

Krajina v kvartéru (podzimní semestr 2018)

Jezer a říční ústí



Daniel Nývlt (daniel.nyvlt@sci.muni.cz)

JEZERA

- vnitrokontinentální vodní nádrže, které nekomunikují přímo s oceány
- zaujímají ~1 % zemského povrchu

Typy jezer:

- dočasná
- stálá
- průtočná
- neprůtočná

Sladkovodní jezera

- nízký obsah solí
- výskyt v oblastech se středně vysokými až vysokými srážkami, kde dotace vodou značně převyšuje výpar

Slaná jezera

- více než 5 g/l rozpuštěných solí (často ale větší koncentrace než moře)
- výskyt v aridních a semiaridních oblastech \Rightarrow rychlost evaporace je výrazně vyšší než přísun vody řekami a srážkami

Velikost a hloubka jezer souvisí s původem jejich vzniku

Původ jezer:

- extenzní pánve (rifty, strikeslipové pánve)
- intrakratonické pánve (pomalá subsidence)
- ledovcová
- kráterová (impakt, sopečný původ)
- hrazená jezera (sesuvy, lávové proudy apod.)

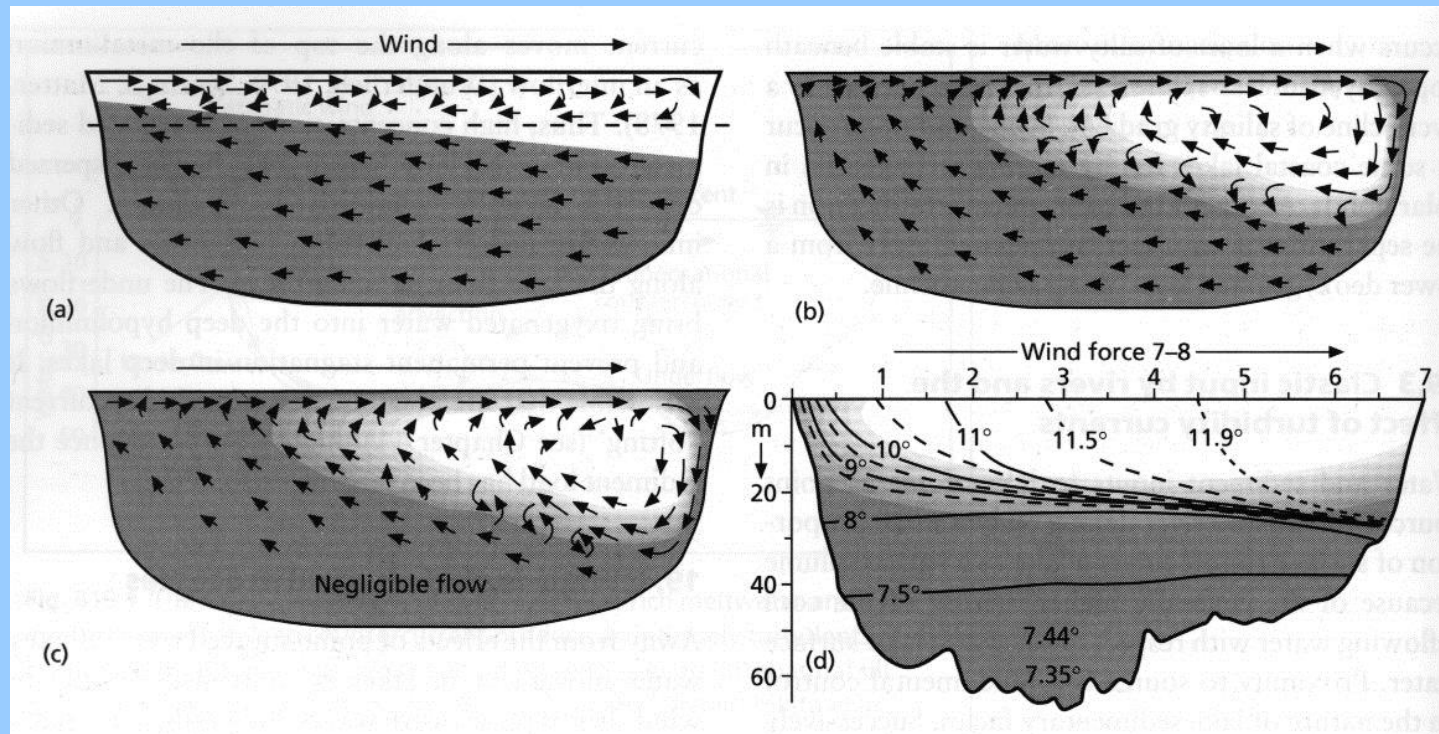
FYZIKÁLNÍ PROCESY V JEZERECH

▪ PROUDĚNÍ

V jezerech nedochází k permanentním proudům (jako je např. tidální proud)

Hlavním zdrojem proudění je účinek větru

- rychlost až 30 cm.s^{-1}
- schopnost transportovat částice velikosti prachu až jmz. písku



▪ HUSTOTNÍ STRATIFIKACE

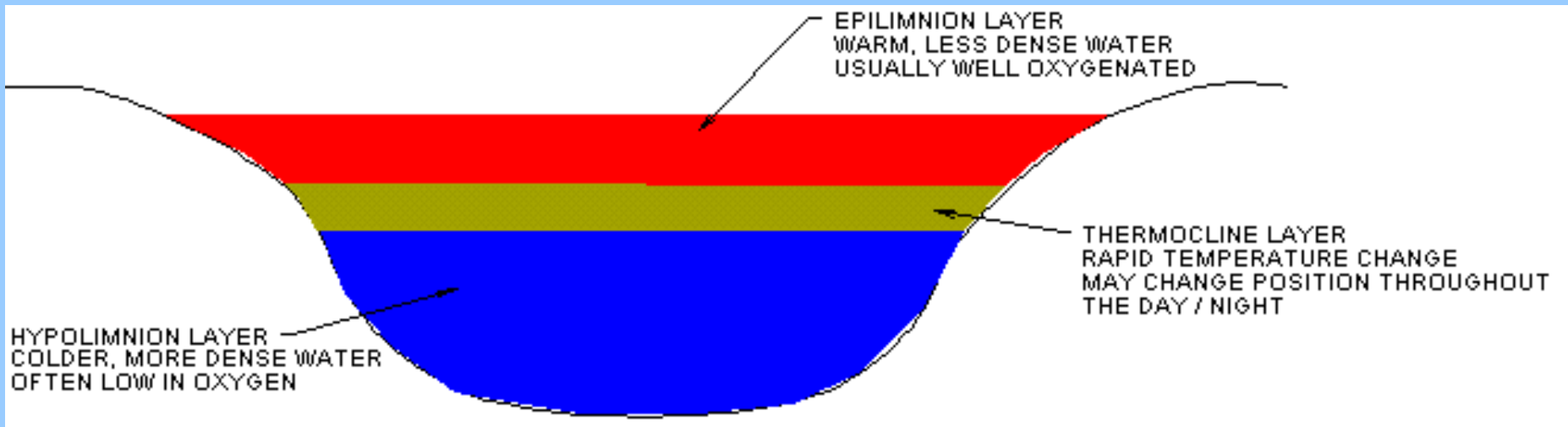
- souvisí s teplotní stratifikací vodního sloupce jezera

epilimnion – svrchní vrstva vodního sloupce prohřátá od slunce a promíchaná vlněním

hypolimnion – spodní studená vrstva (c. 4°C); mimo dosah vlnění ⇒ **anoxie**

termoklína – hranice oddělující epilimnion a hypolimnion, její poloha závisí na bázi vlnění

Teplotní vrstevnatost je stálá díky hustotním rozdílům obou vrstev.



▪ ZMĚNY HLOUBKY

Neprůtočná jezera jsou velmi citlivá na změny klimatu.

snížení přísunu vody (srážky, přítok) + zvýšení evaporace ⇒ pokles hladiny

zvýšení přísunu vody ⇒ vzestup hladiny

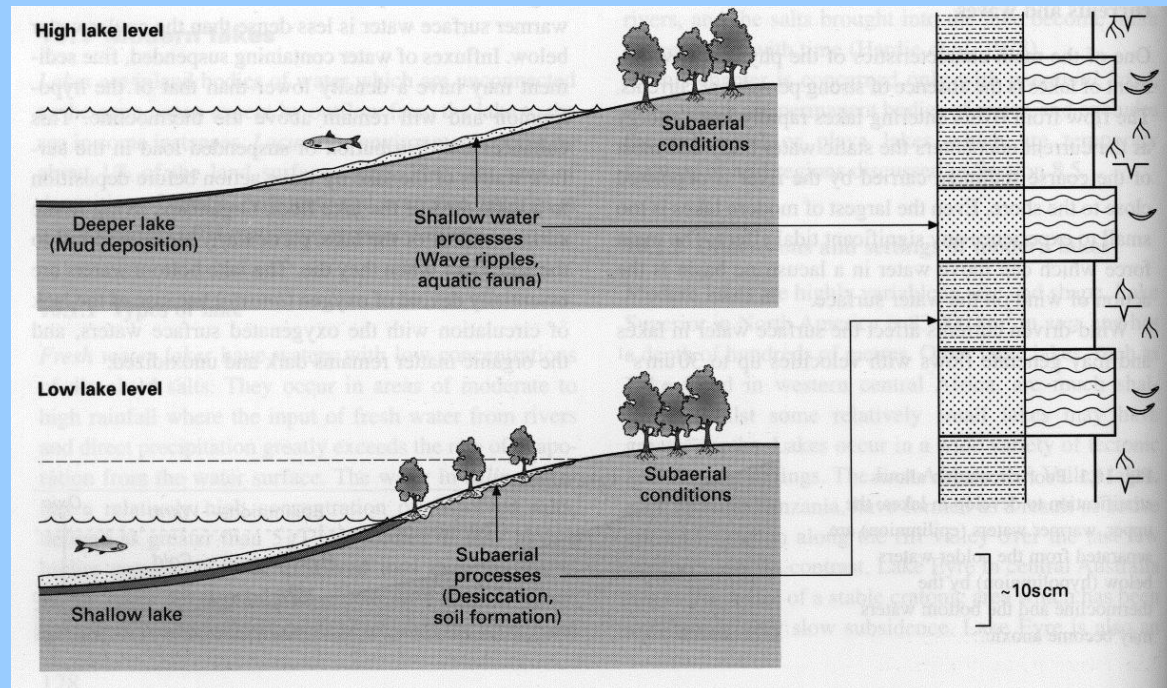
Průtočná jezera reagují na změny v dotaci vodou snížením/zvýšením odtoku.

Další příčiny změn hloubky:

- subsidence
- agradace sedimentu (platí jen pro průtočná jezera)

PROJEVY ZMĚN HLOUBKY V SEDIMENTÁRNÍM ZÁZNAMU

- střídání jezerních sedimentů s polohami půd nebo horizonty s bahenními prasklinami
- střídání poloh s vlnovými čeřinami a bez vlnových čeřin



▪ STABILITA A ČASOVÉ ZMĚNY JEZER

Aralské jezero (1957 – 2017)





**jezerní systém dolního
povodí řeky Piury**

Časové změny jezerního systému dolního povodí řeky Piury



PIURA

avulsion points

R. Piura Viejo

SECHURA

Laguna Napique

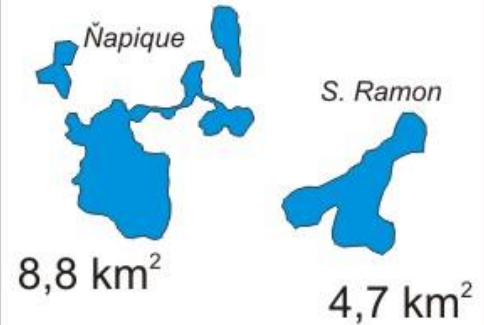
Laguna S. Ramon

Laguna La Niña

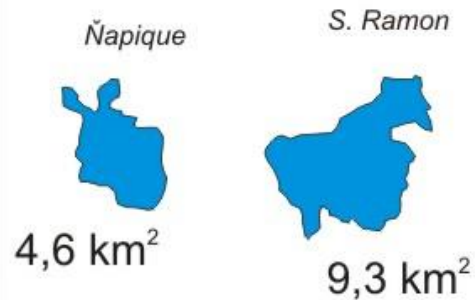
1973



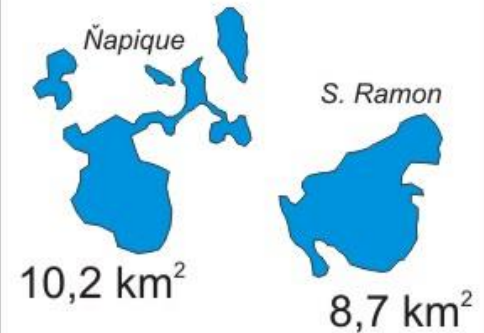
1984



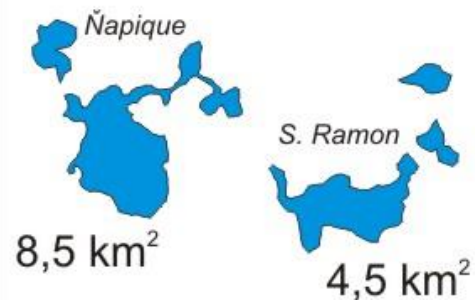
1985



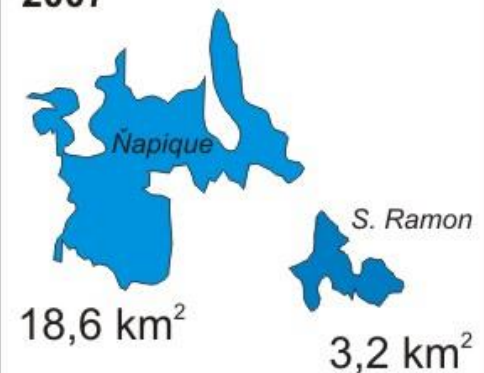
1990



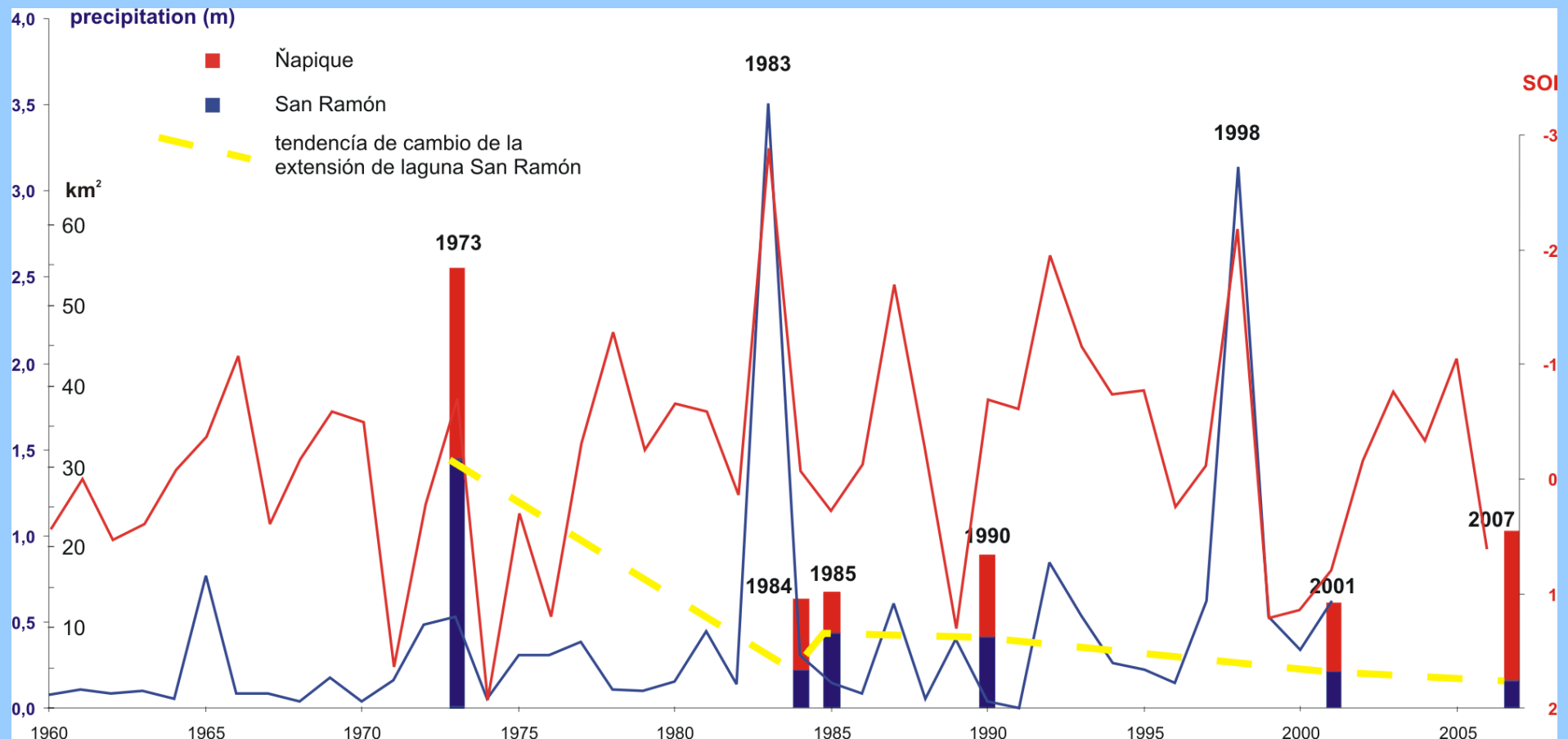
2001



2007



Srovnání srážek a indexu jižní oscilace (SOI) s plošným rozsahem lagun Ľapique a San Ramón



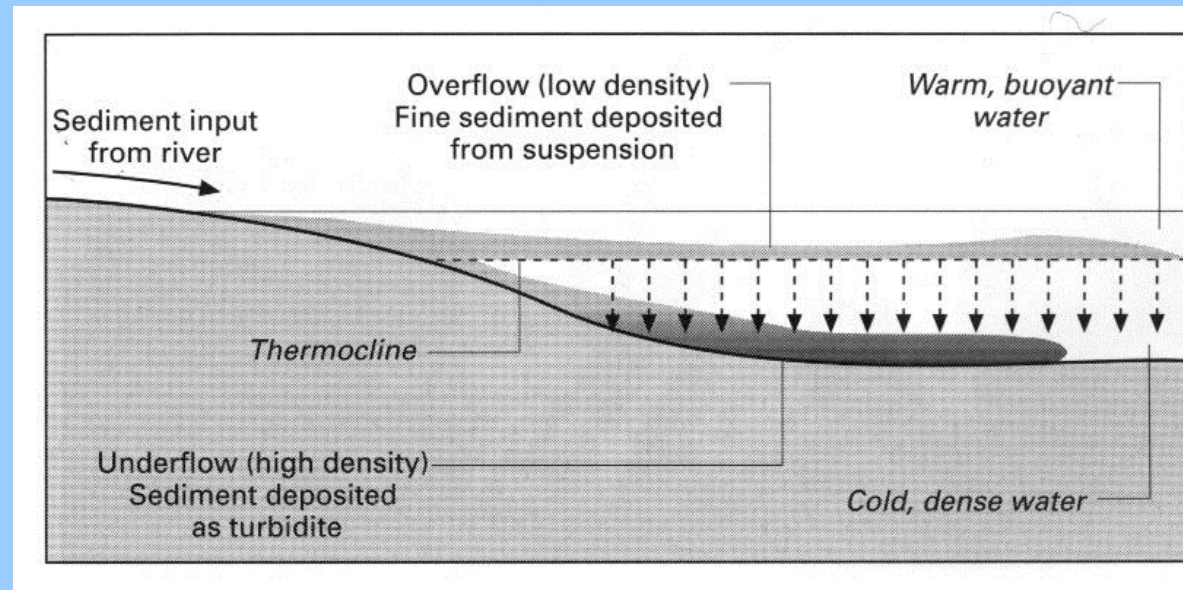
SEDIMENTACE V JEZERECH

- je kontrolována hloubkou, přínosem sedimentu a chemickým složením vody.

TRANSPORT MATERIÁLU V JEZERECH

Transport v suspenzi

- oblač suspenze se šíří nad termoklínou a transportované částice z něho postupně vypadávají
- prachové částice vypadávají blízko ústí, jílové jsou distribuovány vlněním na velké vzdálenosti



Transport hustotními proudy

Hustotní proudy bývají generovány seismickými otřesy, bouřkovým vlněním, přívalovými dešti.

- **úlomkotoky** a **bahnotoky** se vyskytují v okrajových částech s vysokým gradientem
- **turbiditní proudy** transportují hrubší materiál dále do jezera

JEZERNÍ SEDIMENTY

▪ PŘÍBŘEŽNÍ FACIE

Hrubozrnný materiál se ukládá v ústí řek v podobě delt.

Mimo říční ústí záleží složení sedimentu na energii vln a proudů generovaných větrem.

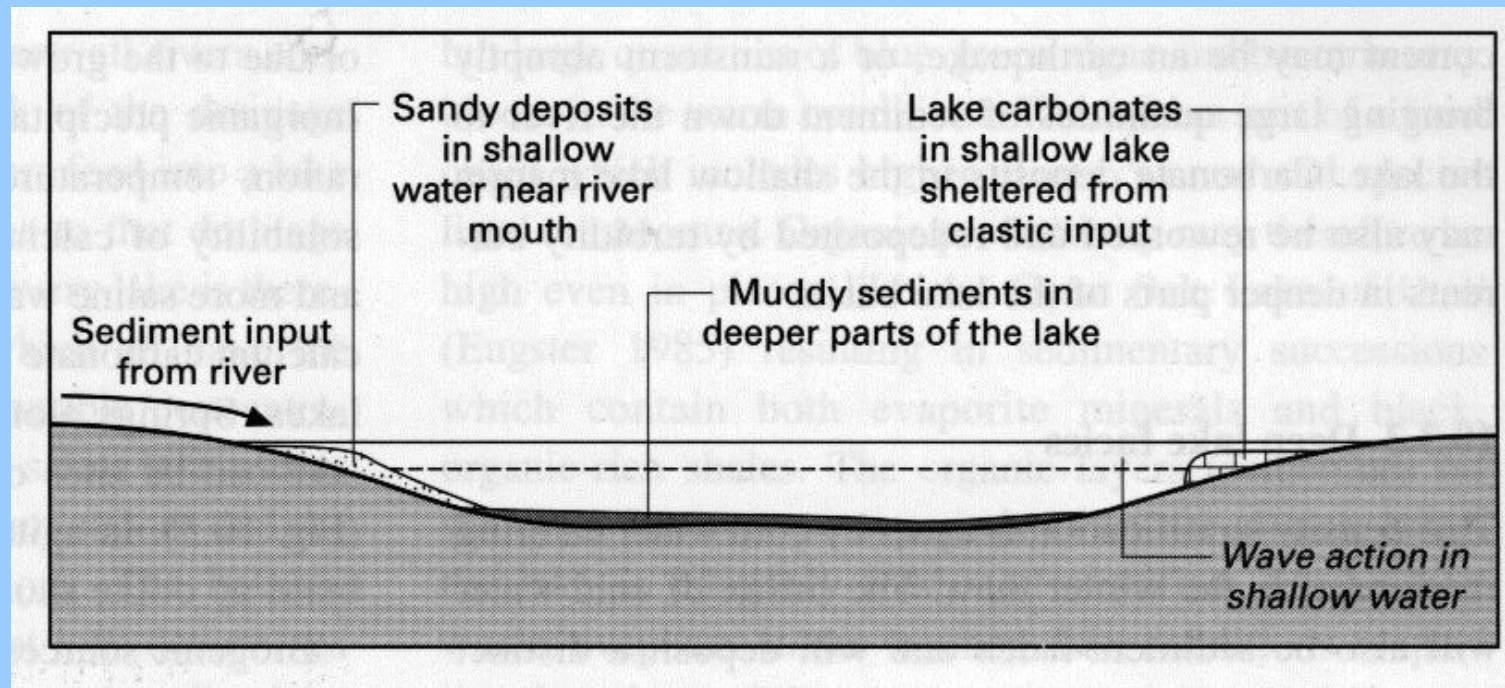
malá energie – jemnější materiál v příbřežních oblastech

velká energie – vznik písečných pláží

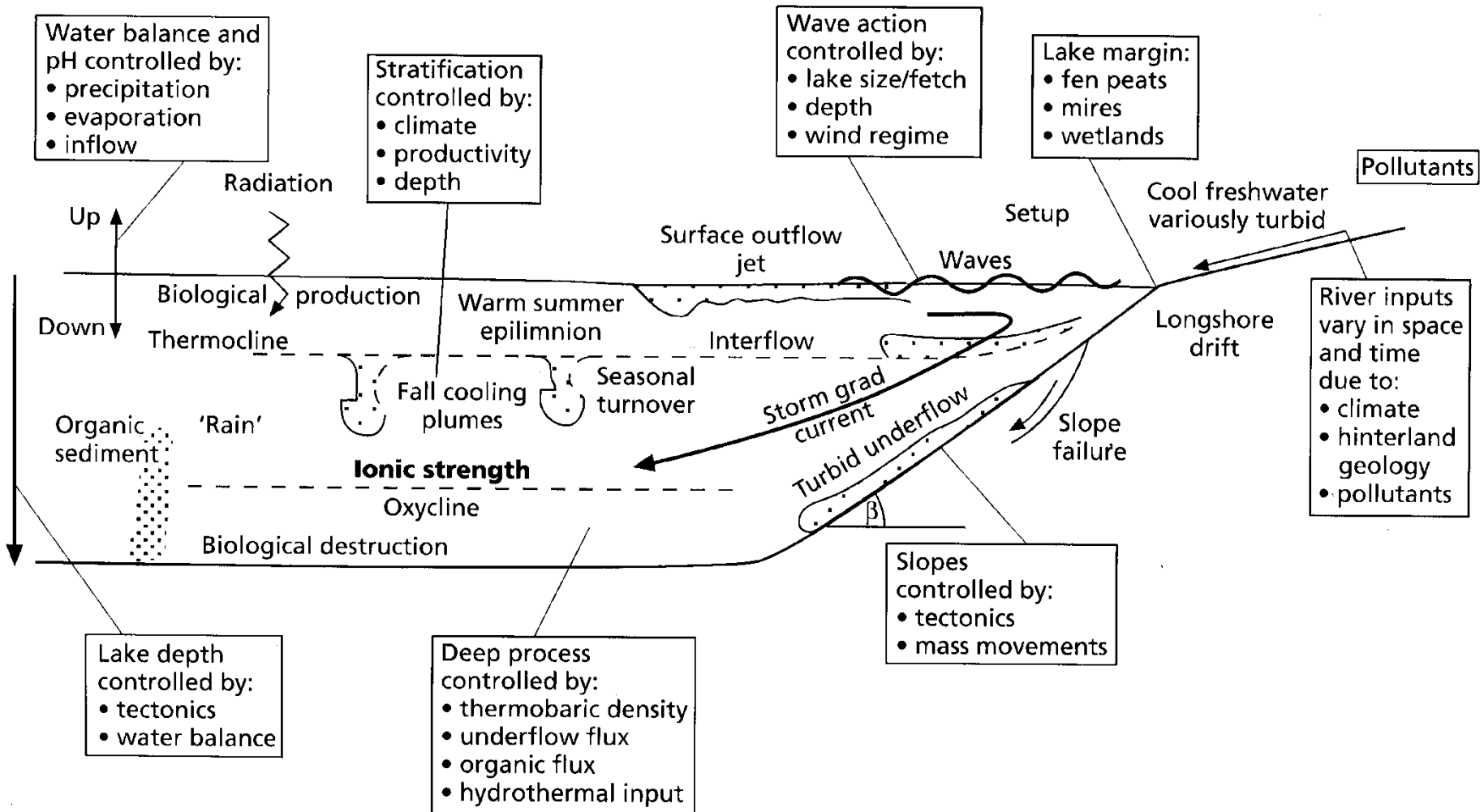
▪ HLUBOKOVODNÍ FACIE

Nejjemnější materiál (jílová frakce) s dobře vyvinutou laminací

varvity



PŘEHLED SEDIMENTÁRNÍCH PROCESŮ



▪ **KARBONÁTY**

Vznikají ve sladkovodních jezerech nebo jejich částech s omezeným přínosem klastického materiálu.

Vznik anorganickým srážením nebo produkcí organismů.

SRÁŽENÍ

- **evaporace**
- **teplotní změny** vody redukující rozpustnost CaCO_3
- **míšení** sladké a slané vody (**tufa** – vznik na kontaktu slané vody s mineralizovanými sladkými prameny)

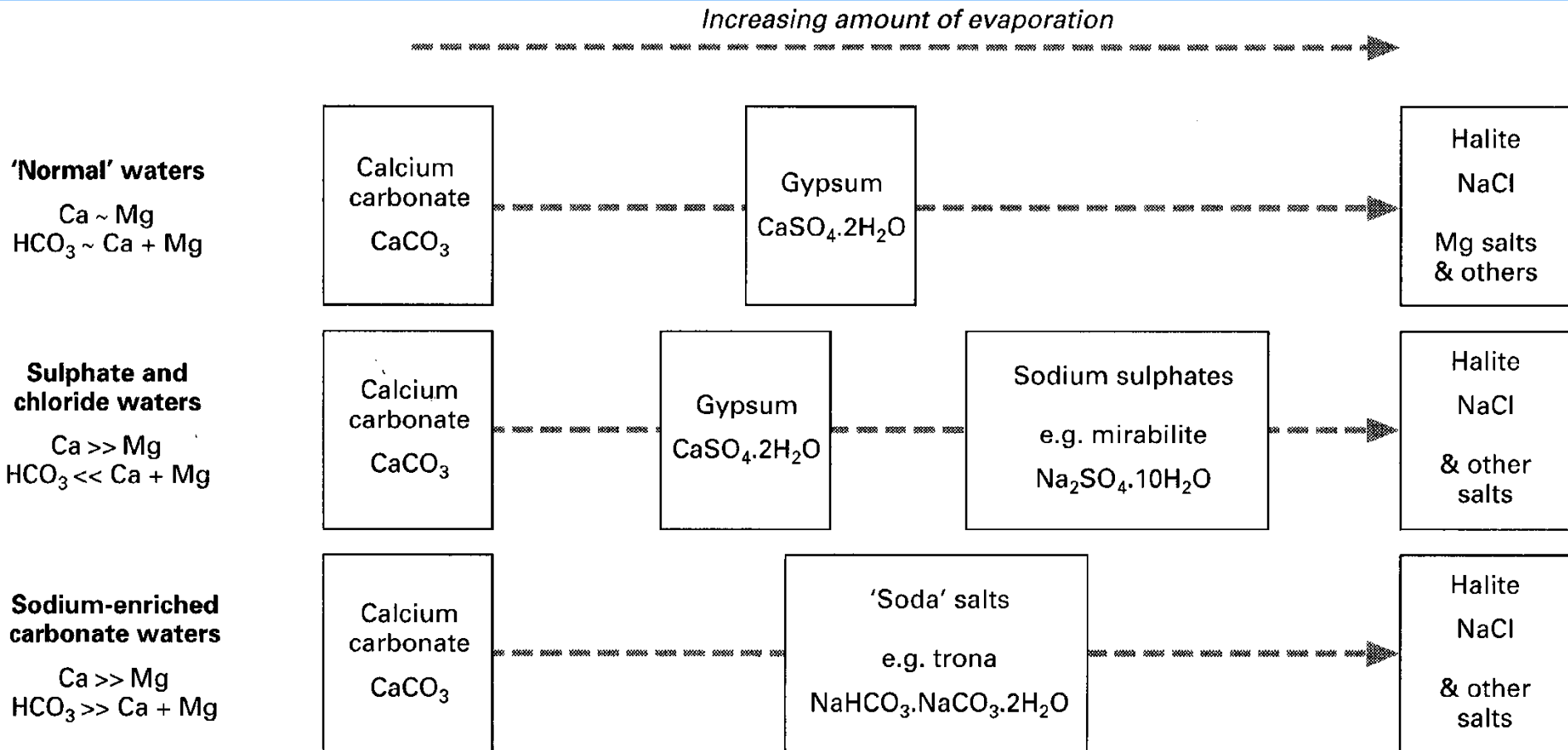
ORGANICKÁ PRODUKCE

- akumulace **bioklastů** (plži, mlži, řasy); rozpad Ca řas – hlavní zdroj karbonátového bahna
- **ooidy** – oolitické mělčiny
- **stromatolity**

Redistribuce karbonátového materiálu do větších hloubek.

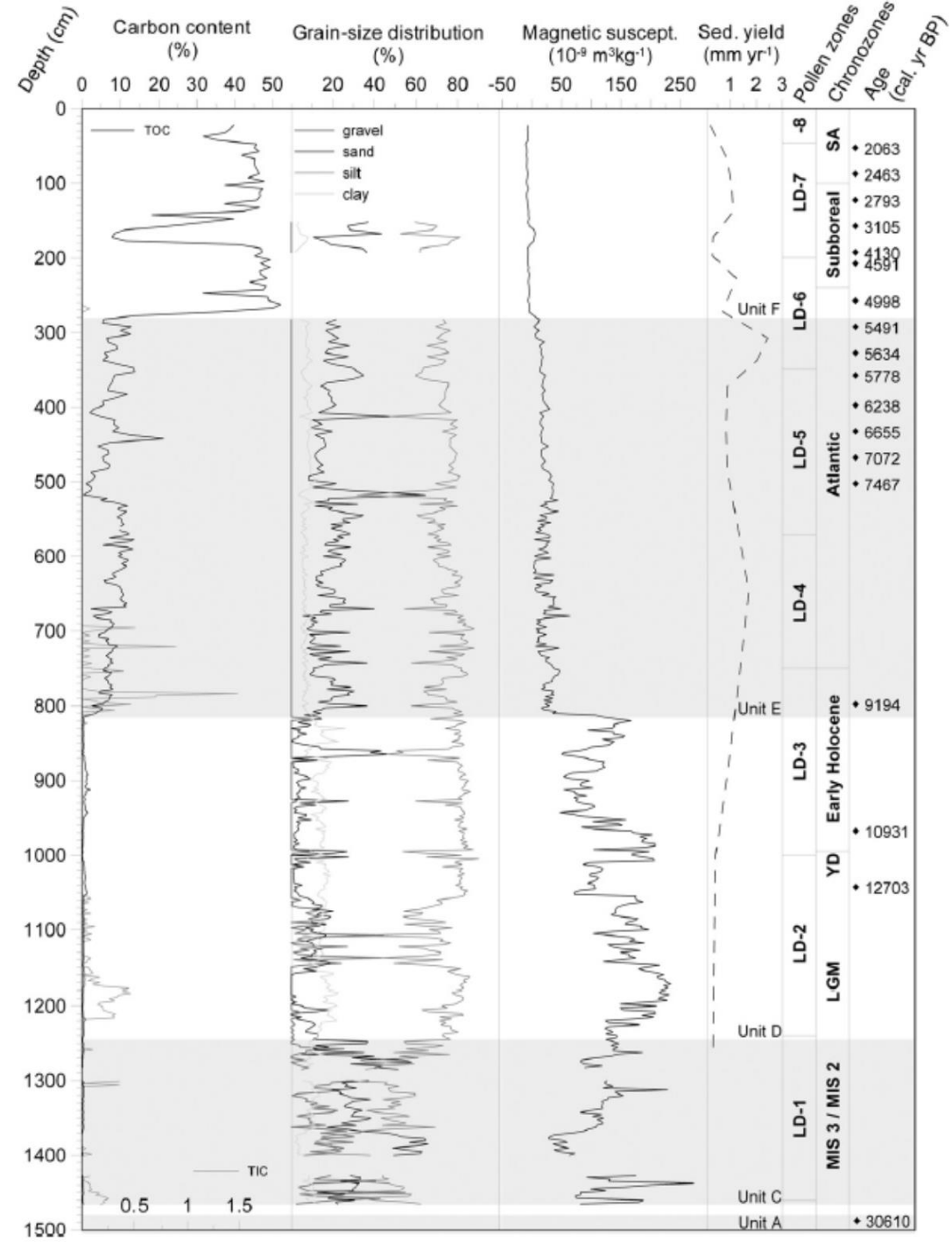
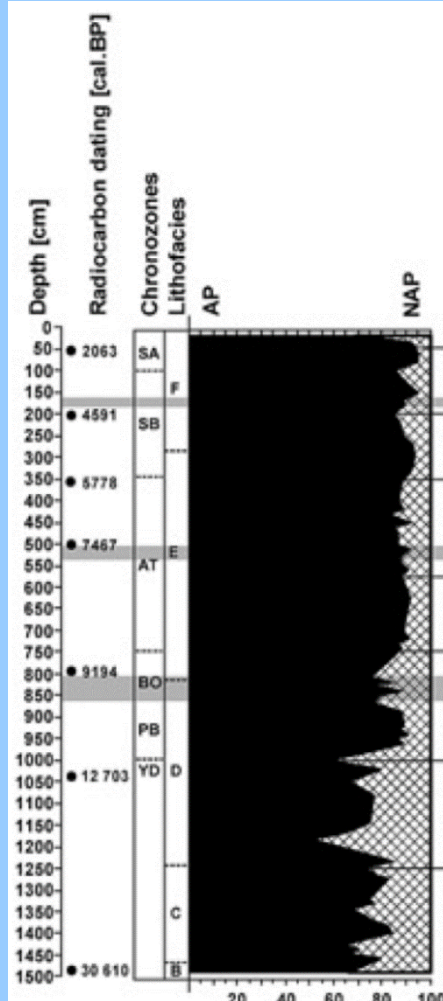
SLANÁ JEZERA

- vznikají v tropických a subtropických oblastech s nízkými srážkami
- jsou hydrologicky uzavřena
- složení vody závisí na složení vody přitékající řekami – sůl pochází z hornin ve zdrojové oblasti
⇒ **různá jezera mají různá složení** (moře – stejná složení, ale různé koncentrace)

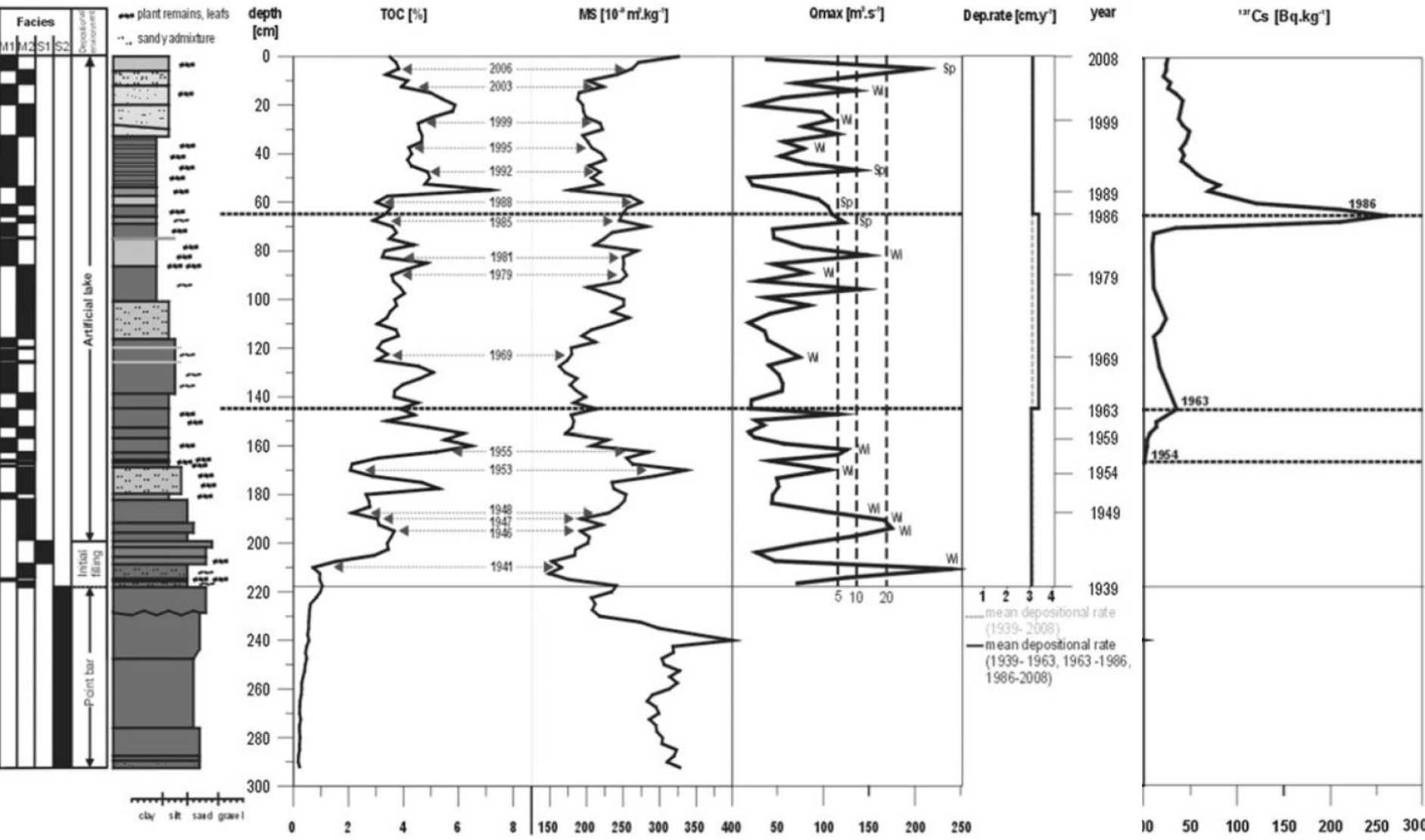


Jezerní sedimenty

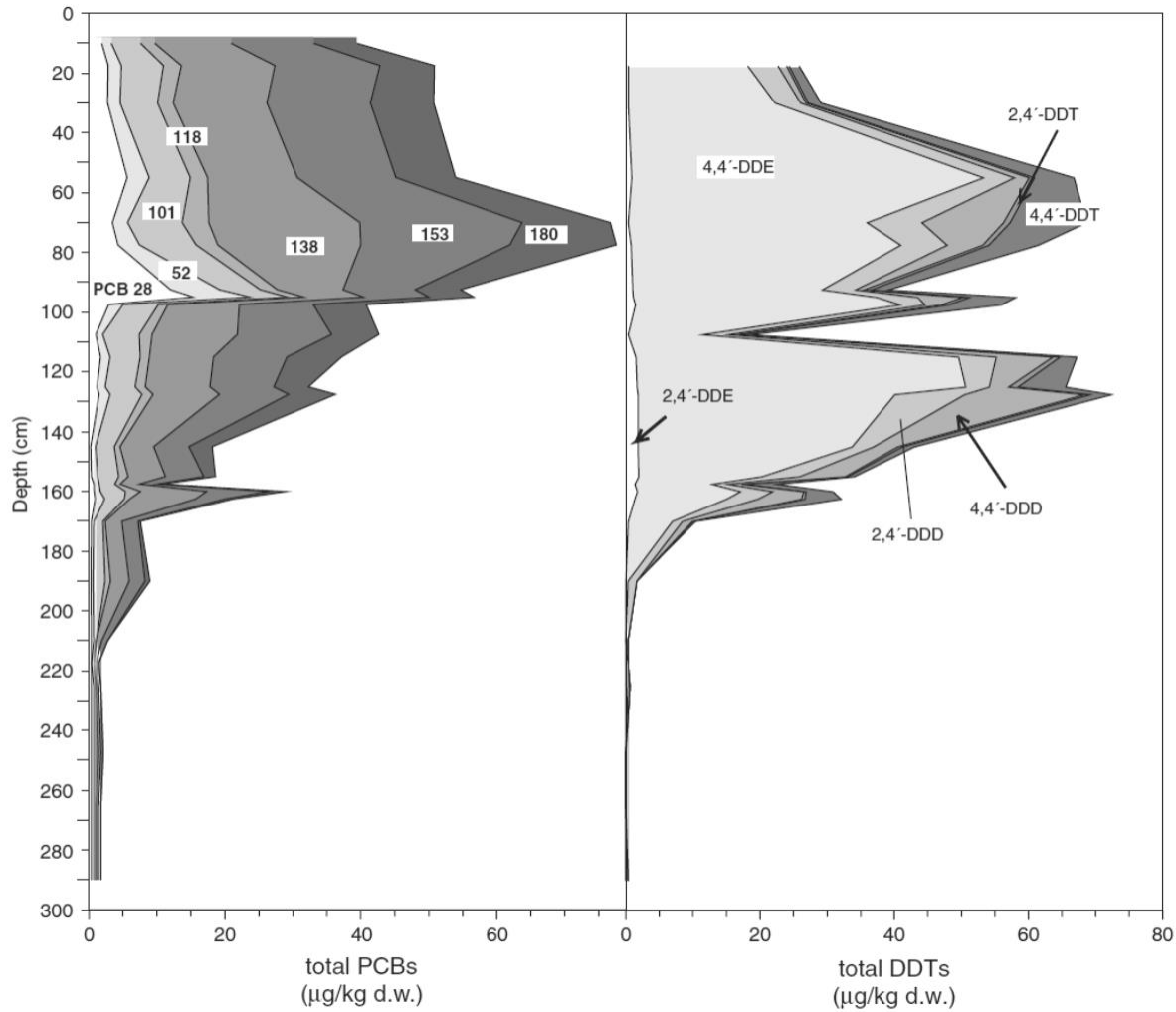
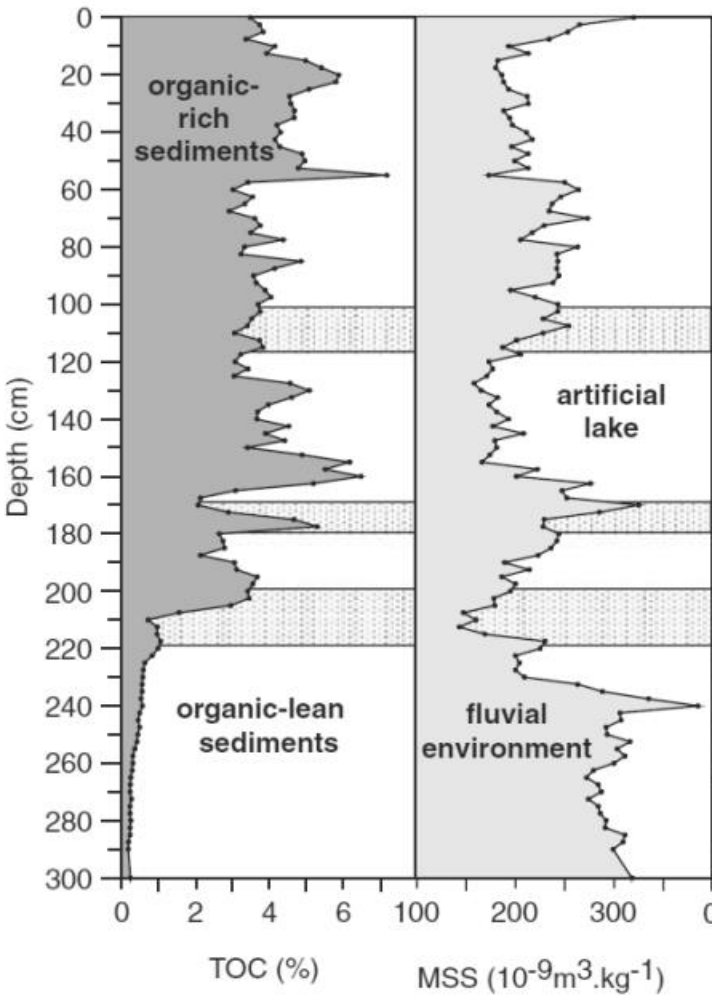
zrnitost, magnetická susceptibilita, organický uhlík, rychlost sedimentace, palynologie – přínos materiálu z povodí, klimatická podmíněnost, paleoprostředí



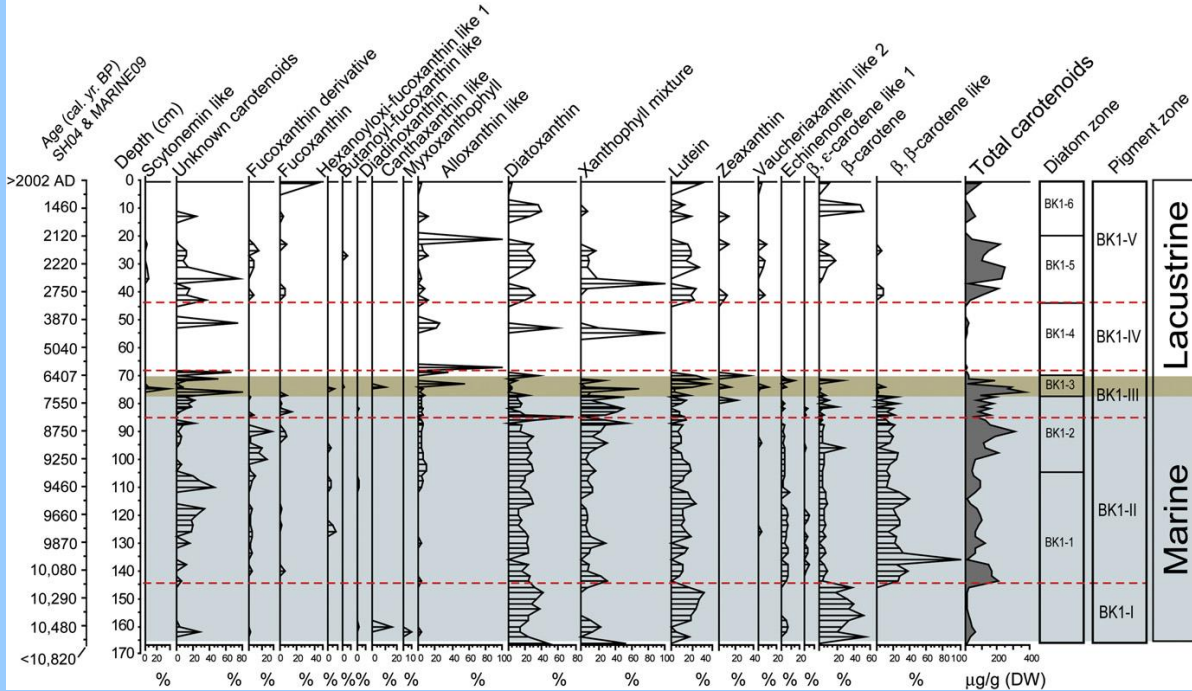
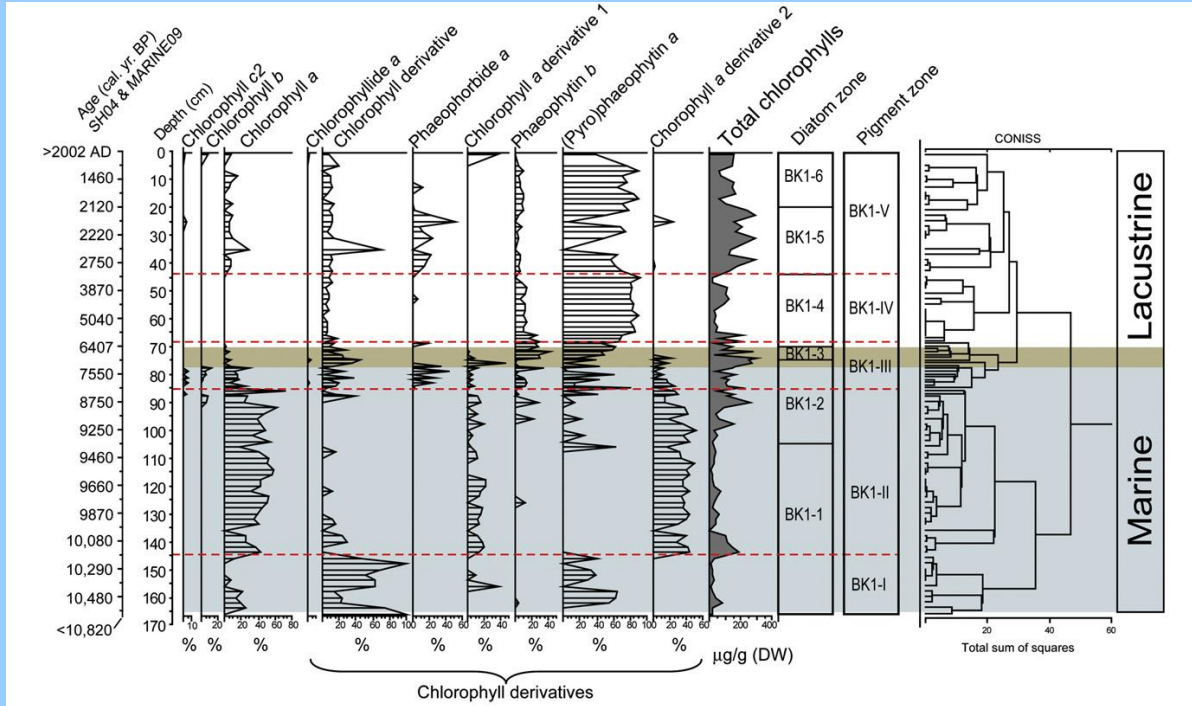
Jezerní sedimenty – organický C, MS, rychlost sedimentace, chronologie na základě ¹³⁷Cs a korelace s povodněmi



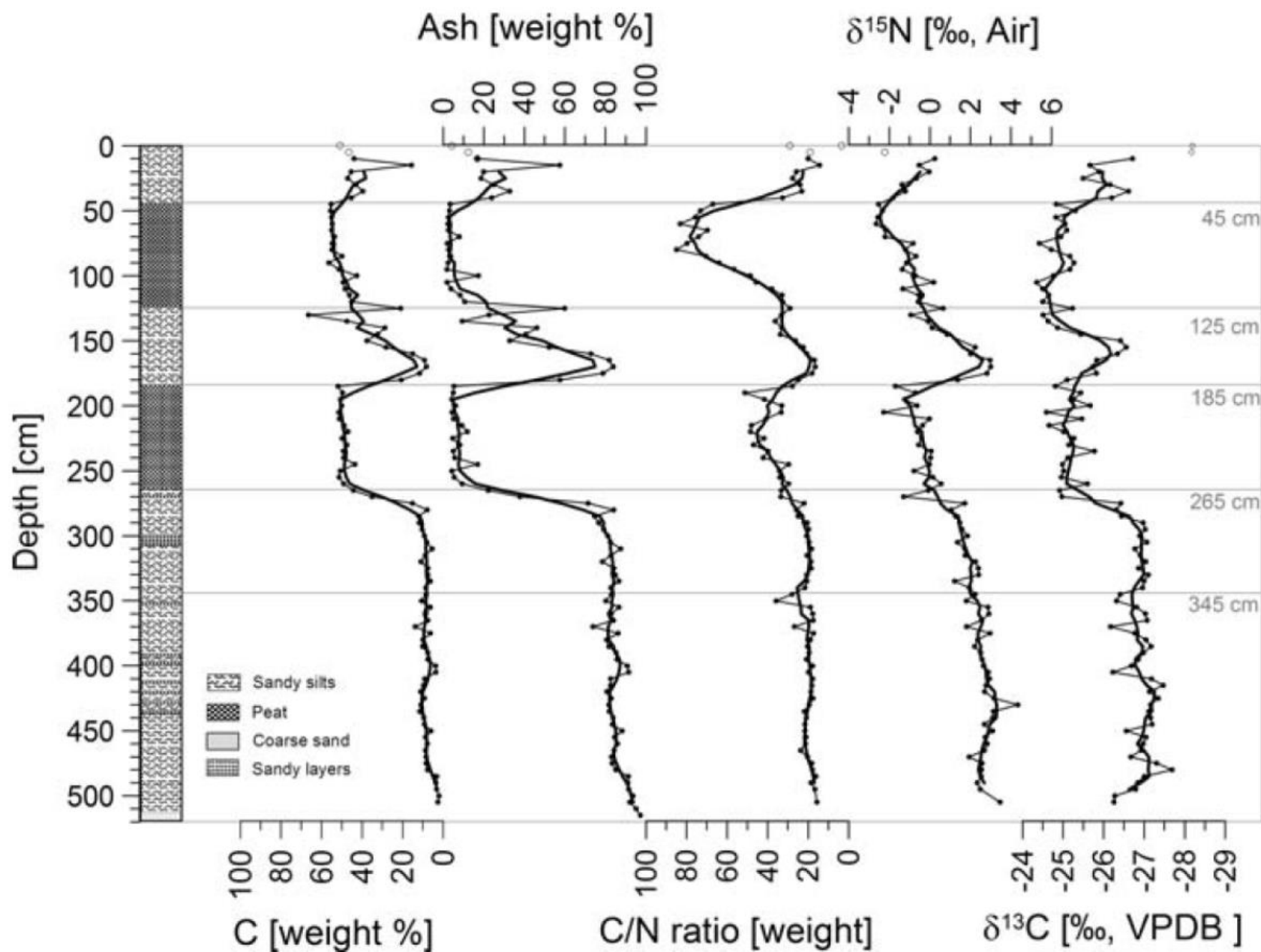
Jezerní sedimenty – organické polutanty (PCBs, HCB, DDTs, PAHs)



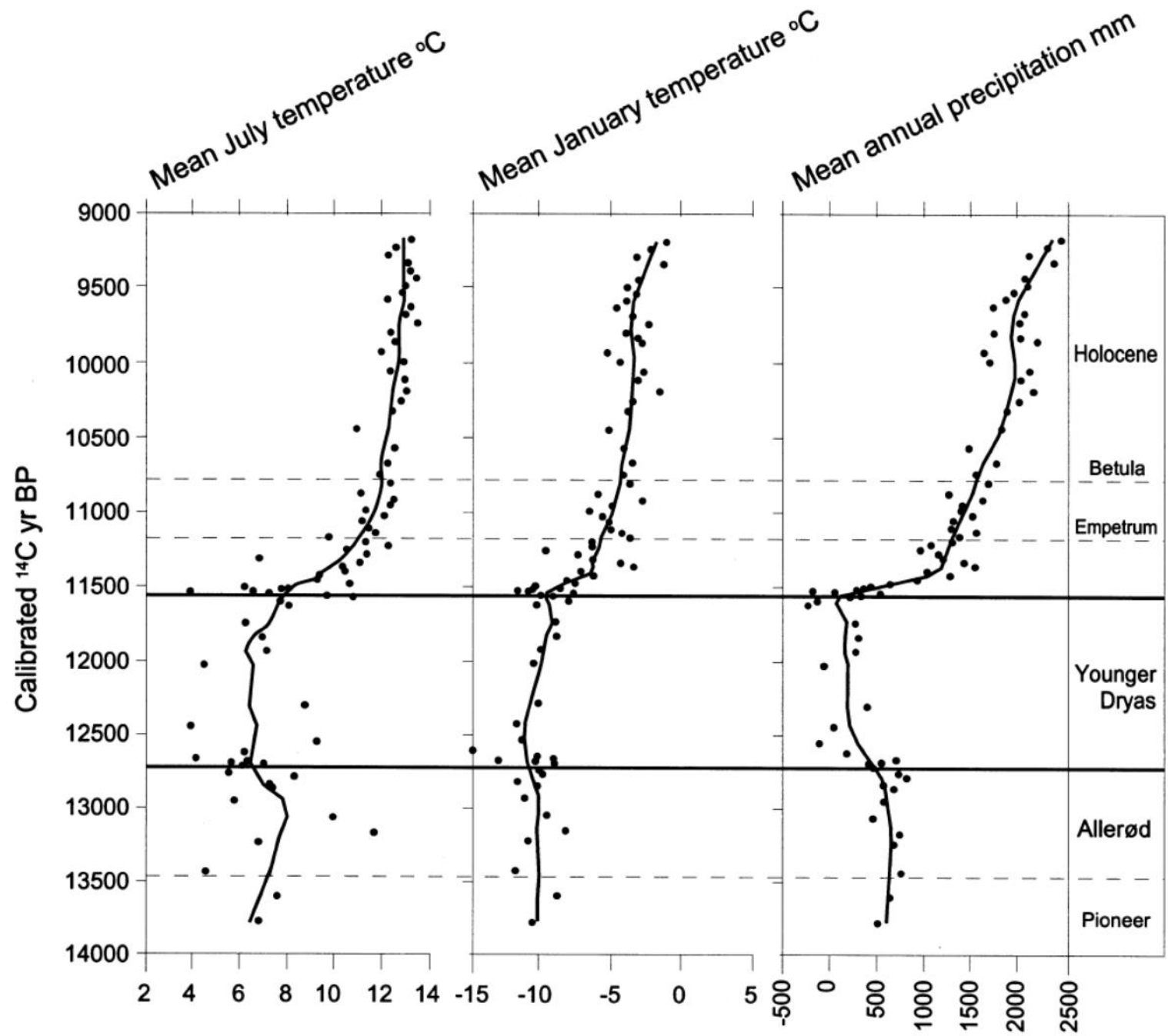
Jezerní sedimenty – pigmenty



Jezerní sedimenty (stabilní izotopy) – $\delta^{13}\text{C}$ změny v trofických podmínkách v povodí, ale i použitelnost pro rekonstrukci klimatu

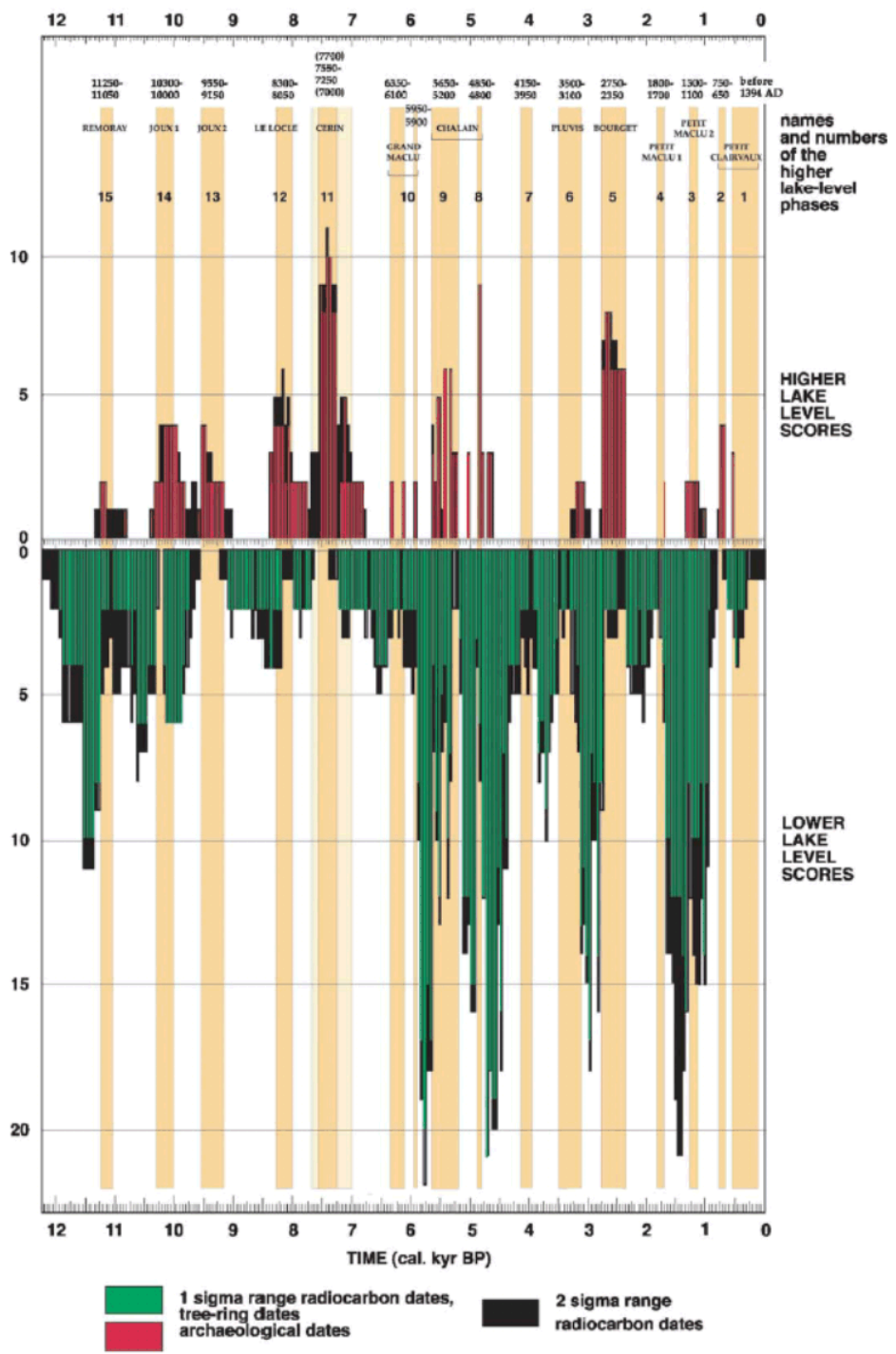
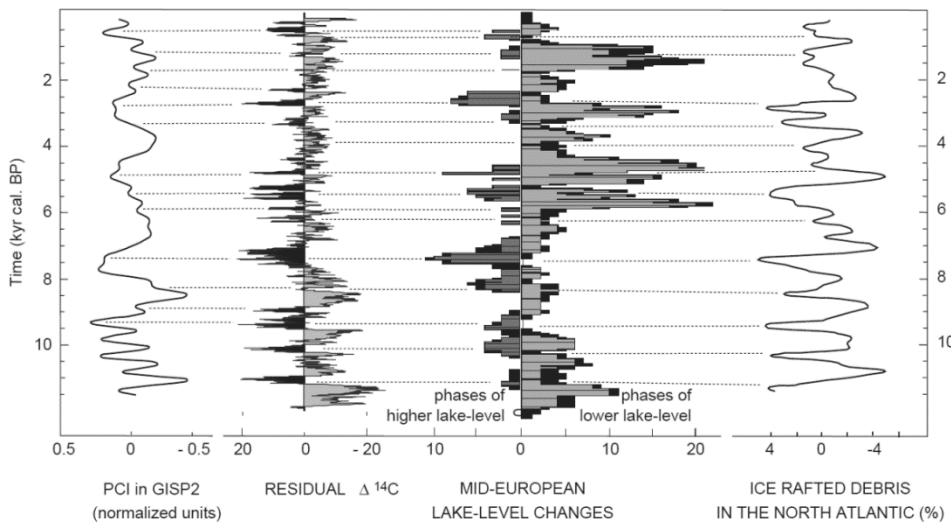


Jezerní sedimenty – rekonstrukce paleoteplot a paleosrážek

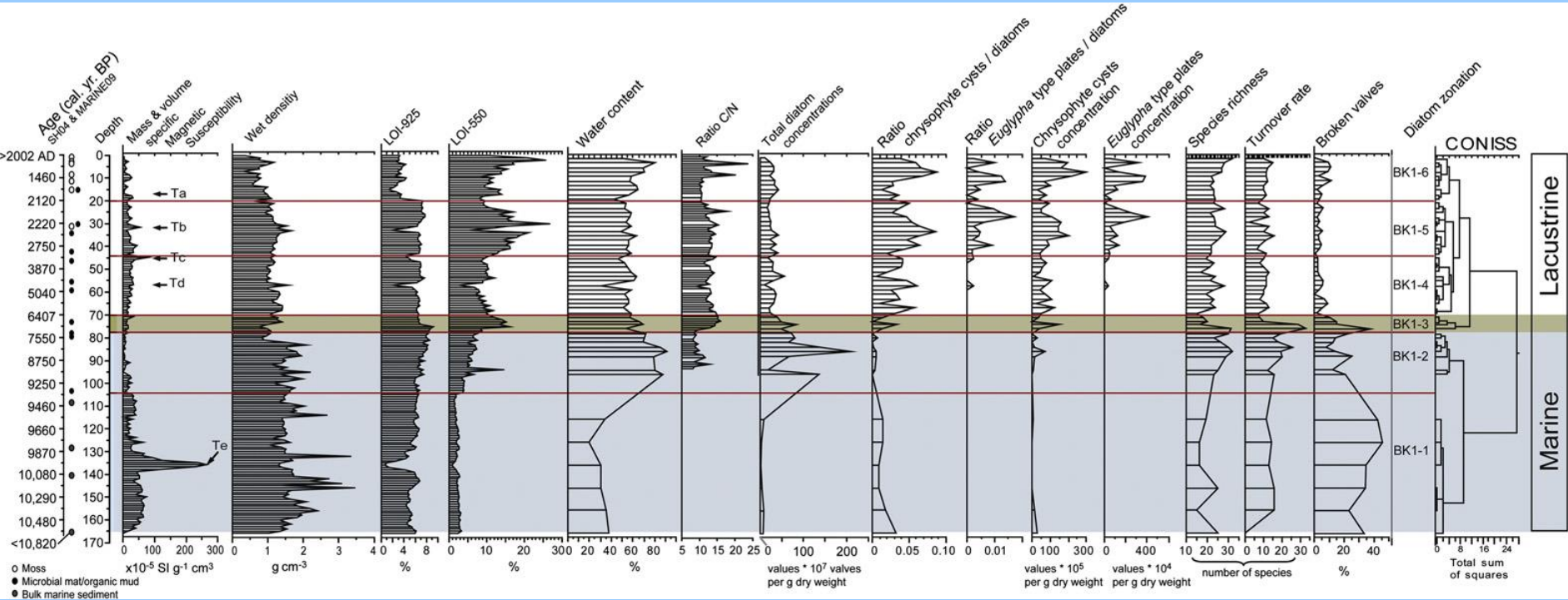


Jezerní sedimenty

kolísání hladiny

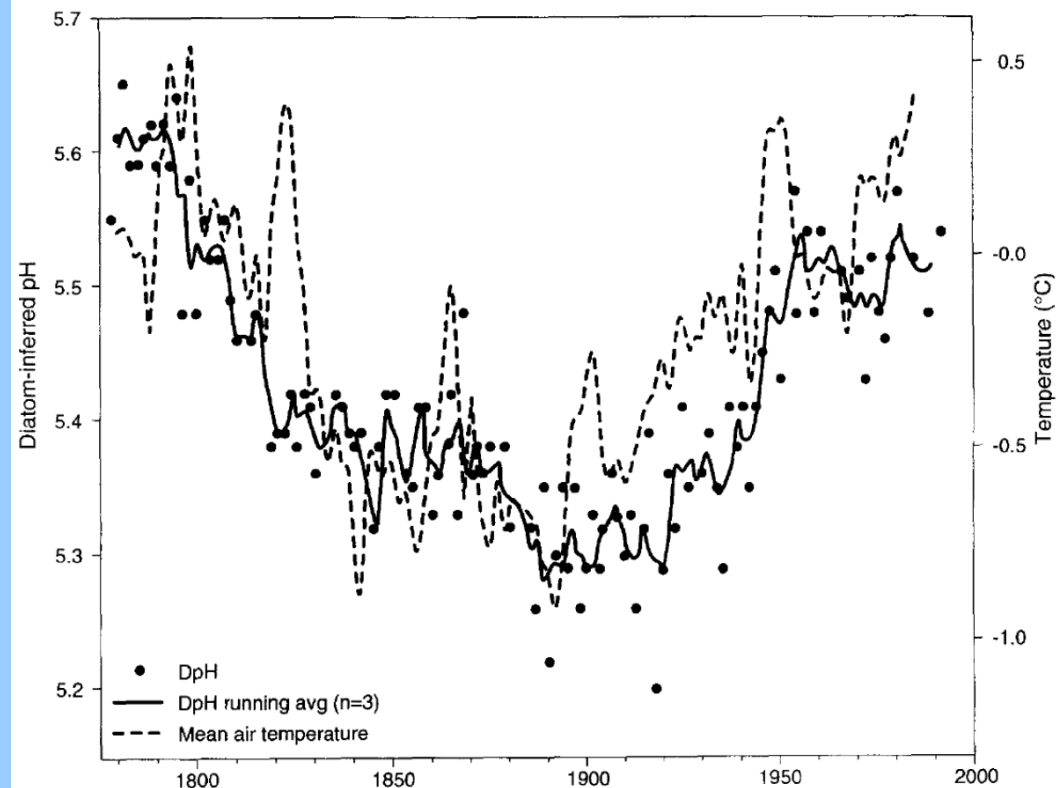
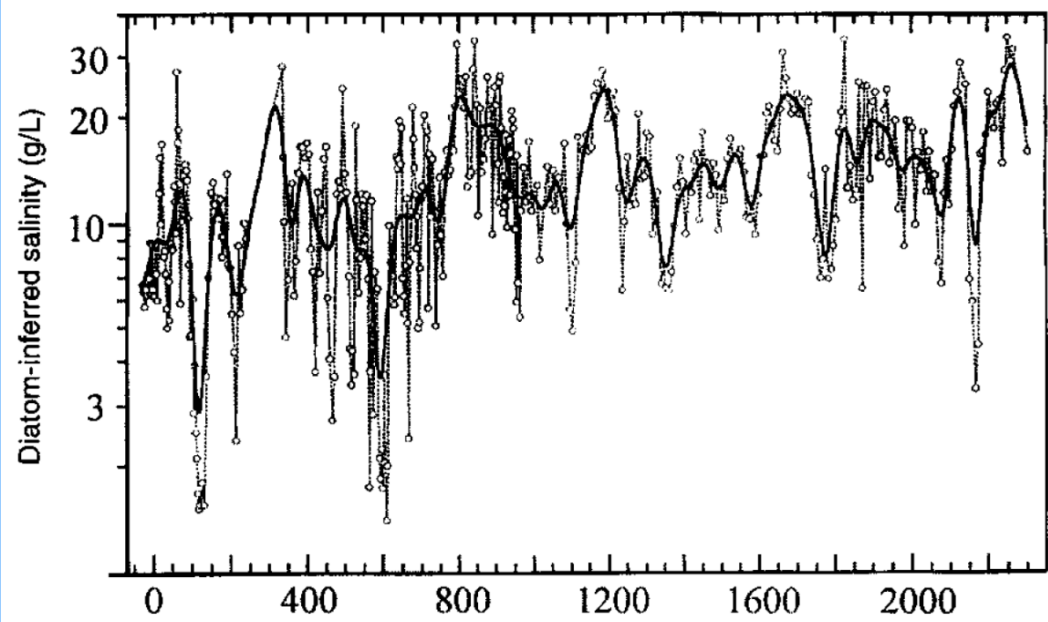


Jezerní sedimenty – biostratigrafie



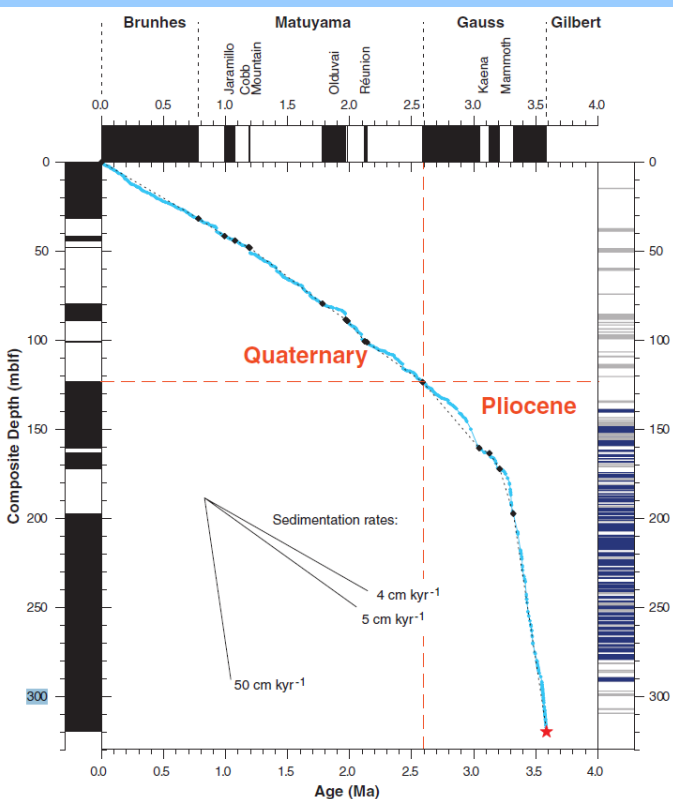
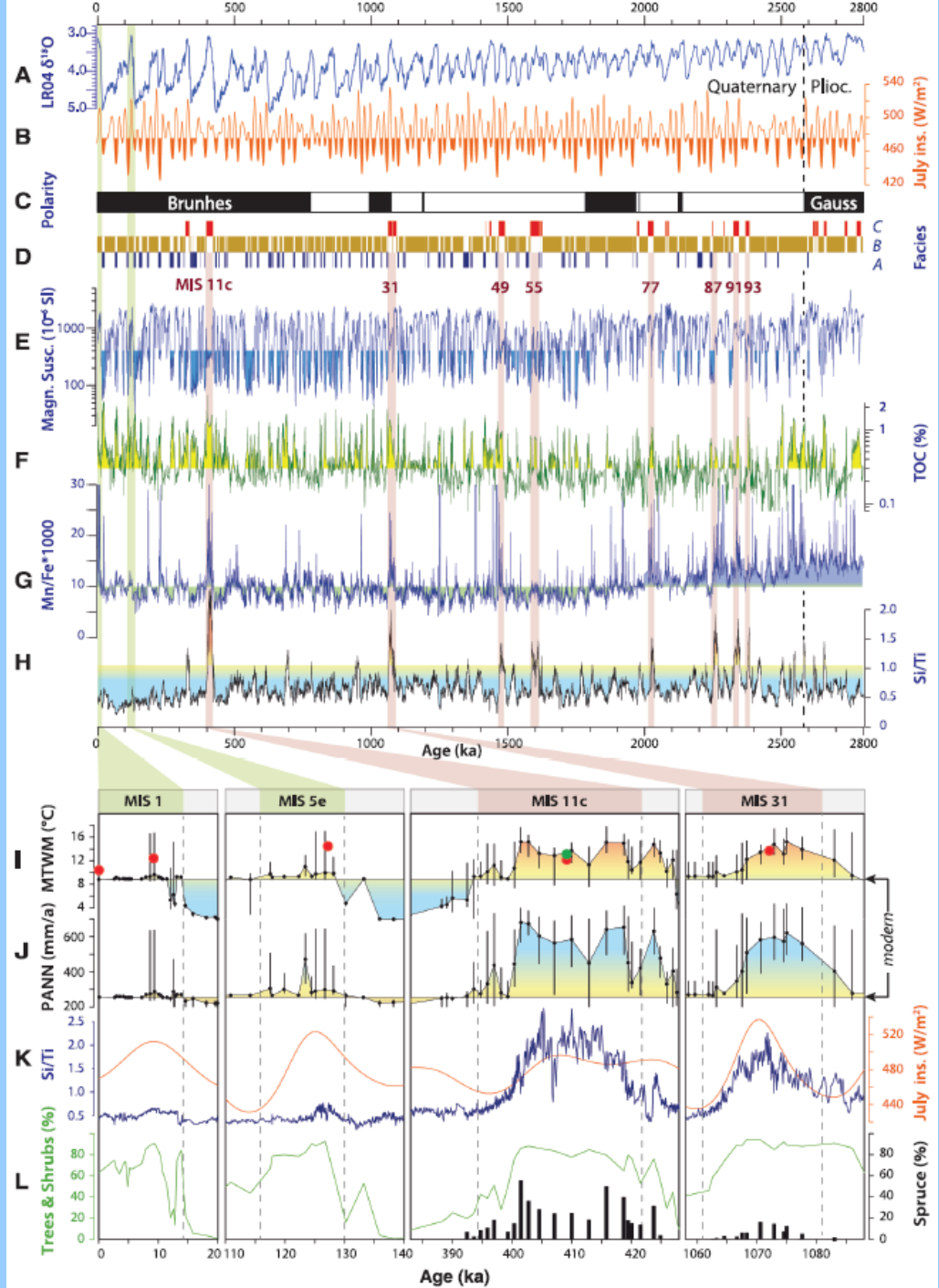
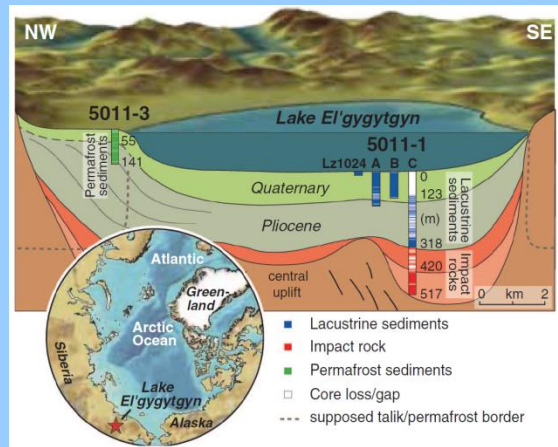
Jezerní sedimenty

rekonstrukce salinity a pH z rozsivek



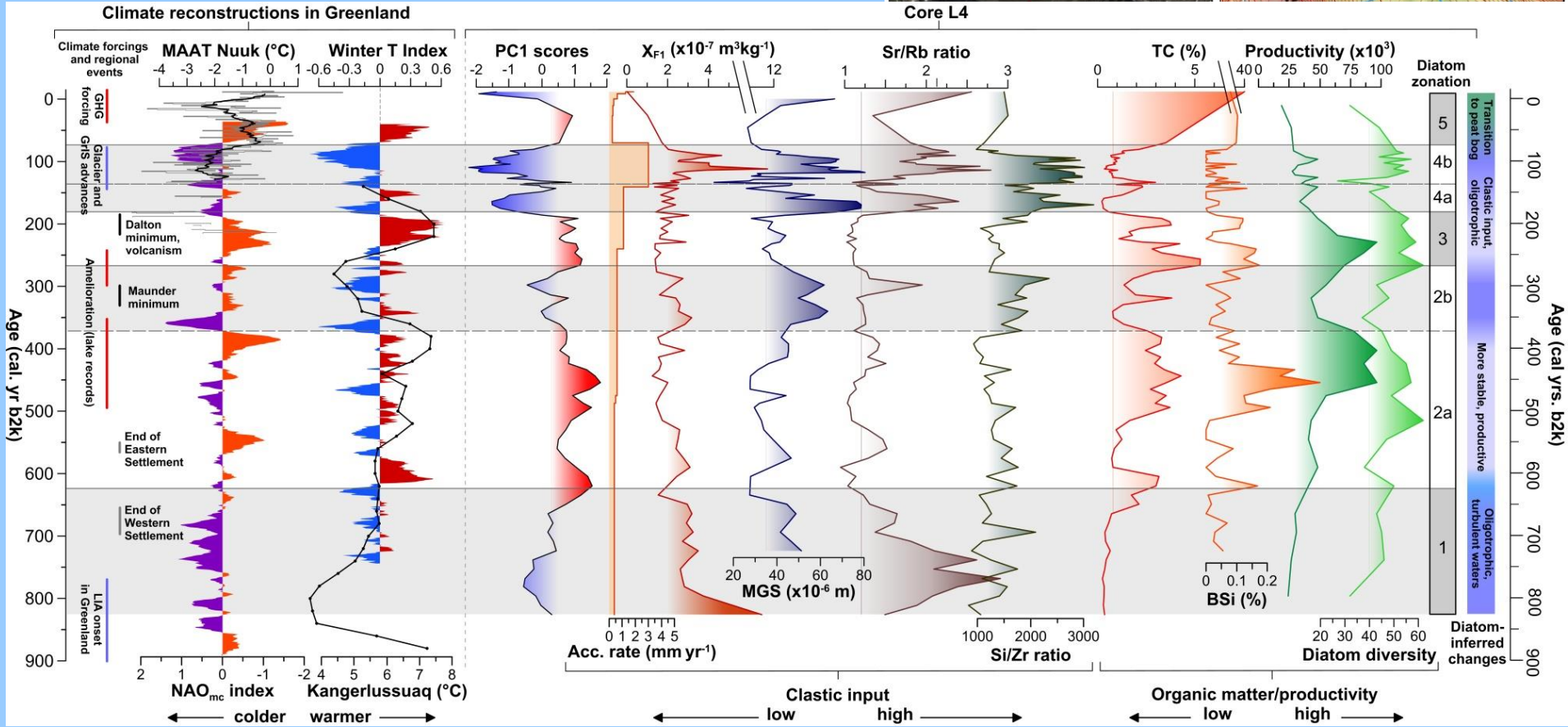
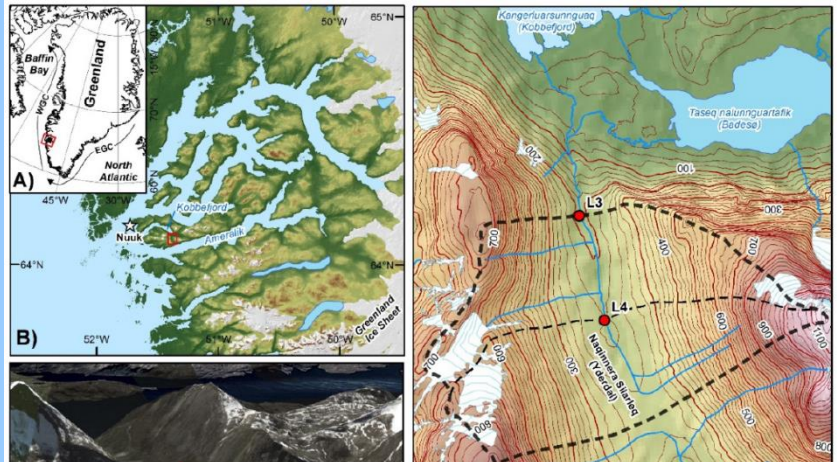
Kvartérní záznamu klimatu a prostředí v jezerních sekvencích

El'gygytgyn



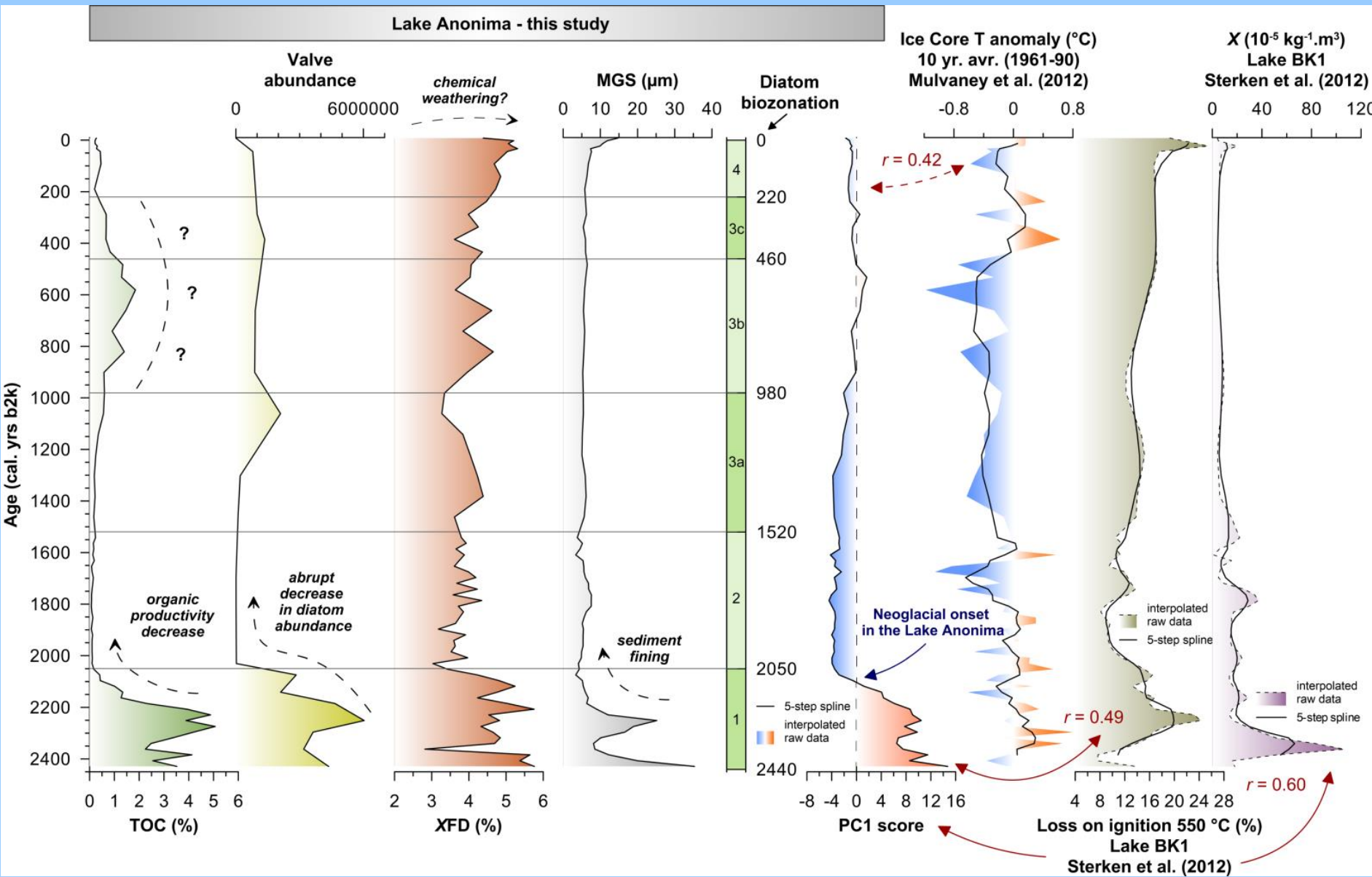
Multi-proxy záznam změn klimatu a prostředí v jezerních sekvencích

Zazemněná jezera v Kobbefjordu, JZ Grónsko



Multi-proxy záznamy pro rekonstrukci regionálních klimatických změn

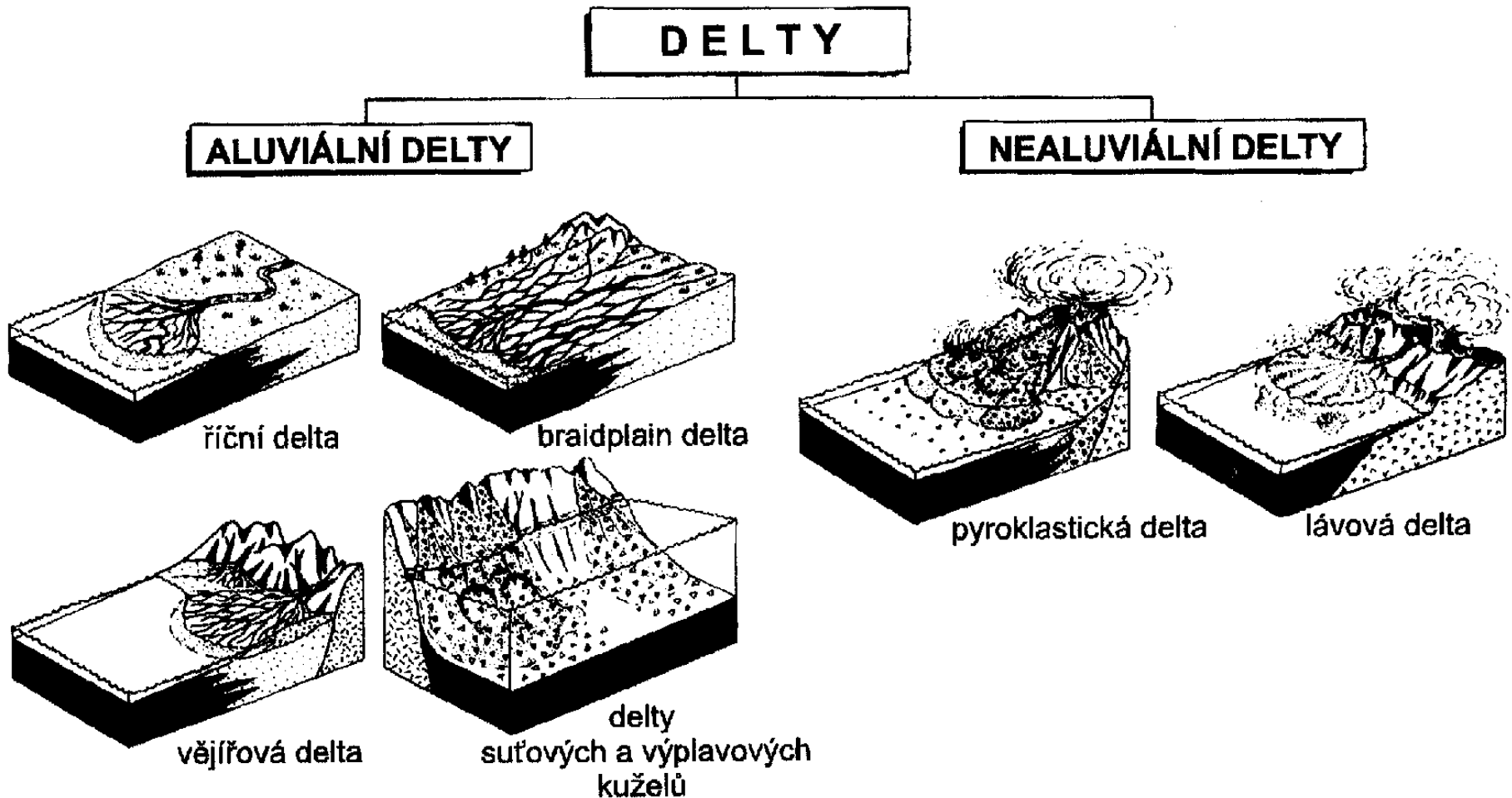
Počátek neoglaciální fáze v oblasti SV části Antarktického poloostrova



DELTY

Delta – typ ústí řeky do moře (jezera, laguny), ve kterém převažuje akumulace nad erozní činností vlnění, dmutí nebo příbřežních proudů.

Nejčastěji se vyskytují v regresních obdobích, tedy především v **glaciálech**.

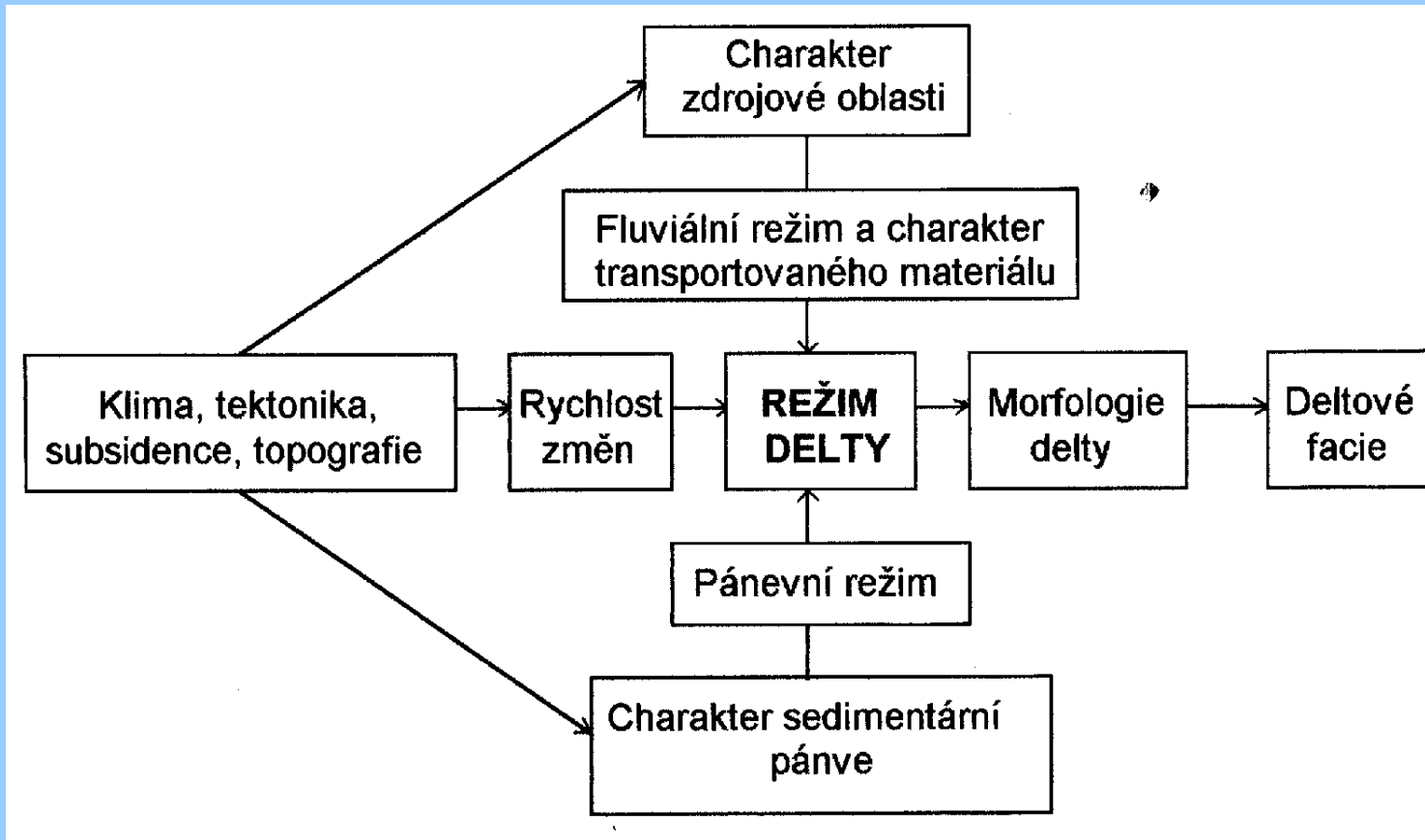


Princip deltové sedimentace

zpomalení transportního proudu v oblasti ústí říčního přínosového systému do vodní nádrže ⇒ pokles kompetence proudu ⇒ vypadávání transportovaného materiálu z proudu

Režim delty soubor procesů a faktorů ovlivňujících:

- způsob distribuce a sedimentace materiálu v oblasti delty
- výslednou geomorfologii delty
- litofaciální složení



DÍLČÍ SEDIMENTÁRNÍ PROSTŘEDÍ

Deltová plošina (delta topset)

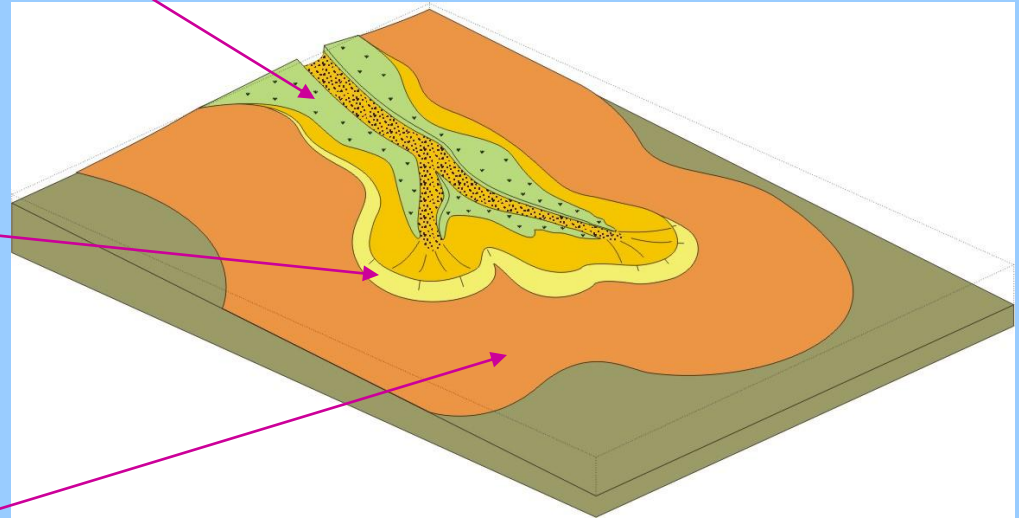
- má charakter přínosového systému
- je modifikována pánevními procesy

Čelo delty (delta foreset)

- oblast hlavní deltové sedimentace
- oblast interakce aluviálních a pánevních procesů

Prodelta (delta bottomset)

- sedimentace nejjemnějšího materiálu
(sedimentace ze suspenze, gravitační proudy)
- plně pod vlivem pánevních procesů

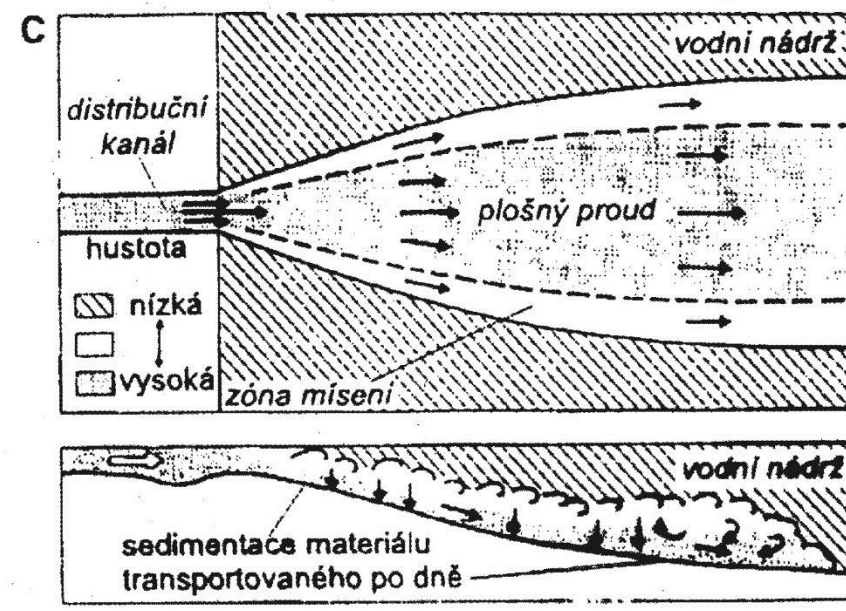
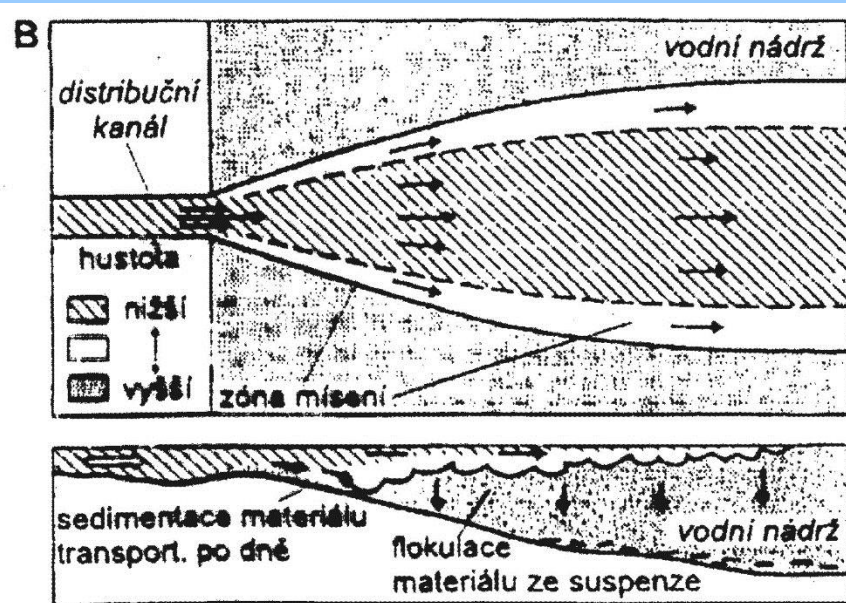
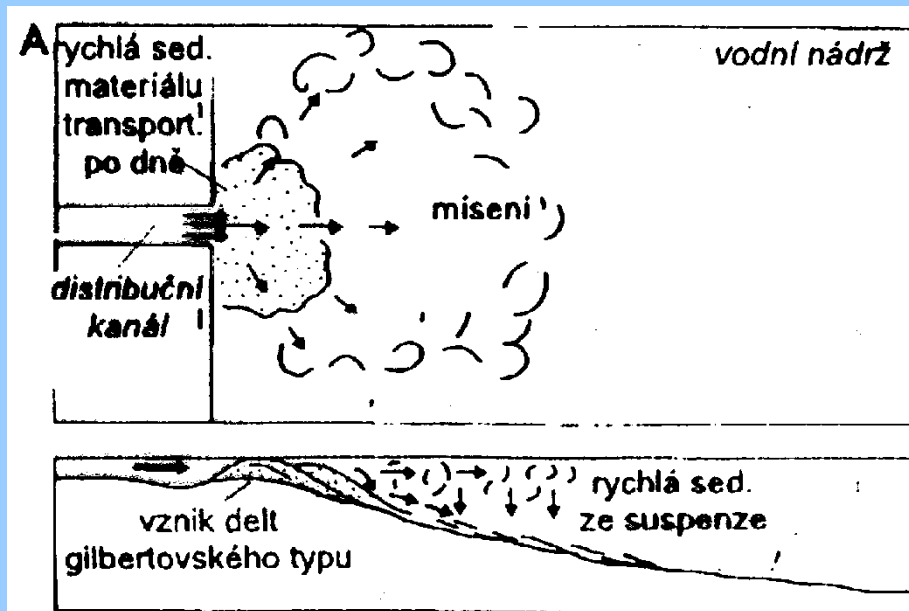


Interakce mezi vodou přínosového systému a vodní nádrže

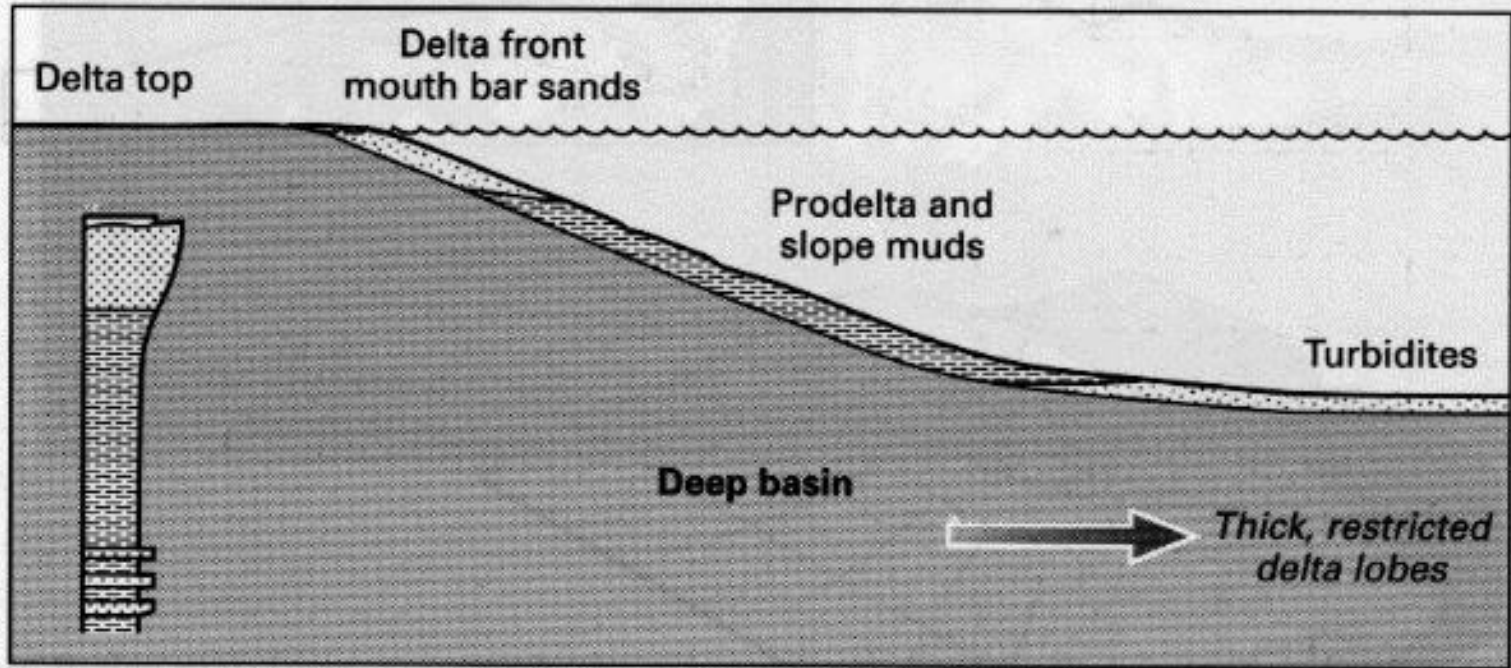
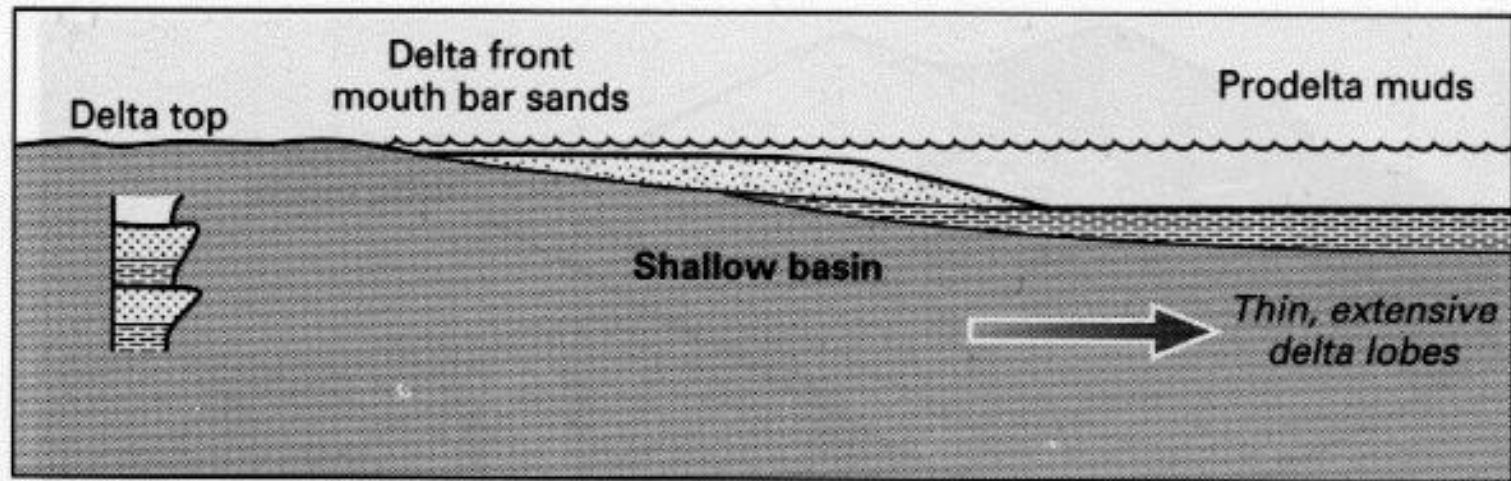
- vliv na rozptýlení a sedimentaci materiálu po vstupu do sedimentární pánve

- závisí na hustotním rozdílu mezi přitékající vodou (ρ_p) a vodou nádrže (ρ_n)

- homopyknický vtok $\rho_p = \rho_n$
- hypopyknický vtok $\rho_p < \rho_n$
- hyperpyknický vtok $\rho_p > \rho_n$



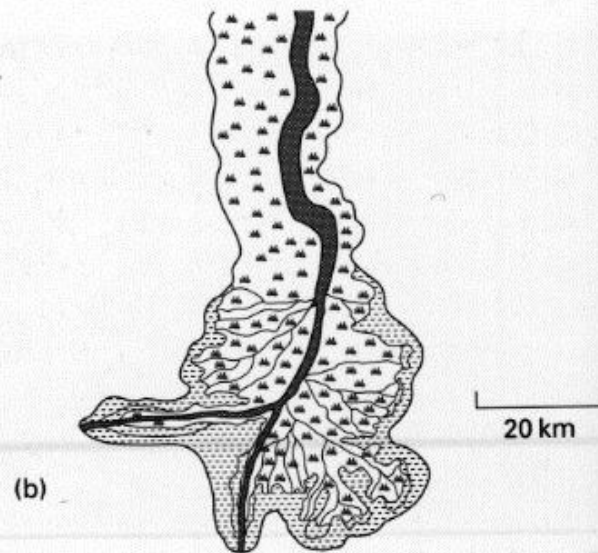
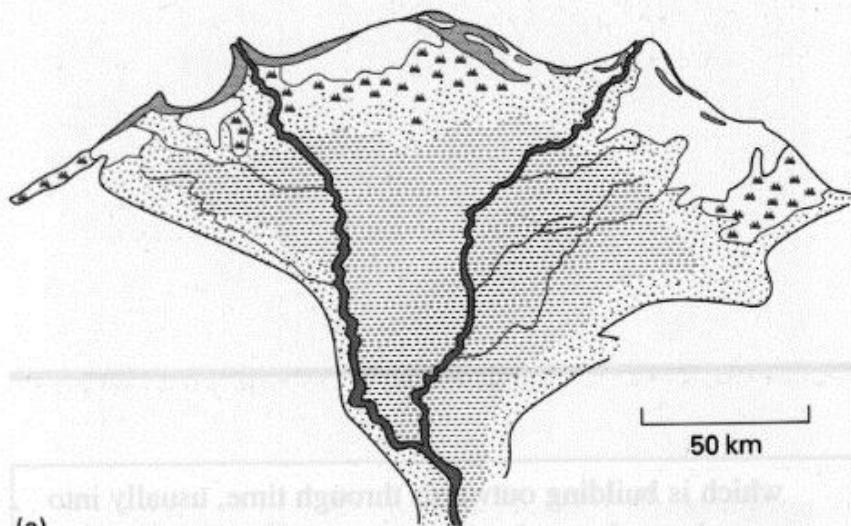
Vliv hloubky na geometrii deltového tělesa – hloubkový poměr a/b



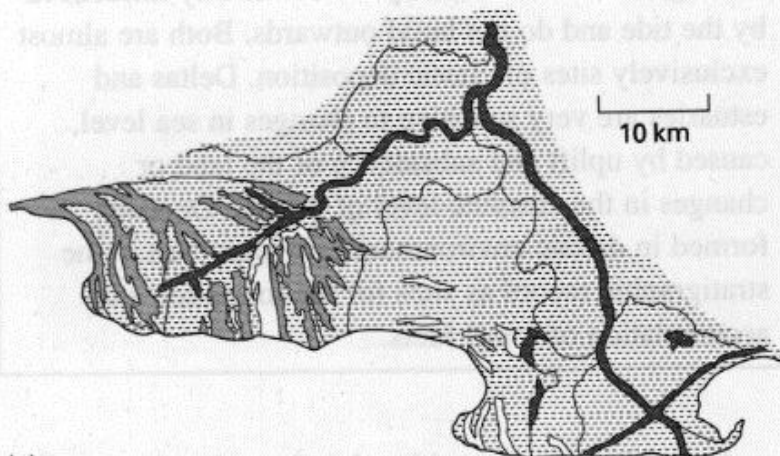
GEOMORFOLOGIE DELT

- ovlivňována vztahem mezi fluviálními procesy a procesy pánevními

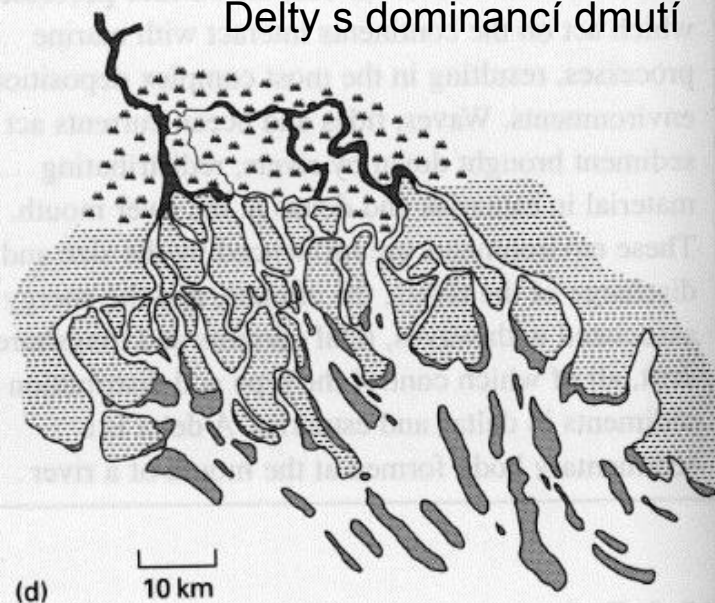
Delty s dominancí říčních procesů

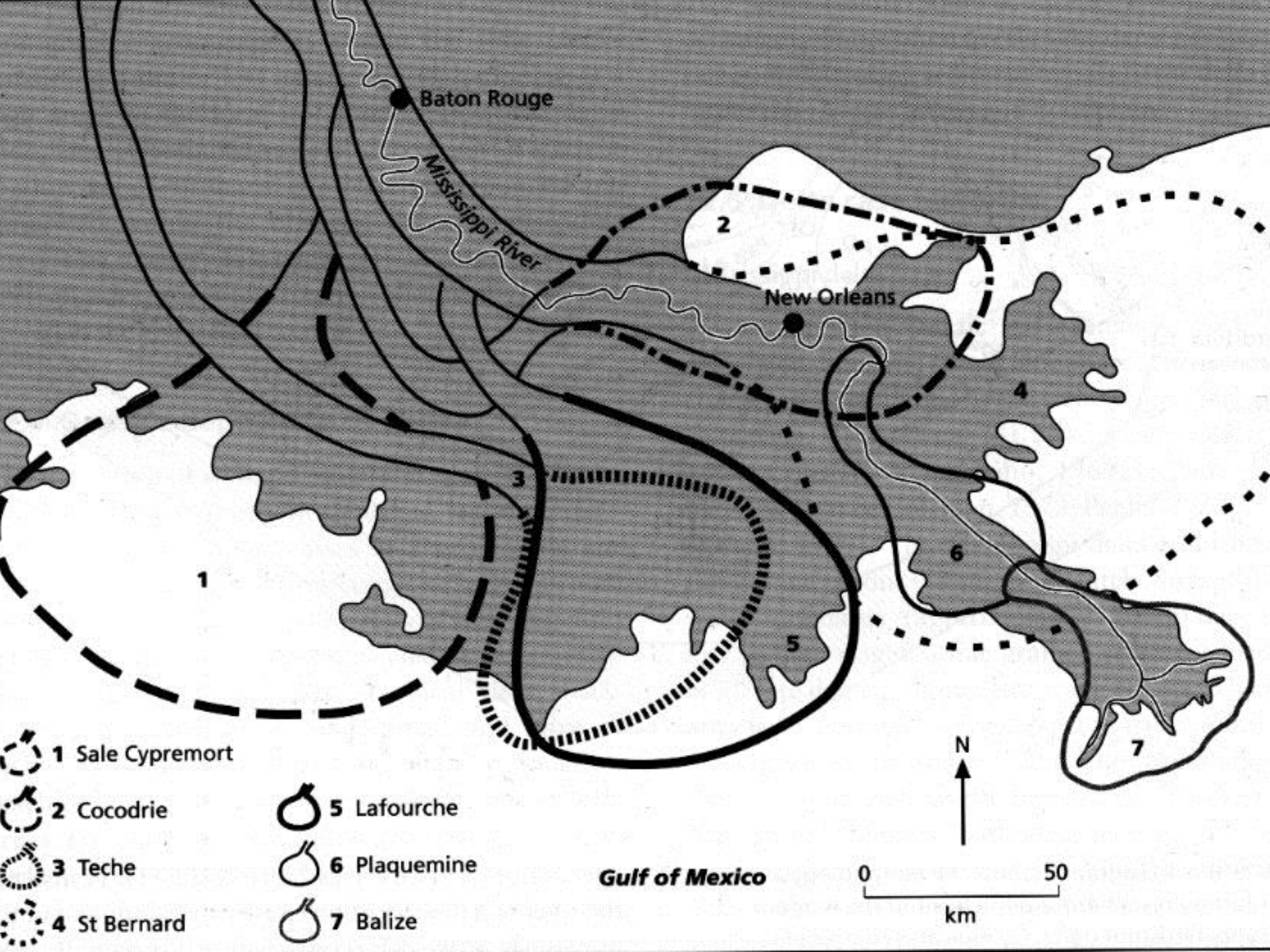


Delty s dominancí vlnění



Delty s dominancí dmutí







Nejmladší část delty Mississippi



Lena delta



Ganga delta



Nile delta

Klasifikace delt podle typu přínosového systému a hloubky vody v oblasti delty

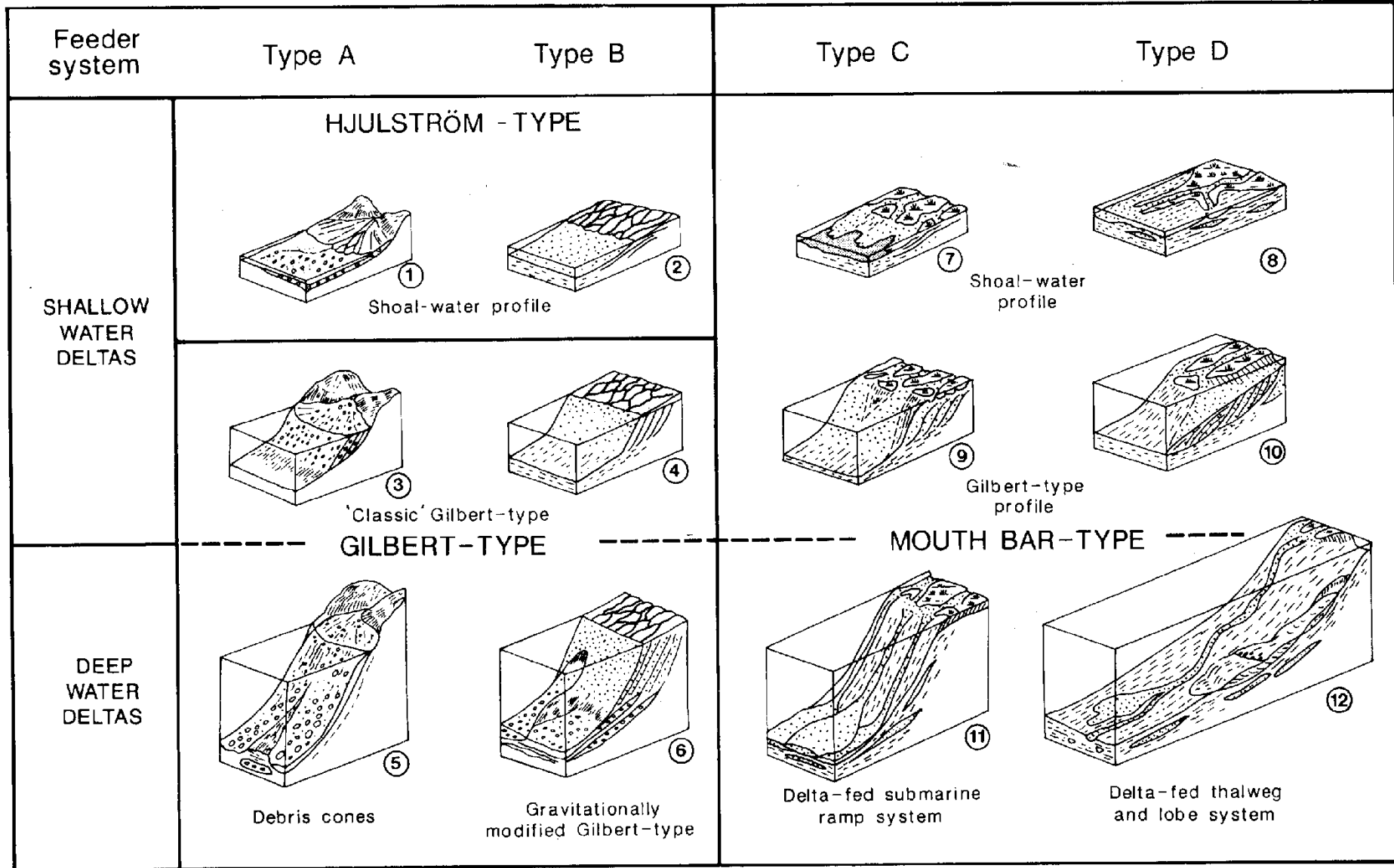


Fig. 2. Twelve major prototype deltas, pictured for simplicity as being dominated by fluvial processes. The prototypes are distinguished on the basis of a unique combination of four different types of distributary systems and two ranges of depth ratios (see text), and also take into account the variation due to inertia-, friction- and buoyancy-dominated effluent.



ESTUÁRIA

- ústí řeky do moře nálevkovitého tvaru; záliv kde dochází k míšení říční a mořské vody a k interakci fluviálních a mořských procesů

Většina dnešních ústí řek (v tektonicky klidných oblastech) jsou v důsledku probíhajícího relativního růstu hladiny světového oceánu estuariemi!!!

Nejčastěji se vyskytují v transgresních obdobích, tedy především **interglaciálech**.

Dělení estuarií na základě dominance mořských procesů

- s dominancí dmutí
- s dominancí vlnění

ESTUÁRIA S DOMINANCÍ DMUTÍ

- vznikají v oblastech makrotidálu
- vytvoření dílčích podprostředí

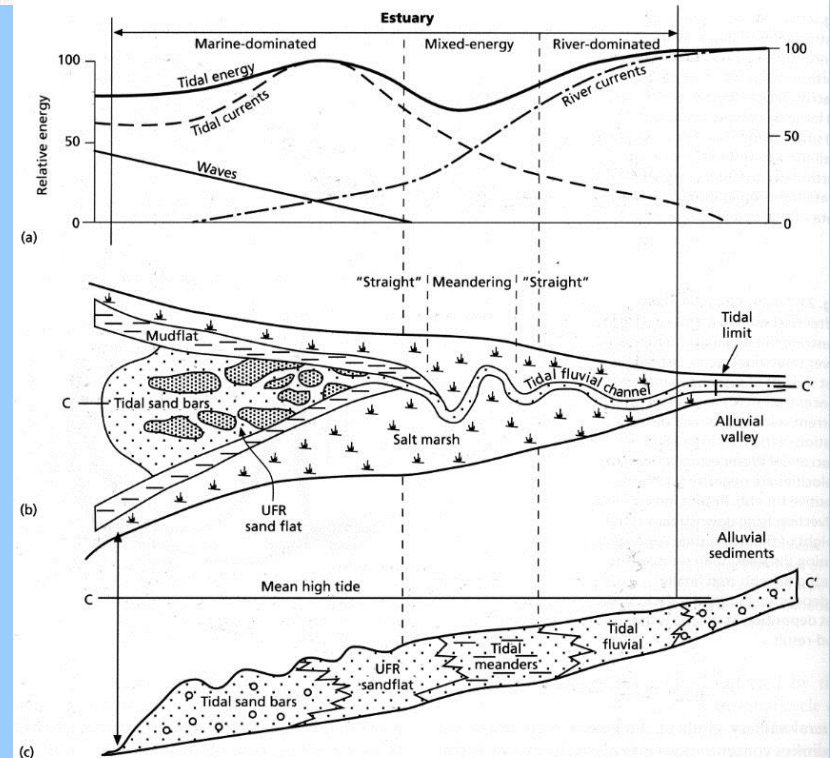
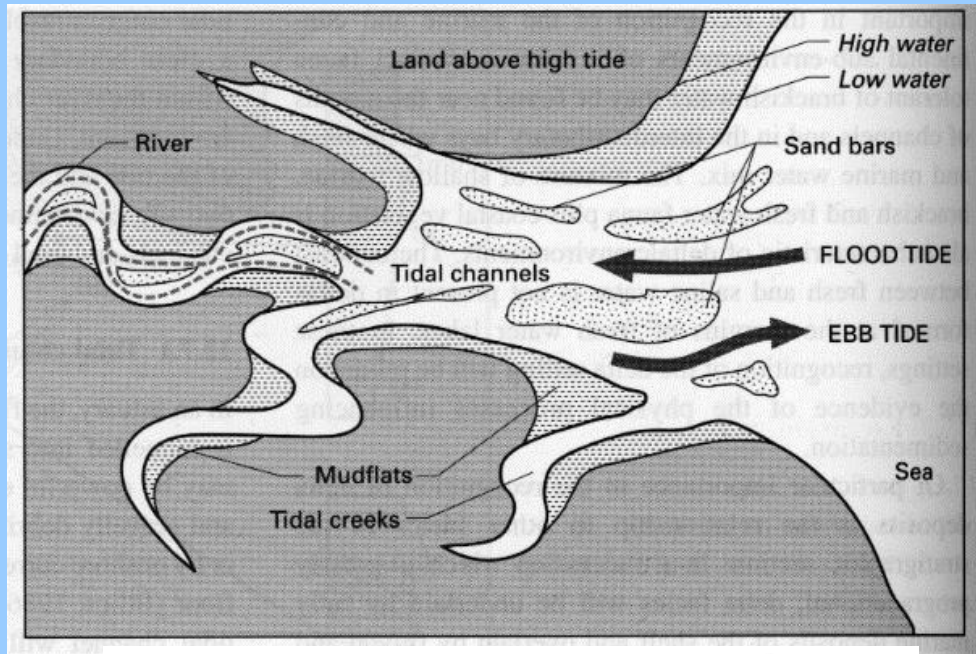
▪ Tidální kanály

- jeden či více kanálů
- bioklastický štěrč na bázi kanálu
- písek transportován jako “bedload”
⇒ písčité bary, často s “mud drapes”

- laterální akrece na jesepech – střídání písku a jílu
- kanály nejsou stálé – avulze, laterální migrace
- často nejsou stejné kanály využívány oběma proudy (příliv, odliv)

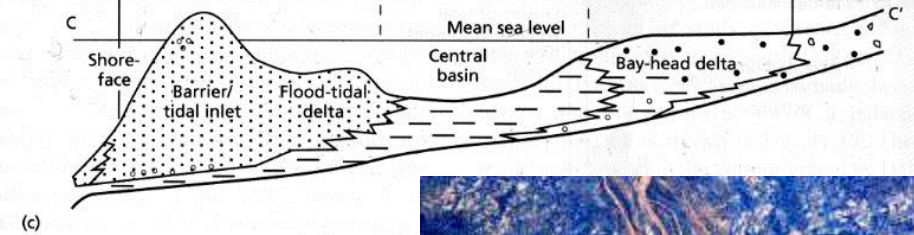
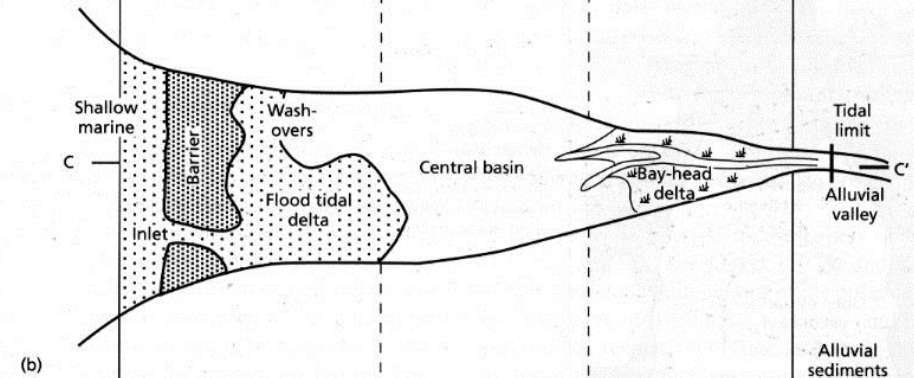
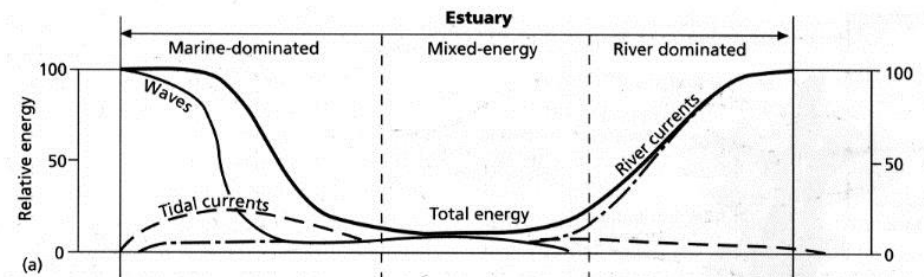
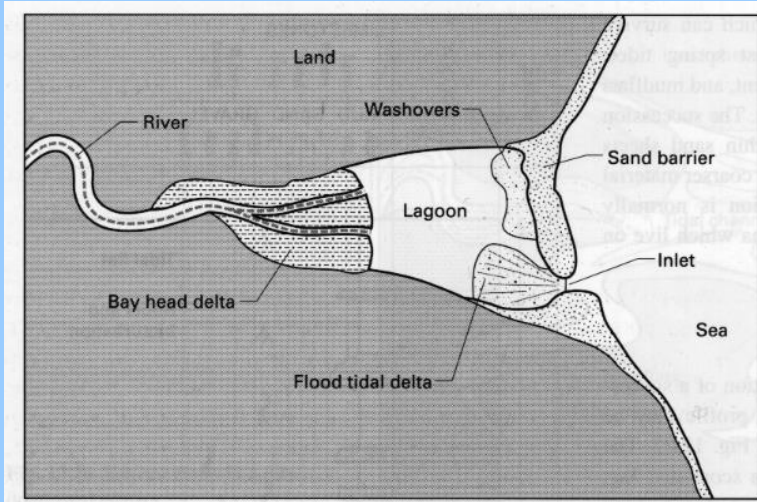
“Mud flats” – bahenní plošiny

- oblasti mimo silné tidální proudy, zaplavované během přílivu
- sedimentace jemného materiálu ze suspenze
- písčité materiálu je ukládán za skočného přílivu a bouřek



ESTUÁRIA S DOMINANCÍ VLNĚNÍ

- vznikají v oblastech s nízkým dmutím
- částečné uzavření bariérovými komplexy



K dalšímu čtení:

- Battarbee R.W. (2000): Palaeolimnological approaches to climate change, with special regard to the biological record. *Quat. Sci. Rev.* 19, 107–124.
- Birks H.H. *et al.* (2000): The development of the aquatic ecosystem at Kråkenes Lake, western Norway, during the late-glacial and early-Holocene – a synthesis. *J. Paleolimnol.* 23, 91 –114.
- Bradley R.S. (1999): *Paleoclimatology. Reconstructing Climates of the Quaternary*. Second Edition. International Geophysics Series, 64, Academic Press.
- Cohen A.S. (2003): *Paleolimnology: The History and Evolution of Lake Systems*. Oxford University Press.
- Čejka T. *et al.* (in review): Timing of the Neoglacial onset on the north-eastern Antarctic Peninsula based on lacustrine archive from Lake Anónima, Vega Island. *Glob. Planet. Chan.* in review.
- Elias S.A. (2007): *Encyclopedia of Quaternary Science*. 4 volume set. Elsevier.
- Engel Z., Nývlt D., Křížek M., Treml V., Jankovská V., Lisá L. (2010): Sedimentary evidence of landscape and climate history since the end of MIS 3 in the Krkonoše Mountains, Czech Republic. *Quat. Sci. Rev.* 29, 913–927.
- Franců E., Schwarzbauer J., Lána R., Nývlt D., Nehyba S. (2010): Historical Changes in Levels of Organic Pollutants in Sediment Cores from Brno Reservoir, Czech Republic. *Water Air Soil Poll.*, 209, 81–91.
- Gornitz V., Ed. (2009): *Encyclopedia of Paleoclimatology and Ancient Environments*. Springer.
- Melles M. *et al.* (2012): 2.8 Million Years of Arctic Climate Change from Lake El'gygytgyn, NE Russia. *Science*, 337, 315–320.
- Nehyba S., Nývlt D., Schkade U., Kirchner G., Franců E. 2011. Depositional rates and dating techniques of modern deposits in the Brno reservoir (Czech Republic) during the last 70 years. *J. Paleolimnol.* 45, 41–55.
- Roman M. *et al.* (in review): Integrated multi-proxy study of Late Holocene environmental changes from two infilled lakes in the Kobbefjord area, Southwestern Greenland. *J. Paleolimnol.* in review.

This is the end, my only friend, the end...