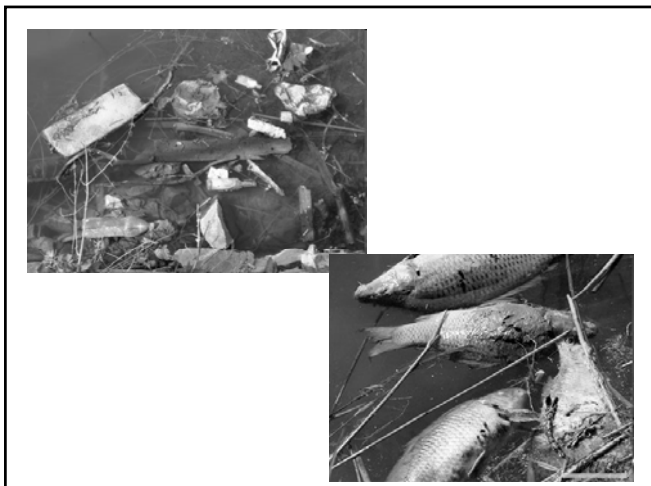


Metody biomonitoringu a bioindikace vodního prostředí

Nežádoucích důsledky lidské činnosti ve volných vodách lze shrnout:

- 1) Zhoršení přímo kvality vody (chemické, fyzikální, biologické), někdy označované nepřesně jako znečišťování
 - plošné x bodové
 - havarijní x dlouhodobé
- 2) Stavební úpravy (opevnění koryta, zatrubnění, toku, jezy...)
- 3) změny průtokového režimu vody (odčerpání - továrny, závlahy, regulace pod jezy, i zvýšení stavu)



- Regulacemi dochází
 - k zkrácení břehové partie
 - k redukci ekologické rozmanitosti
 - k zmenšení vodní plochy což vede ke snížení produktivity vodního prostředí
- dále
 - k zrychlení odtoku a snížení celkového objemu vody
 - k vzniku deficitních vodních stavů s minimálními průtoky
 - k vysoke kulminaci povodňových vln pod regulovanými úseky
 - k snížení samočisticí schopnosti vody
 - k likvidaci břehových porostů a zániku zaplavovaných území významných pro reprodukci ryb
 - k destrukci původní ichtyofauny

Degradace toku vlivem MVE



Derivační MVE na Suedě způsobila v podjezí degradaci toku

Bioindikace

sledování ukazatelů podmínek prostředí
na základě druhového složení
společenstva

ukazatelé jsou veškeré faktory prostředí
(dány fyzikálními, chemickými i
biotickými prvky), které jej ovlivňují

Bioindikátor:

Každý organismus má určité nároky na životní prostředí,
žije a rozmnožuje se pouze tam, kde má vhodné
podmínky

Jestliže tyto podmínky přibližně známe, můžeme podle
nálezu takových organismů usuzovat na vlastnosti
prostředí

(u vodních využití v posuzování kvality vody)

indikace

negativní - citlivé druhy se nevyskytují, i když bychom je
očekávali

pozitivní – organismus indikuje určitou specifickou
vlastnost

Je třeba znát bionomii (nehledat vodní larvy, když v období
pouze imaga)

Obecně je bioindikace zvládnuta u rostlin

- vzhledem k určitému prvku, např. vápnomilné...
- bonitě půdy
- vodnímu režimu
- salinitě
atp.

Využití v geologii (ložiska nerostných
surovin)

U živočichů problém pohybu a náhodného
výskytu

pomalou se pohybující - měkkýši

➤ Biomonitoring (definice environmentalistika)

- Zkoumá jaký účinek má souhrn škodlivin na
živé organismy – (rostliny a živočichy)
- využívá, že reagují citlivěji na rostoucí zátěž
dříve odhad než se začne projevovat u člověka

➤ získané údaje tak umožňují spolehlivěji
usuzovat na míru přijatelnosti místních
podmínek i pro lidský organismus

- S bio či ekoindikátory se někdy zaměňují:
sentinelové organismy - ty se využívají v
biomonitoringu jako **bioakumulativní
indikátory**, které kumulují ve svém těle
polutanty z prostředí (těžké kovy, PCB...)
- Analýza tkání sentinelových organismů umožňuje
odhad polutantu v prostředí
- Ideální sentinelový organismus vykazuje především
dvě vlastnosti
 - 1. Musí existovat korelace mezi obsahem polutantu v těle
organismu a v prostředí
 - 2. Organismy musí snášet i maximální koncentrace
polutantu v prostředí a rozmnožovat se za těchto podmínek
- **pasivní (sběr a analýza) x aktivní**
- **Biomarker** - navozená změna v buněčných
strukturách nebo biochemických funkcích,
která je měřitelná.

➤ Při biodiagnostice se v zásadě využívají
dva přístupy sledování

- časově limitovaný, intenzivní program měření a
hodnocení kvality prostředí pro specifické účely
- průběžná, specifická měření, pozorování a
hodnocení pro potřeby managementu životního
prostředí (na změny třeba rychle reagovat)

Biomonitoring - sledování a hodnocení kvality vody pomocí biologických charakteristik

- je dlouhodobé standardizované měření, pozorování a hodnocení životního prostředí s cílem definovat současný stav a trendy
- bývá organizován na rutinní bázi s dobře definovaným souborem sledovaných proměnných a standardizovanou metodikou
- kontrolní místa a frekvence odběru jsou fixní; hodnocení výsledků je standardizováno a jejich prezentace musí být ve schválené podobě

Bezobratlí - bentos biomonitoring znečištění

Výhody využití bezobratlých pro monitoring znečištění

- velká druhová pestrost a početnost prakticky ve všech sladkovodních biotopech
- relativní stálost (výskyt odráží podmínky míst odchytu)
 - ryba odplave...
- životní cyklus většiny delší než 6 měsíců, poskytují přehled o průběžných, nejen okamžitých podmínkách, proto odráží široké spektrum působících vlivů
- Kvalitativní vzorkování na úrovni čeledi je relativně jednoduché, nenákladné a poskytuje dobré informace o kvalitě vody, větší omezení má pro posouzení z hlediska přirozeného vývoje
 - u mnoha druhů jsou prozkoumané reakce na určité stresory, různí živočišné známy různé reakce k různým stresorům

Nevýhody:

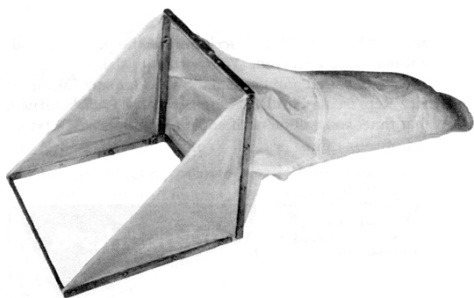
- obtížné rozlišit mezi vlivem znečištění a vlivem environmentálních faktorů - bentičtí bezobratlí reagují na malé změny ve velikosti a textuře substrátu a obsahu organických látek
- výsledky mohou sezónně kolísat vlivem životního cyklu
- vysoká prostorová heterogenita vyžaduje opakované vzorkování

Metody vzorkování

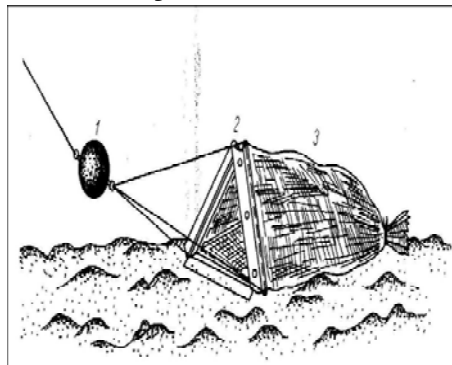
- Doporučené metody vzorkování v mělké vodě (kvantitativní metody jsou použitelné i pro kvalitativní výzkumy)

Proud	typ substrátu	Kvalitativní průzkumy	Kvantitativní průzkumy
rychlý	balvany, velké kameny	obracení kamenů proti proudu ruční sítí	ohrádka nebo Surrberův vzorkovač (pokud může být správně umístěn)
mírný	štěrky	umělé substráty, kopání a ruční sítí	ohrádka nebo Surrberův vzorkovač, podle hloubky i pneumatický odsávač
pomalý	štěrky-písek	lžicové sběrače, drapáky, bagry a vlečné sítě	válcové vzorkovače, bagry, drapáky, vlečné sítě, dle hloubky i pneumatický odsávač
velmi pomalý	písek-bahno	lžicové sběrače, drapáky, bagry a vlečné sítě	sondy, dle hloubky i pneumatický odsávač

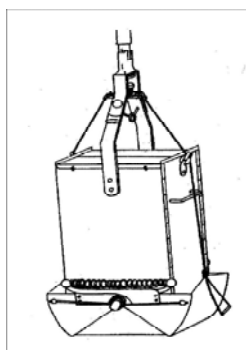
Surrberův vzorkovač na potoční bentos



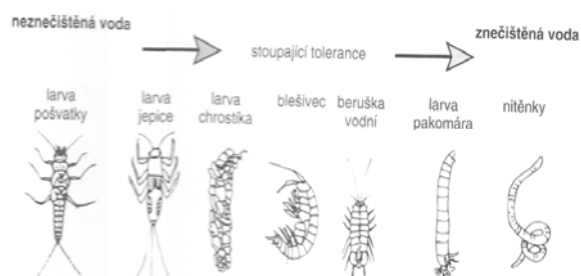
Vlečná dredge na kvalitativní lov bentických živočichů



Lenzův drapák



Tolerance bezobratlých k organickému znečištění



Obr. 1
Rozdíly v toleranci k organickému znečištění různých skupin bezobratlých

Systémy monitoringu VP

Systém BMWP používaný v Anglii biological monitoring working party (bodovací systém biologického monitoringu)

u nás nepoužíván

Sít', 3 min

Velmi orientační, rychlé hodnocení

Čím vyšší skóre, tím vyšší kvalita vody

Počítá se průměr

Tab. 4 Zlepšený BMWP bodovací systém

SKUPINA	CELED	BODY
jepice	<i>Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Ephemerellidae, Potamanthidae, Ephemeridae</i>	10
pošvatky	<i>Thraupeterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae</i>	10
ploštice chrostici	<i>Aphelochetridae, Phryganeidae, Molanoidae, Beracidae, Odonoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostrimatidae</i>	10
rači vážky	<i>Astacidae, Lestidae, Agrilidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshmidae, Cordulidae, Libellulidae</i>	8
jepice pošvatky chrostici	<i>Cnecidae, Nemouridae, Rhyncoptilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae</i>	7
přízi chrostici mlži různonožci motýlce a šídělka	<i>Neritidae, Vivicaridae, Ancylidae, Hydrophilidae, Unionidae, Corophiidae, Gammaridae, Platycnemidae, Coenagruidae</i>	6
ploštice brouci	<i>Mesocedidae, Hydrometridae, Gerridae, Nelyidae, Naucoridae, Nisodectidae, Pleidae, Corixidae, Halplidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrophilidae, Clambidae, Helodidae, Dryopidae, Elmidae, Chrysomelidae, Carabonidae</i>	5
chrostici třípřice, mouchičky plůtěnky	<i>Hydroscaphidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae</i>	5
jepice střechatky pijavky	<i>Boetidae, Sialidae, Piscicolidae</i>	4
přízi okružanky pijavky slůpčonožci	<i>Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Sphaeriidae, Glossiphoniidae, Hirudinidae, Erpobdellidae, Asellidae</i>	3
pakomáři mlčostětinatci	<i>Chironomidae, Oligochaeta (celá třída)</i>	2

BMWP score	Category	Interpretation
0-10	Very poor	Heavily polluted
11-40	Poor	Polluted or impacted
41-70	Moderate	Moderately impacted
71-100	Good	Clean but slightly impacted
>100	Very good	Unpolluted, unimpacted

Predikční systémy

- jsou využívány ke zjištění očekávaného (cílového) společenstva makrozoobentosu konkrétní hodnocené lokality na základě údajů z referenčních lokalit uložených v podkladové databázi
- Podkladové údaje se týkají složení bentických společenstev a a hodnot abiotických proměnných vodního prostředí (průtok, hloubka, substrát atd..).
- S tímto očekávaným společenstvem je pak srovnána hodnocená lokalita
- Srovnání se provádí např. pomocí indexů podobnosti

RIVPACS (1977, VB)

River Invertebrate Prediction and Classification System
se používá ke zkoumání vlivu úprav řek, organického znečištění a fyzikálního narušení toku (u nás nepoužíván)

- Systém jako proměnné dává fyzikální i chemické i biologické parametry
- Konfrontuje očekávaný stav s realitou

Příklady proměnných životního prostředí užívaných pro RIVPACS

- šířka vodního toku
- hloubka toku
- nadmořská výška
- vzdálenost od pramene
- složení substrátu
- průtok
- spád
- alkalita

Možnosti metody RIVPACS pro hodnocení kvality lokalit tekoucích vod podle makrobentosu

- Srovnání předpokládaných a skutečně nalezených taxonů.
 - Kde druhy nebo čeledi neočekávaně chybí, nebo jsou naopak přítomny, lze usuzovat přítomnost tlaku prostředí
- Očekávané a pak zjištěné biologické parametry, bodovou hodnotu BMWP, počet bodovaných taxonů a ASPT lze srovnat s předpokládanými hodnotami pro podobná, dosud nedotčená místa
- Parametry uvedené v předchozím bodě je možno využít ke zjištění Indexu kvality životního prostředí (EQI)
- Hodnoty EQI lze rozčlenit do různých skupin podle celkového klasifikačního systému. To může být užitečné pro prezentaci celostátních statist. údajů, ale vzhledem ke ztátě informací s tím spojené je postup nevhodný pro specificky zaměřené průzkumy tek.
- komplexní přístup, který se jeví velmi vhodným nástrojem pro aplikaci v managementu ochrany přírody

Systém PERLA

- **Také v ČR je používán systém porovnávající neovlivněný či málo narušený tok se skutečným současným stavem**
- **Na základě tohoto porovnání lze usuzovat jaké negativní vlivy na lokalitě působí a v jaké míře**
- **Systém vychází ze stejných principů jako RIVPACS. Přímé převzetí ale není možné pro vysokou přírodní rozmanitost lokalit v ČR**
- <http://www.natur.cuni.cz/ecology/vyuka/tekouci-vody/11%20Hodnoceni%20spolecenstev.pdf>

Perla

- Systém (stejně jako RIVPACS) založen na predikci skladby společenstev makrozoobentosu na konkrétních lokalitách na základě proměnných prostředí a následném srovnání se společenstvem zjištěným na hodnocené lokalitě
- Aplikace tohoto systému v praxi vyžaduje vytvoření srovnávacího souboru dat z nezatížených (referenčních) lokalit v dané geografické oblasti
- je založen na databázi údajů o makrozoobentosu a proměnných prostředí z téměř 350 lokalit s minimálním antropogenním ovlivněním
- principy odpovídají Rámcové směrnici pro vodní hospodářství EU
- Umožňuje predikci složení tzv. cílového (referenčního) společenstva pro libovolnou lokalitu na základě zadání malého počtu proměnných prostředí

Schéma klíčových vodohospodářských prací

TECHNICKÉ ZÁSAHY	Hlavní účel činnosti	Místo činnosti / profily
1 odbahnění (odstranění nánosů) / bagrování	obnova kapacity koryta, snížení hladiny vody / podzemní vody	
2 změna podélného sklonu koryta / bagrování	zvětšení kapacity, snížení hladiny vody / podzemní vody	
3 změna příčného profilu	zvětšení kapacity / stabilizace eroze	
4 ohrázkování	ochrana území za hrází před povodňovými vodami	
5 nové trasování (přeložka koryta)	zvětšení kapacity; úspora nákladů na stavbu silnic, zvětšení plochy zemědělské půdy	
6 obtok	zvětšení kapacity koryta	
7 deflektory	stabilizace tvaru koryta	
8 opevnění	stabilizace tvaru břehů	

Schéma klíčových vodohospodářských prací 2

TECHNICKÉ ZÁSADY	HLAVNÍ ÚČEL ČINNOSTI	MÍSTO ČINNOSTI / PROFILY
9 jezy a stupně	regulace hladiny vody / utlumení energie a stabilizace koryta proti proudu	
10 pohyblivé jezy	regulace hladiny vody / průtoku	
11 retence	regulace průtoku	
12 kosení vodních rostlin	udržování kapacity koryta a hladiny vody	
13 kosení břehů	snížení drsnosti koryta (odpora proudění vody), udržení kapacity a zjednodušení prohlídek koryta	
14 péče o břehový porost	odstraňování překážek z proudu (v rámci údržby), zajištění stability stromů a břehů	

Negativní vlivy na bezobratlé

Vlivy vodohospodářských zásahů na bezobratlé vázané na tok a okrajové zóny (křížek znamená možný vliv)

POTENCIÁLNÍ VLIVY	ČINNOSTI		
	odstraňování vodních rostlin	práce v korytě	práce v břehové zóně
1. Polikování / odstranění části populace bezobratlých	X	X	X
2. Narušení společenstva a následkem zvýšeného dřívování vodních živočichů a zředění populací	X	X	X
3. Snížení pokrývnosti vodních a pobřežních rostlin vedoucí k rychlosti proudění, dále k dřívování živočichů a ke snížení hustoty populace	X	X	X
4. Ztráta míst vhodných pro vývoj hmyzu (např. rákosin)	X	X	X
5. Odstranění spávaných rostlin vedoucí ke zmenšení počtu bytelných bezobratlých	X	X	X
6. Destabilizace říčního dna a následná ztráta stabilních substrátů pro vodní bezobratlé	X	X	OO
7. Snížení diverzity stanovišť (likvidace peřejí, meandry, porostů vodních rostlin, odlapaní břehů) a následné ochuzení společenstev bezobratlých	X	X	X
8. Zvýšené zatížení suspendovanými látkami a kálem může ucpat lábevy, udušit vajíčka a snižovat vývojové stadia, nebo vyvolat snížení koncentrace kyslíku ve vodě	X	X	X
9. Snížení průtoku a následně i koncentrace kyslíku ve vodě		X	OO
10. Snížení zastínění v důsledku odstranění stromů atp. vedoucí k ztrátě množství světla potřebného pro fotosyntézu a růstu submerzní vegetace		X	X
11. Snížení potravní nabídky pro bezobratlé žijící v proudění i u břehů v důsledku odstranění břehové vegetace		X	X
12. Obchucení vody živinami, zanášení kálem a znečištění pevných i jako důsledek ochuzování okolních ploch a intenzifikace zemědělství		X	X
13. Ztráta vláknitých postranních stanovišť způsobená snížením hladiny podzemní vody a tímto snížením proveditelnosti a následně likvidace ocelých společenstev bezobratlých		X	X

Bioindikace

využití je dobře propracováno při studiu negativních vlivů činnosti člověka ve vodním prostředí (org. znečištění):

Kvalita (=jakost) vody

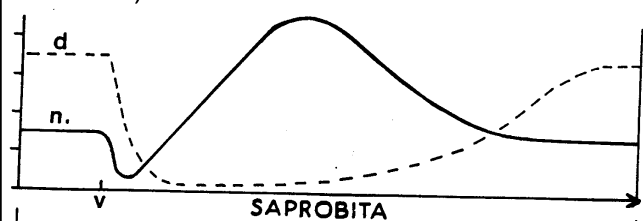
- Posuzování kvality vody
 - z biologického hlediska (znečištění)
 - z hlediska využitelnosti člověkem (jakost - pro využití ve vodárenství - pitná, k rekreaci...)
- Faktory ovlivňující kvalitu vody jsou zejména:

1) saprobita (organické znečištění)

- obsah organických látek, schopných biochemického rozkladu (vyjadřená jako BSK, méně přesně i jako CHSK)

různé stupně organického znečištění dávají vznik určitým biocenózám

(na úrovni: plankton, nekton ve volné vodě, neuston, pleuston na hladině, litorální vegetace včetně nárostů a bentos)



2) toxicita

- vliv jedovatých látek, které brzdí (inhibují) až zcela ničí vod. organismy

stupně toxicity přímo úměrné koncentraci toxických látek

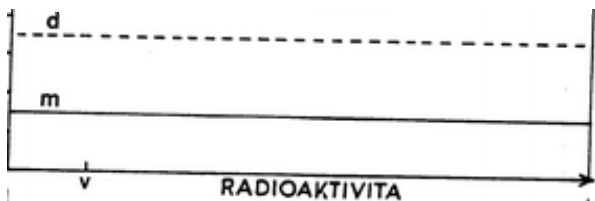
akutní a chronická toxicita, stanovení



3) radioaktivita

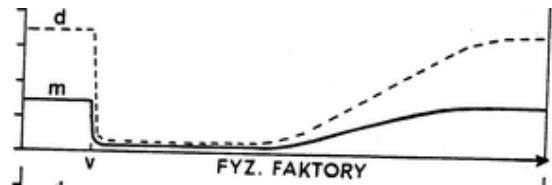
- vliv radionuklidů

vliv na nižší organismy (bakterie, prvoky, rostliny a bezobratlé živ. je podstatně menší než na obratlovce a člověka)



4) kryptosaprobita

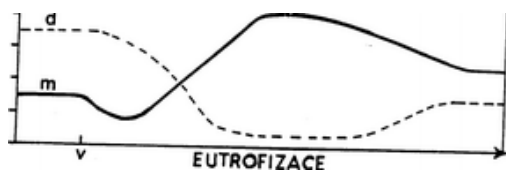
- voda fyzikálně pozměněná
mechanické faktory způsobené inertními materiály - prach (anorg. uhelný mouč) minerálními oleji, detergenty aj.
teplota (vysoká i nízká, oteplené vody z továren, ochlazení přehrady)



5) eutrofizace

- obohacování vody minerálními živinami (hlavně N, P) a následné negativní vlivy: rozbuzení vodního květu, vegetačního zbarvení vody, vláknitých řas, litorální vegetace se vznikem příchutí a pachů vody, případně i jedovatých sloučenin

(!Isaprobizace (odlišení) změna druhového složení, eutrofizace nárůst biomasy)



6) salinita (vliv zvýšené koncentrace soli ve vodě)

- zmenšení počtu druhů v biocenóze (diverzita), odpovídá slabě toxickému působení (brakické vody, mořské, důlní vody...)
- euryalainní, halofilní a halobiontní organismy

7) vliv pH

- hlavně **acidifikace** (pokles vlivem kyselých dešťů) podobný vliv jako toxicita

opačný proces **alkalizace**

specifické alkalifilní či acidofilní organismy (rašelinné vody)

Acidifikace:

- V Evropě jsou v současné době nejvíce postiženy skandinávské země. Např. ve Švédsku je z 85 000 jezer acidifikováno více jak 18 000. U nás jsou acidifikována jezera na Šumavě. Vysoké Tatry – asi 130 jezer projevuje známky acidifikace
- Evropská dešťová voda (bez antropického ovlivnění) má pH 5-6
- Oxidy S a N
 - spalování fosilních paliv (emise oxidu siřičitého a oxidů dusíku)
 - reagují s vodou, mění se na kyseliny a přetrvávají ve formě kapének

Acidifikace - fáze

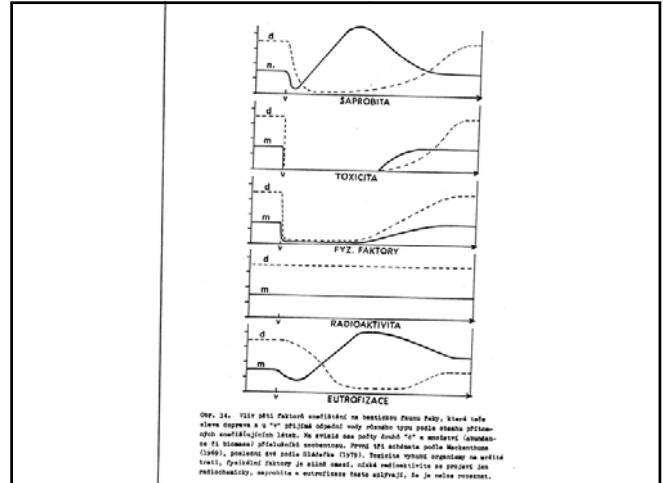
- 1) **nedochází k výraznému poklesu pH**
 - dáno vysokou pufrací kapacitou
 - nedochází k změnám ve složení biocenóz
- 2) **dochází k vysokým výkyvům pH během roku – i k pH 5,5**
 - při poklesu obsahu hydruhlčitanů – vyčerpán pufrací systém
 - někdy dochází k masovému hynutí ryb
- 3) **pH trvale na hodnotě kolem 4,5 a méně**
 - okyselením stoupá množství hliníkových iontů ve vodě
 - rozpuštěný hliník je silně toxický a vyvolává masové hynutí organismů
 - zvyšuje se průhlednost vody na 15-20 m
 - převládá malý počet živočichů a rostlin
 - Ryby často zcela zmizí
 - Daří se zde rašeliníku, který vytlačuje ostatní vegetaci a fixuje živiny

8) dosud nedefinované či neznámé faktory.... (odpady z nemocnic- paraziti-závlaha)

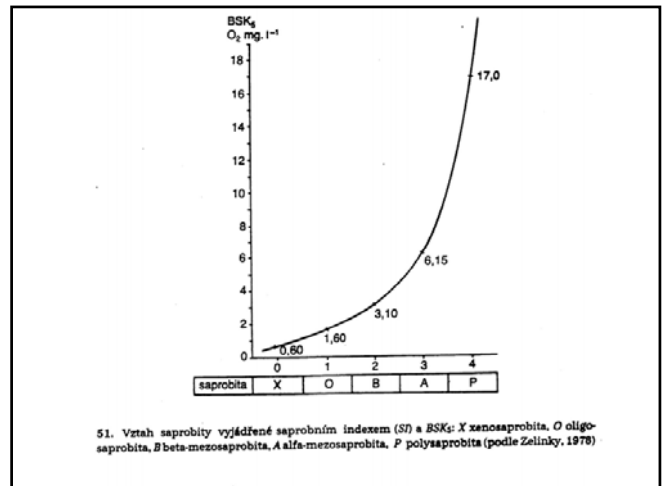
léky

EnDis – endocrine disruptors

mutagenita



- Nejlépe je bioindikace zvládnutá v případě hodnocení saprobity (organického znečištění):
- (zejména splašky domácností, odpady potravinářského průmyslu, cokoliv co podléhá biologickému rozkladu - hnití)
- - v minulosti znamenalo naprosto nejdůležitější prvek znečištění vod, a to i přesto, že jde o prvek dobře odbourávatelný v procesu **samočištění** (i poměrně silné bodové znečištění v toku po několika km mizí, lze usuzovat např. na zákl. ukazatele BSK)
- - v současnosti se zavedením čističek odp. vod (urychlen proces samočištění než se vypustí do prostředí - na biologických filtrech dochází k **mineralizaci** (do toku již odtéká rel. čistá voda) význam mizí a přesouvá se k ekotoxicitě...

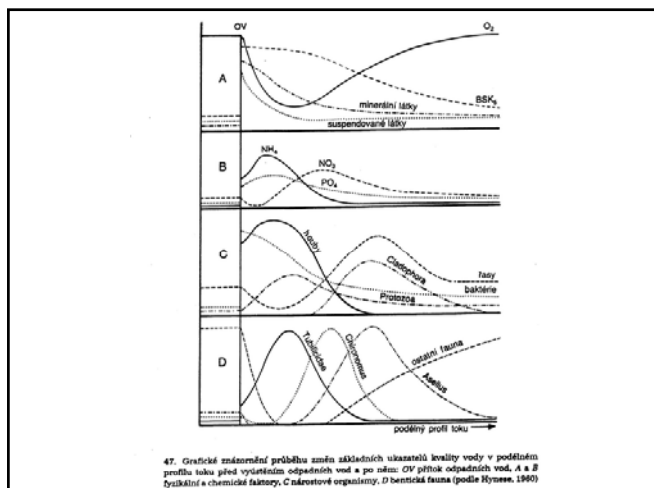


- samočištění: (chemické a biologické děje)
- mineralizace: rozklad org. látek v několika stupních (hnití...) až na anorg. I. a CO₂ a vodu.
(konečné produkty jsou následně využity producenty v tvorbě biomasy). Při tom významná spotřeba O₂

- 3 fáze samočištění
(polysaprobitní redukční, α mezosaprobitní-vyrovnané, β- mezosaprobitní (převl. oxidace)
rozkladné procesy vlivem destruentů (hlavně bakterie a houby), včetně vylučování exoenzymů do prostředí (mnoho pochodů jak aerobních tak anaerobních např. hnití, kvašení, kysání... věci mikrobiologie)

sukcesivní působení bakterií a jejich enzymů - metabiosa

prosté chemické pochody vzácné, kromě autolýzy (nepatrný proces), pouze při umělém čištění vod



- **Systém saprobii**
(def. Kolkwitz-Marsson)
- **Stupně saprobity:**

A. Katarobita: voda bez jakéhokoliv znečištění, nelze měřit BSK

podzemní voda, upravená pramenná na pitnou...

žádné oživení nebo jen málo - stygofilů a stygobiontů

B. Limnosaprobity: znečištěné podzemní vody a povrchové vody.

- znečištění nepatrné, střední až silné, vždy aerobní podmínky (v polys. aspoň mikroaerobní)

5 stupňů:

1. Xenosaprobity: pramenná voda, pramenné stružky a potůčky s nepatrným množstvím org. látek.

BSK₅ do 1 mg/l.
psychrofilních bakt. do 1000 j/ml, mesofilních 100 j/ml.
odpovídá pstruhovému pásmu
chladná, velmi málo oteplená oproti podzemní
výborná pro vodárenskou úpravu
indikátoři: ploštěnka *Crenobia alpina*, plž *Bythinella austriaca*, larvy proudomilek.

2. Oligosaprobity čisté vody pstruhového pásma, někdy lipanového, výjimečně zasahuje i do parmového

BSK₅ do 2,5 mg/l
psychrofil. tisíce/l, mezofil stovky/l
indikátoři: rozsivky, zel. řasa *Drapalnadia*, pstruzi, lipani, hlavatky, vranky

3. β-mesosaprobity mírně až středně znečištěná voda v běžných podmínkách maximální úroveň org. znečištění, které může voda bez lidské činnosti dosáhnout

BSK₅ do 5 mg/l
úživná voda s vysokou diverzitou a kvantitou
časté vegetační zabarvení, vodní květy, fytopl i přes 100 000/ml.
psychrofilů desetitisíce a mesofilů tisíce /ml.
ind. sinice vodního květu, ploštěnky, larvy vážek, spousta pelooček a copepod, ryby parmového i cejnového pásma
voda vhodně víc pro rekreaci než vodárenské využití.
senzorické vady, zápach a chuť
velká fotosyntetická činnost, k polednímu až 500 % nasycení, alkalizace, inkrustace CaCO₃

4. α - mesosaprobita voda silně znečištěná (vidět makroskopicky),

člověk se v ní již odmítá koupat, ale chytá v ní ještě ryby
rozklad množství org. látek, spotřeba kyslíku na 40% nasycení, i jen 2 mg/l

BSK₅ 5 -10 mg/l

psychrofilních bakt. statisíce, mezofilních desetitisíce/ml, koliformní i milion/l = (možnost patogenů tyf, salmonela, úplavice)

nálevníci, sinice, plísňe, bakterie, tolerantní kaprovité ryby, avšak spíše zaplouvají za potravou

běžně se tato voda nečistí, nechává se samočištění
čističky často do této fáze docházejí

často voda pod vyústěním splašků....

5. polysaprobita:

mikroaerobní, tak silně znečištěná voda, že může docházet k anoxii.

převaha však mikroaerobního prostředí do 20 % (10) nasycení. (O: 2 - 0,2 mg/l)

peřejnaté úseky prokysličený (pošvatky Perla- jinak tolerantní vůči OL) jezy pod celul.

na dně černé sírníkové bahno, sedimenty, nitěnky a jiní oligochaeti. psychrof. až miliony a mezofilu statisíce na ml, kolif. až 30 mil/l.

C. Eusaprobita:

jen málo zředěné nebo surové splaškové vody

4 stupně:

1. isosaprobita ciliátový st.,
2. metasaprobita = flagelátový, sirovodíkový st.,
3. hypersaprobita = bakteriový a mykofytový st.,
4. ultrasaprobita = abiotický st.)

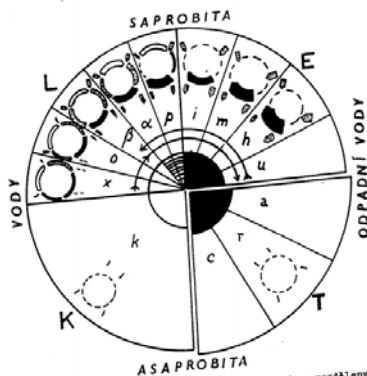
odpad. vody, anaerobie, hranice: 50 mg BSK₅, víc jak 20 mil./l kolif. bakt.

městské splašky - zahnilé městské spl. - vyhnívací rybníky cukrov., splašků, saprobionti - pouze spory, hypertonický r., kaly

metasaprobita může být i přírodní - tlející listí

Transsaprobita: vody vymykající se stupňům saprobity

- jedy: antisaprobita
- radioaktivní: radiosaprobita
- kryptosaprobita: fyzikálními faktory ovlivněná voda



Obr. 39. Kruhové schéma jakosti vody. Čtyři kvadranty jsou rozděleny na jednotlivé stupně. Vnitřní šipka značí progresivní (správně) sukcesí, vnější regresivní (sekundární) sukcesí. Stupně "a", "u", "m", "h", "c", "t" jsou nebo mohou být abiotické. Do osmi stupňů jsou zakreslena vnitřní metabolická schémata podle Casperse, viz dále v textu.

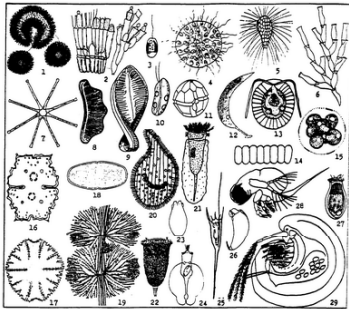
- Sukcese saprobních společenstev
- - sukcese = změna v čase v témže prostoru (zde i změna prostoru v témže vodě, ale dál od toku)
- posloupnost změn ve společenstvu
- 3 skupiny (producenti, konzumenti, destruenti)
- eutrofizace -> saprobizace (od alfa) (progresivní)
 - přirozený proces od pramene
- samočištění - (regresivní) = descenční, + rozklad
 - proces jdoucí proti saprobizaci
- sled procesů, organismy vytváří podmínky pro jiné, které následně osídí
- Klimaxem (kde oba procesy v rovnováze) dnes β -mezosaprobita, dřív oligosaprobita
- (v přírodě dnes voda nedojde v samočištění dál) ve vol. přírodě povrchových vod, jinak podzemí, filtry...

člověk svou činností urychluje proces saprobizace (OL)
děje samočištění: využívají čističky – urychlují tyto děje, než do přírody

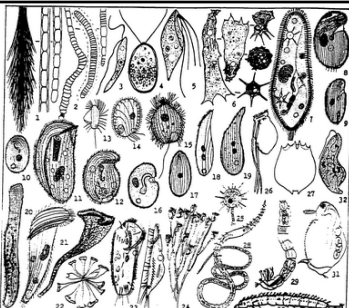
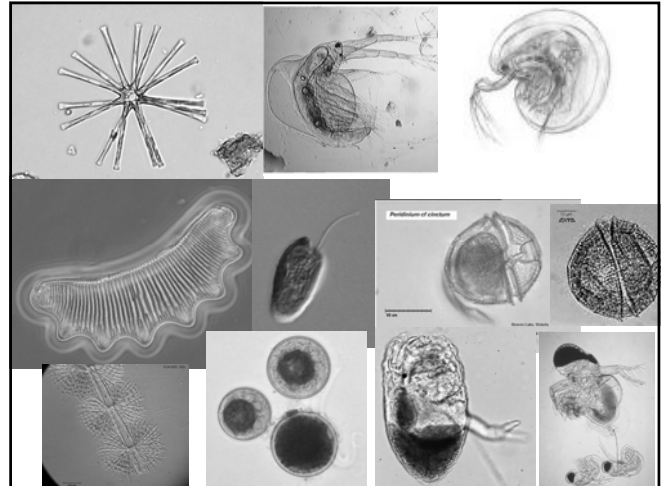
- Jedná se o biotický index
- dosud nejrozšířenější metoda hodnocení kvality vody u nás s důrazem na organické znečištění u nás (a střední Evropa)
- zahrnuje široké rozpětí taxonů a společenstev a je proto aplikovatelný na všechny typy potoků a řek a všechna společenstva
- je zaměřen pouze na hodnocení organického znečištění ale výskyt organismů je ovlivňován i jinými faktory, než je znečištění vody hnílnými látkami, které ovlivňují kyslíkový režim...
- je čistě empirický – a různé taxony v různých systémech mají jiný index



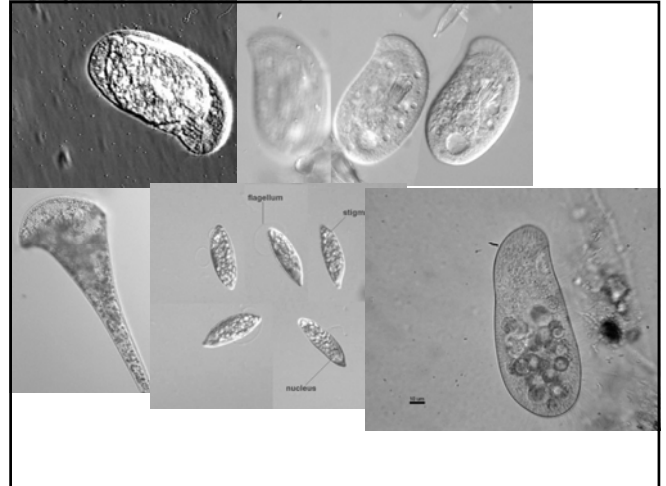
Obr. 47. Makroskopické bioindikátory: 1 - moucha lepkavá, 2 - rodule šarlatová, 3 - mach potměšilý (střední), 4 - výměň rodule buřáček (Callibaetis), 5 - larva jehňáky Toxica, 6 - larva šedého čího, 7 - larva šedého šedého, 8 - sčítáky larvy šedého čího, 9 - pláštěná čího, 10 - sčítáky čího, 11 - larva šedého čího, 12 - sčítáky čího, 13 - sčítáky čího, 14 - sčítáky čího, 15 - sčítáky čího, 16 - sčítáky čího, 17 - sčítáky čího, 18 - sčítáky čího, 19 - sčítáky čího, 20 - sčítáky čího, 21 - sčítáky čího, 22 - sčítáky čího, 23 - sčítáky čího.

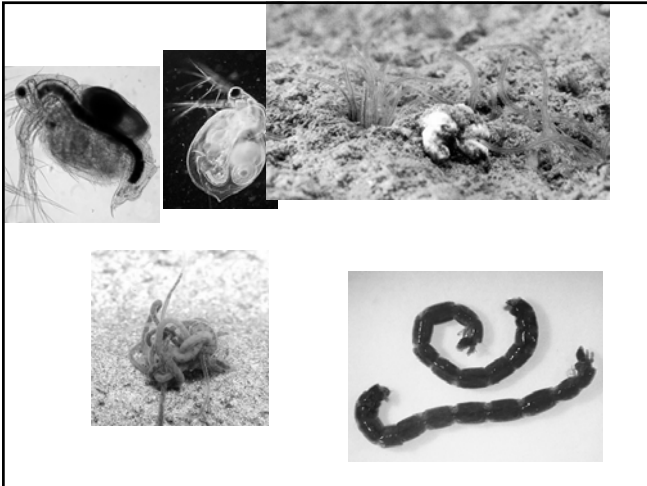


Obr. 37. Indikátory čistých vod: 1 - Gloeotricbia setosa (1,6), 2 - Chamaesiphon fuscus (0,5), 3 - Chromilia ovalis (1,3), 4 - Urdianopsis americana (1,4), 5 - Melicoceros caudata (1,2), 6 - Dismyopon senilis (1,9), 7 - Asterionella formosa (1,4), 8 - Buxtonia trispinosa (1,0), 9 - Buxtonia spinosa (0,8), 10 - Cryptomonas tetrapapillifera (1,3), 11 - Sphaerodinium cinctum (1,3), 12 - Chamaesiphon linearis (0,9), 13 - Kamestococcus planicollis (1,3), 14 - Glaucomonas linearis (1,3), 15 - Sphaerocysta astrotrachi (1,4), 16 - Buxtonia curvata (0,8), 17 - Microstetium papillifera (1,0), 18 - Penium silves-nigrum (0,7), 19 - Buxtonia montifera (0,6), 20 - Amphistoma trispinosa (1,3), 21 - Buxtonia trispinosa (1,4), 22 - Bipalpus hirsutus (1,2), 23 - Amphistoma fissa (1,2), 24 - Collotheca linearis (1,0), 25 - Melicoceros longispinus (1,2), 26 - Trichoceros vernalis (1,0), 27 - Chromaster ovalis (1,1), 28 - Polyporus petiolatus (1,3), 29 - Melicoceros gibberus (0,7). Obrázky nejsou v poměrné velikosti.

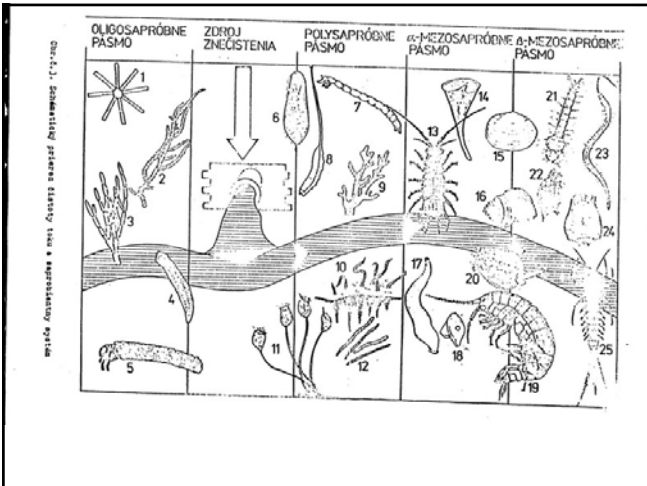


Obr. 38. Indikátory silně znečištěných vod: 1 - Sphaerostium setosa (1,4), 2 - Leptothrix minor (4,0), 3 - Bode angustus (1,3), 4 - Polyporus ovalis (0,0), 5 - Trichoceros dentatum (0,9), 6 - Buxtonia linearis (1,0), 7 - Paramecium caudatum (1,9), 8 - Colpidium colpoda (4,5), 9 - Colpidium campylum (4,4), 10 - Glaucomonas setitellata (4,3), 11 - Trichomonas (Colpidium) ovalis (2,9), 12 - Colpidium ovalis (2,0), 13 - Colpidium elongatum (2,5), 14 - Ctenostomum marginatum (2,8), 15 - Urdianopsis fissa (2,6), 16 - Buxtonia linearis (4,5), 17 - Tetrahymena pyriformis (4,5), 18 - Acanthamoeba castellanii (4,5), 19 - Amphistoma linearis (2,8), 20 - Spirostomum ambiguum (3,0), 21 - Metopus sp. (4,5), 22 - Stentor polygynus (2,2), 23 - Stylonychia mytilus (2,9), 24 - Glaucomonas polygynus (2,9), 25 - Podoprypsis fissa (1,1), 26 - Buxtonia linearis (2,3), 27 - Buxtonia linearis (2,3), 28 - Tubifex tubifex (1,7), 29 - Chironomus plumosus (1,9), 30 - Psychoda sp., larva (1,5), 31 - Melicoceros (1,0), 32 - Euglena pisciformis (1,8). Obrázky nejsou v poměrné velikosti.





Obr. 16. Horní polovina grafu 8.35. Na obvodu jsou vyznačeny vodní indikátory, zleva doprava: roztavka, zlatý bičíkovec, 3 chlorokokální zelené řasy, bezbarvý bičíkovec *Anthophysa vegetans*, nálevník *Colpidium colpoda*, nálevník *Metopus es*, 2 bezbarví bičíkoviči *Hexamitus* a *Polytoma*, bakterie *Sarcina paludosa*. V stupni "u" nejlíží žádné vegetativní formy šivota. V grafu jsou zkratky jednotlivých stupňů, hodnota saprobního indexu "S" pro střed každého stupně a křivky charakterizující saprobni sukcese: E - autotrofizace, Z - znečišťování (=saprobizace), R - rozklad a samočištění.

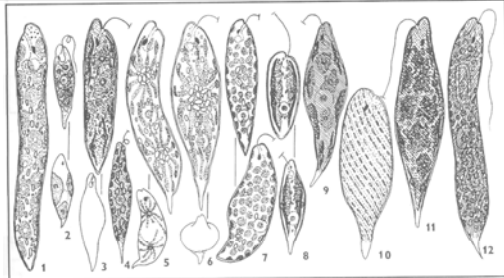


$\triangleright S = \sum s.h.i / \sum h.i$
 $\triangleright k - 1$
 $\triangleright x 0$
 $\triangleright o 1$
 $\triangleright \beta 2$
 $\triangleright \alpha 3$
 $\triangleright p 4$

\triangleright Nevýhoda, potřeba umět určit do druhu!

Příklad saprobni valence *Euglena acus*

Obr. 2. Saprobni valence křivočička *Euglena acus*
 (ENJARDIN, FEIBNER: a = 0, o = 2, b = 6, α = 2, p = 0, I = 3, S₁ = 2.0, V = body saprobni valence, f = indikační váha druhu, S = saprobni index, frectf = stupně saprobity)



Obr. 21. Sagrobní sukcesie vnitřní rodu Eoglema, 1. část.

C	Taxon	x	o	β	α	ρ	l	l	S
1.	ovata EHRENBERG	-	-	-	+	4	6	3	4,6
2.	trispinosa SKULLA	-	-	-	-	4	6	3	4,6
3.	gracilis KLEBS, bezbarvá forma	-	-	-	+	7	3	4	4,3
4.	spatiformis SKULLA	-	-	-	+	8	2	4	4,2
5.	paniculata (DUARON-SCHMITZ)	-	-	-	+	9	1	5	4,1
6.	ovata EHRENBERG	-	-	-	2	6	2	3	4,0
7.	proxima DANDEAHO	-	-	-	3	5	2	2	3,9
8.	agilis CARTER + pisciformis KLEBS	-	-	1	4	3	2	1	3,4
9.	caudata HÜBNER	-	-	2	5	3	-	2	3,1
10.	splendens DANDEAHO	-	-	2	6	-	-	4	2,8
11.	ovata KLEBS	-	-	4	6	-	-	3	2,6
12.	exserta SCHMIDA	-	-	5	5	-	-	3	2,5

Průz. - Průzřeh prvotních Růrahů Eoglem je schopno říti v asociacím prvotních, byl zde rečím počet sagrobních stupňů na test (přidáno úo-
sporně - 1)

Bioakumulační monitoring

➤ sentinelový organismus

- aktivní
- pasivní

Toxicita

- vliv jedovatých látek, které inhibují (brzdí vývoj) až zcela ničí vodní organismy
 - stupně toxicity přímo úměrné koncentraci toxických látek
- akutní (okamžitý vliv - zabíjí, mění chování)
chronická (dlouhodobý vliv na životaschopnost, reprodukci, růst)
stanovení pomocí testů toxicity

Monitoring pitné vody

➤ pstruzi, otevírání lastur mlžů