

Pokročilá historická a stratigrafická geologie

Úvod

Univerzita Palackého v Olomouci * Přírodovědecká fakulta

MODERNÍ METODY STRATIGRAFICKÉ ANALÝZY

Ondřej Bábek

Olomouc 2013

The Sedimentary Record of Sea-Level Change

Edited by Angela L. Coe

Open
University

CAMBRIDGE

Záznam geologických procesů

Jaká záznamová média geologických procesů znáte?

- Vulkanické horniny - záznam erupcí; sledy láv anebo pyroklastik
 - erupce jsou střídány dlouhým obdobím klidu
- Metamorfované horniny – záznamy orogenních epizod atd.
 - opět sporadické události
- Sedimentární horniny – záznam exogenních procesů, orogenezí, extraterestrických procesů ...
 - obecně nejkontinuálnější záznam z uvedených
 - ALE (!): : „... skutečný sedimentární záznam je většinou nic a jenom občas něco ...“
“ ... the stratigraphic record is more gap than record.”

D.Ager

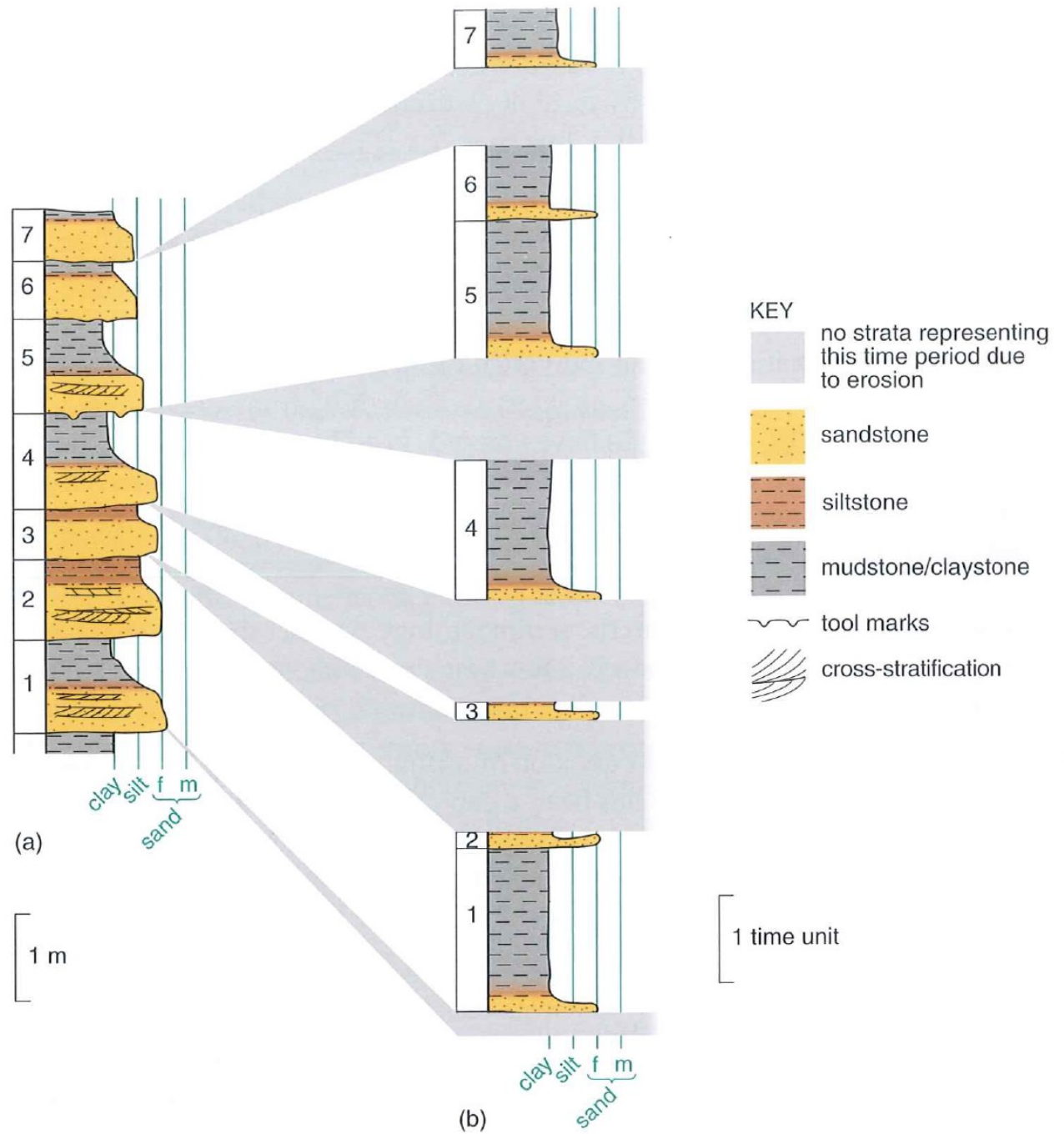


Figure 1.4 (a) Thickness and (b) chronostratigraphical representation of a succession of turbidites indicating how much time might be represented by gaps in the succession.

Záznam geologických procesů

Bailey and Smith (2010, p. 57-58):

- Sedimentární procesy jsou ve své povaze pomíjivé/dočasné
- Velmi nízká šance zachování sedimentu
- Příklad: v sed. záznamu zůstane pouze jedna z tisíců či milionů příbřežních čerňových poloh, které jsou denně tvořeny a destruovány
- Stratigrafický záznam je spíše výsledek zpomalení/zastavení eroze a redistribuce sedimentu ('frozen accidents' of accumulation)

Sedimentární záznam geologických procesů

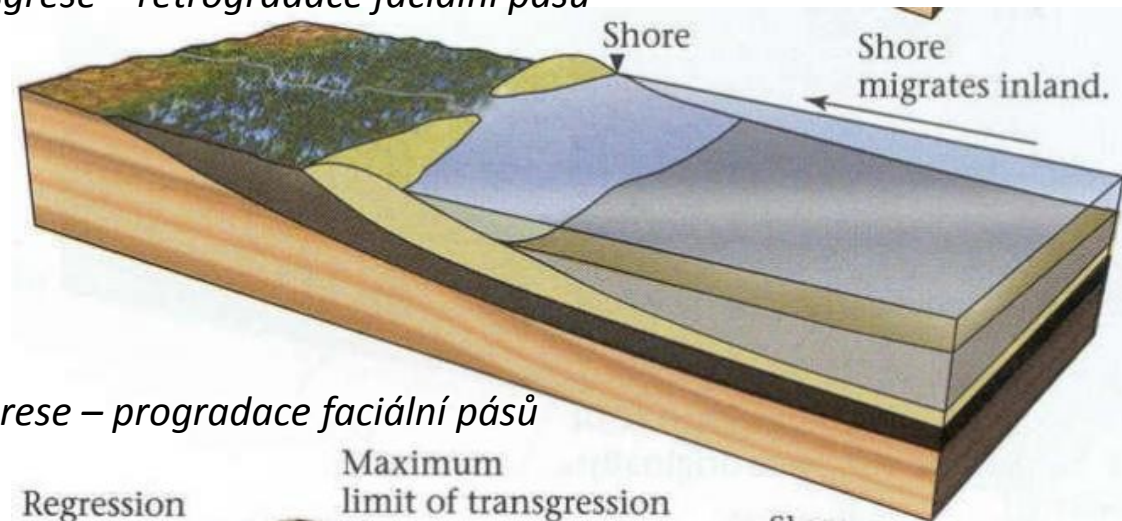
- Marinní prostředí je nejvhodnější pro dlouhodobě souvislejší sedimentaci protože
 - *Je dostatek dostupného prostoru pro sediment (**akomodační prostor**)*
 - *Sedimenty jsou převážně transportovány z pevniny do moří (opačně velmi zřídka – např. při hurikánech, tsunami atd.)*
- *Kromě terigenního materiálu vzniká další část sedimentů biologicky či chemicky přímo v moři*

Sedimentární záznam geologických procesů

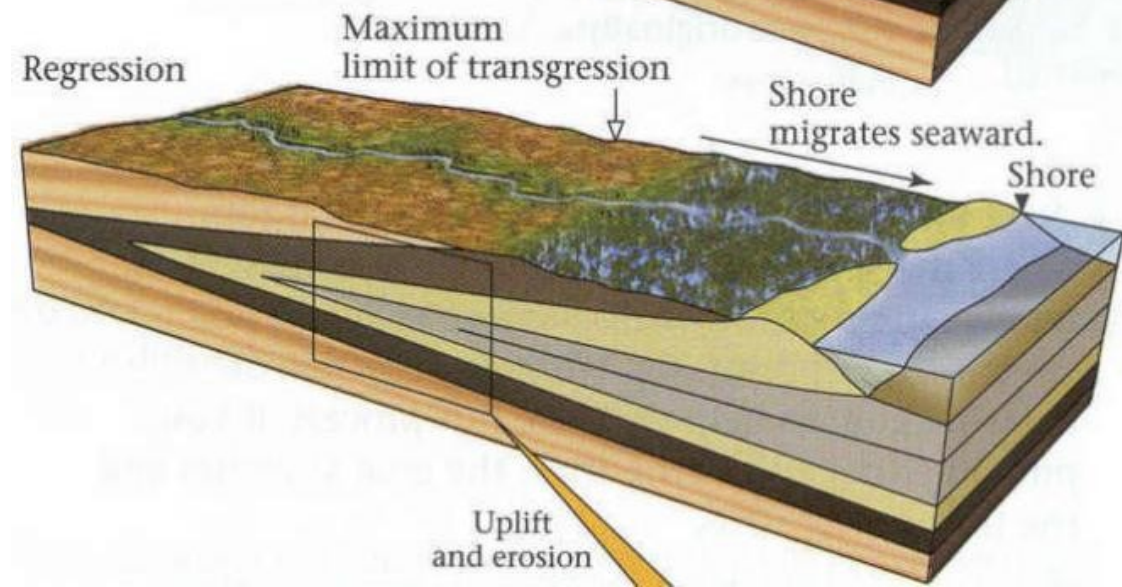
- Interní x externí procesy
 - Interní: např. přeložení koryta řeky, vytvoření mrtvého ramene, vyplnění akomod. prostoru sedimentem
 - Externí: např. glacioeustáze, subsidence, orbitální vlivy ...
- Oba typy procesů se dobře odráží ve změně hladiny moří a tím ovlivňují zachování sedimentů (**změny depozičních prostředí**)
- Často cyklické
 - autocykly (interní p.)
 - allocykly (externí p.)

Jaké procesy ovlivňují změnu sedimentace v čase?

Transgrese – retrogradace faciální pásů

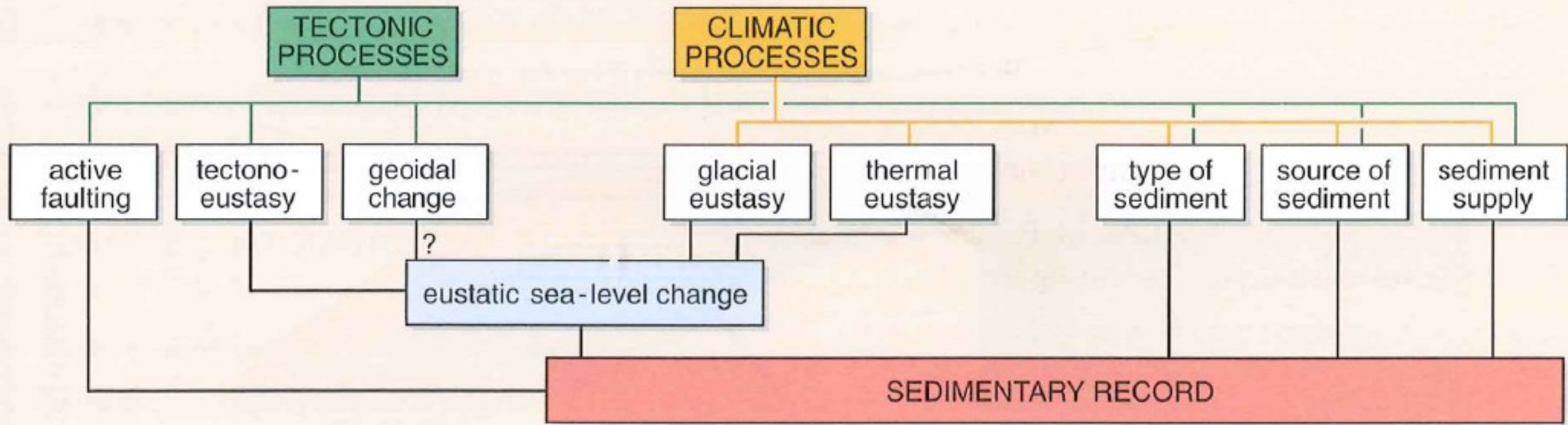


Regression – progradace faciální pásů



Sedimentární záznam geologických procesů

Jaké procesy ovlivňují změnu sedimentace v čase?



Relativní změny hladiny moří

- V každém geografickém bodě a v čase je hladina moře rozdílem mezi povrchem geoidu (hladinou moře) a pevným horninovým povrchem Země (měřeno směrem ke středu Země)
- změna hladiny moře = změna výšky hladiny moře minus změna výšky dna ve sledovaném období

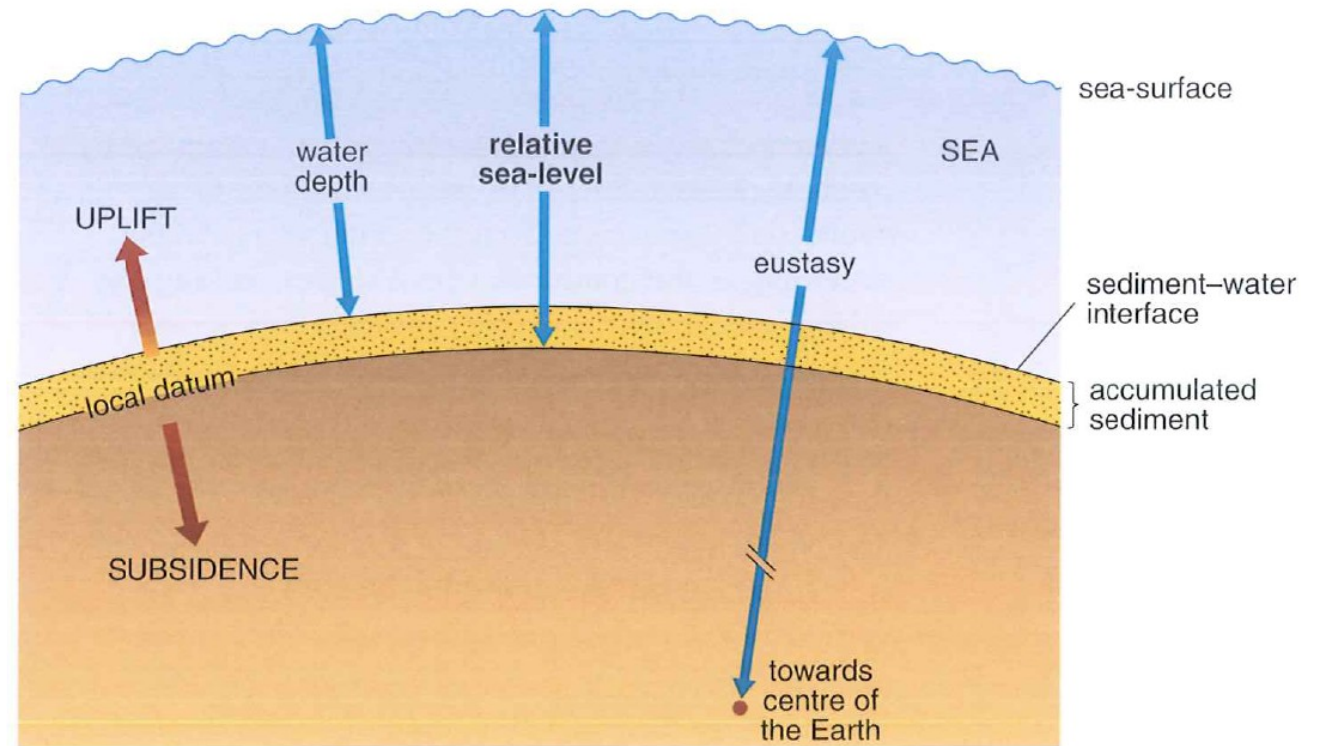


Figure 3.6 Cartoon showing the relationship between relative sea-level, water depth, eustatic sea-level, tectonics (uplift and subsidence), and accumulated sediment. Note that relative sea-level incorporates subsidence and/or uplift by referring to the position of sea-level with respect to the position of a datum at or near the sea-floor (e.g. basement rocks, top of previous sediment package) as well as eustasy. Eustasy (i.e. global sea-level) is the variation of sea-level with reference to a *fixed* datum, for example the centre of the Earth.

Eustatické změny hladiny moří

– globální eustatická změna hladiny (mezi hladinou a středem Země)

Eustatická hladina -

hladina moře, která by byla výsledkem rovnoměrného rozložení vody po rigidní, nerotující planetě, se zanedbatelnou vlastní gravitací,

- Ve skutečnosti není možno zaznamenat eustatickou hladinu moře (a její změnu) v žádném místě na Zemi
- všechna měření změn hladiny moří vždy lokální, „relativní“ nebo „regionální“, **i když existuje silný globální signál**
- Eustatické amplitudy a změny hladiny moře nelze měřit – jedná se o průměrné globální odhady eustatických změn ve vztahu k určitému bodu, například středu Země

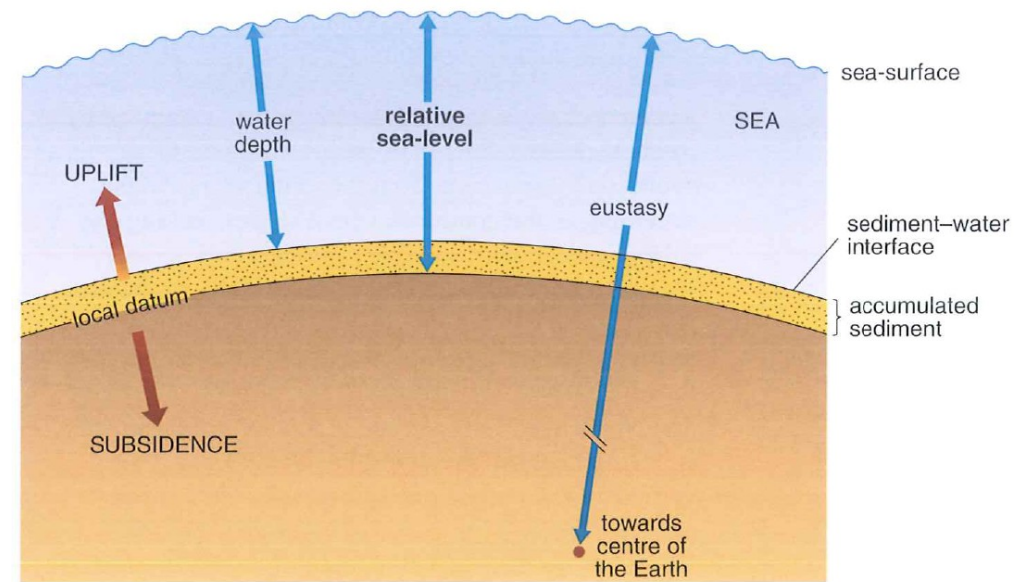


Figure 3.6 Cartoon showing the relationship between relative sea-level, water depth, eustatic sea-level, tectonics (uplift and subsidence), and accumulated sediment. Note that relative sea-level incorporates subsidence and/or uplift by referring to the position of sea-level with respect to the position of a datum at or near the sea-floor (e.g. basement rocks, top of previous sediment package) as well as eustasy. Eustasy (i.e. global sea-level) is the variation of sea-level with reference to a fixed datum, for example the centre of the Earth.

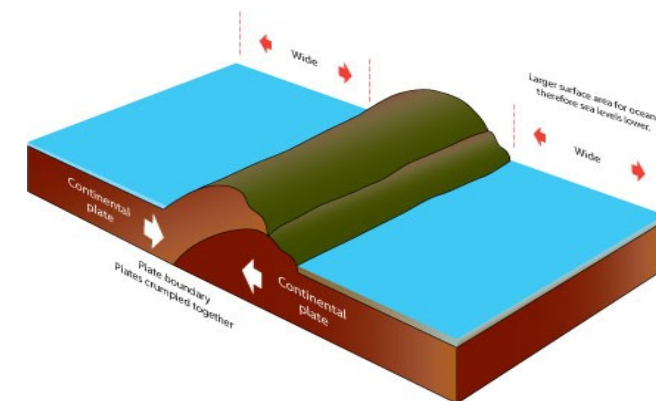
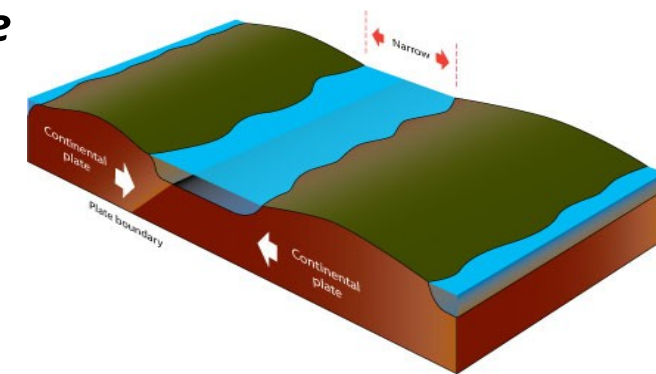
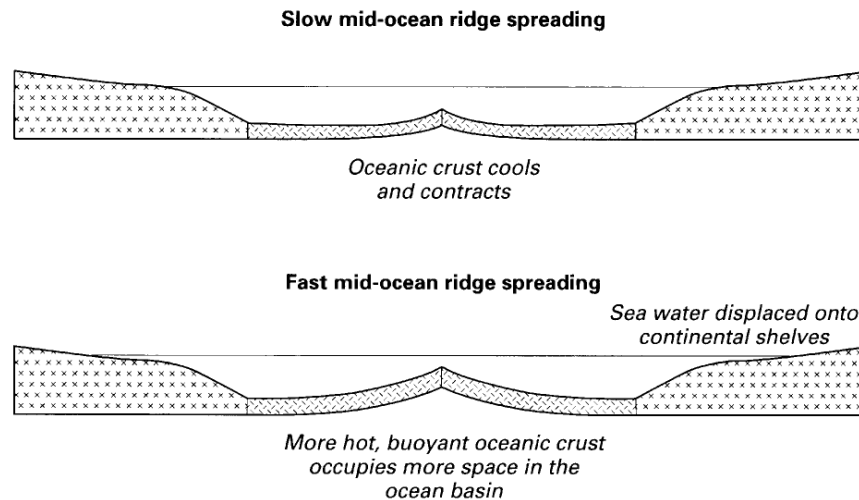
Změny hladiny moří - objem pánví

Jaké procesy ovlivňují změny objemu pánví?

- Změny rozměrů a tvarů pánví s vodou (jak na oceánské tak kont. kůře)
- Řízeno především deskovou tektonikou
- **Extenzní fáze:**
zvýšení intenzity spreadingu = nárůst délky i výšky riftů = **zmenšení objemu pánve = *transgrese***
- **Kompresní fáze:** kolizní akrece způsobí **zvětšení okolní oceánské pánve = *regrese***

• Tektonoeustáze

- globální změny hladiny nejnižších řádů (I. a II.)
 - velmi dlouhodobé trendy (desítky až stovky milionů let)
 - spojené s Wilsonovým cyklem



- Zatížení kontinentu ledovci – subsidence; isostatický výzdvih po jejich odtání
- **Zatížení pánve sedimentem** – subsidence okrajů pánve (spojeno s *isostázi*)+ změny objemu sedimentu *kompakcí* (opět subsidence)

Změny hladiny moří - objem vody v mořích

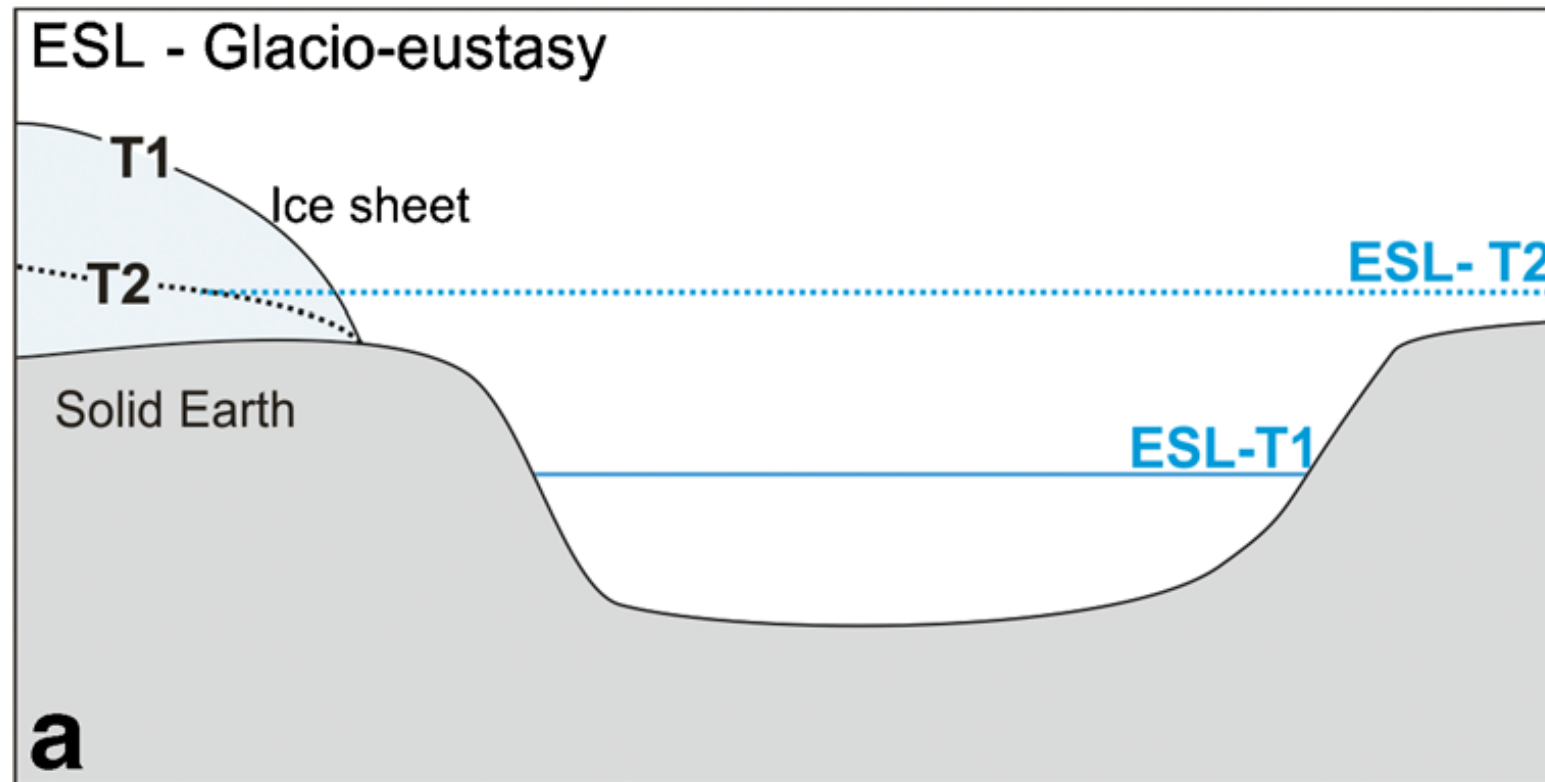
- *voda je také derivovaná z vulkanizmu a odstraňovaná z hydrosféry subdukcí – tyto procesy způsobující jen zanedbatelné a dlouhodobé fluktuace mořské hladiny*

Změny hladiny moří - objem vody v mořích

- během „ice-house“ klimatických režimů je významná změna objemu mořských vod vázáním vody v ledovcích a jejich tání

– GLACIOEUSTÁZE

- Amplituda glacioeustatických fluktuací až stovky metrů

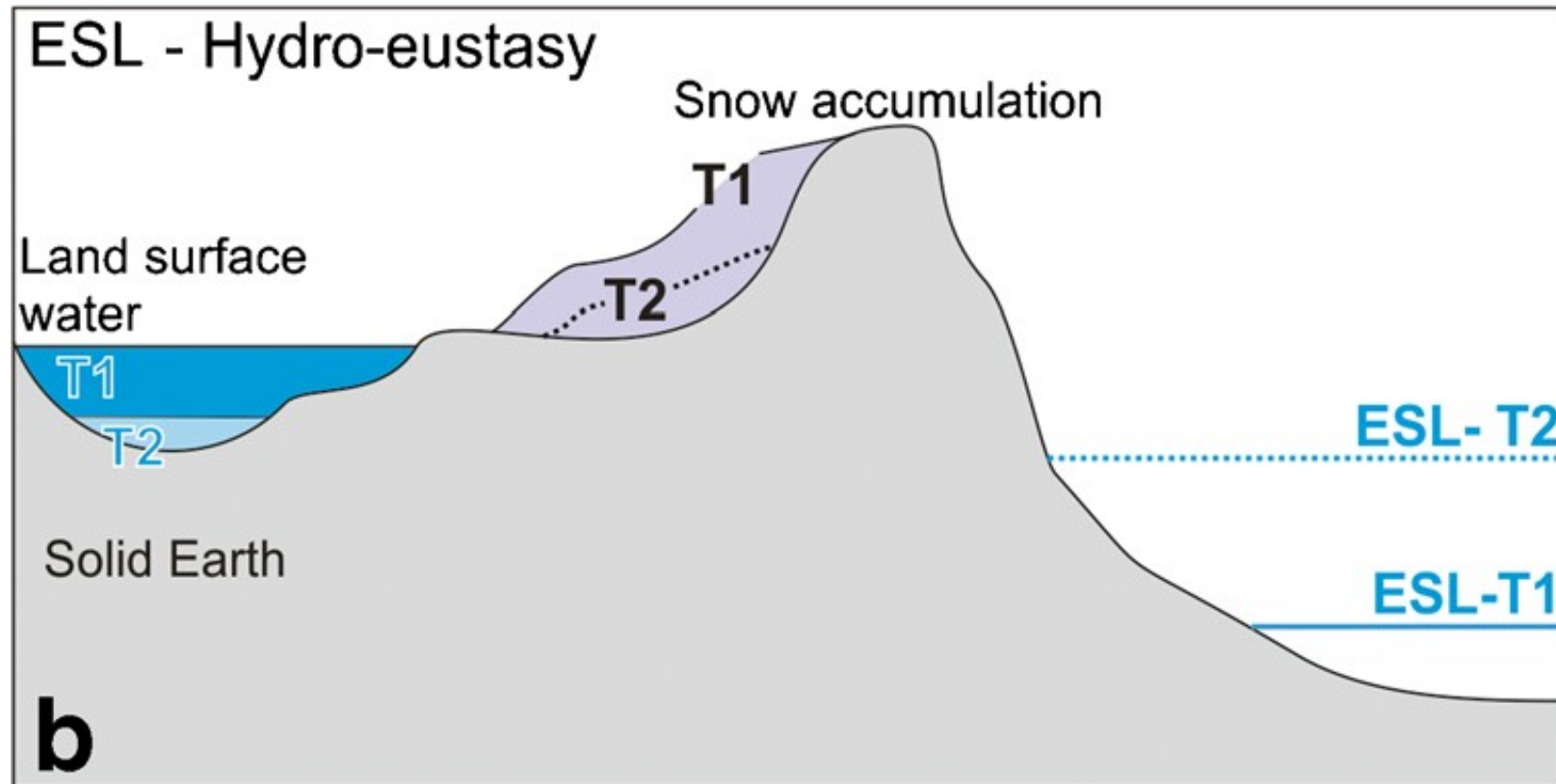


Změny hladiny moří - objem vody v mořích

- V obdobích globálního režimu skleníkového efektu - značný význam na fluktuaci mořské hladiny

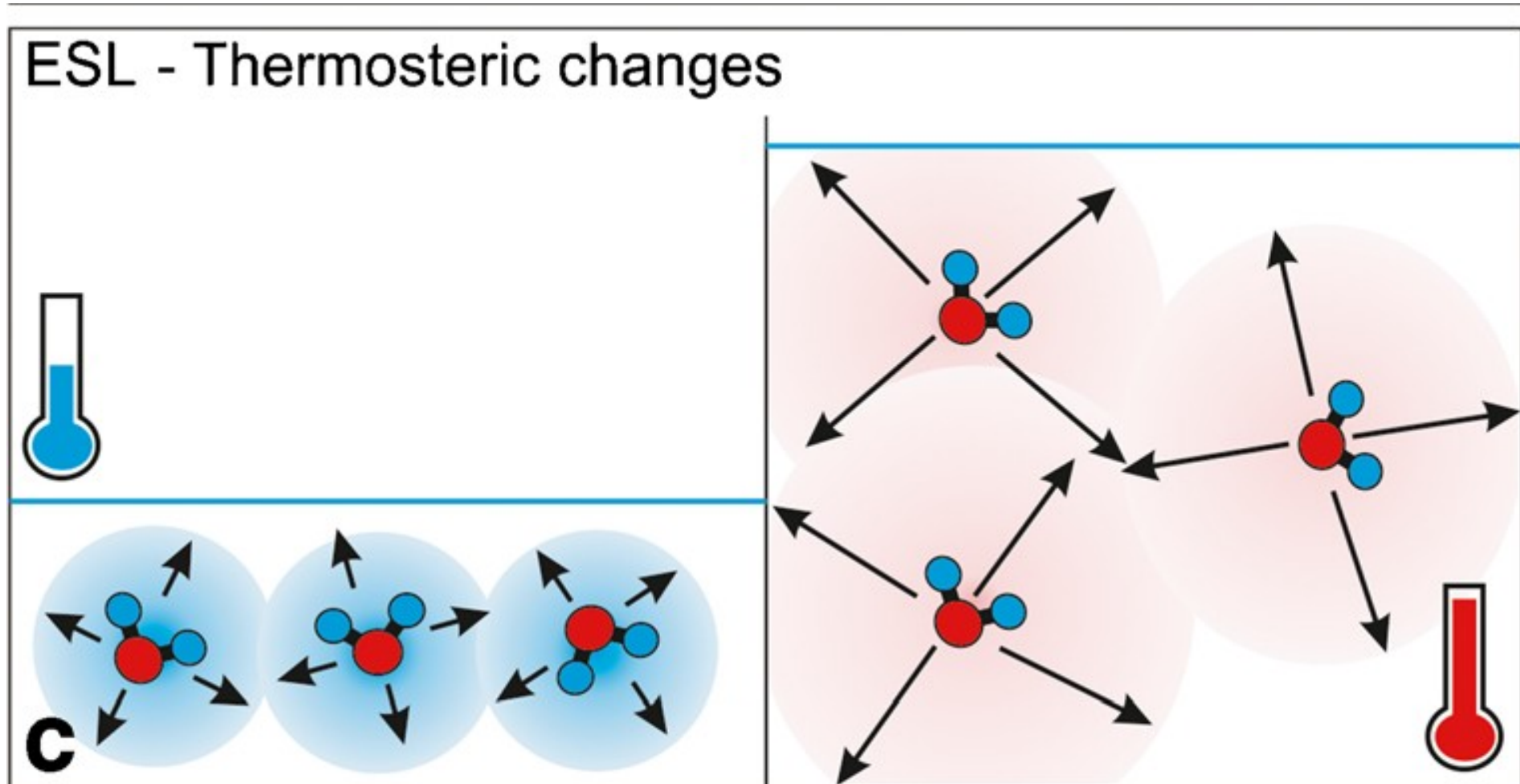
hydroeustáze / kolektorová eustáze

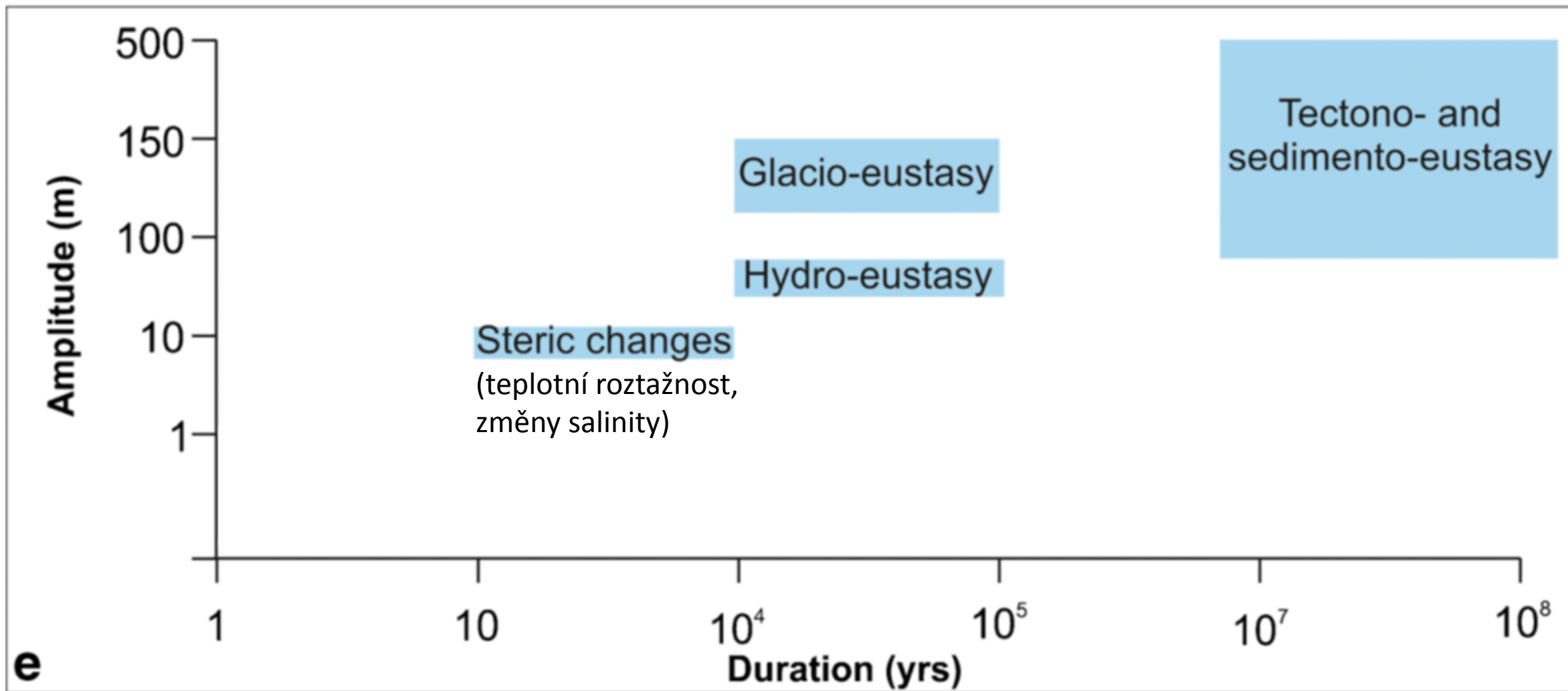
- Zadržování/uvolňování vody z pevniny (hlavní rezervoár v pórovém horninovém prostředí nad hladinou moře, dále v půdě, minimum v jezerech, horská zalednění etc.)



Změny hladiny moří - objem vody v mořích

- Tepelná roztažnost vody – oteplení o $10^{\circ}\text{C} \sim 10\text{ m}$ růst hladiny

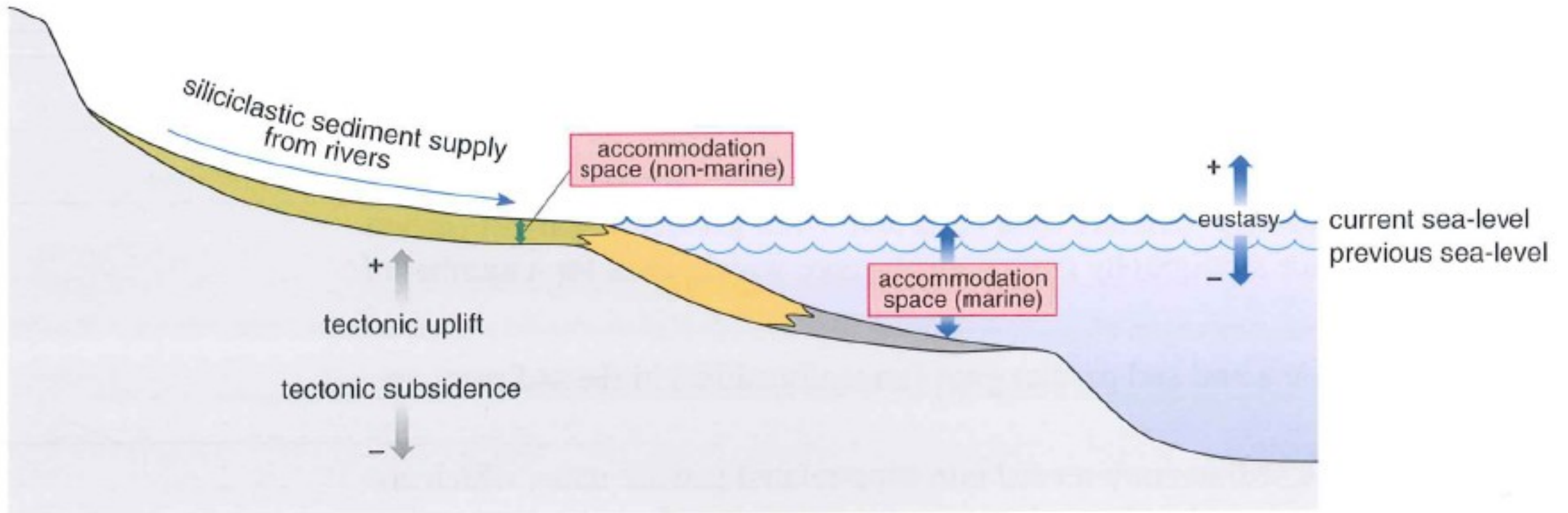




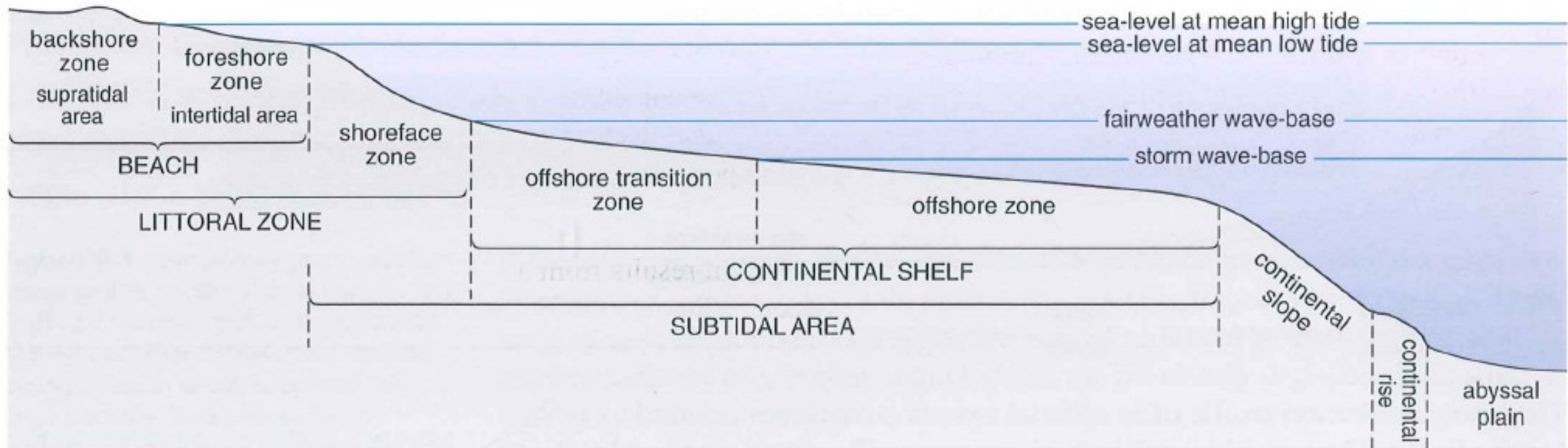
Vliv změn hladiny moří na depoziční
prostředí a jeho záznam

Akomodační prostor

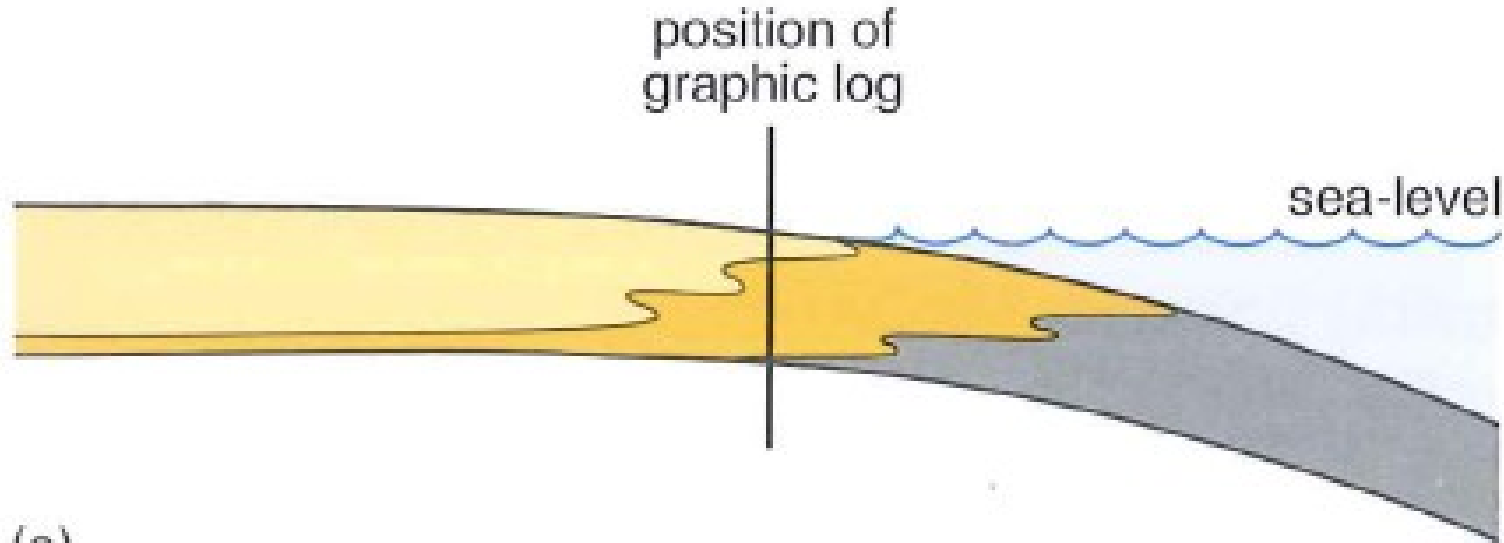
- Dostupný prostor pro hromadění sedimentu (mezi dnem s hladinou = relativní úroveň hladiny moří)



- transport z terestriálních do marinních sedimentárních systémů u siliciklastických prostředí
- maximální tvorba karbonátu v karbonátovém mořském prostředí
- v hlubokých mořích obrovské množství akomodačního prostoru
- „podsycené pánve“, kam se sediment nedostává, protože je zadržován na šelfu
- šelf je místem „dopravní špičky/zácpy“ v transportu sedimentu
- proto jsou sedimenty šelfových prostředí nejmocnější
- citlivé na změny úrovně hladiny moří (**a stratigraficky nejčitelnější**) – fluktuace hladiny významně ovlivňuje rozsah přílivu, odlivu, vlnových bází ...

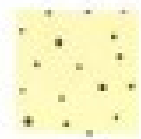


Walterovo pravidlo



(a)

KEY



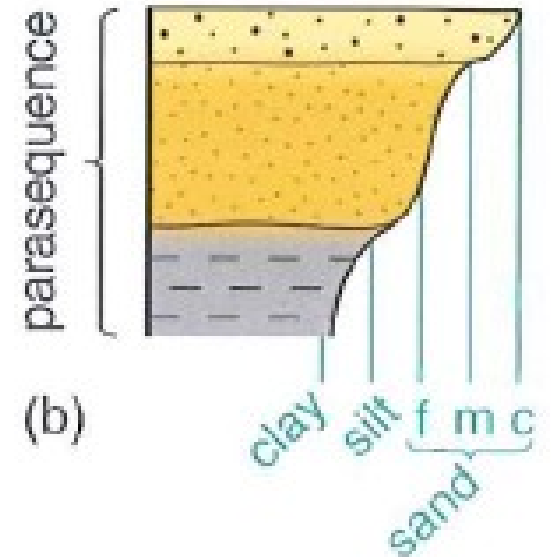
alluvial and coastal plain sediments



shallow-marine sediments



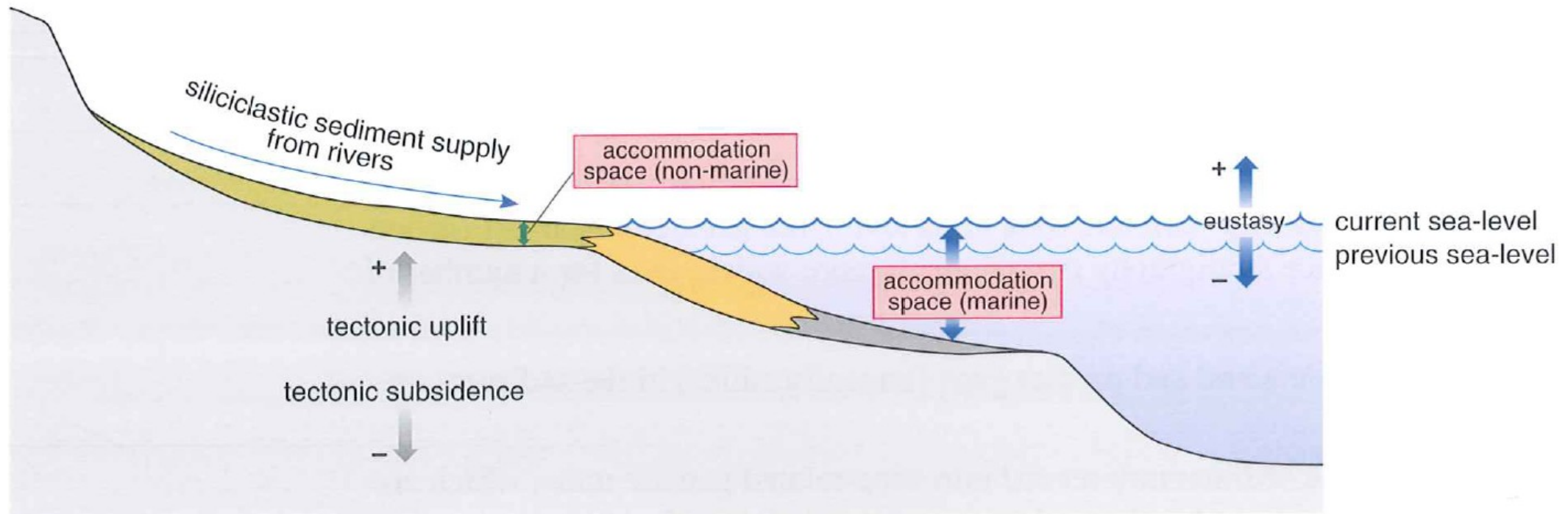
offshore-marine sediments



(b)

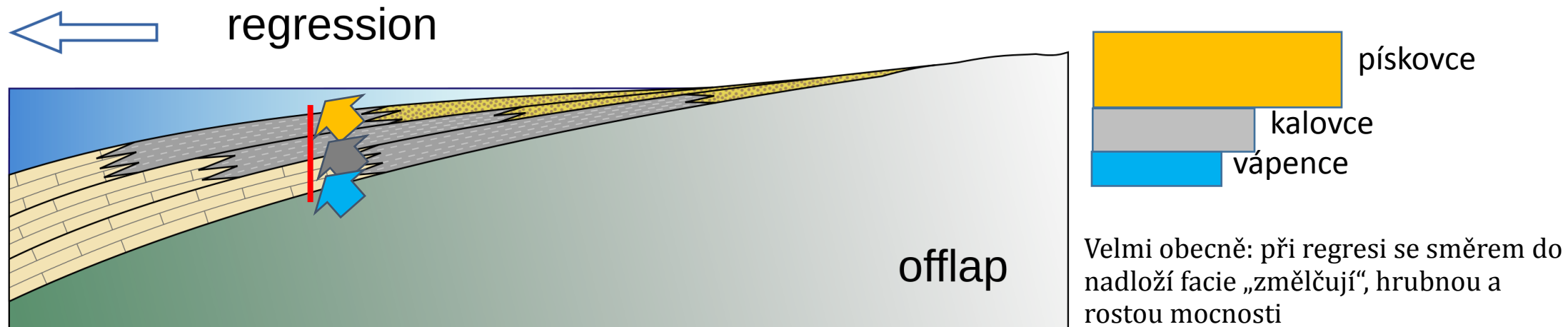
Migrace faciálních pásů

- Změny úrovně hladiny - posuny faciálních pásů - změny depozičních charakteristik prostředí
- Důležitými faktory jsou
 - kapacita **akomodačního prostoru**
 - množství klastického materiálu **transportovaného do pánve**/nebo míra **produkce karbonátu** nebo dalších biochemogenních sedimentárních zrn



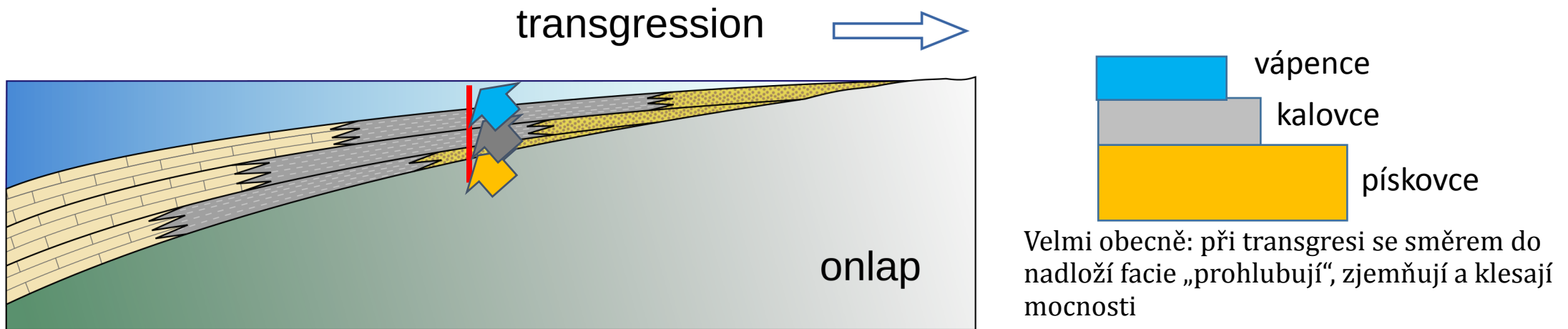
Regrese

- Posunu faciálních pásů do pánve; dochází k tzv. **progradaci** facií/těles sedimentů
- zmenšování **akomodačního prostoru** vyplňováním („zasypáváním“) sedimentem
- množství transportovaného sedimentu vyšší než rychlost růstu akomodačního prostoru
- *akomodační prostor se zmenšuje pokud*
 - dochází k ústupu moře/pádu hladiny (**glacioeustáze**)
 - zvýšení přínosu klastického materiálu/karbonátové produkce
 - tektonickému výzdvihu pánve



Transgrese

- Posunu faciálních pásů do pevniny; dochází k tzv. **retrogradaci** facií/ těles sedimentů
- zvětšování **akomodačního prostoru**, posun březních čar do pevniny
 - množství transportovaného sedimentu je nižší než rychlost růstu akomodačního prostoru
- *akomodační prostor se zvětšuje pokud*
 - dochází k růstu mořské hladiny (**glacioeustáze**)
 - se sníží přínos klastického materiálu/karbonátové produkce
 - dochází k subsidenci pánve (tektonické + kompakční)



Agradace

- Nedochozí k posunu faciálních pásů
- Přínos klastického materiálu/karbonátové produkce je vyrovnáný se změnami kapacity akomodačního prostoru

