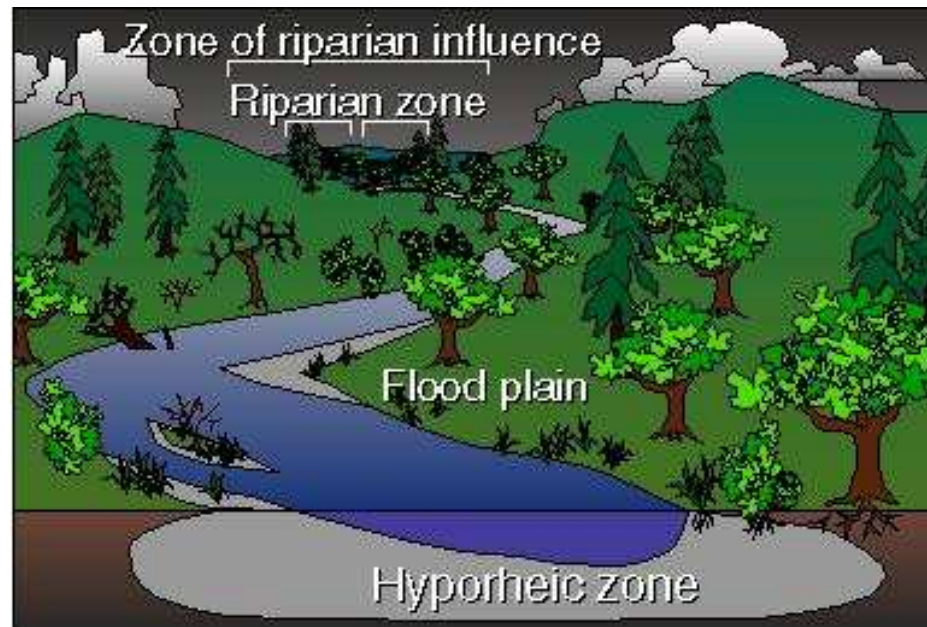


Vybrané kapitoly z říční ekologie:

Hyporeál

povrchová voda
+
zvodnělé sedimenty
(akvifer)



hyporeická zóna:
pod vlastním tokem
+
freatická zóna

Úvod

- předpoklad, že část říční fauny obývá sedimenty pod říčním dnem a vykazuje vertikální distribuci - Kühnreiber (1934)
- kopání jam ve freatické zóně (Chappuis 1942)
- termín „hyporheic“ použil poprvé Orghidan (1959)
- hyporeál (intersticiál) jako součást podzemních vod, rozvinut ve štěrkovitých sedimentech, pro říční faunu plní funkci refugia a líhně (Schwoerbel 1961)
- u nás se výzkumu ve freatické zóně věnoval O. Štěrba (60.-70. léta) - „poříční podzemní voda“
- „ekotonální“ přístup: hyporeál jako ekoton mezi systémem povrchových a podzemních vod; diverzita zde ale dosahuje jen středních hodnot! (Gibert et al. 1990)
- různé přístupy ovlivněny použitou vzorkovací metodou: freatobiologové vs. limnologové

Groundwater/surface water linkage

(Triska et al. 1989)

(Bretschko)

SW = surface water
GZ = groundwater zone
IHZ = interactive hyporheic zone

Groundwater/surface water ecotone

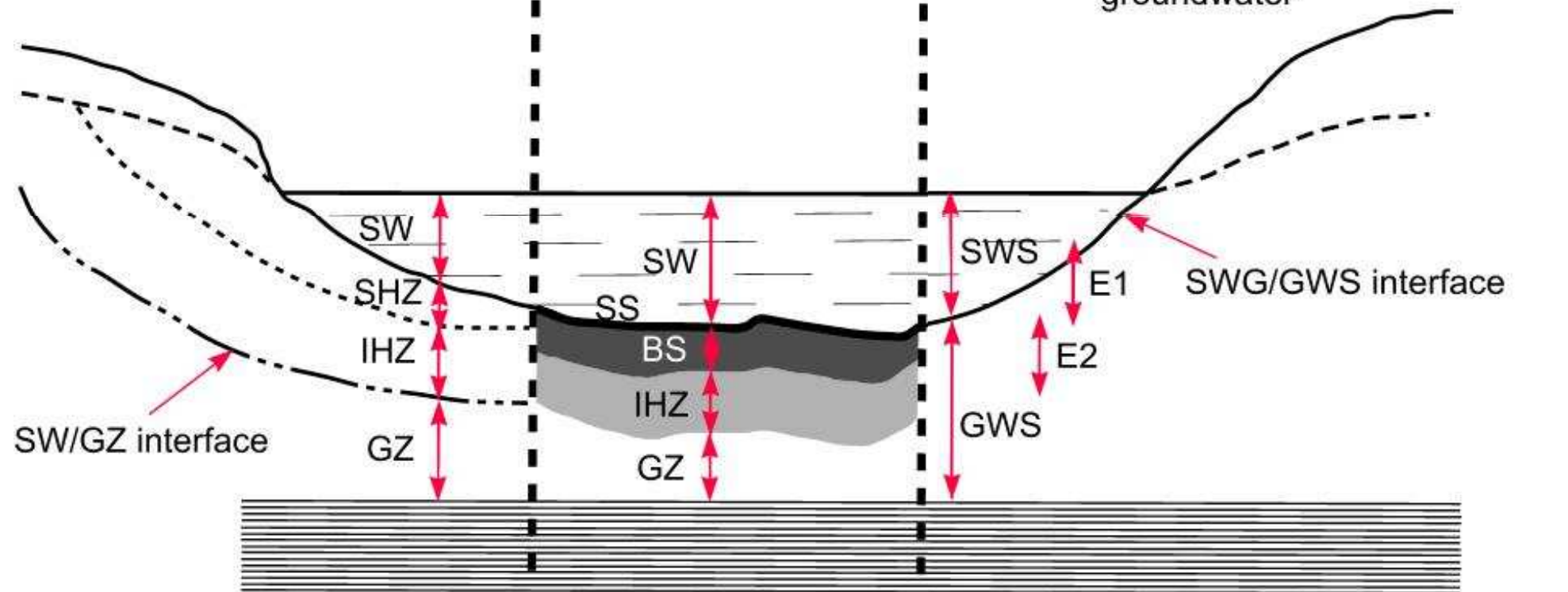
(Gilbert et al. 1990)

SWS = surface water system
GWS = groundwater system

E1 = ecotone where groundwater flows into river
E2 = ecotone where river recharges groundwater

SHZ = surface hyporheic zone

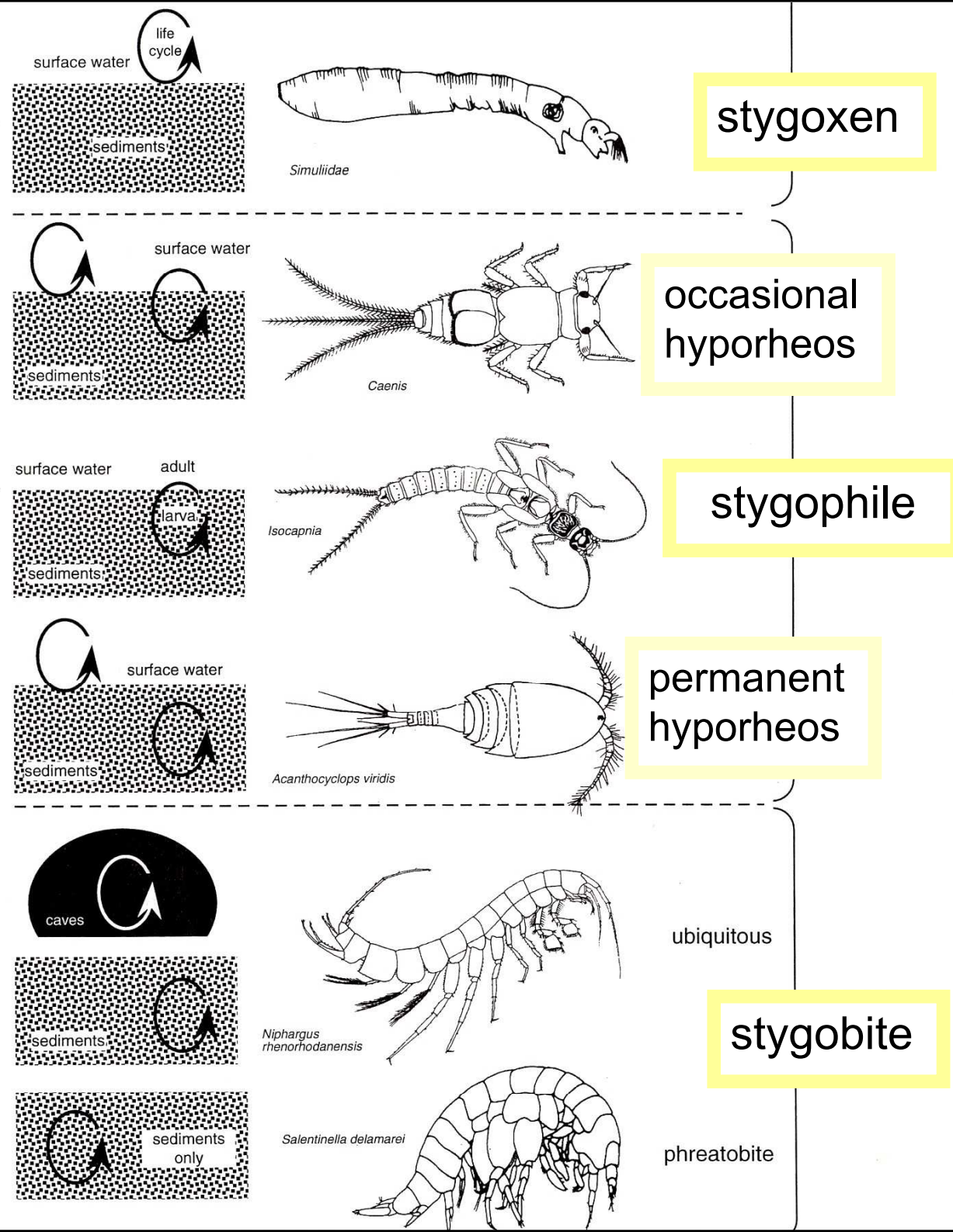
SS = surface sediments
BS = bed sediments

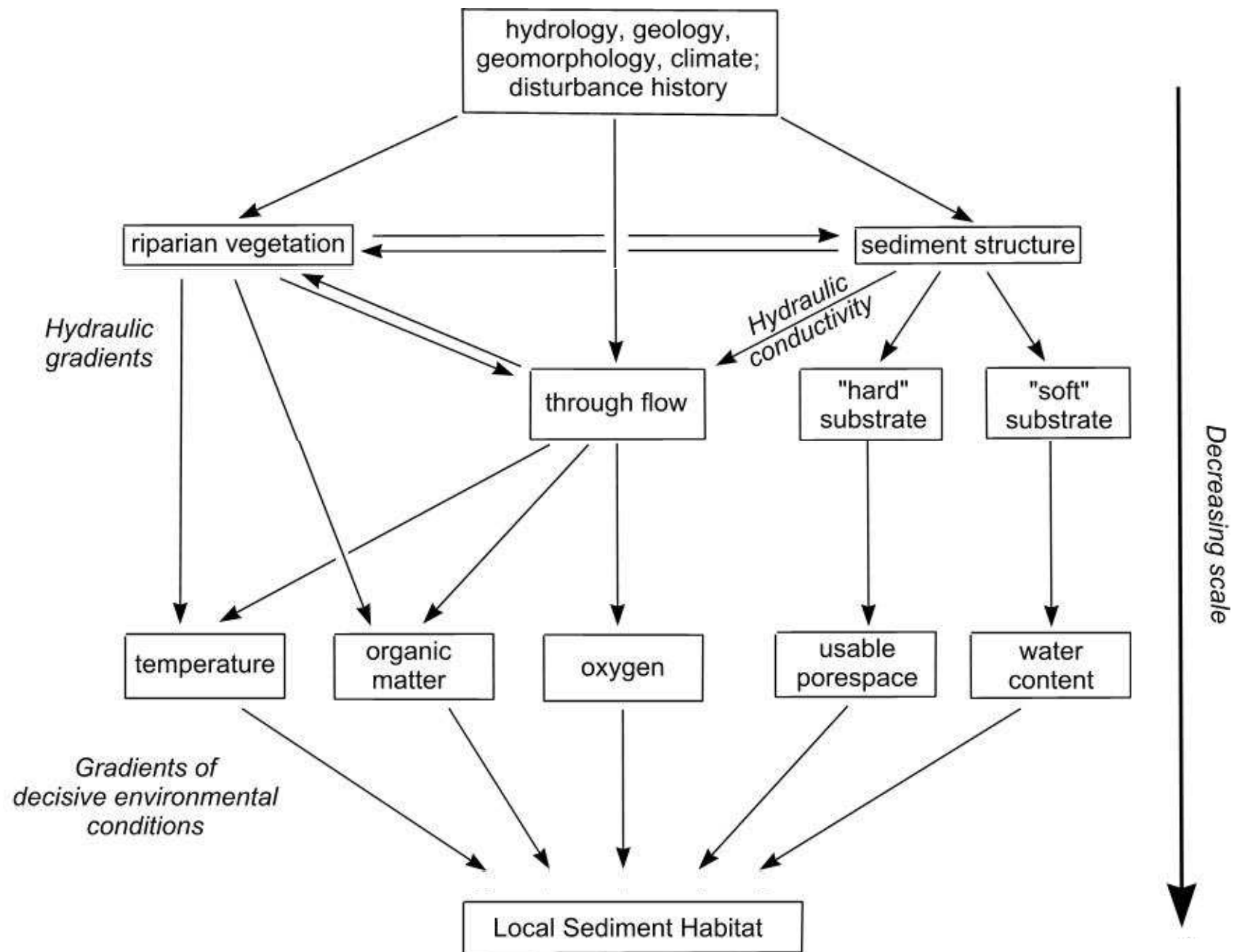


Ecotonal and hyporheic concepts are used to describe linkages between groundwater and surface water systems (from Vervier et al. 1990).

Hyporeos

- epigeická vs. hypogeická fauna
- morfologické adaptace:
větš. micro- a meiofauna
tvar těla
způsob pohybu
- biologické adaptace:
pomalý metabolismus,
dlouhý generační cyklus,
tolerance k hypoxii
- adaptace vs. preadaptace

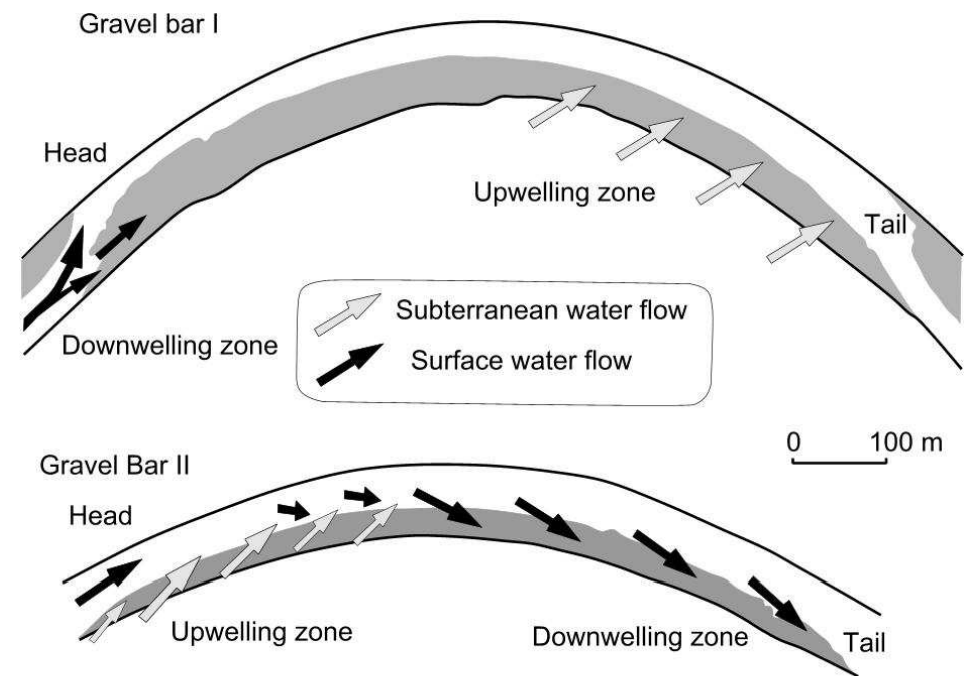
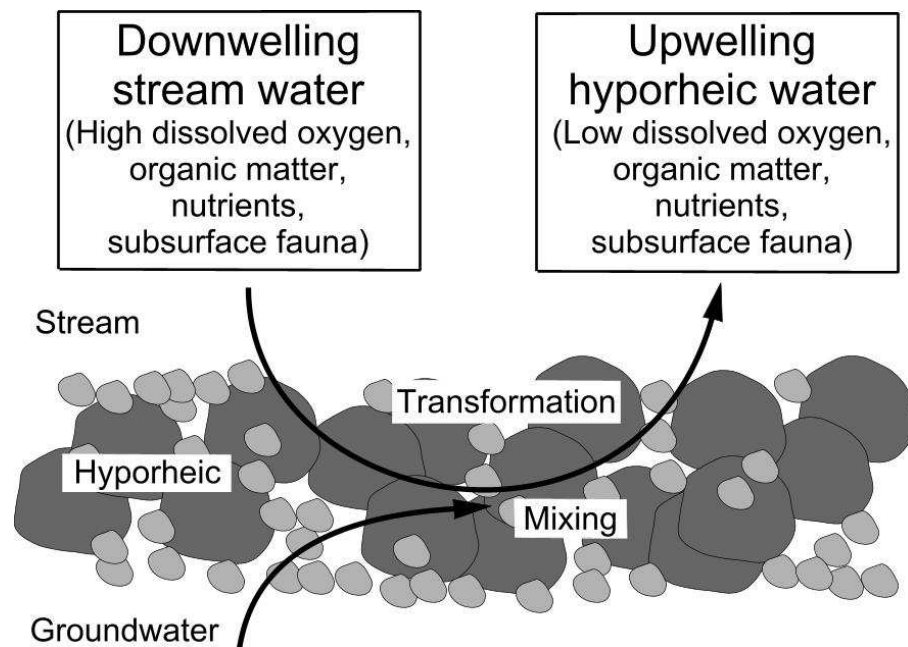




Hierarchical conceptualisation of factors controlling local sediment habitat conditions of major importance to interstitial metazoans (from Ward et al. 1998).

Komunikace mezi povrchovou a podzemní vodou

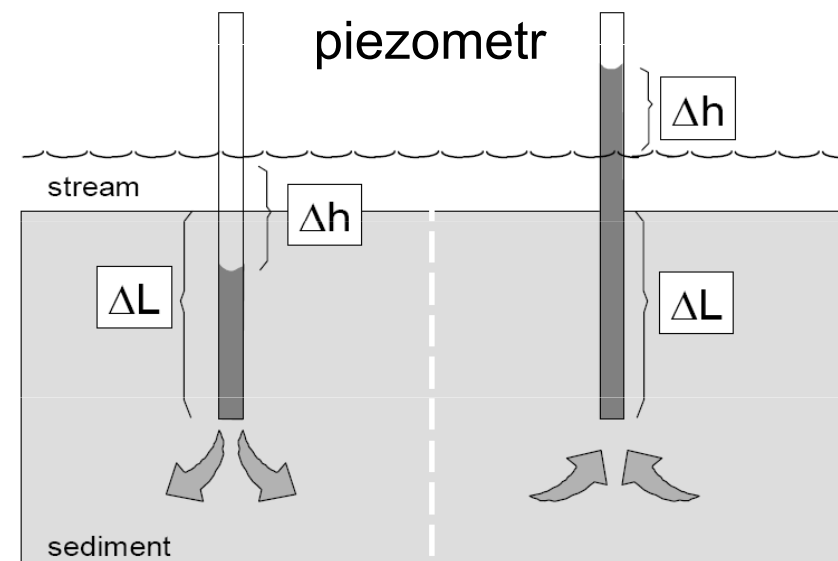
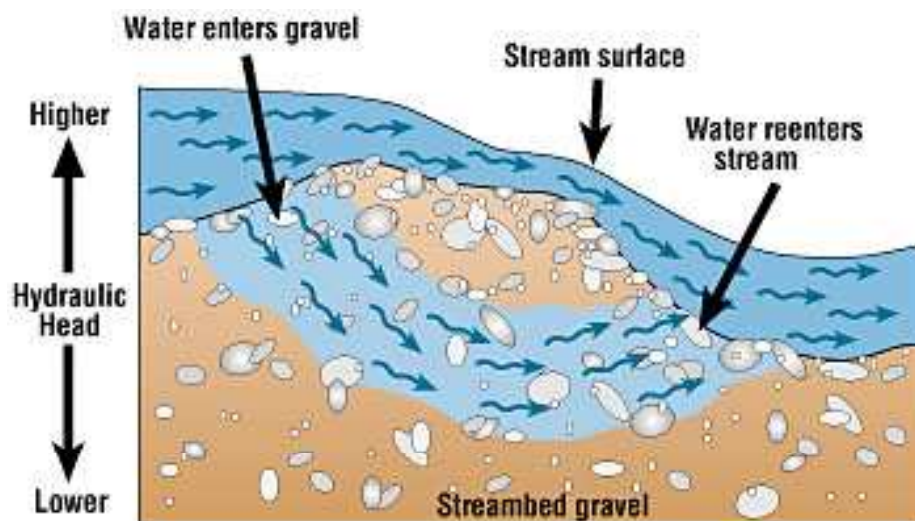
- horizontální proudění, infiltrace, exfiltrace, kapilární síly
- průtok hyporeálem závisí na propustnosti dna a povrchovém průtoku
- variabilita v podélném a příčném profilu i v čase
- kolmatační vrstva



Miribel Canal (France), from Dole-Olivier et Marmonier (1992)

Tok vody substrátem: pojmy

- Hydraulická výška („hydraulic head“), hydraulický potenciál = míra energie, kterou má hmota vody vzhledem ke své poloze v prostoru, tlaku a rychlosti proudění
- Hydraulický gradient (spád)
- Hydraulická vodivost („hydraulic conductivity“) = množství vody, které proteče plochou 1 m² za sekundu, závisí na propustnosti a nasycení kapalinou
- Propustnost („permeability“) - funkce pórovitého prostředí



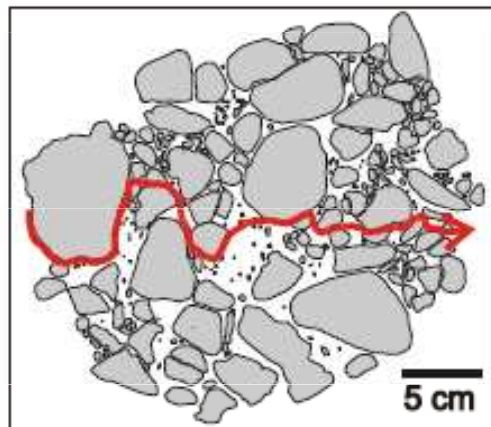
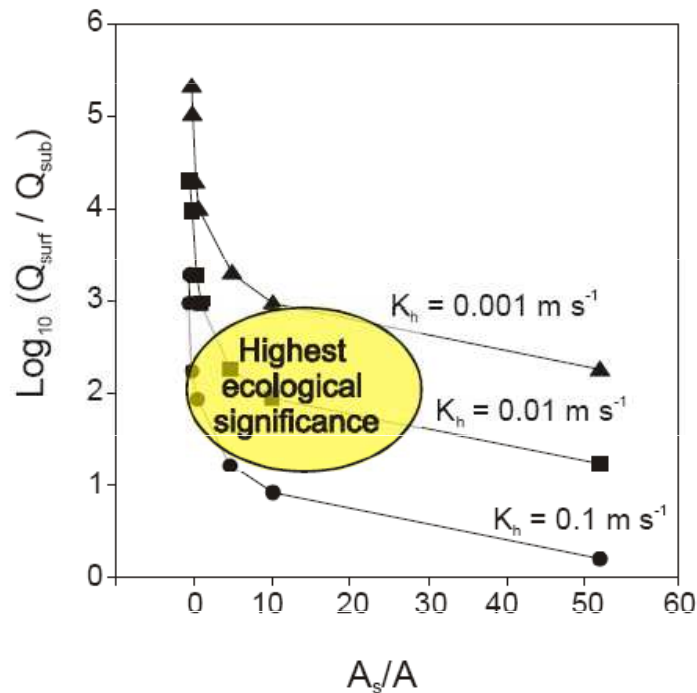
$$\frac{\Delta h}{\Delta L} = -$$

Downwelling

$$\frac{\Delta h}{\Delta L} = +$$

Upwelling

Rychlost toku vody v substrátu



Findlayho model (Boulton 1998)

- velké měřítko (povodí)
- K_h = hydraulic conductivity, $Q_{\text{surf}}/Q_{\text{sub}}$ = poměr povrchového a podzemního průtoku, A_s/A = poměr ploch hyporeálu a celého toku v příčném profilu
- predikuje optimální podmínky pro hyporeos
- v malém měřítku průtok intersticiálem velmi heterogenní, nepredikovatelný
- skutečná rychlost vody je vyšší, protože je delší dráha
- vyžaduje přesné měření (Wagner et Bretschko 2002)

Vliv struktury sedimentu

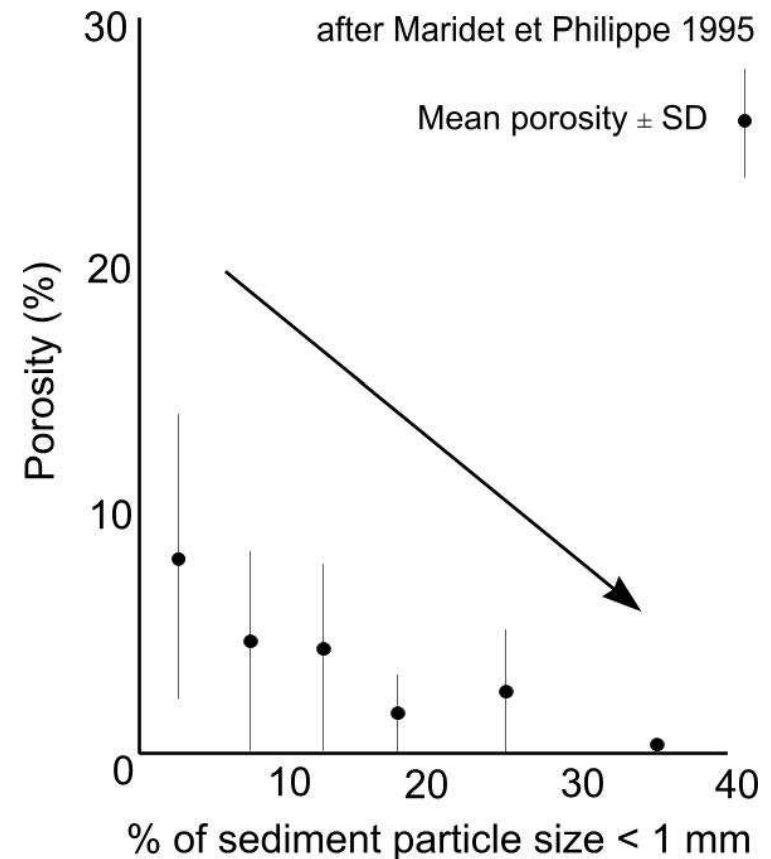
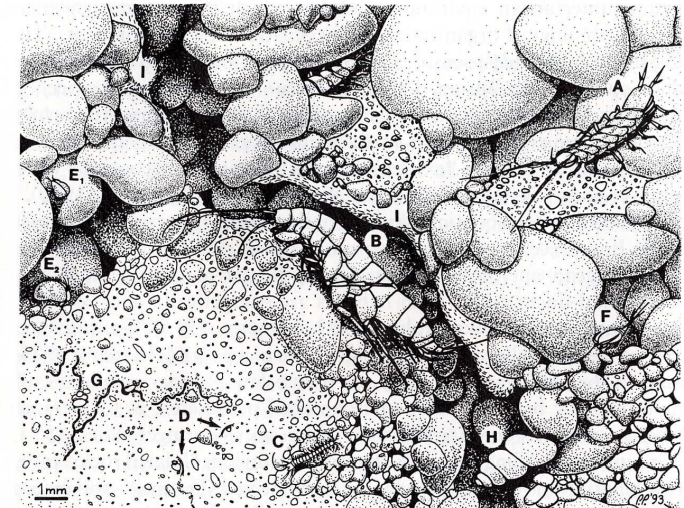
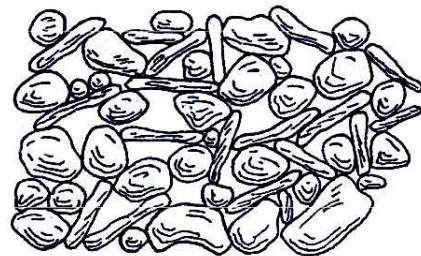
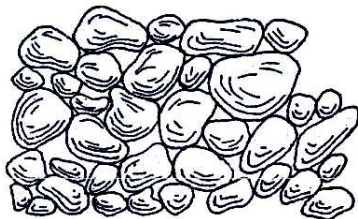
- přímo ovlivňuje denzitu, diverzitu a velikostní složení společenstva
- důležitý je dostupný intersticiální prostor
- obsah jemných částic jako limitující faktor
- porozita (%)

$$P = \frac{V_w}{V_s} \times 100$$

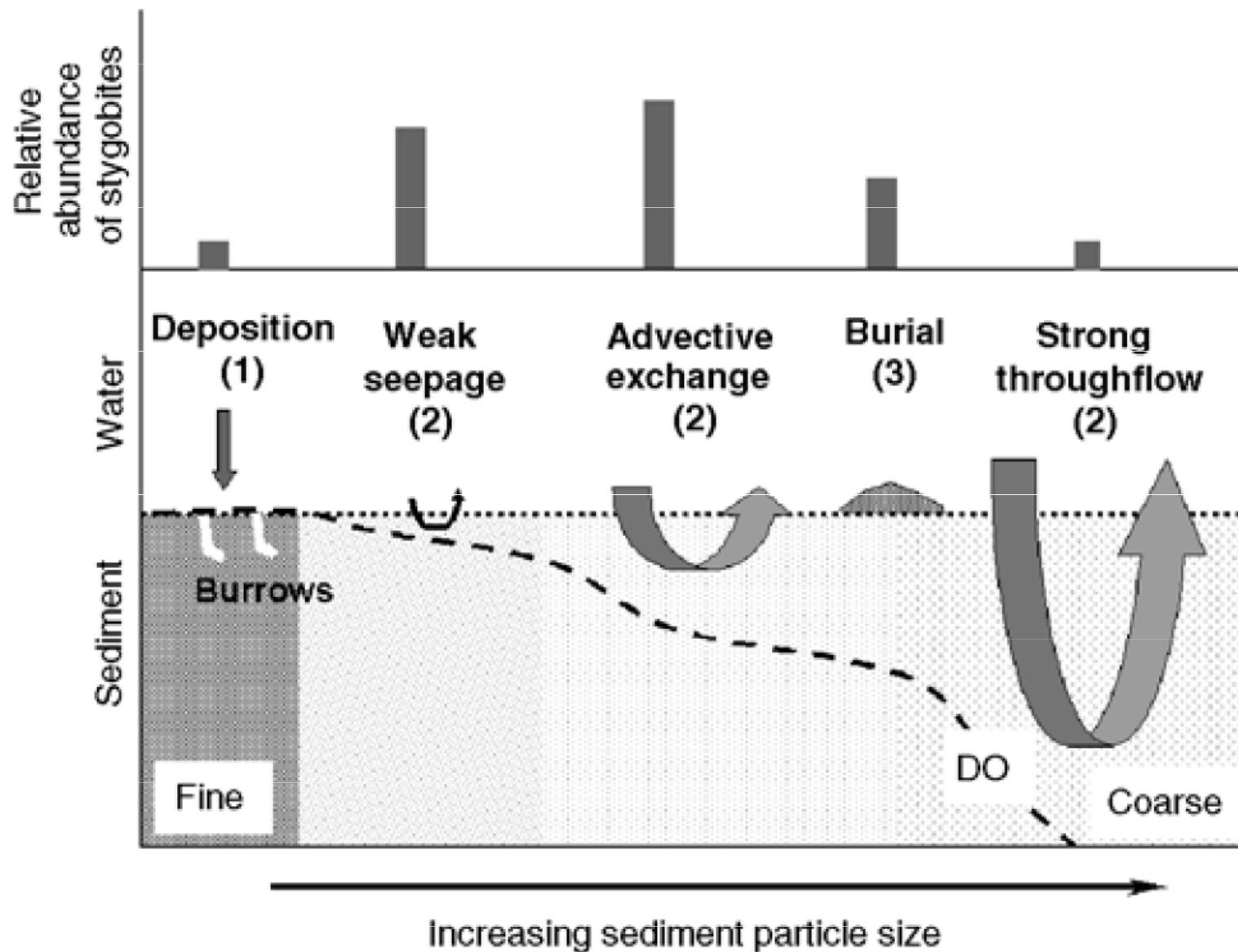
V_w = objem vody

V_s = objem sedimentu

- velikost pórů závisí i na tvaru zrn



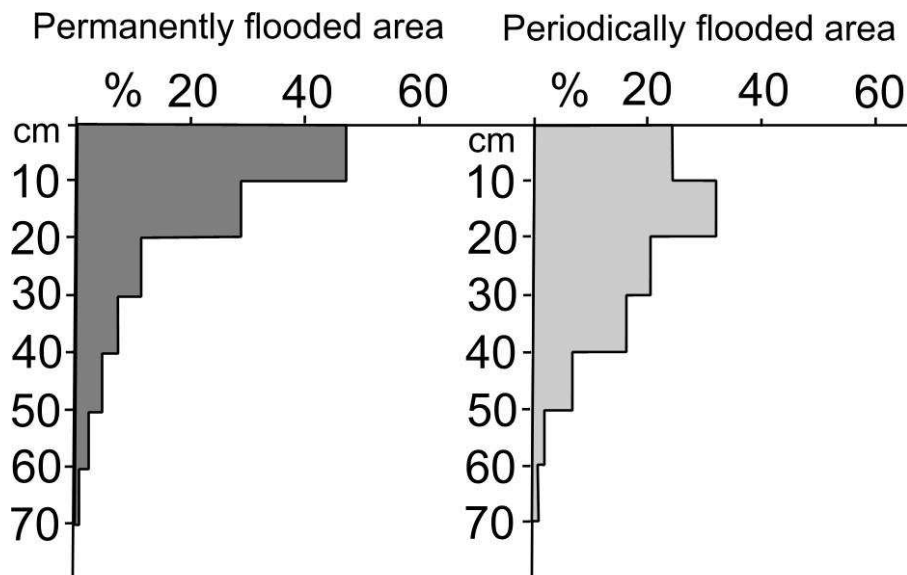
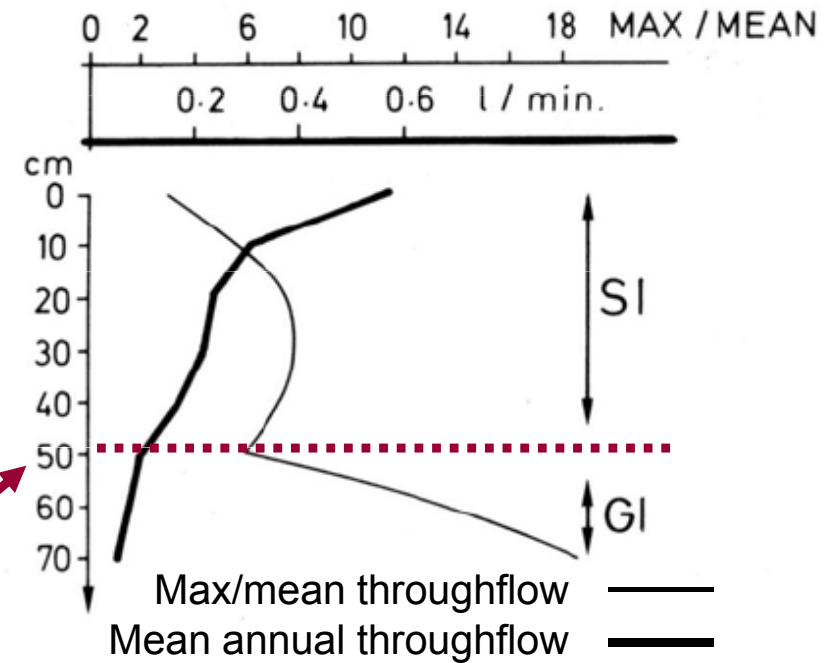
Vliv struktury sedimentu na typ proudění



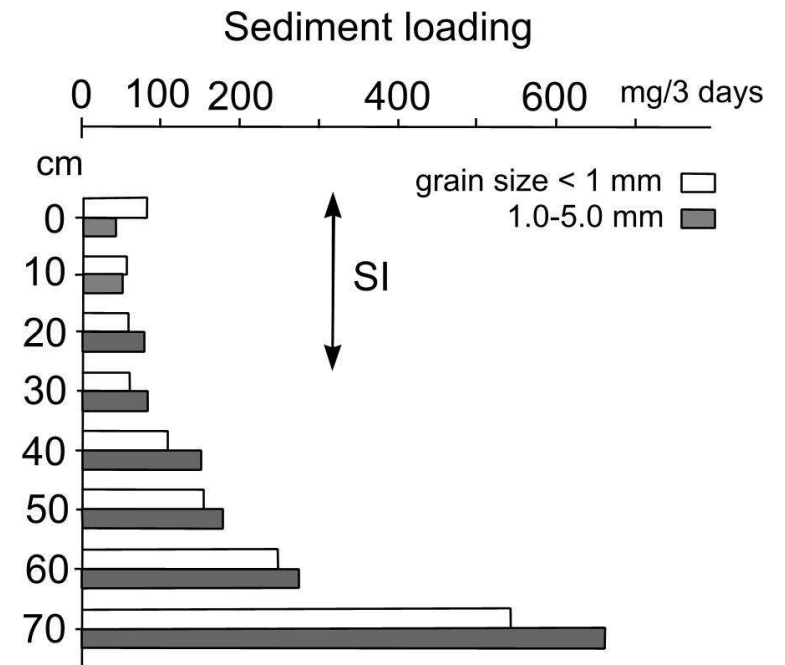
Vertikální distribuce průtoků v sedimentu

Bretschko (1992): Seebach, Austria

- část vertikálního profilu ovlivněná povrchového průtokem (SI), část podzemní vodou (GI)
- dolní hranice (99%) výskytu hyporeosu relativně stabilní



Annual relative distribution means of total sediment fauna

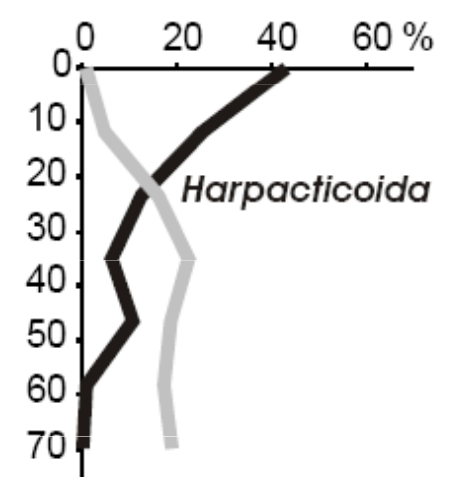
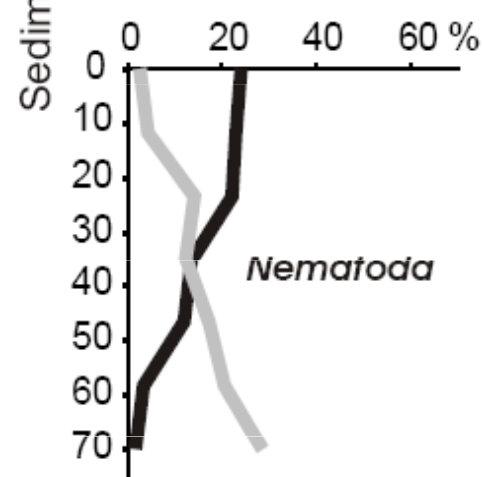
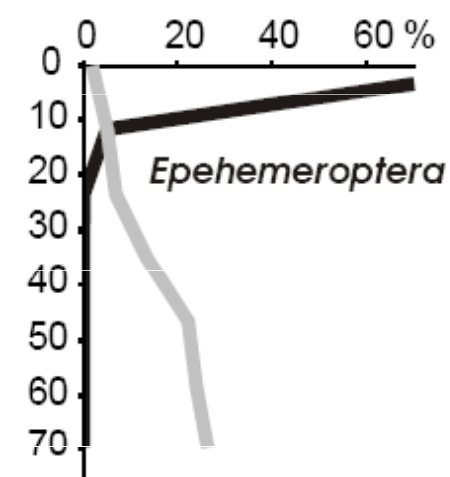
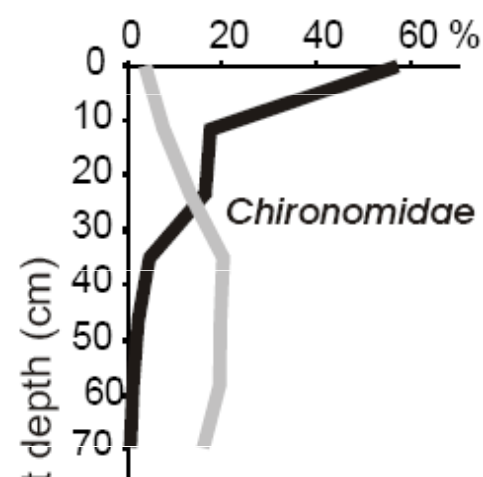
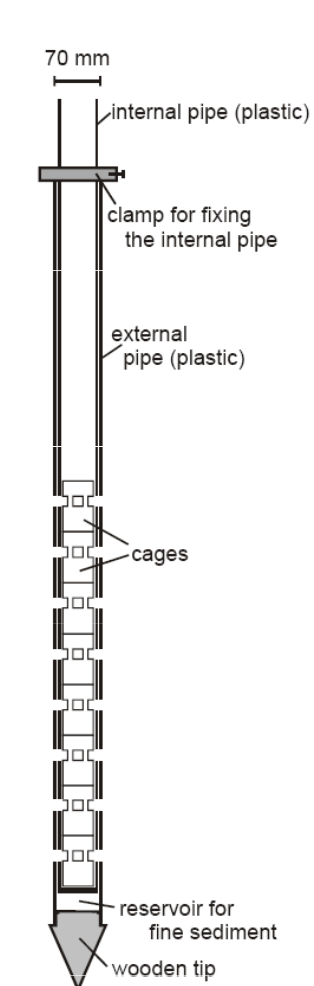
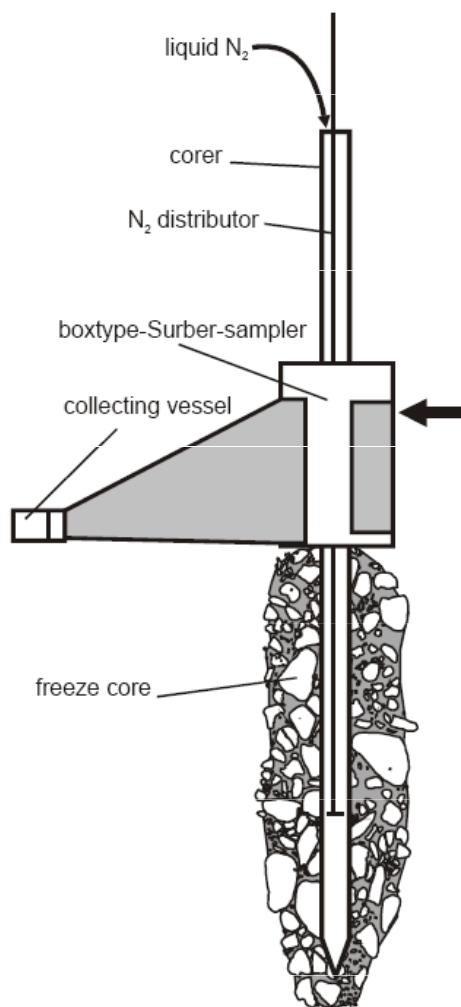


Hyporeická zóna jako refugium?

- mechanismus obnovování a udržování společenstva po a během disturbancí - povodňové stavy nepředvídatelné
- Palmer et al. 1992: testování hypotéz na základě vzorkování v terénu a experimentů na umělém korytě
- hypotéza 1: úbytek fauny z říčního dna během povodně by měl být minimální, pokud je HZ hlubší, než vrstva dna zasažená výplachem - nepotvrzeno: ztráty 50-90 %
- hypotéza 2: fauna by se měla pohybovat při zvýšených průtocích do větších hloubek - potvrzeno částečně (migrace dolů pro Copepoda a pakomáry při rychlosti vody 5-23 cm/s)
- hypotéza 3: je HZ nejdůležitější zdroj pro rekolonizaci po povodni? - potvrzeno částečně - vodní sloupec a povrchový sediment stejně důležitý

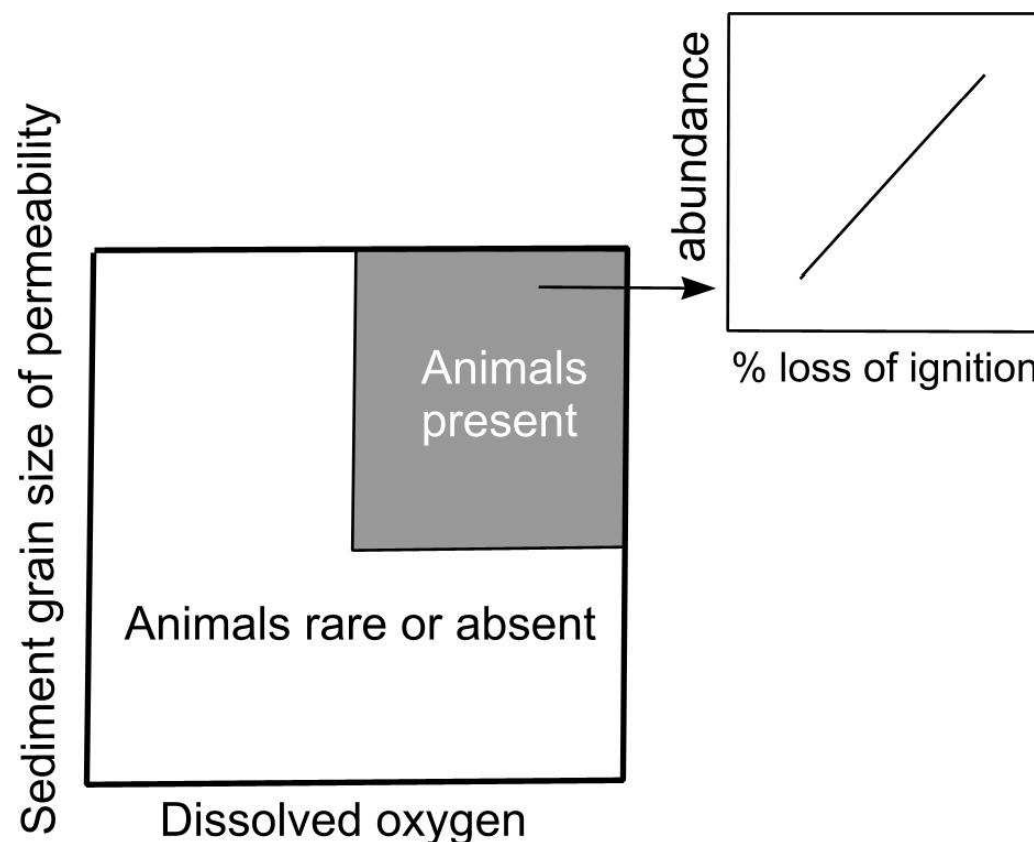
Odběrové metody

- Freeze-core vs. cage pipes (Wagner 2002)
- abundance vs. aktivita hyporeosu



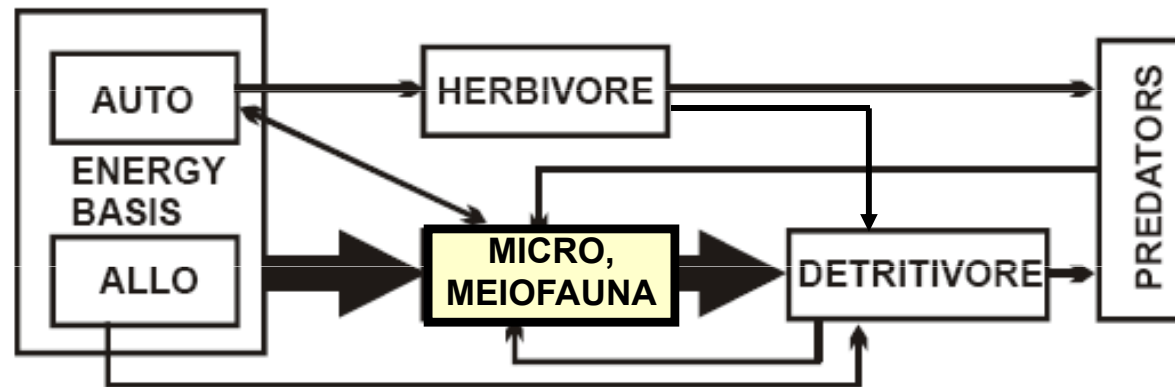
Struktura sedimentu, obsah rozpuštěného kyslíku a organického materiálu - klíčové faktory

- vliv DO, OM a struktury sedimentu na faunu v různých studiích různý, kterýkoli z nich může být limitující faktor
- hypotéza: pozitivní korelace mezi abundancemi a koncentrací POM nastává při dostatečně vysoké koncentraci DO a permeabilitě
- potvrzeno, ale korelace slabé
- vlivy teploty, hydrologie, disturbační historie a biologických interakcí



Strayer et al. 1997

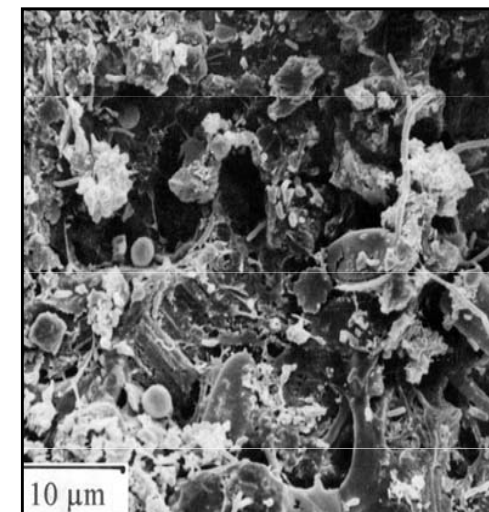
Potravní řetězec a tok energie



Autochtonní org. materiál – fotická vrstva, zelené řasy, rozsivky, sinice

Allochtonní org. materiál (POM, CPOM, FPOM, DOM)

- listový opad - sezónní závislost
- eroze břehových partií
- pohřbívání a rozklad
- retenční kapacita sedimentu
- biofilm - bakterie, houby, prvoci a jejich extracelulární produkty, na povrchu POM anorg. zrn (jemnozrné sedimenty mají plochu!), zvyšuje kvalitu potravy (C:N)



i
u

Funkční role hyporeosu (Boulton 1998)

- hrabání – bioturbance, rozrušování sedimentu, změna velikosti pórů a rychlosti vody v nich, oxygenace a transport org. látek, disperze bakterií a spór
- vyměšování – tvorba „bobků“ („pellets“), zdroj DOC a NH_4^+
- spásání biofilmů - zvyšování mikrobiální aktivity
- rozmělnění potravy – rozklad a mineralizace „pohřbené“ POM, zpřístupnění OM dalším detritovorům a baktériím
- biologické interakce – predace a kompetice, „top down“ kontrola meiofauny většími bezobratlými
- účast na výměně energie mezi HZ a povrchovým tokem – migrace temporární i permanentní fauny, vyplavení během povodní poskytuje potravu povrchovým predátorům
- emergence hmyzu – přenos energie do terestrického systému