

Vodní organismy, ekosystémy, potravní sítě

Úvod do hydrobiologie
B. Maršálek pro RECETOX
Duben 2023

Limnologie.... Co to je?

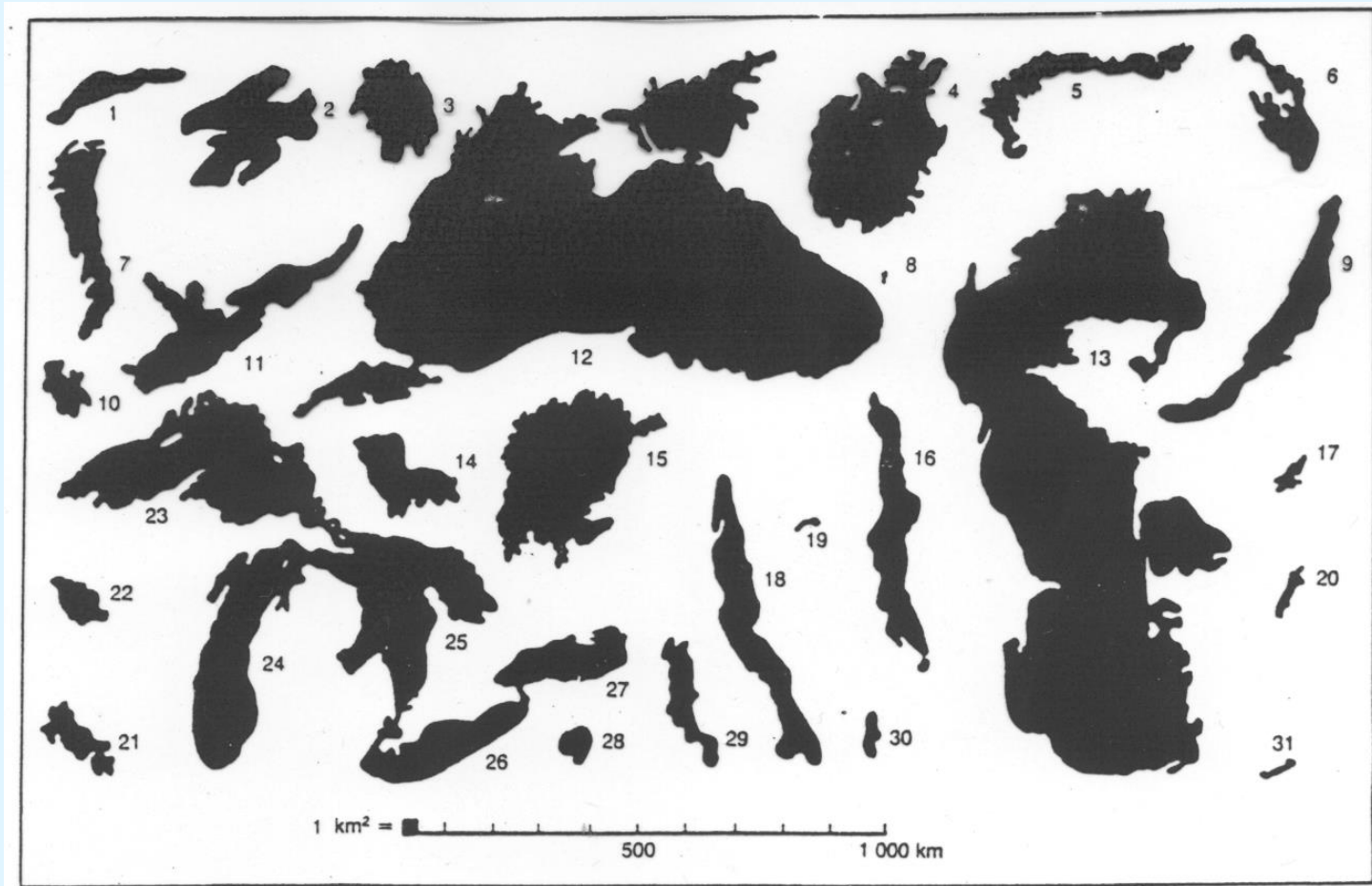
- **Limnologie** (slovo pochází z řeckého Λίμνη [limne]) je **věda o kontinentálních vodních útvarech s pomalou výměnou vody.**
- **Učí o vztazích ve vodních ekosystémech**
- **Popisuje hydrobiologické, hydrochemické a hydrologické souvislosti ve vodních nádržích a tocích**

Limnologie= hydrobiologie, hydrochemie, hydrologie:

- Povrchových vod
 - Stojaté (lenitické)
 - Přírodní jezera, přírodní a nově tvořené tůně
 - Přehradny (vodárenské, rekreační, technologické)
 - Rybníky, MVN, mokřady
 - Tekoucí (lotické)
 - Prameniště, potoky, řeky
- Podpovrchové a podzemní vody

Tabulka 1**Rozložení vody v biosféře (podle různých autorů sestavil Wetzel, 1983)**

	Objem v tis. km ³	%	Doba obnovení
oceány	1 370 000	97,61	37 000 roků
polární led a ledovce	29 000	2,08	16 000 roků
podzemní voda (volně pohyblivá)	4 000	0,29	300 roků
sladkovodní jezera a jiné nádrže	125	0,009	1-100 roků
slaná jezera	104	0,008	10-1000 roků
půdní vlhkost	67	0,005	280 dnů
řeky	1,2	0,000 09	12-20 dnů
atmosférická vlhkost	14	0,000 9	9 dnů



Rozloha některých velkých kontinentálních vodních nádrží (vše ve stejném měřítku): 1 jezero

, 2 Velké Medvědí. 3 Ladoga, 4 Aralské. 5 Balkaš, 6 Oněga, 7 Winnipeg, 8 Neusiedlerské, 9 Bajkal, 10 Velké Solné. 11 Velké Otročí, 12 Černé moře, 13 Kaspické moře, 14 jezero Čad, 15 Viktoriino, 16 Njasa, 17 Innaren. 18 Tanganjika, 19 Ženevské, 20 Vättern, 21 Titicaca, 22 Nicaragua, 23 Hořejší. 24 Michigan, 25 Huron. 26 Erie. 27 Ontario, 28 Tana, 29 Rudolfovo. 30 Mrtvé

31 B. J. 1

Lentické ekosystémy

- **Jezera**
- - ledovcová (šumavská jezera)
- - krasová (Macocha, Hranická propast)
- - sesuvová (Mladotické jezero)
- - rašelinná (Jizerské hory, Šumava)
- Říční (Květné , Křivé – Dyje)
- Rekultivační Milada, Medard...
- Lomová – Kamencové, Bílina
- **Rybníky a přehradní nádrže** - rozmach 16., 17. stol. 52. tis. ha
- funkce: regulace průtoku, zavlažování, odběr pitné vody
- výroba elektřiny, rybolov, rekreace
- vltavská kaskáda, Vranov, Třeboňská a Českobudějovická pánev
- **Tůně a mokřady**

Krasové systémy

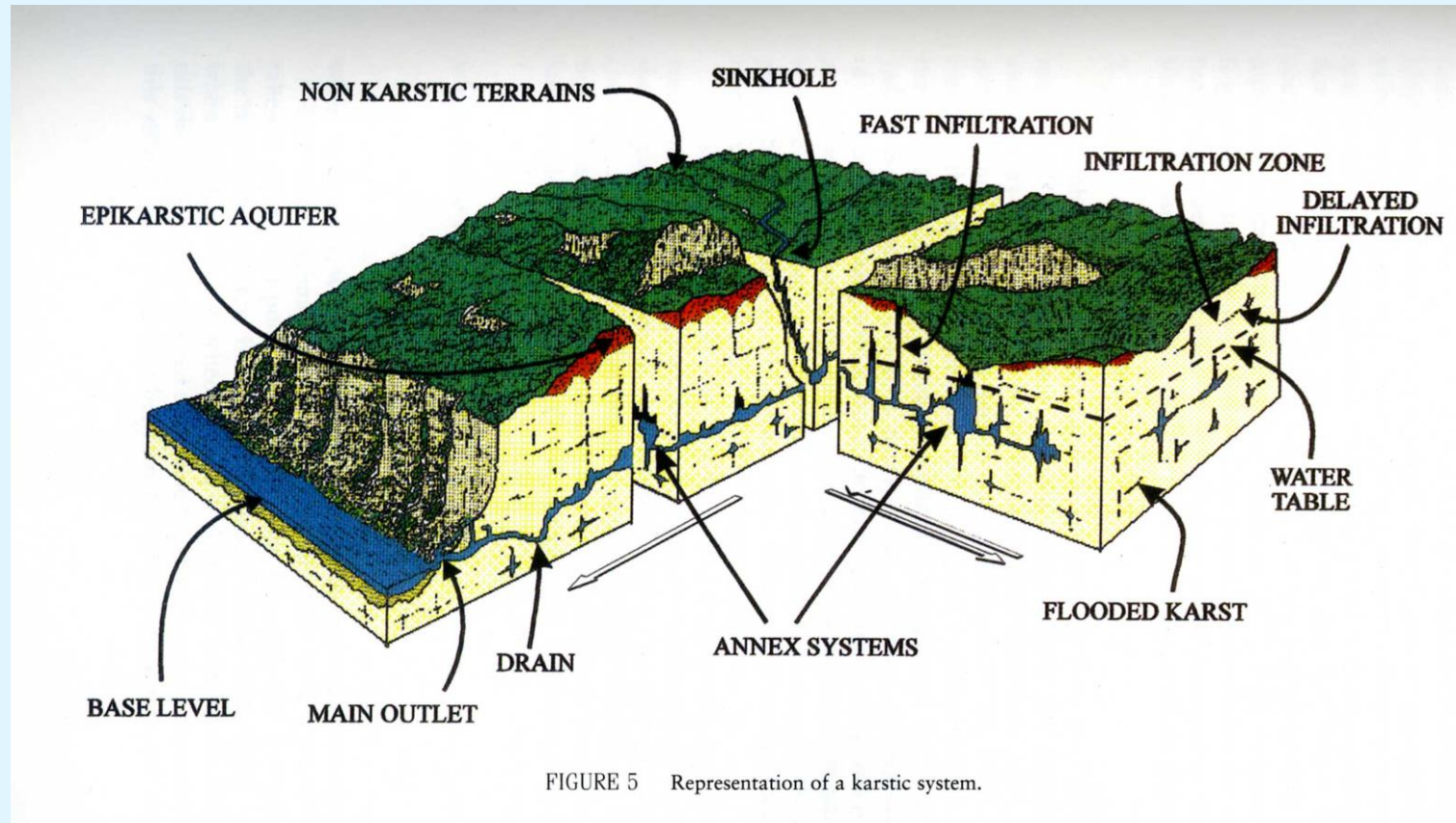


FIGURE 5 Representation of a karstic system.

Nádrže-tůň-mokřady

Malá vodní nádrž (MVN) – souhrnný pojem ve smyslu ČSN malé vodní nádrže. Existují MVN různých určení – k chovu ryb, ekologické a krajinotvorné, retenční, akumulární, závlahové, rekreační, dočišťovací.

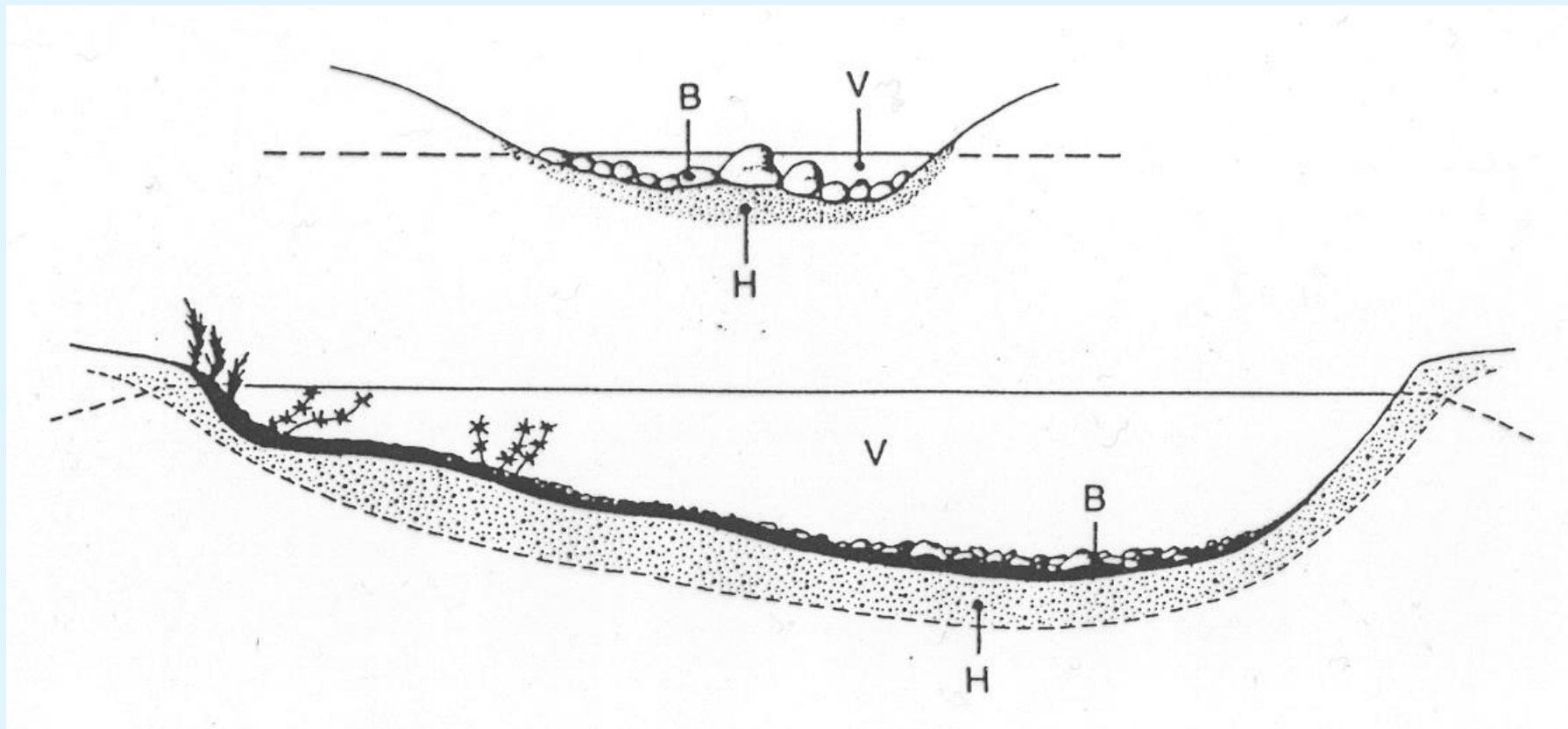
- **Tůň** – vodní plocha, vytvořená hloubením, obvykle bez hráze, bezpečnostního přelivu a spodní výpusti.

- **Mokřad** – obvykle členitější kompozice vodních ploch, zamokřených a suchých, umožňující rozvoj mokřadních společenstev

<http://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/male-vodni-nadrze/>

Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny (POPFK) je národní dotační program MŽP

Schéma říčního profilu horního a dolního úseku toku se základními biotopy:



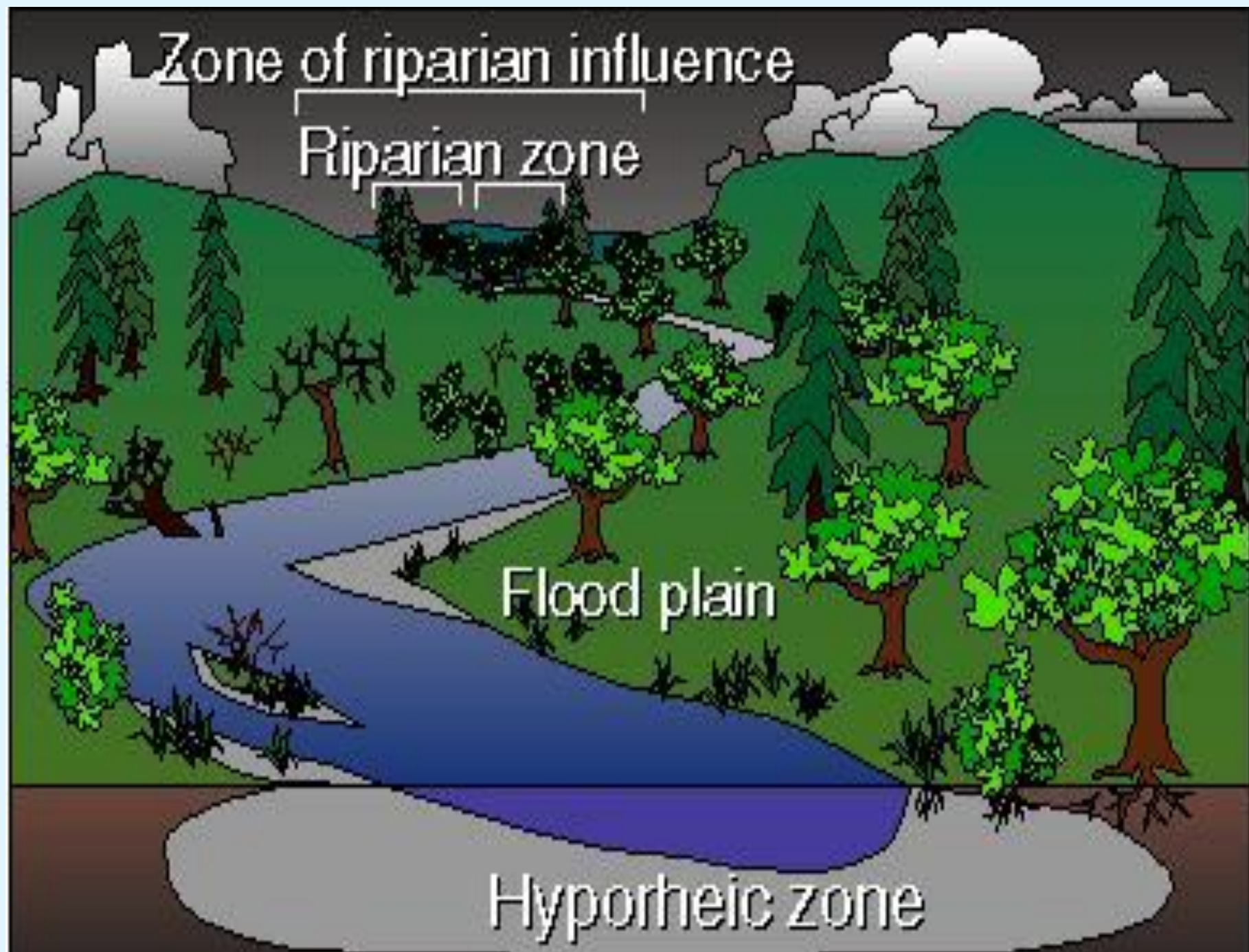
V volná voda, *B* bentál, *H* hyporheál (Kubíček, orig.)

Zone of riparian influence

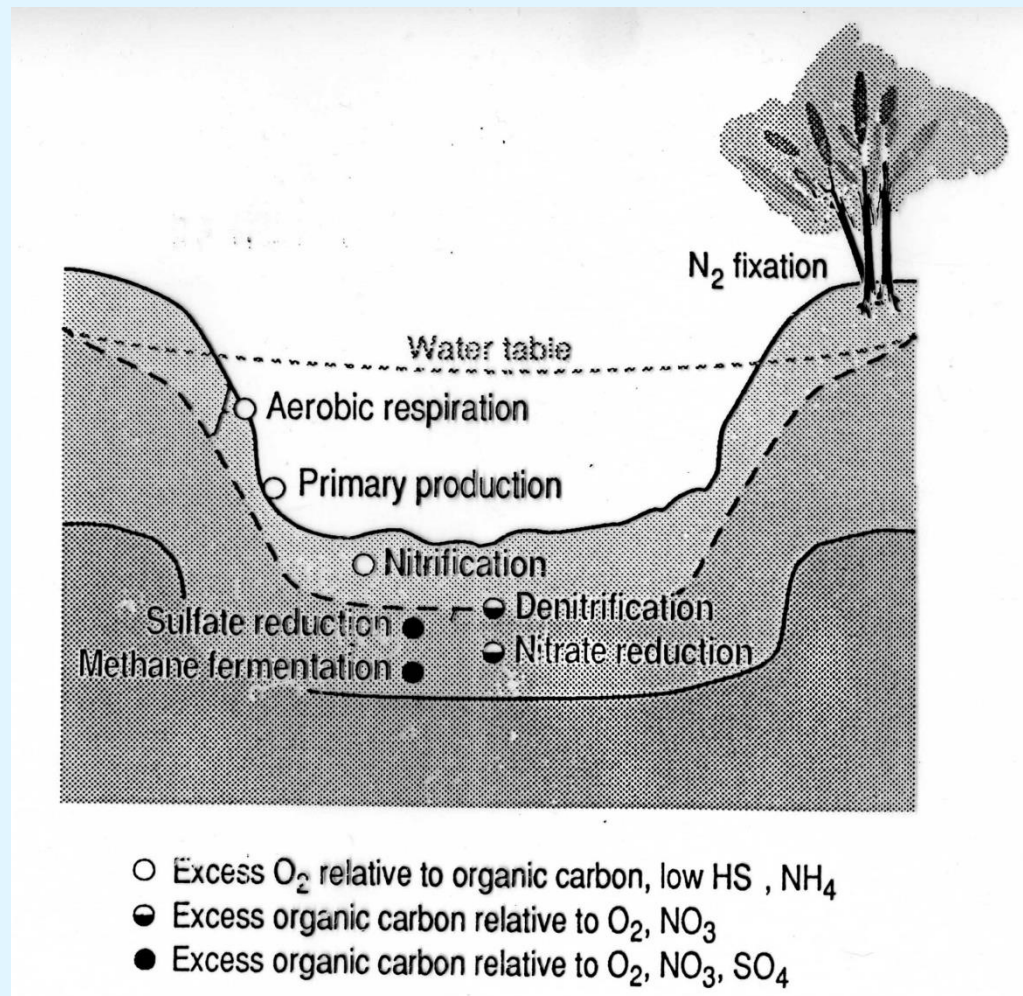
Riparian zone

Flood plain

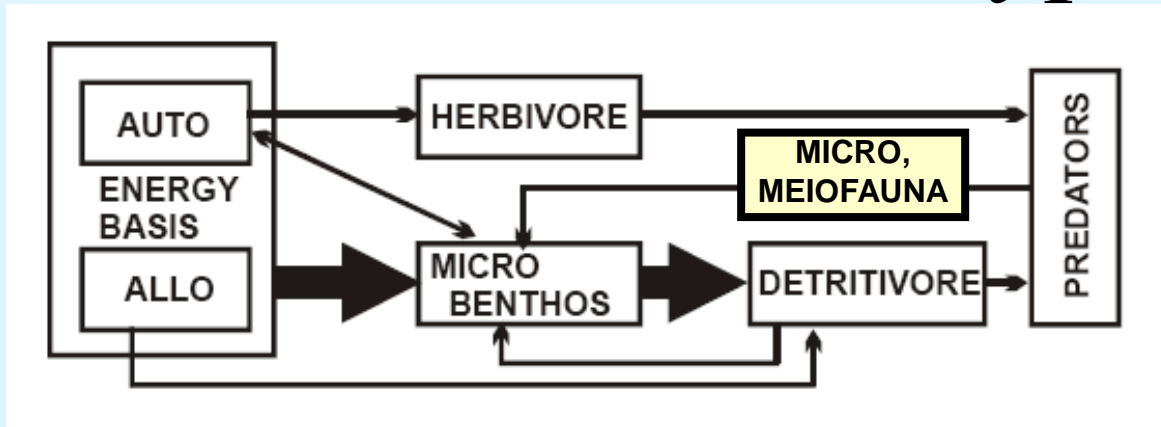
Hyporheic zone



Klíčové procesy v hyporeálu



Potravní síť hyporeálu



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

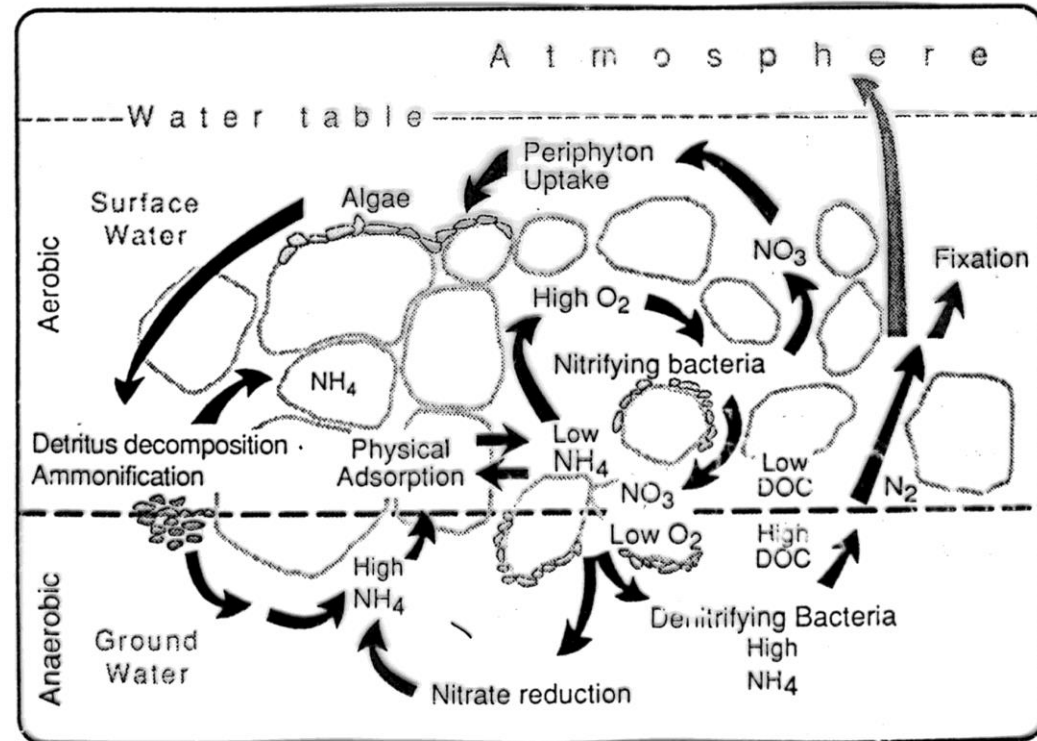
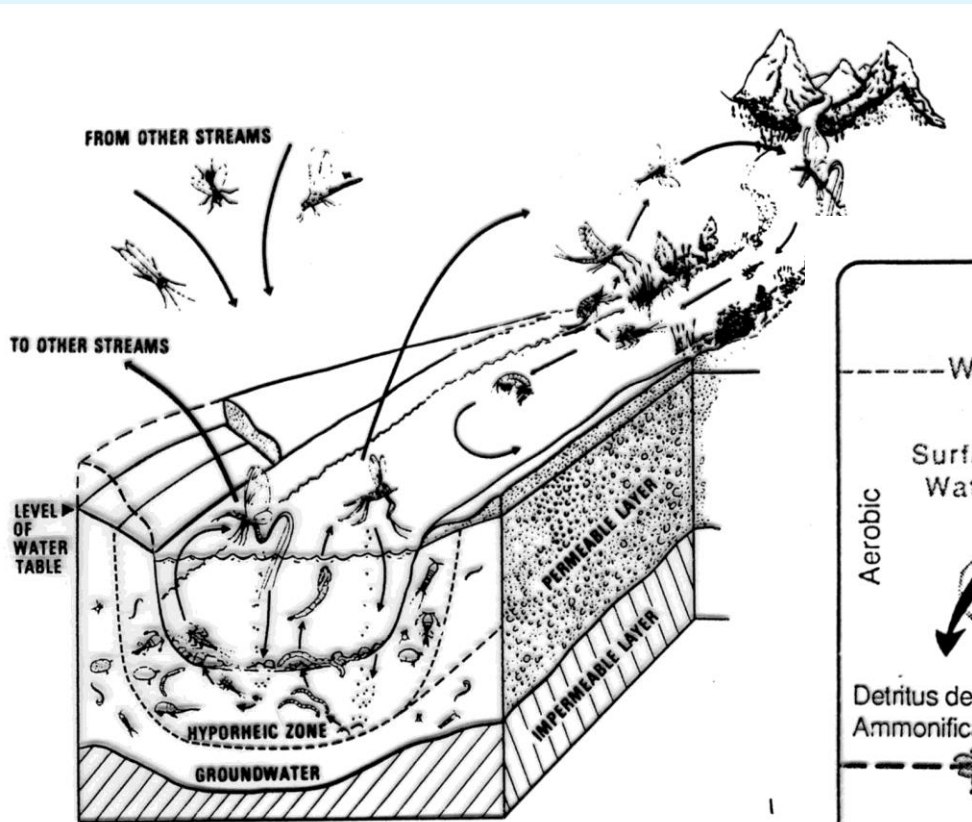
Allochtonní org. materiál (POM, CPOM, FPOM, DOM)

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

Ekosystémové funkce hyporeálu

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

Hyporeál jako lůhniště larev a dějiště přeměn dusíku ve VE



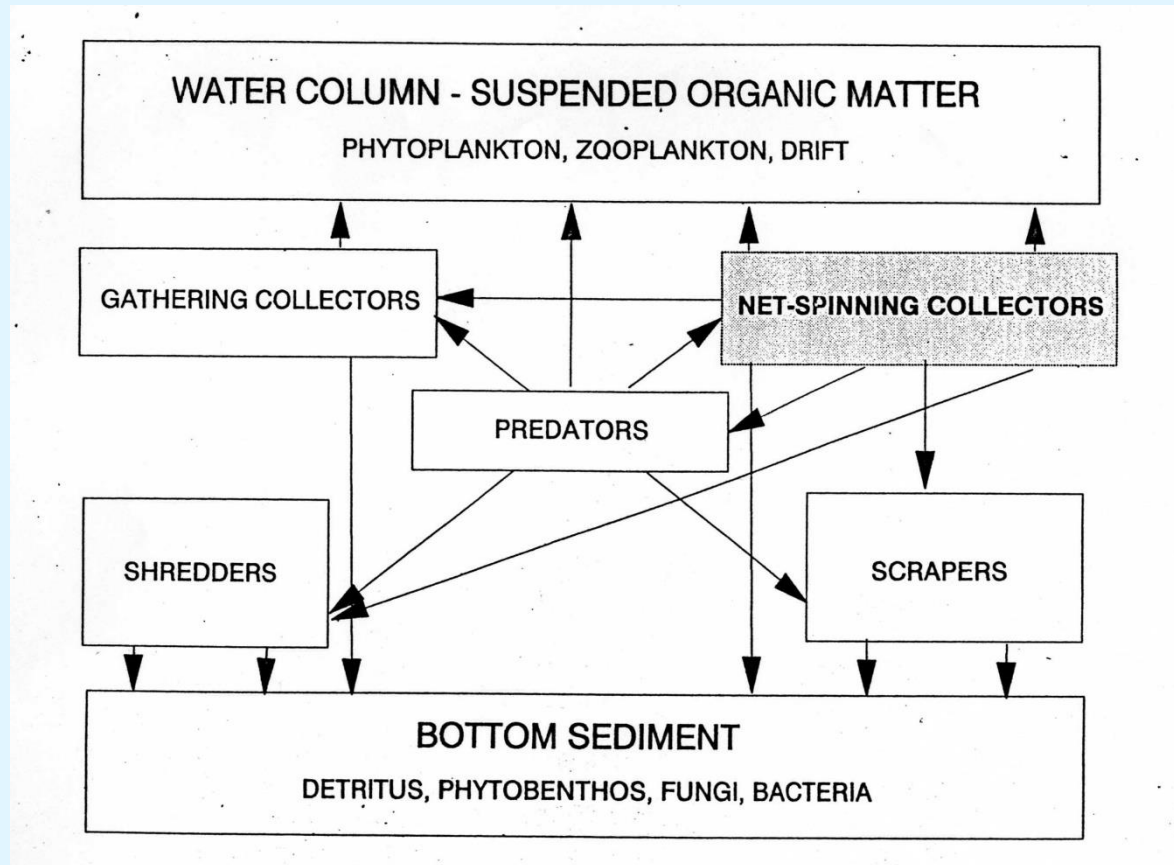
Drift - sukcesní a stabilizační mechanismus toků

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

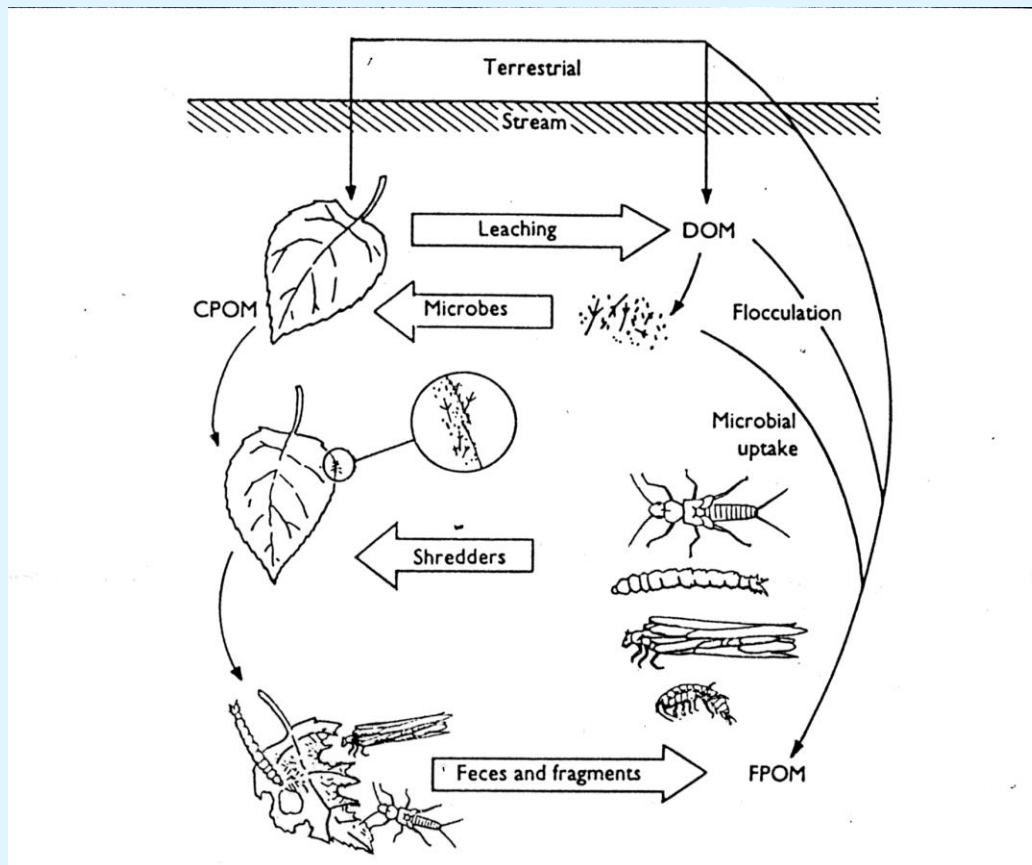
Hlavní produkční složka toků je bentos!!!

- 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)

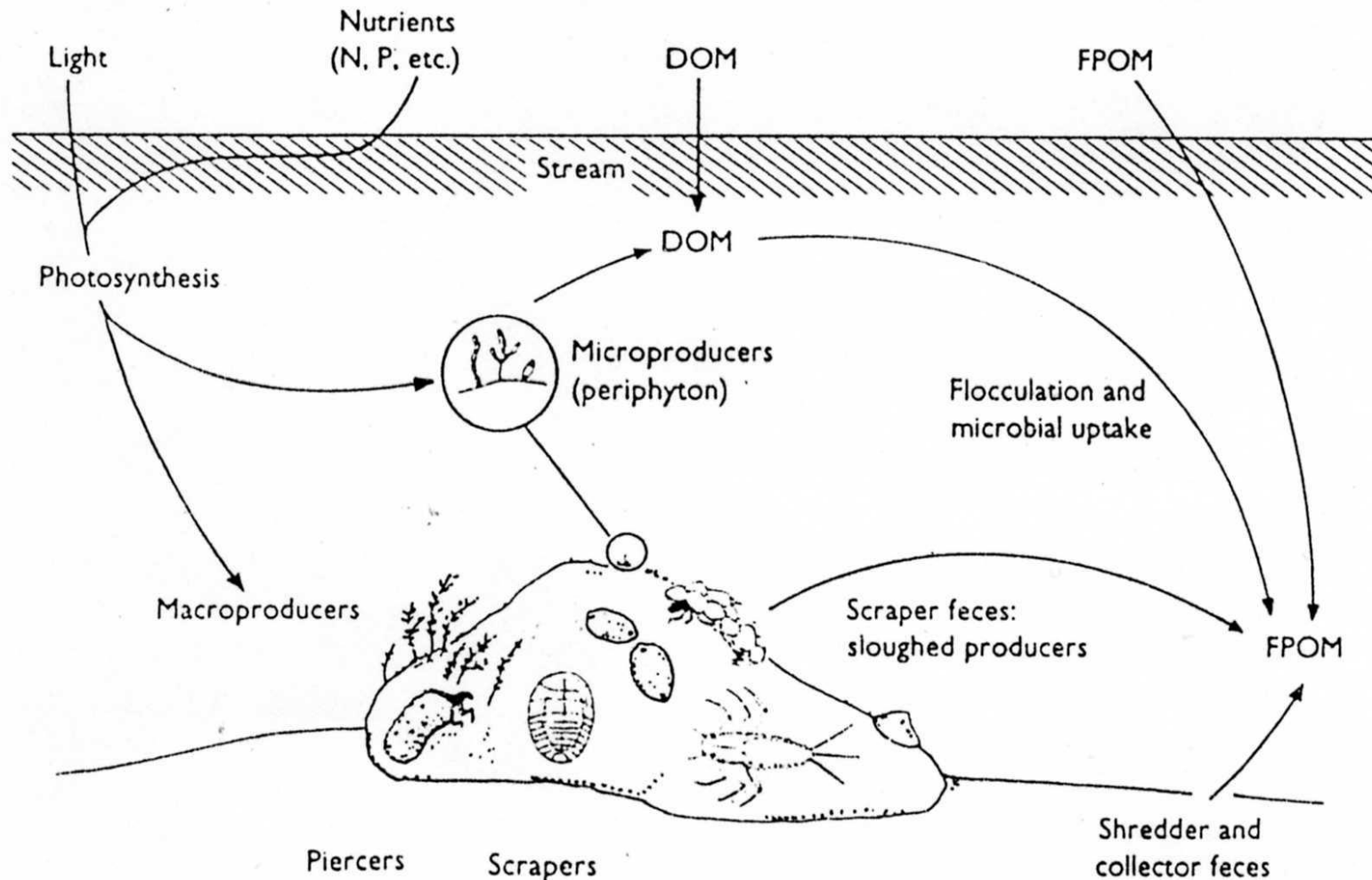
Zoobentos má různé potravní specializace



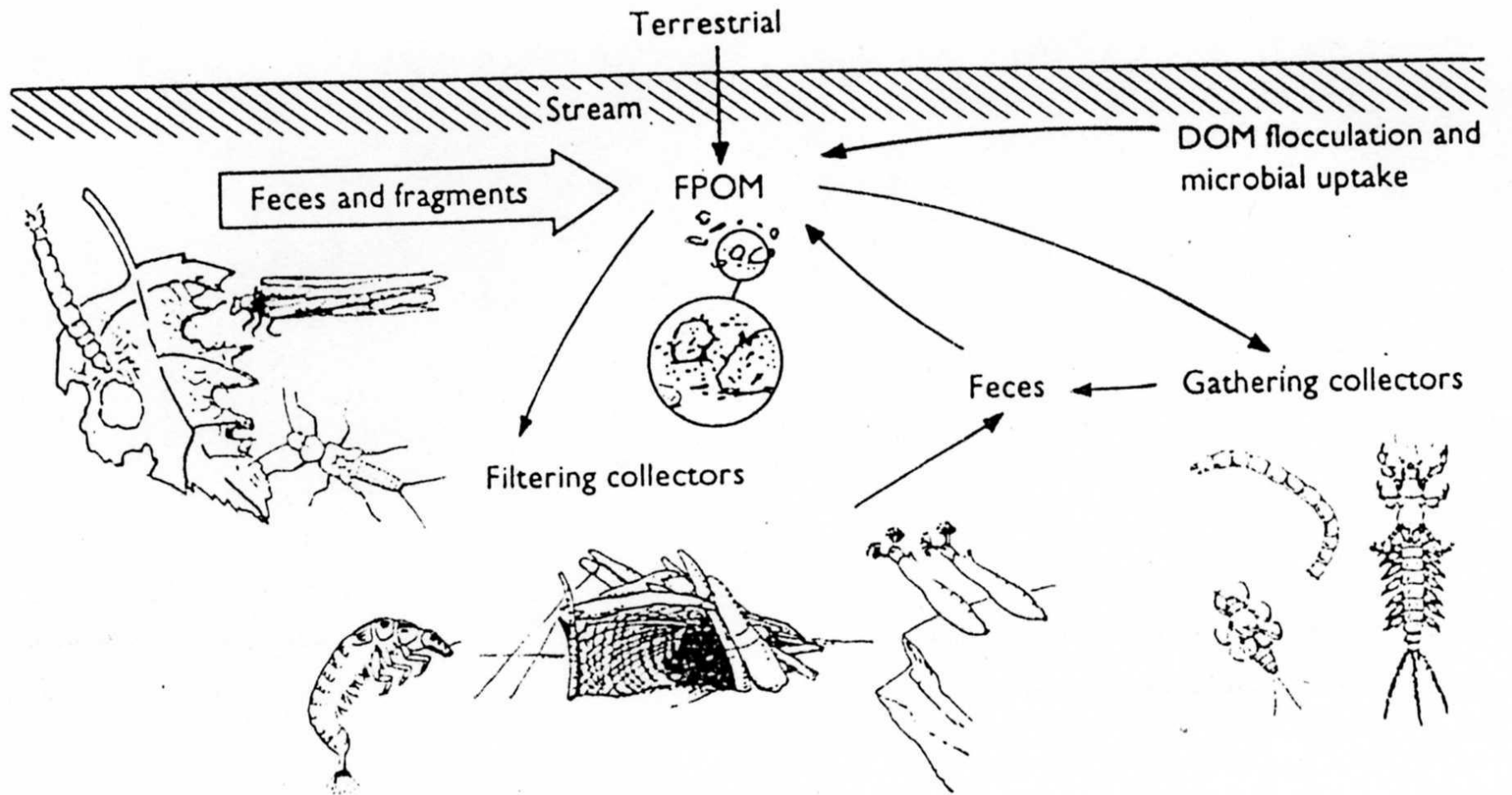
Kouskovači - drtiči



Seškrabávači - spásači



Filtrující sběrači



Potravní síť tekoucích vod

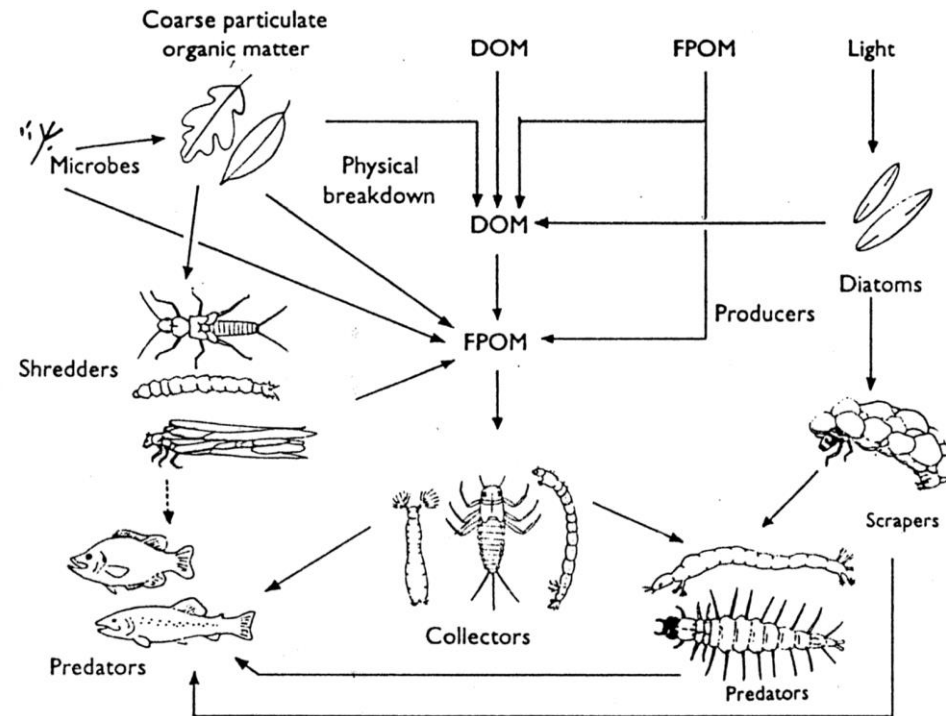
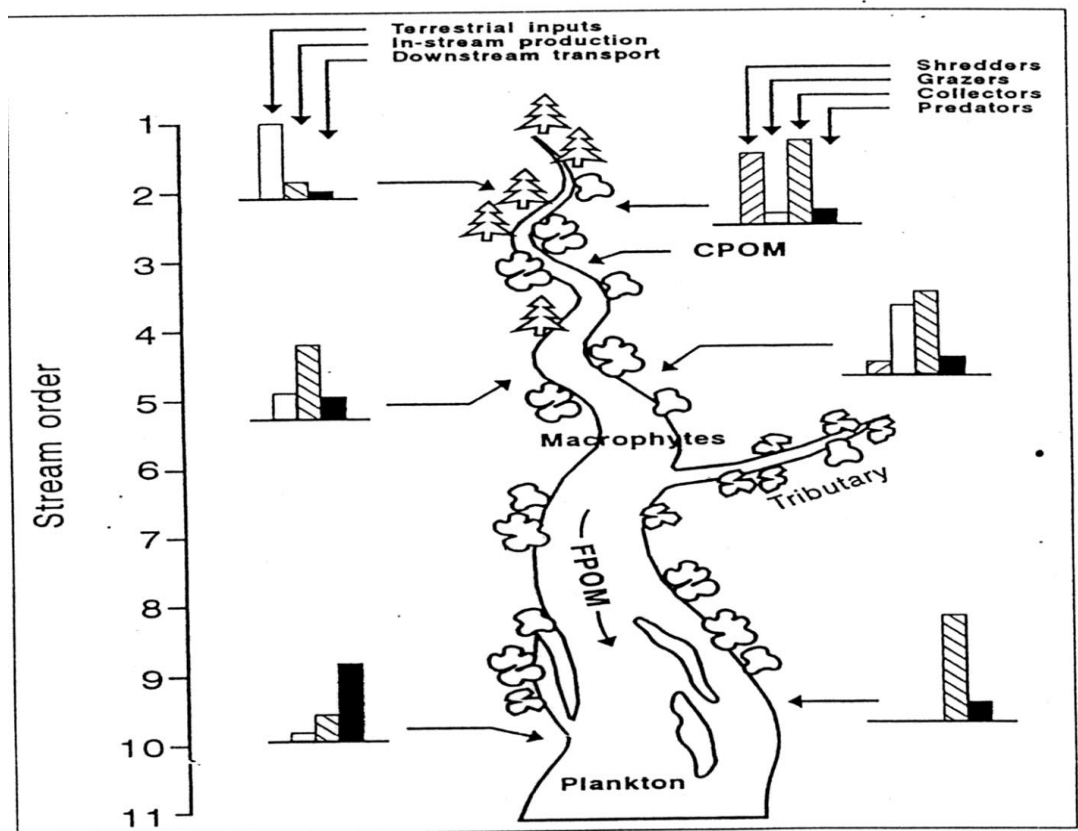
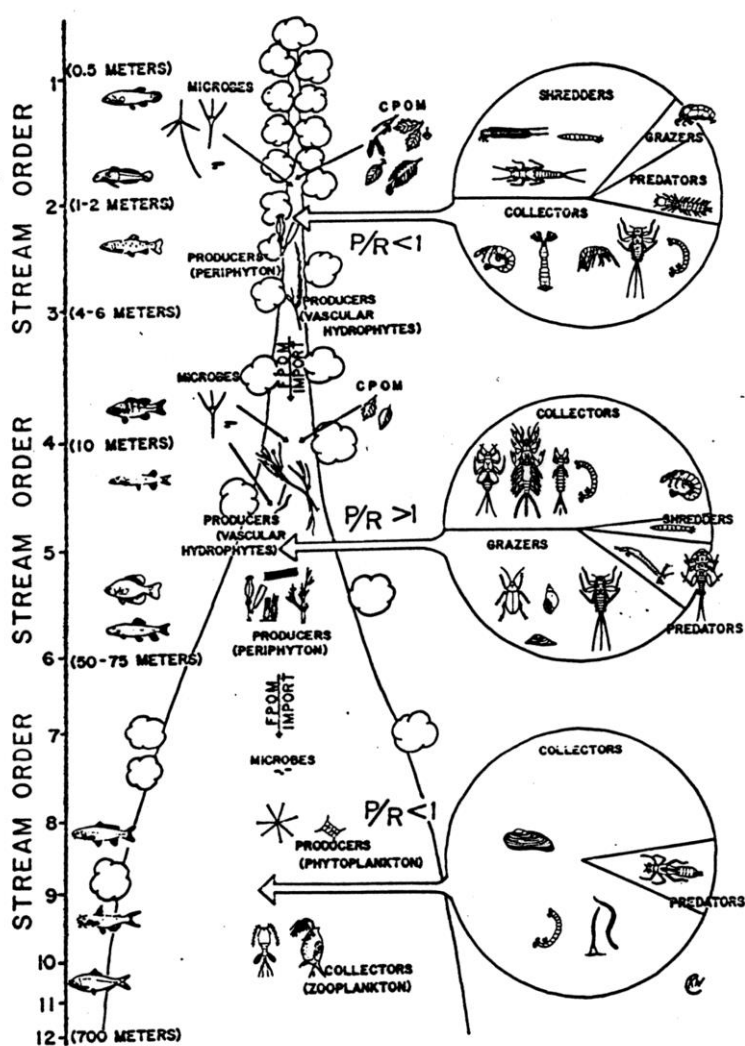


FIGURE 6.14 Lotic food webs. (a) A simplified view of a food web in a woodland stream. Energy inputs include fallen leaves, subsequently colonized by microbes; small autotrophs, primarily diatoms; and DOM and FPOM, originating from external sources and upstream. Feeding categories are based on divisions 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) *Potamophylax cingulatus*. Predators include: (t) *Macropelopia goetghebueri*; (u) *Trissopelopia longimana*, (v) *Zaurelimyia 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.)

Koncepce říčního kontinua



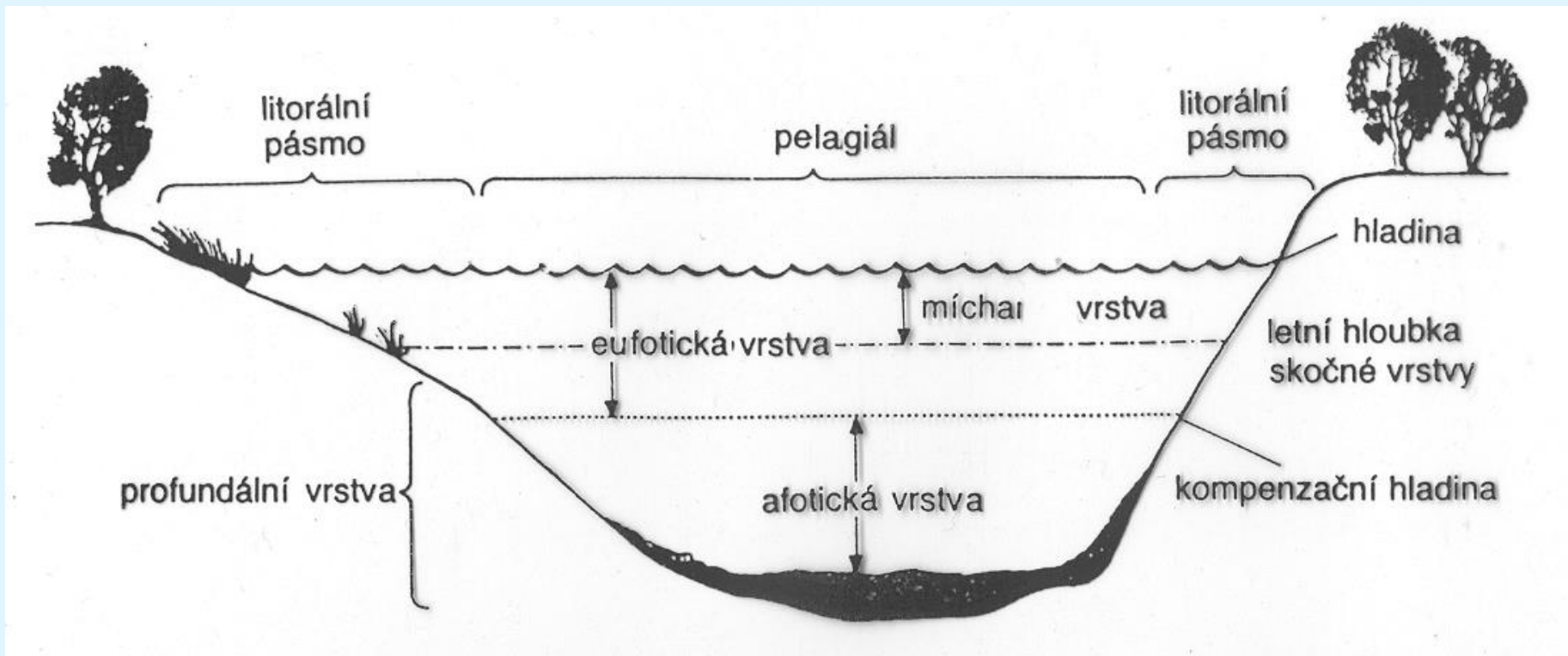
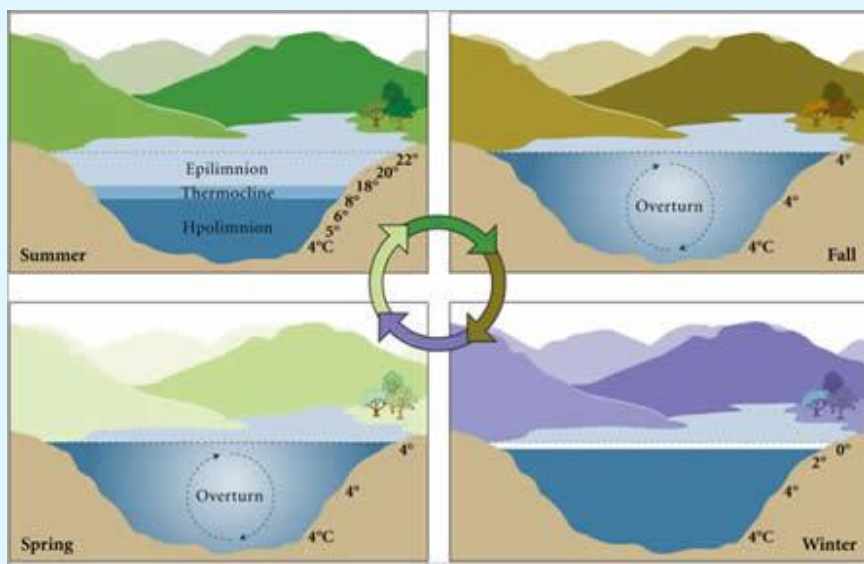
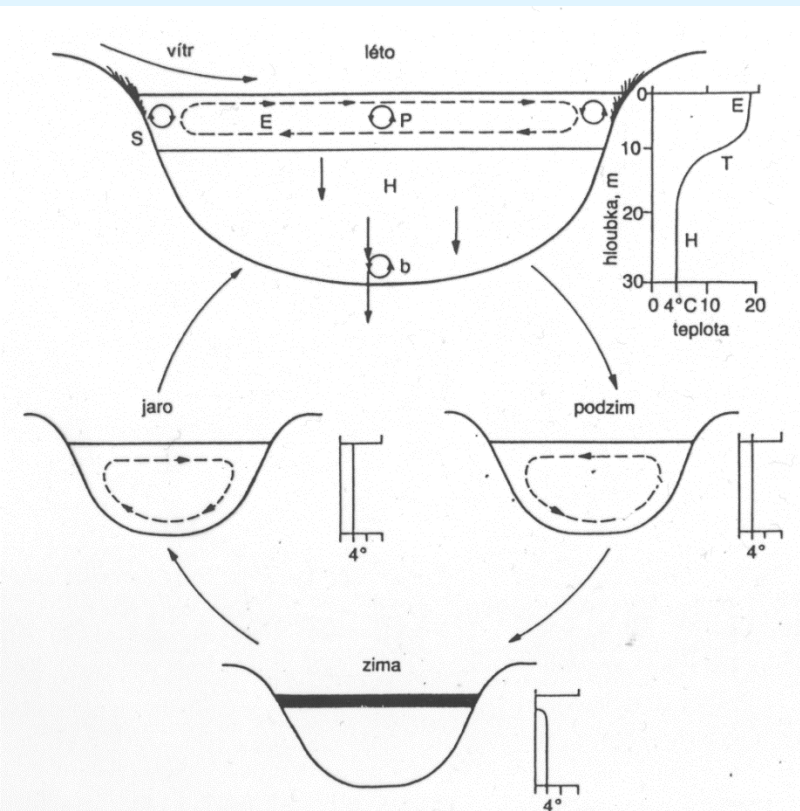


Schéma horizontálního a vertikálního členění vodní nádrže stratifikované teplotně a světelným klimatem. Diagram ilustruje členění mělké nádrže mírného klimatického pásma v době letní stagnace (podle Goldmann et Horneho, 1983)

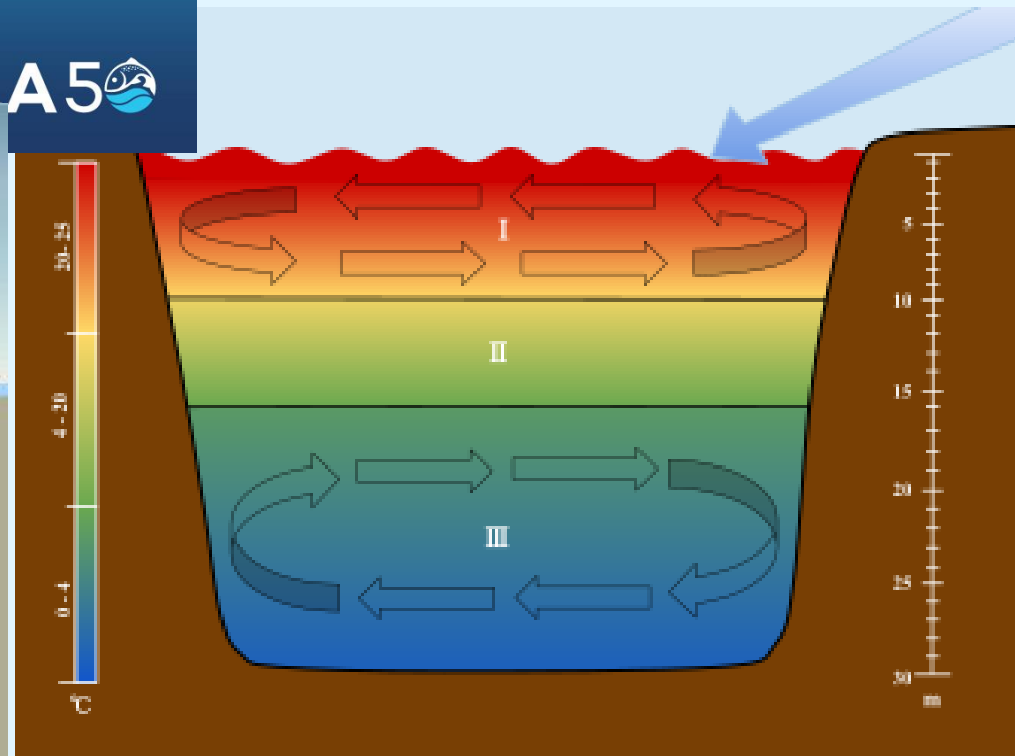
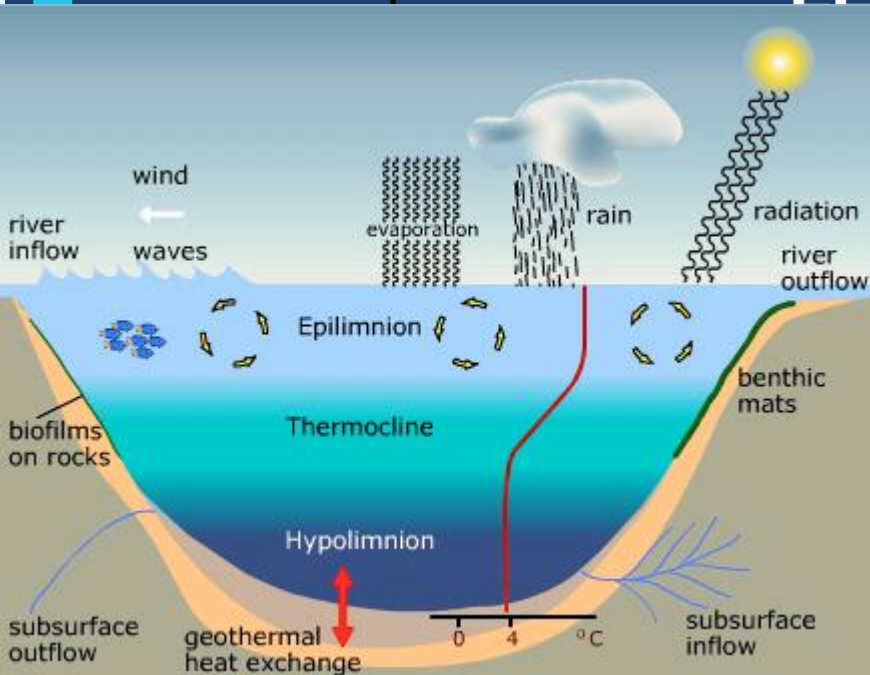
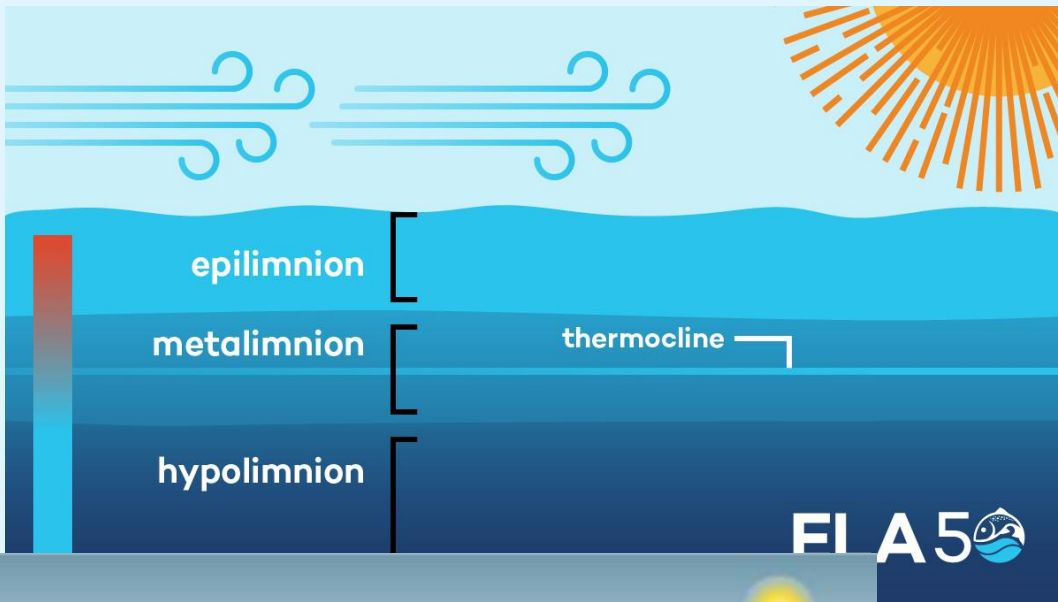
Schéma sezónního cyklu termiky jezera mírného pásma

V létě je vodní sloupec teplotně stratifikován, přičemž termoklima (T) odděluje teplejší vrstvu epilimnionu (E) od studenější a hustší vody hypolimnionu (H). Působení větru na hladinu vyvolává horizontální cirkulaci vody epilimnionu a výměnu živin a potravy mezi pelagiálními (P) a litorálními (S) cenózami.

Sedimentujícími částicemi detritu s organismy jsou do hlubších vrstev vody a na dno přiváděny živiny, které mohou cirkulovat mezi vodou s sedimenty (b). Na podzim dochází k vyrovnání teploty a k úplnému promíchání vodního sloupce činností větru. V zimě nastává opět stagnace s teplotou vody blízko $+4^{\circ}\text{C}$ a poklesem teploty u hladiny. Na jaře, po opětovném promíchání vodního sloupce, se hladinové vrstvy vody opět oteplují a stabilizuje se vertikální stratifikace (podle různých autorů, upraveno)

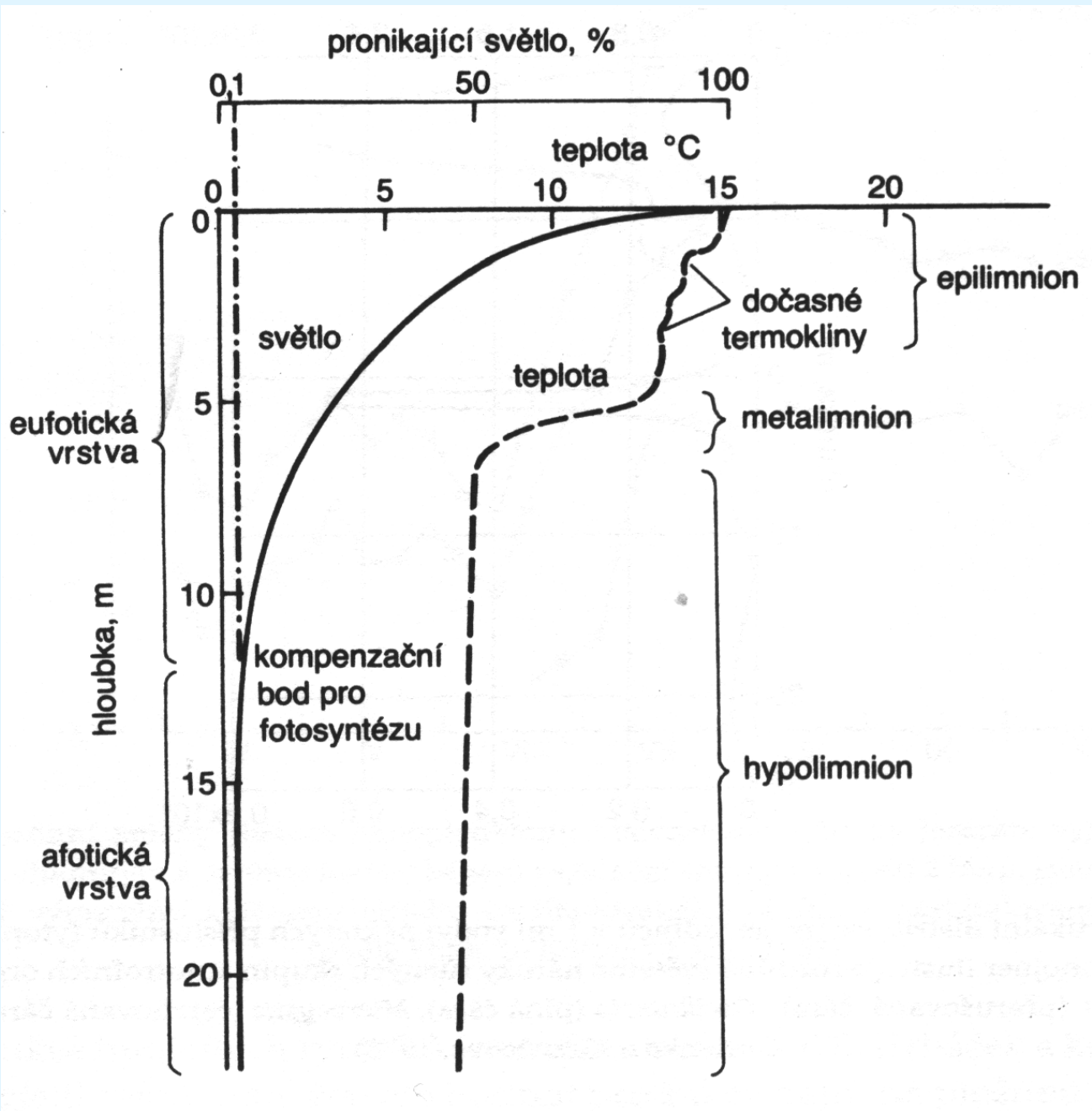


Stratifikace nádrží na epilimnion, metalimnion a hypolimnion



Mikce – míchání a stratifikace

- Holomiktická nádrž – promíchává se celá
 - Malé nádrže – rybníky, tůně, jezera
- Meromiktická nádrž – promíchává se jen svrchní vrstva – profundal je stabilní
 - Hluboká tektonická jezera
 - Slaná jezera
- Monomiktická jezera – 1x za rok – arktická j.
- Dimiktická jezera – 2x za rok – mírné pásmo
- Polymyktická jezera – více x za rok, tropické j., mělká j. atd.

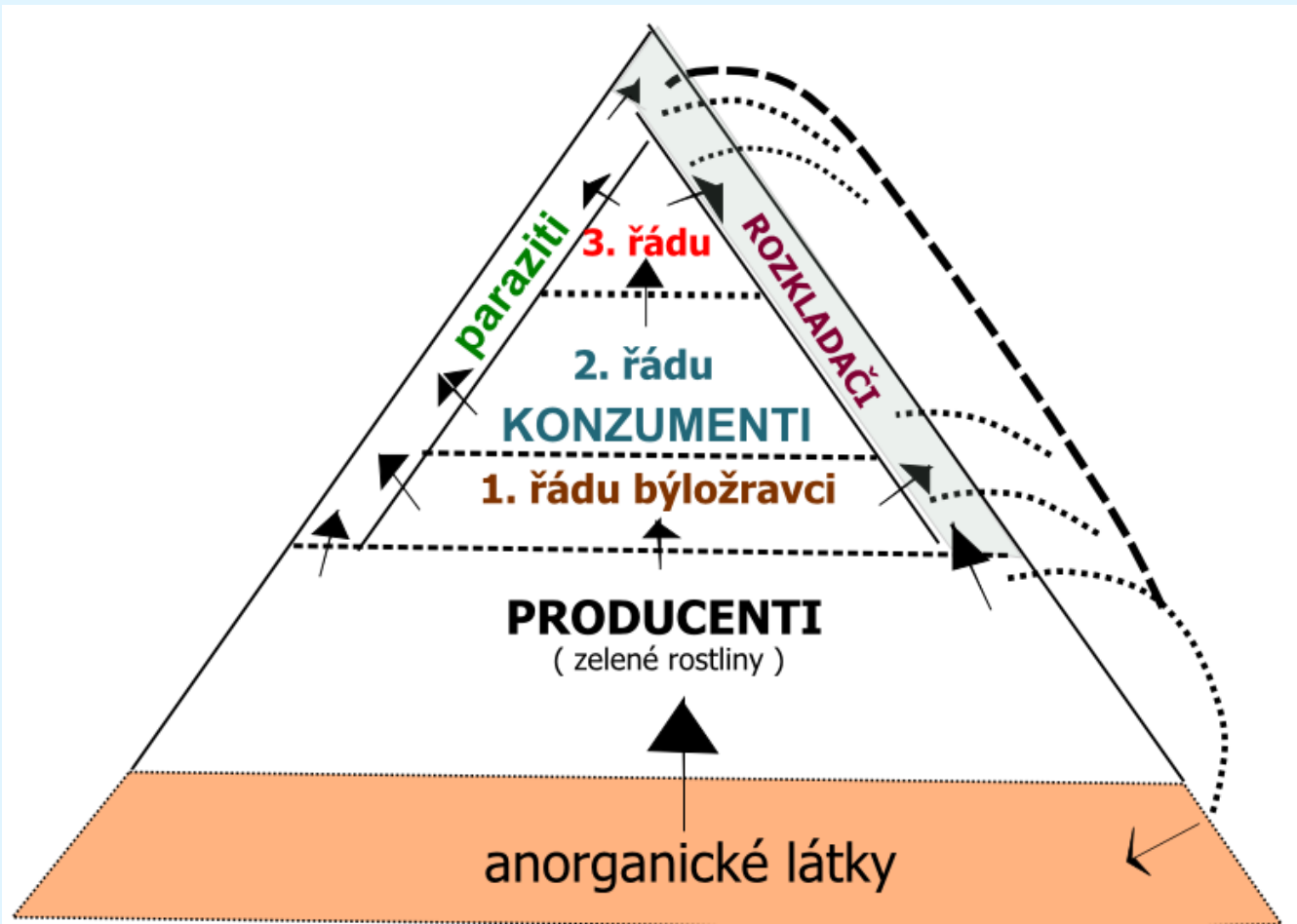


Vztah teplotní a světelné stratifikace vodní nádrže v době letní stagnace

Skupiny organismů vodních ekosystémů

- Plankton (virio, bakteri, fyto, zooplankton)
- Bentos (mikrobiální biofilmy, fytobentos, zoobentos)
- Vodní makrofyta
- Ryby
- Moluskofauna,
- vodní ptáci (cerkárie, trofie, enterokoky...)
- vodní savci (vydra, ondatra, bobr....)

Ekologické potravní sítě



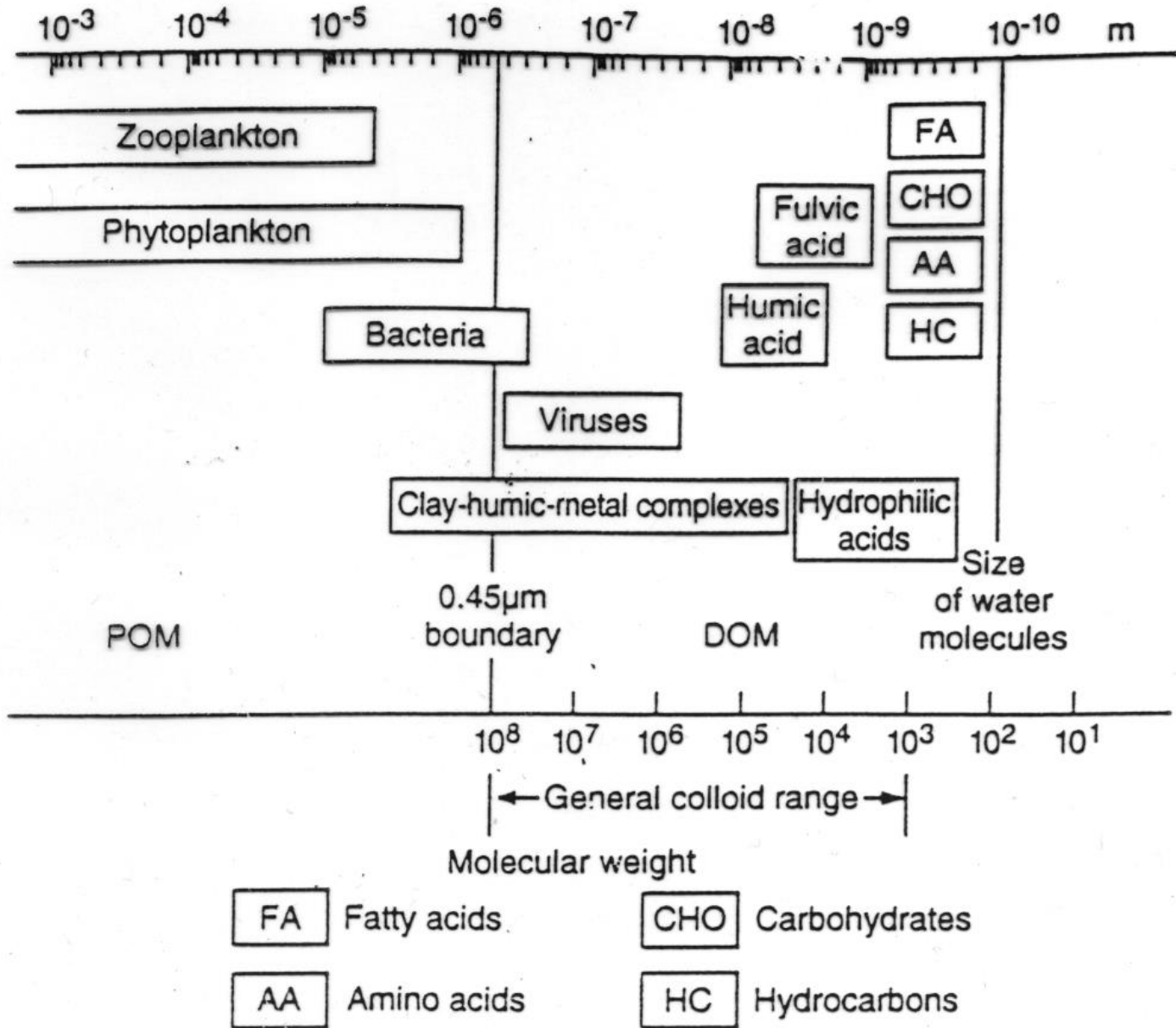
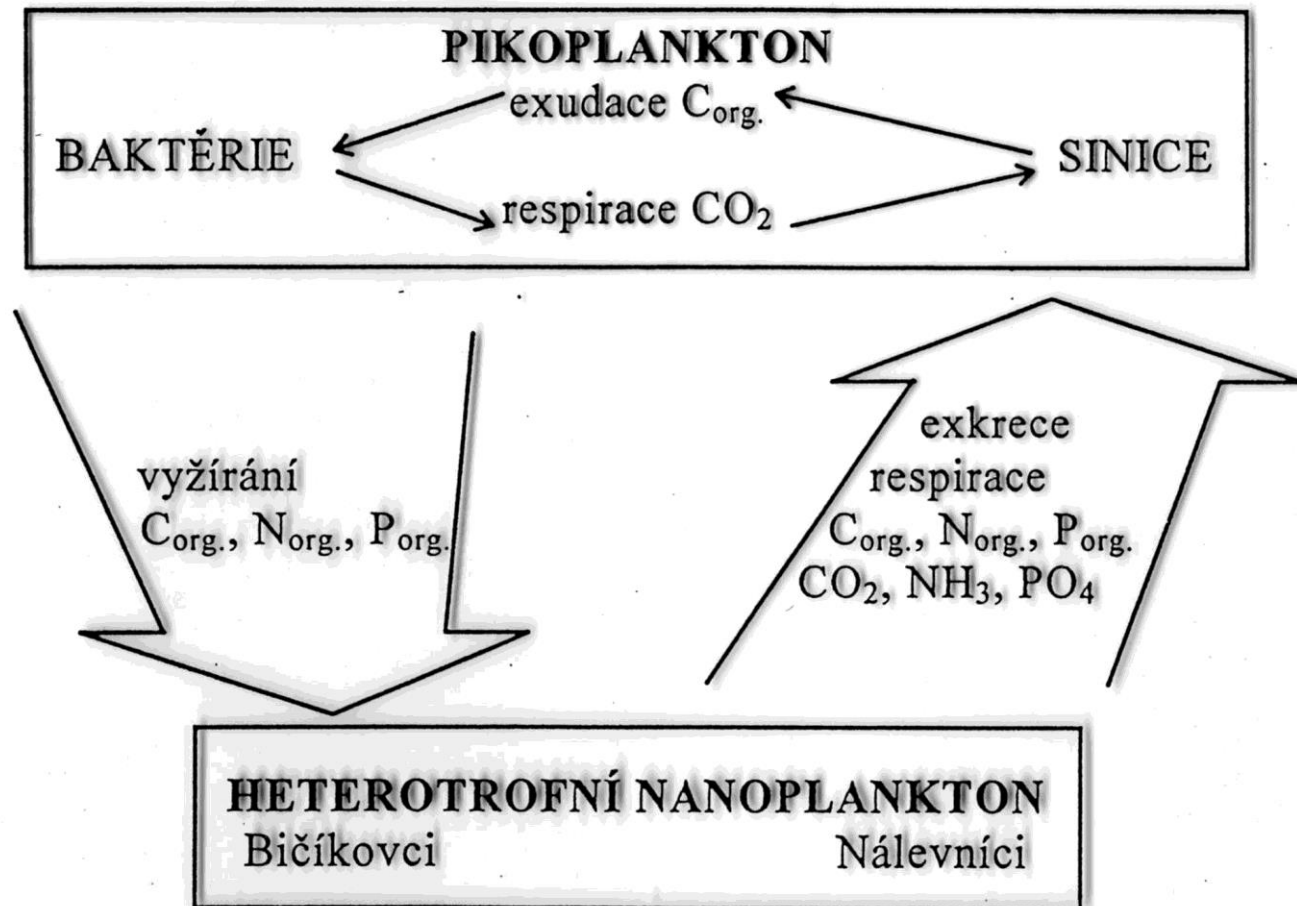


Figure 2. Continuum of particulate and dissolved organic matter in natural water. (Modified from Thurman, 1985, reprinted by permission of Kluwer Academic Publishers.)

Bakteriální smyčka



Fytoplankton je hlavní produkční složka stojatých vod

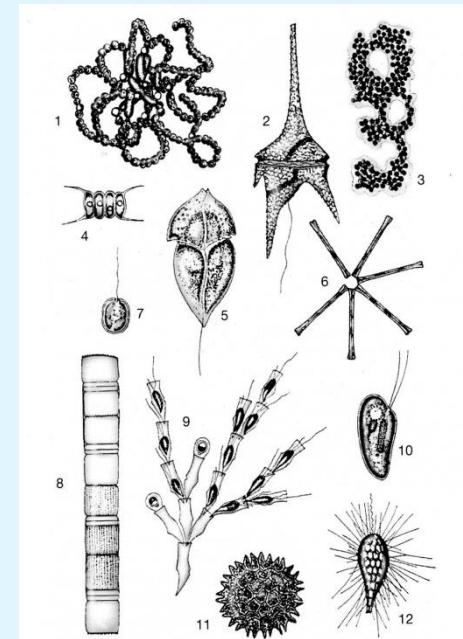
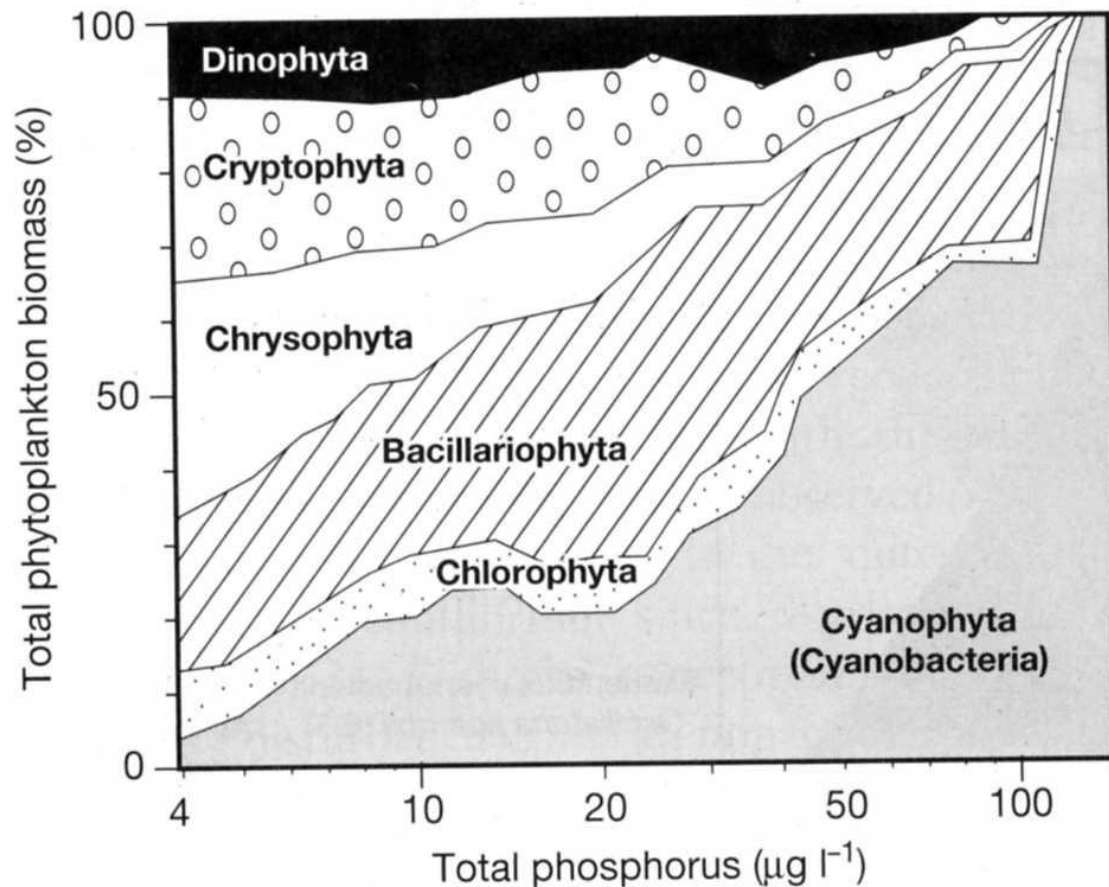


Figure 21-4 Selected phytoplankton. (1) cyanobacterium cluster: *Anabaena flos-aquae*, (2) dinoflagellate: *Ceratium birundinella*, (3) cyanobacterium colony: *Microcystis flos-aquae*, (4) green algae colony: *Scenedesmus quadricauda*, (5) dinoflagellate: *Gymnodinium helveticum*, (6) diatom: *Asterionella formosa*, (7) chrysophyte: *Chrysooccus rufescens*, (8) filamentous diatom: *Aulacoseira islandica*, (9) chrysophyte colony: *Dinobryon divergens*, (10) cryptomonad: *Cryptomonas obovata*, (11) green alga (desmid): *Pediastrum boryanum*, (12) chrysophyte: *Mallomonas caudata*. Not to scale.

Potravní sítě ve VE

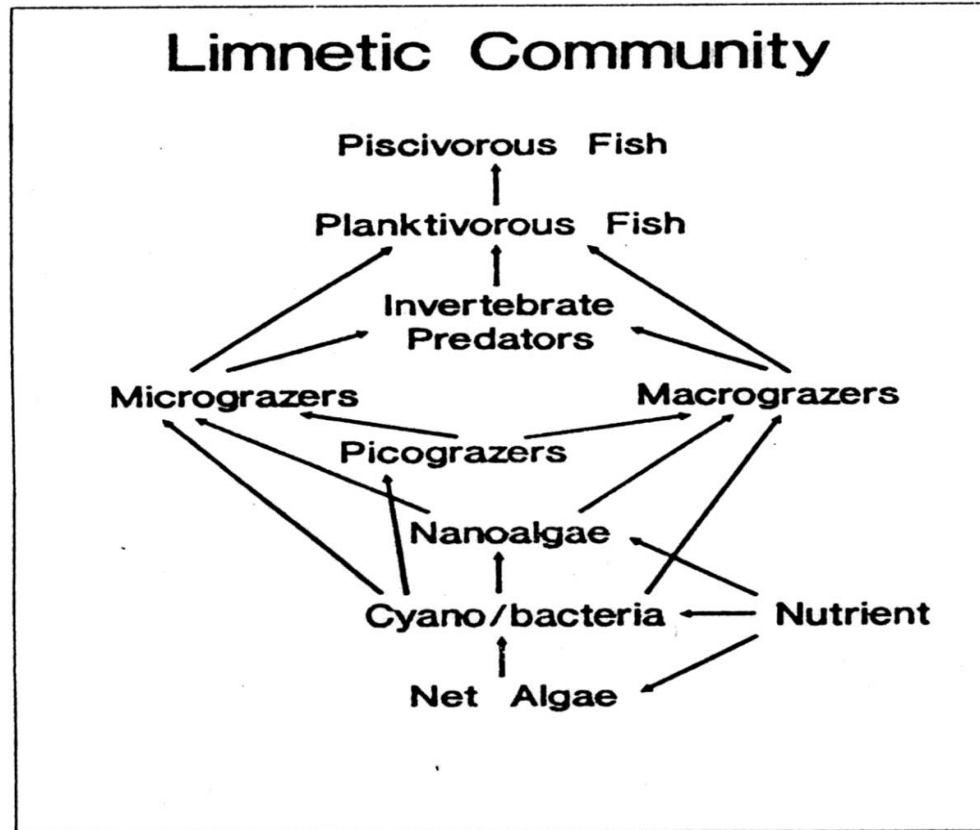
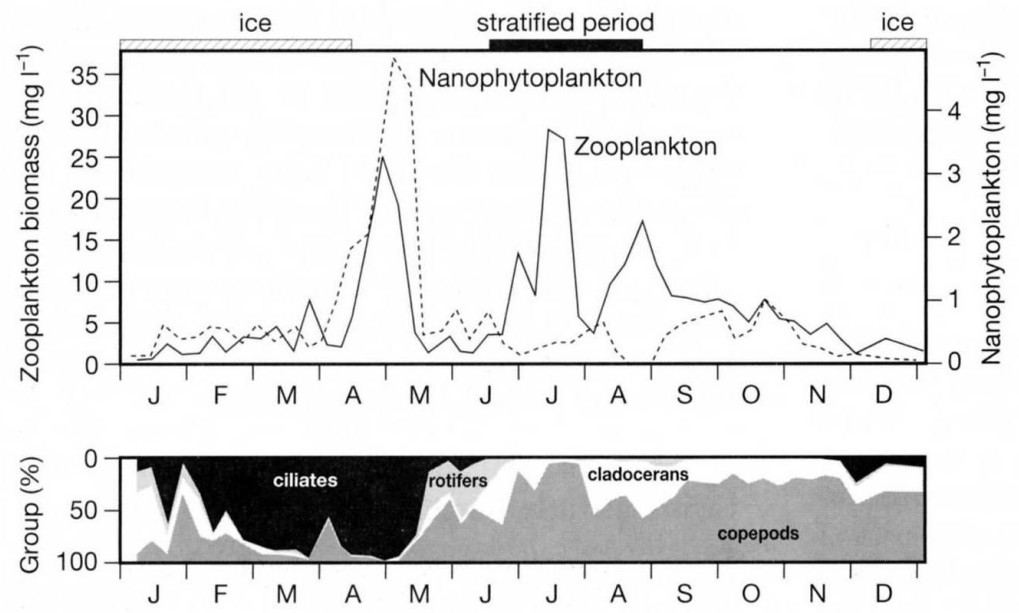
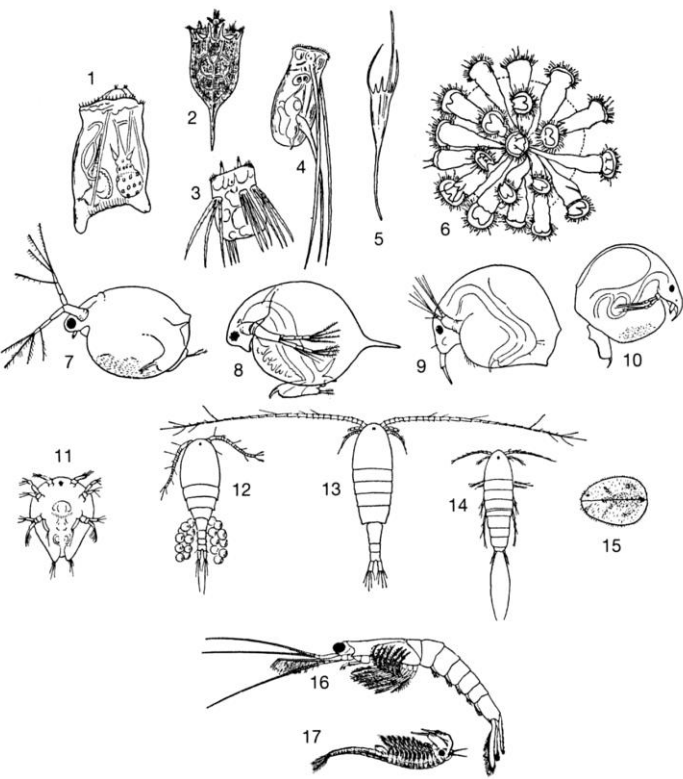


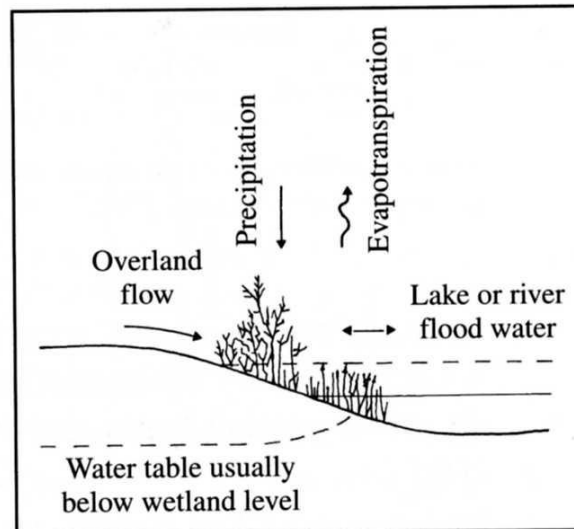
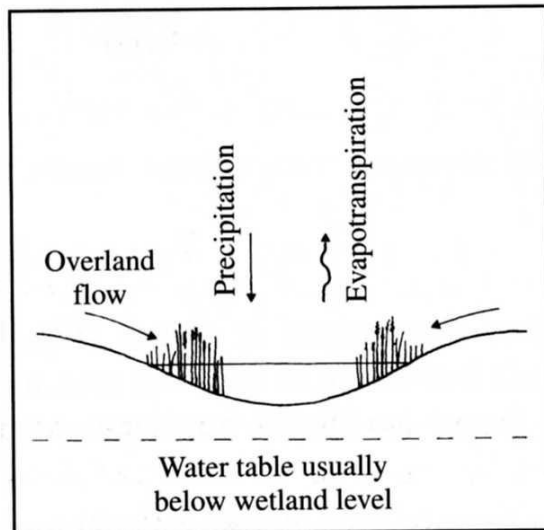
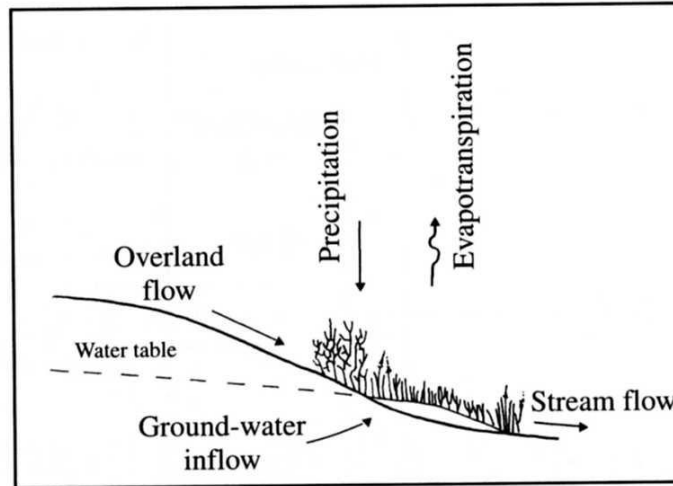
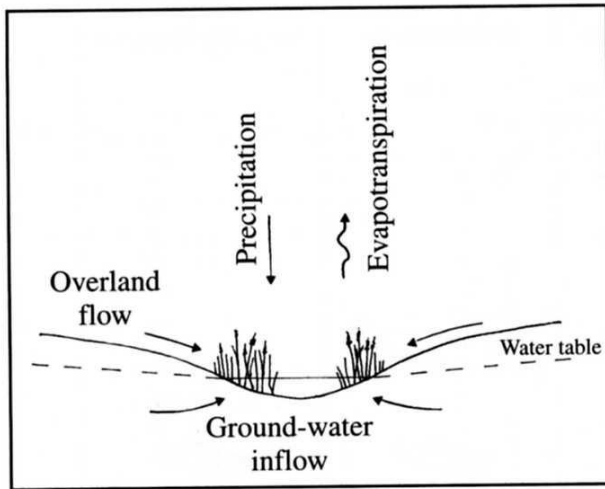
FIGURE 3.1. The limnetic community of an oligotrophic montane lake in British Columbia. Names represent aggregative descriptors of the components of the community and may contain many taxa. The following definitions apply: macrograzers—crustaceans > 0.8 mm; micrograzers—crustaceans, rotifers, and protozoans 5 μm –0.8 mm; picograzers—protozoans < 4 μm ; net algae—phytoplankton > 80 μm ; nannalgae—largely phytoflagellates 3–8 μm ; cyanobacteria—myxotrophic blue-greens and heterotrophic bacteria < 3 μm .

Zooplankton

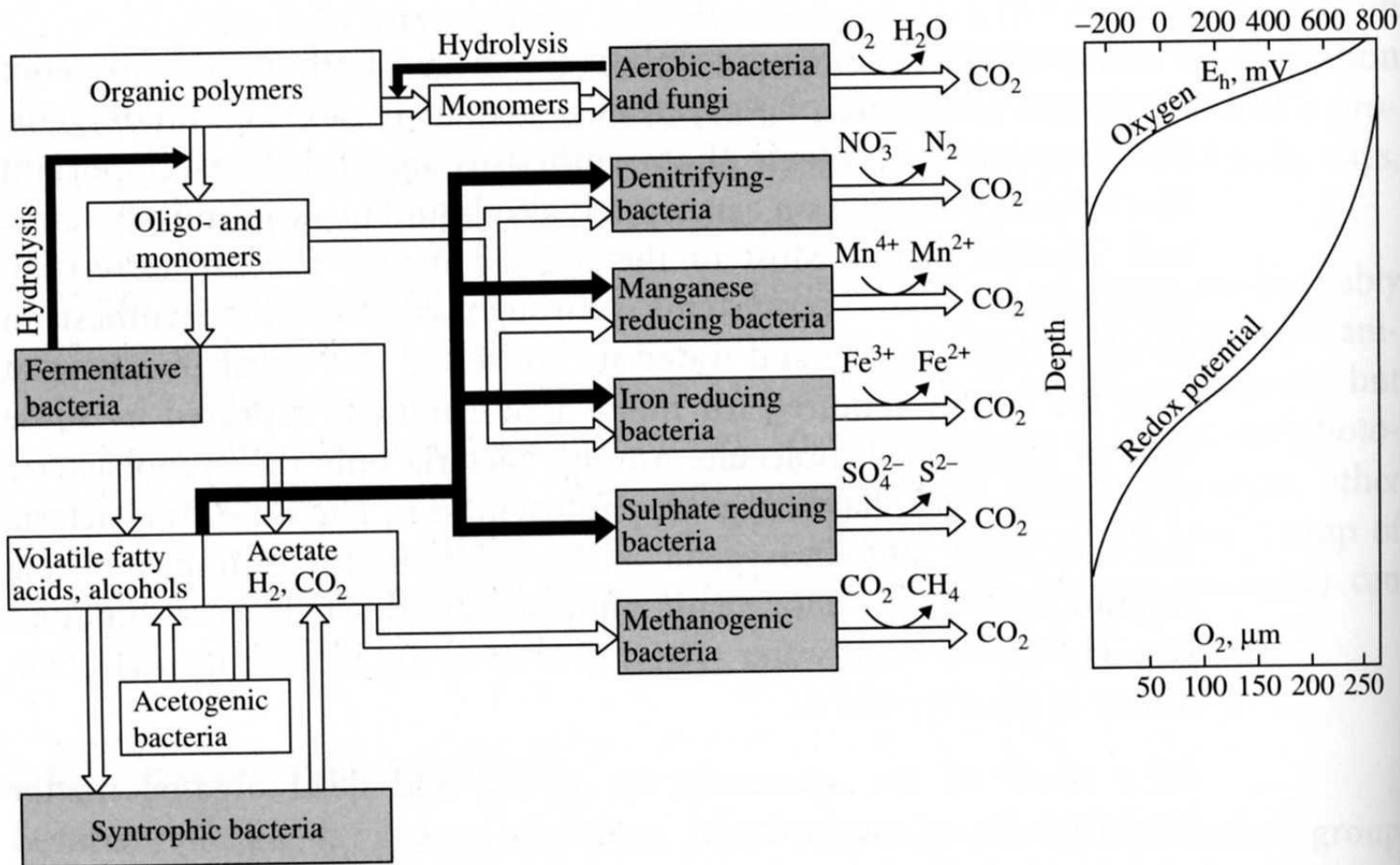
Figure 23-3 Selected zooplankton, not drawn to scale. Rotifers: (1) *Asplanchna*, (2) *Keratella*, (3) *Polyarthra*, (4) *Filinia*, (5) *Kellicottia*, (6) colony of *Conochilus*; Cladocerans: (7) *Ceriodaphnia*, (8) *Daphnia*, (9) *Bosmina*, (10) *Chydorus*; Copepods: (11) cyclopoid copepod: *Nauplius* larva, (12) cyclopoid copepod: *Cyclops*, female, (13) calanoid copepod: *Diaptomus*, (14) harpacticoid copepod (primarily benthic): *Cantbocamptus*; other selected Crustaceans: (15) Ostracods: *Cypridopsis* (benthic), (16) *Mysis* (benthic-planktonic), (17) *Eubranchipus* (littoral). (After Needham and Needham 1962.)



Tůně a mokřady



Biochemické procesy v mokřadech



Další typy vodních útvarů

- Technologické nádrže (zavlažovací, požární..)
- Vodní prvky zahradního umění (vodotrysky, vodopády, jezírka okrasná, rybochovná, vodní prvky indoor-outdoor)
- okrasné a koupací biotopy a biokoupaliště
- Rozlišovat dle izolace okolí (folie/přírodní dno), dle účelu a způsobu užívání!!!!

Malé vodní nádrže v krajině

Malé vodní nádrže (nádrže o objemu při normální hladině do 2 mil. m³ a největší hloubkou do 9 m)

jsou budovány k různým účelům: ochranné (retenční) nádrže (k ochraně před povodněmi nebo vodní erozí), rybochovné nádrže čili rybníky, nádrže na ochranu flory a fauny, rekreační nádrže, hospodářské (př. protipožární) a další.

Výstavbou nebo obnovou nádrže lze, krom stanoveného účelu, docílit řady dalších příznivých efektů.

Především vždy dojde ke zvětšení zásoby vody v krajině s pozitivním dopadem též na lokální zásoby podzemních vod. Nádrž také příznivě ovlivňuje průběh velkých vod („zploštění“ povodňové vlny).

Rybníky do dvou hektarů s výškou hráze do 1,5 metru je možné postavit tzv. na ohlášení.

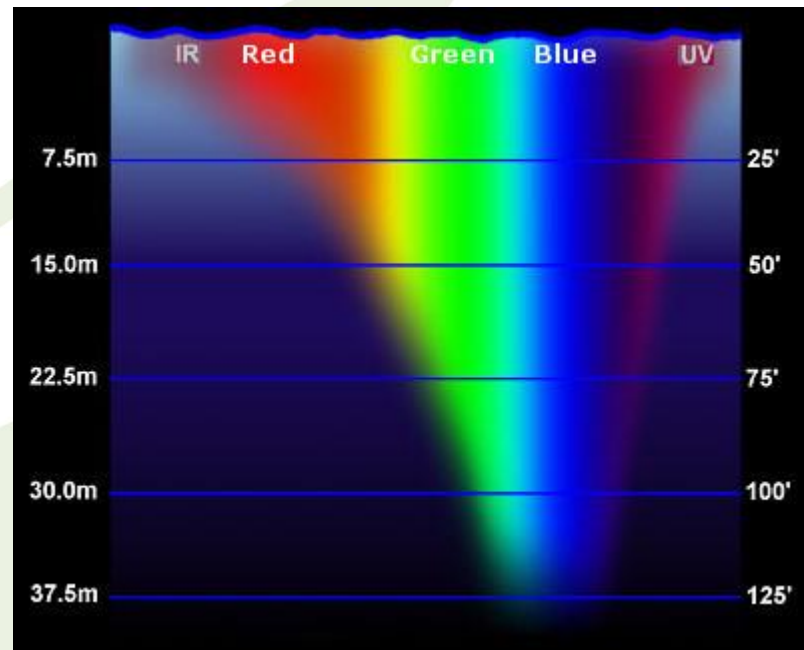
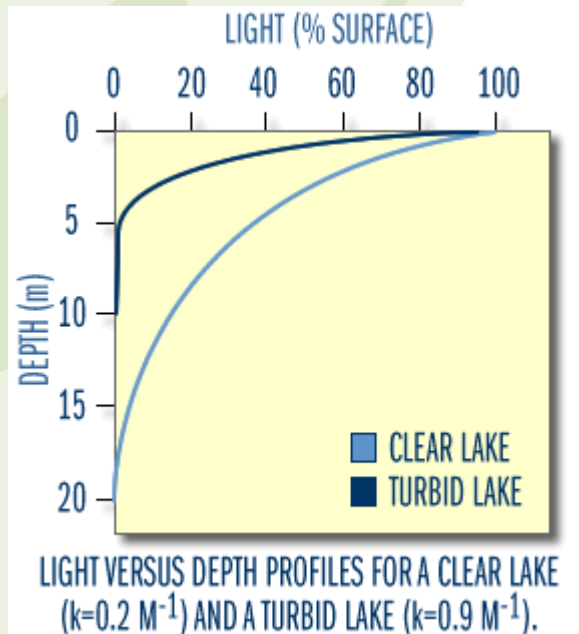
Jde o další z mnoha opatření pro zadržení vody v krajině.

Shrnutí

- Vodní typy a útvary
- Základní limnologické pojmy
- Ekologické skupiny vodních organismů
- Hydrochemické a hydrobiologické souvislosti důležité pro pochopení procesů a řízení kvality vody

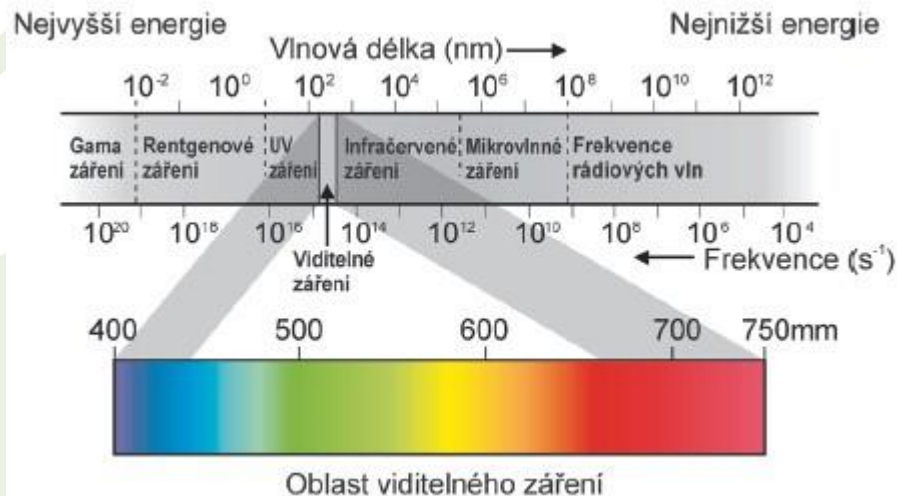
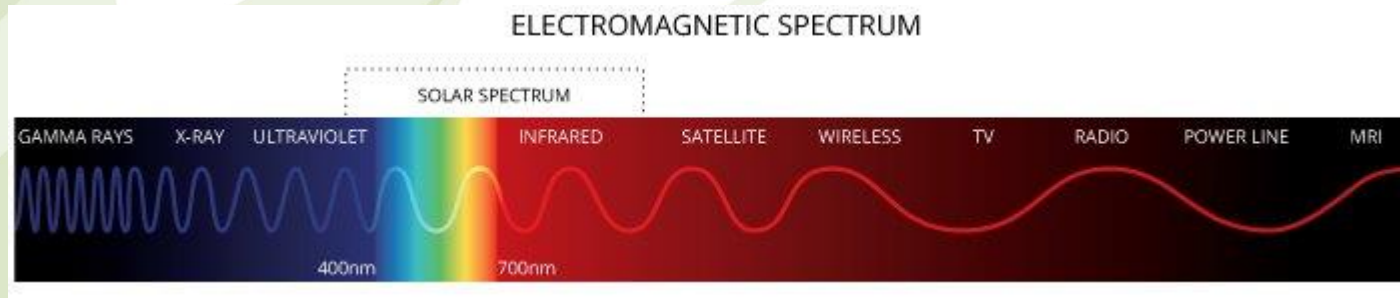
Průnik světla do vody - základní princip

- Čistá voda absorbuje nejlépe červenou a oranžovou část spektra, a proto tyto části spektra nepronikají hluboko (5m). Nejhlouběji pronikají fialové a zelenomodré paprsky (30m).
- rozptyl v čisté vodě je v negativní korelaci se čtvrtou mocninou vlnové délky $(1/\lambda)^4$, takže nejvíce náchylné na rozptyl je krátkovlnné modré a UV záření.



Světlo

- **Světlo** = viditelná část elektromagnetického záření (elektromagnetické vlnění o vlnových délkách $\approx 390 - 790$ nm)
- Elektromagnetické záření = je příčné postupné vlnění magnetického a elektrického pole (elektromagnetického pole)



Průnik světla a barva vody

- **Čistá voda absorbuje nejlépe červenou a oranžovou část spektra, a proto tyto části spektra nepronikají hluboko. Nejhlouběji pronikají fialové a zelenomodré paprsky.**
- **rozptyl v čisté vodě je v negativní korelaci se čtvrtou mocninou vlnové délky $(1/\lambda)^4$, takže nejvíce náchylné na rozptyl je krátkovlnné modré a UV záření.**
- **Molekuly vody rozptylují světlo ve všech směrech, a to, která se vrací zpět nahoru směrem k pozorovateli, je důvodem modré barvy vody těchto čistých jezer.**
- **I velmi malé množství zabarvujících DOM a organických částic velmi rychle absorbuje fotony modré části spektra a způsobuje, že vodou nejlépe prochází světlo zelené. To je pak následně rozptylováno a je důvodem pro zelenou barvu takovéto vody.**
- **Se zvyšujícím se obsahem rozpuštěných organických látek roste absorpce světla v modré až fialové části spektra, voda je zabarvena do žluta až hněda.**

Table 2. Important properties of liquid water

Property	Comparison with other substances	Importance in aquatic environment
Specific Heat Capacity	Higher than all solids and other liquids except liquid ammonia, liquid hydrogen and lithium	Prevents wide fluctuations in temperature in water and stabilization of body temperatures in organisms
Latent Heat of Fusion	Higher except for ammonia	Temperature stabilization at freezing point of water due to absorption or release of latent heat
Latent Heat of Vaporization	Higher than any other substance	Determines transfer of heat and water molecules between atmosphere and aquatic systems
Density (or Thermal Expansion)	Maximum density for pure fresh water is at 4°C and for sea water it is near its freezing point (-1.9°C)	Freshwater and dilute seawater reach maximum density at temperatures above freezing; controls temperature distribution and vertical circulation in stratified lakes
Surface Tension	Higher than any liquid except mercury	Controlling factor in cell physiology; surface phenomena and drop formation
Dissolving (Solvent) Power	Dissolves more substances and in greater amounts than any other naturally occurring liquid	Facilitate chemical reactions (e.g., hydrolysis) and transport of nutrients and by-products in biological processes
Dielectric Constant	Pure freshwater higher than all liquids except hydrogen peroxide and hydrogen cyanide	High solubility of inorganic substances because of ionization
Transparency	Absorption of radiant energy is high for infrared and longer wave lengths of ultraviolet light; little selective absorption in visible portion	Allows light for photosynthesis and photolysis to occur at significant depths

Sources: Drever (1988), Libes (1992), Pytkowicz (1983), Reid and Wood (1976).

Sedimenty nádrží a toků

- Sedimenty jsou

paměť vodních ekosystémů

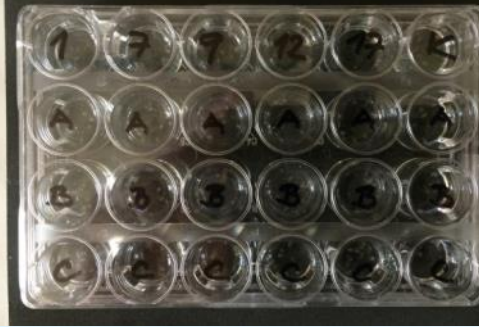
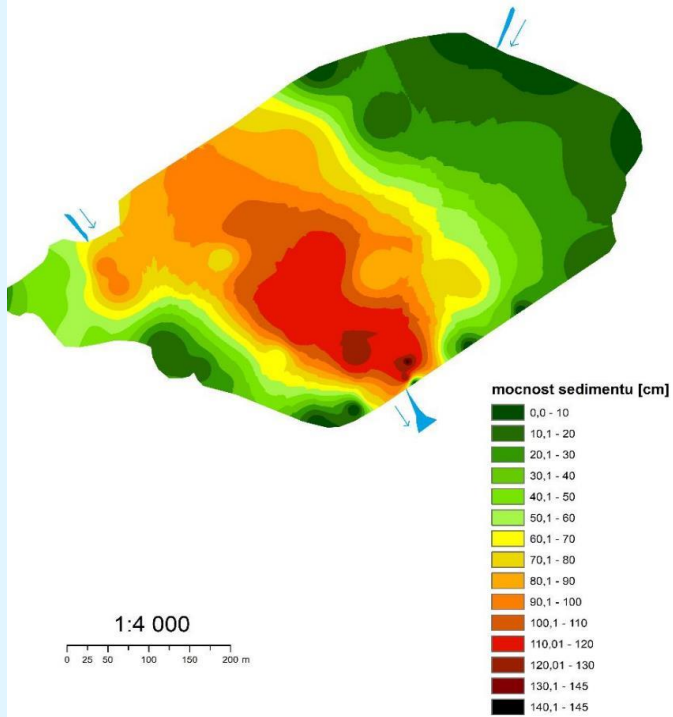
- Letokruhy u dřevin jsou **bentokruhy** vrstev sedimentů – **umožní datování!!!**
- Prozradí děje, procesy – povodně, havárie, radiologie sedimentů- Černobyl, 50.léta H-bombs
- Podstatná část reakcí – biogeochemické procesy
- Detoxifikace, kumulace, detekce....

Sedimenty toků a nádrží

- Odpad? Surovina? Problém? Legislativa...
 - Analýzy sedimentů určí obsahy látek dle legislativy –
 - Legislativa dle určení – skládky, komposty, stavebnictví, orná půda...
 - Bohatý zdroj fosforu – RECYKLACE!!!
 - Důležité je využití přímých ekotoxikologických biotestů!!! (rostlina, bentos, bakterie) jako půda!

Vzorkování, testování a mapování sedimentů

ROSNIČKA - MOCNOST SEDIMENTU 2018



Možnosti ošetření sedimentů

- Mechanické

- těžba na sucho
- Těžba sacími bagry
- Překrývání inertními materiály, příp. sorbenty a kompozity (volné, v rohožích atd.)

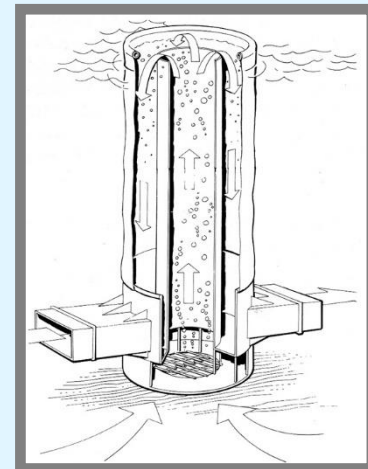


- Chemické

- Oxidace dusičnany
- Klasická, nebo difúzní aerace vzduchem (příp.s příměsí kyslíku, ozonu)
- Srážení fosforu (Fe,Al.)

- Biologické

- Podpora přirozené aktivity mikroorganismů
- Bioaugmentace



BIOMONITORING a BIOINDIKACE

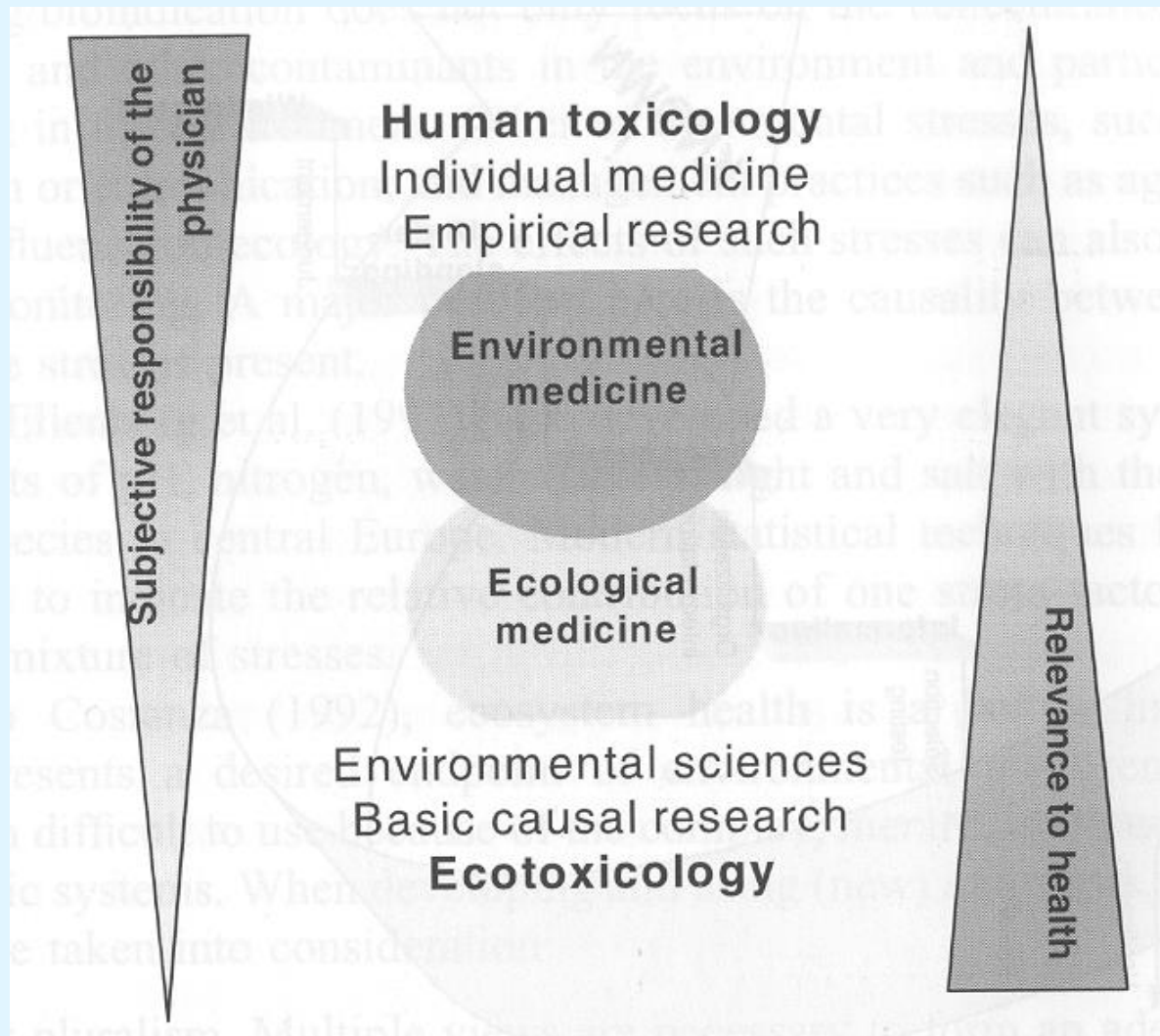


Biologická indikace:

- Železa a manganu
- Sirovodíku
- Vápníku
- Salinity
- Acidifikace
- Organických látek

Bioindikace - pokračování

- Netoxického fekálního znečištění
 - SAPROBIOLOGIE
- Toxických látek
 - REPRODUKCE
 - BIOMASA
 - BIODIVERSITA
- Eutrofizace



Termín „zdraví vodních ekosystémů“ odráží multikriteriální systém a multidisciplinární pojetí souvislostí.

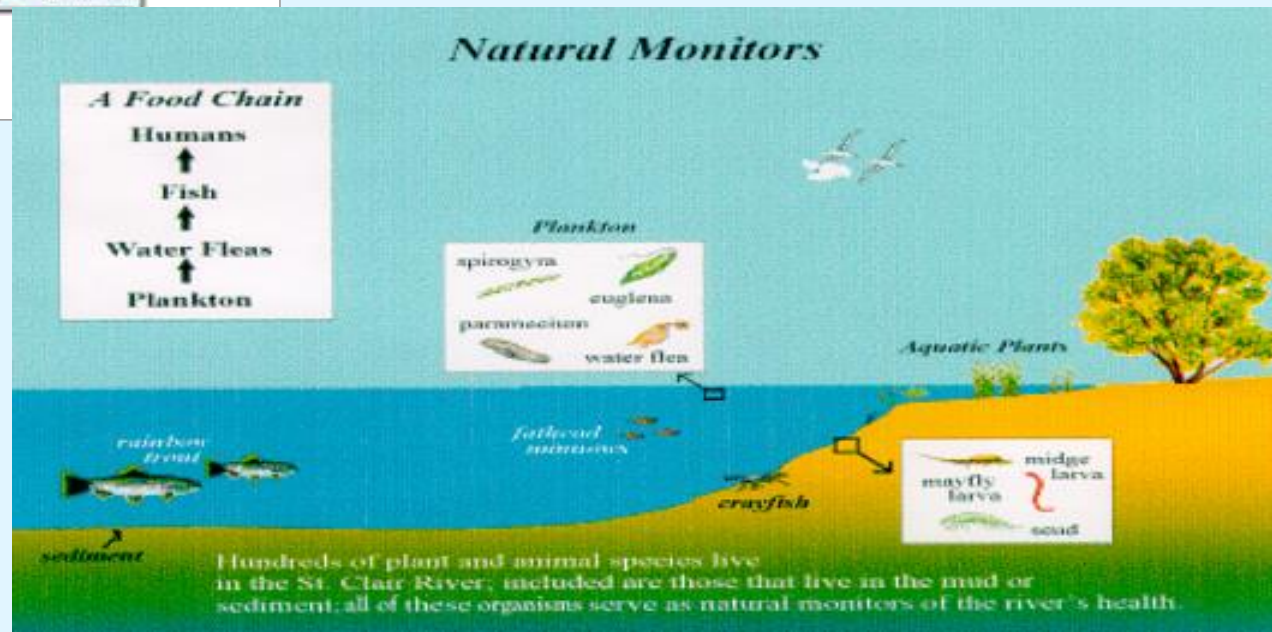
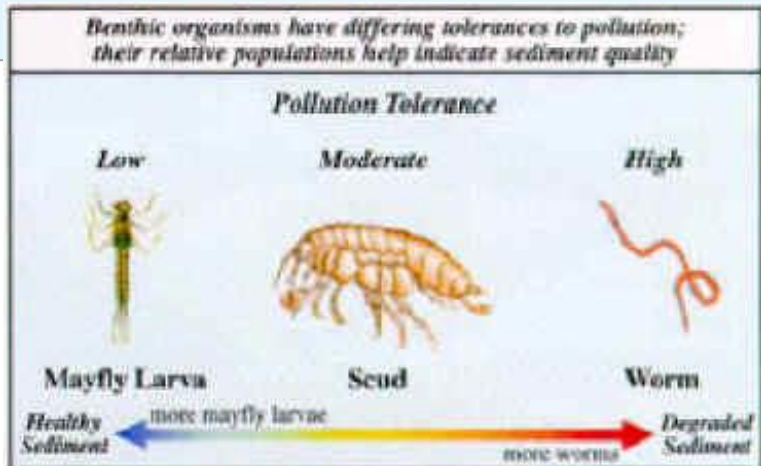
2 Základní typy indexů:

- **Indexy diverzity** – druhová rozmanitost, biodiverzita
- **Biotické indexy** – na rozdíl od indexů diverzity vycházení z představy rozdílných vztahů organismů k podmínkám prostředí – volba reprezentanta – indikační druhy

Společenstva reagují na:

- **Trofii** (s projevy na strukturu populací a společenstev fyto i zoobentosu/planktonu, ryb a makrofyt)
- **Toxicitu** (akutní, chronickou, reprodukční)
- **Saprobitu** (org. Netox.znečištění, kyslíkové poměry)
- **Spec. Znečištění** (specif. Typy látek – farmaka, endokrinní disruptory, patogenní organismy,
- **Acidifikaci** a změny pH
- **Hydrologické poměry**

Benthic organisms have differing tolerances to pollution; their relative populations help indicate sediment quality



Plecoptera

Ephemeroptera



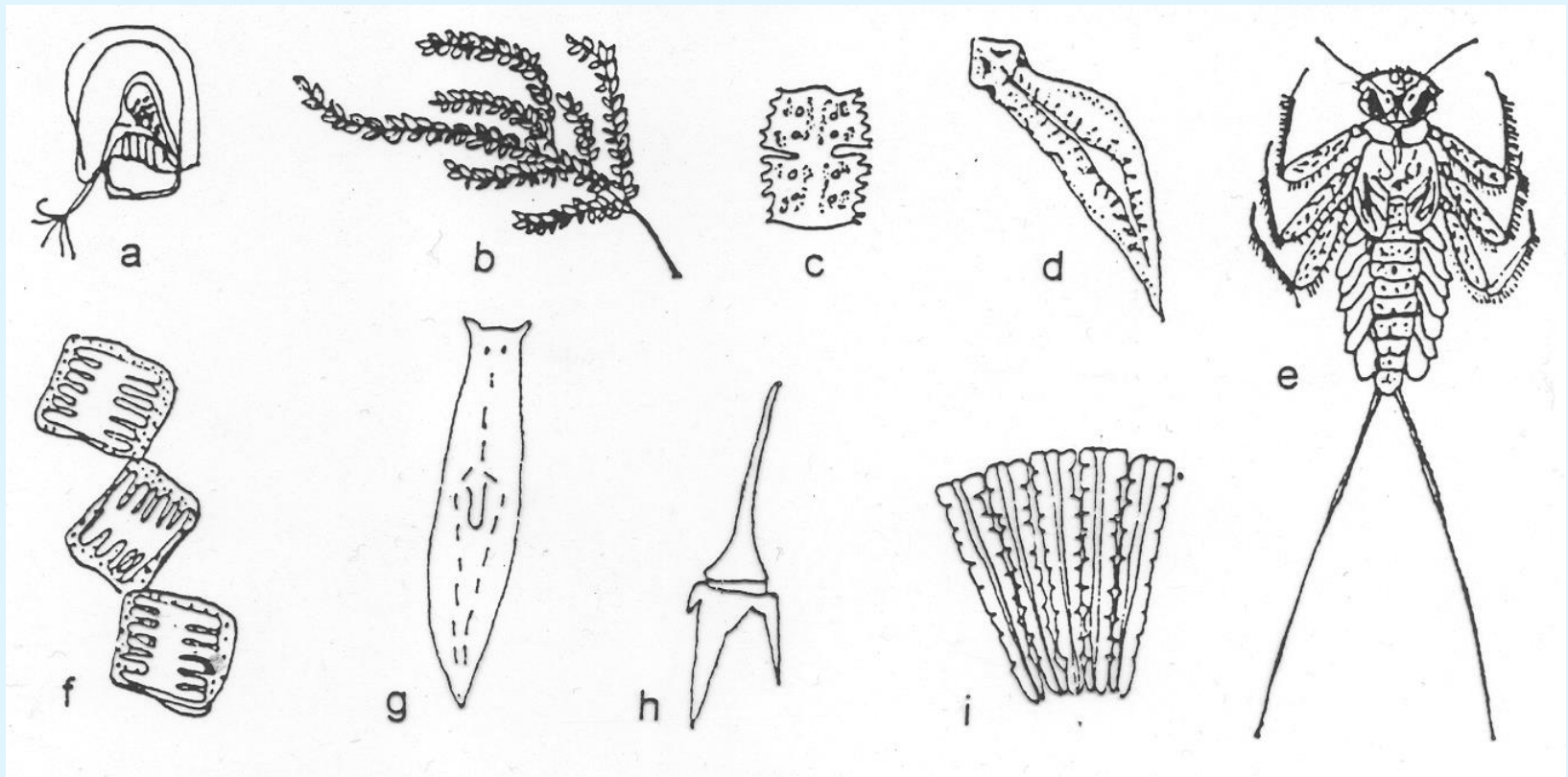
Coleoptera



Tabulka 19

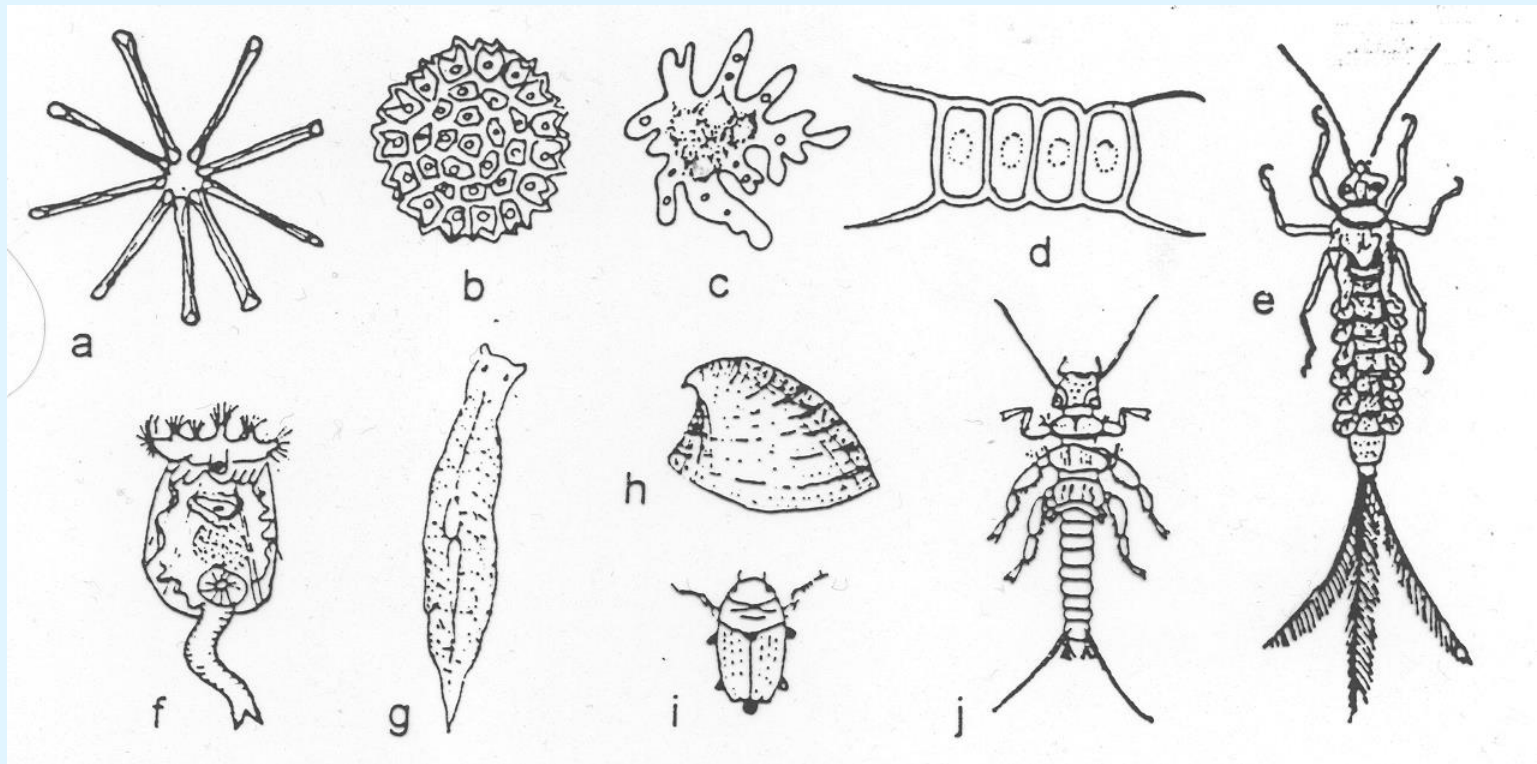
Srovnání stupňů limnosaprobity s dalšími charakteristikami (Kubíček a Zelinka, 1982)

Saprobity	Rybí pásmo	Třída čistoty vody	BSK ₅ \bar{x} mg . l ⁻¹ O ₂	O ₂ mg . l ⁻¹	
				průměr	minimum
xenosaprobity	pramenná stružka + pstruhové	I. a velmi čistá voda vhodná pro veškeré použití	0,60	9,5	8,5
oligosaprobity	pstruhové+ lipanové	I. a dtto	1,60	9,5	8,0
beta-mezosaprobity	parmové + cejnové	I. b dtto	3,10	8,0	5,0
alfa-mezosaprobity	odolné druhy ryb	II. až málo znečištěná voda, neodpovídá podmínkám zásobování III. znečištěná voda, i průmyslové použití vyžaduje úpravu	6,15	6,0	1,5
polysaprobity	bez ryb	III. až dtto IV. nepřípustně znečištěná voda	17,0	3,5	0



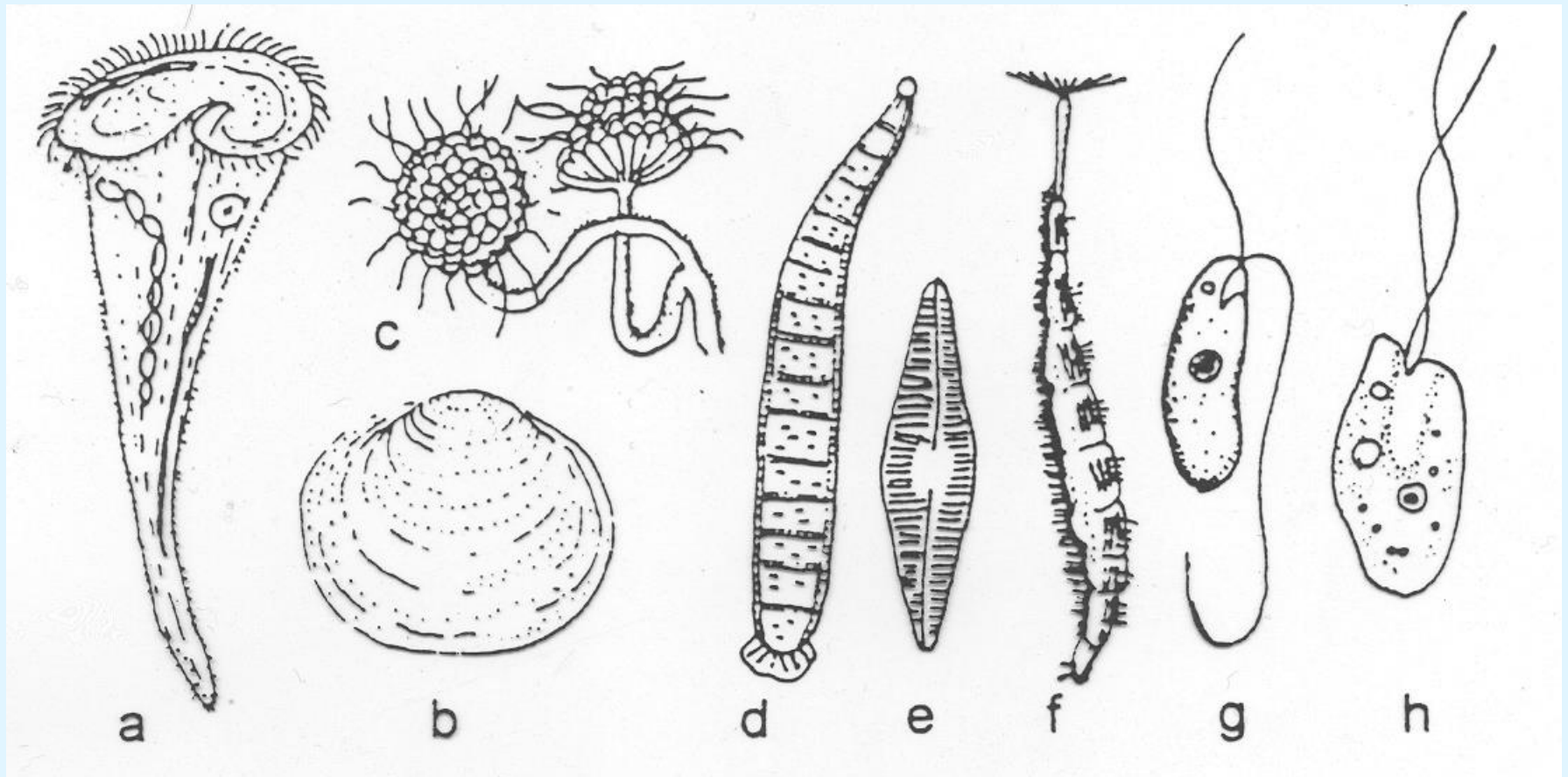
Příklad xenosaprobních a oligosaprobních organismů

a - perloočka *Holopedium gibberum*, b - vodní mech *Fontinalis*, c - dvojčatkovitá řasa *Micrasterias truncata*, d - ploštěnka *Dugesia gonocephala*, e - jepice *Epeorus asimilis*, f - rozsivka *Tabellaria flocculosa*, g - ploštěnka *Crenobia alpina*, h - obrněnka *Ceratium hirundinella*, i - rozsivka *Meridion circulare*



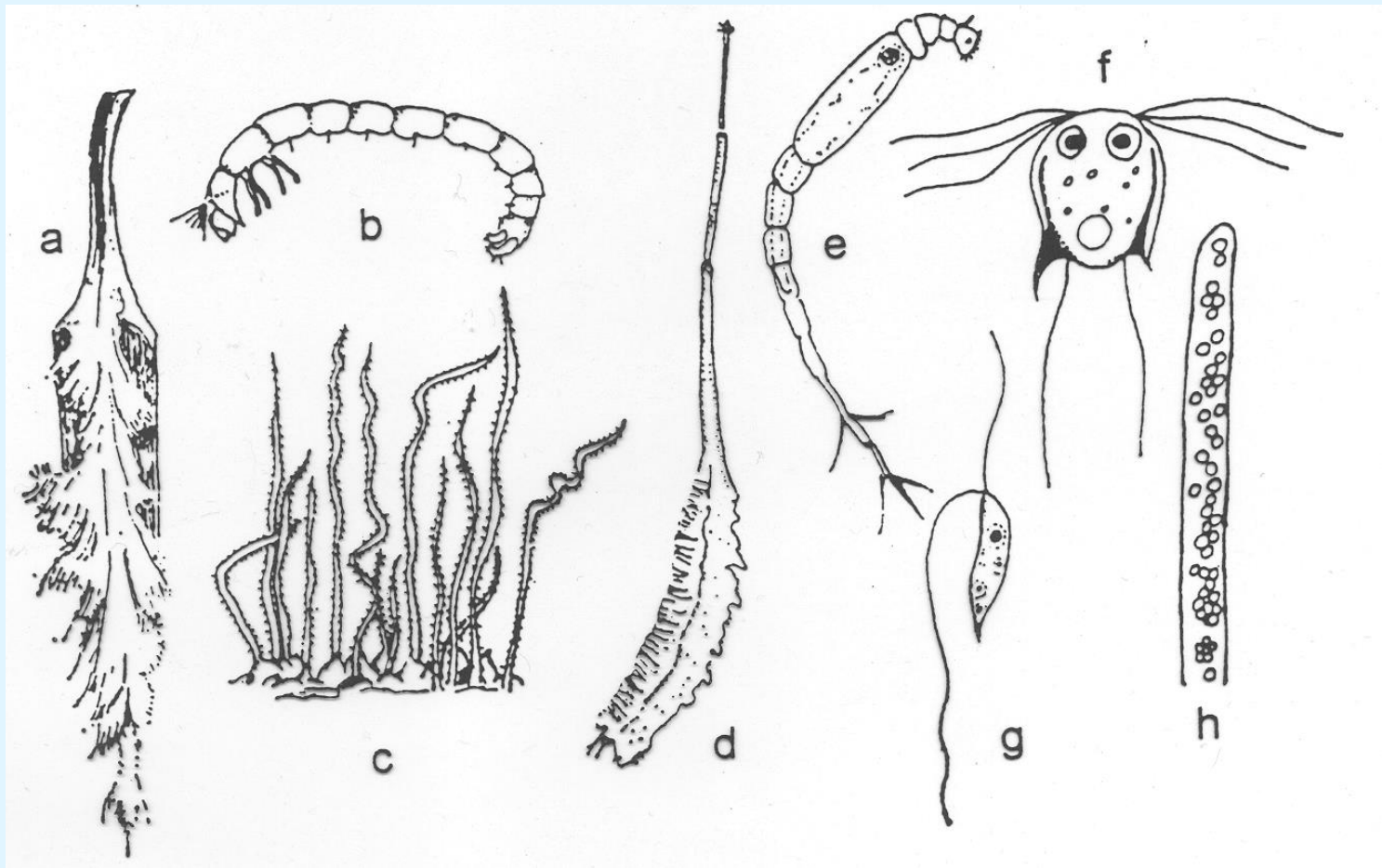
Příklad betamezosaprobních organismů

a - rozsivka *Asterionella formosa*, b - zelená řasa *Pediastrum boryanum*, c - měňavka *Amoeba proteus*, d - zelená řasa *Scenedesmus quadricauda*, e - jepice *Cloeon dipterum*, f - vířník *Brachionus urceolaris*, g - ploštěnka *Dendrocoelum lacteum*, h - kamenomil říční, i - vířník obecný, j - pošvatka rodu *Perla*



Příklad alfamezosaprobních organismů

a - nálevník *Stentor coeruleus*, b - okružanka *Sphaerium corneum*, c - bičíkovec *Anthophysa vegetans*, d - pijavka *Erpobdella octoculata*, e - rozsivka *Navicula viridula*, f - larva bráněnky *Stratiomys* sp., g - bičíkovec *Bodo saltans*, h - bičíkovec *Cryptomonas erosa*



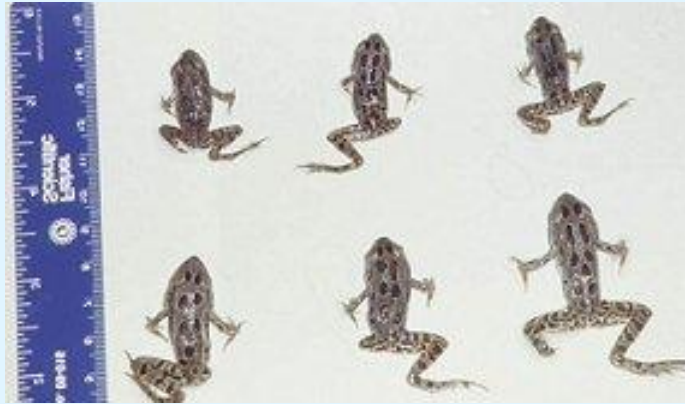
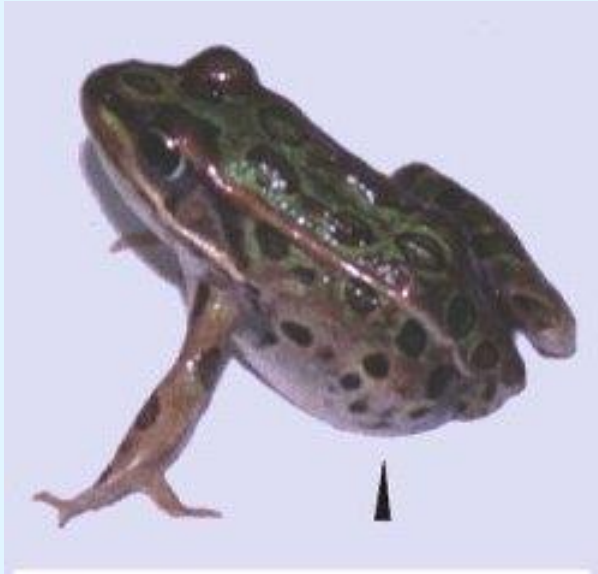
Příklad polysaprobních organismů

a - bakterie *Sphaerotilus natans*, b - pakomár *Chironomus thummi*, c - nitěnky *Tubifex tubifex*, d - pestřenka r. *Eristalis*, e - vířník *Rotaria neptunia*, f - bičíkovec *Hexamitus inflatus*, g - bičíkovec *Bodo putrinum*, h - bakterie *Beggiatoa alba*

Zoobentos (odběry vzorků)



Malformace obojživelníků – ekotoxikologie vodních ekosystémů – BIOINDIKACE in situ



Bioindikace TROFIE

- Možnosti detekce trofie:
 - Koncentrace a formy živin (N, P, Mg, Fe .. Dle limitace)
 - Chlorofyl a další pigmenty
 - Biomasa makrofyt
 - Biomasa fytoplanktonu a fytobentosu
 - Počty buněk
 - Objemová biomasa
 - Primární produkce
 - Struktura populací a společenstev

Metody 2

- Přirozené substráty
- Umělé substráty
 - Sklo čisté a broušené
 - Kulaté – 1.5 cm
 - Obdélníky - podložní sklo a 5x40 cm
 - Kameny dle geologického podloží
 - Kompozitní materiály
- Stativy plovákové a bentické

Je bioindikace fyto-bentosu dominantně indikace trofie?

- Společenstva řas, sinic, rozsivek, bakterií, plísní atd. reagují na komplexní podněty:
 - Světelných podmínek lokality
 - Mikrohabitat (např. proudění vody)
 - Organické látkysaprobitu.....
 - Salinitu a pH
 - Atd...toxicita, zoobentos, ryby,.....
 - A samozřejmě **také živiny** (koncentrace, poměry, limitace prvky, formy živin atd.)

Způsoby hodnocení trofie dle:

- 1. Zvýšené nabídky živin, (**koncentrace N,P ve vodě**)
- 2. Hodnocení podle růstové odezvy *in vitro*, (trofický potenciál- **laboratorní biotesty**)
- 3. Hodnocení podle **in situ zvýšené koncentrace biomasy fototrofů**, (reálná koncentrace v přírodě)
- 4. Hodnocení **podle změn v druhovém složení** (bioindikace)

Klíčové otázky výběru indikátorů:

- Bohaté seznamy indikátorů vs. 100-200 vybraných druhů
- Jen rozsivky vs. Všechny řasy fyto-bentosu
- Realita praxe: (použitelnost pro rutinní aplikaci)
 - Rychlost – čas, který lze věnovat odběru, zpracování a vyhodnocení 1 vzorku – vliv na preciznost, citlivost a validitu analýz

Výhody a nevýhody rozsivek

- Výhody:
 - Dobře poznatelné
 - Při výběru limitovaných počtů lze zaučit i více nových pracovníků
 - Vzorky lze skladovat a znovu určit – kontrola QA/QC, GLP..
- Nevýhody
 - Těžko poznatelné, zda před vypálením byly schránky živé, či mrtvé
 - Nejistota, zda společenstvo reagovalo na trofii, org. znečištění, salinitu, aciditu, toxicitu atd.
 - Široké ekologické valence – málo striktních indikátorů (38 TP

BIOINDIKACE TROFIE POMOCÍ ŘAS



ATLAS FYTOBENTOSU



Šejnohová L., Veselá J., Marvan P., Kozáková M., Heteša J., Geriš R. & Maršálek B.

[Sinice
\(Cyanophyta\)](#)

[Ruduchy
\(Rhodophyta\)](#)

[Rozsivky
\(Bacillariophyta\)](#)

[Zelené řasy
\(Chlorophyta\)](#)

[Charophyta
\(vč. spájivek\)](#)

[Ostatní
skupiny](#)

[Domů](#)

Komu je Atlas fyto bentosu určen

[Návod k používání](#)

[Seznam druhů](#)

[Důležité znaky při určování](#)

[Penátní rozsivky - základy morfologie](#)

[Hodnocení ekologického stavu toku v ČR a EU](#)

[Metodika odběru a zpracování vzorku](#)

[Termíny](#)

[Determinační kurzy BU AV ČR v.v.i.](#)

[Zkratky, vysvětlivky](#)

[Doporučená literatura](#)

[Poděkování, Citace](#)

[Autoři](#)

Komu je Atlas fyto bentosu určen

Atlas fyto bentosu **doporučujeme všem**, kteří se chtějí naučit **základy poznávání nárostových sinic a řas**. Protože využíváme názorných fotografií a interaktivních odkliků, lze ho využít prakticky kdekoliv, jak na univerzitách při výuce, tak i při rutinním užití v praxi na podnicích povodí, zdravotních ústavech, v laboratořích vodárenských společností apod.

[nahoru](#)

Návod k používání atlasu

Před vlastním použitím atlasu je nutné aby čtenář:

- **dokázal** určit skupinu (sinice, rozsivka, zelená řasa apod.), do které pozorovaný objekt patří, a tak dobře zvolil odkaz v řádku pod hlavní lištou na různé taxonomické skupiny. Pro seznámení se základy určování jednotlivých skupin doporučujeme webové stránky Jihočeské Univerzity www.sinicearasy.cz nebo jakákoliv skripta algologie (např. Kalina, 1996). Pro Vaše ujištění, zda se opravdu jedná o objekt z dané skupiny jsme na úvod každé strany vložili stručnou charakteristiku celé skupiny.

- **prostudoval** oddíl "Důležité znaky při určování" a "Penátní rozsivky - základy morfologie".

Jak rychle atlas používat (nechce se mi číst kupa textu níže):

Otevřete si v novém okně/záložce dvě stálá okna (bod 1. a 2) a jedno proklikávací okno (bod 3.)

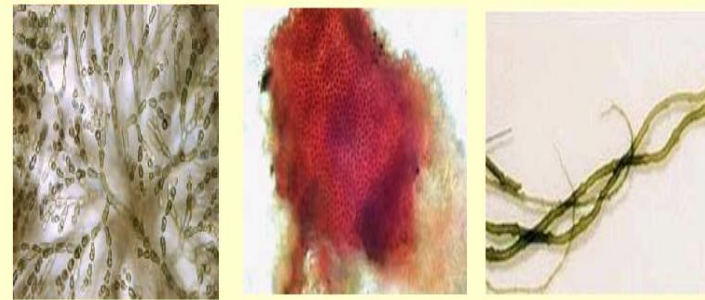
Ruduchy

Stručná charakteristika ruduch:

- stélka mnohobuněčná, méně jednobuněčná
- mnohobuněčná stélka vysoce organizovaná, větvená, podobná vyšším rostlinám
- typická asimilační barviva (výsledná červená nebo olivově hnědá barva je dána barvivem fykoerytrinem a karotenoidy)
- pohlavní rozmnožování - jeho orgány k se používají se při určování druhu
- málo sladkovodních zástupců
- více informací na webu [Sinice a řasy](#)

Systematika ruduch:

- říše: rostliny (Plantae)
- oddělení: Ruduchy (Rhodophyta)
- pro detailní určování více druhů doporučujeme následující soubor [Lederer, Lhotský \(2001\)](#)



Batrachospermum

Hildebrandia

Lemanea

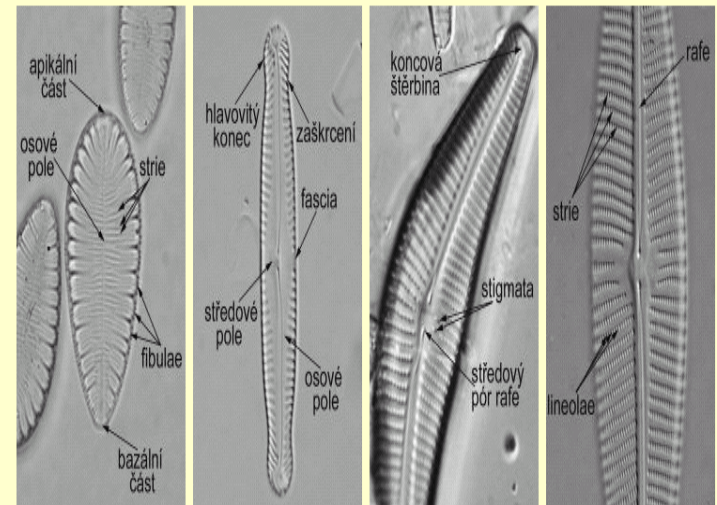
Důležité znaky při určování

Při určování "neznámého objektu" je nutné obecně se zaměřit na:

- rozměry (šířku, délku - případně jejich poměr);
- typ stélky a její tvar (kokální, vlákna nevětvená-větvená, sifonální);
- přítomnost, tvar a struktura schránky;
- forma buněčné stěny - všimati si tloušťky, tvorby H-kusů, pancíře, slizu;
- přítomnost a tvar chloroplastu příp. typ pyrenoidu;
- typ rozmnožování;
- zakončení vláken a přítomnost pochev;
- typ barviv.

Znaky, na které byste se měli soustředit v rámci konkrétní taxonomické skupiny jsou vypsány vždy v úvodu stran jim věnovaných.

U rozsivek - na vzorových fotografiích jsou šipkami znázorněny důležité morfologické znaky, které je nutné při určování zaznamenávat (vysvětlení terminů je níže v tabulce [Penátní rozsivky - základy morfologie](#)).



Batrachospermum sp.

druh: *Batrachospermum moniliforme*; *Batrachospermum vagum*

Ekologie:

- biotop: epipelon, rychle tekoucí vody
- trofie oligo
- saprobita: oligo
- pH: 7 a níže



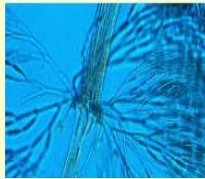
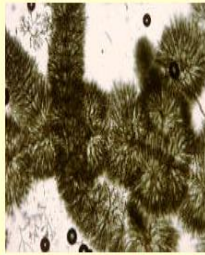
Rozměry:

stélka dorůstá do délky až 20cm



Stručná charakteristika:

- stélka makroskopická, trsovitá, centrální vlákno je nápadně hrubší
- vedlejší vlákna vyrůstají v pravidelných přeslenech



Didymosphenia geminata

literatura: MK, SR, SWF: *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt

Domů

Ekologie:

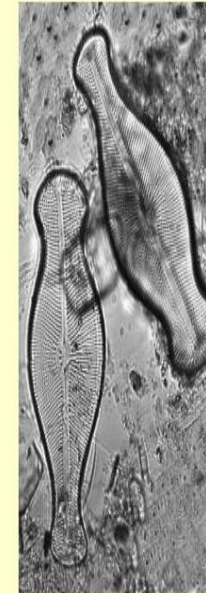
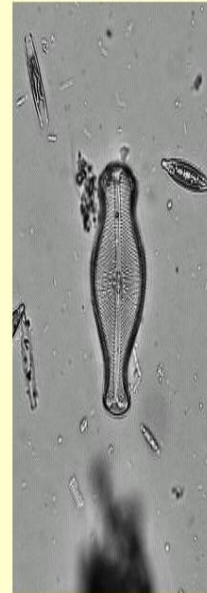
- biotop: epiliton, na větvených slizových stopkách
- trofie/saprobita: oligotrofní / -
- pH: -
- salinita: nižší až vyšší

Rozměry:

délka: 60-140 μm
šířka: 25-43 μm
strie: 8-10/10 μm
stigma: 2-5

Stručná charakteristika:

- heteropolární; oba konce schráněk široce hlavovité; strie zřetelně tečkované; více než jedno stigma při jedné straně středového pole



Záměny:

Gomphonema truncatum (meso-eutrofní, mesosaprobni, alkalifilní, vyšší salinita, 13-75, 7-17, 9-12/10)

menší schránky, pouze jedno stigma

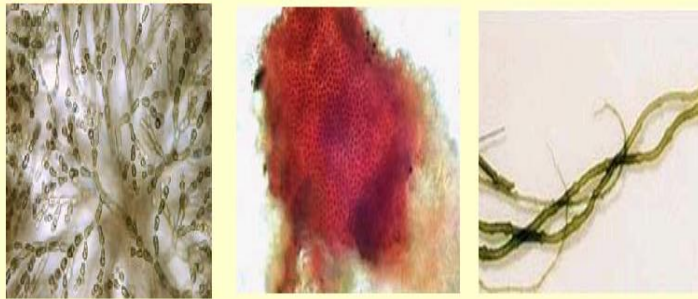
Ruduchy

Stručná charakteristika ruduch:

- stélka mnohobuněčná, méně jednobuněčná
- mnohobuněčná stélka vysoce organizovaná, větvená, podobná vyšším rostlinám
- typická asimilační barviva (výsledná červená nebo olivově hnědá barva je dána barvivem fykoerytrinem a karotenoidy)
- pohlavní rozmnožování - jeho orgány k se používají se při určování druhu
- málo sladkovodních zástupců
- více informací na webu [Sinice a řasy](#)

Systematika ruduch:

- říše: rostliny (Plantae)
- oddělení: Ruduchy (Rhodophyta)
- pro detailní určování více druhů doporučujeme následující soubor [Lederer, Lhotský \(2001\)](#)



Batrachospermum

Hildebrandia

Lemanea

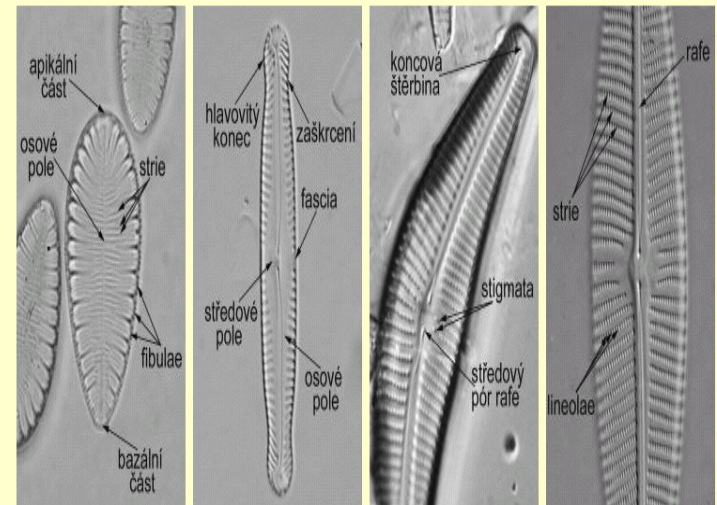
Důležité znaky při určování

Při určování "neznámého objektu" je nutné obecně se zaměřit na:

- rozměry (šířku, délku - případně jejich poměr);
- typ stélky a její tvar (kokální, vlákna nevětvená-větvená, sifonální);
- přítomnost, tvar a struktura schránky;
- forma buněčné stěny - všimati si tloušťky, tvorby H-kusů, pancíře, slizu;
- přítomnost a tvar chloroplastu příp. typ pyrenoidu;
- typ rozmnožování;
- zakončení vláken a přítomnost pochev;
- typ barviv.

Znaky, na které byste se měli soustředit v rámci konkrétní taxonomické skupiny jsou vypsány vždy v úvodu stran jim věnovaných.

U rozsvěků - na vzorových fotografiích jsou šipkami znázorněny důležité morfologické znaky, které je nutné při určování zaznamenávat (vysvětlení terminů je níže v tabulce [Penátní rozsvěky - základy morfologie](#)).



Batrachospermum sp.

druh: *Batrachospermum moniliforme*; *Batrachospermum vagum*

Ekologie:

- biotop: epipelon, rychle tekoucí vody
- trofie oligo
- saprobita: oligo
- pH: 7 a níže



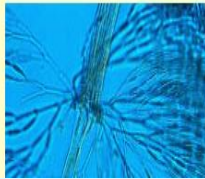
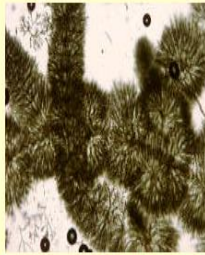
Rozměry:

stélka dorůstá do délky až 20cm



Stručná charakteristika:

- stélka makroskopická, trsovitá, centrální vlákno je nápadně hrubší
- vedlejší vlákna vyrůstají v pravidelných přeslenech



Didymosphenia geminata

literatura: MK, SR, SWF: *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt

Domů

Ekologie:

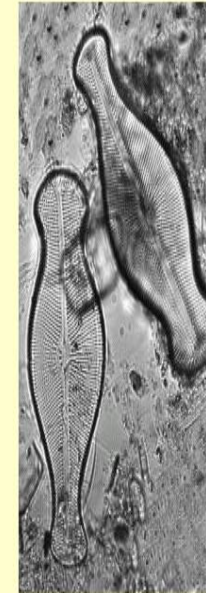
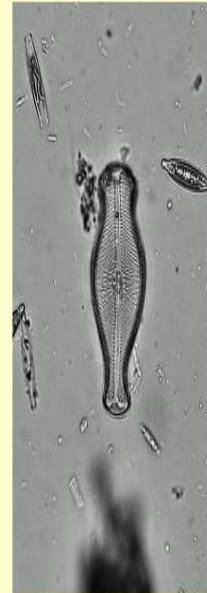
- biotop: epiliton, na větvených slizových stopkách
- trofie/saprobita: oligotrofní / -
- pH: -
- salinita: nižší až vyšší

Rozměry:

délka: 60-140 μm
šířka: 25-43 μm
strie: 8-10/10 μm
stigma: 2-5

Stručná charakteristika:

- heteropolární; oba konce schráněk široce hlavovité; strie zřetelně tečkované; více než jedno stigma při jedné straně středového pole



Záměny:

Gomphonema truncatum (meso-eutrofní, mesosaprobni, alkalifilní, vyšší salinita, 13-75, 7-17, 9-12/10)

menší schránky, pouze jedno stigma

Hodnocení trofického stavu lokality

- Saprobity vs. Trofie
- WFD a Hodnocení stavu lokality
- Indexy a vyhodnocení pomocí OMNIDIA
- Kombinace bioindikací s kvantifikací realizované biomasy fyto-bentosu
 - Benthofluor sonda
 - Variabilita
 - Reprodukovatelnost

Table 7. Algal bioindicators for trophic levels (from Kümmerlin, 1990). Species which are common but have no indicative value are listed under 'eutraphent'.

Trophic level	Algal group	Algal species
Oligotrophic	Bacillariophyceae	<i>Cyclotella bodanica</i>
	Chrysophyceae	<i>Chromulina erkensis</i>
		<i>Chromulina rosanoffii</i>
	Xanthophyceae	<i>Istmochloron trispinatum</i>
	Cryptophyceae	<i>Cryptomonas obovata</i>
Oligo-mesotrophic	Cyanophyceae	<i>Microcystis wesenbergii</i>
	Cryptophyceae	<i>Cryptaulax vulgaris</i>
Mesotrophic	Bacillariophyceae	<i>Tabellaria fenestrata</i>
Eutrophic	Cyanophyceae	<i>Microcystis aeruginosa</i>
		<i>Aphanizomenon flos-aqae</i>
		<i>Anabaena planctonica</i>
	Bacillariophyceae	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>
		<i>St. astrea</i>
		<i>St. binderanus</i>
Conjugatophyceae	<i>Mougeotia thylespora</i>	
Eutraphent (euryök)	Bacillariophyceae	<i>Asterionella formosa</i>
		<i>Cyclotella radiosa</i>
	Dinophyceae	<i>Ceratium hirundinella</i>
	Cryptophyceae	<i>Rhodomonas minuta</i>
		<i>Cryptomonas ovata</i>

Table 2. Parameters for the trophic characterization of rivers and lakes (modified from Felföldy, 1987).

Trophic level	Algal abundance [10 ⁶ cells l ⁻¹]	Chlorophyll-a [μg l ⁻¹]	Primary production [mg C m ⁻² d ⁻¹]	Primary production [g C m ⁻² a ⁻¹]
1 Ultra-oligotrophic	<0.01	<1	<5β	<10
2 Oligotrophic	0.01–0.05	1–3	50–125	10–25
3 Oligo-mesotrophic	0.05–0.1	3–10	125–250	25–50
4 Mesotrophic	0.1–0.5	10–20	250–500	50–100
5 Meso-eutrophic	0.5–1.0	20–50	500–900	100–175
6 Eutrophic	1–10	50–100	900–1,500	175–300
7 Eu-polytrophic	10–100	100–200	1,500–2,500	300–500
8 Polytrophic	100–500	200–800	2,500–4,000	500–800
9 Hypertrophic	>500	>800	> 4,000	>800

Table 8. Concentrations of total phosphorus (TP) for the trophic categories as defined by Schönfelder (1997).

Trophic status	Range of TP [$\mu\text{g l}^{-1}$]
Ultraoligotrophic	<4.3
Ultra- to oligotrophic	4.3–7.0
Oligotrophic	7.0–11.6
Oligo- to mesotrophic	11.6–19.1
Mesotrophic	19.1–31.5
Meso- to eutrophic	31.5–51.9
Eutrophic	51.9–85.6
Eu- to polytrophic	85.6–141.2
Polytrophic	141.2–232.8
Poly- to hypertrophic	232.8–383.8
Hypertrophic	>383.8

Další otázky:

- Expoziční substráty vs. klasické podklady
 - Výhody:
 - přesně známá expozice,
 - využitelné i pro další analýzy,
 - možnost výběru optimálního místa- referenční lokality!
 - Nevýhody –
 - možná selektivita,
 - nutnost jet 2x na lokalitu...

Závěr

- Bioindikace pomocí fytobentosu jsou užitečné, ale je nutné znát limitace metod odběru, analýzy a vyhodnocení !!!
- Společenstvo nereaguje pouze na trofii!
- Pro interpretaci je vhodné se opírat o další informace (chemické analýzy, hydrologie, realizovaná trofie in situ...)
- Je čas srovnávat výsledky různých systémů a propojit interpretace na mezinárodní úrovni!