

Základy hydrobiologie II.

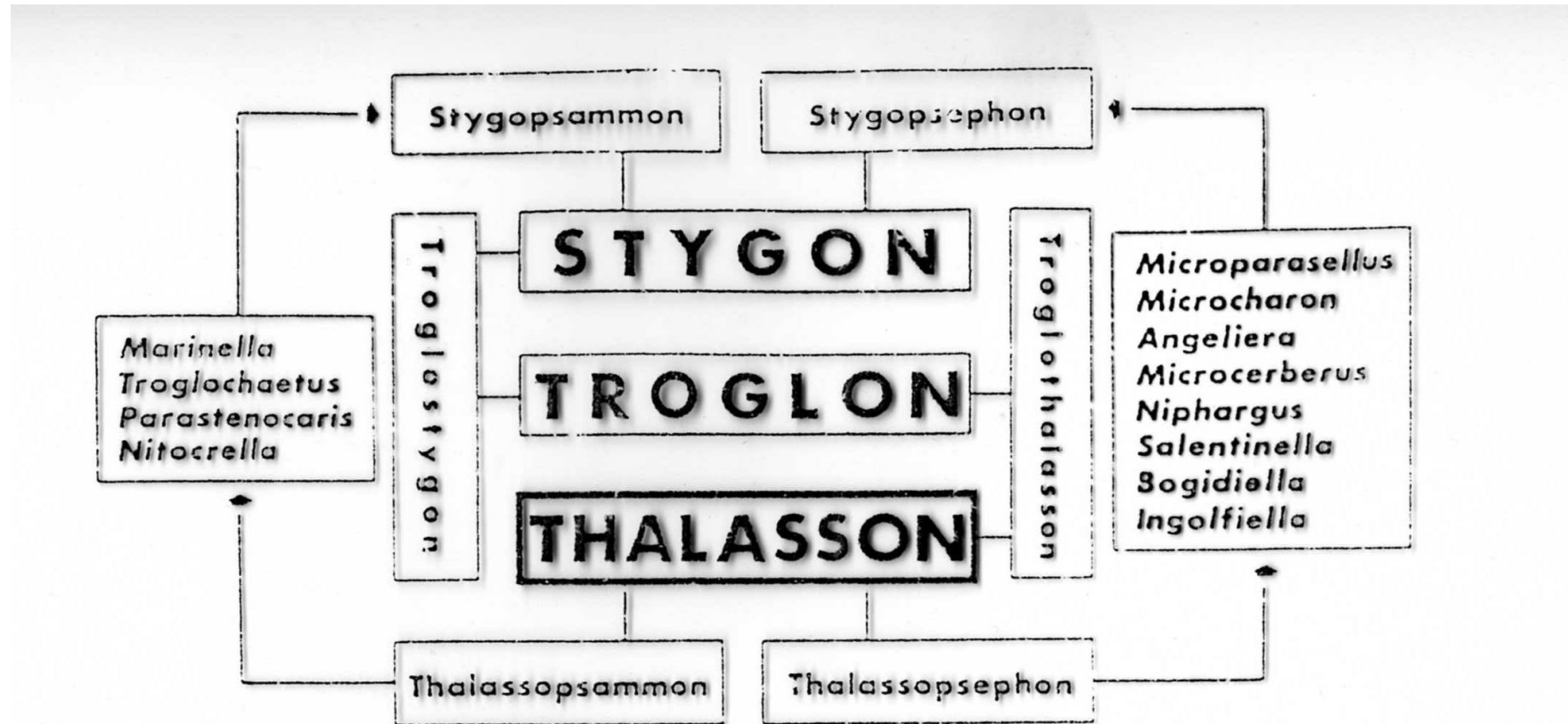
Ekosystémy – části ekosystémů

Jan Helešic

(Eko) Systémový přístup

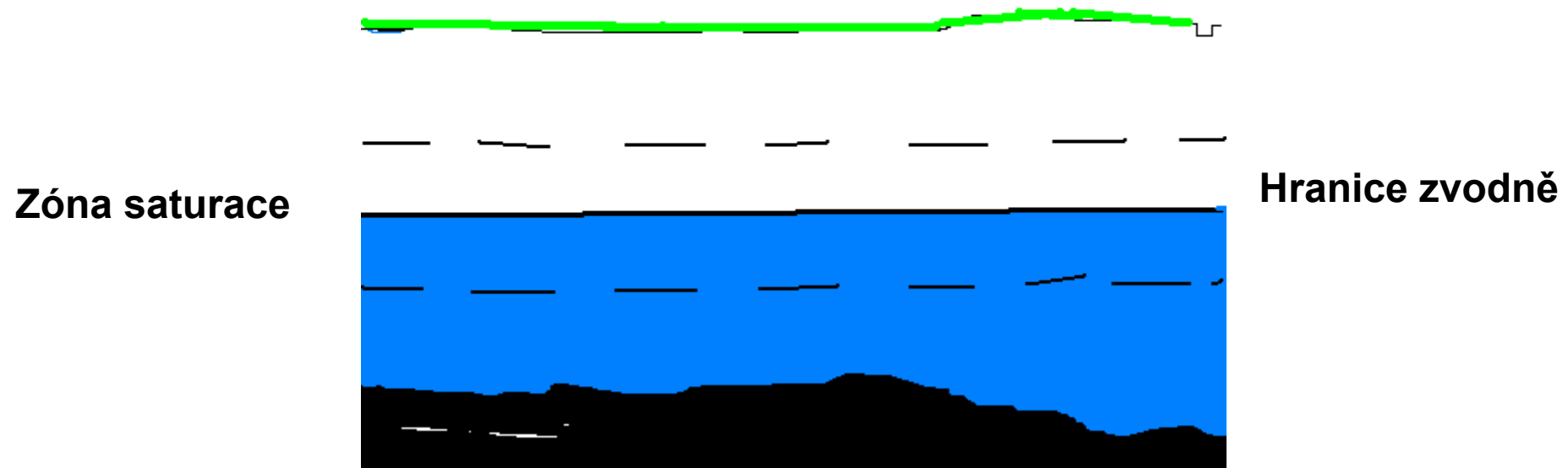
- Podzemní vody
 - Prameny
 - Hyporheal
- Tekoucí vody
- Stojaté vody
 - Jezera
 - Poříční tůně
 - Umělé nádrže
- Mokřady

Podzemní vody – stygon (al), phreaton (al) – phreatic system

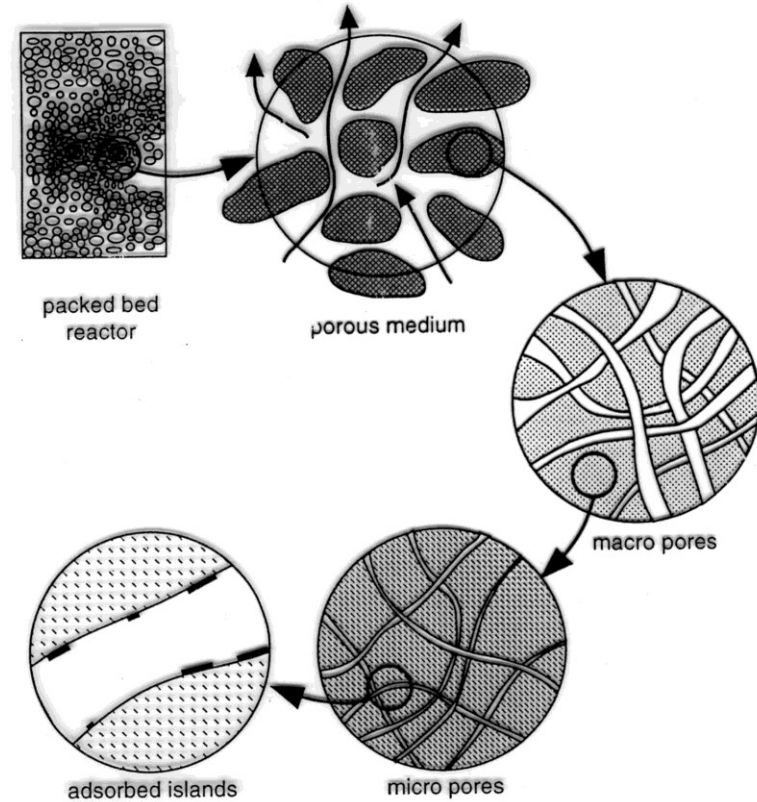
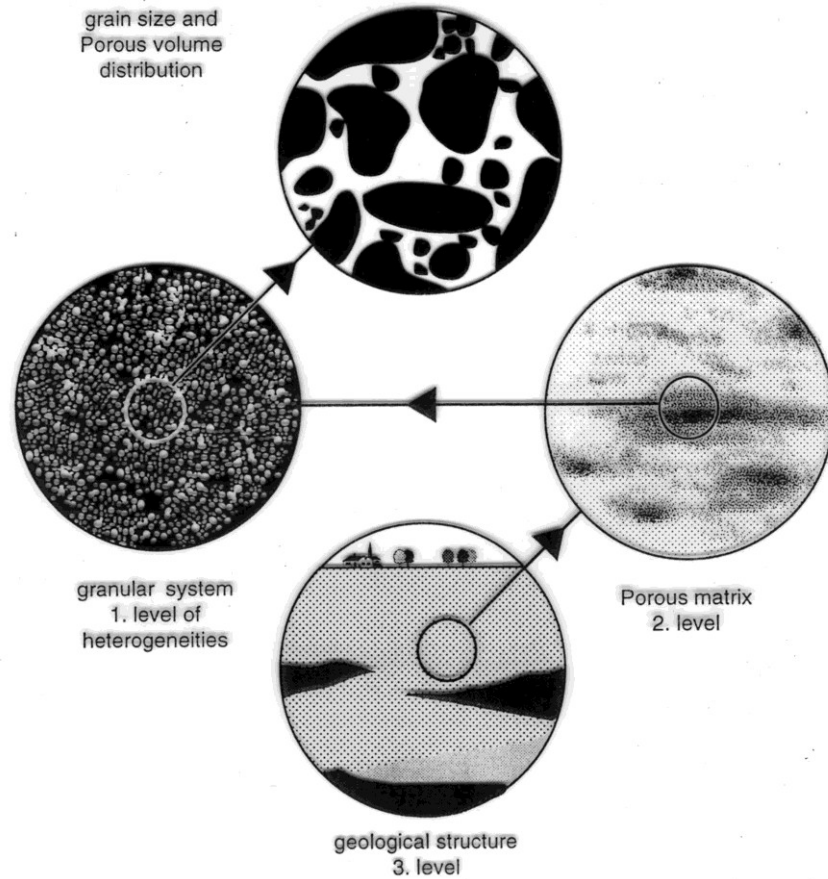


Podzemní vody – základní charakteristiky

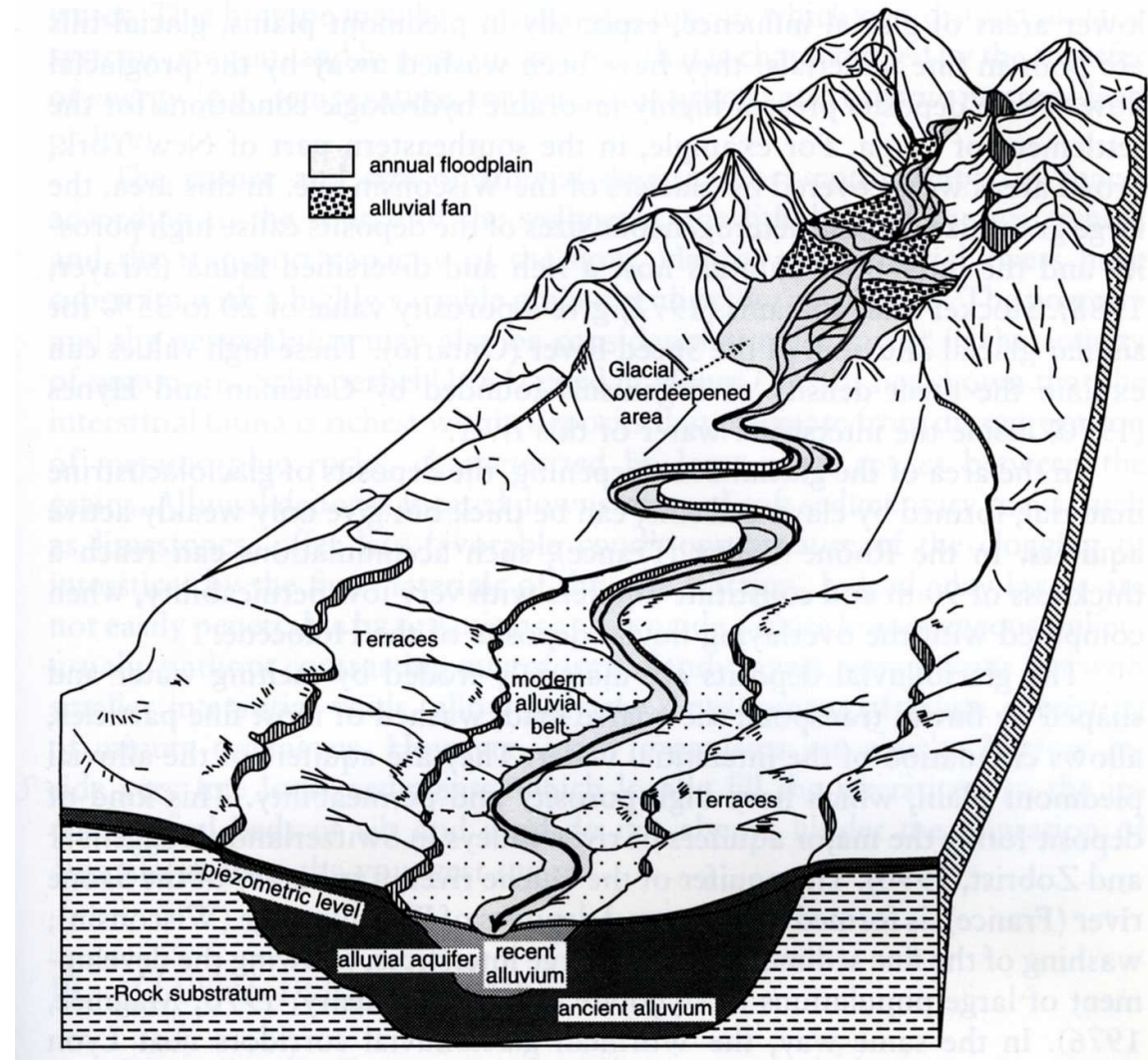
- Zvodeň – aquifer
- Zóna saturace



Průlinové a puklinové prostředí



Kvartérní sedimenty – aluvia řek



Krasové systémy

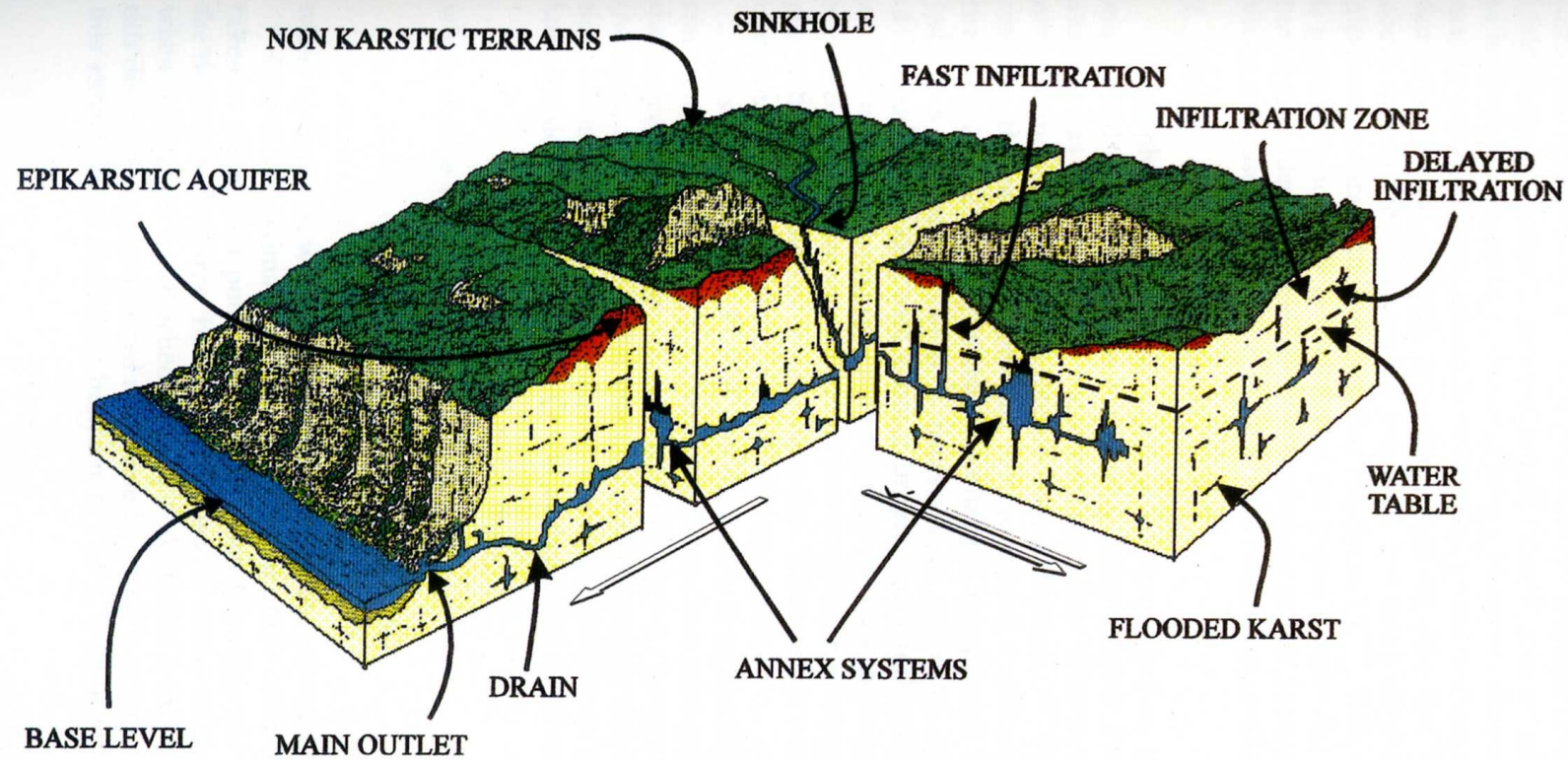
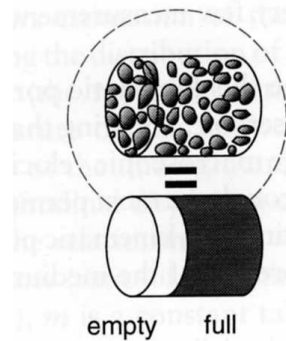
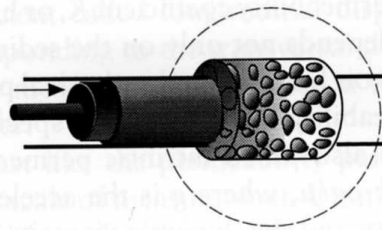


FIGURE 5 Representation of a karstic system.

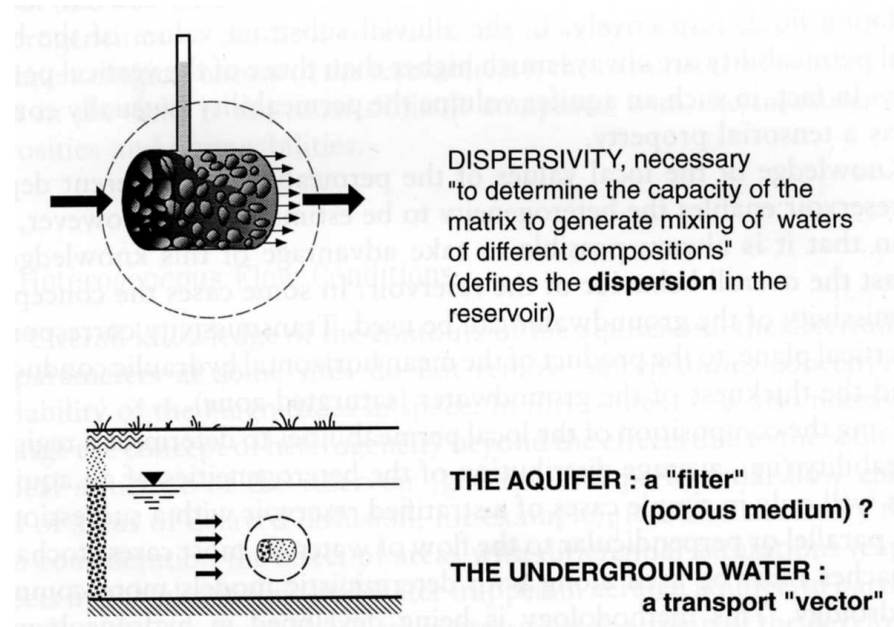
Porosita, permeabilita, dispersivita, koeficient infiltrace



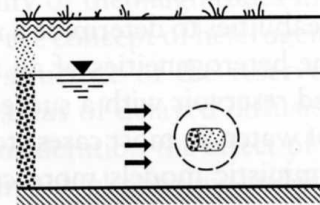
POROSITY, necessary
"to determine the available **volume**
for the water between the grains"
(defines the **content** of the
reservoir)



PERMEABILITY, necessary
"to determine the pressure to be
exerted to overcome the resistance
offered by the solid matrix to the
movement of the water"
(defines the **flux** through the
reservoir)



DISPERSIVITY, necessary
"to determine the capacity of the
matrix to generate mixing of waters
of different compositions"
(defines the **dispersion** in the
reservoir)

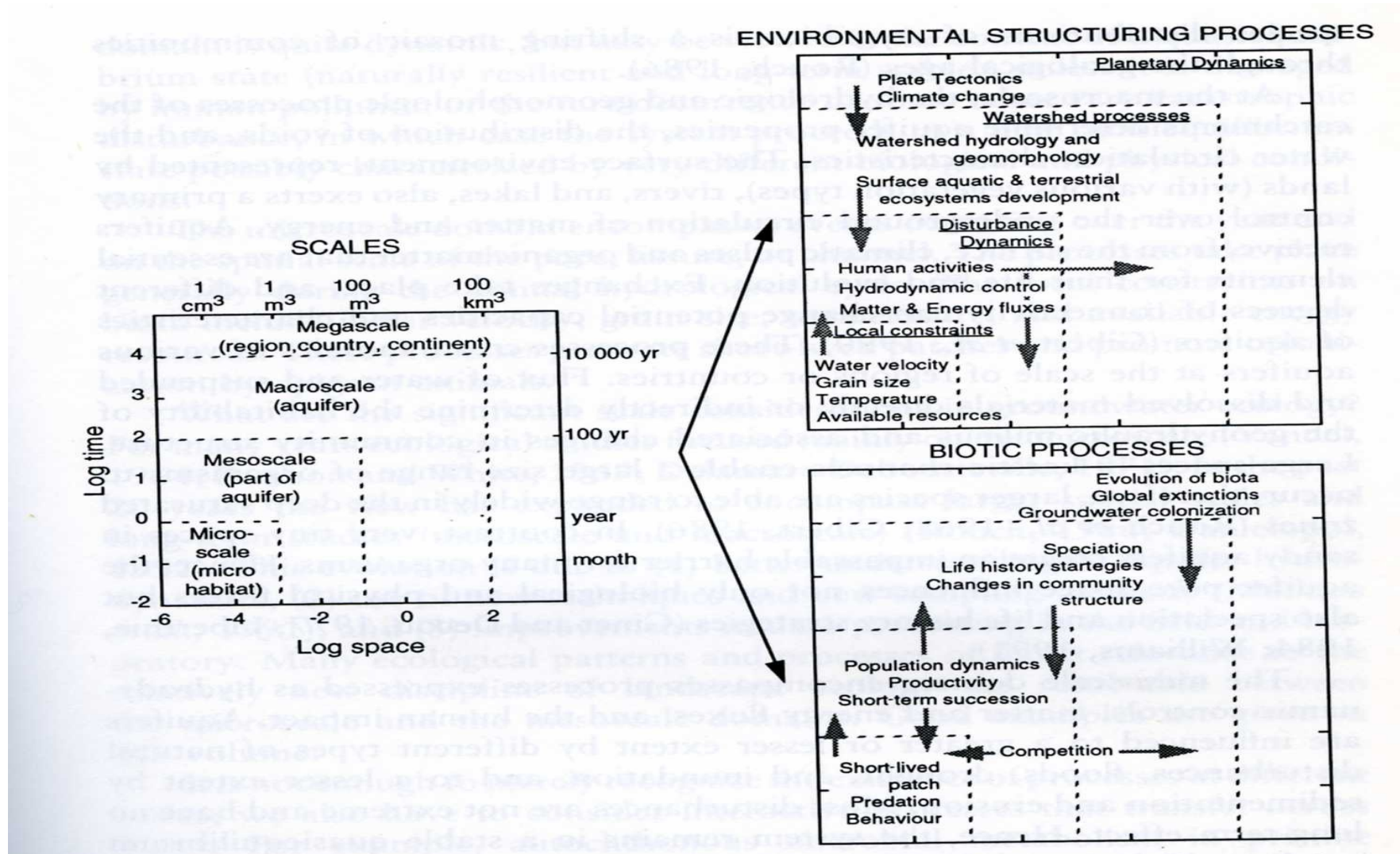


THE AQUIFER : a "filter"
(porous medium) ?

THE UNDERGROUND WATER :
a transport "vector"

Rychlosti proudění: mm/s až cm/s. Průtok: ml – l/s, krasové systémy m³/s.
Pomocná metoda – měření vydatnosti vrtu (l/s)

Časo-prostorová škála a rychlost procesů



Základní vlastnosti

- Podmínky
 - relativně stalá teplota vody (kopíruje průměrnou teplotu na povrchu)
 - omezený prostor (výjimka krasy)
 - relativně stálé chemické složení vody a vyšší mineralizace
 - nízký obsah kyslíku (max. jednotky mg/l), relativně vyšší obsah oxidu uhličitého
- Zdroje
 - chybí světlo
 - omezený vstup organických látek jen FPOM, UFPOM a hlavně POM (výjimka kras)

Podmínky - prostor

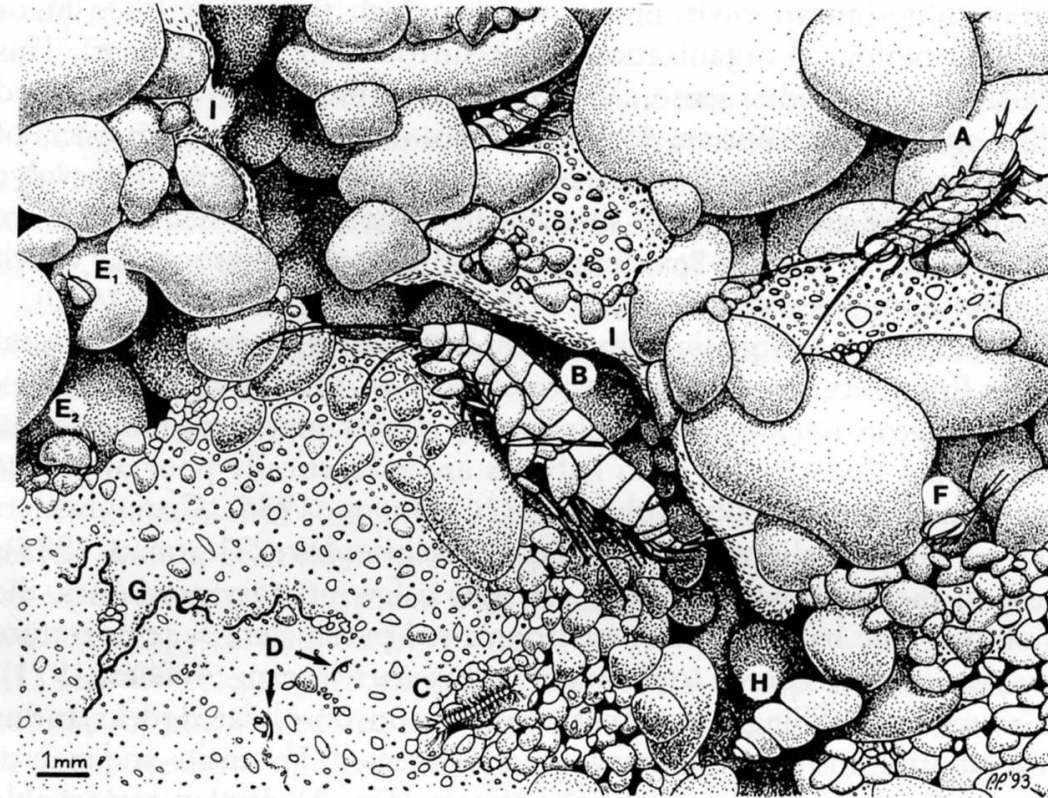
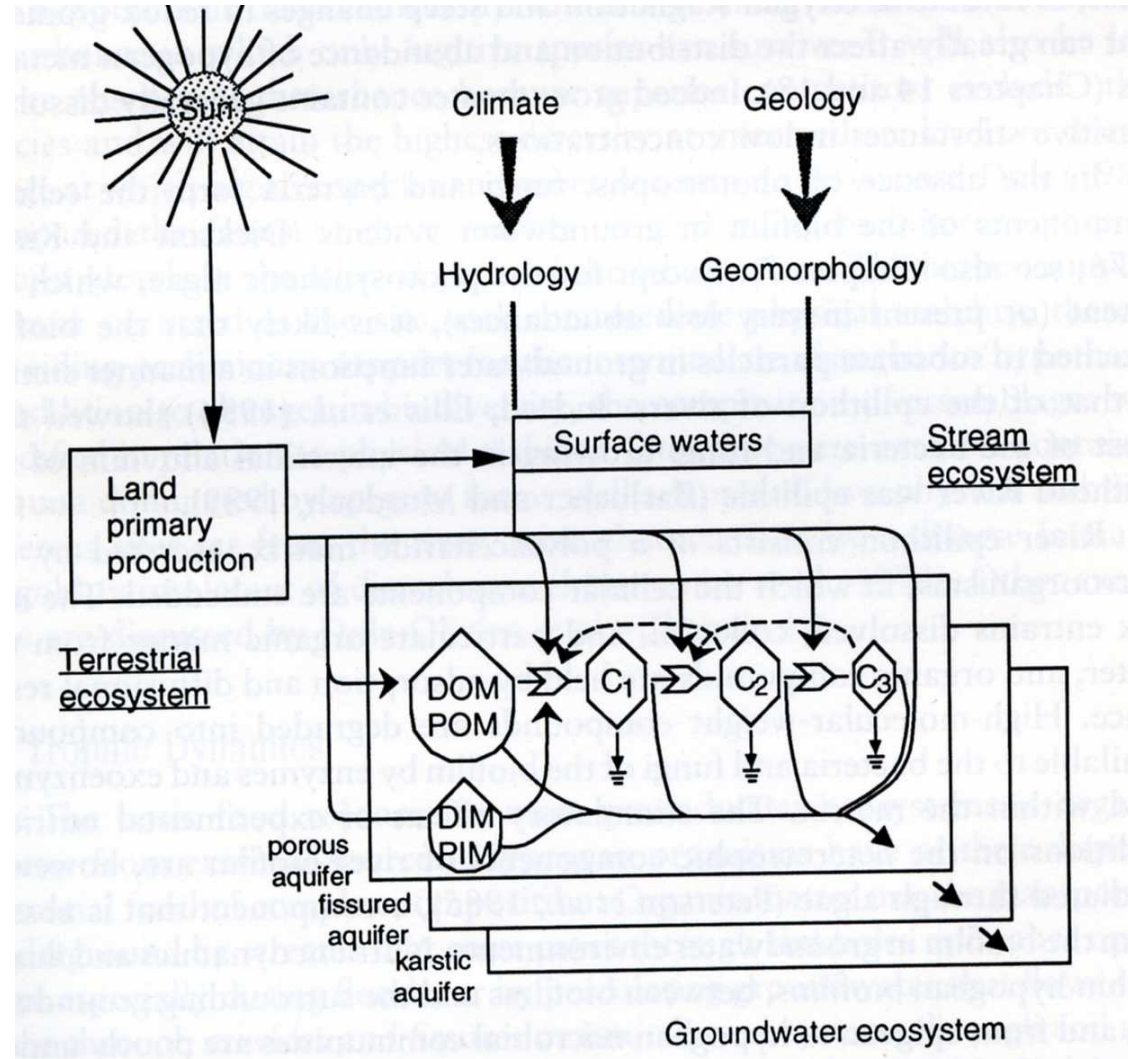


FIGURE 1 The interstitial habitat and some of the subterranean-dwelling organisms. Diagram composed, mainly, after video pictures taken in the Lobau miniaquifer. A, *Proasellus slavus* (Isopoda); B, *Niphargus* sp. (Amphipoda); C, *Bathynella* sp. (Syncarida); D, *Parastenocaris* sp. (Copepoda, Harpacticoida); E₁, E₂, *Cryptocandona kieferi* and *Kovalevskiella* sp. (Ostracoda); F, *Acanthocyclops gmeineri* (Copepoda, Cyclopoida); G, Oligochaeta; H, *Bythiospeum* sp. (Gastropoda); I, bacterial biofilm.

Zdroje – organická hmota



Adaptace organismů

- Chybí světločivné orgány – zakrnělé nebo chybějící oči
- Není nutný pigmentovaný tělní povrch – organismy jsou bezbarvé nebo bílé
- Prodloužené tělo, často bičíky
- Nízká pohyblivost, adaptace na nízký obsah kyslíku
- Chemotaktilní orgány – brvy, štětiny atd.
- Feromonová komunikace
- V rozmnožovacím cyklu není zpravidla sezónnost
- Všežravci (sběrači a seškrabávači) a predátoři

Organismy podzemních vod

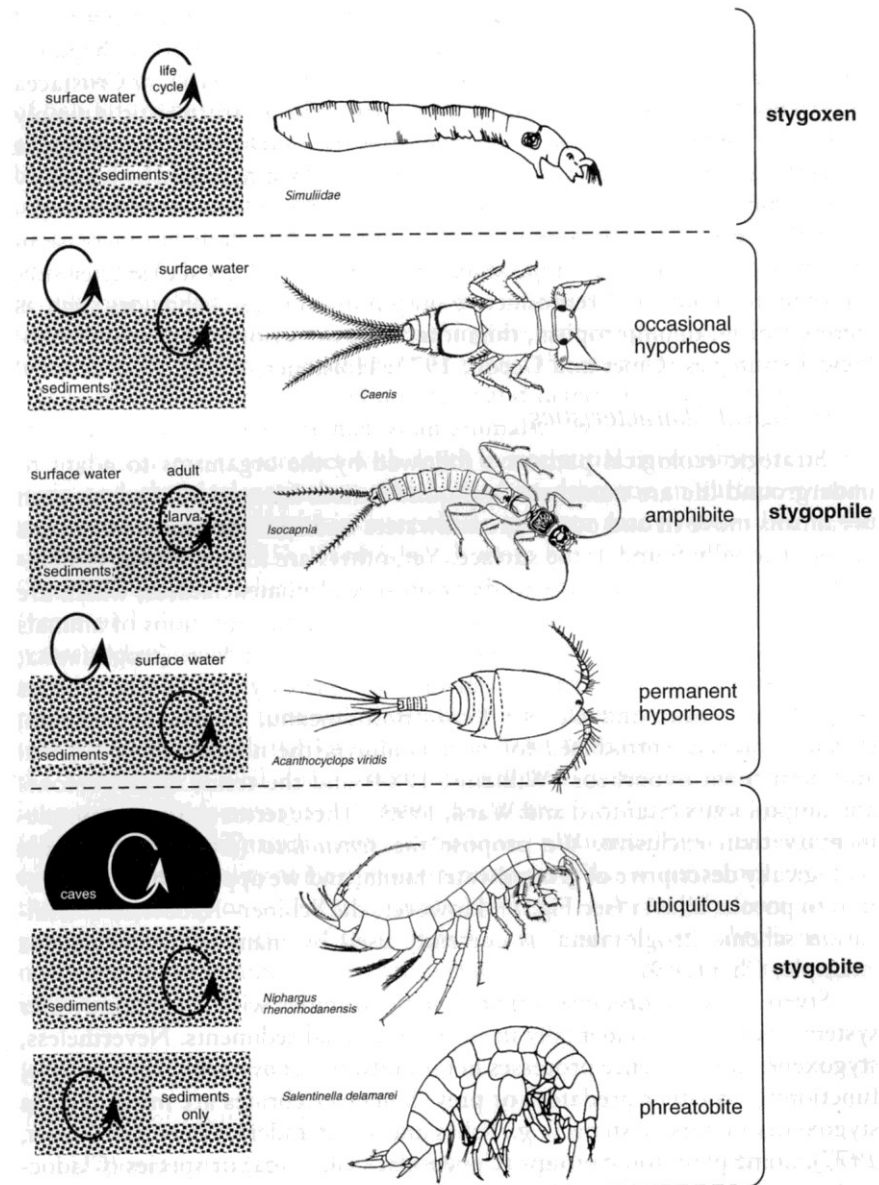
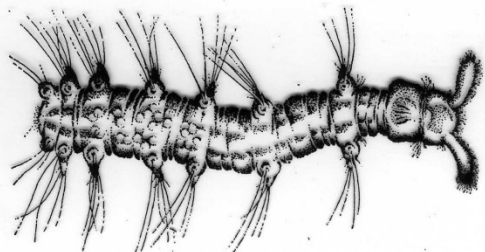
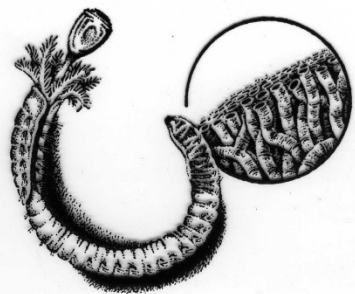


FIGURE 1 A classification of groundwater fauna based on its phenology and its presence or absence in various groundwater environments.

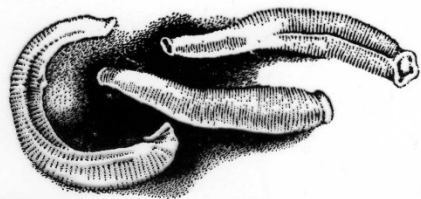
Stygo-phreatobionti



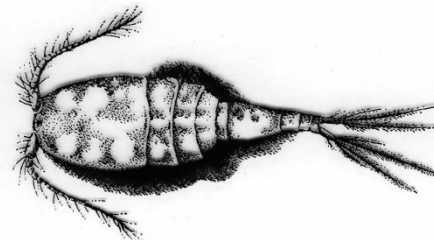
Troglochaetus beraneckii, vzácný případ mnohoštětinatého červa, který v třetihorách přešel z moří do podzemních vod. Žije i v Československu



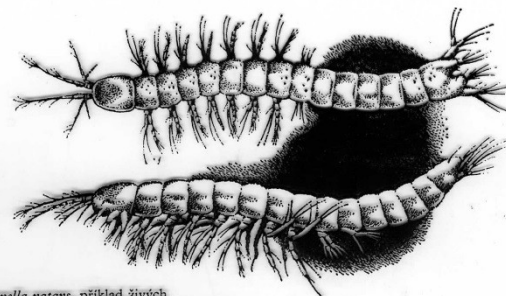
Marifugia cavarica, mnohoštětinátec z jeskyní dinárského krasu. V kroužku vápenaté schránky, v nichž červ žije



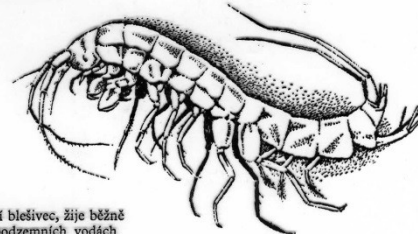
Dina absoloni, podzemní pijavice z dinárského krasu



Acanthocyclops sensitivus, podzemní druh bučanek z evropských freatických vod. Nedávno jsme ho zjistili v poříčních podzemních vodách Dunaje u Bratislavy

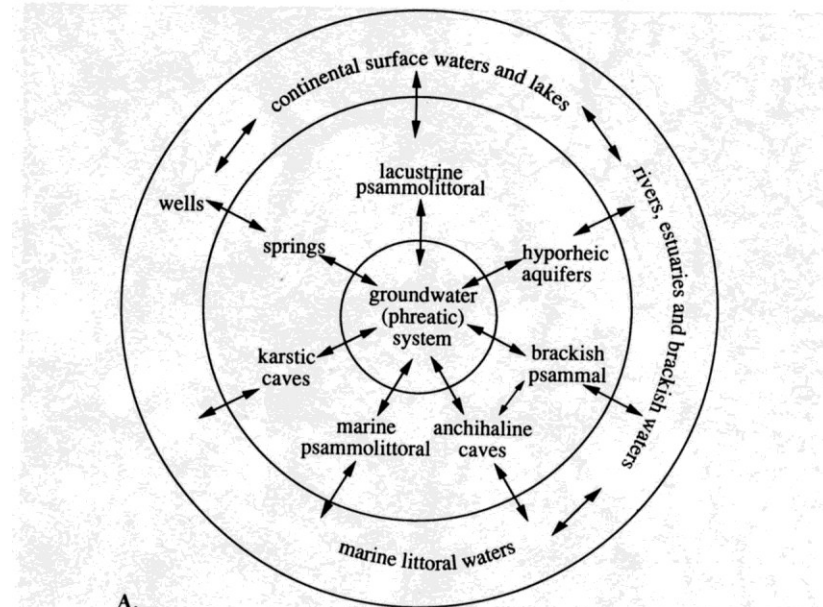


Bathynella natans, příklad živých zkamenělin, jejichž starobylost je zřejmá

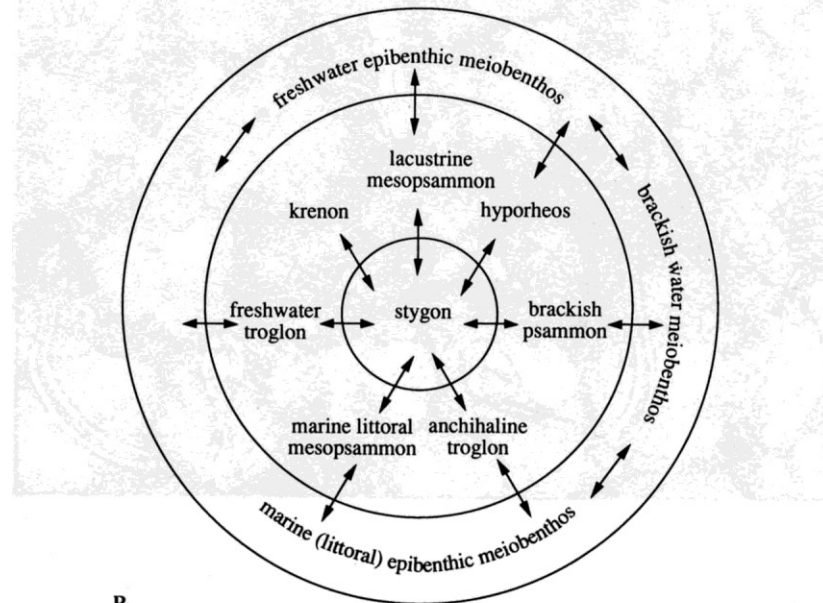


Niphargus, studniční blešivec, žije běžně v našich různých podzemních vodách

Komunikace s okolními systémy – biotopy (habitaty)



A.



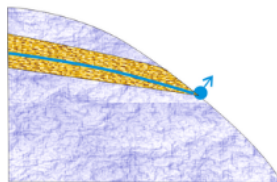
B.

Prameny – krenon (al)

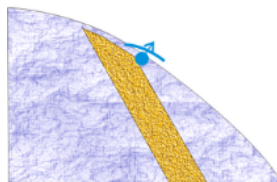
Hydrogeologické typy pramenů

Základní typy pramenů
podle klasifikace Schoellera (1955)

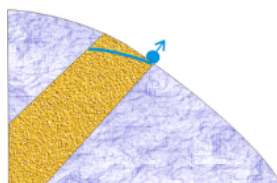
kontaktní prameny



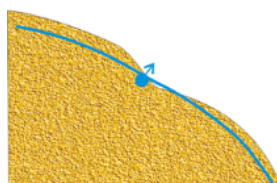
soukloně přelivné prameny



soukloně přelivné prameny

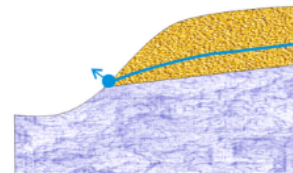


protikloně přelivné prameny

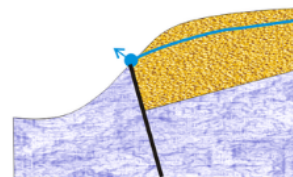


pramen na lomu svahu

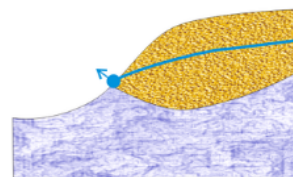
depresní prameny



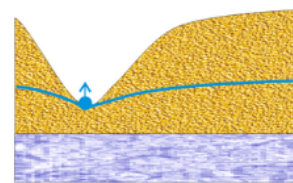
výlevné prameny



soukloně přelivné prameny
(bariérový pramen)



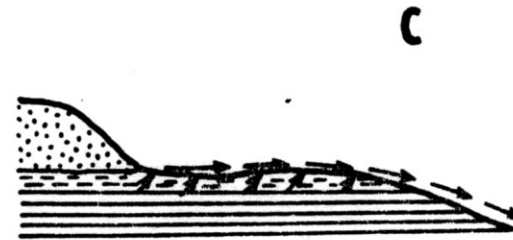
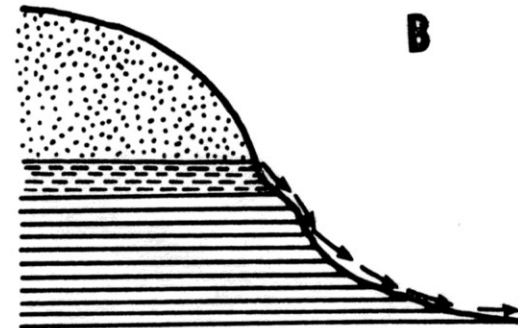
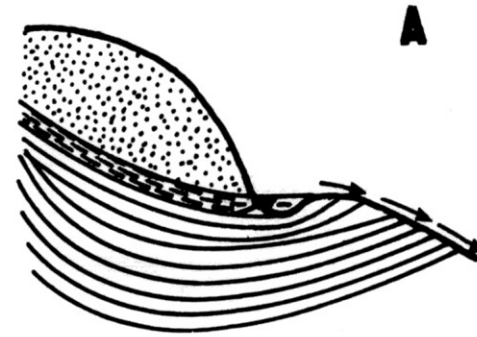
protikloně přelivné prameny



údolní prameny

Historická klasifikace

Limnokrén – studánka
Rheokrén – přímý vývěř
Helokrén – pramenný mokřad



Obr.12.
Schématické znázornění základních typů pramenů.
A = Limnokrén, B = Rheokrén, C = Helokrén.
Propustné vrstvy tečkovaně, zvodnělé čárkovaně,
nepropustné plně (Ex PAVLOVSKIJ a ŽADIN)

Časové hledisko klasifikace pramenů

- Permanentní prameny – trvale tekoucí celý rok
- Periodické prameny – krasové vyvěračky
- Intermitentní prameny – tečou od předjaří do léta, v pozdním létě jsou zpravidla bez vody
- Efemerní prameny – tečou jen jednou za několik let, jen při vysokých hladinách podzemní vody

Specifické typy pramenů

- **Nivál** – pramen (prameniště) se zdrojem ve sněhových polích. Často jen dočasný a typický svým složením dle složení sněhové vody. Vodnost se často mění během dne, dle tání sněhu.
- **Kryal** – pramen (prameniště) se zdrojem vody z ledovce. Typická diurnální režim dle tání ledovce, mnohdy mohutné průtoky až desítky m³/s.

Fontaine de Vaucluse remains the deepest known karstic exsurgence

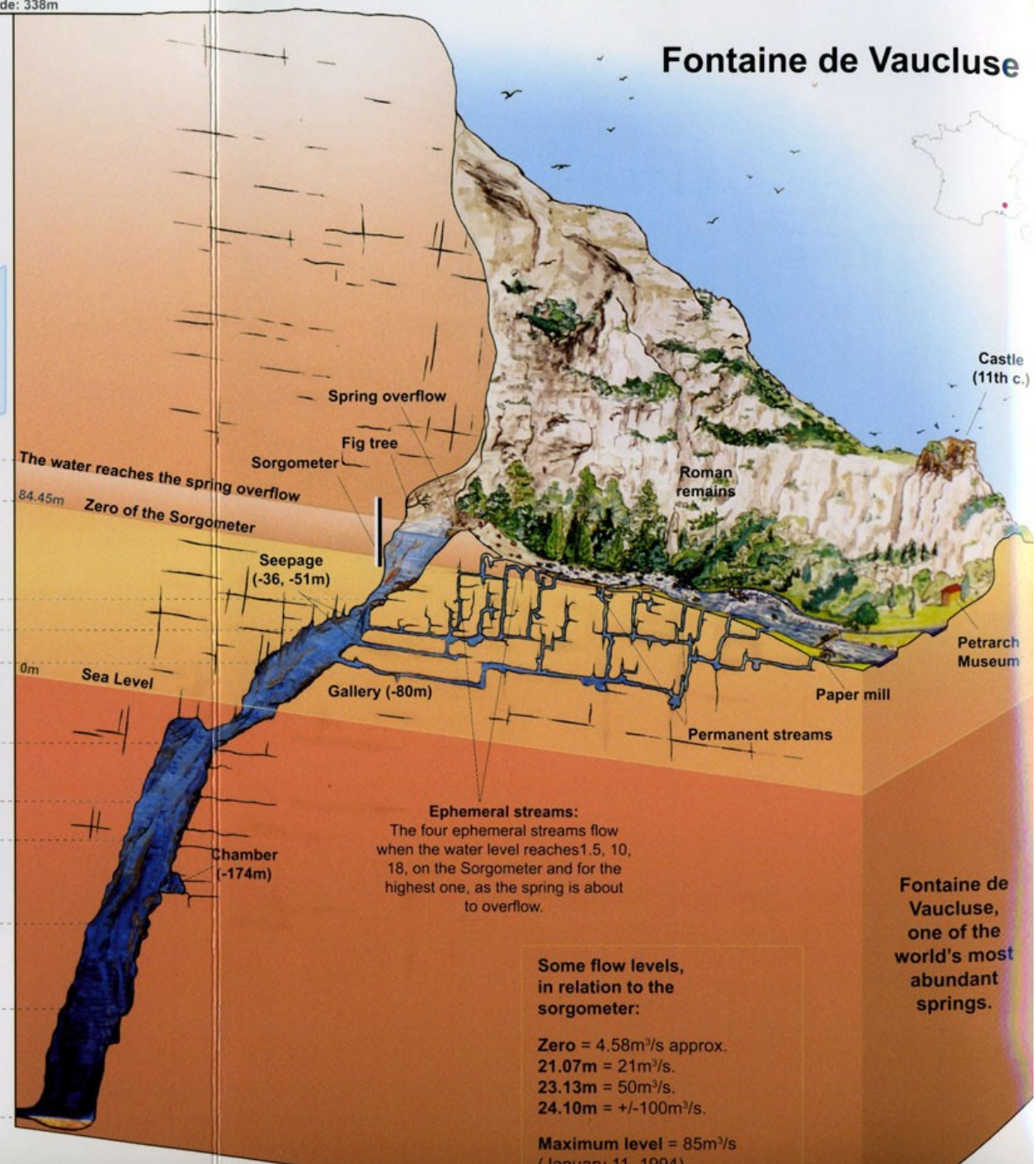
Fontaine de Vaucluse



Level in comparison with zero on the sorgometer



- 1878: Otonelli
- 1946: J-Y. Cousteau
- 1955: J-Y. Cousteau
- 1967: 'Telenaute'
- 1981: J. Hasenmayer
- 1983: C. Touloumdjian
- 1983: J. Hasenmayer
- 1983: 'Sorgonaute'
- 1985: 'Modexa'
- 1989: 'Spelenaute'



Ephemeral streams:
The four ephemeral streams flow when the water level reaches 1.5, 10, 18, on the Sorgometer and for the highest one, as the spring is about to overflow.

Some flow levels, in relation to the sorgometer:

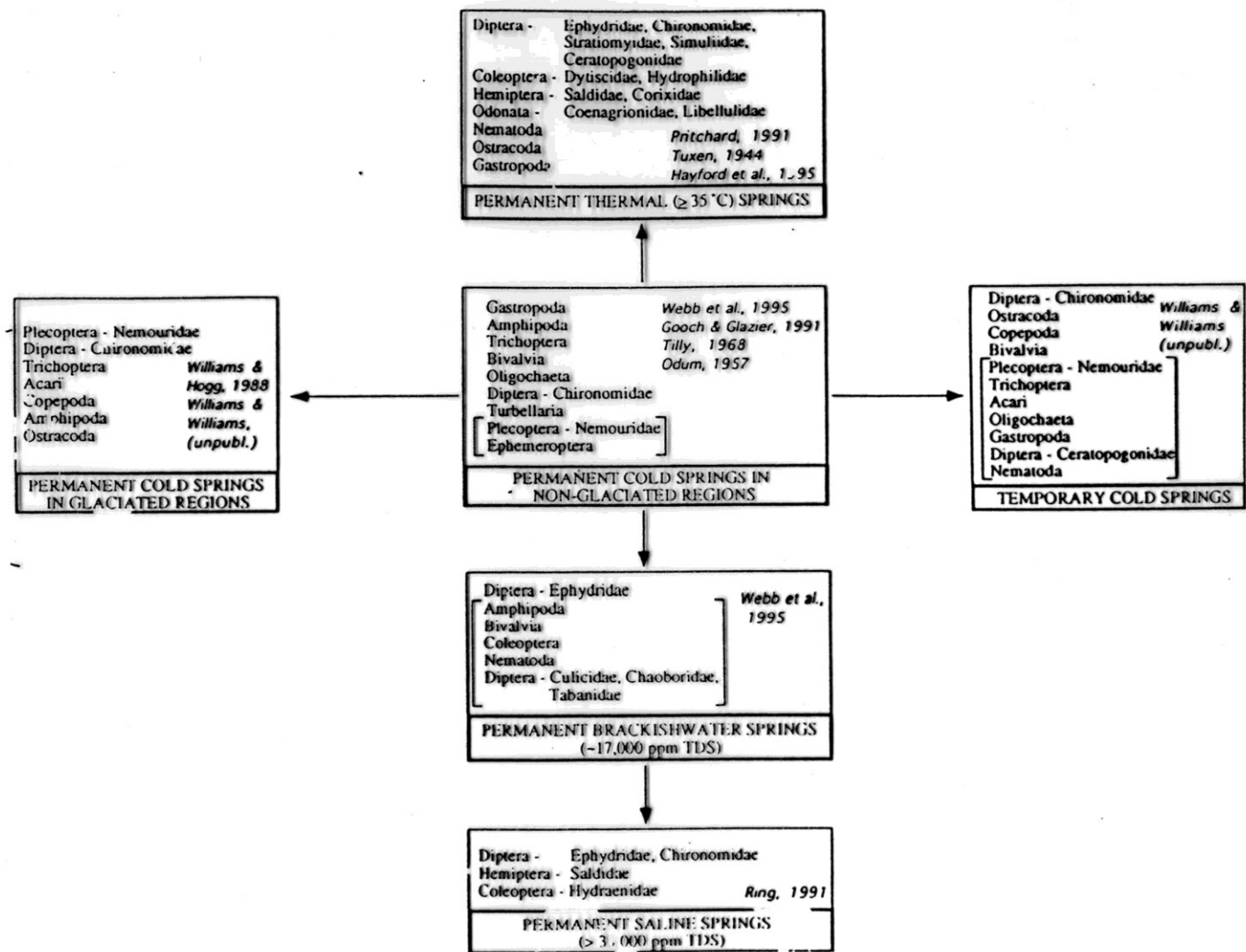
- Zero = 4.58m³/s approx.
- 21.07m = 21m³/s.
- 23.13m = 50m³/s.
- 24.10m = +/-100m³/s.

Maximum level = 85m³/s (January 11, 1994).

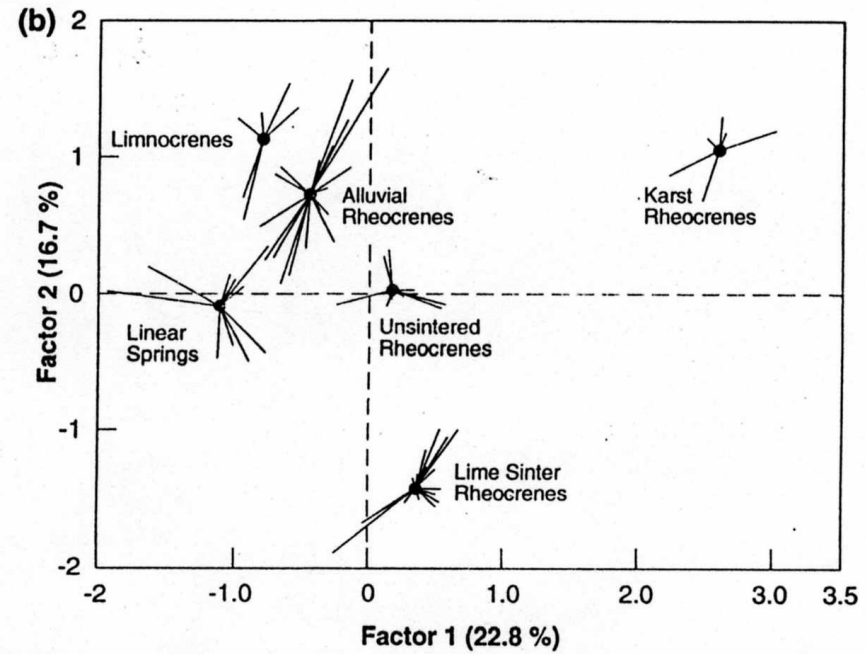
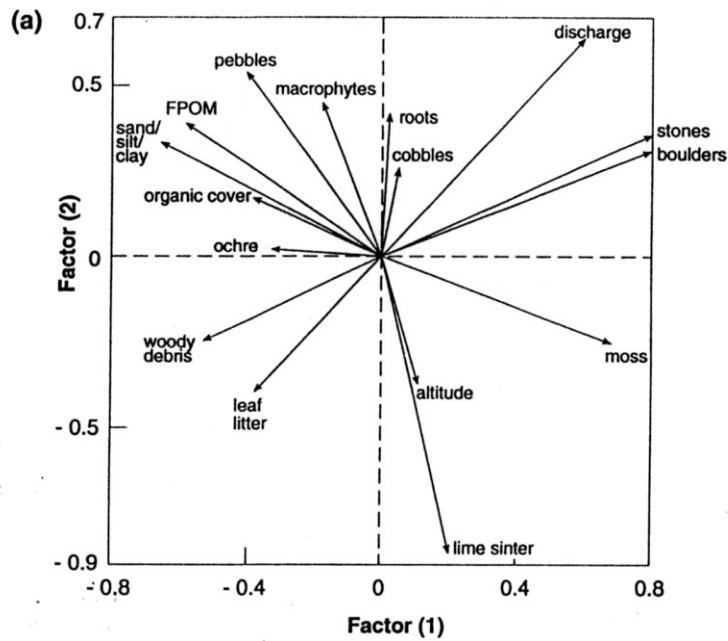
Fontaine de Vaucluse, one of the world's most abundant springs.



Současná klasifikace



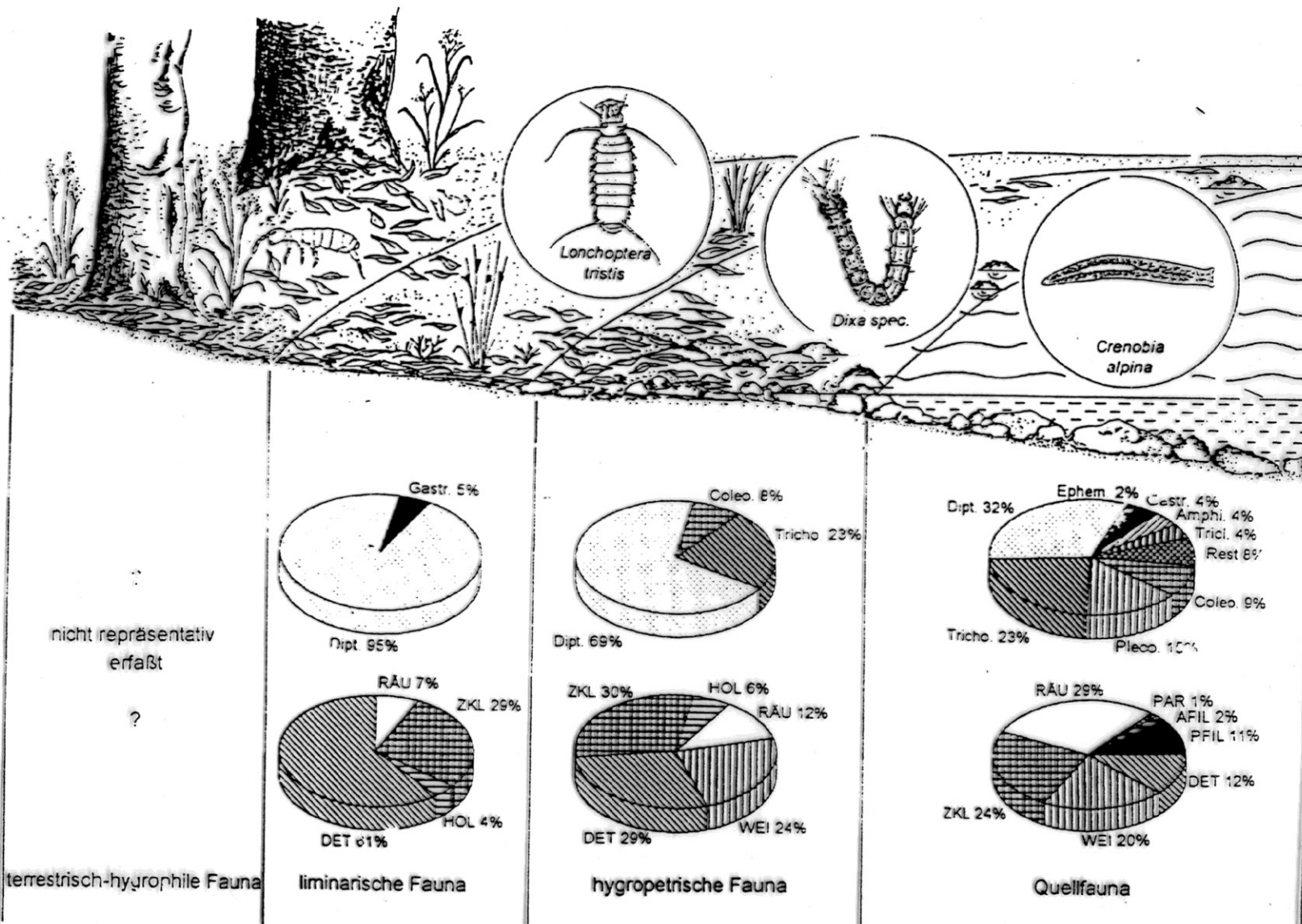
Oprávněnost klasifikací



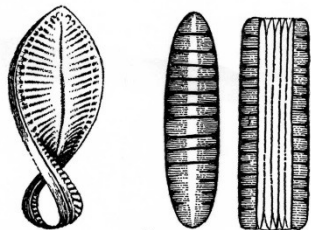
Základní charakteristiky

- Přejímová zóna, ale není typický ekoton
- Primárně nízké koncentrace rozp. O_2 – dle typu různě rychlé dosycování
- Vždy vyšší koncentrace rozp. CO_2
- Vyšší mineralizace vody – zdroj podzemní voda
- První primární producenti – dle typu a mineralizace různá specifická společenstva
- Občasné a pravidelné výskyt stygobiontů a stygofilů

Habitaty prameništ'



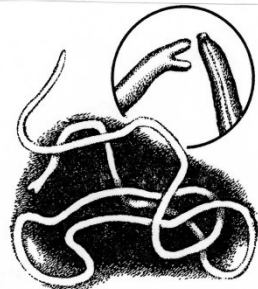
Organismy pramenišť



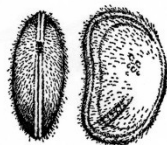
Surirella spiralis a *Diatoma hiemale*,
typické rozsvíky studených pramenů



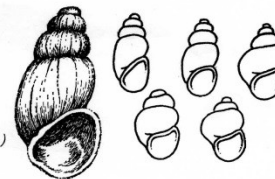
Crenobia alpina, studenomilná ploštěnka
horských potoků, kterou nalezneme
i v pramenech nížin



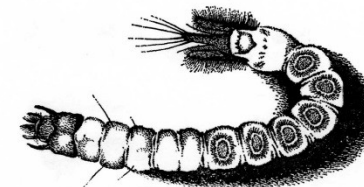
Dospělí strunovci žijí velmi často
v pramenech. V kroužku zvětšený zadní
a přední konec těla



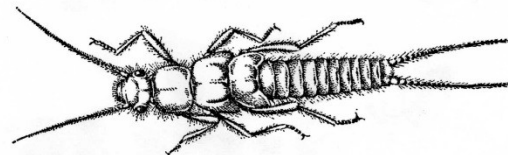
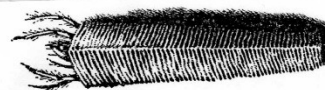
Hydromus olivaceus, koryš lasturnatka
z našich pramenných vod



Předožábří plž rodu praménka (*Bythinella*)
žije i masově v pramenech a pramenných
stružkách. Na obrázku různé naše druhy



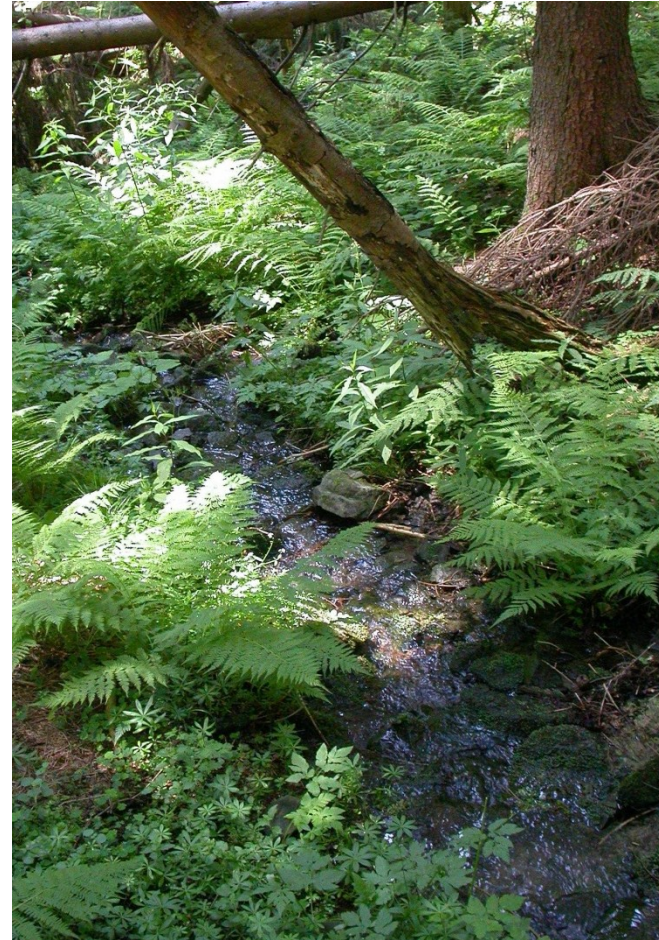
Larva komárce rodu *Dixa* z helokrenních
pramenů



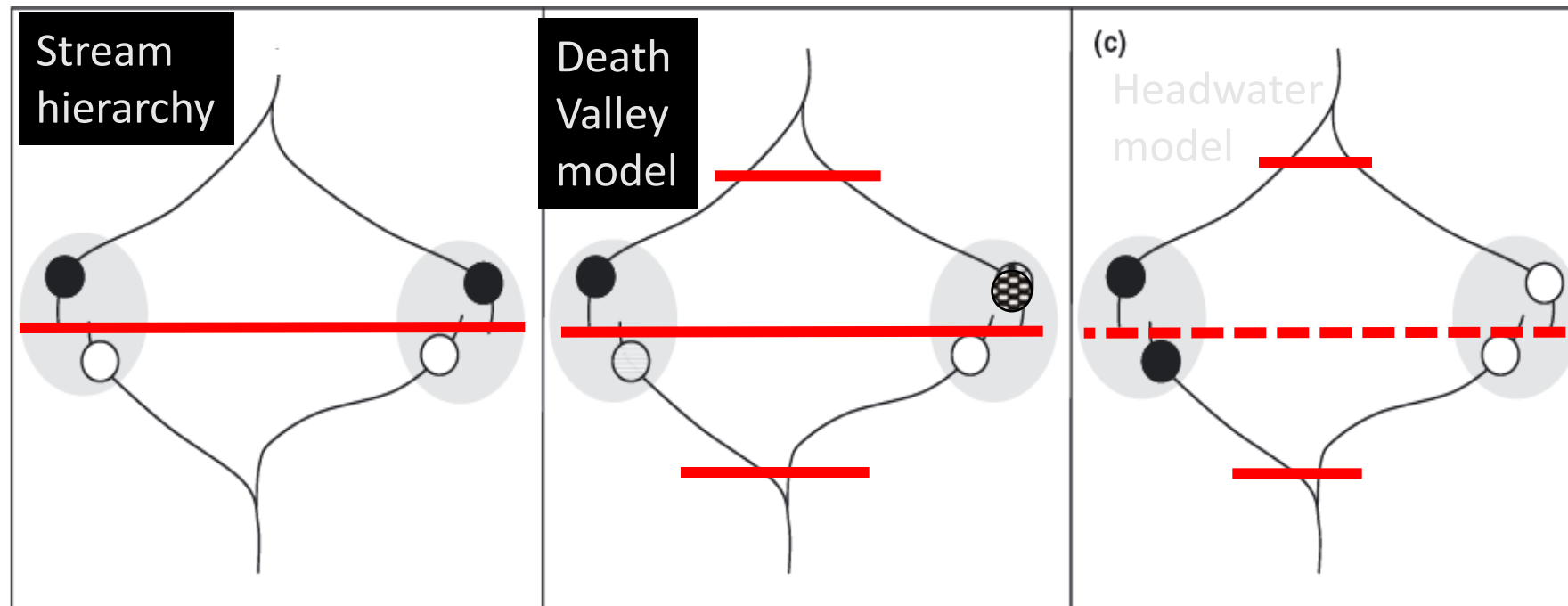
Larvy chrostika *Lepidostoma hirtum*
(nahofe) a pošvatky rodu *Leuctra* (dole)
vystupují z pramenných stružek
do vlastního pramene

Proč studovat populace v pramenech? Prameny jako evoluční model.

- prameniště mohou být díky specifickým podmínkám izolovaná
- pro permanentní (blešivec) faunu je terestrické prostředí bariérou
- působení antropických vlivů pouze v omezeném rozsahu
- nehrozí genetické „znečištění“ populací rybářským managementem



Modely komunikace mezi prameništi



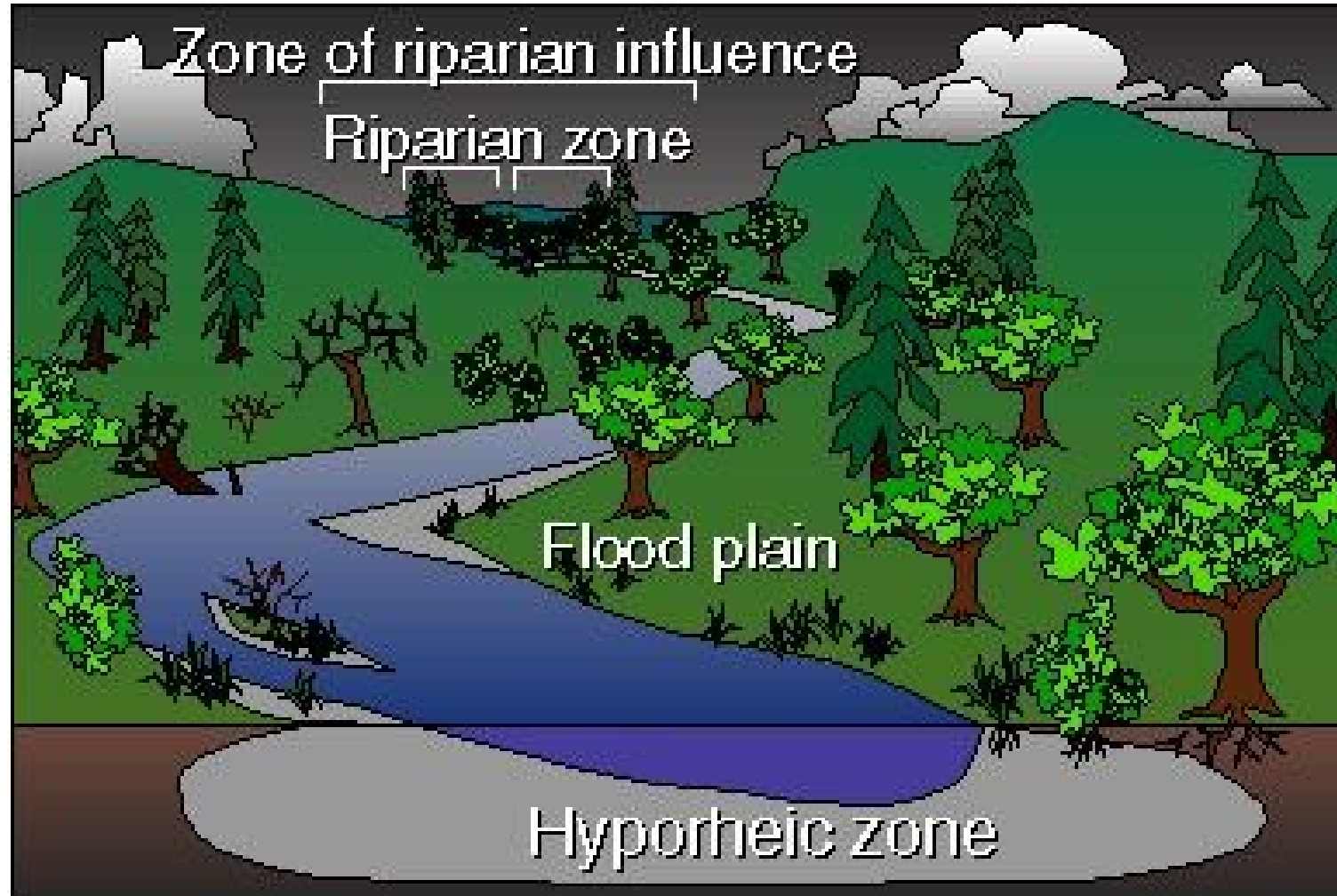
— tok ● ○ ● prameništní populace ○ pramenné oblasti na hranici rozvodí

— migrační bariéra

(Finn *et al.* 2007)

Hyporheal – podříční vody
(Psammolittoral)

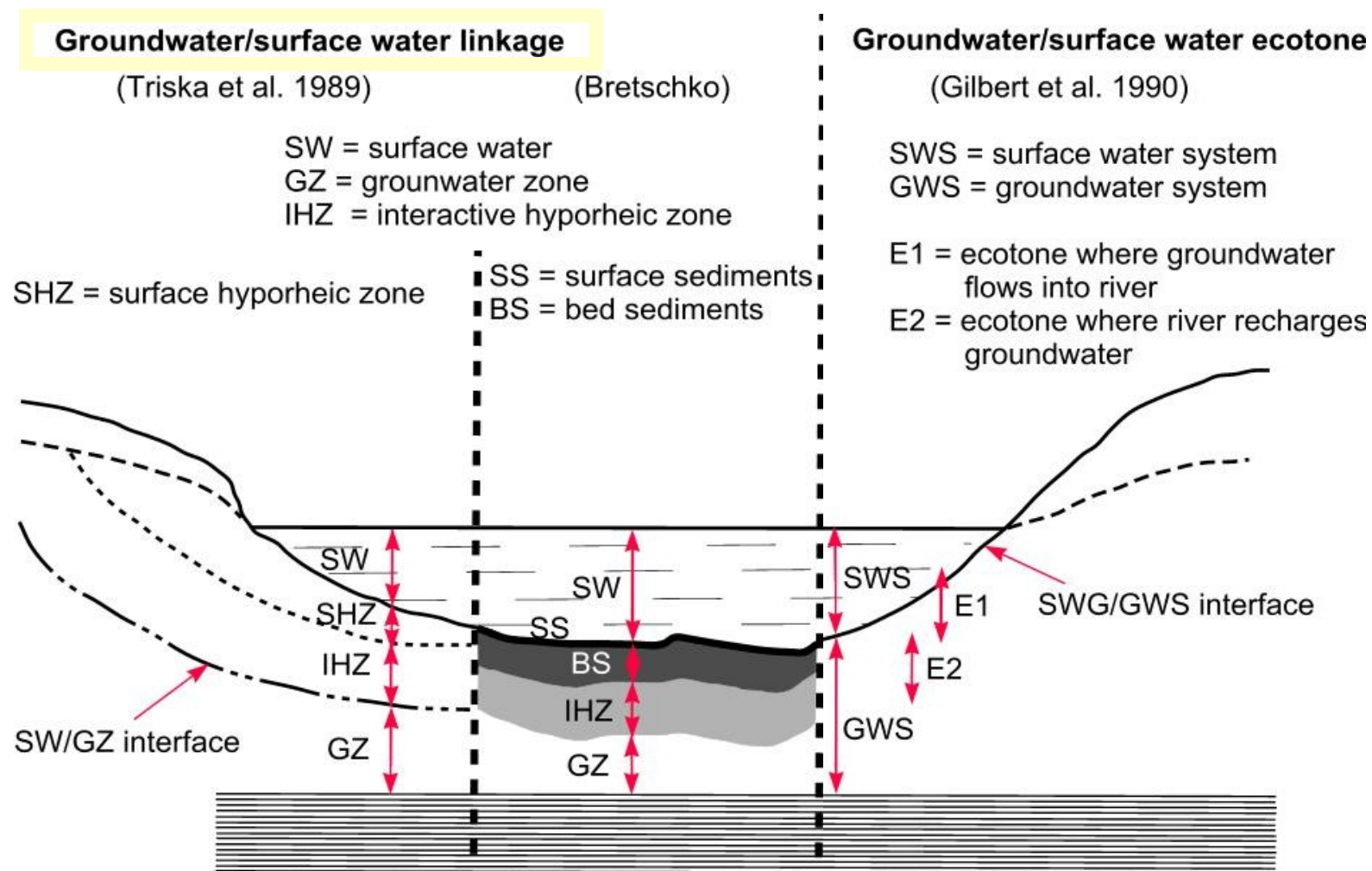
Kde, proč a jak vznikají



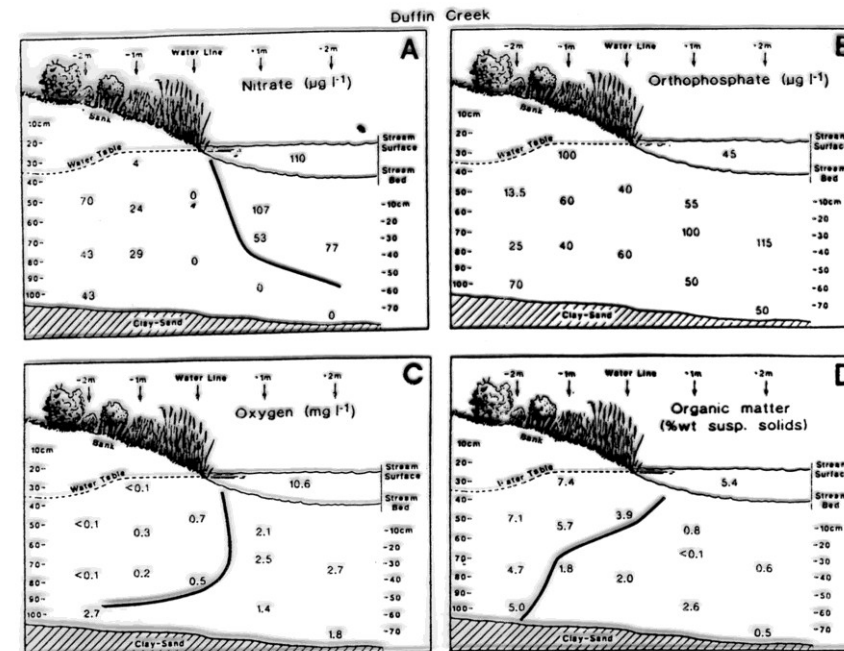
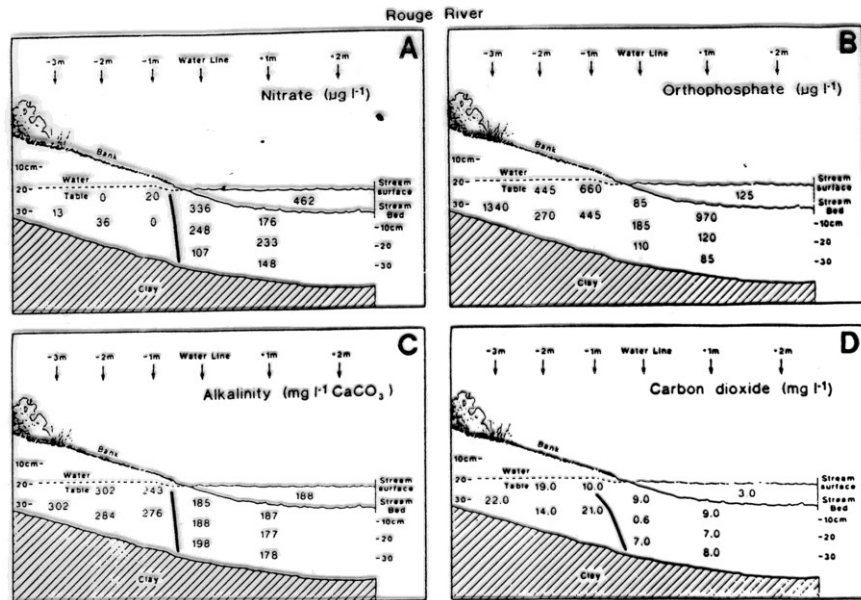
Historie výzkumu

- **předpoklad, že část říční fauny obývá sedimenty pod říčním dnem a vykazuje vertikální distribuci - Kühtreiber (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)**
- **„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**

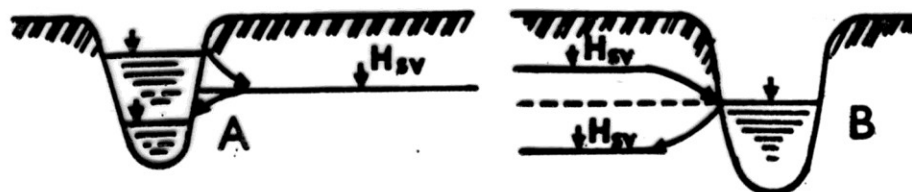
Ekotonální a hyporeický přístup



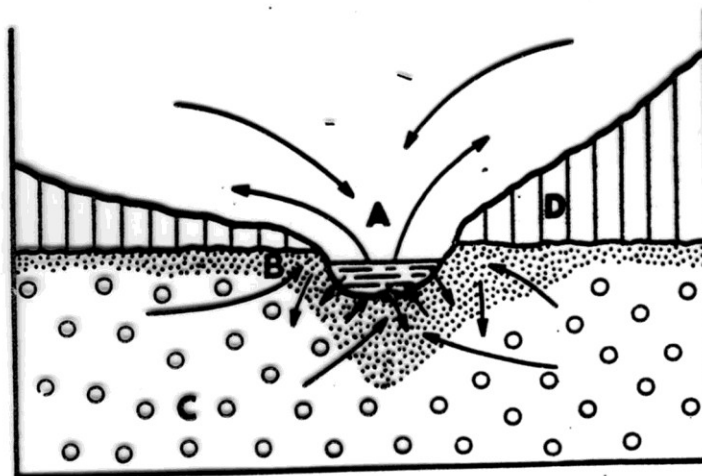
Složení vody jako důkaz existence hyporealu



Komunikace s podzemní a povrchovou vodou

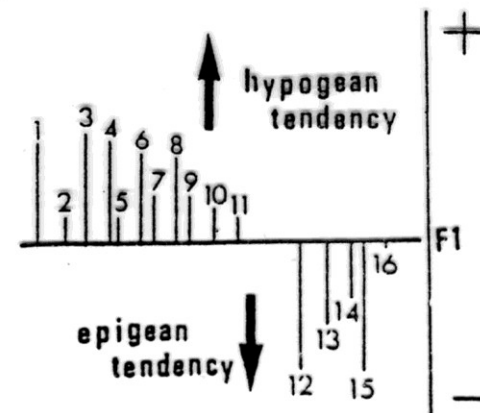
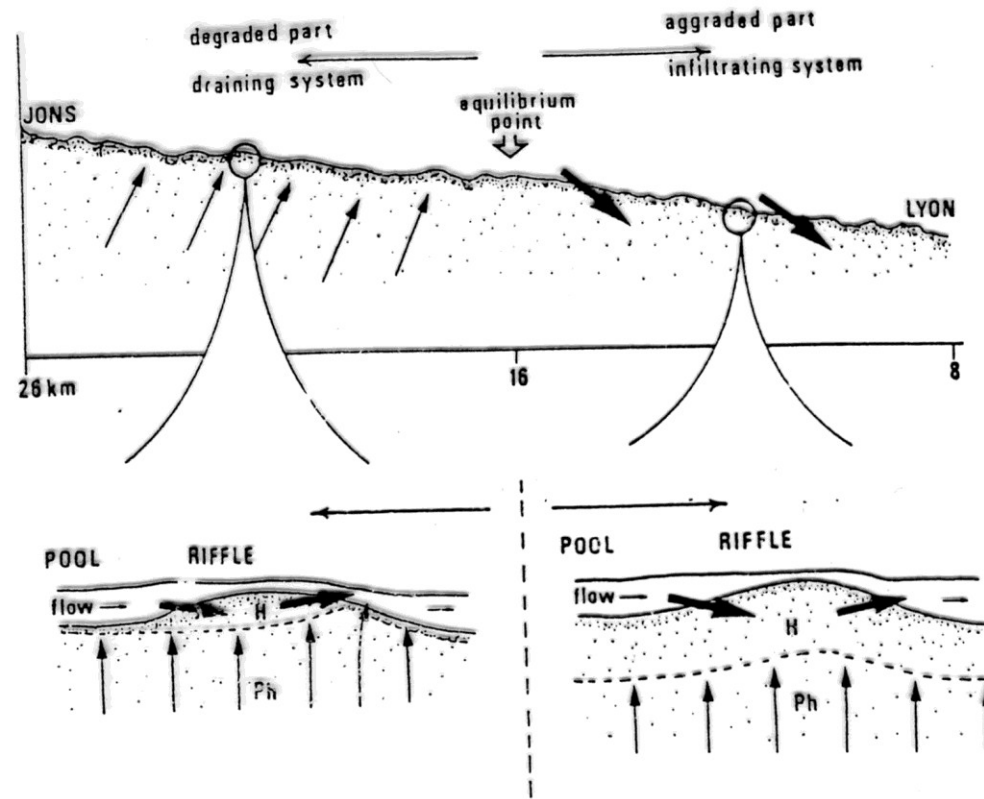


Obr.8.
Schéma vzájemného propojení říční a podzemní vody. A = výměna vody při pohyblivé hladině v toku, B = výměna vody při pohyblivé hladině podzemní vody (H_{sv}).
(Ex WETZEL A.)



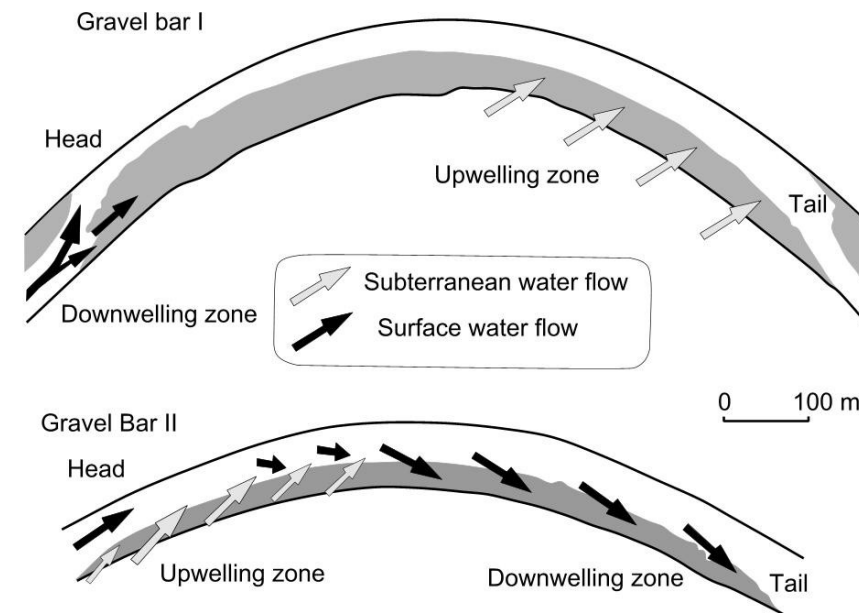
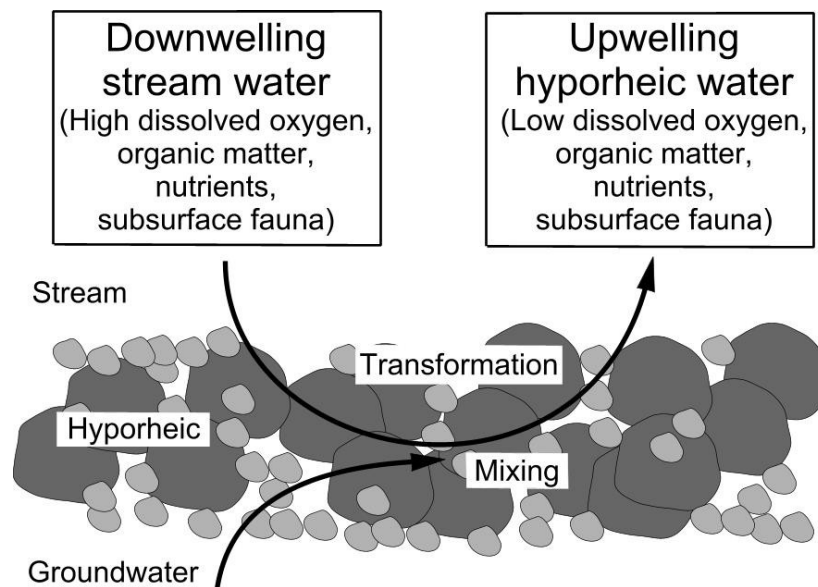
Obr.9.
Schéma vzájemného propojení tekoucích vod a sousedních ekosystémů. A = povrchový tok, B = podzemní poříční vody (hyporeál), C = podzemní vody, D = souš. Narušení kterékoliv komunikace se řetězově projeví ve všech ekosystémech. (Ex KUBÍČEK)

Hyporheal v podélném profilu toku



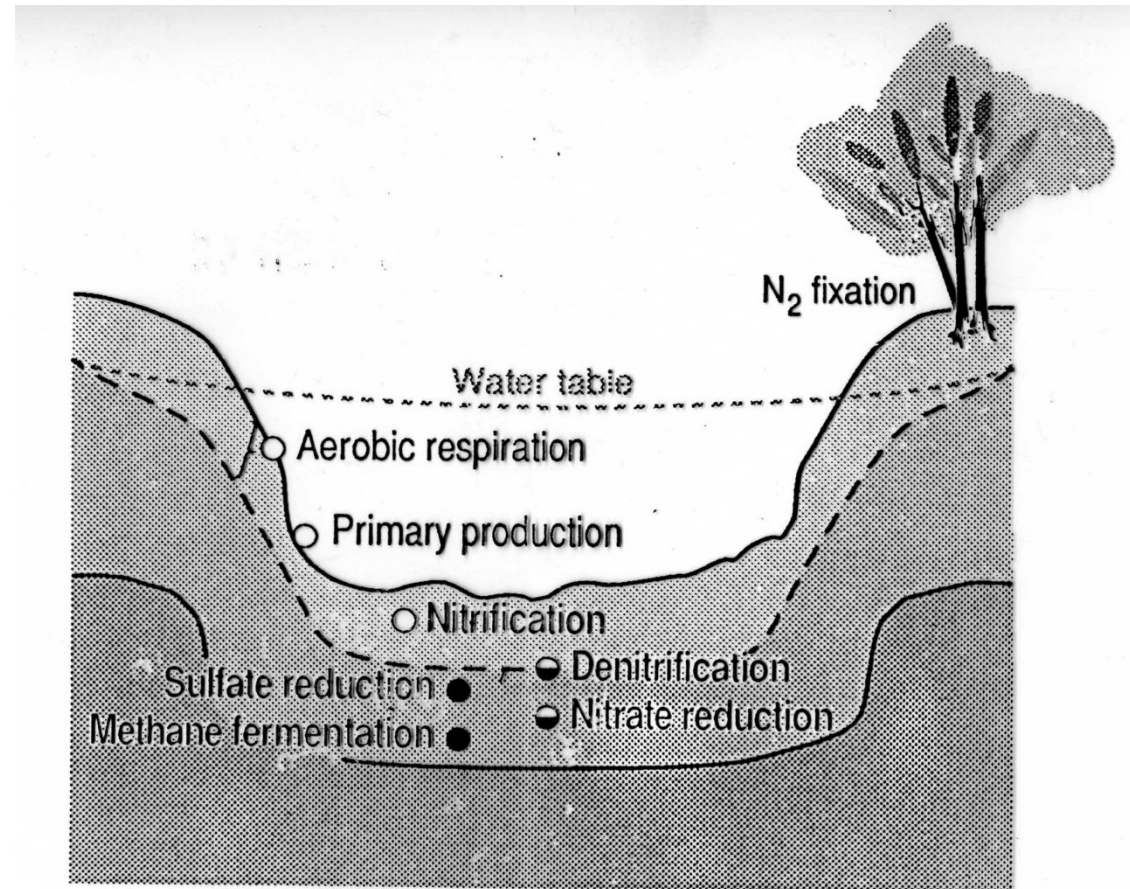
Komunikace mezi povrchovou a podzemní vodou

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



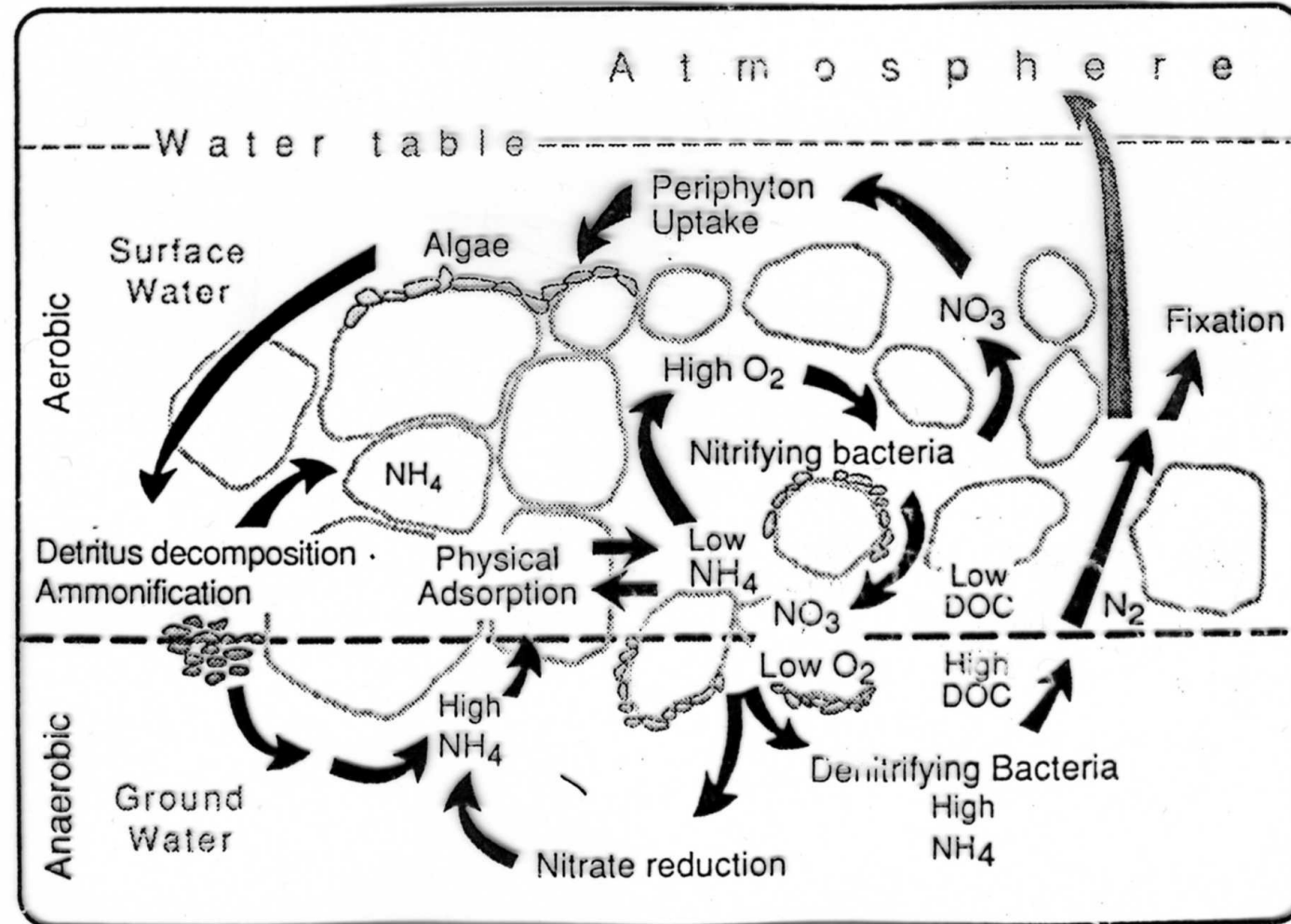
Miribel Canal (France), from Dole-Olivier et Marmonier (1992)

(Bio)chemické procesy



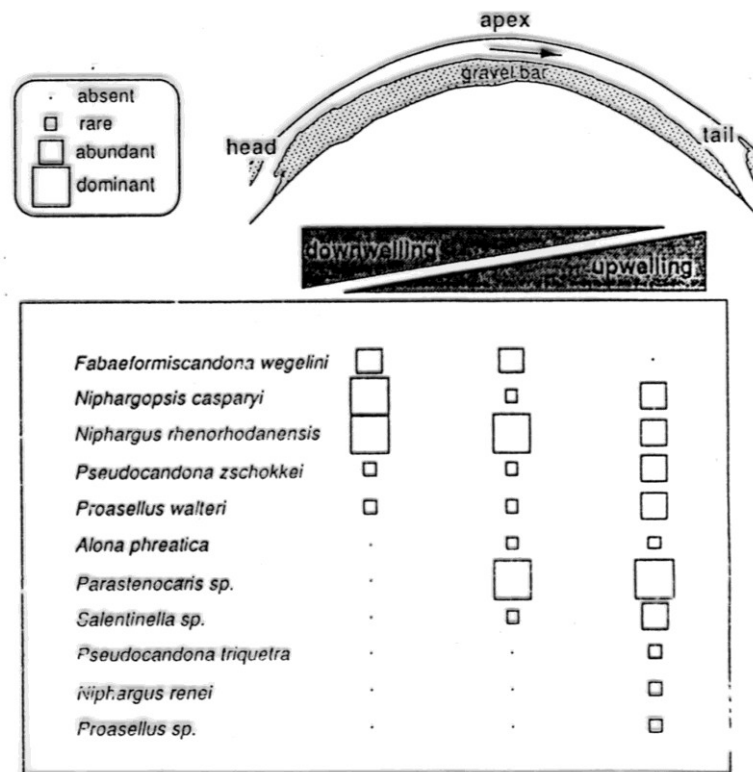
- Excess O₂ relative to organic carbon, low HS, NH₄
- Excess organic carbon relative to O₂, NO₃
- Excess organic carbon relative to O₂, NO₃, SO₄

Koncepce cyklů dusíků v hyporhealu



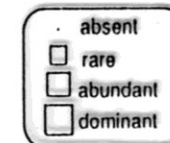
Organisms hyporeau (hyporheos) – distribution in longitudinal and cross-section profile

Podélný profil – štěrková lavice

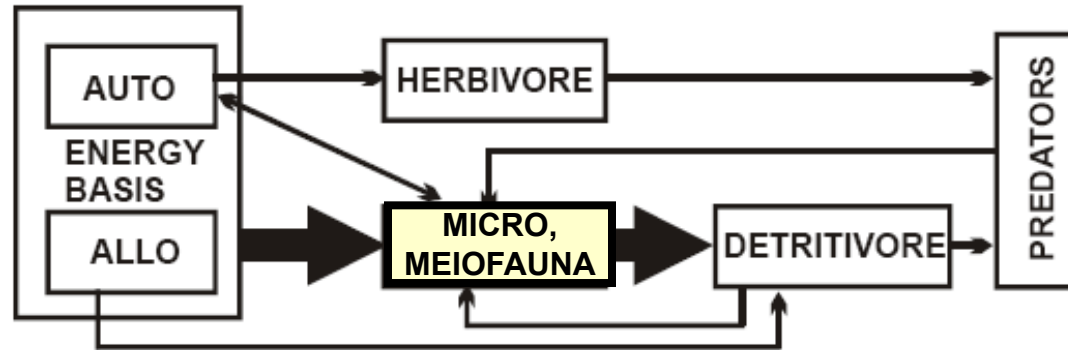


Příčný profil – slepé rameno – říční koryto

stations	Mi	P	A	Me	V	G
<i>Fabaeformiscandona wegelini</i>	□
<i>Niphargus rhenorhodanensis</i>	□	□
<i>Cryptocandona kieleni</i>	.	□
<i>Pseudocandona zschokkei</i>	□	□	□	.	.	.
<i>Niphargopsis casparyi</i>	□	□	□	□	□	□
<i>Parastenocaris sp.</i>	□	□	□	□	□	□
<i>Niphargus sp.</i>	.	□	.	□	.	□
<i>Pseudocandona triquetra</i>	.	□	.	.	□	□
<i>Proasellus walteri</i>	.	□	□	□	□	□
<i>Bathynella nov.sp.</i>	.	.	□	.	□	□
<i>Niphargus kochianus group</i>	.	.	□	□	□	□
<i>Siettitia avenionensis</i>	.	.	□	.	□	□
<i>Salentinella sp.</i>	.	.	□	□	□	□
<i>Microcharon reginae</i>	.	.	□	□	□	□
<i>Niphargus renei</i>	.	.	□	□	□	□
<i>Troglochaetus beranecki</i>	.	.	.	□	.	□



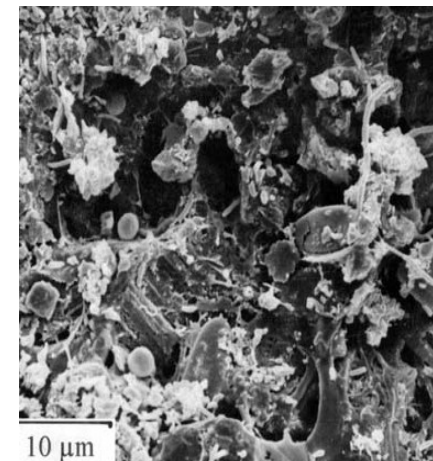
Potravní řetězec a tok energie



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

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

- listový opad - sezónní závislost
- eroze břehových partií
- biofilm - bakterie, houby, prvoci a jejich produkty, na povrchu POM (jemnozrné sedimenty mají zvyšuje kvalitu potravy (C:N)



ní

Funkce hyporheosu aneb co dělají a jak žijí

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

Funkce hyporhealu v ekosytému

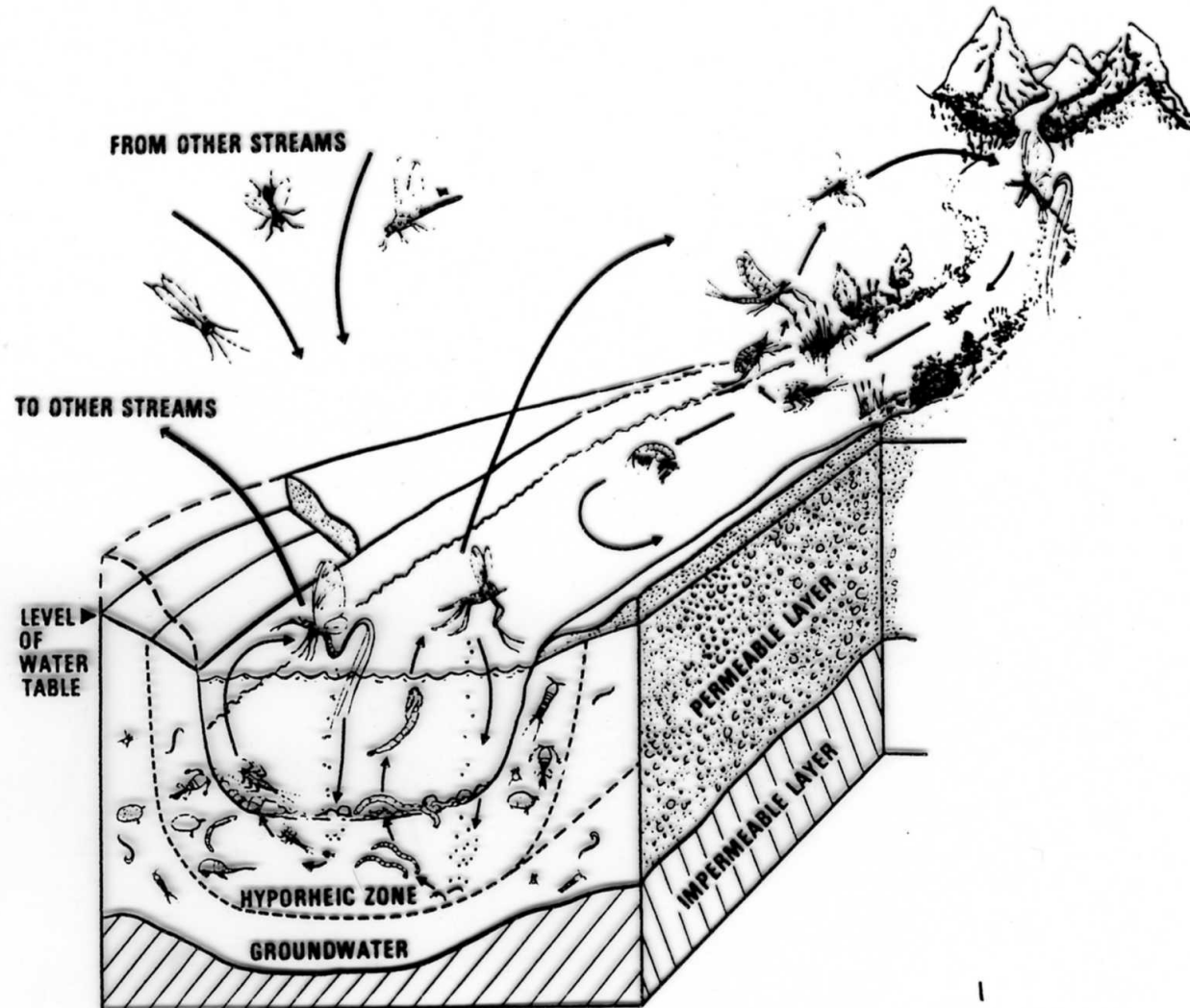
- Kumulace, destrukce a utilizace organické hmoty
- Nitrifikační a denitrifikační cyklus
- Hospodaření s fosforem
- Refugium pro epibentické organismy při disturbancích
- Biotop pro pravý hyporheos (hyporheobionti) - permanentně v hyporhealu
- Biotop pro temporální organismy (larvy vodního hmyzu, ...) – hyporheofiolové

Hypotéza - refugium

Testování na základě vzorkování v terénu a experimentů na 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, experimentálně pro Copepoda a pakomáry zjištěna rychlost 5-23 cm/s
- hypotéza 3: je HZ nejdůležitější zdroj pro rekolonizaci po povodni? - potvrzeno částečně - vodní sloupec a povrchový sediment stejně důležitý

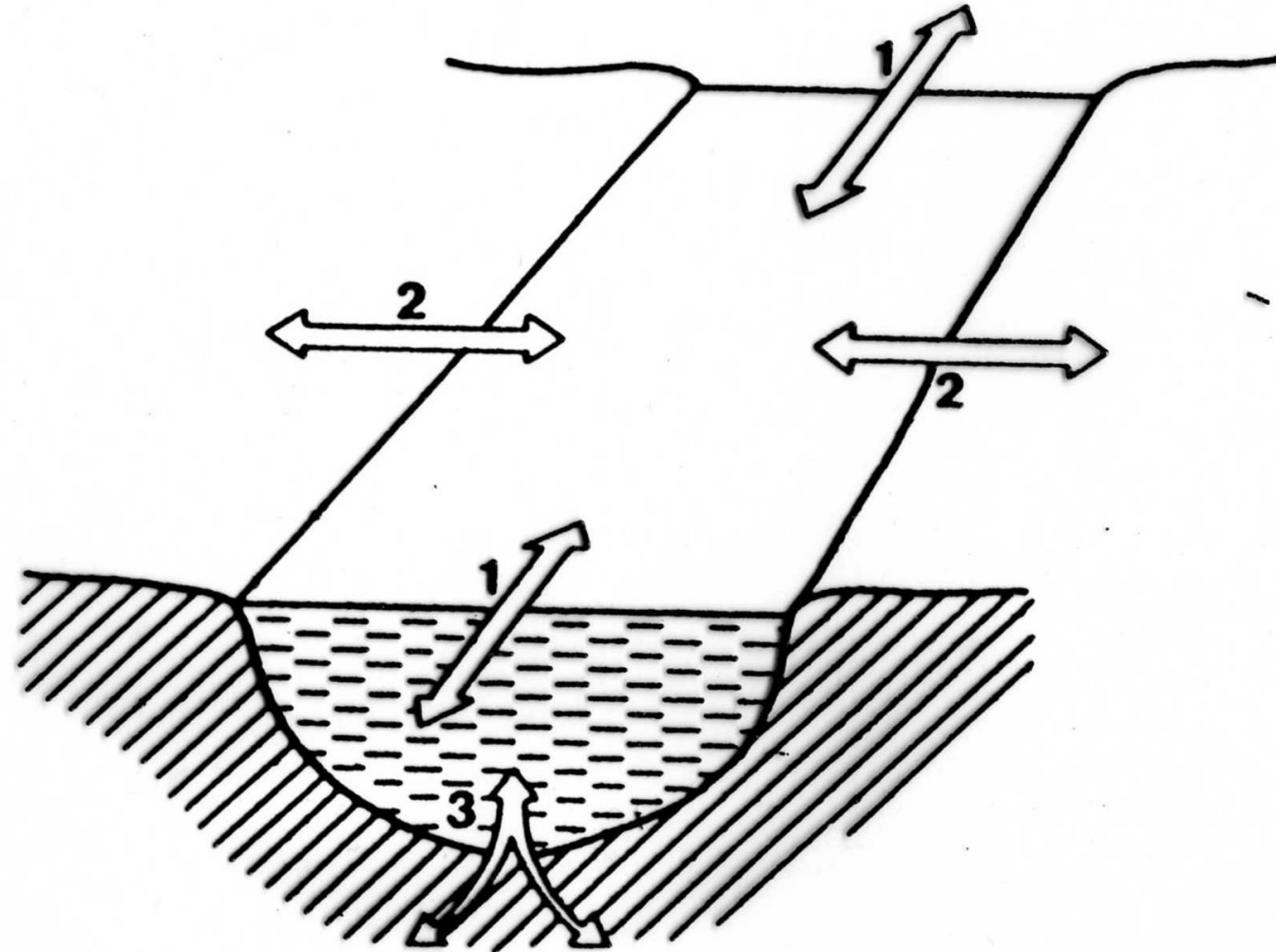
Hyporheofilní organismy – zóna pro vývoj larválních stadií



Tekoucí vody – lotický ekosystém

Pramenná stružka, potok, říčka, řeka a veletok

Prostor a čas – čtyřrozměrný prostor



Catchment Geology,
Climate, Land-use

Natural-Cultural
Setting



Discharge
Channel-Floodplain
Geometry
Temperature
Substratum
Nutrients
Pollutants
Harvest

Primary Controlling
Variables

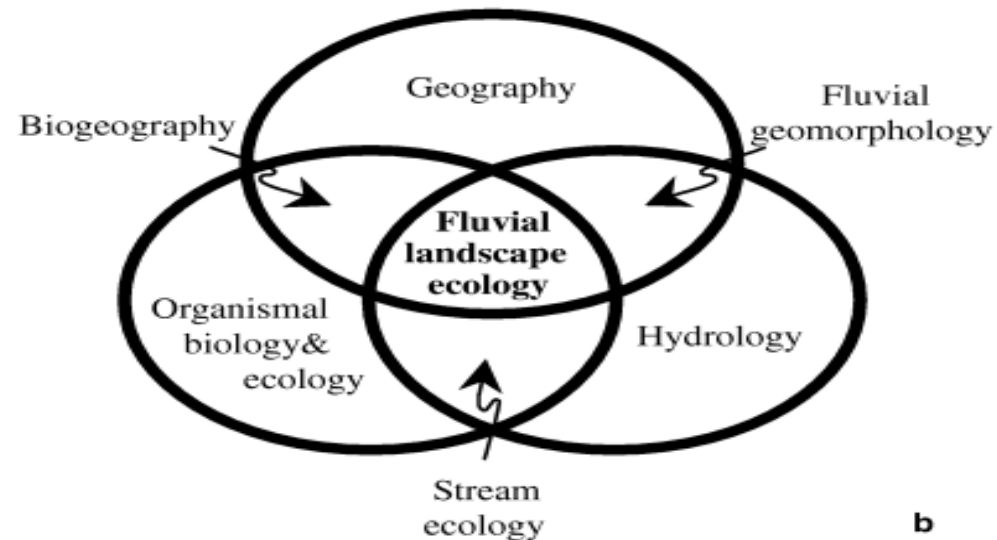
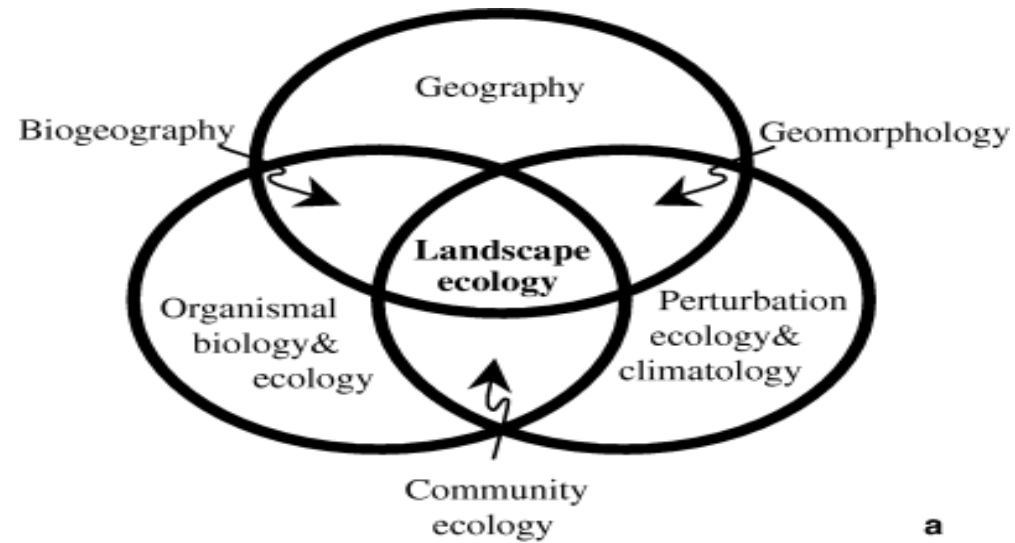


Competition
Native species Non-native species
Predation Bioproduction Disease
Genetic and Biogeographic
Legacies

Feedbacks
(e.g., nutrient spiraling)

Riverine Foodweb
Biotic Interactions

Říční krajina (river, fluvial landscape, riverine landscape, riverspace)



Časoprostorová škála

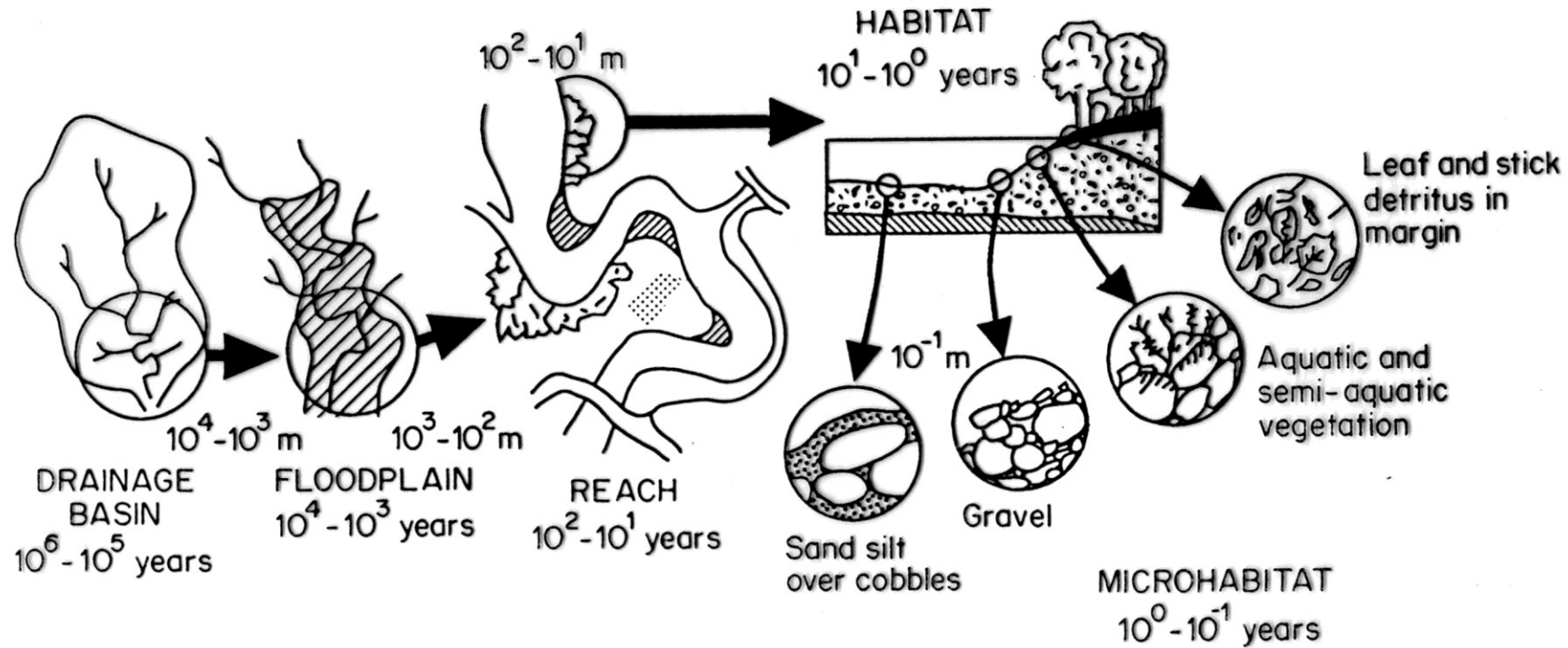
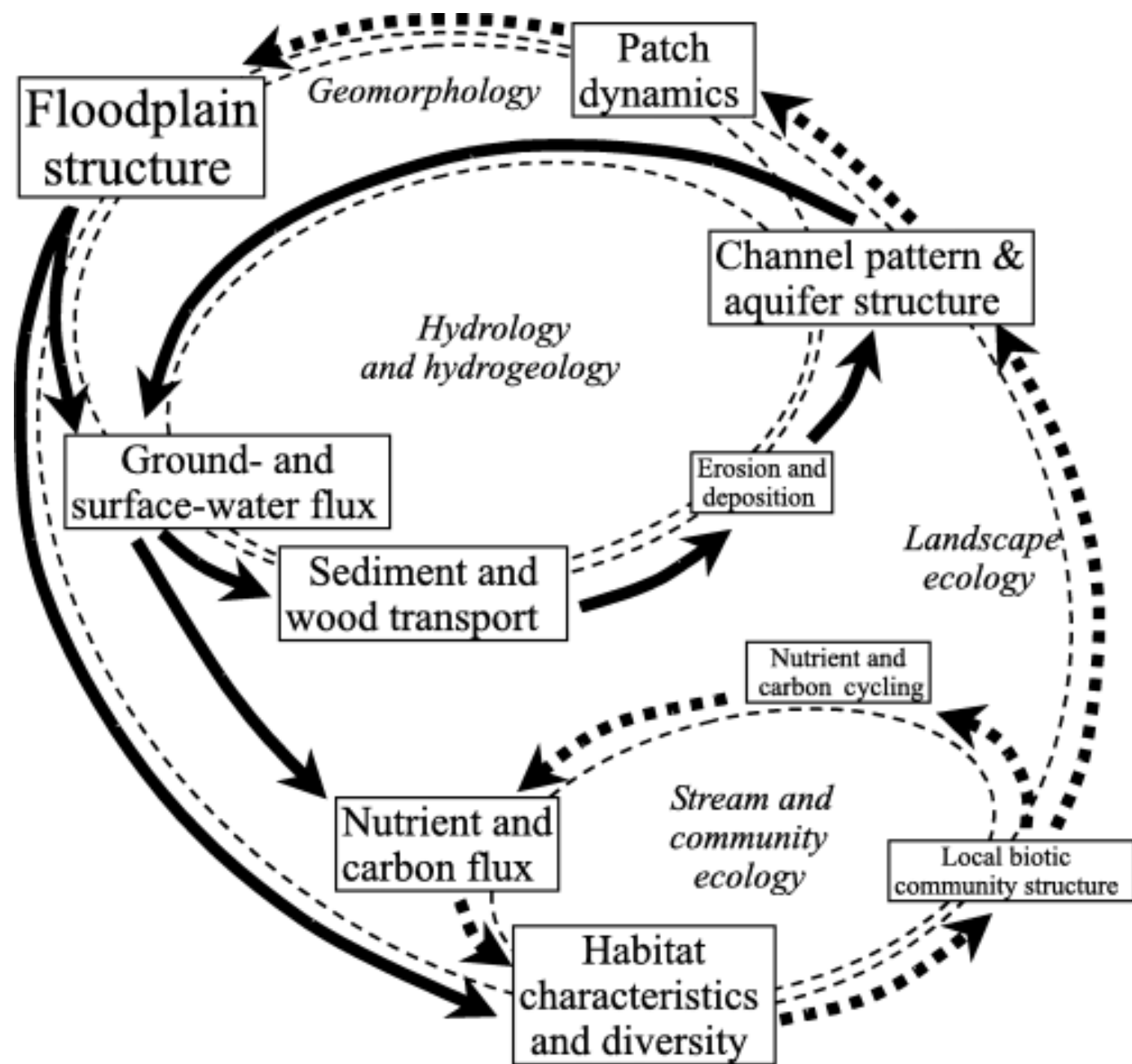
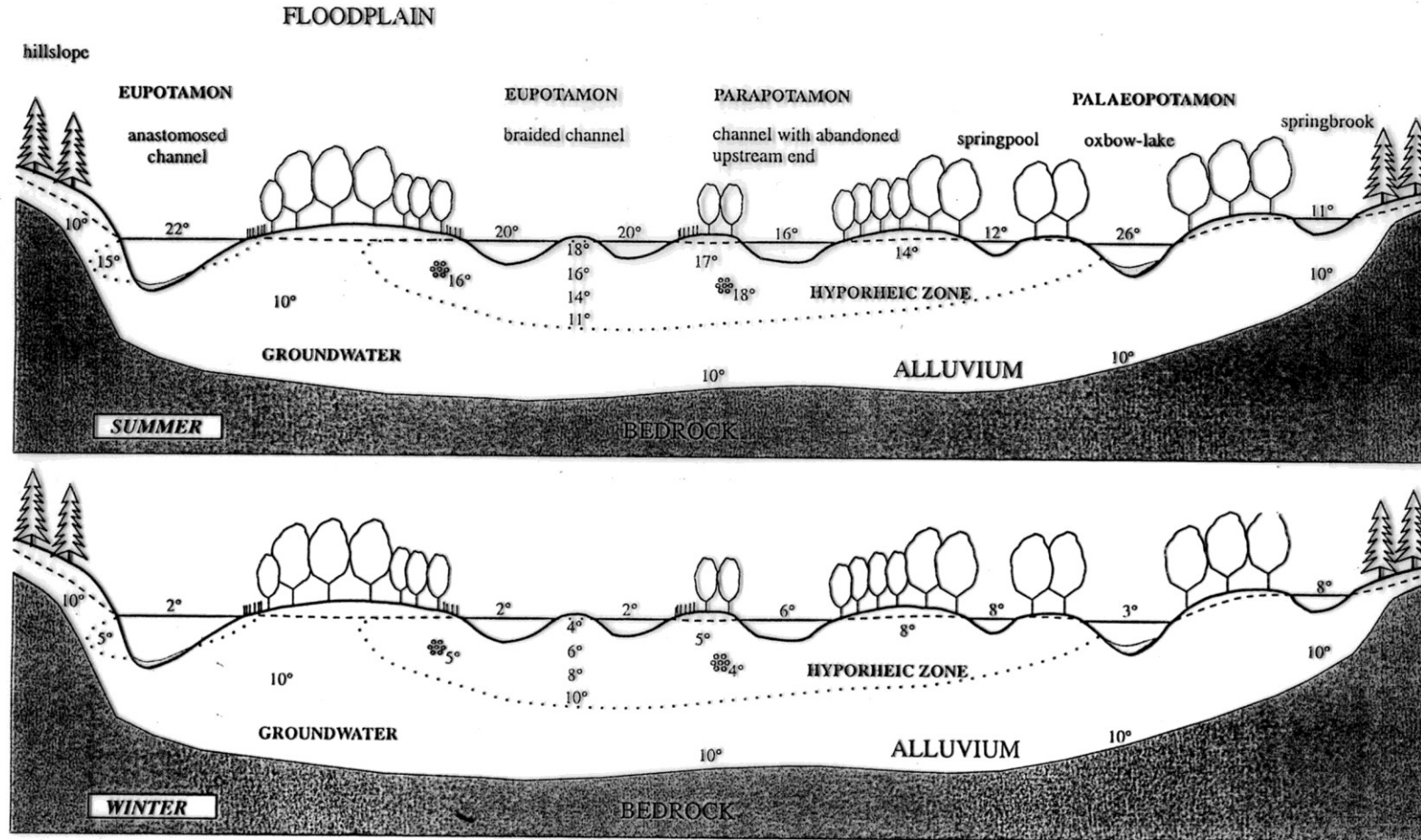


FIGURE 7.4. Hierarchical organizations of a stream system and its habitat sub-systems. Linear spatial scale, approximated to second- or third-order mountain stream, is indicated (adapted from Frissell et al, 1986)

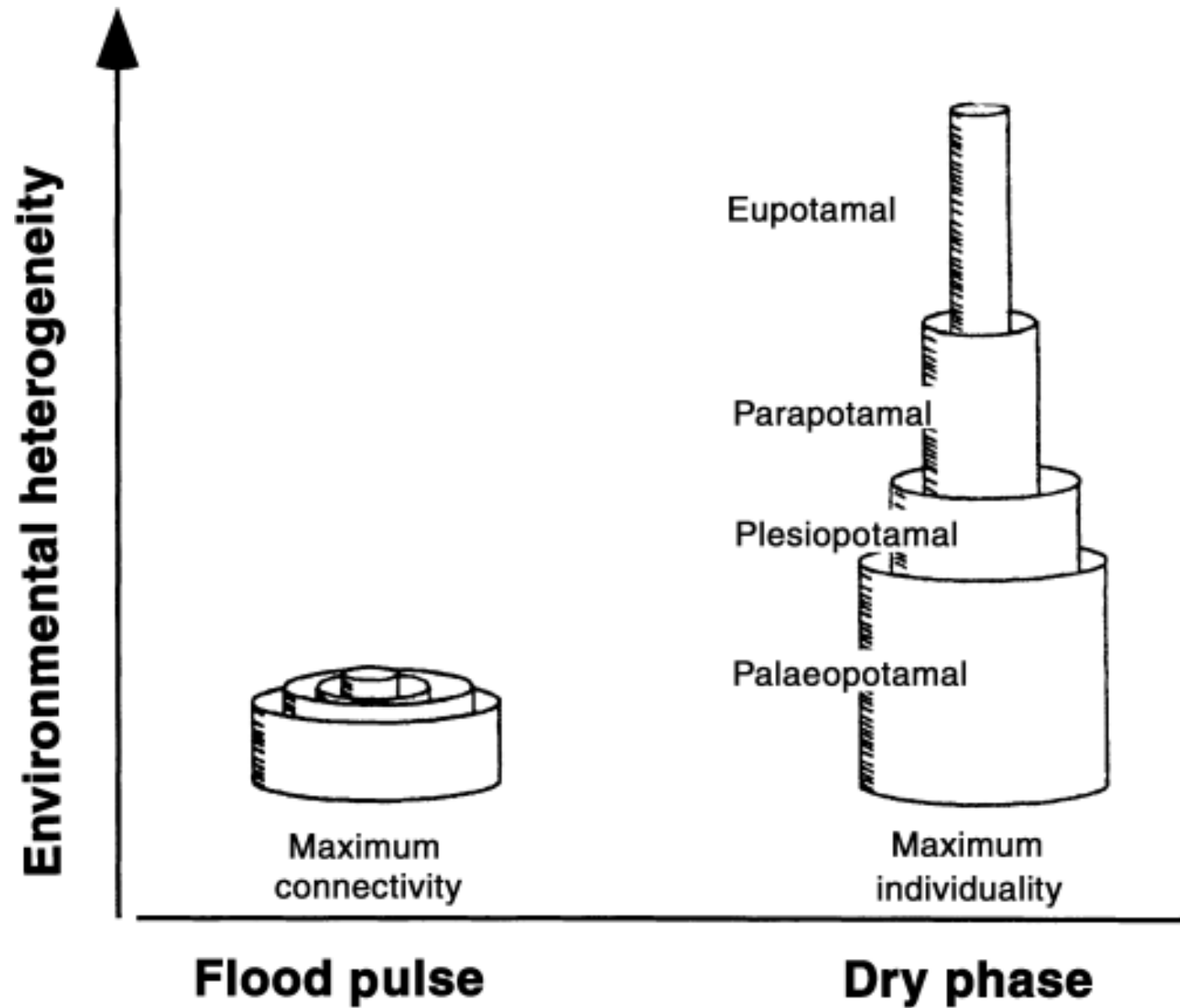


Řeka a její záplavové území (aluvium)

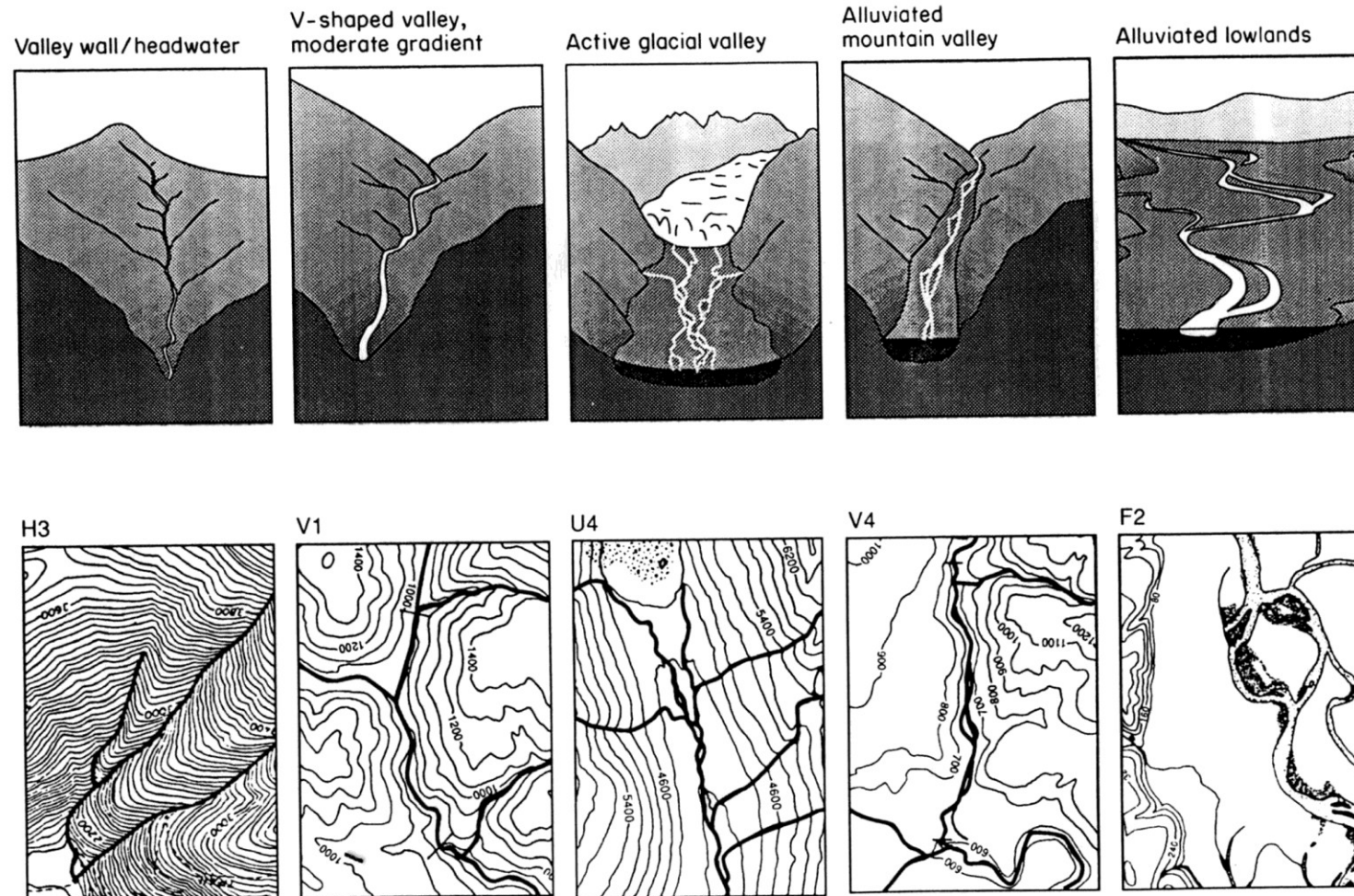


Řeka a její záplavové území (aluvium – říční krajina)

- **Eupotamon** – průtočná část říční sítě po celý hydrologický rok
- **Parapotamon** – slepé rameno, průtočný úsek za vyšších vodních stavů, trvale však napojen na tok
- **Plesiopotamon** – mrtvé rameno, průtočné jen za vyšších vodních stavů, zbytek roku oddělen od toku, komunikace jen hyporhealem
- **Paleopotamon** – poříční tůň nebo jezero, průtočné jen za extrémních průtoků (50 letá voda a více), často až na říčních terasách v historickém záplavovém území

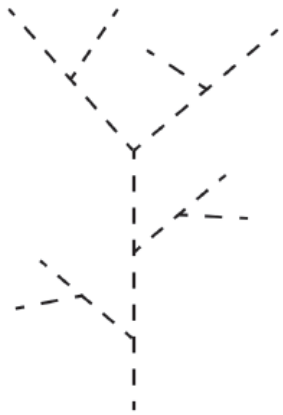


Geomorfologická klasifikace

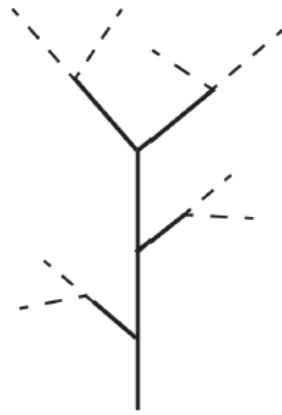


Cirka-anuální časová škála

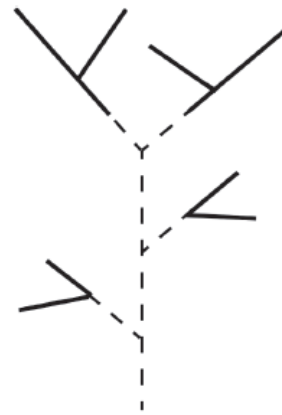
- permanentní (perenní) toky
- intermitentní toky
- efemerní toky



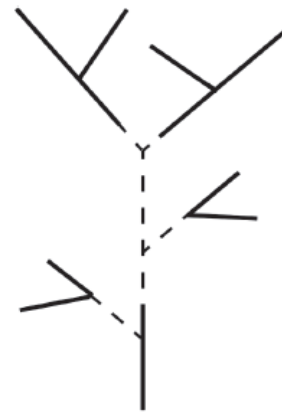
Complete drying



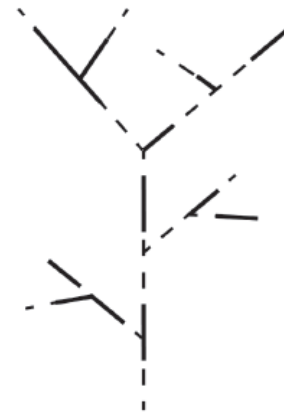
Headwater drying



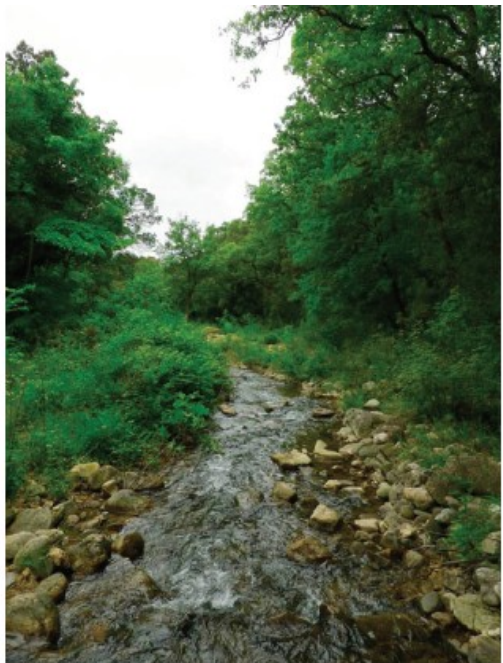
Mainstem drying

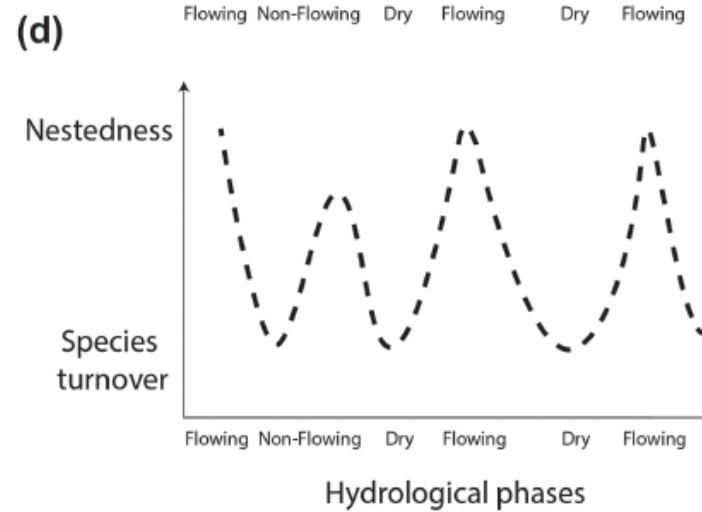
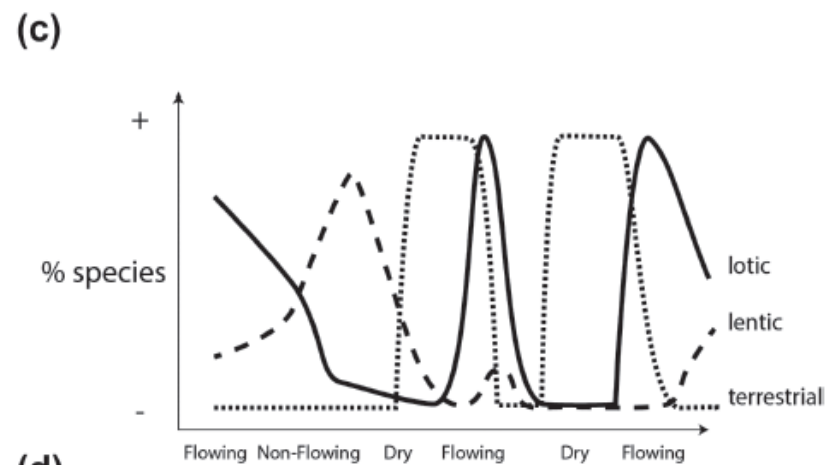
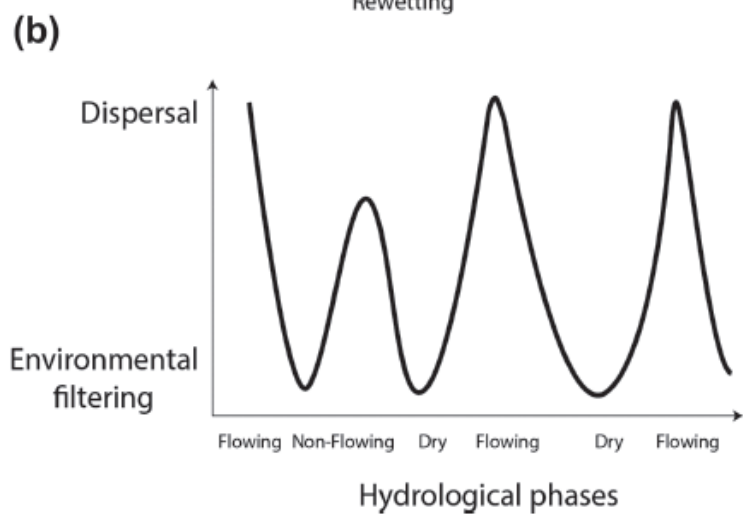
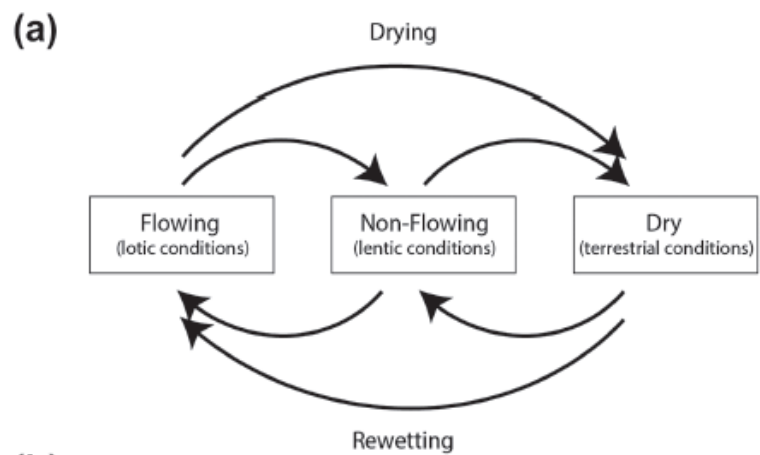


Midreach drying



Patchy drying









Copyright 2013 David Rankin
www.rankinstudio.com

Klasifikace dle proudění

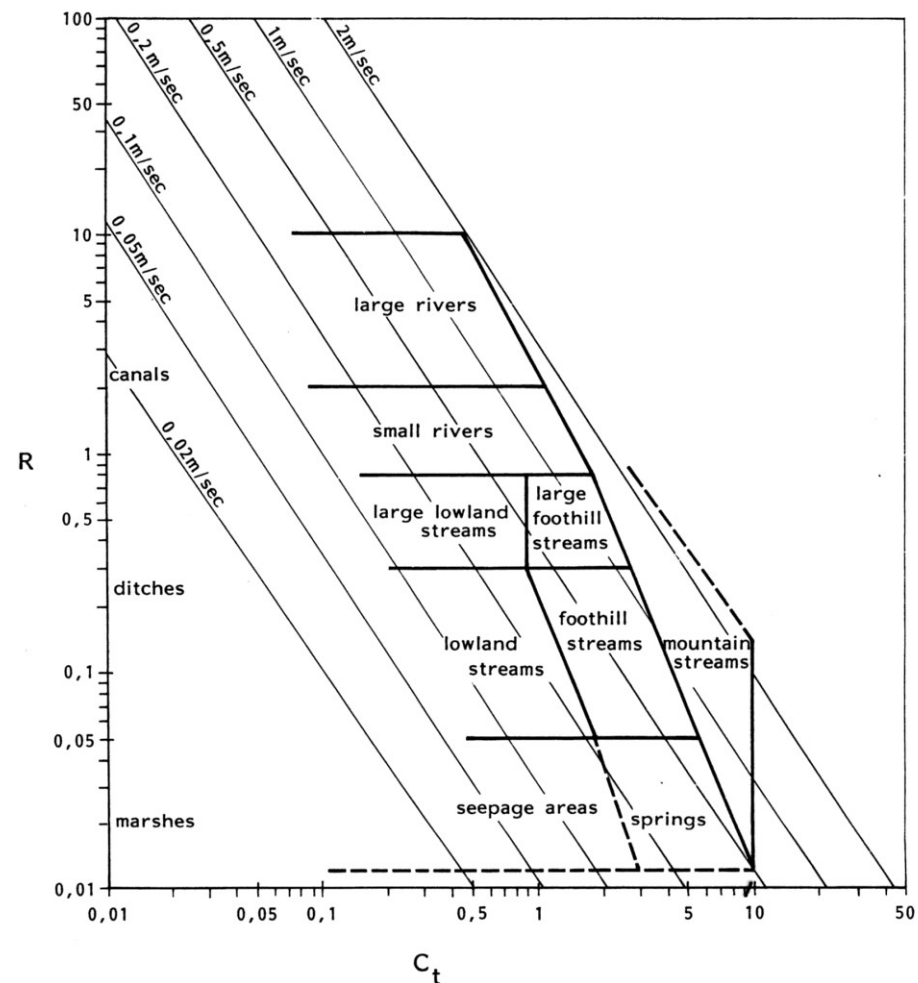

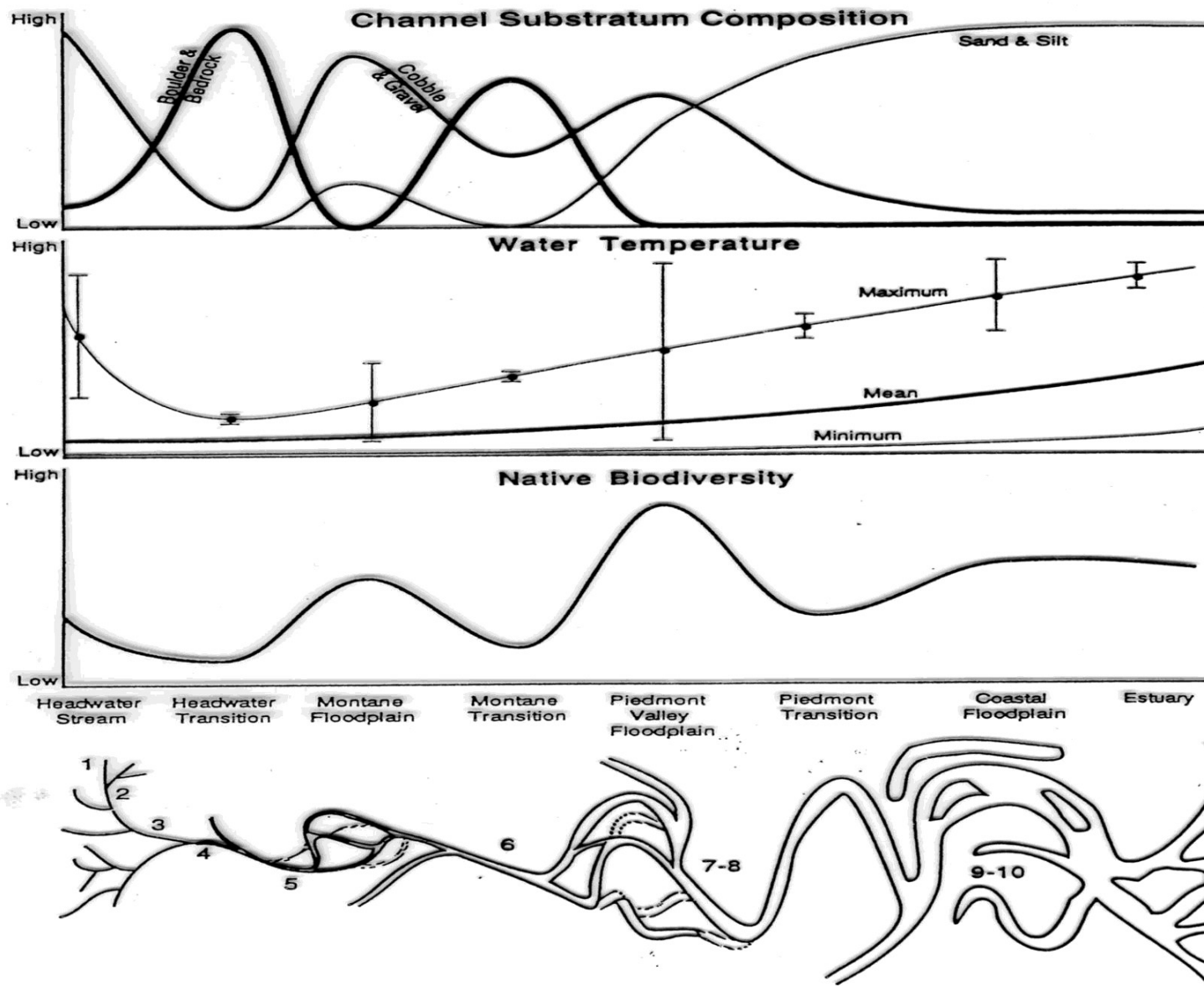


Fig. 1. Typology of running waters based on hydraulic factors (Higler & Mol, 1984; slightly modified). R = hydraulic radius (m); C_t = terrain factor ($1/n J^{1.49}$); n = roughness; J = ground slope.

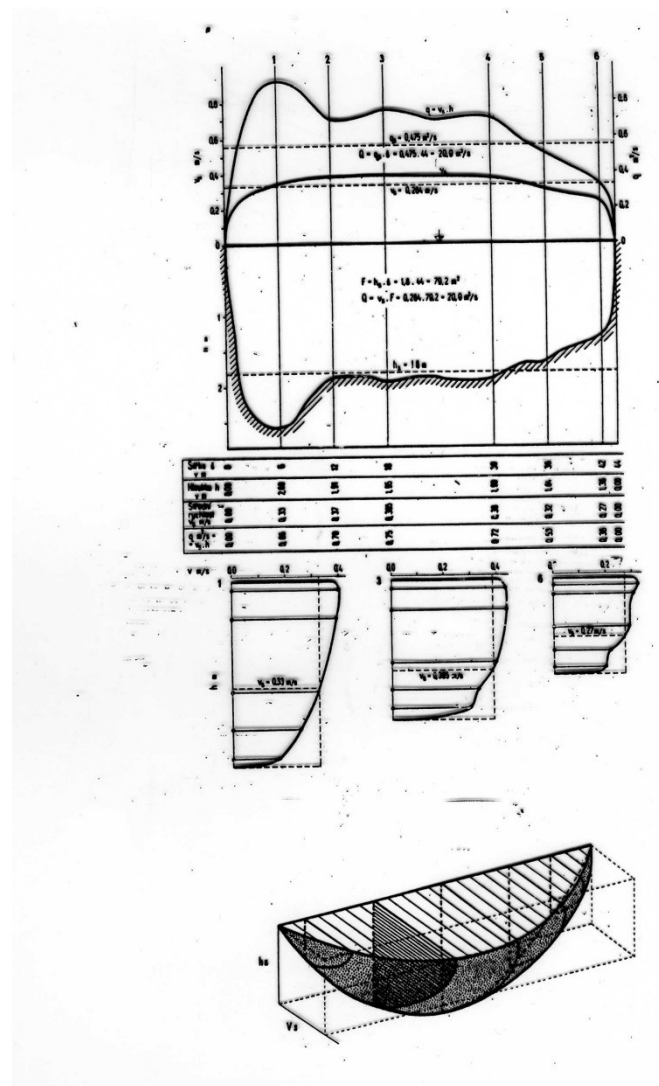
Geomorfologie - hydraulika

GEOMORPHIC FEATURES			
	CANYON	BRAIDED	MEANDERING
PARAMETER			
Stream Surface Area : Discharge	LOW	HIGH	MEDIUM
Riparian Inputs	LOW	HIGH	MEDIUM
Detrital Storage	LOW	HIGH	MEDIUM-HIGH
Area Flooded	SMALL	LARGE	MEDIUM



Spád, proudění a substrát dna

- Rychlost proudu

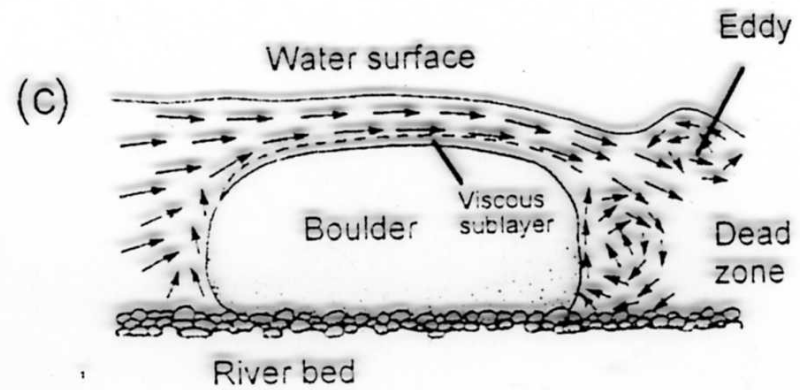
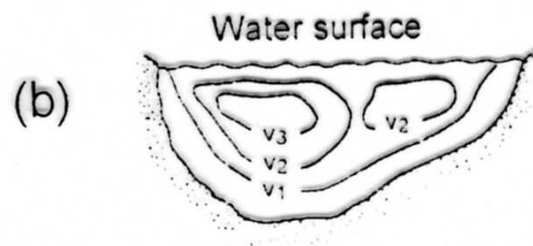
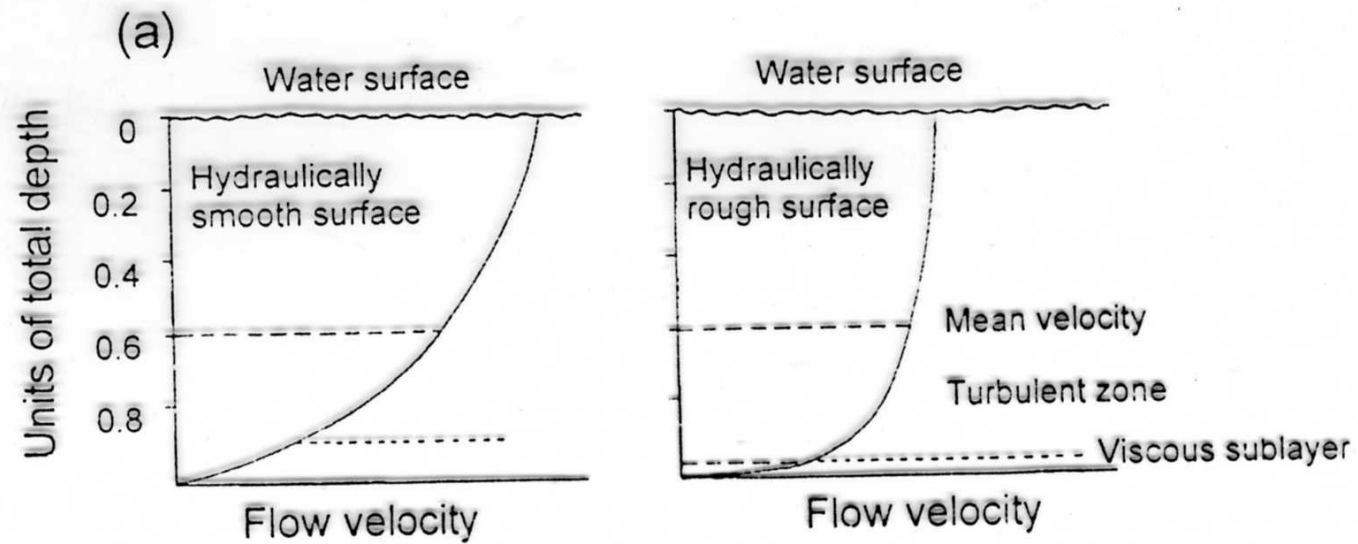


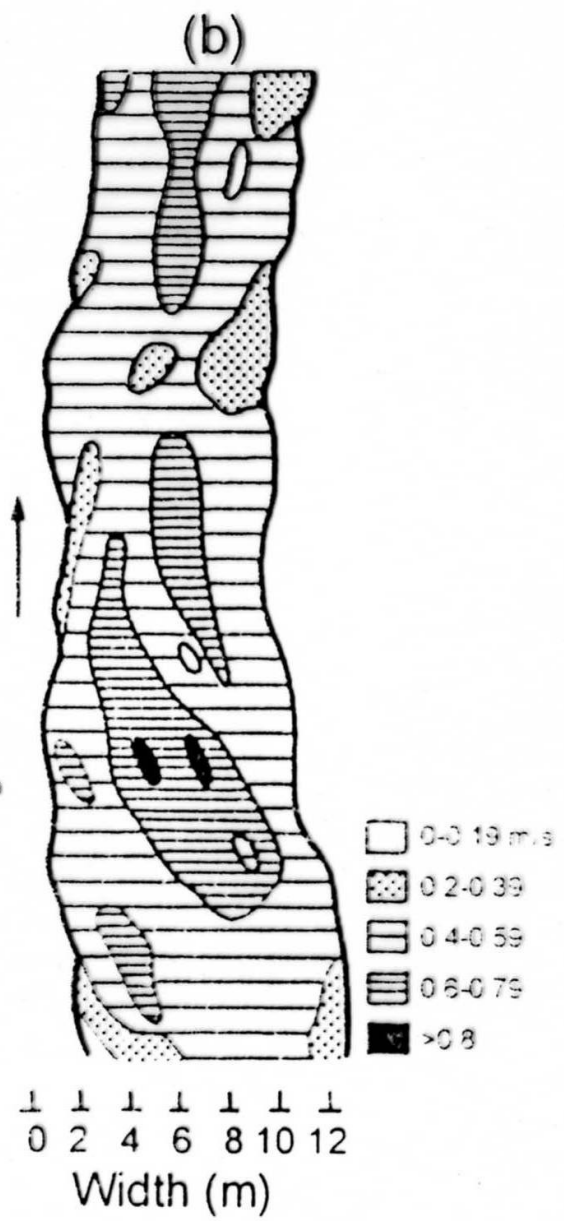
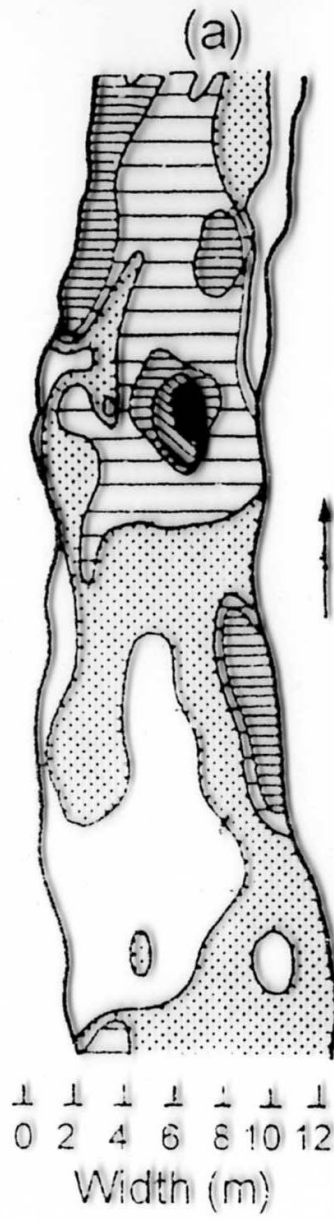
Spád, proudění a substrát dna

Physical factors of importance to the biota

TABLE 3.2 Some terms and equations useful in describing streamflow (Adapted from Davis and Barmuta, 1989; and Carling, 1992)

Terms		
\bar{U}	Mean velocity	Measured at 0.6 depth from surface or from velocity profile
U_*	Shear velocity	Estimated from fine-scale velocity <i>versus</i> log depth profile at nearbed depths
D	Water depth	Total depth, surface to bottom
k	Height of surface roughness elements	Difficult to quantify; methods described in text
ν	Kinematic viscosity	$1.004 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ at 20°C
g	Acceleration due to gravity	$9.8 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$
Equations		
Re	Bulk flow Reynolds number	
	$Re = \bar{U}D/\nu$	$Re < 500$ \Rightarrow laminar flow $500 < Re < 10^3 - 10^4$ \Rightarrow transitional flow $Re > 10^3 - 10^4$ \Rightarrow turbulent flow
Fr	Froude number	
	$Fr = \bar{U}\sqrt{gD}$	$Fr < 1$ \Rightarrow sub-critical flow $Fr = 1$ \Rightarrow critical flow $Fr > 1$ \Rightarrow super-critical flow
D/k	Relative roughness	Height of roughness elements relative to water depth; influences flow type
Re_*	Roughness Reynolds number	Describes flow near streambed
	$Re_* = U_*k/\nu$	$Re_* < 5$ \Rightarrow hydraulically smooth flow $5 < Re_* < 70$ \Rightarrow transitional flow $Re_* > 70$ \Rightarrow hydraulically rough flow
δ	Thickness of laminar sublayer	Describes region of viscous flow
	$\delta = 11.5\nu/U_*$	$\delta/k < 1$ \Rightarrow hydraulically smooth flow $\delta/k > 1$ \Rightarrow hydraulically rough flow





Proudění a koryto toku

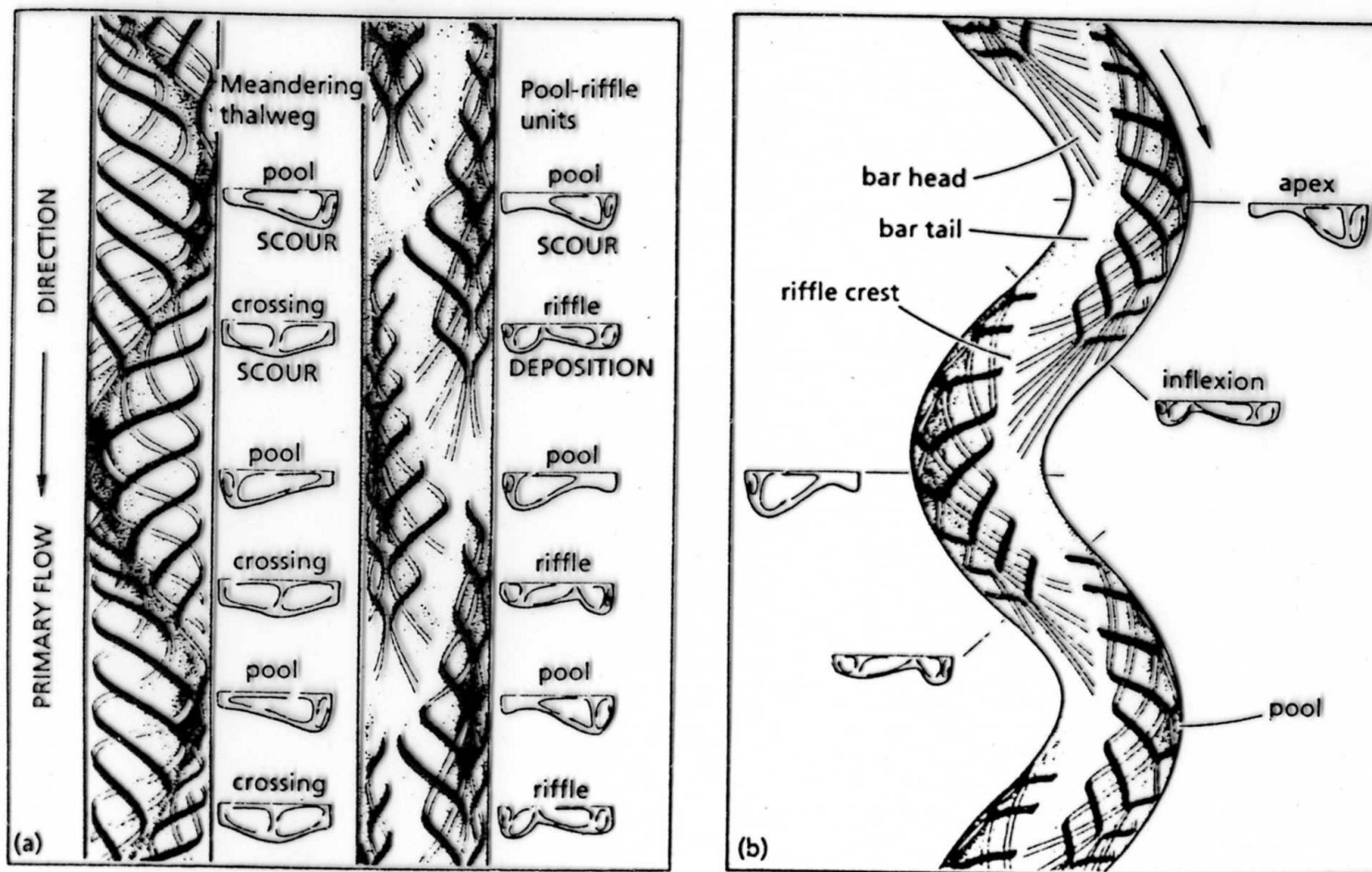


FIGURE 7-5 Models of flow structure in (a) straight and (b) meandering channels. (From Carling, 1992, after Thompson, 1986. Secondary flows and the poolriffle unit: a case study of the processes of meander development. *Earth Surface Processes and Landforms* 11:631-641, © John Wiley & Sons Limited. Reproduced

Substrát – drsnost dna

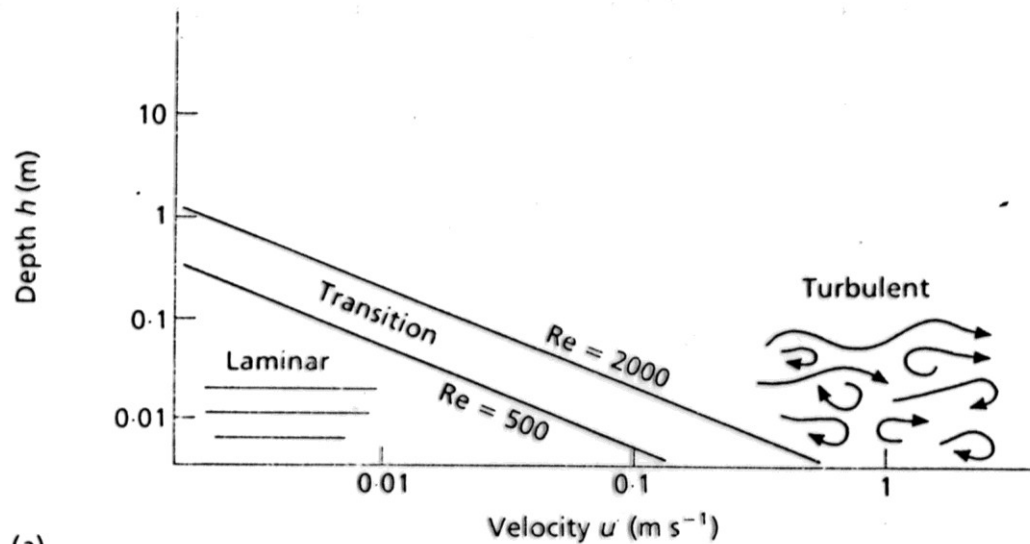
TABLE 3.3 The classification of mineral substrates by particle size, according to the Wentworth Scale (After Cummins, 1962; Minshall, 1984)

<i>Size Category</i>	<i>Particle Diameter (range in mm)</i>	<i>Phi (ϕ) Value ($-\log_2$ smallest diameter)</i>
Boulder	> 256	≤ -8
Cobble		
Large	128–256	-7
Small	64–128	-6
Pebble		
Large	32–64	-5
Small	16–32	-4
Gravel		
Coarse	8–16	-3
Medium	4–8	-2
Fine	2–4	-1
Sand		
Very coarse	1–2	0
Coarse	0.5–1	1
Medium	0.25–0.5	2
Fine	0.125–0.25	3
Very fine	0.063–0.125	4
Silt	< 0.063	≥ 5

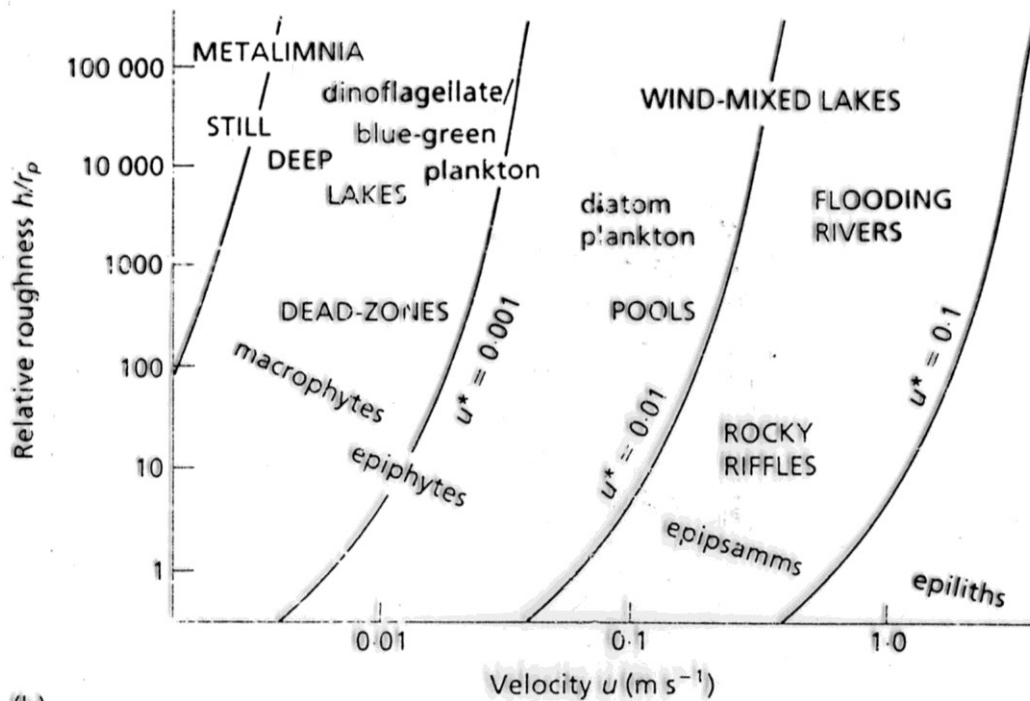
Habitat - klasifikace

- Pelal
 - kal, bahno, jíl, částice menší než 0,063mm
- Argilal
 - jemnozrnné sedimenty (písek, detrit), částice menší než 0,063mm
- Psammal
 - Píščité sedimenty, částice 0,063 – 2mm)
- Akal
 - Jemný štěrk a detrit, 2 – 20mm
- Lithal
 - Kameny a balvany, větší 20 mm
- Phytal
 - Řasy a vyšší rostliny

Proudění a organismy

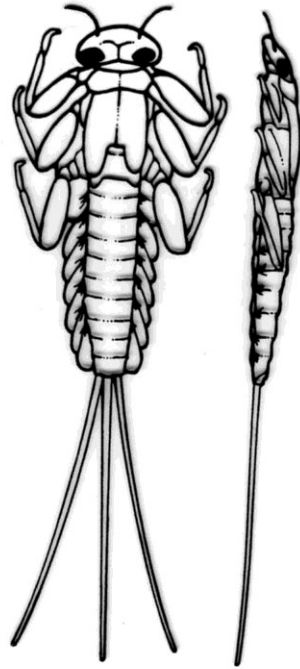


(a)

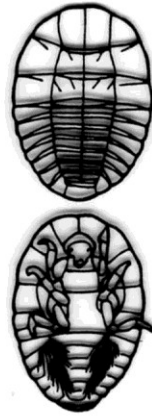


(b)

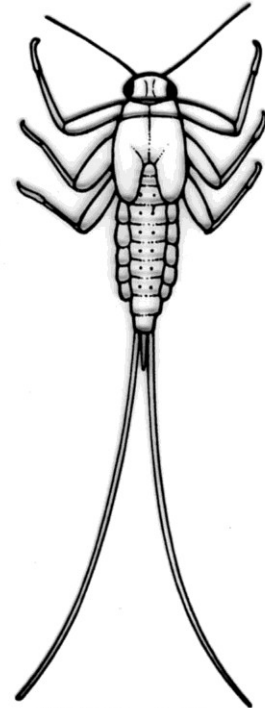
Rheobionti, rheophilové, rheoxenové



(a) *Rhithrogena*



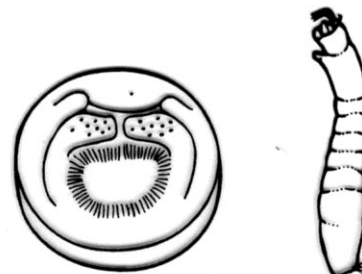
Psephenus x3



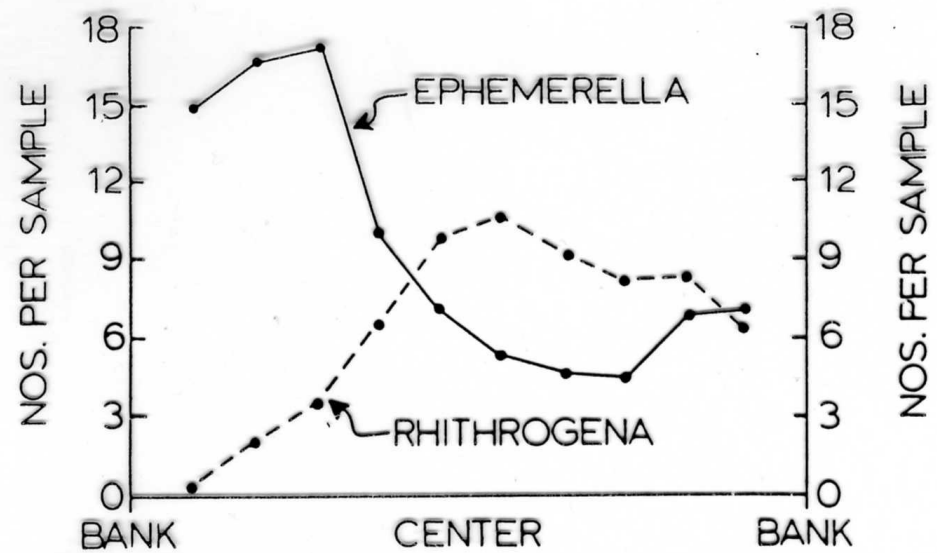
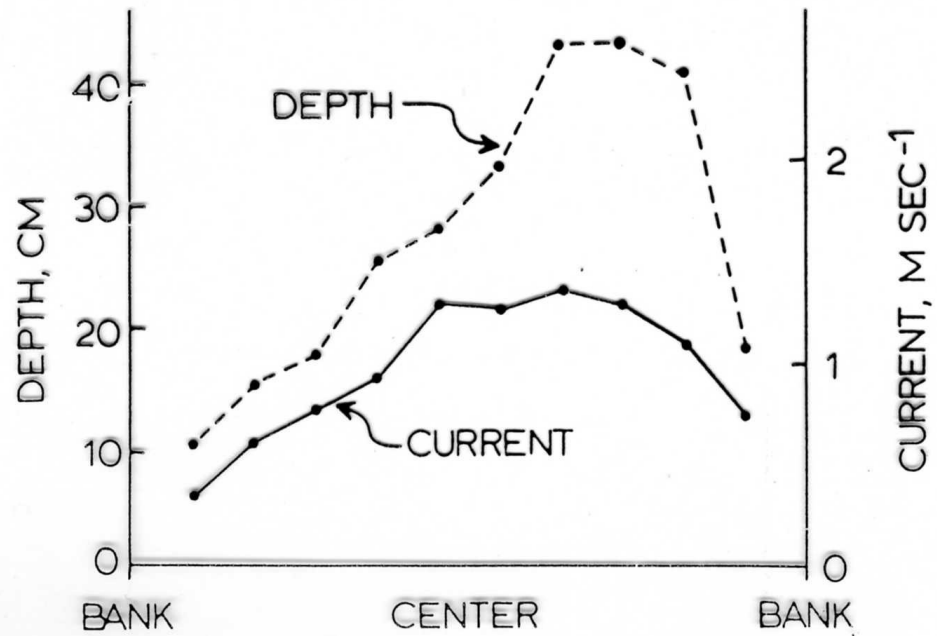
(b) *Baetis subalpinus*



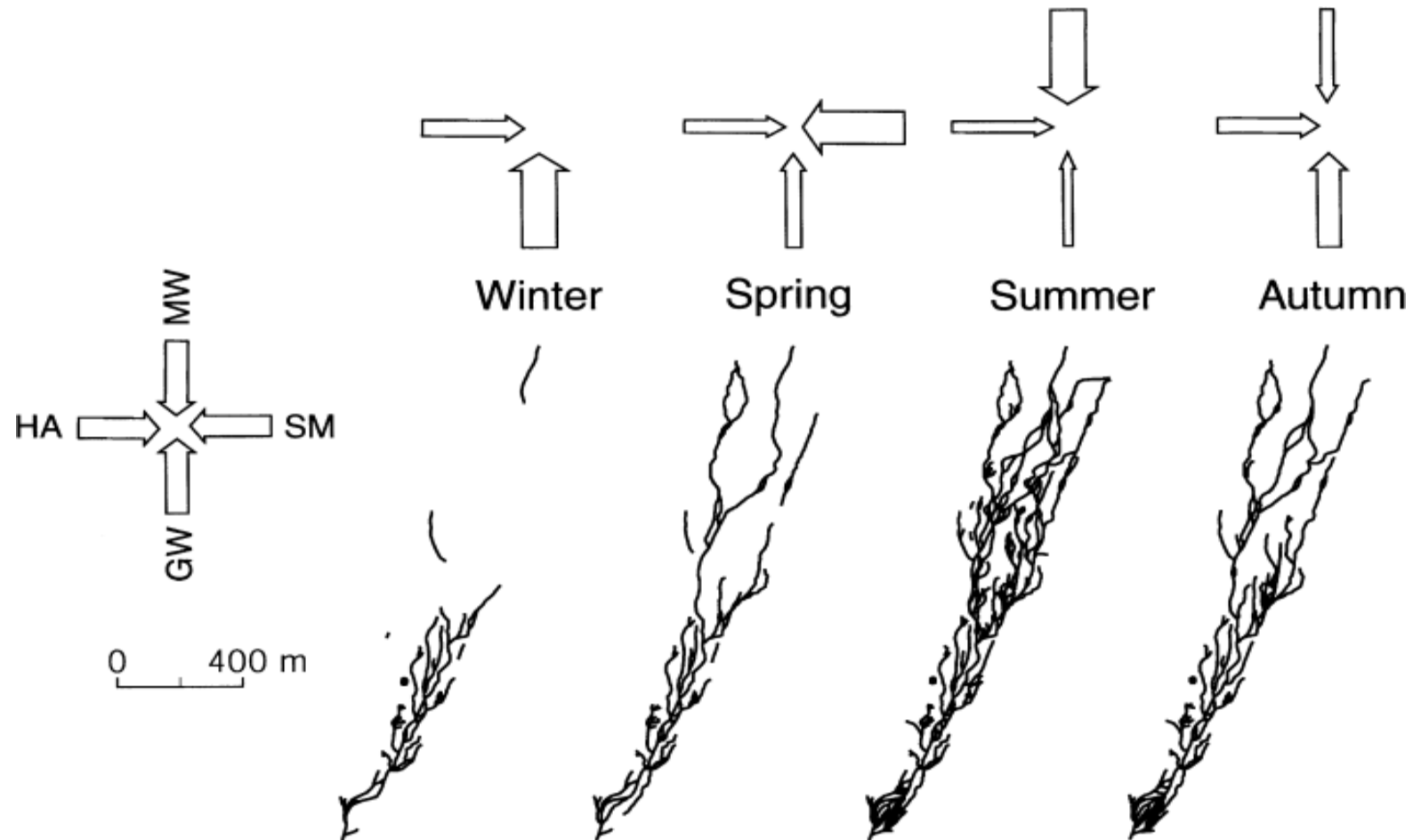
(c) *Philorus*



(d) *Simulium*

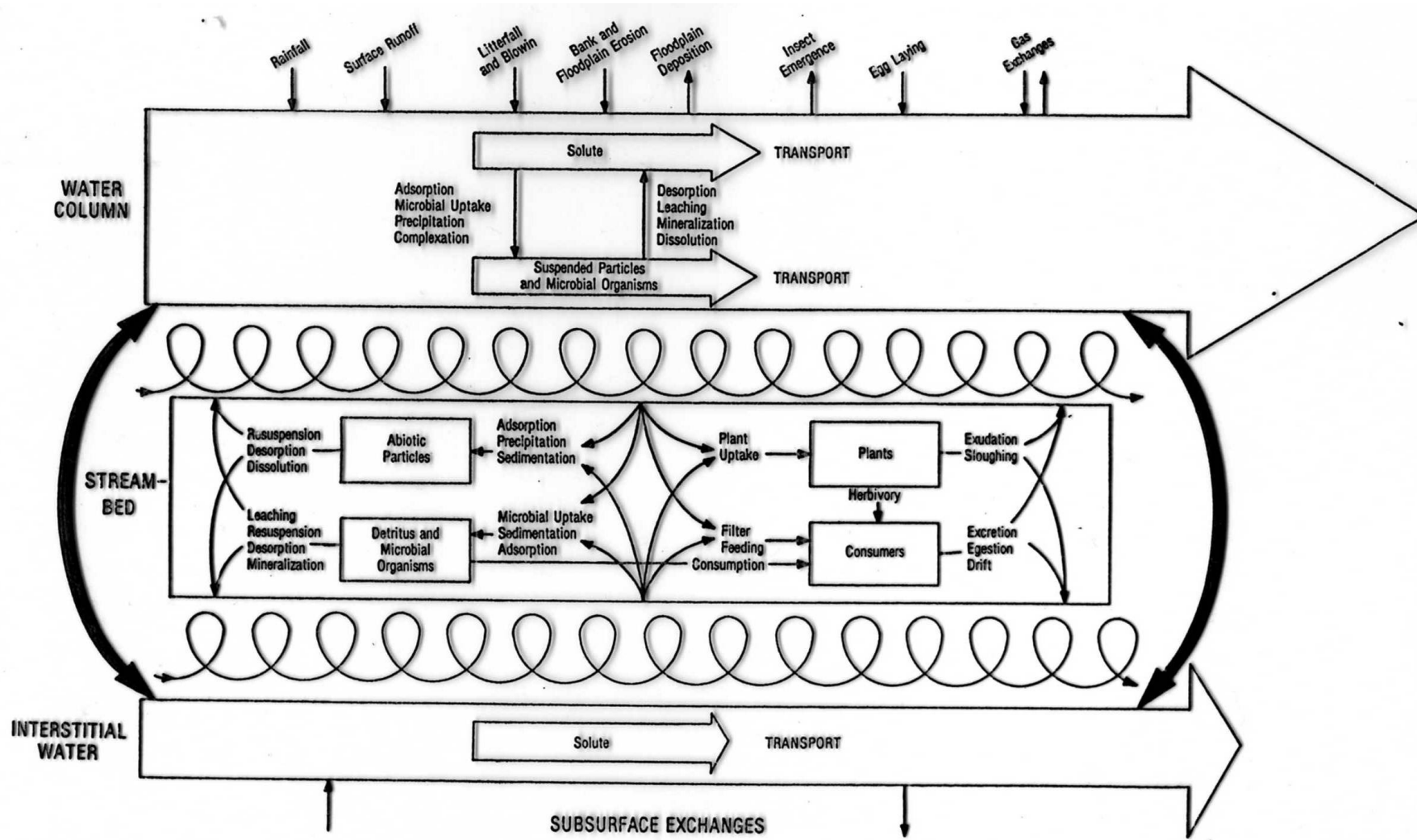


Průtok – objem vody v korytě a v aluviu (horská řeka)

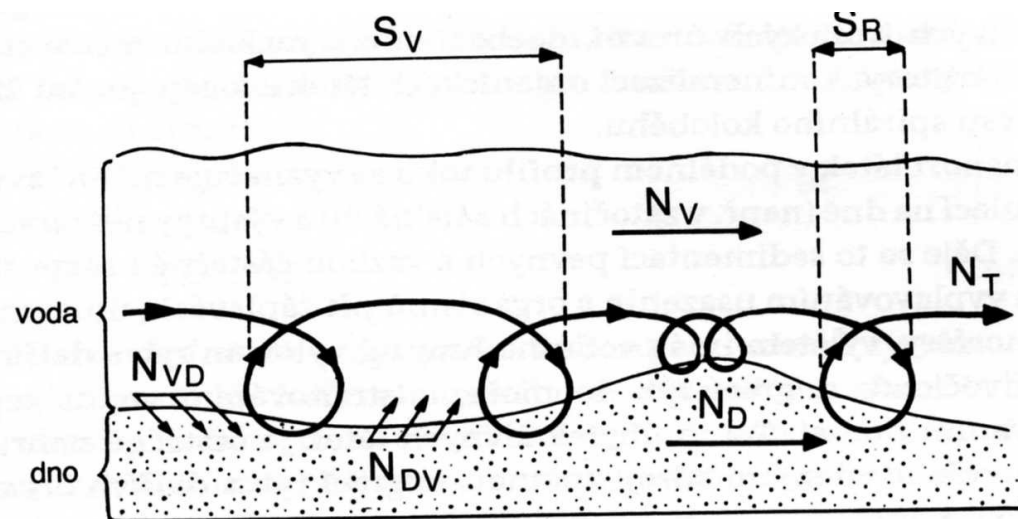


Vstupy energie – koloběh látek

- Světlo a teplo
- Allochtonní organická hmota – CPOM, FPOM, DOM
- Autochtonní organická hmota
 - Primární producenti
 - Nárosty řas, makrofyta
 - Konzumenti
 - Bentos
 - Potamoplankton
 - Nekton
 - Destruenti – biologicky aktivní povrch, biofilm



Spirální koloběh



$$S = v \cdot h,$$

kde S = spirální délka, v = průměrná rychlost přesunu látky ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$), h = čas (s).

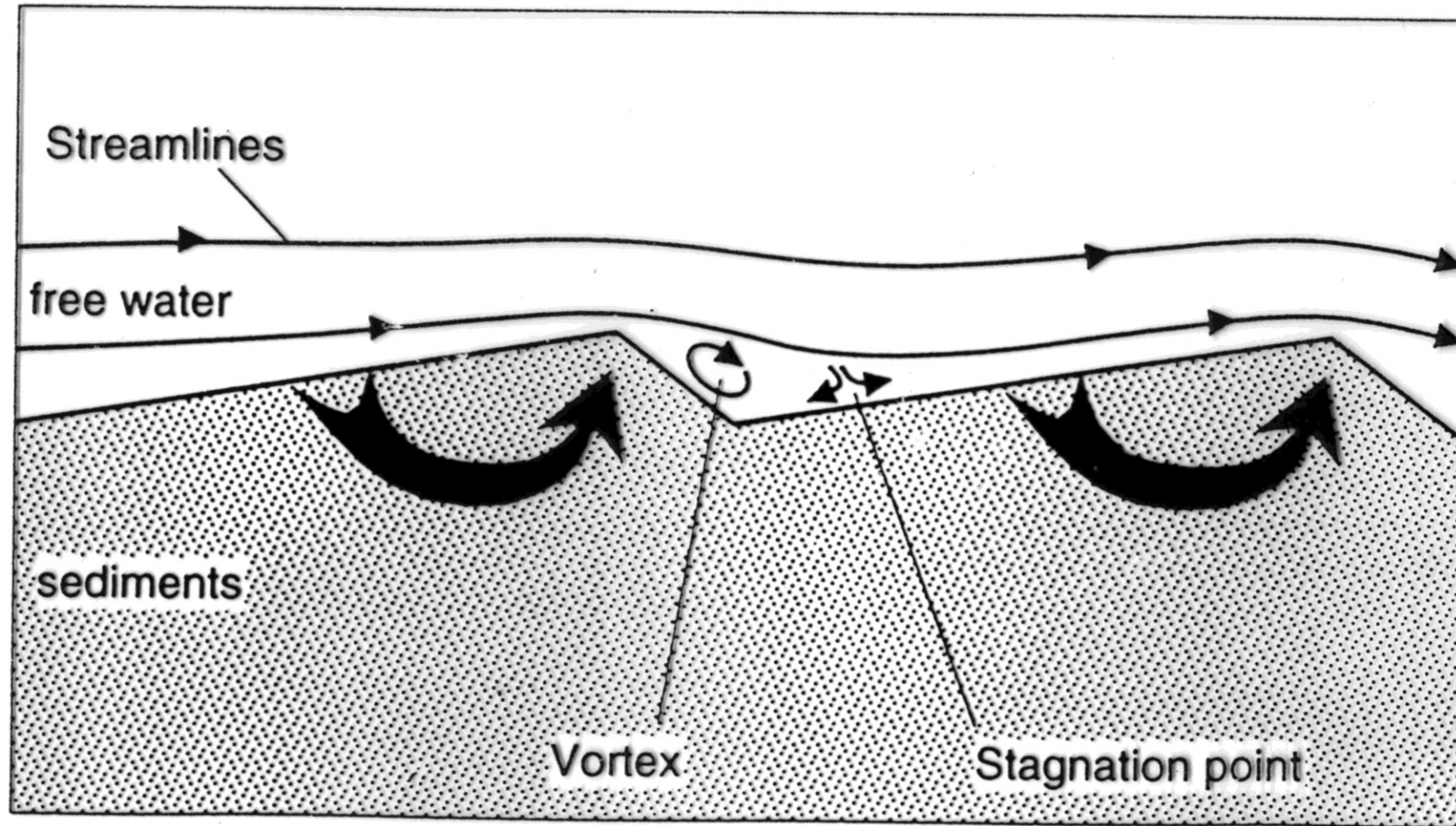
$$S = S_V + S_R,$$

kde S_V = délka dráhy biologicky využitelných rozpuštěných látek, S_R = délka obratu látkového cyklu.

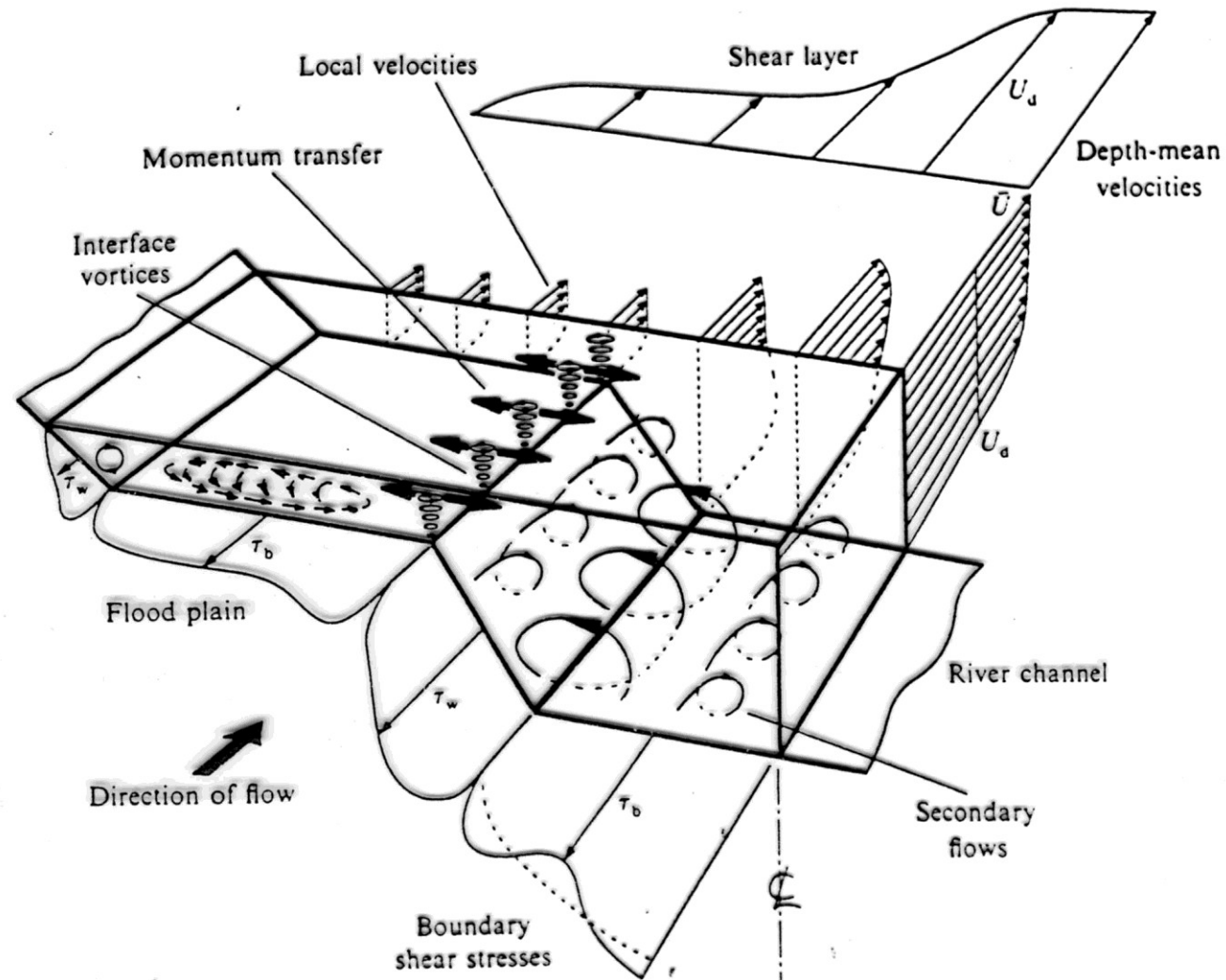
$$S = \frac{N_T}{(N_{VD} \cdot \delta)},$$

kde N_T = celkový přenos látky (živiny) tokem ($\text{g} \cdot \text{s}^{-1}$), N_{VD} = přestup rozpuštěné látky z vody do dna ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), δ = šířka toku (m). Ukazatel N_{DV} představuje výstup rozpuštěných látek ze dna do vody a za rovnovážného stavu toku je roven N_{VD} .

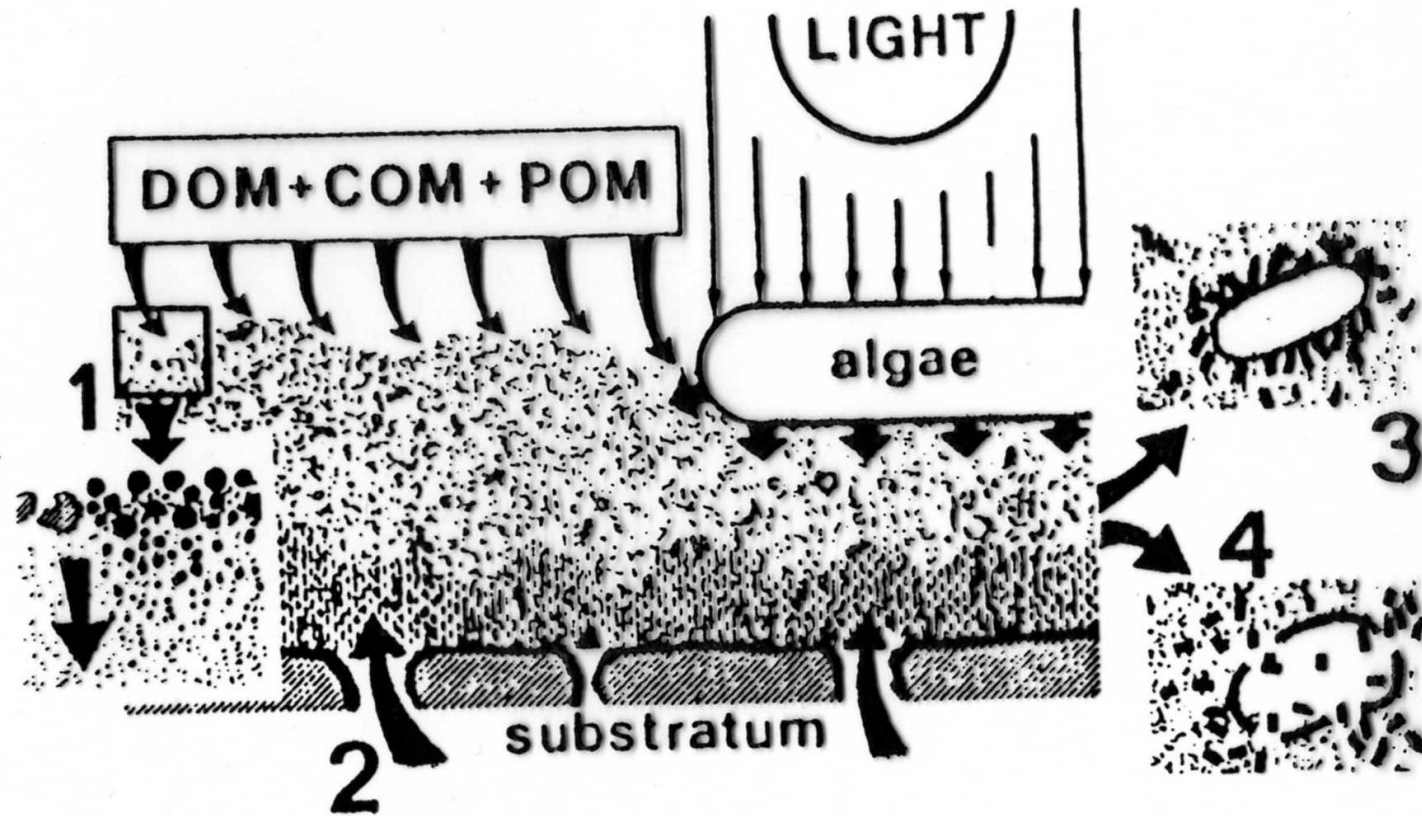
Spirální koloběh – podélný profil



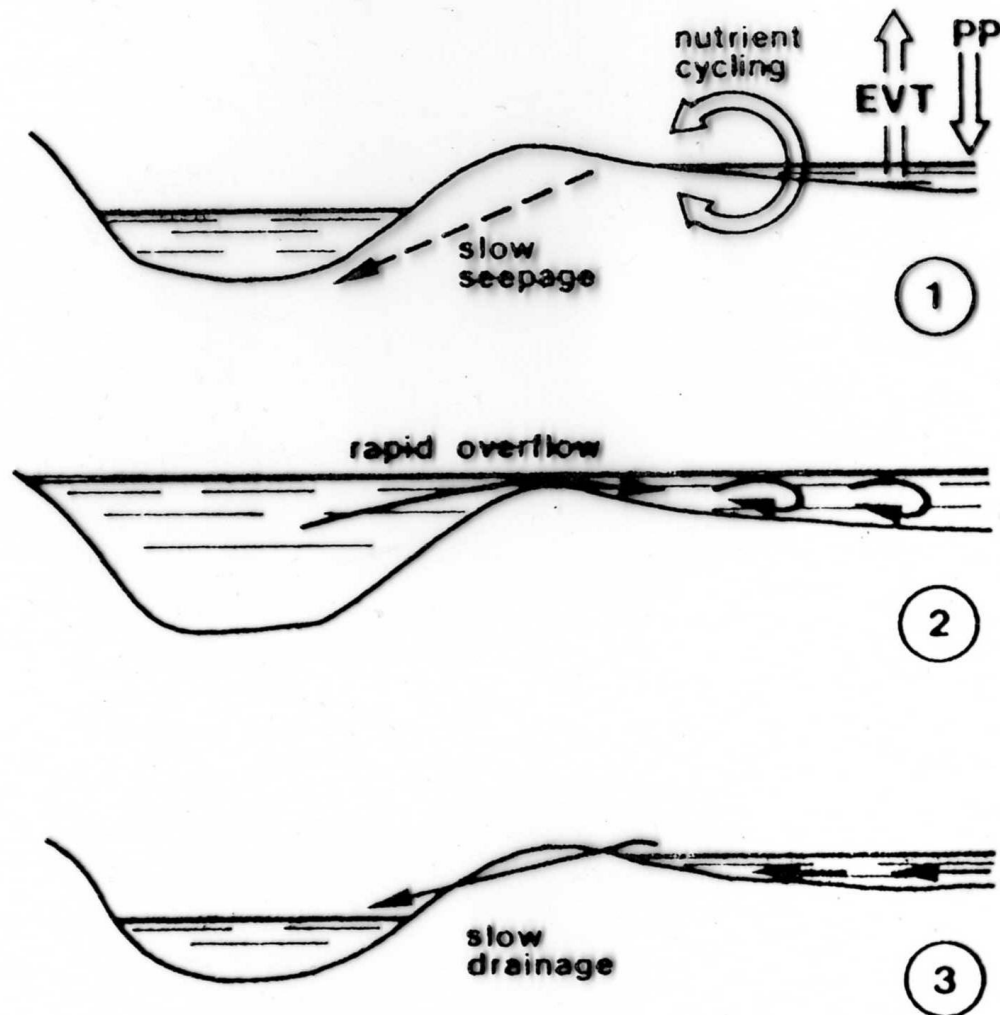
Spirální koloběh – v prostoru

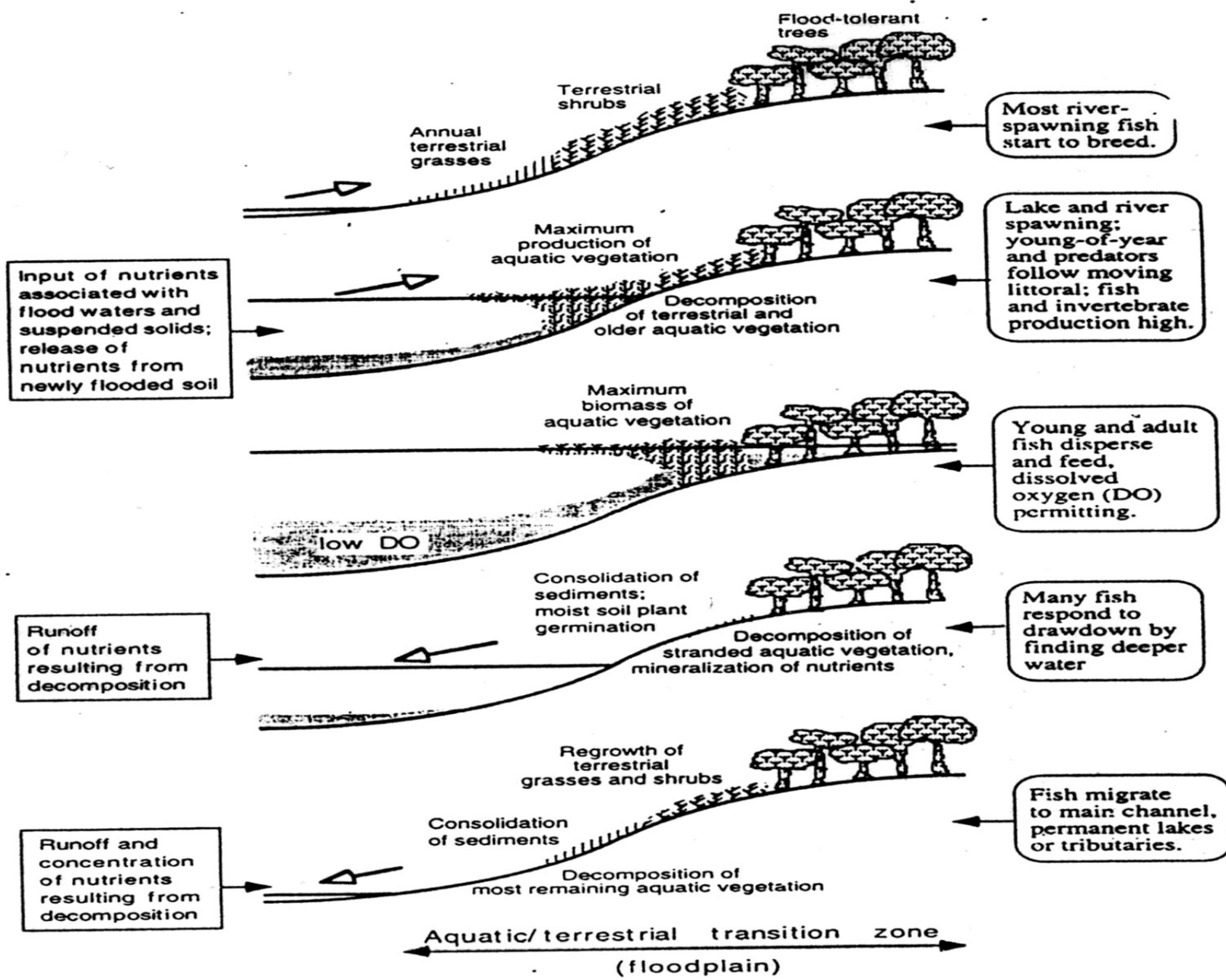


Spirální koloběh - biofilm



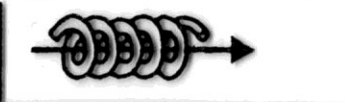



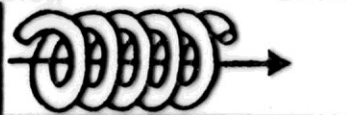







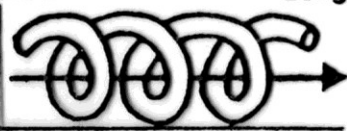



Spirální koloběh - aluvium



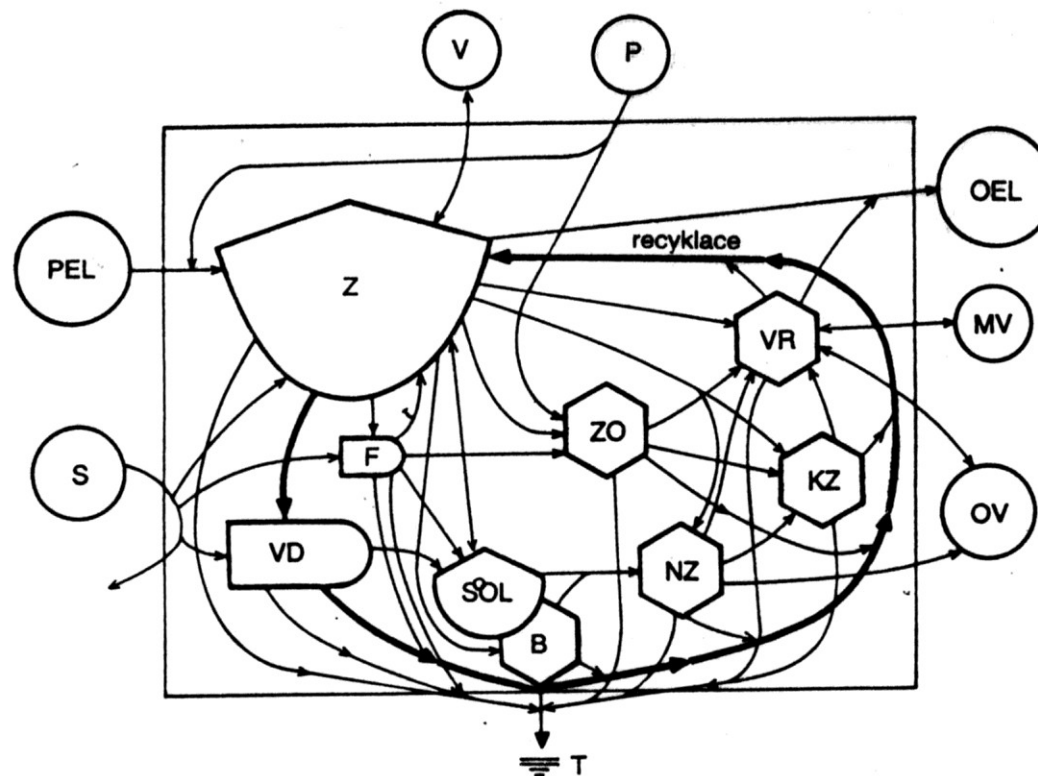


Spirální koloběh – tvary spirál

RETENTION MECHANISM	BIOLOGICAL ACTIVITY	EFFECT. ON NUTRIENT CYCLING RATE OF RECYCLING	SPIRAL LOOPS	RESPONSE ECOSYST. ADDITION NUTRIM.	STABILITY ECOSYST.
		Fast		CONSERVATIVE ($I > E$)	
		Slow		STORING ($I > E$)	
		Fast		INTERMEDIATE CONSERVATIVE ($I \geq E$)	
		Slow		EXPORTING ($I \geq E$)	

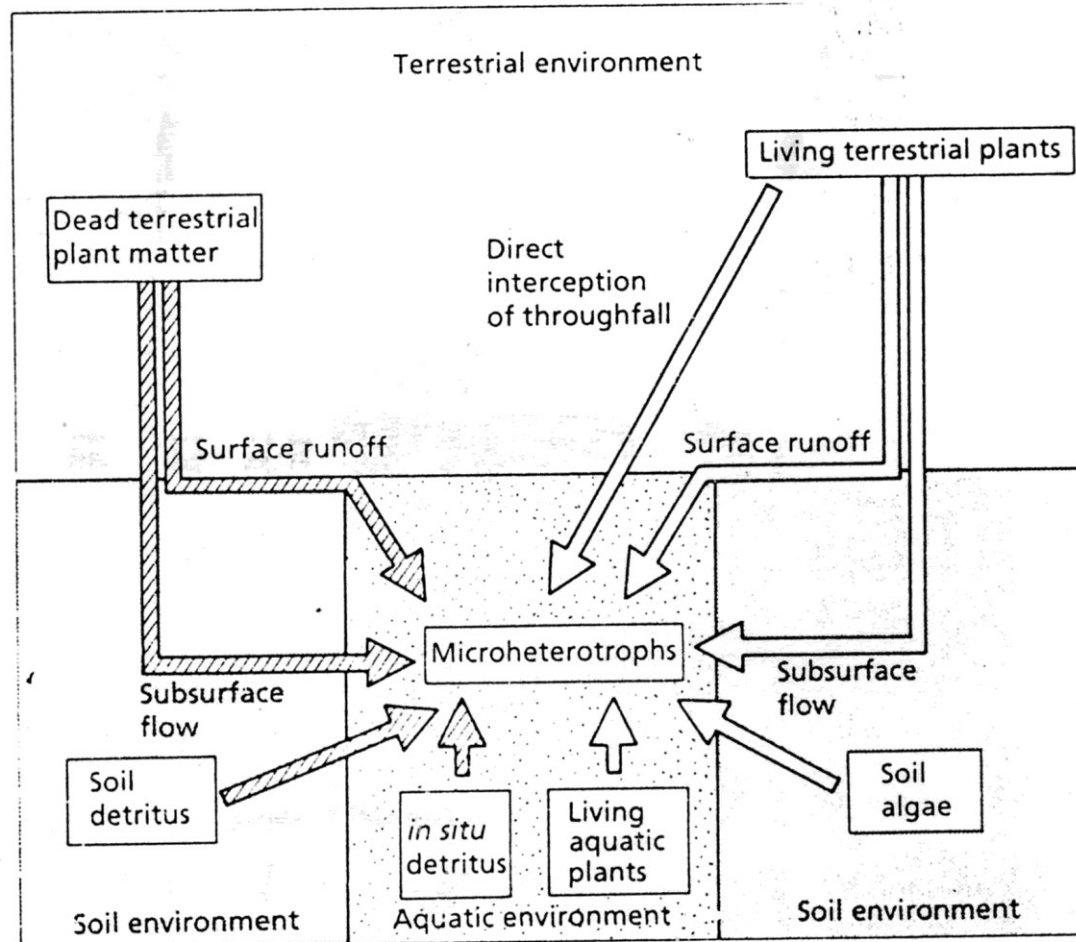
I : Import , E : Export

Spirála, organismy a toky energie

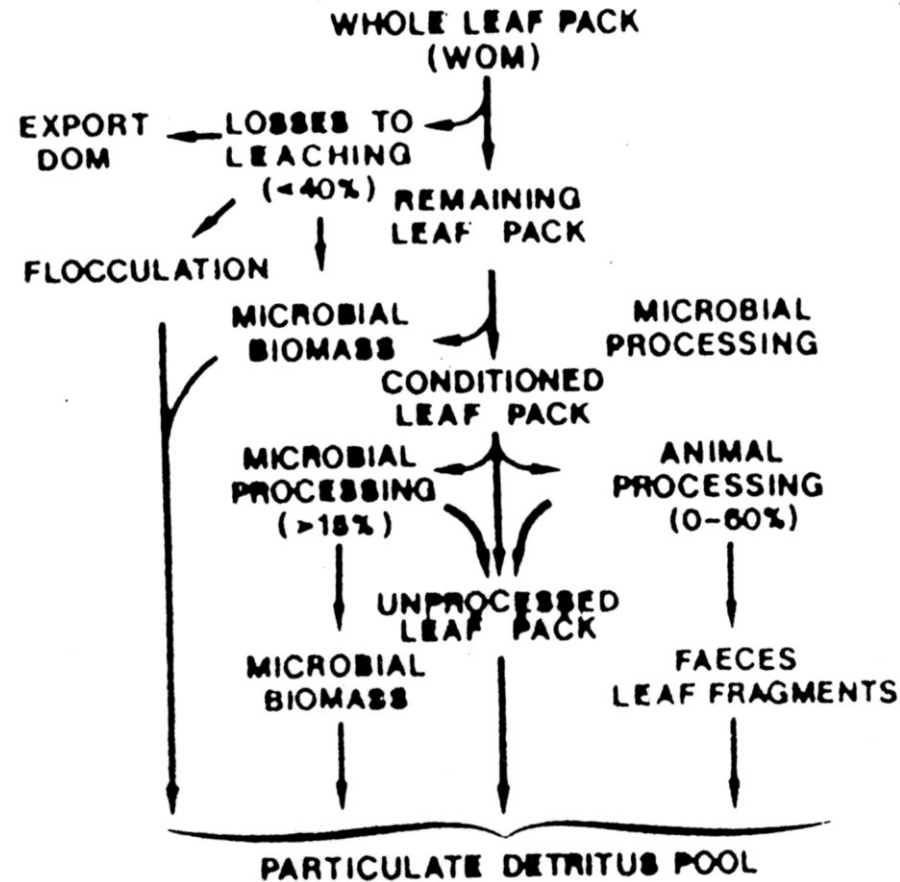


35. Základní vztahy v ekosystému tekoucích vod. Mimo zarámovanou část: V atmosféra, P podloží, OEL a PEL odsun a přísun energie a látek tokem, S sluneční záření, MV migrace a vysazování ryb, OV odlov ryb, sběr bezobratlých aj., T ztráty potenciální energie ve formě tepla. V zarámované části: Z zásobník energie a živných látek, F fytoplankton, VD vegetace dna, SOL sedimenty a organické látky, ZO filtrátoři, B mikrobiální organismy, NZ nekar-nivorní zoobentos, KZ karnivorní zoobentos, VR velké druhy ryb (H. T. Odum, 1983, upraveno)

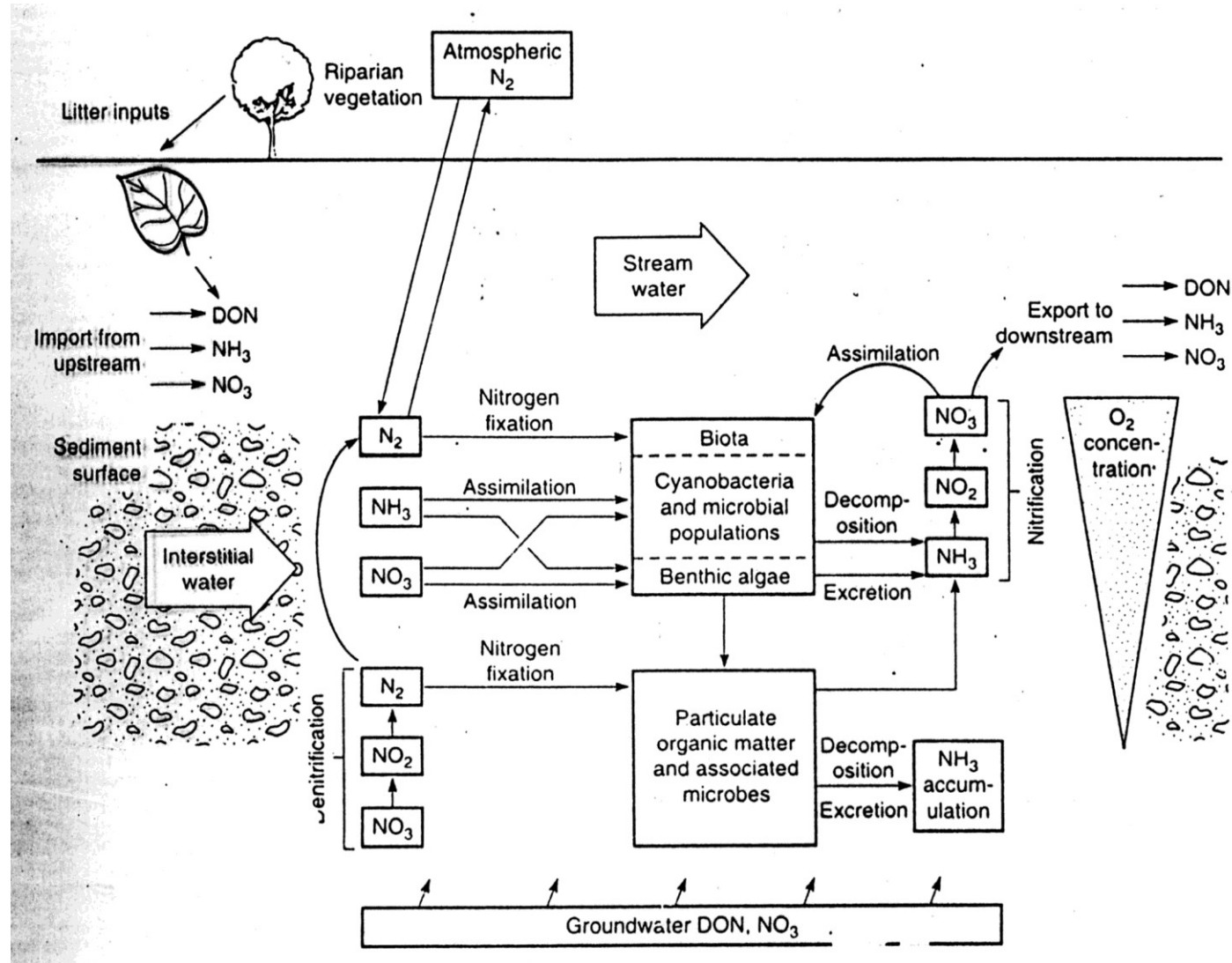
Zdroje organické hmoty



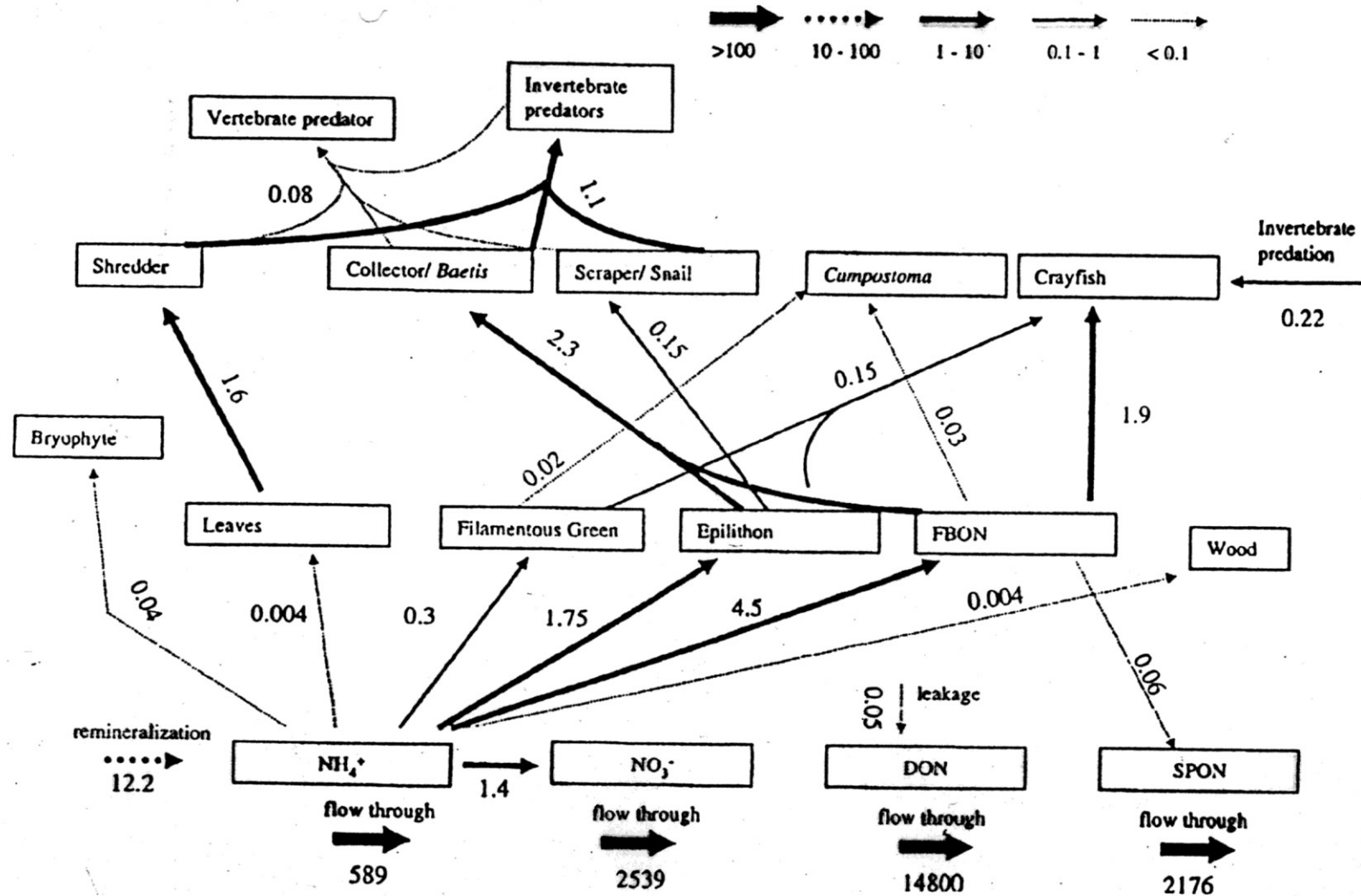
Rozklad organické hmoty



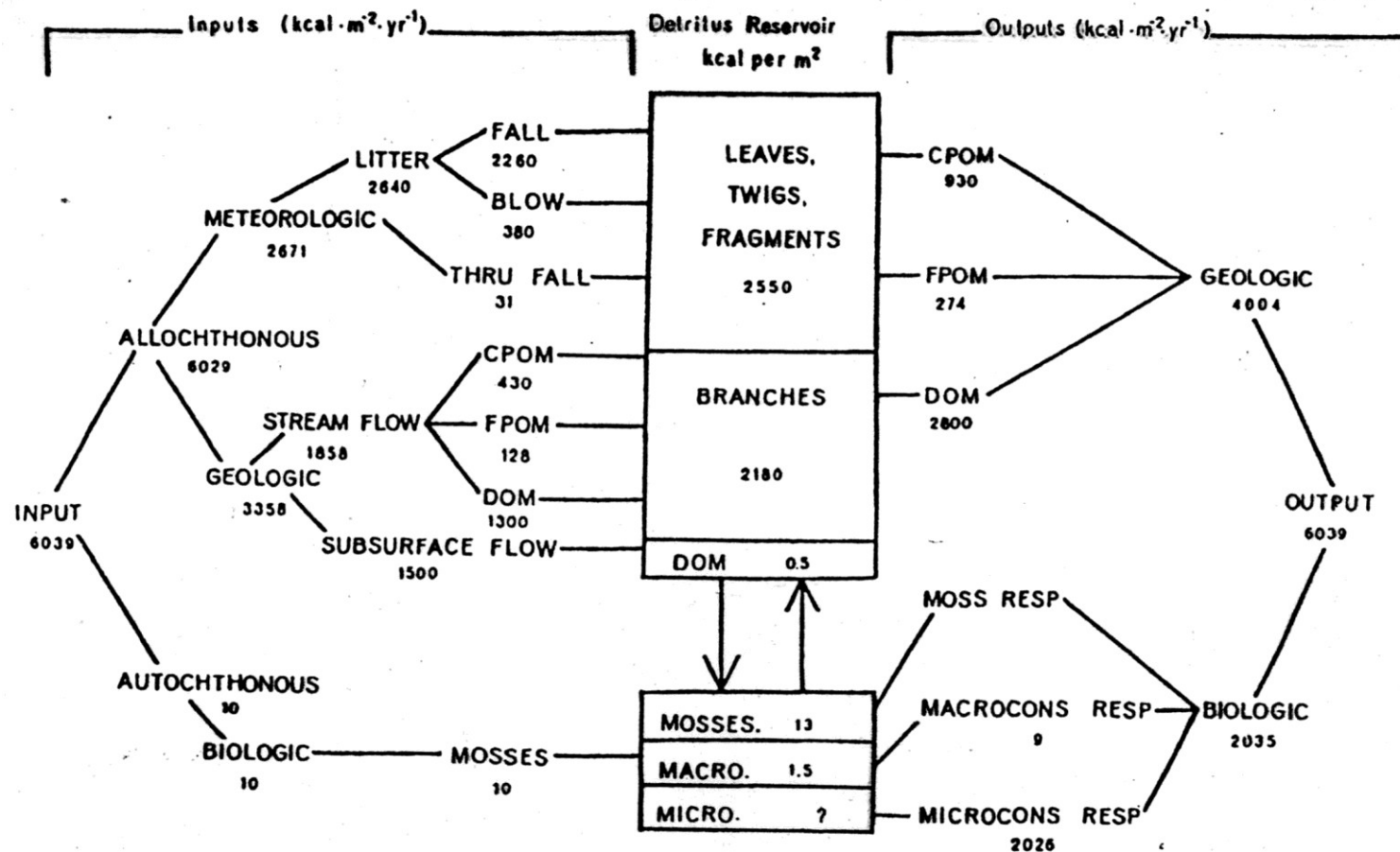
Koloběh a transformace N



Tok dusíku systémem – mgN/m²/d

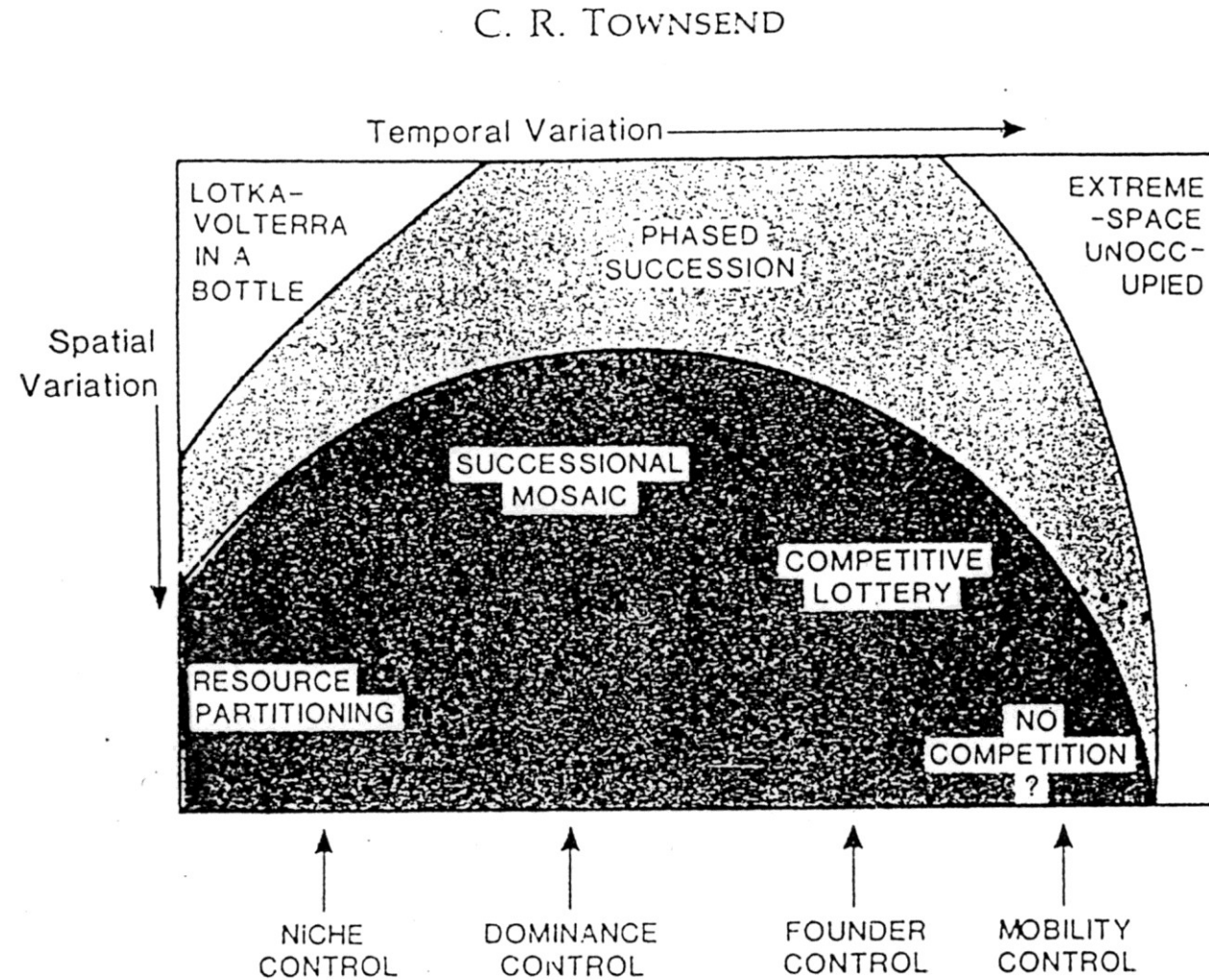


Tok energie systémem (rok)



Kolonizace a sukcese

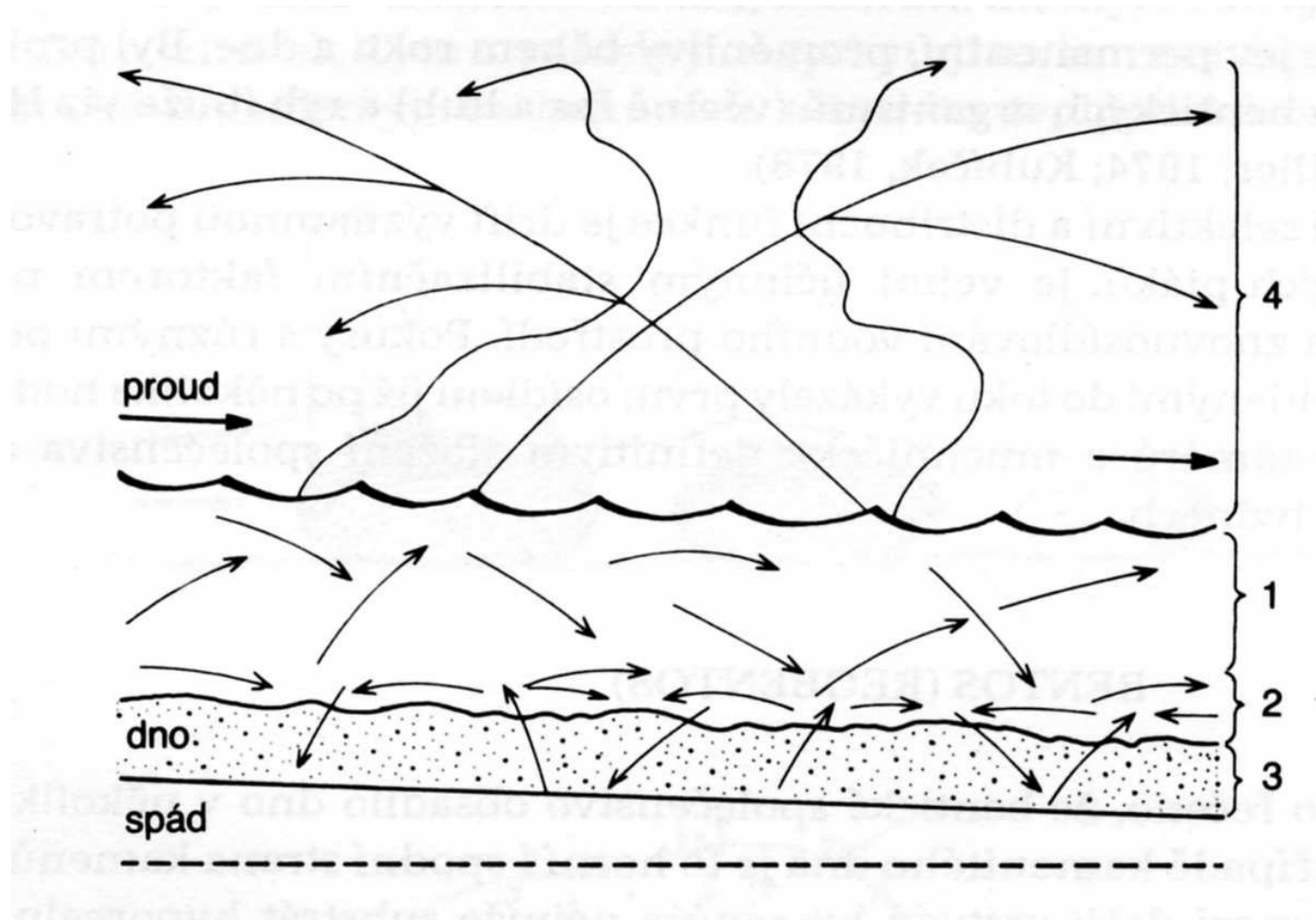
**Koncept
dynamické
mozaiky**



Drift – sukcesní a udržování mechanismus

- Český termín – snos – pasivní pohyb ve vodním sloupci
- Několik typů
 - Emergentní drift
 - Terestrický drift
 - Katastrofický drift
 - Organický drift (živé nebo topící se organismy)
- Poproudový a protiproudový drift (aktivní)

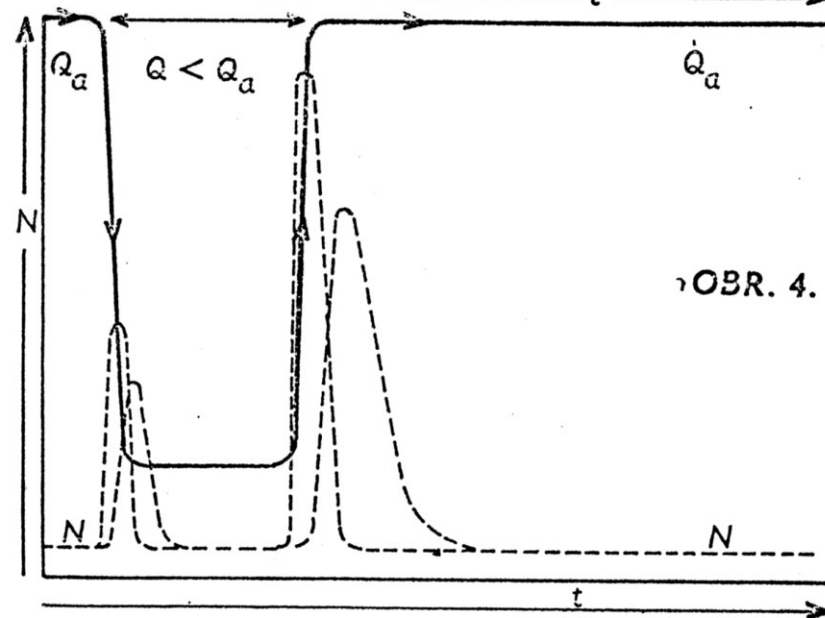
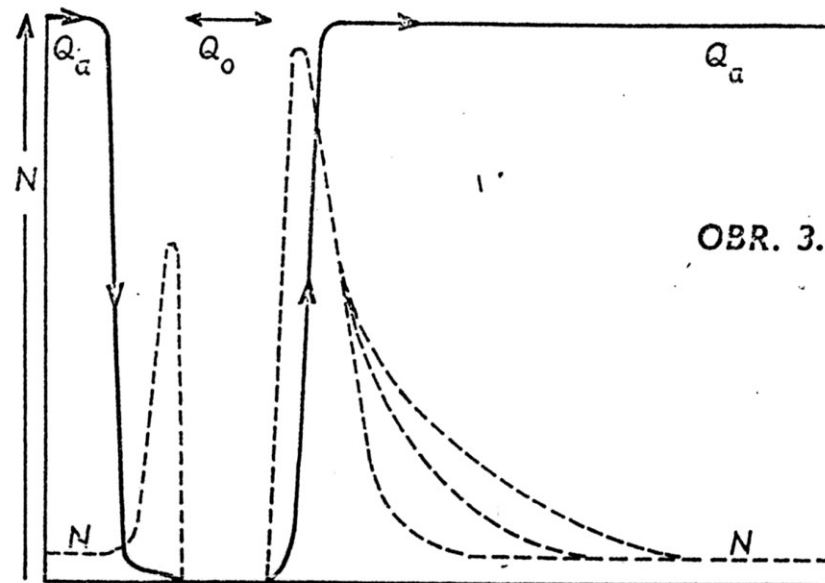
Drift – sukcesní a udržovaní mechanismus



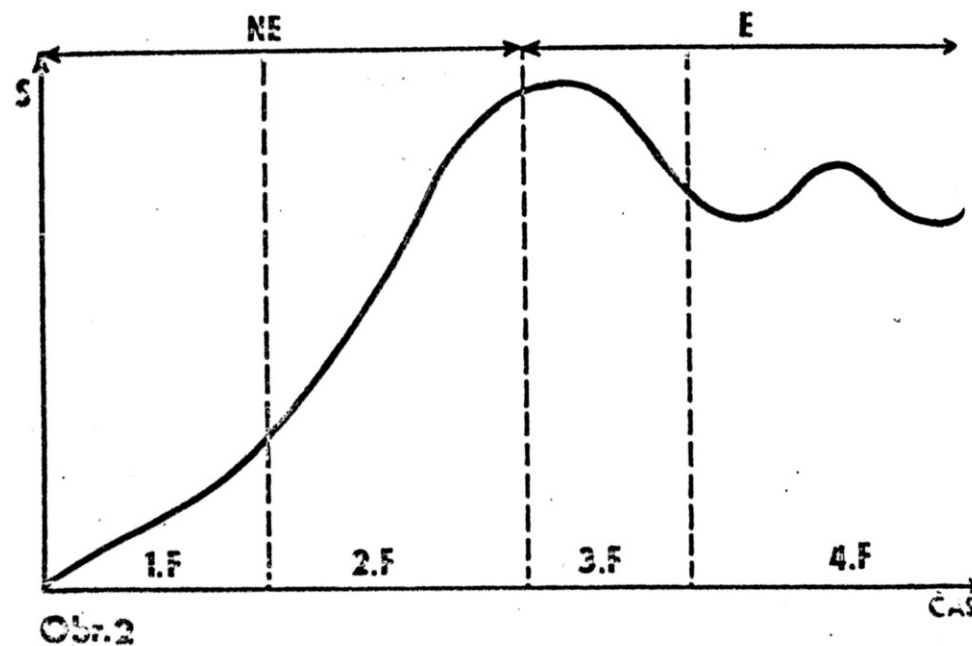
Drift - příčiny

- Změny průtoku – minima a maxima
- Ledové dřenice
- Emergence – líhnutí vč. kuklení, vylézání na souš
- Rozmnožování – vlastní aktivní hledání sex. partnera a kopulace
- Ovipozice – kladení vajíček
- Vnitro a mezidruhové vztahy (kompetice, predace, ...)

Drift – změny průtoku



Obečná sukcesní křivka



Fáze: startovací, exponenciální, vrcholová, stabilizační - oscilační

Strategie přežití organismů tekoucích vod

Nejčastější disturbance – vyschnutí toku

Fáze temporálních toků dle Williams D.D a Hynes H.B.N. (1977):

DRY - FLOW - FLOW+ICE - FLOW - POOLS - DRY

Summer - Fall - Winter - Spring - Early Summer - Summer

Formy přežívání organismů v době sucha:

CYSTY - Tubificidae

VAJÍČKA - Ancyclus, vodní hmyz (Ephemeroptera, Diptera - Chironomidae)

LARVY, VYVOJOVÁ STADIA - Amphipoda, Ostracoda, Cyclopoida, Plecoptera, Diptera

KUKLY - Diptera - Tipulidae

DOSPÉLCI - Gastropoda, Hemiptera, Coleoptera, Hirudinea

Životní strategie

	Selection type		
	r	K	A
Properties of the habitat:			
Favourability	Variable	High	Low
Predictability	Low	High	High
Community attributes:			
Diversity	Low	High	Low
Interspecific competition	Occasional, can be intense	Frequent, often diffuse	Rare
Investment in defence mechanisms:			
	Low	High	Low
Specialization:			
	Low	High	Low
Population or species attributes:			
Capacity for dormancy	Variable	Low	Variable
Vagility	High	Intermediate	Low
Geographical distribution	Wide	Restricted	Variable
Parthenogenesis	Variable	Low	High
Life span	Short	Intermediate	Long
Maturity	Early	Intermediate	Late
Rate of development	Rapid	Intermediate	Slow
Fecundity	High	Intermediate	Low
Population density	Very variable	More constant, near carrying capacity	Variable, below car. capacity
Rate of increase	High	Intermediate	Low
Density dependence	Weak at low dens.; strong & overcomp. at high density	Moderate, compensating at high density	Weak
Key factors			
	Adult losses: mortality & migration	Juvenile mortality; variation in fecundity	Mortality at all stages; variation in fecundity & rates of development

Hlavní produkční složka - bentos

- Fytobentos – nárosty, perifyton – primární producenti
- Zoobentos – konzumeti
- Bakteriobentos – destruenti, biologicky aktivní povrchy, biofilmy – jednoduché houby a plísně, bakterie
- Mikro (pod 50 μm , meio (50 μm až 1mm) a makrobentos (více jak 1mm)

Pozice meiobentosu v systému

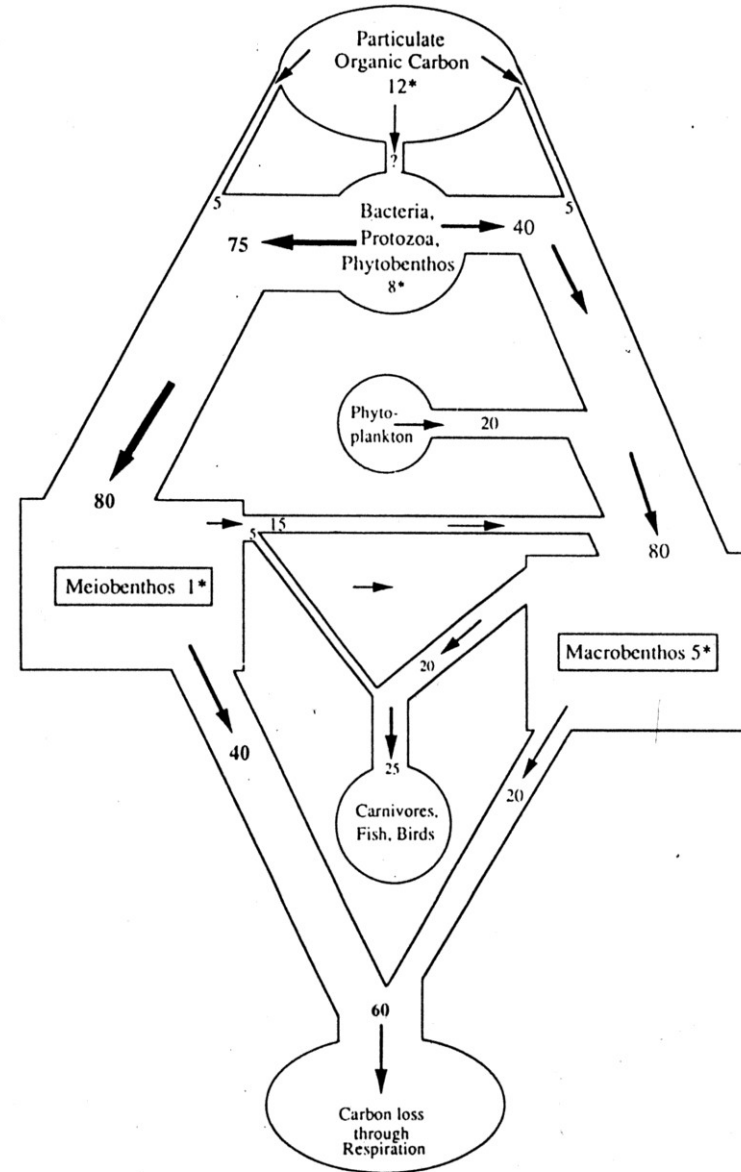
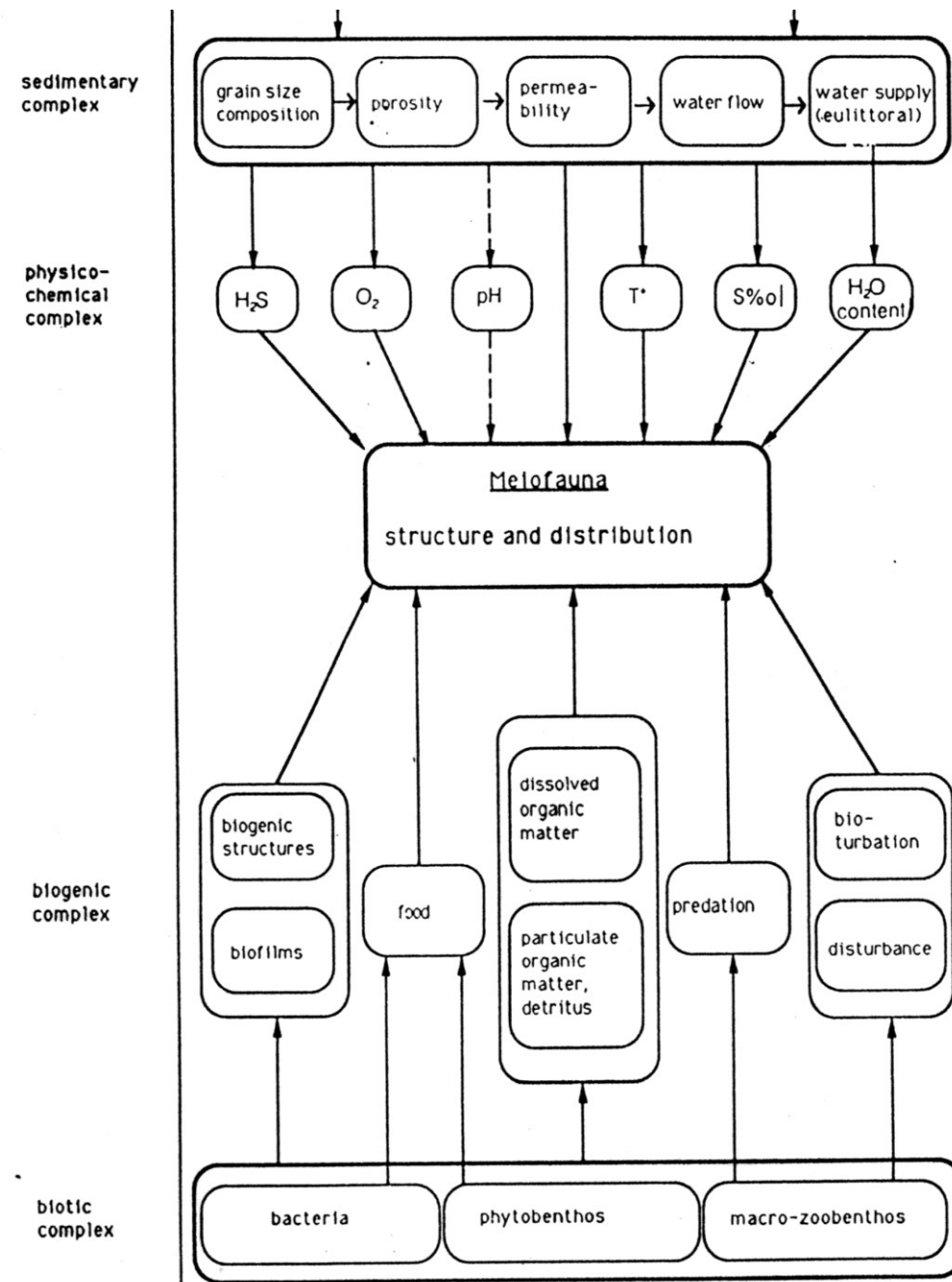
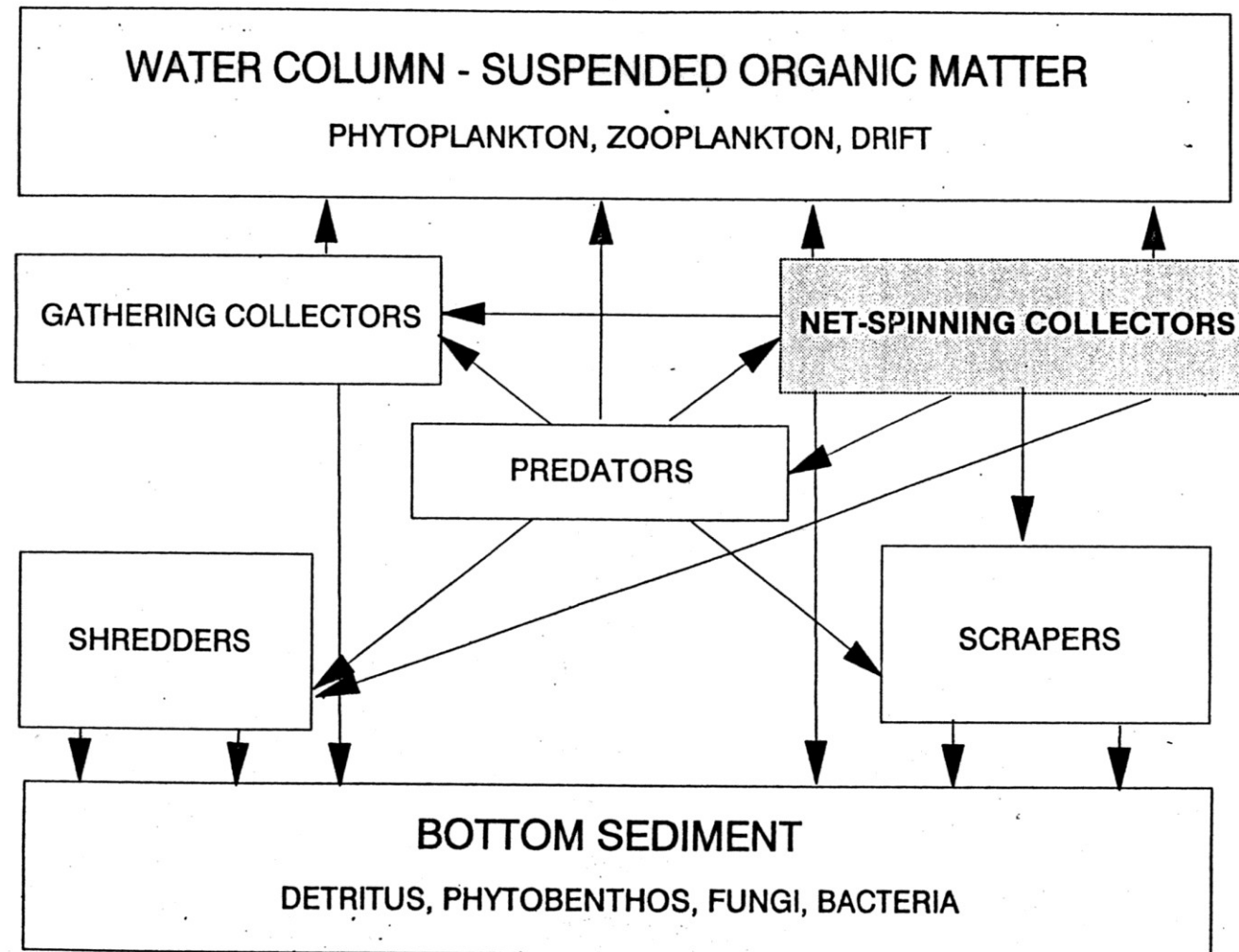


Fig. 102. The role and position of meiobenthos in a compilatory energy flow diagram. (After PLATT 1981); numbers reflect relative rates of carbon production ($\text{g Cm}^{-2}\text{yr}^{-1}$), numbers with asterisks represent biomass values (g Cm^{-2})

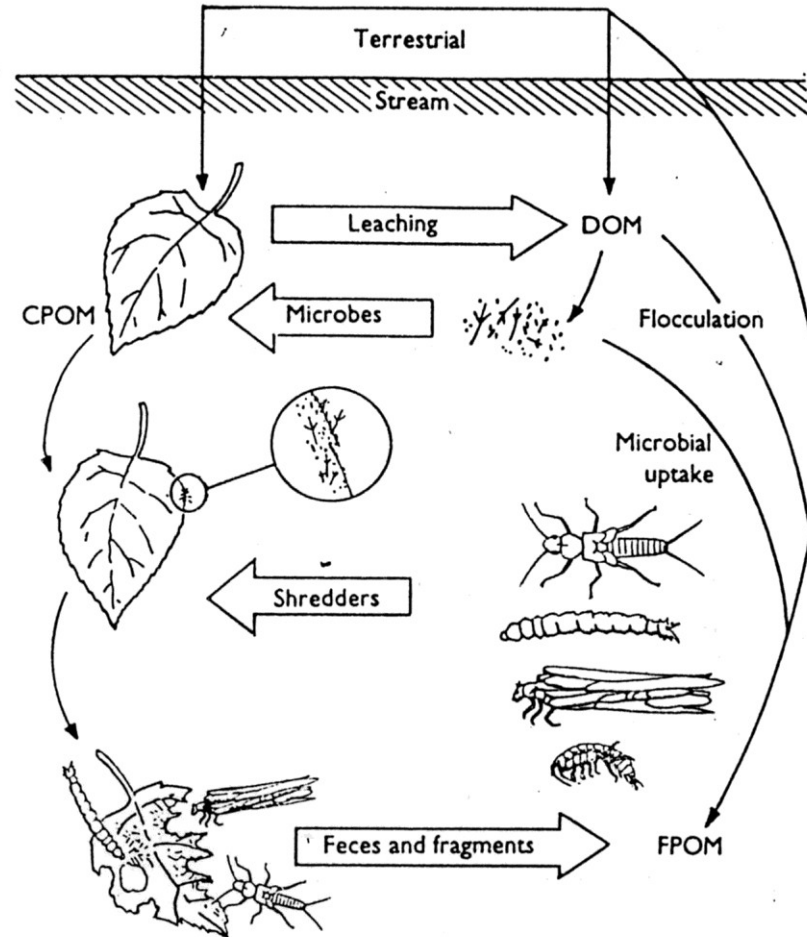
Podmínky pro meiobentos



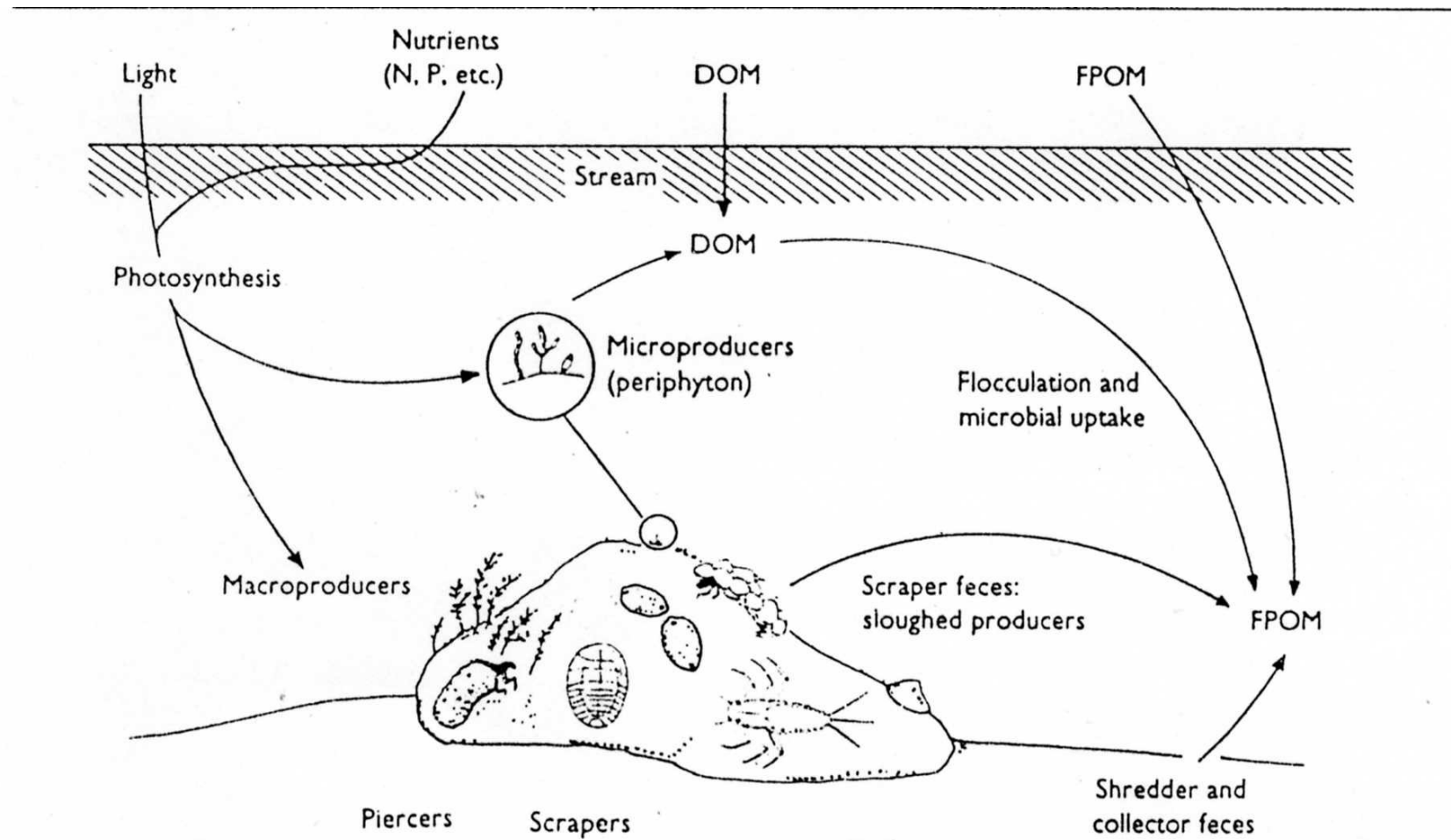
Makrozoobentos – potravní specializace



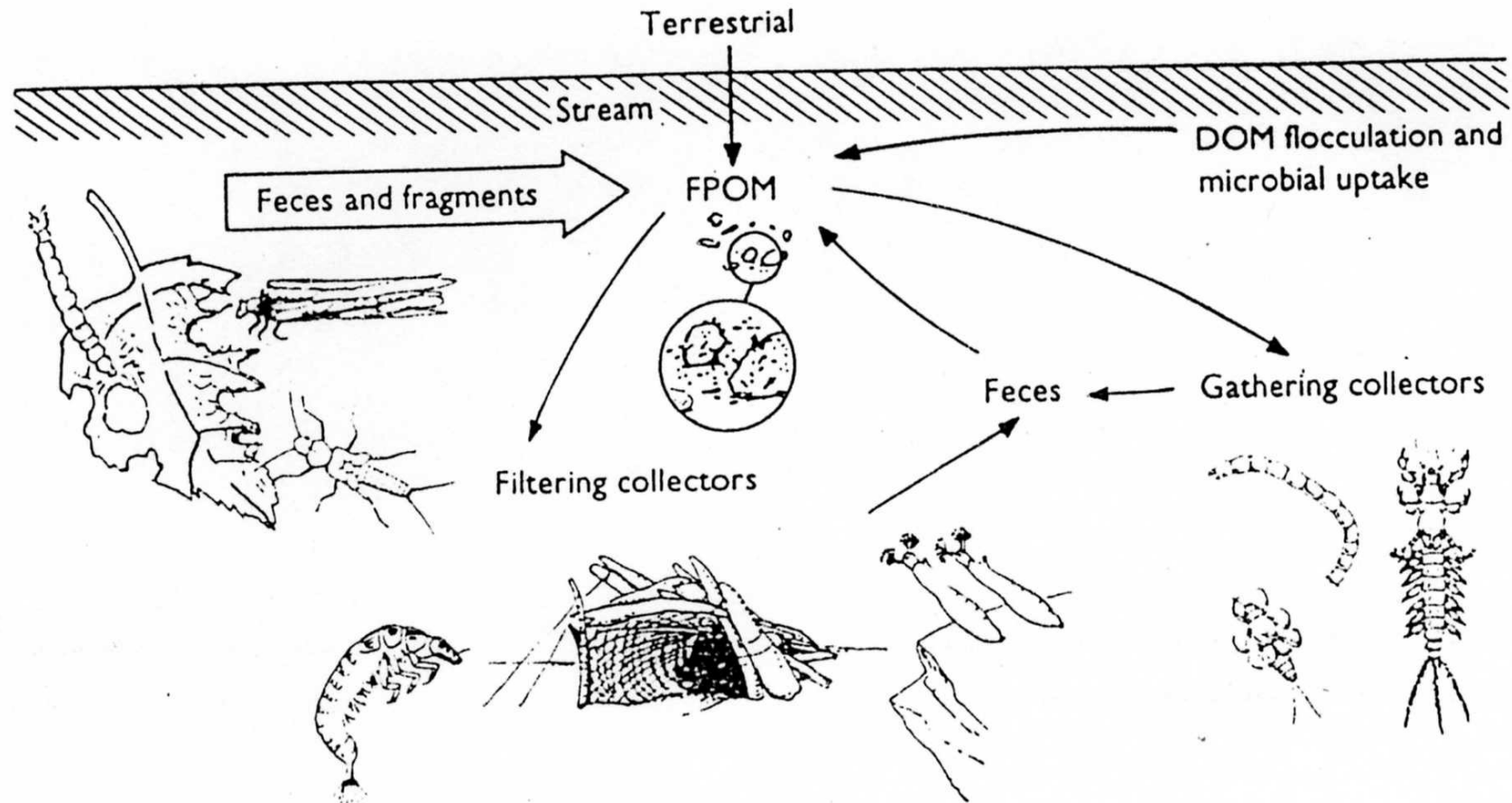
Kouskovači - drtiči



Seškrabávači (spásači)



Sběrači (aktivní – filtrující - sítě stavějící)



Potravní síť tekoucích vod

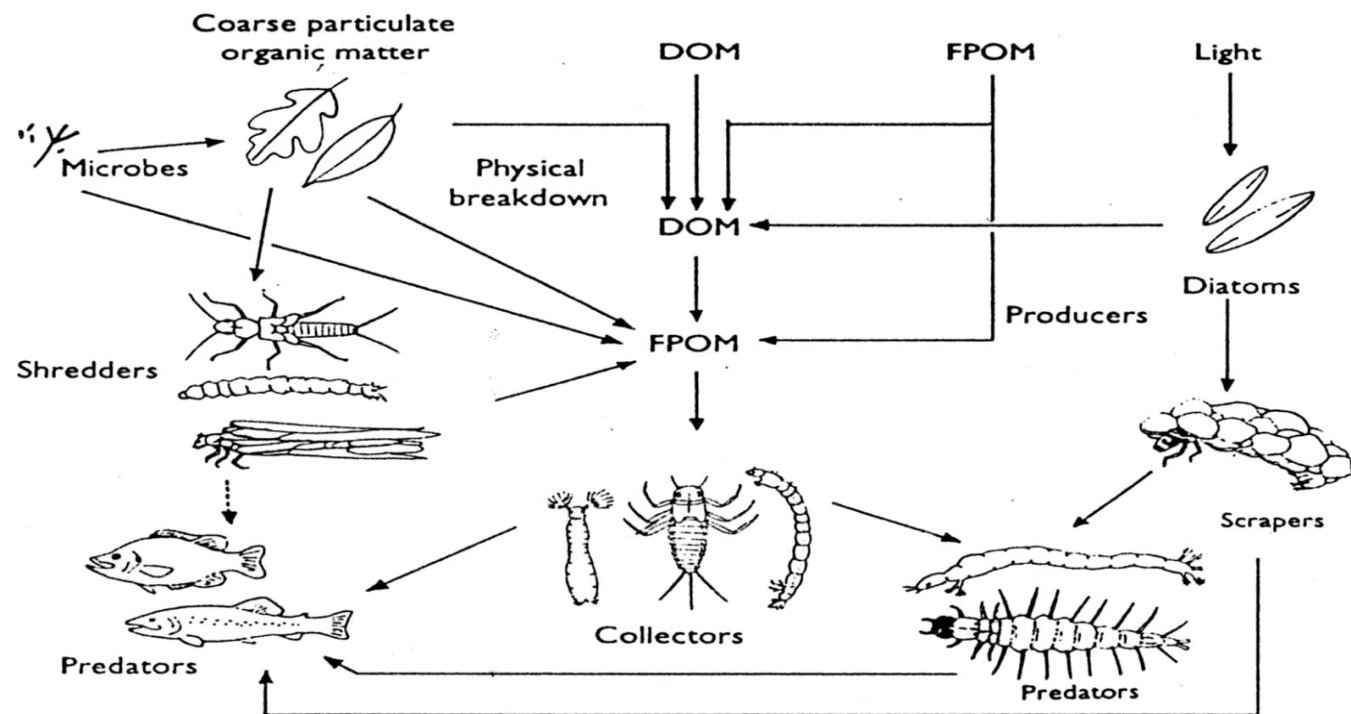
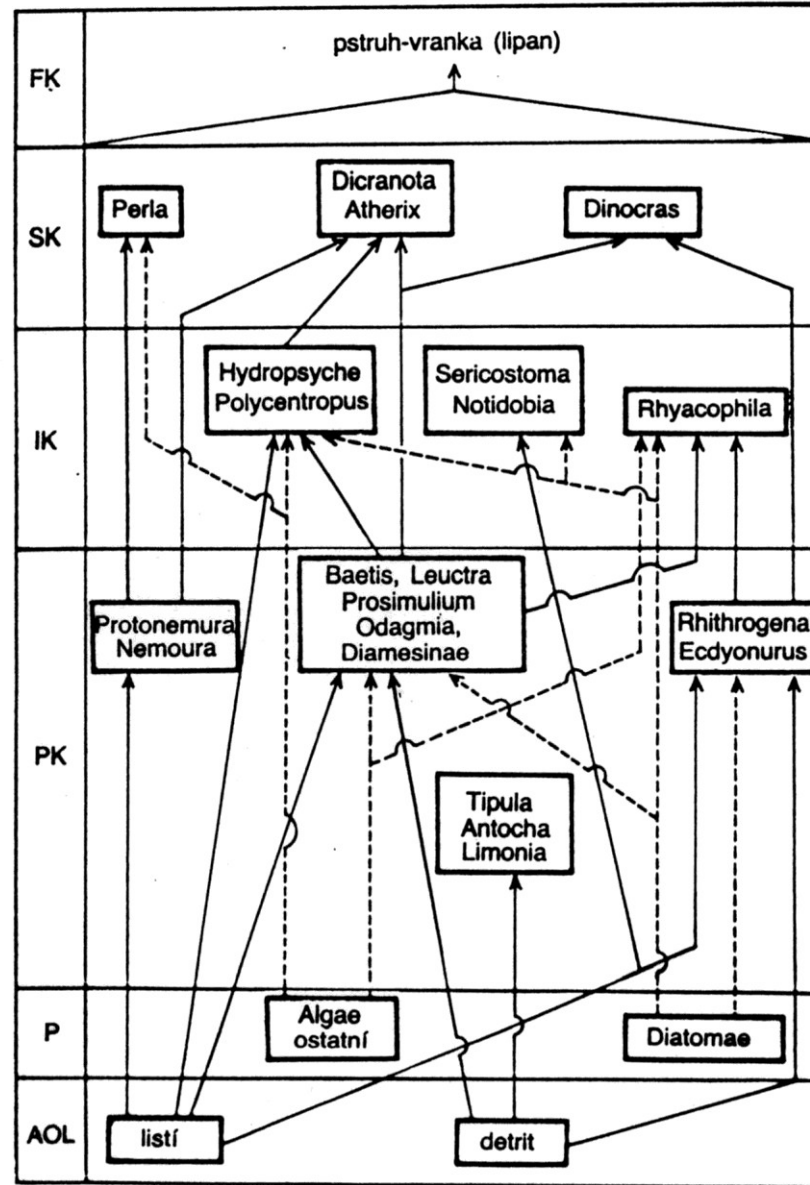


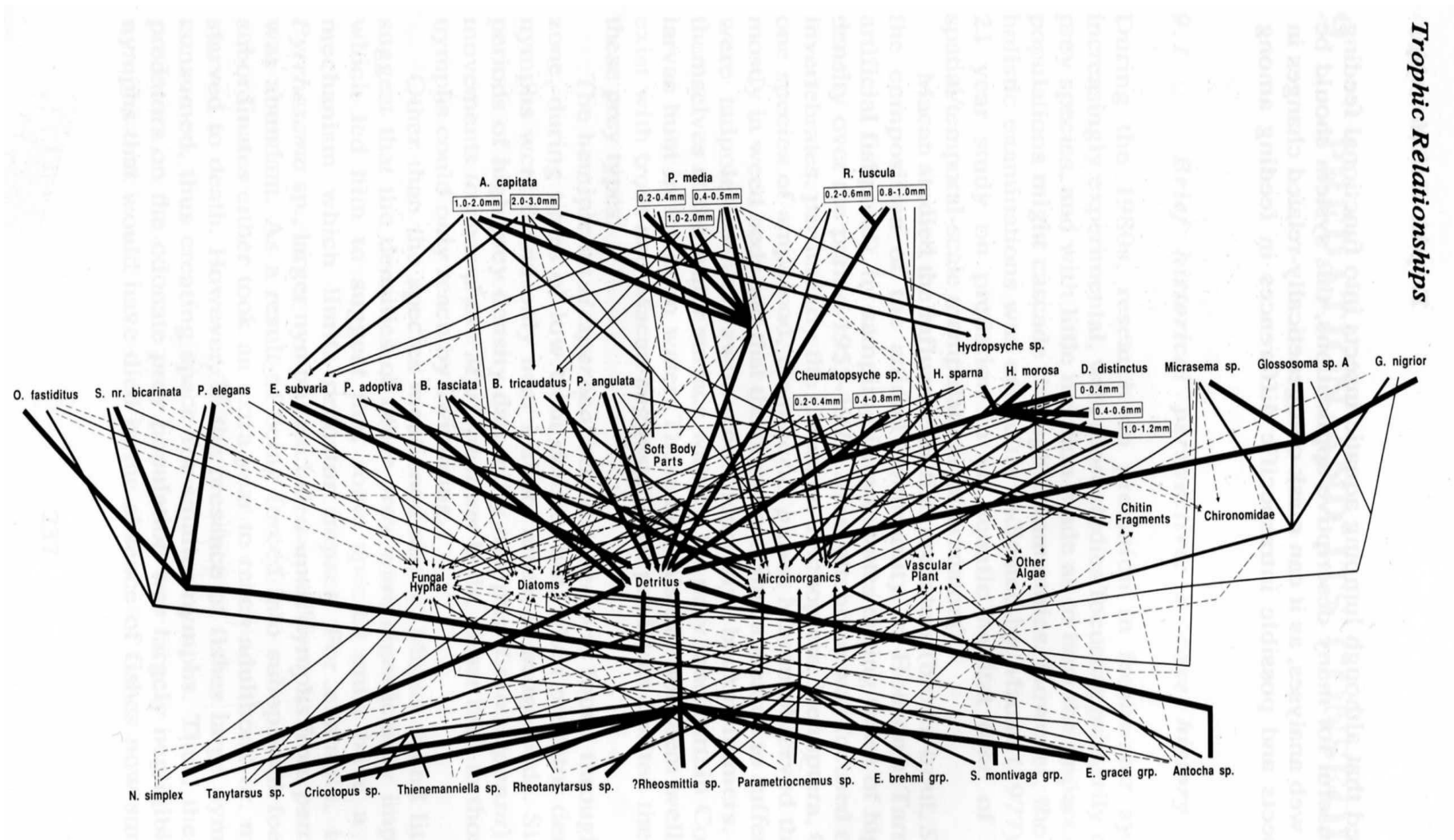
FIGURE 6.14 Lotic food webs. (a) A simplified view of a food web in a woodland stream. Energy inputs include fallen leaves, subsequently colonized by microbes; small autotrophs, primarily diatoms; and DOM and FPOM, originating from external sources and upstream. Feeding categories are based on divisions of Table 6.1: shredders include *Pteronarcys*, *Tipula* and *Pycnopsyche*; *Stenonema* is a deposit feeder, *Simulium* is a filter feeder and *Glossosoma* is a grazer. Examples of predators include *Nigronia* (Megaloptera) and two fish (*Cottus* and *Salmo*). (Modified from Cummins, 1973.) (b) Food web for a species-poor small stream in southern England. Primary consumers include: (e) *Psidium* sp., (f) Simuliidae, (g) *Niphargus aquilex*, (h) microcrustacea, (i) other microinvertebrates, (j) *Heterotrissocladius marcidus*, (k) *Micropsectra bidentata*, (l) *Prodiamesa olivacea*, (m) Oligochaeta, (n) *Leuctra nigra*, (o) *Nemurella picteti*, (p) *Brilla modesta*, (q) *Polypedilum albicornis*, (r) Tipulidae, (s) *Potamo-phylax cingulatus*. Predators include: (t) *Macropelopia goetghebueri*; (u) *Trissopelopia longimana*, (v) *Zavrelimyia barbatipes*, (w) *Plectrocinemia conspersa*, (x) *Sialis fuliginosa*. Note that the predator *Sialis* can be four energy transfers removed from the base of the food web. (Modified from Hildrew *et al.*, 1987.)

Reálný příklad – pstruhový potok

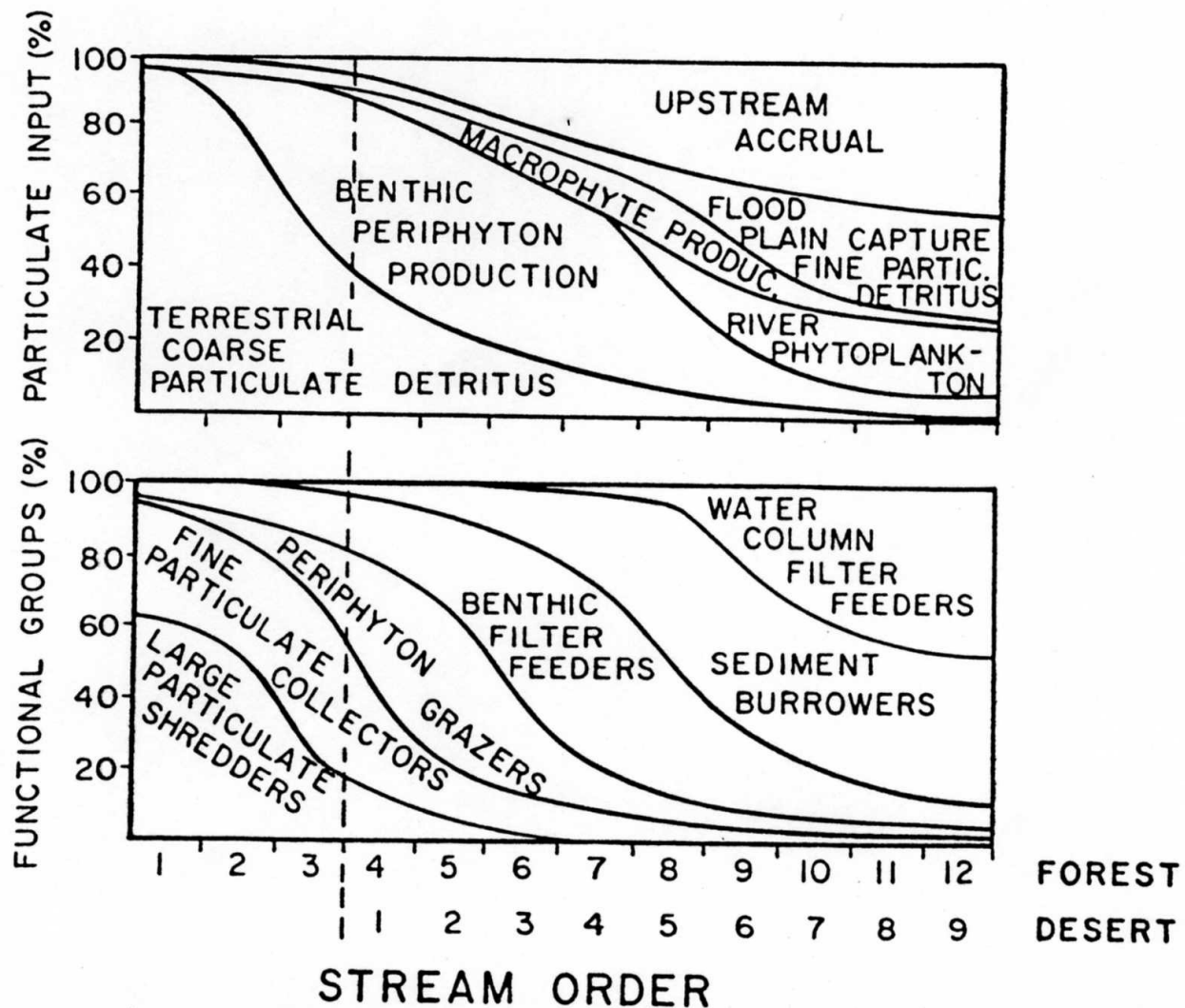


41. Schéma potravní sítě na příkladu beskydského pstruhového potoka: AOL allochtonní a autochtonní organické látky, P producenti, PK primární konzumenti, IK intermediární konzumenti, SK sekundární konzumenti, FK vodní finální konzumenti (Kubíček, 1979)

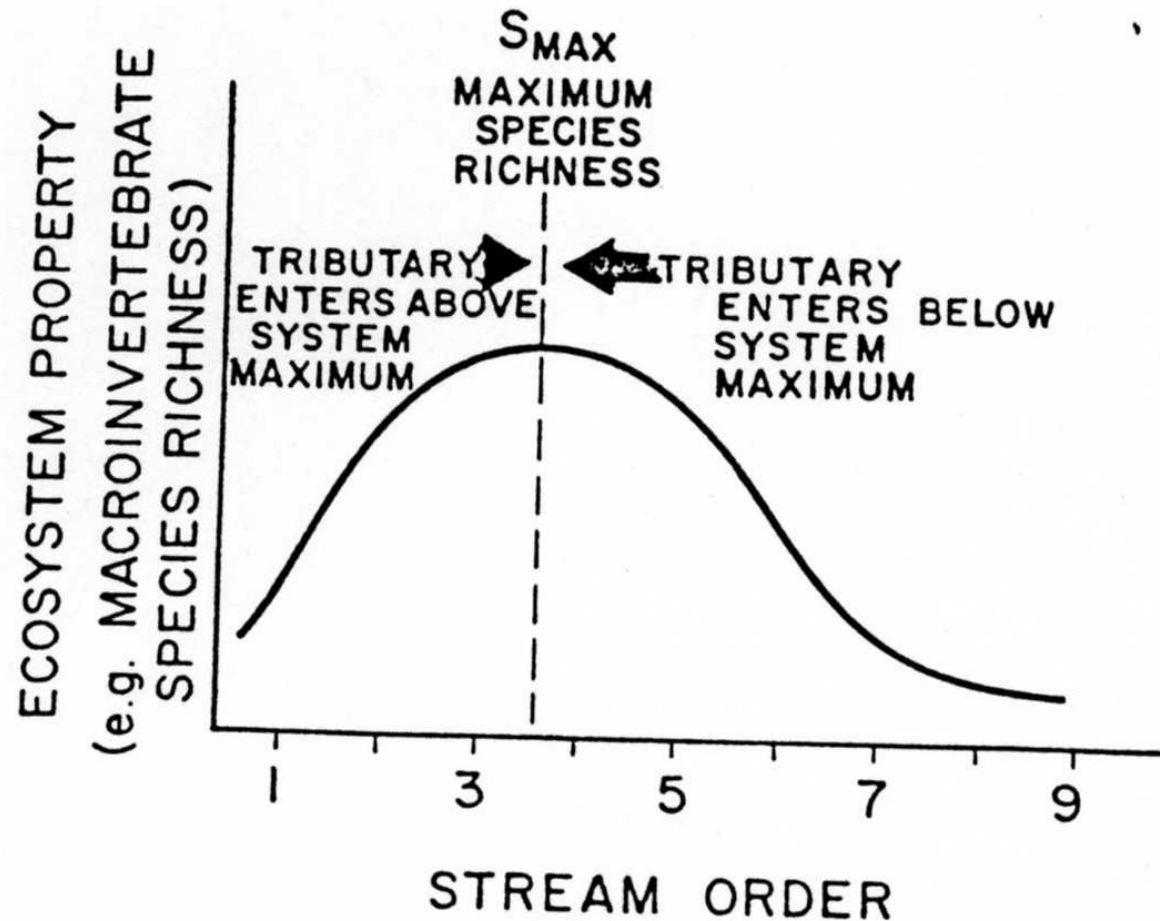
Potravní síť – Duffin Creek



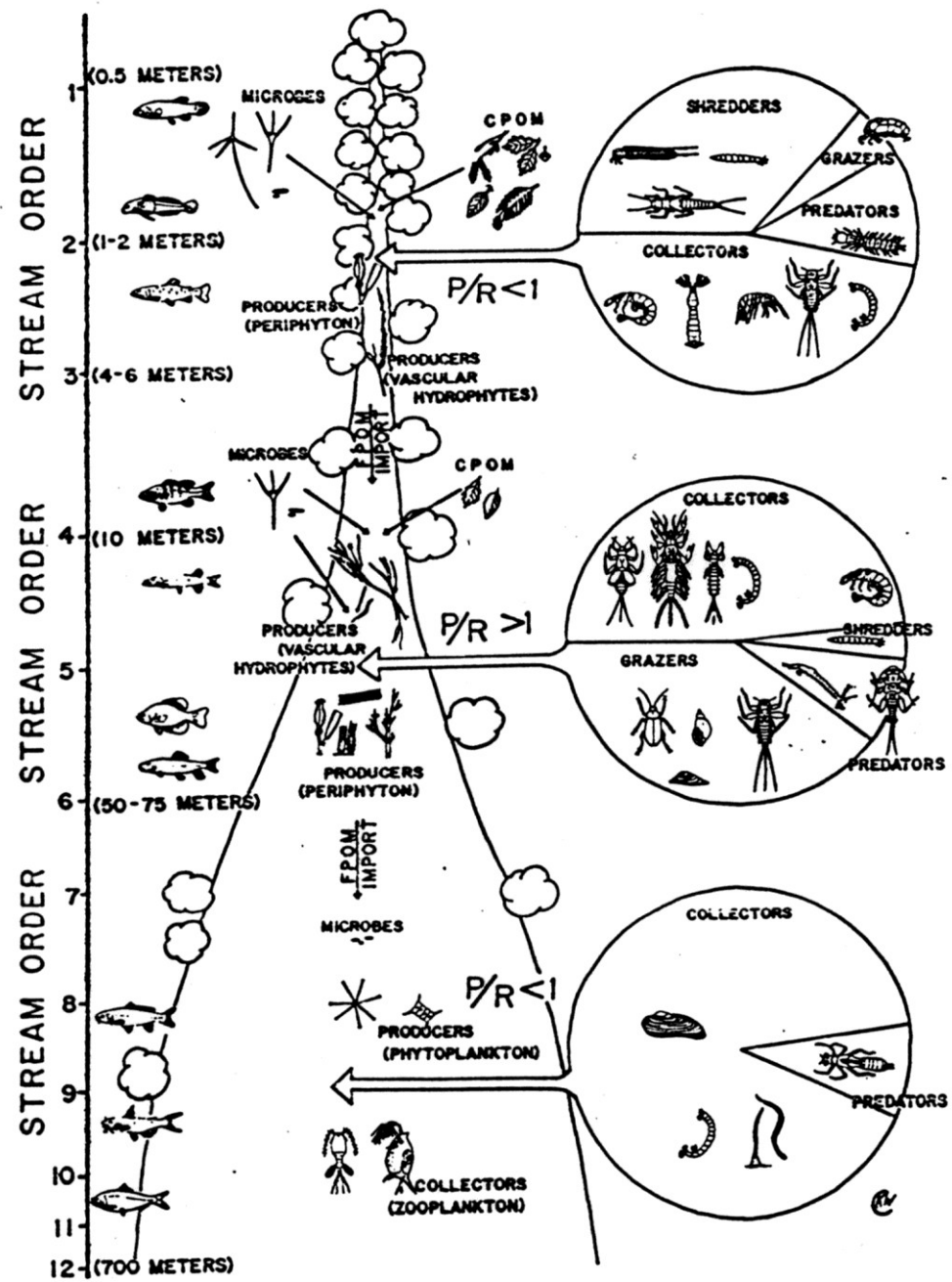
Podélný profil



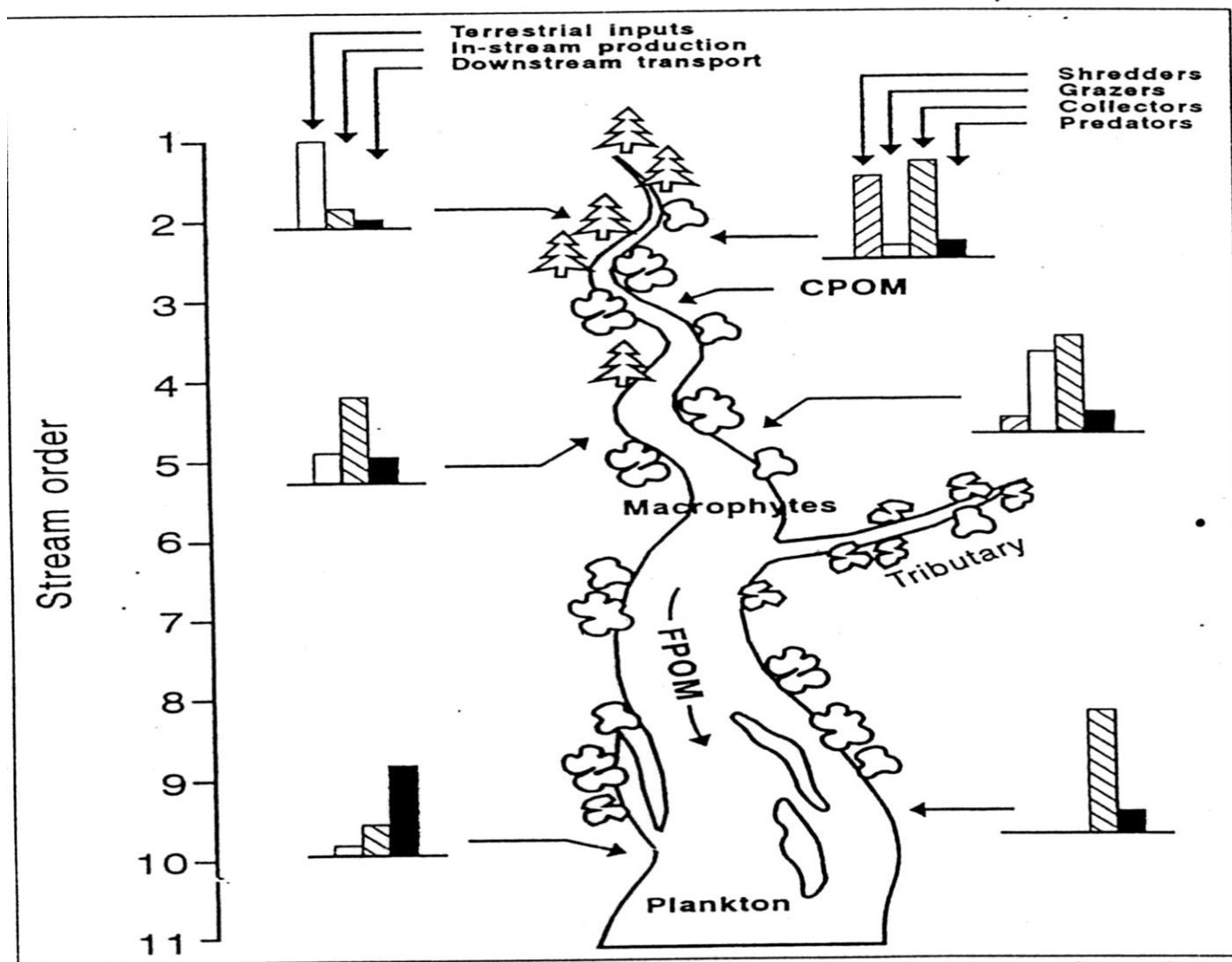
Podélný profil – vývoj druhové bohatosti, diverzity



Koncepce říční návaznosti

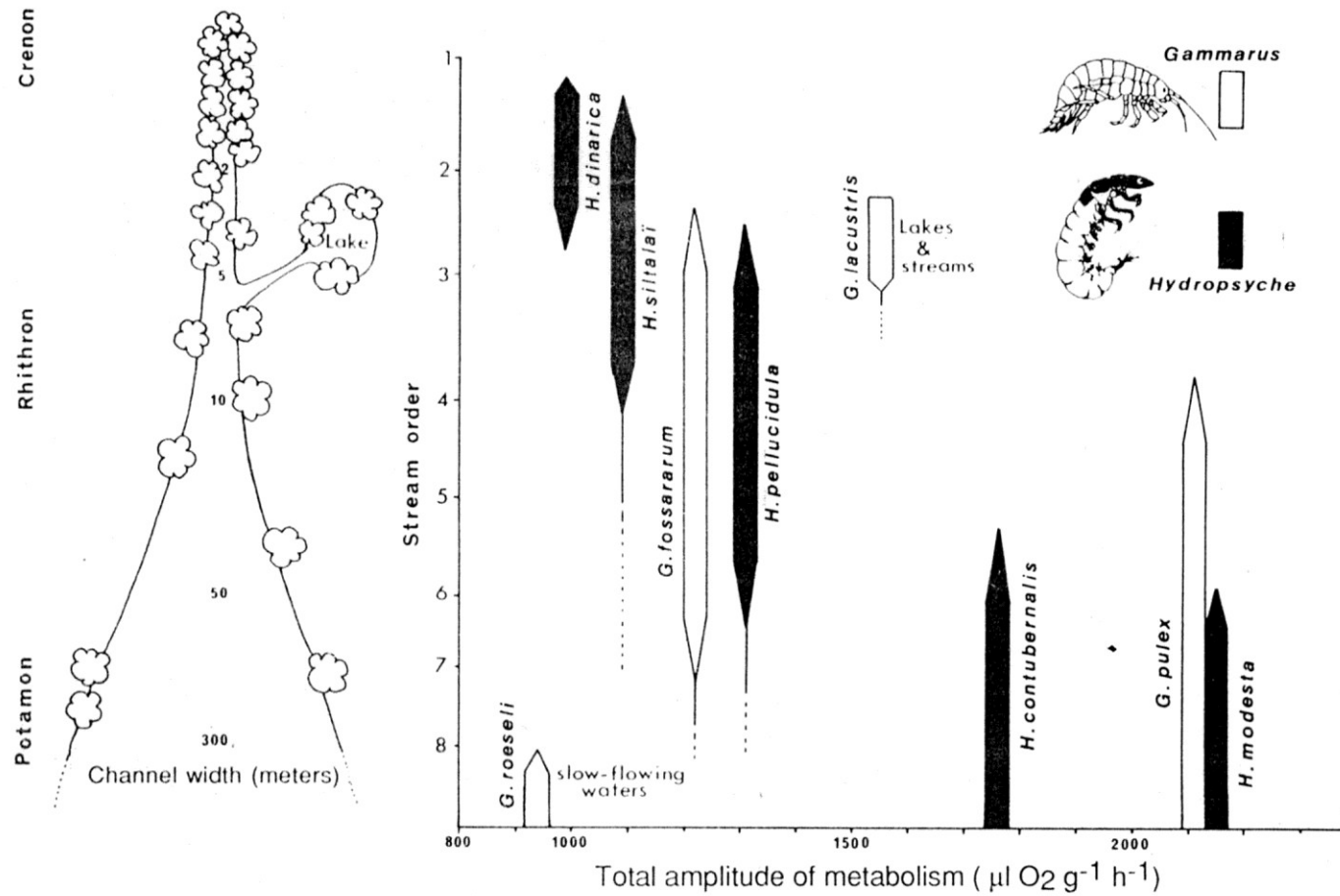


RCC – vstupy org. hmoty

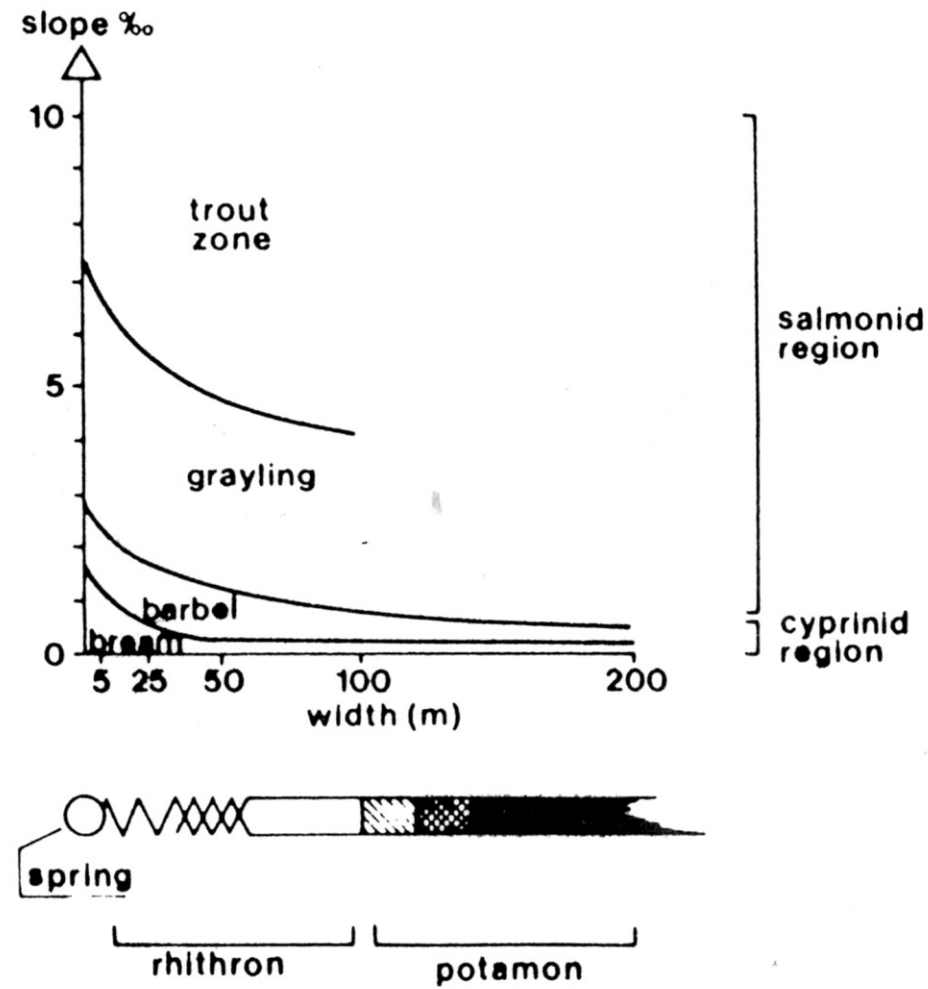


RCC – distribuce organismů

Schematic representation of the continuum
modified from Cummins (1975)



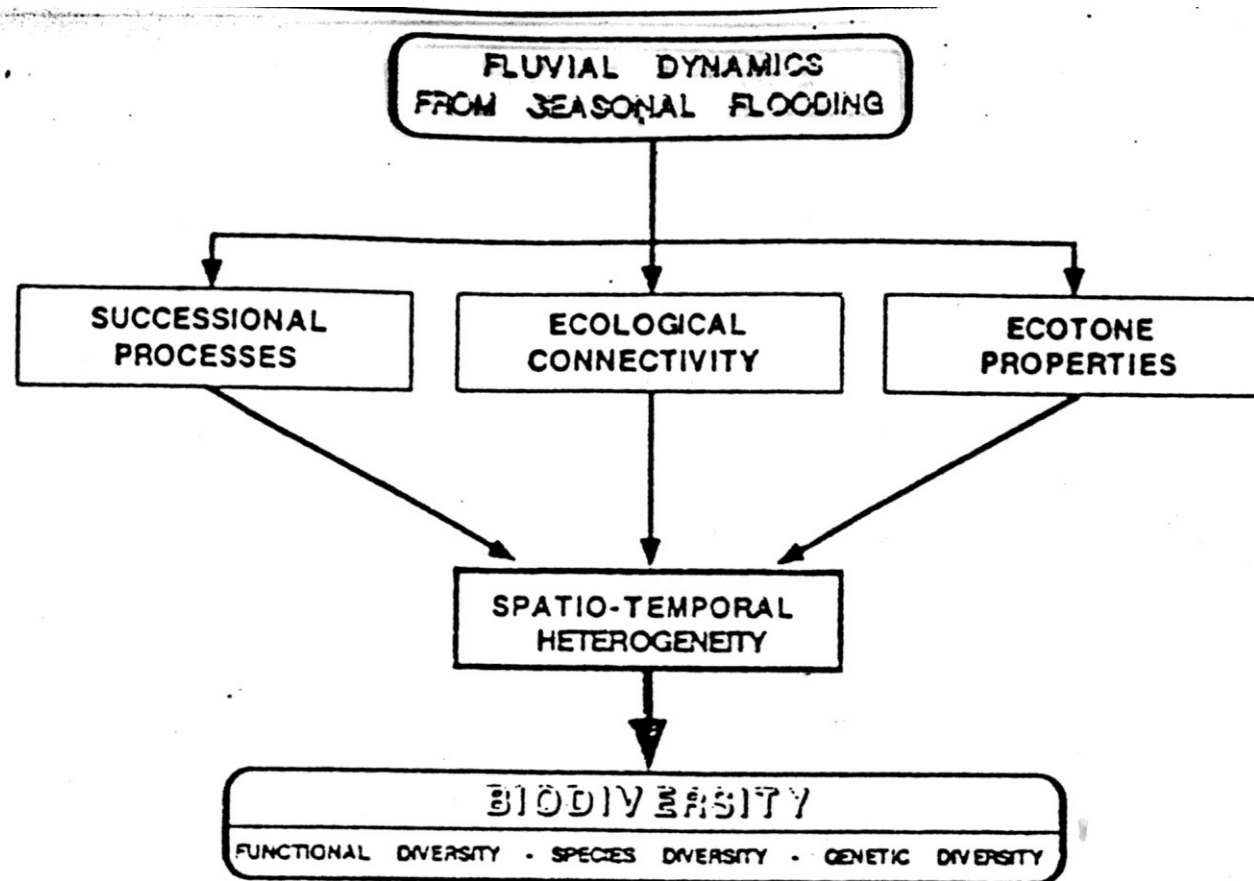
Rybí pásma a Illiesova klasifikace



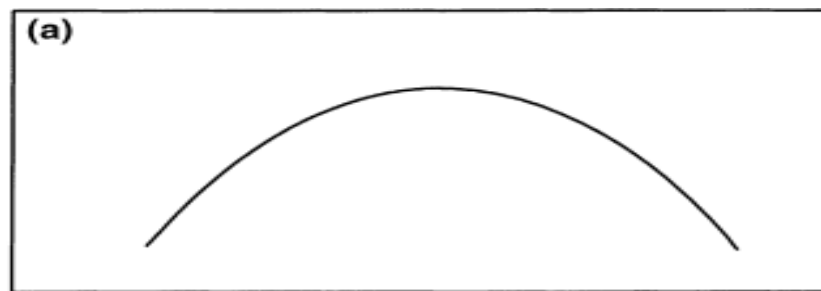
Rybí pásma a Illiesova klasifikace

	ILLIES a BOTOSANEANU 1963	FRIČ 1872 (doplněno)	Zóny jepic (ZELINKA 1953)	Fyziografické členění	Průměrný spád v promile	Maximální teploty vody ve °C
KRENON	Eukrenon	Pramen	-	Pramen	-	-
	Hypokrenon	Pramenná stružka	Ameletová	Stružka	nad 3 (ale i méně)	do 14
RHITHRON	Epirhithron	Pstruhový potok	Rhithrogenová	Bystřina	nad 3 (blíže k pra- meni i méně)	do 16
	Metarhithron	Pstruhová říčka	Ecdyonurová	Potok	do 3	do 18 (20)
	Hyporhitron	Lípanové pásmo	Ecdyonurová	Říčka	1,5 - 3,0	do 20 (22)
POTAMON	Epipotamon	Parmové pásmo	Oligoneuriello- vá	Řeka	0,8 - 1,5	do 25 (27)
	Metapotamon	Cejnové pásmo	Ephoronová	Veletok	do 0,8	až 28
	Hypopotamon	Pásmo vody brakické	-	-	-	-

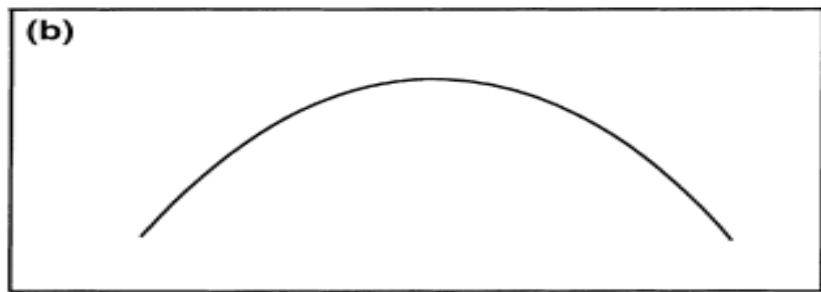
Biodiverzita tekoucích vod



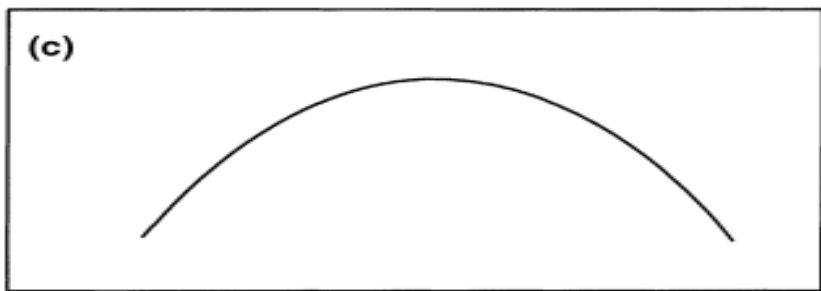
Species diversity



Disturbance →



Ecotone density →
← Patch size



Connectivity →

Biodiversita

