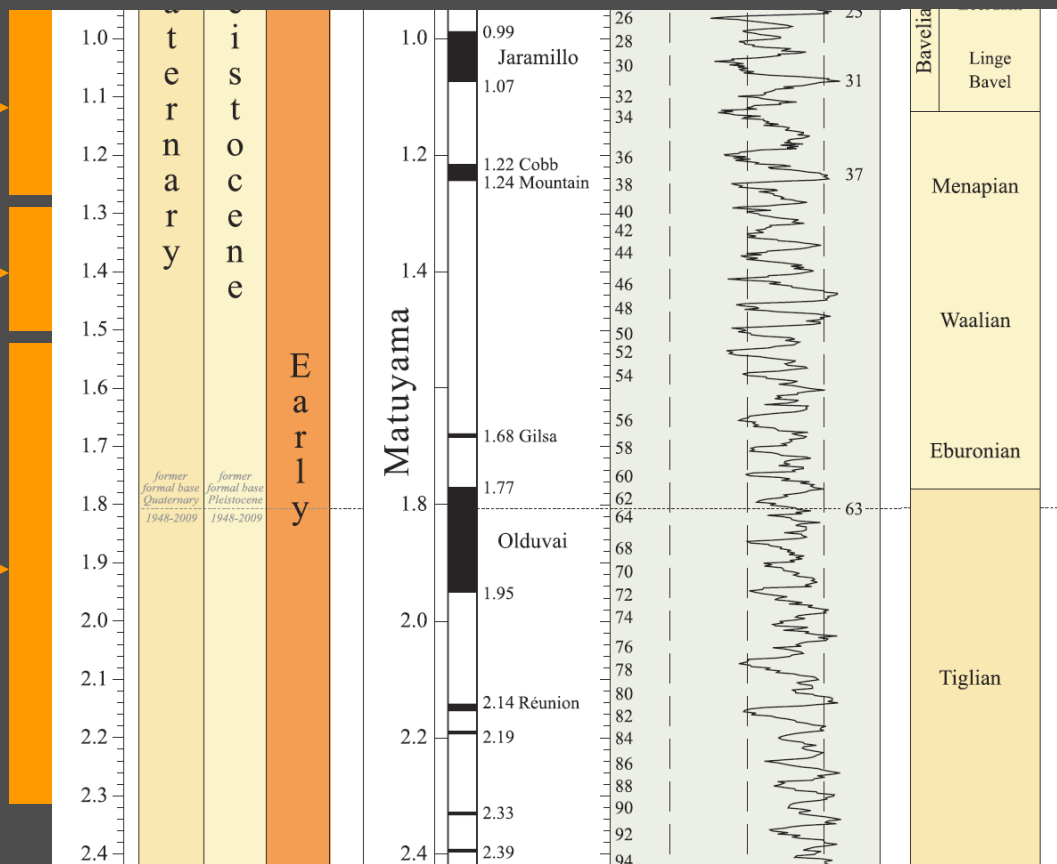
- MAAT < 0 °C - kryoturbace, mrazové trhliny, mrazové klíny (Belgie, Nizozemsko)
- MWT (vzduch): -12 až -18 °C
- permafrost

Oblast Barentsova moře

Od 1,3 Ma – opakovaný postup ledovců. 1,1 Ma – nejstarší datované ledovcové sedimenty (tilly) norského šelfu

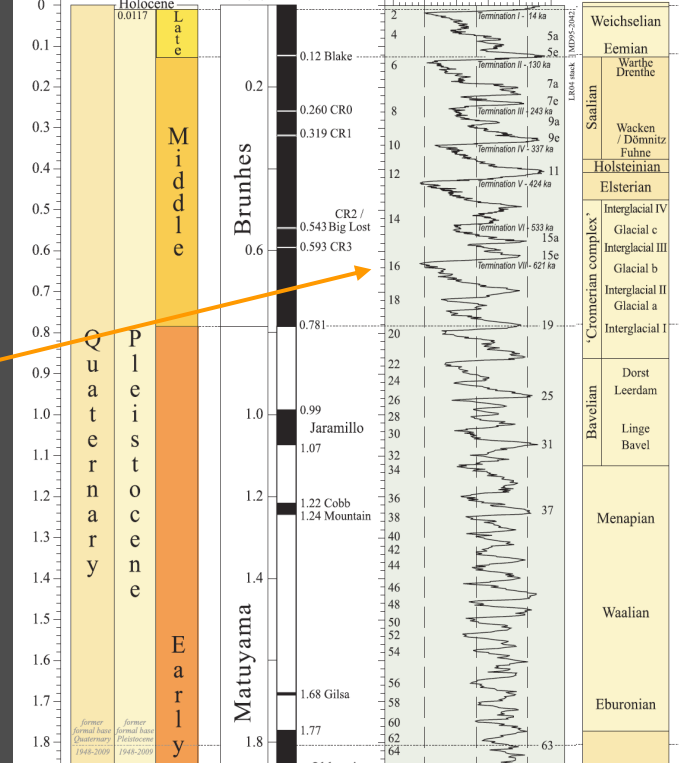
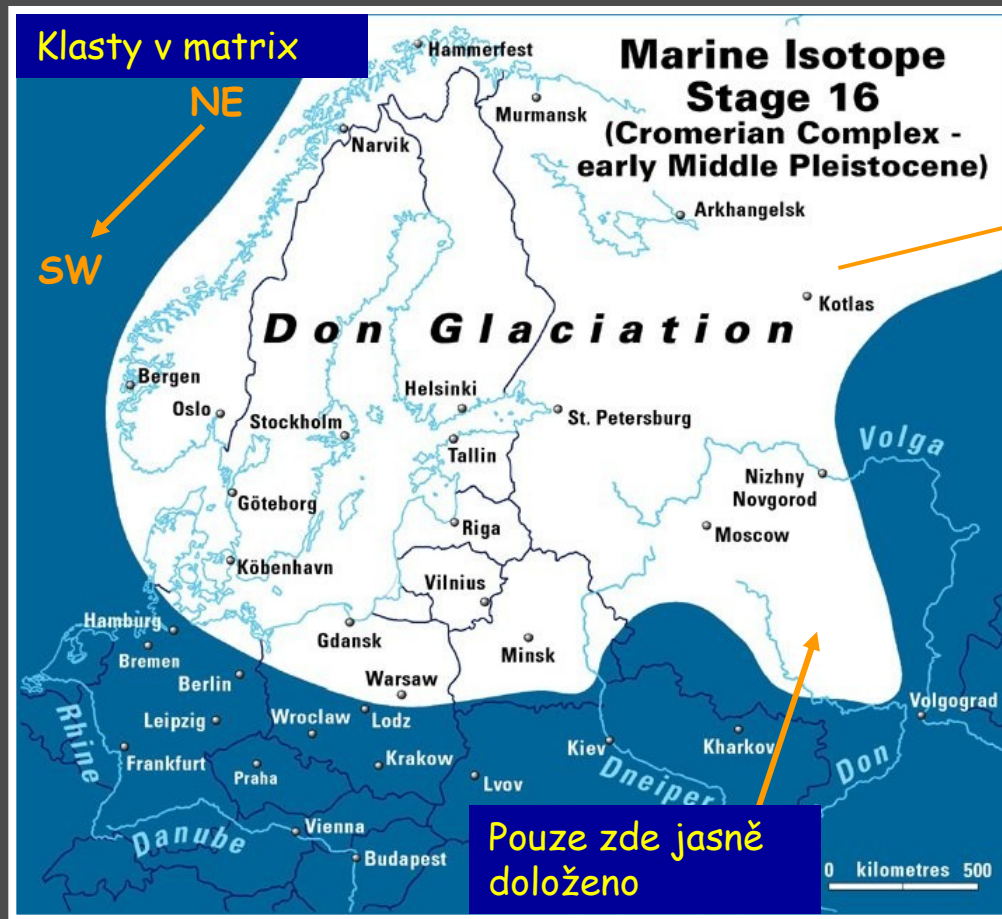
1,5-1,3 Ma – vyšší zastoupení IRD rozsáhlé ledovce

2,3-1,5 Ma – málo IRD v oblasti Barentsova moře (ledovce nedosáhly k pobřeží)



spodní stř. pleistocén - sv. Evropa

Donský glaciál



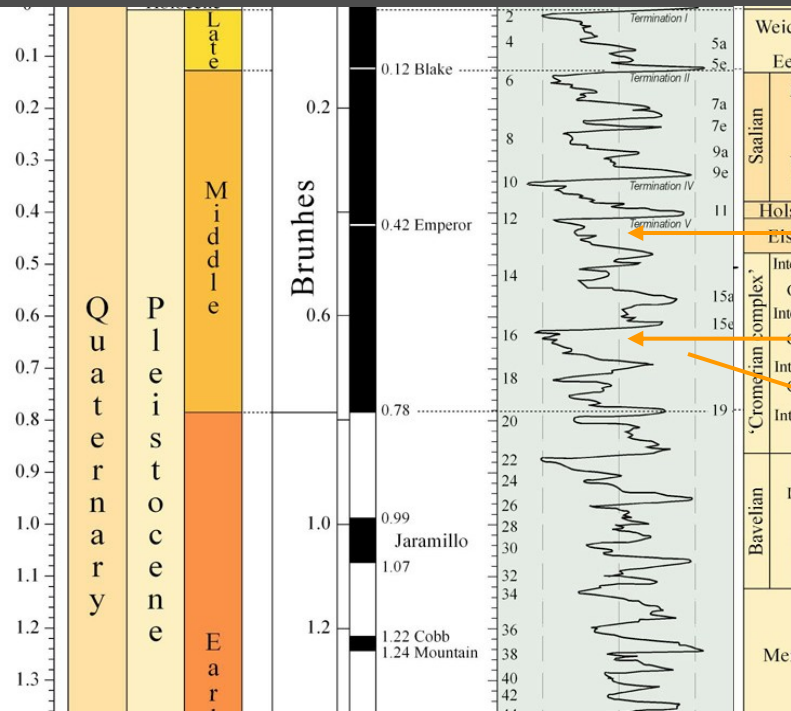
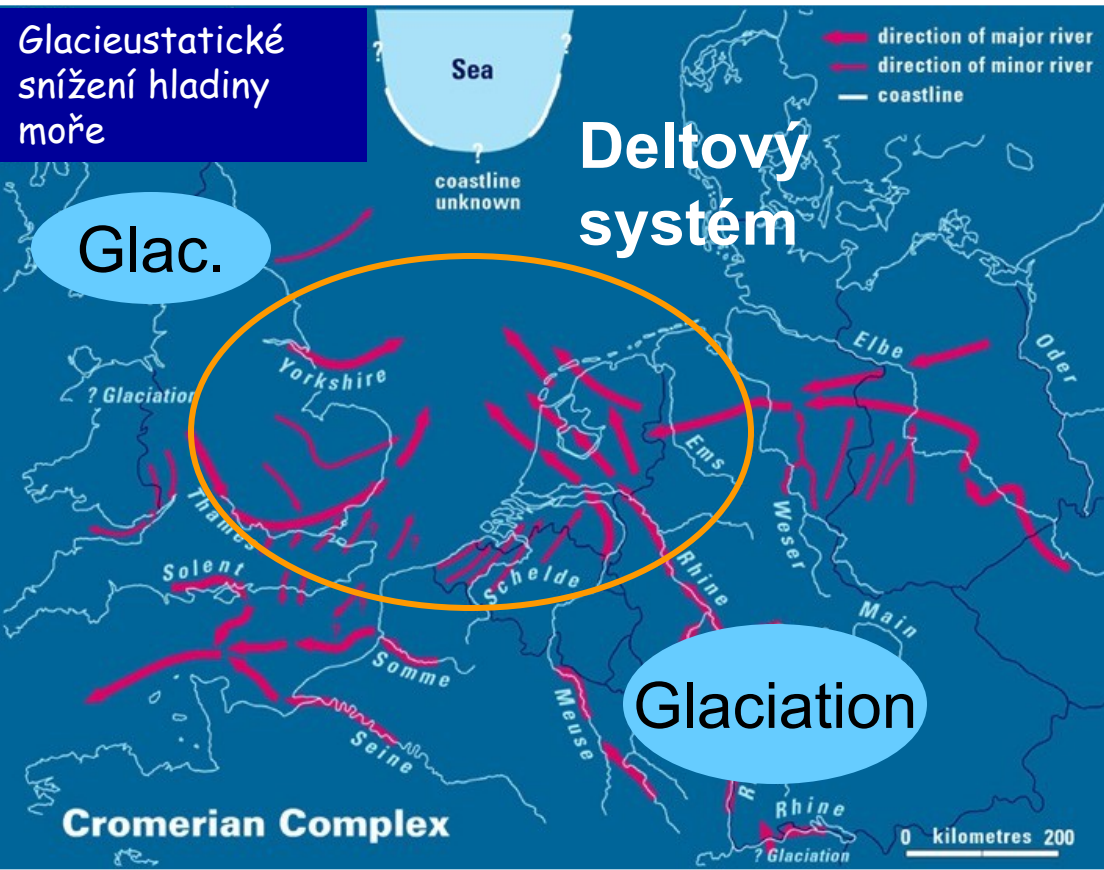
- donské zalednění - nejrozsáhlejší zalednění ve středním Rusku. Donská pánev - nejméně 1 horizont s eratickými valouny - zřejmě ještě starší zalednění (méně plošně rozsáhlé)
- korelace - pylové analýzy (Polsko), tillové usazeniny 'cromerského komplexu' (záp. Evropa), *Mammuthus trogontherii* na Ruské plošině
- nahromadění tillových usazenin (60% granitoidů má velikost balvanů), glaciolakustrinní sedimenty

Donský glaciál - 650 Ka (OIS 16) - časově odpovídá cromerskému komplexu (spodní střední pleistocén). V nadloží tillu jsou interglaciální sedimenty s cromerskou faunou (Tiraspol) a komplexem půd.

Přeorientování toků řek do jejich dnešní podoby.

spod. a sp. střed. pleist. - sev. + sz. Evropa

- eburon, menap - tilly dosud nenalezeny, doloženo je mrazové zvětrávání, značný vzrůst ukládání detritického materiálu (Holandsko)
- skandinávské zalednění - zánik 'Baltské řeky' v období menapu. Vznik protobaltické pánve
- permafrost v nižších oblastech - (Holandsko, Belgie, Německo - kryoturpace)



nejstarší jasně doložené tilly v sev. a sz. Evropě (elsterské zalednění)

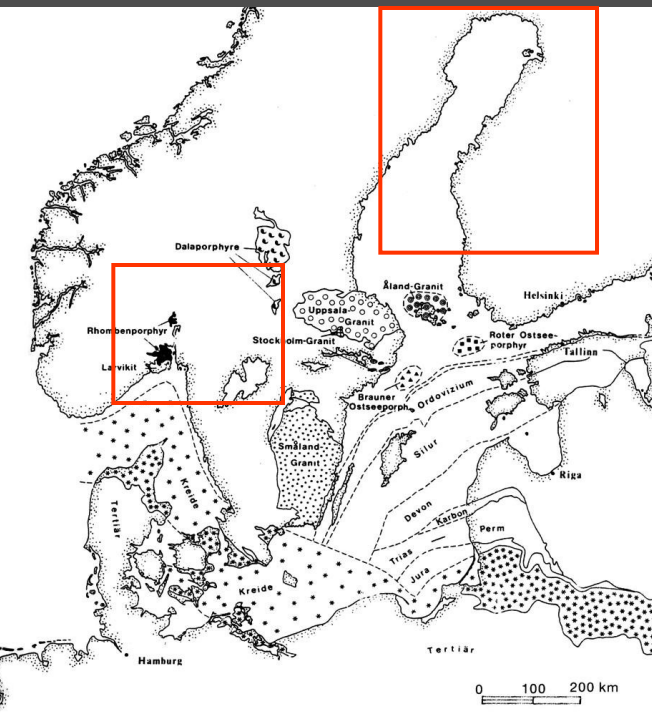
nejstarší tilly v oblasti sv. Evropy (donské zalednění)

Prodloužení cykličnosti (ze 40 ky na 100 ky) - eroze a akumulace

Konec spodního pleistocénu - konec středního pleistocénu (cromer) - ustaly marinní ingrese během interglaciálů.

Elsterské zalednění

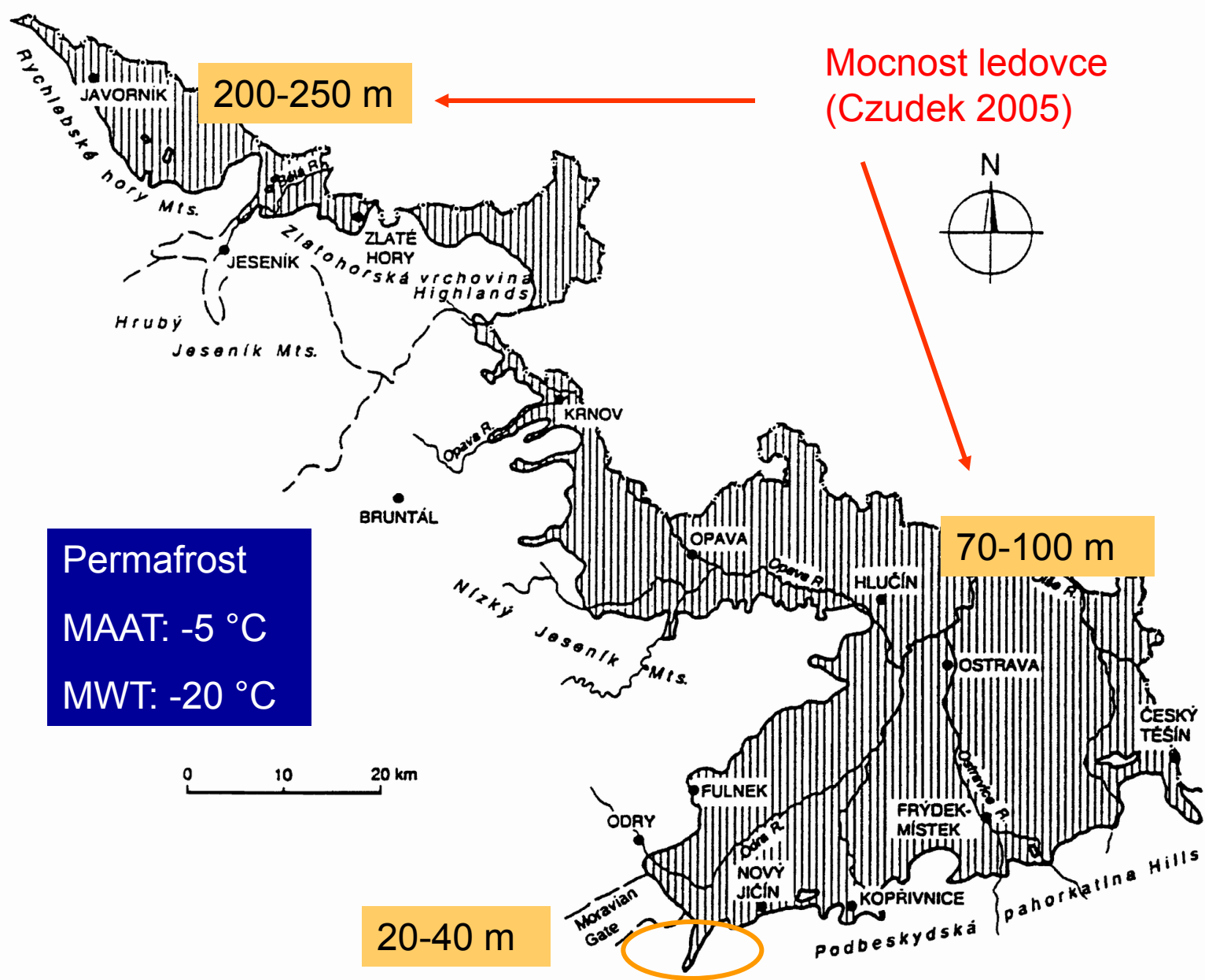
- elster - remodelace povrchu, glaciální a glaciofluviální eroze a ukládání
- koncové morény západně od řeky Wesser (střední Německo) neobsahují tilly elsterského stáří
- jasně doložený rozsah elsterského zalednění - Sasko a Duryňsko. Elsterské tilly nebyly zasaženy saalským ani pozdějším zaledněním



- západní Německo - tilly s obsahem norských klastik (rhombový porfyr), ty však nepřevažují

Česko

dvojitý zásah pevninského ledovce - sever území. Akumulace tillu, glaciofluviální, glacialimnické sedimenty, subglaciální koryta, fluviální štěrky + písky



Maximální rozsah ledovcových sedimentů na severní Moravě a ve Slezsku.

Sálské zalednění

Starší sálské zalednění

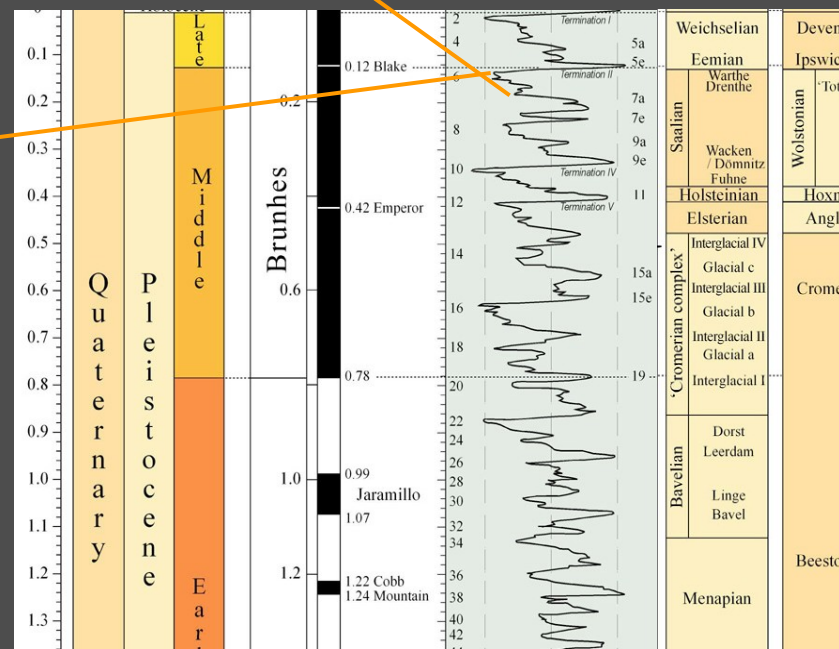
- začátek v sev. Německu, Dánsku a Holandsku jako neglaciální chladná fáze
- korelace s oderským zaledněním (Posko) a dněperským zaledněním (Rusko + Ukrajina)
- konec staršího sálského zalednění - ledovec ustoupil za jižní baltské mořské pobřeží

Střednosálské zalednění

- růst ledovce v severním Německu - mocné polohy písků ve výplavových kuželech
- jižní okraj střednosálského zalednění - doložen koncovými morénami, např. Neukirchen (u Zwickau), Falkenberg (u Drážďan)

Mladší sálské zalednění

- složení valounů mladšího sálského zalednění lokálně kolísá. Schleswig-Holsteinsko - tily s množstvím východobaltických vůdčích souvků, v přilehlých oblastech však chybí
- střednosálské a mladší sálské zalednění - odpovídá warthe, v Polsku glaciálu warta, v Rusku moskevskému tillu



Saalian (Drenthe) / Wolstonian

- ➔ direction of major river
- ➔ direction of minor river
- ice-dammed lake
- ice front

- sálské zalednění - stejný efekt jako elsterské - odklonění hlavních toků, remodelace terénu.
- odklonění Rýna více k jihu (Holandsko, Německo)
- po ústupu ledovce - tok Labe získává dnešní směr přes Hamburg
- kryoplanáční terasy, kryopedimenty, asymetrická údolí, zahlubování vodních toků, termoeroze

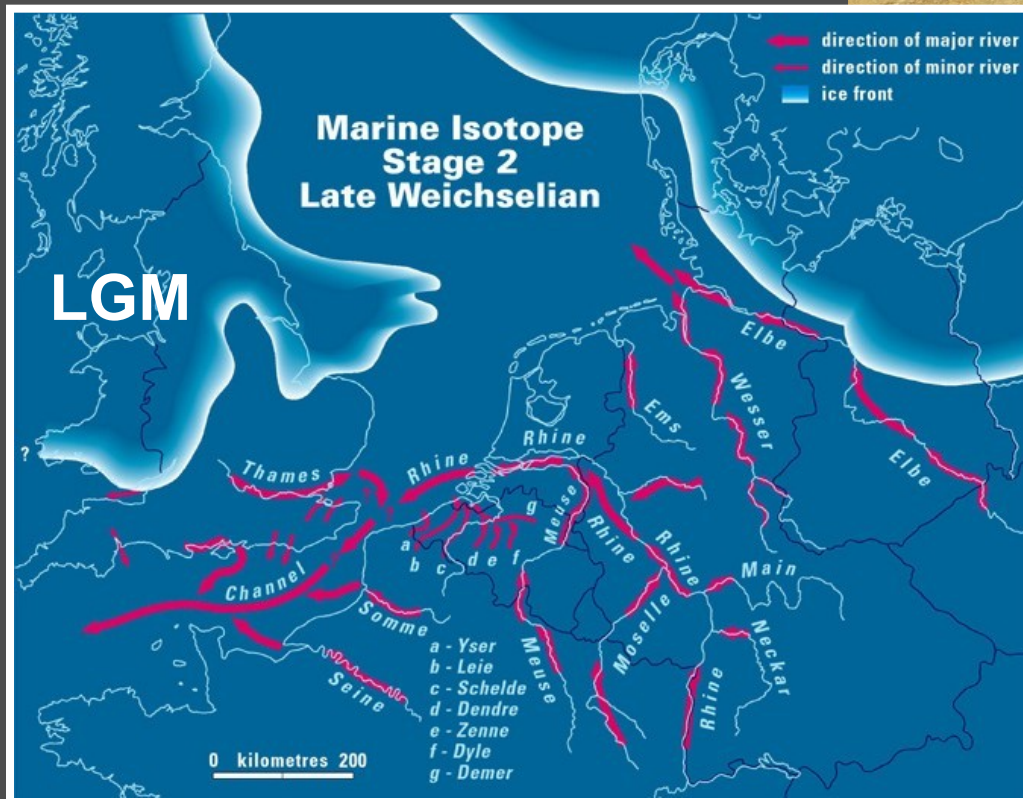
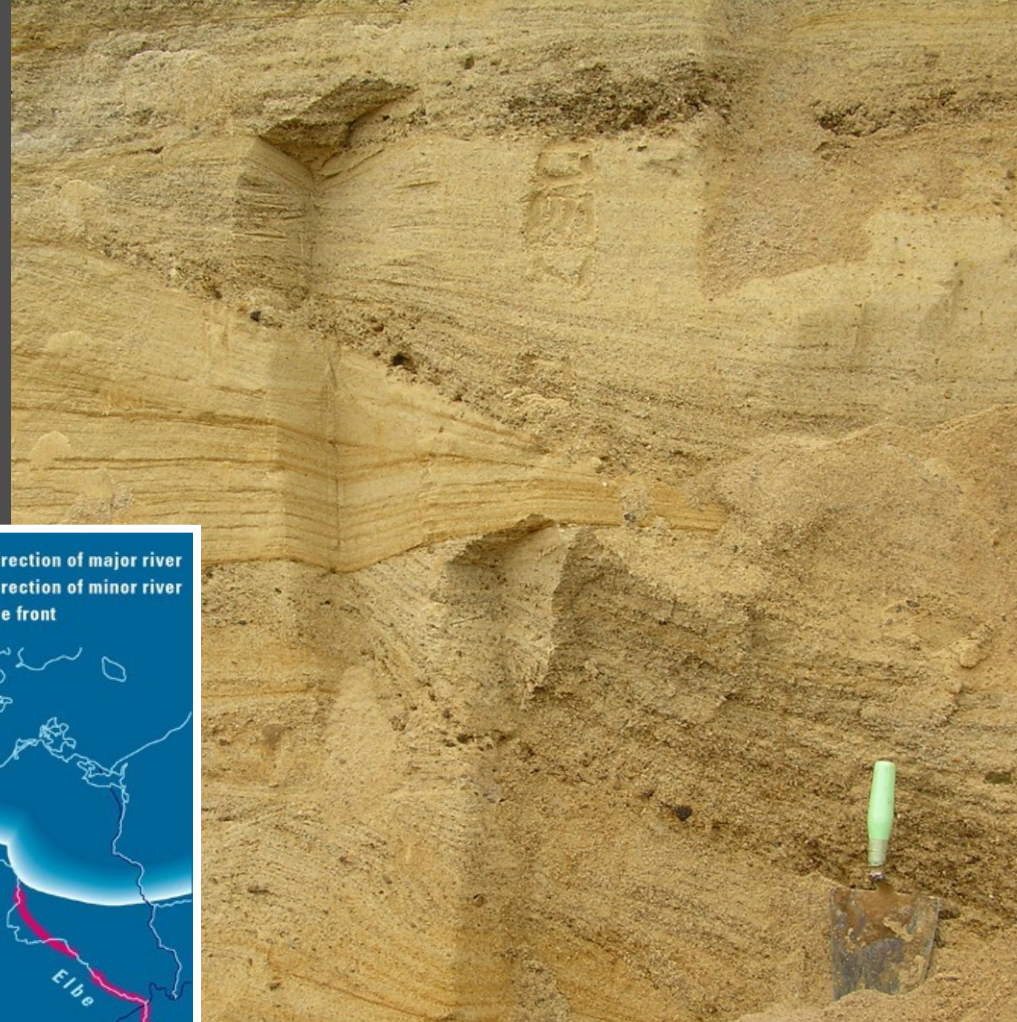


Sálské až viselské zalednění

- všechny chladné cykly - ukládání značného množství štěrků a písků divočícími řekami (často více koryt)

Eemský interglaciál

tvorba PK III, MAAT 13 °C, ve vrcholné části o 3-4 °C vyšší než dnes



Paleogeografie v době maxima viselského zalednění.

přerušení hrubé klastické sedimentace - nejen v interglaciálech, ale i vlivem sezónnosti toků v chladném klimatu

výrazná a rychlá sedimentace - vlivem tajícího sněhu, má za následek záplavy v niválních oblastech

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.