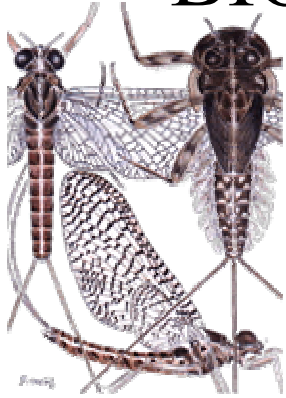


BIOMONITORING a BIOINDIKACE



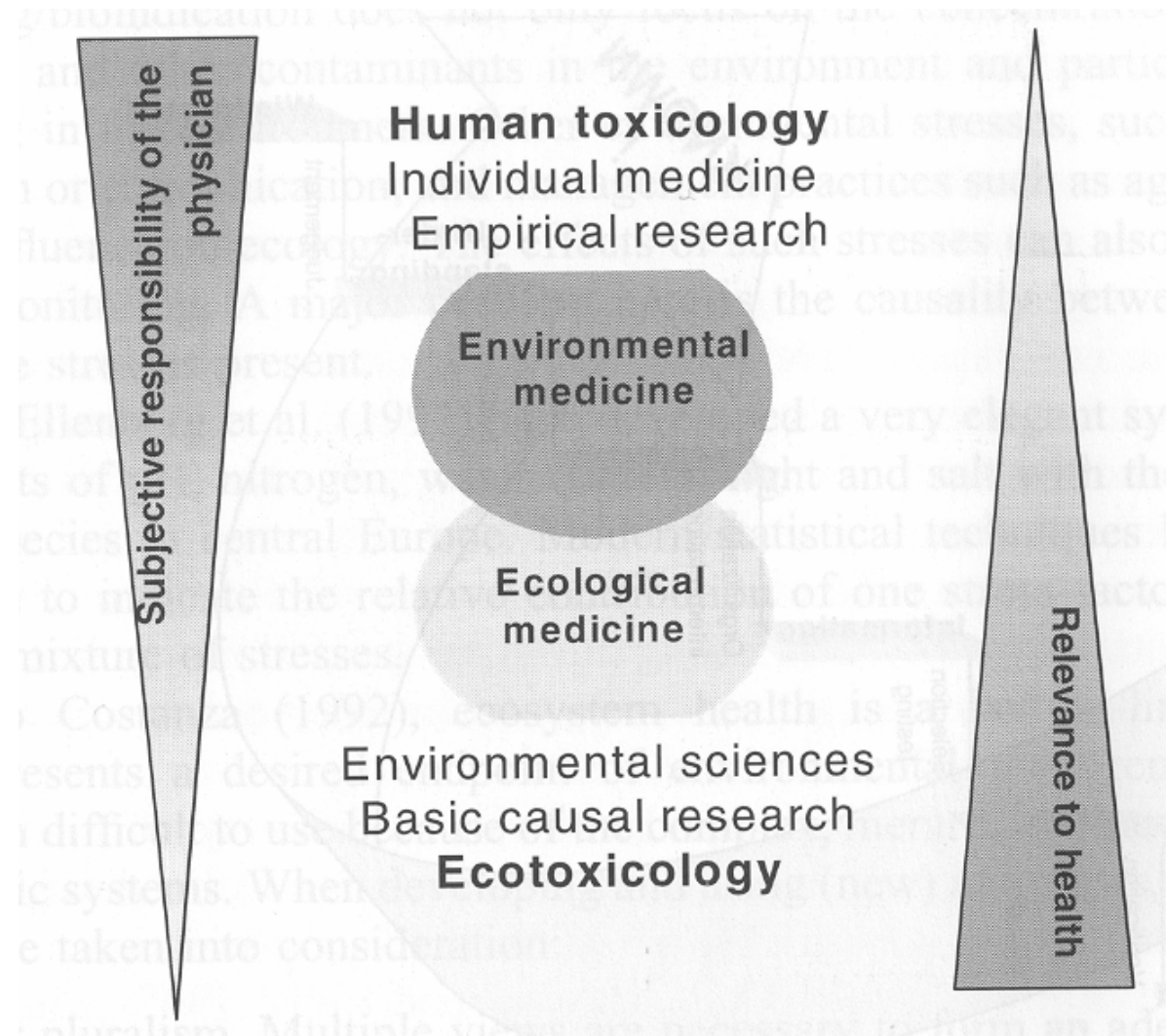
BM pro MU

Biologická indikace:

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

Bioindikace - pokračování

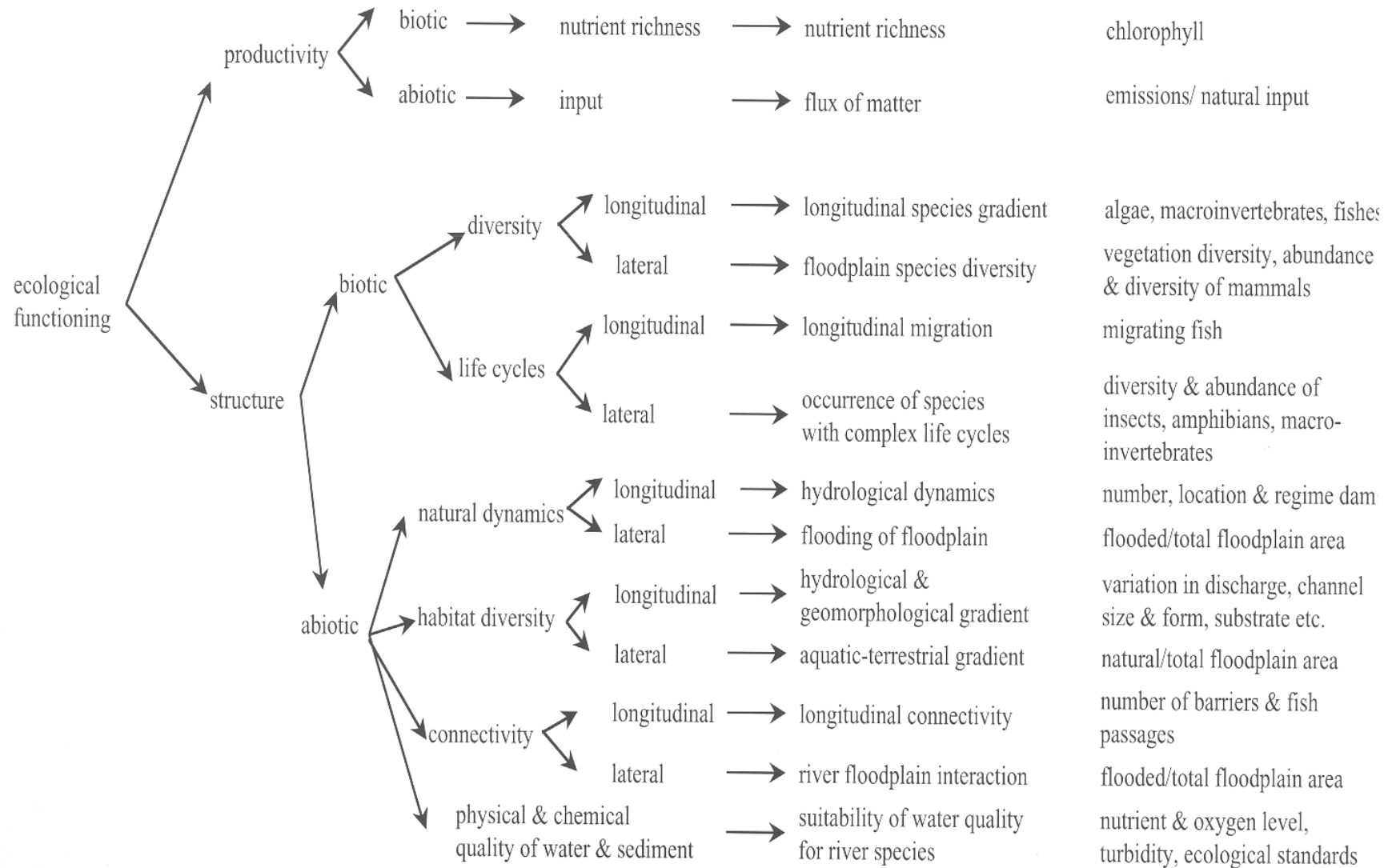
- Netoxického fekálního znečištění
 - SAPROBIOLOGIE
- Toxických látek
 - REPRODUKCE
 - BIOMASA
 - BIODIVERSITA
- Eutrofizace



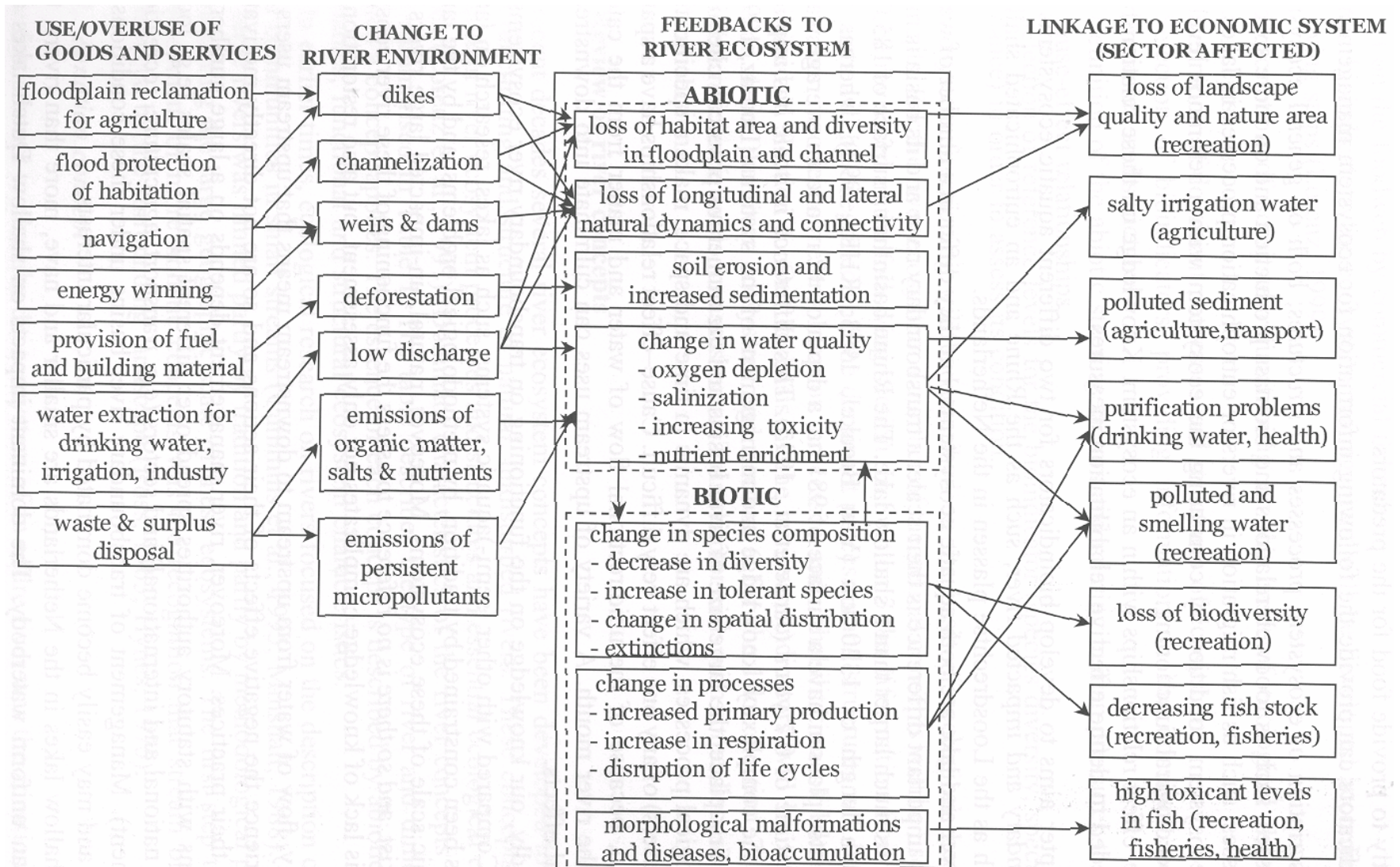
Termín „zdraví vodních ekosystémů“ odráží multikriteriální systém a multidisciplinární pojetí souvislostí.

Table 3. Consequences of DNA damage of different organisational levels in biological systems.

Level of biological organisation	Effects
DNA	Mutations
Cell	Cell death Disordered proliferation and differentiation Neoplastic transformation
Tissue/Organ	Functional defects Malformations Tumours
Organism	Reduced viability Reduced fertility
Population	Reduction of population size Extinction
Ecosystem	Reduction of species diversity



Overview of elements of environmental quality and the proposed indicators and variables for the river Rhine.



Overview of human use, changes made and effects on the river ecosystem and on socio-economic sectors.

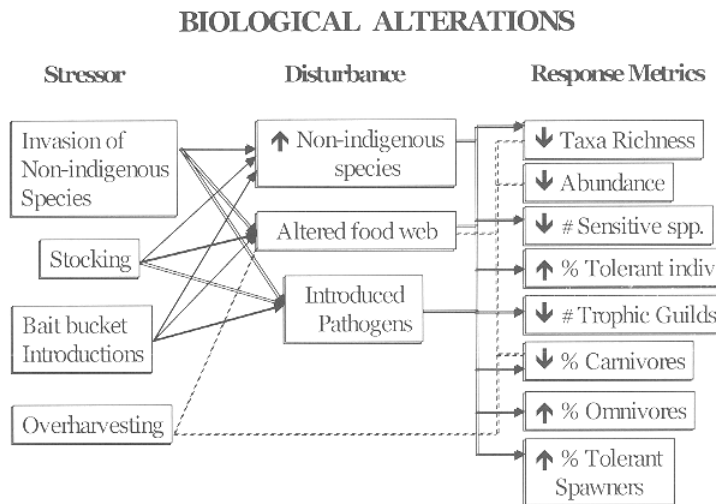
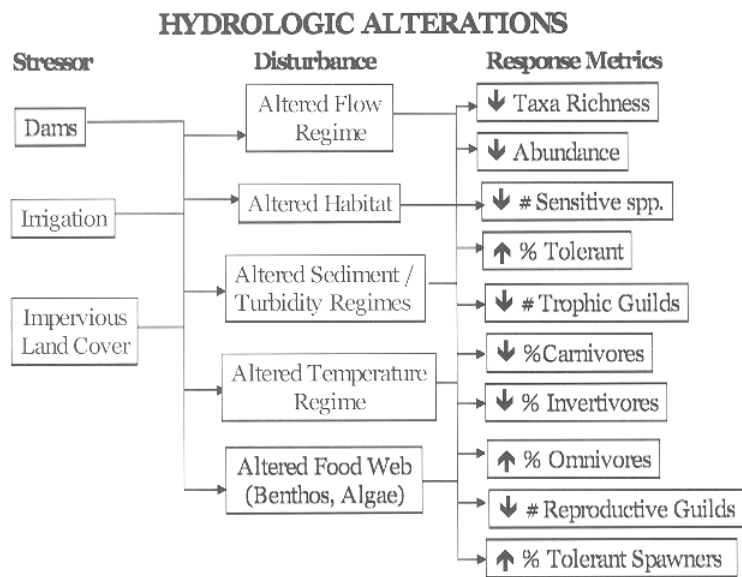
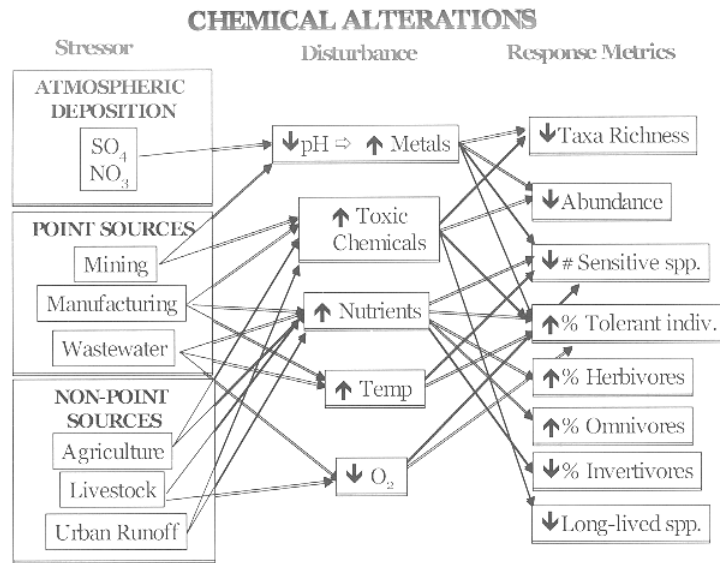
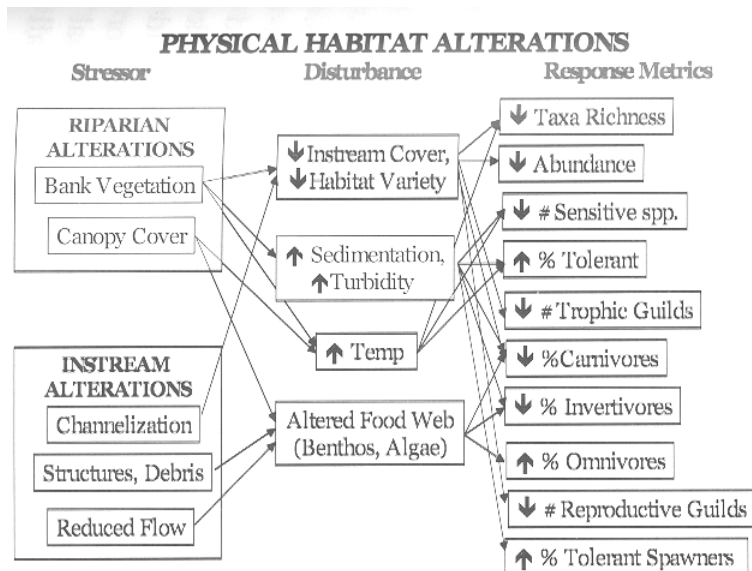
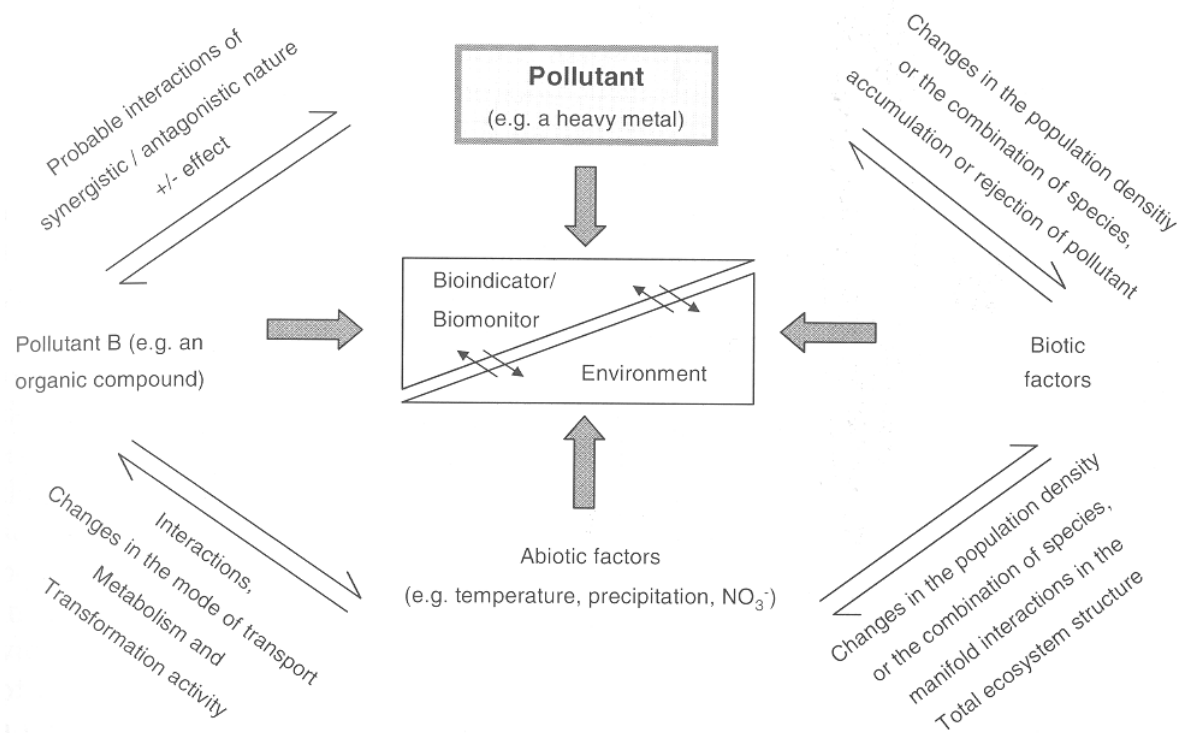


Figure 2. Conceptual model of indicator, showing linkages between various types and classes of stressors and component metrics (Derived from Karr et al., [1986], Fausch et al., [1990], and McCormick and Peck, [2000]).



Simplified representation of **complex (eco-)system interrelations with regard to a pollutant**, and consequences for bioindication and biomonitoring (from Maekert, 1996).

A rule, : pollutant affects an organism (bioindicator/biomonitor).

Both the organism and the pollutant interact closely with other ecosystem compartments. The life activity of the organism is therefore influenced by a great number of abiotic and biotic factors and may often be subject to the action of several pollutants, especially under "natural" field conditions. With regard to the interpretation of the "information" given by the bioindicator/biomonitor, the problem often arises as to where the change observed or measured in the bioindicator/biomonitor really originates. So it is rather probable, that pollutant A does not interact synergistically or antagonistically with pollutant B. Moreover, the absorption, location and metabolism of both have not yet been adequately described. However, pollutant A may also affect other biota, which may react even more sensitively to A than the bioindicator itself. If this sensitivity results in a change in the population density of a more sensitive organism, the occurrence of the bio indicator itself may also be affected, at least if the former is in direct or indirect competition with the latter. The question remains as to whether it is possible at all to make a statement about the current condition of the ecosystem as a whole by examining a single bioindicator.

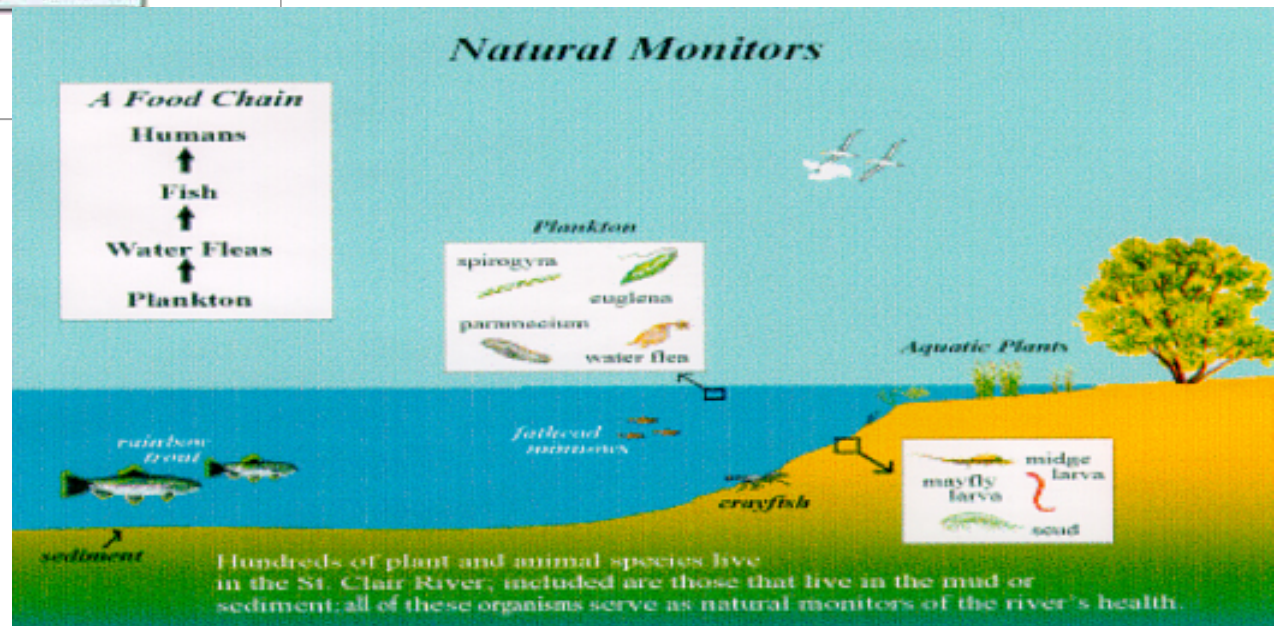
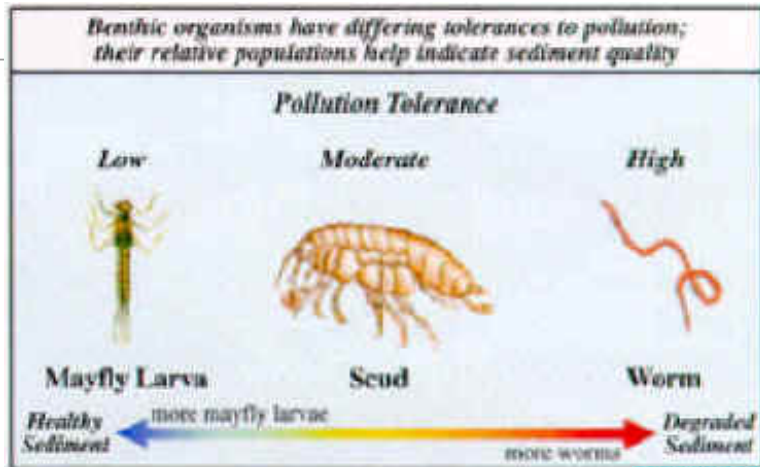
2 Základní typy indexů:

- **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)
- **Saprobity** (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



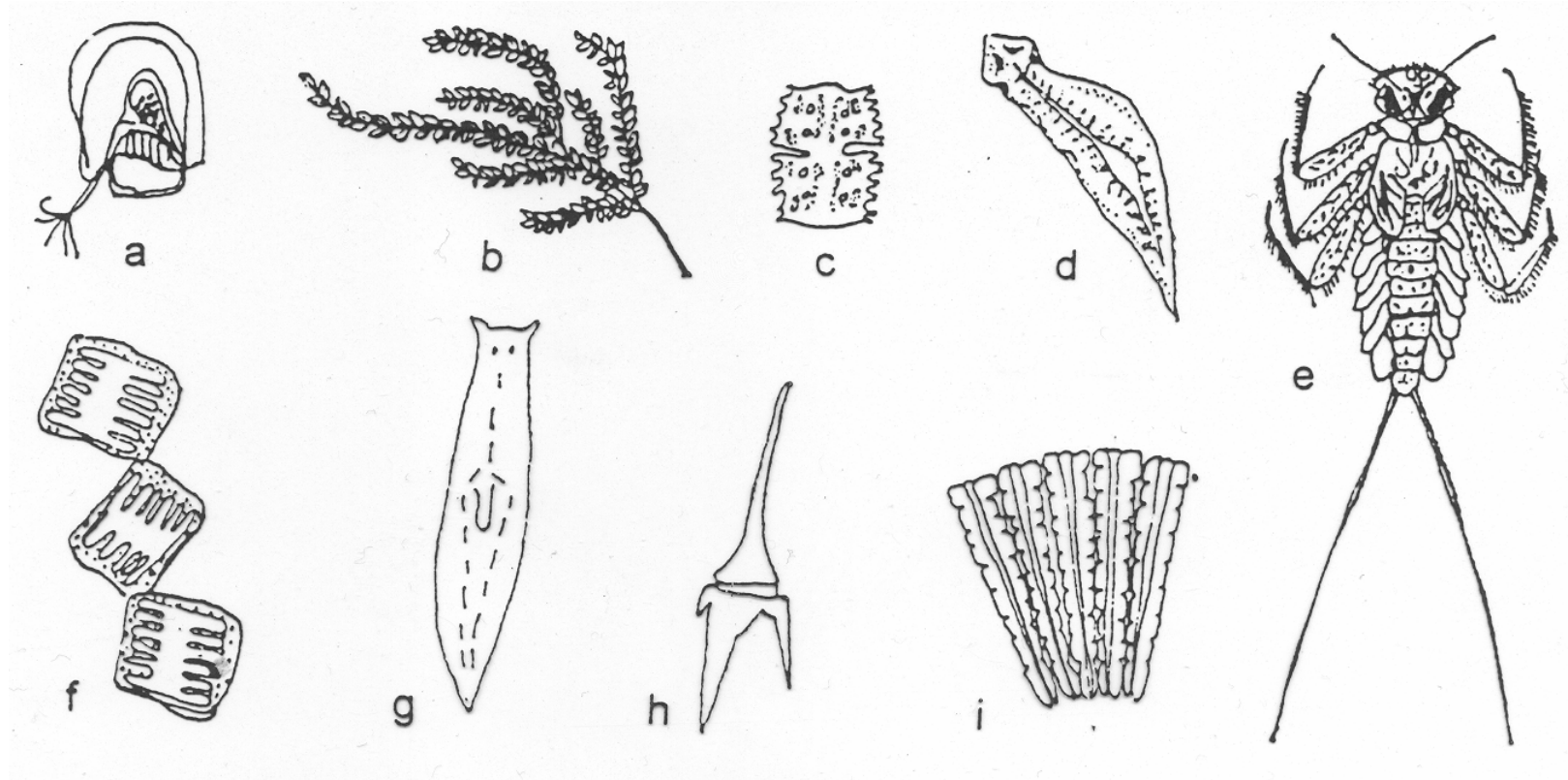
Coleoptera



Tabulka 19

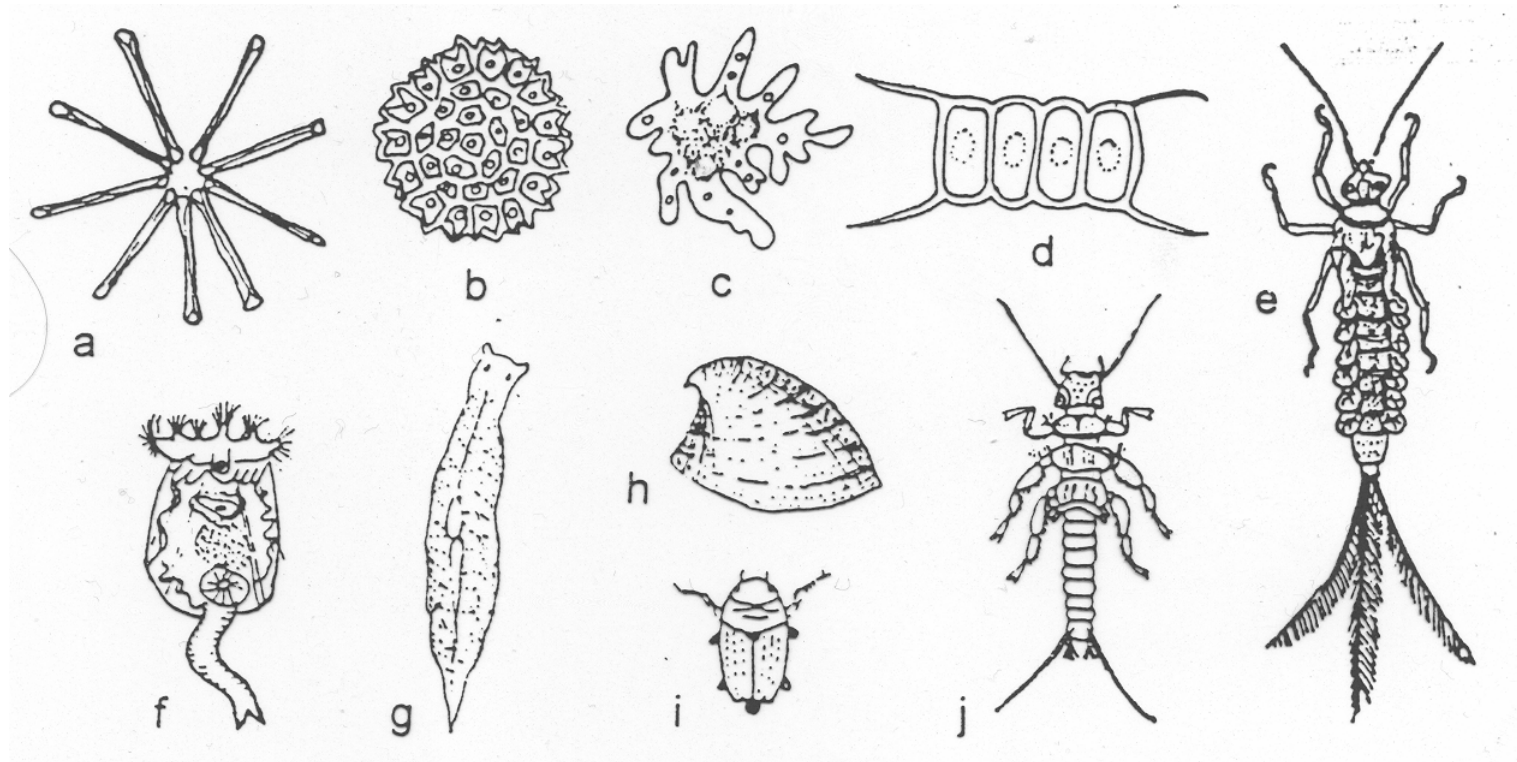
Srovnání stupňů limnosaprobity s dalšími charakteristikami (Kubíček a Zelinka, 1982)

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



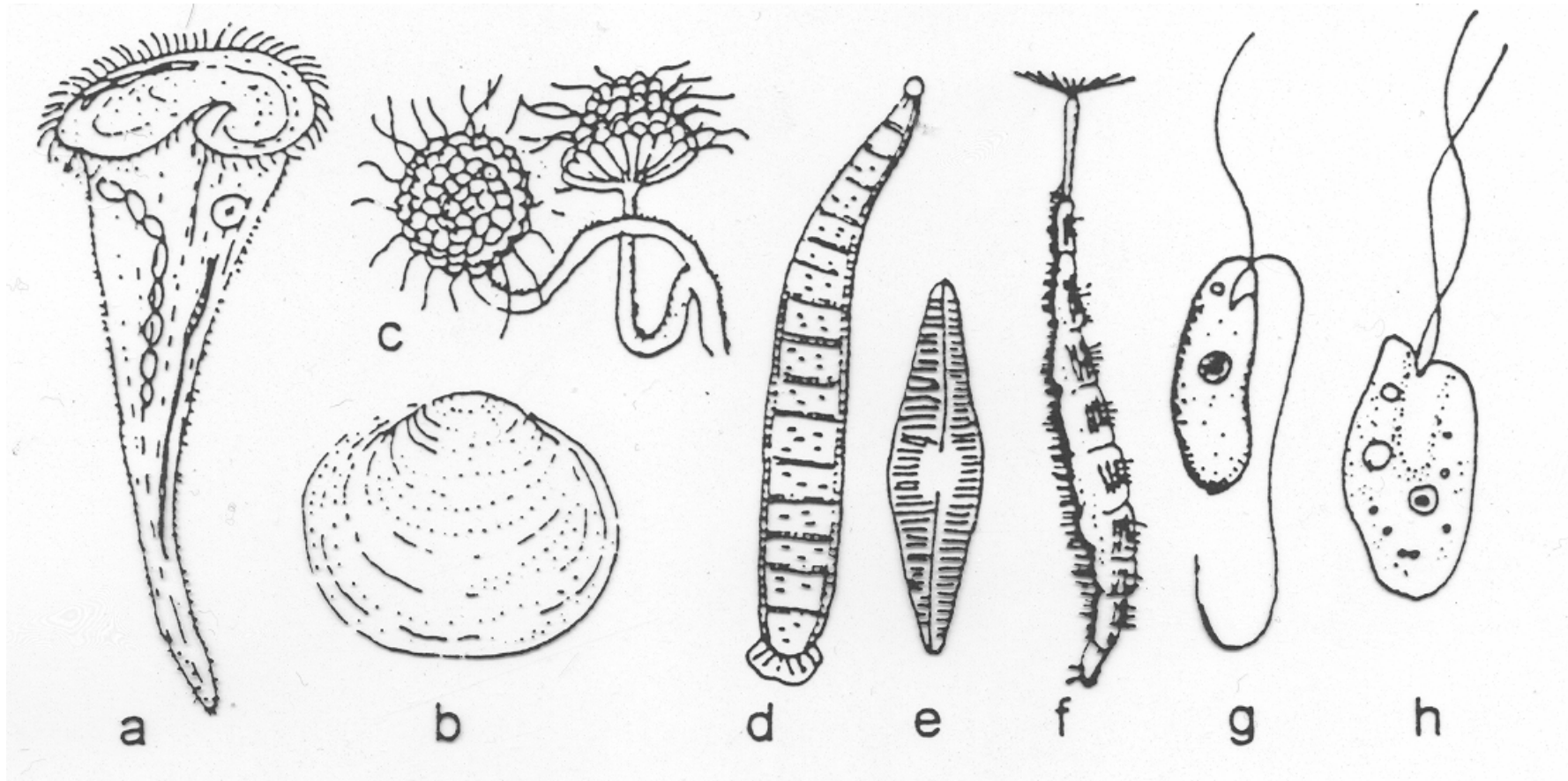
Příklad xenosaprobních a oligosaprobních organismů

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*



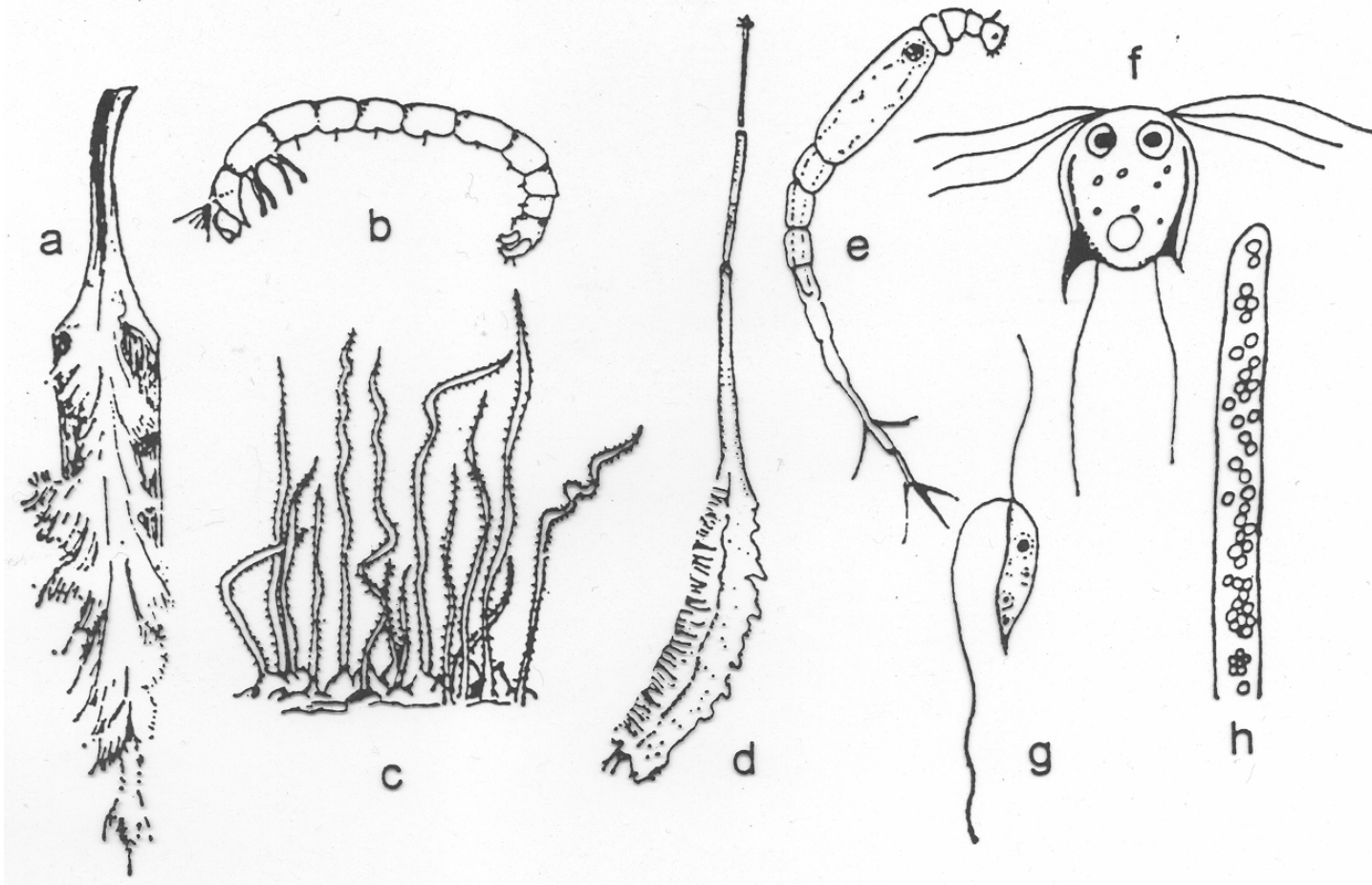
Příklad betamezosaprobních organismů

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*



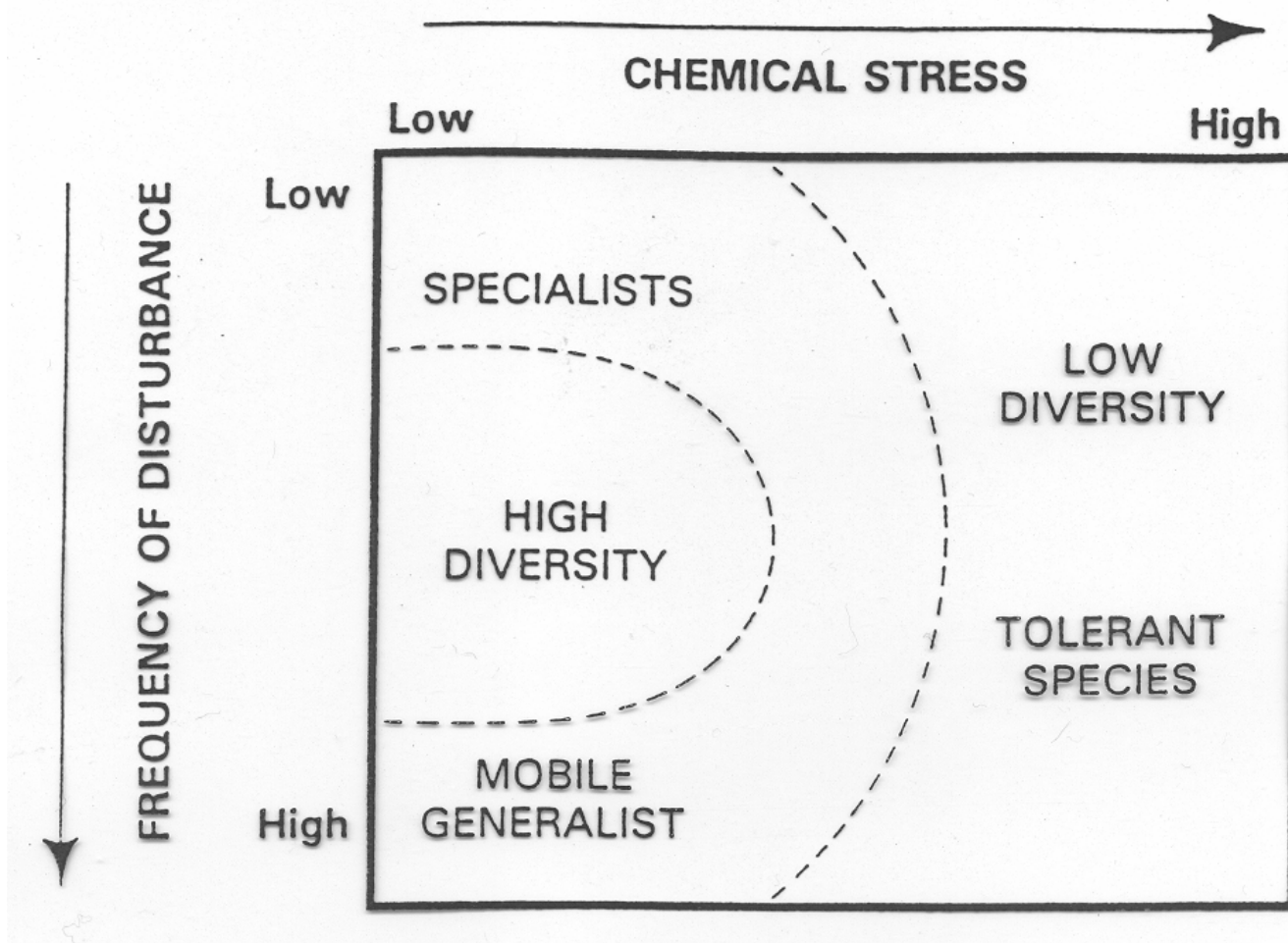
Příklad alfamezosaprobních organismů

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*

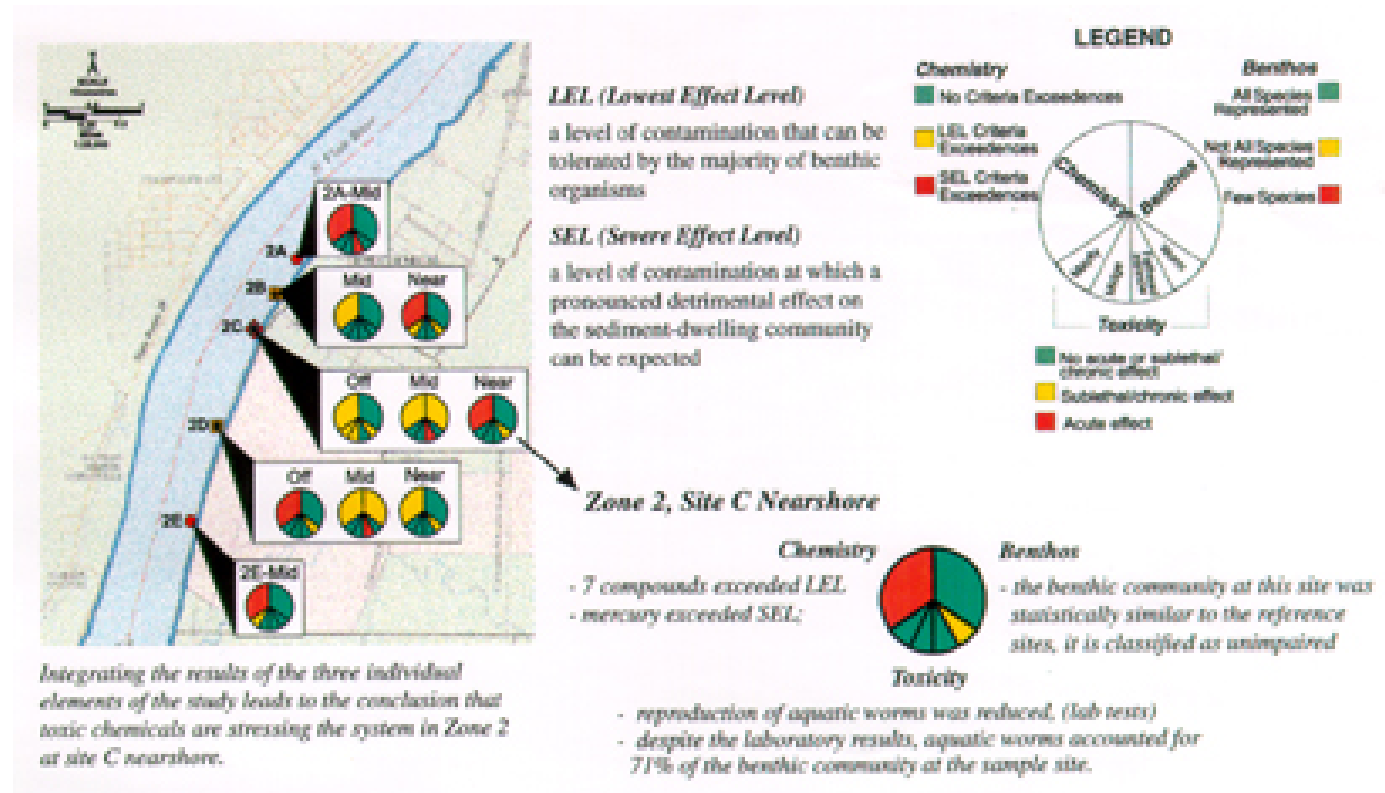


A graphical model relating frequency of disturbance (for example, number of dosing intervals) and the intensity of chemical stress (for example, loading rate and mass of chemical) to the nature and diversity of invertebrates in aquatic ecosystems. Redrawn from Southwood (1988).

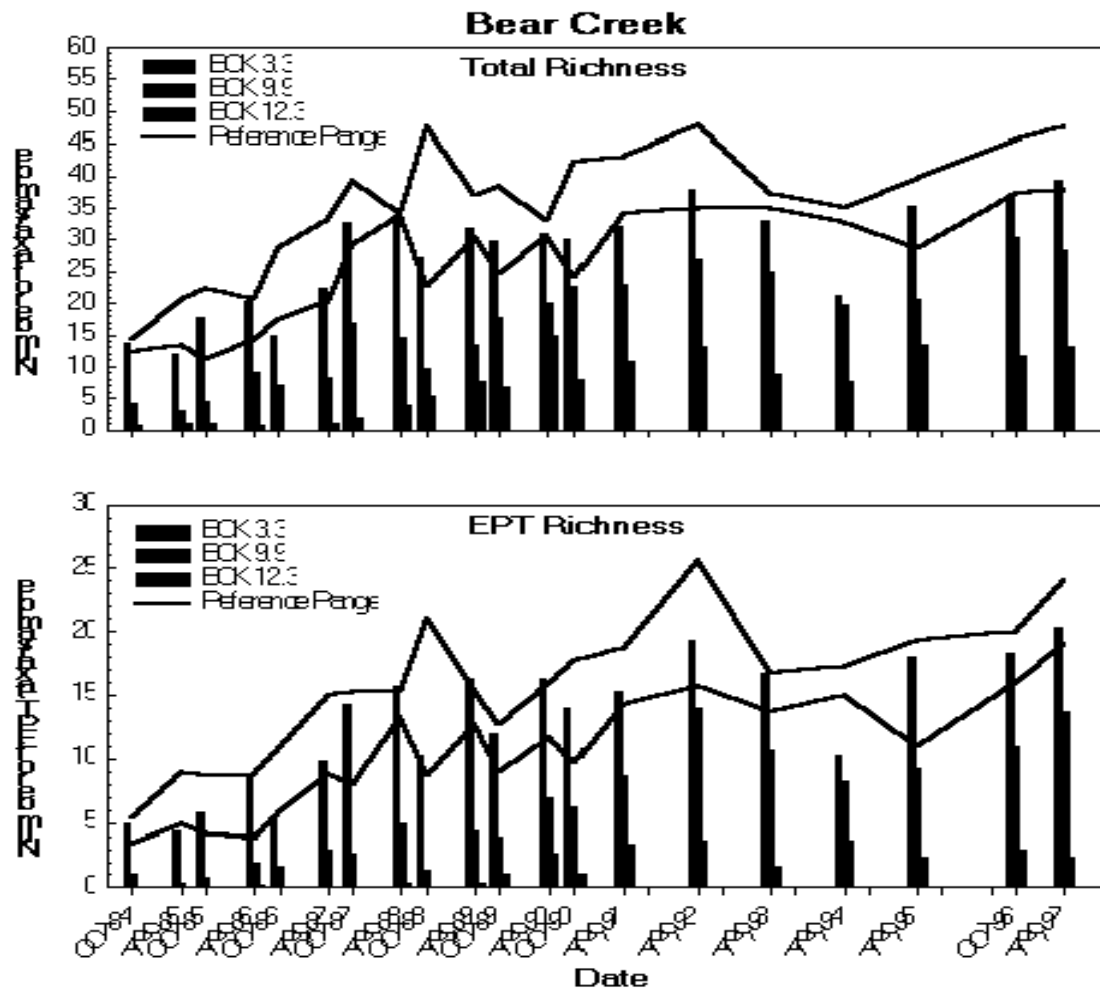
Zoobentos (viz Aplikovaná hydrobiologie)



Srovnání dat monitoringu chemického a zoobentosu



DRUHOVÁ PESTROST BENTICKÝCH BEZOBRATLÝCH 1989-2003



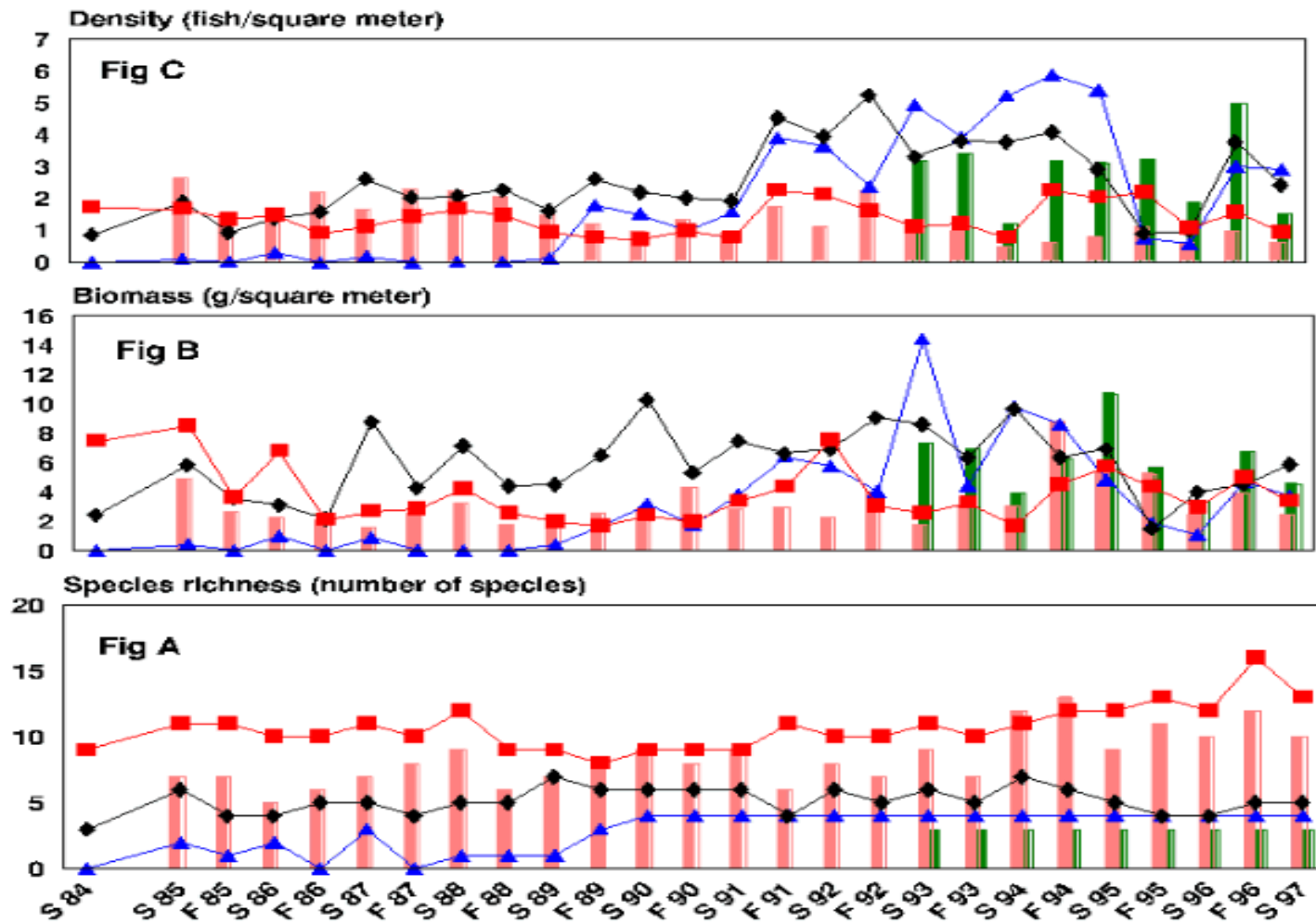
Struktura rybích společenstev

- Vliv toxických látek na:
 - Přirozenou reprodukci rybích společenstev
 - Růst a vývoj ryb
 - Strukturu věkovou a druhovou
 - Malformace
 - Četnost a struktura parazitů
 - Náchylnost k chorobám
 - Histopatologické změny
 - » Gonády
 - » hepatopankreas

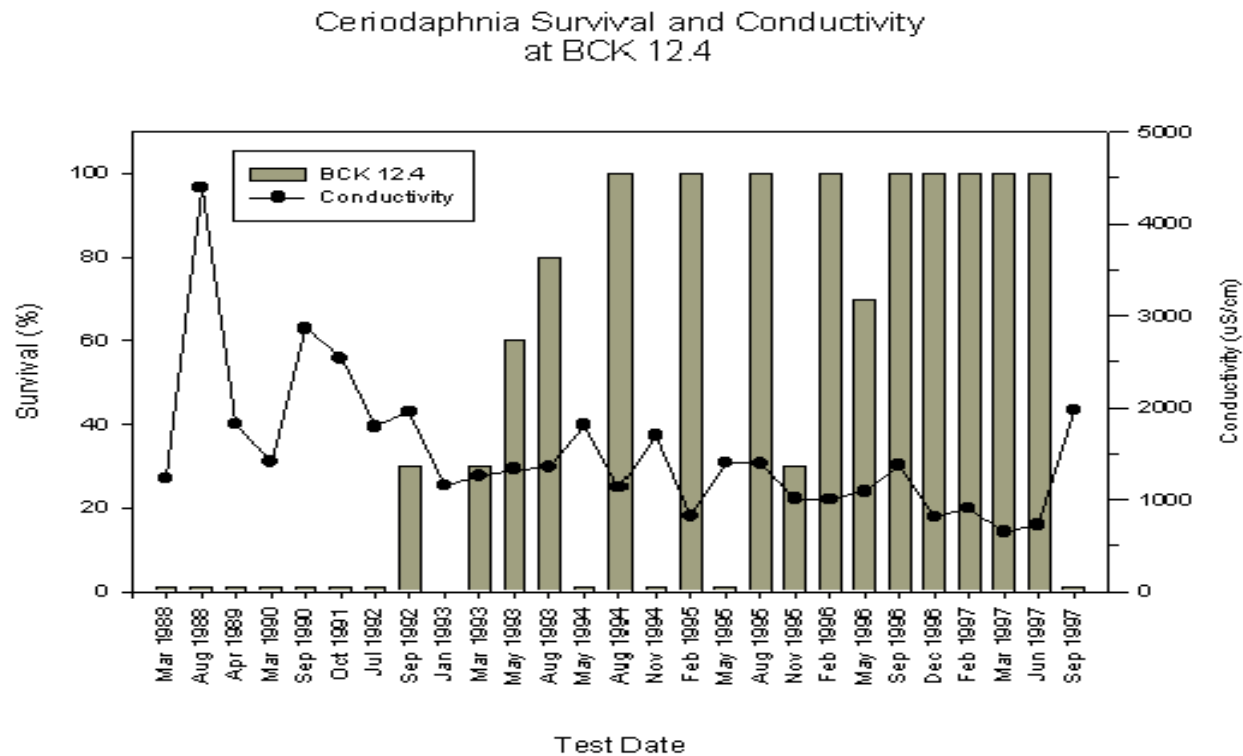
..agregát – výzkum rybích společenstev



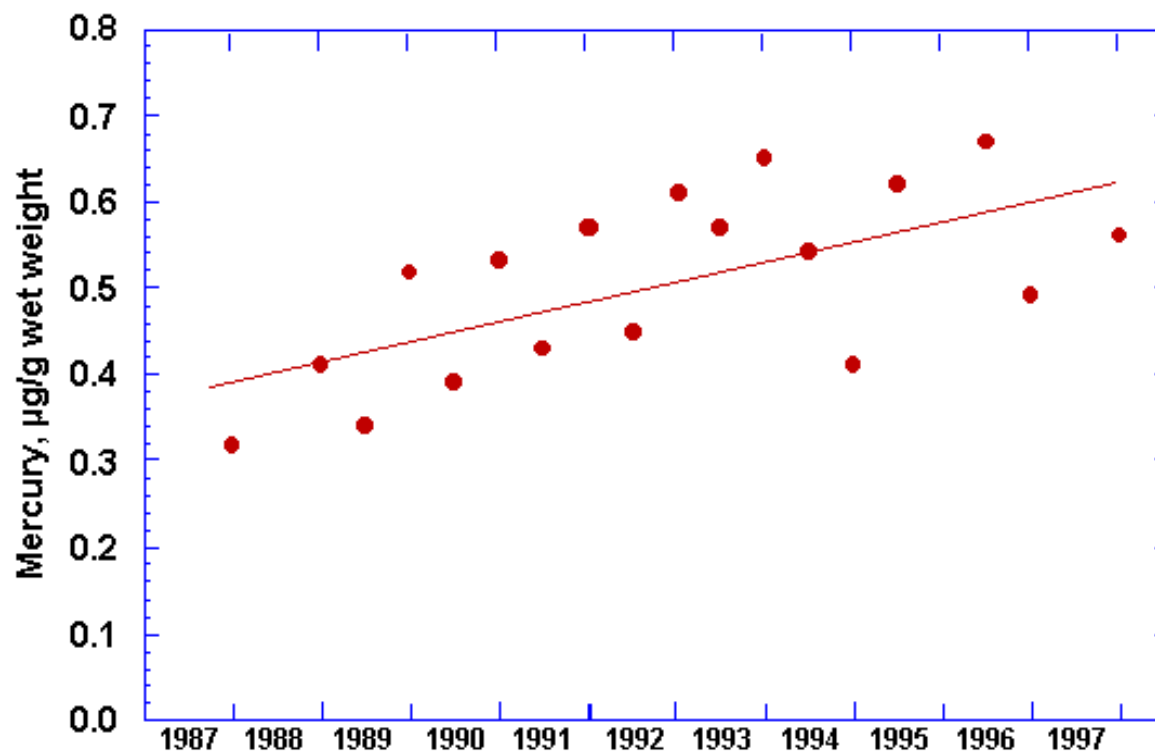
RYBÍ SPOLEČENSTVA: BIOMASA, DRUHOVÁ PESTROST, HUSTOTA RYBÍ OBSÁDKY 1989-2003



Kombinace biotestu na Ceriodaphnia a vodivost s ostatními parametry (ryby a zoobentos)



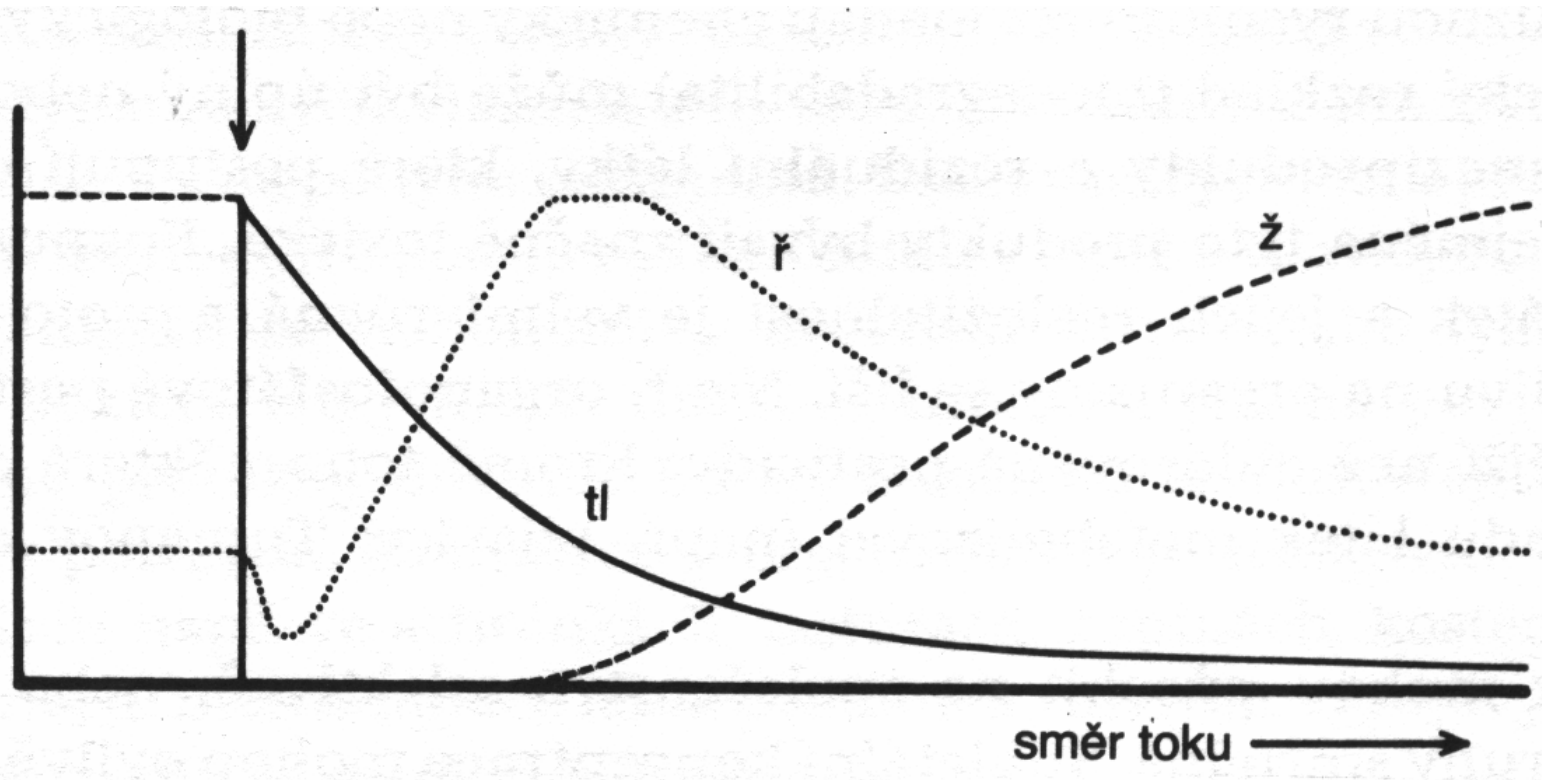
Biokumulace rtuti v rybí svalovině má vzestupnou tendenci stejně, jako analýzy sedimentů na stejné lokalitě



Příklady koeficientů akumulace některých radionuklidů v čerstvé hmotnosti organismů (Oglesby a kol., 1972)

Zářič

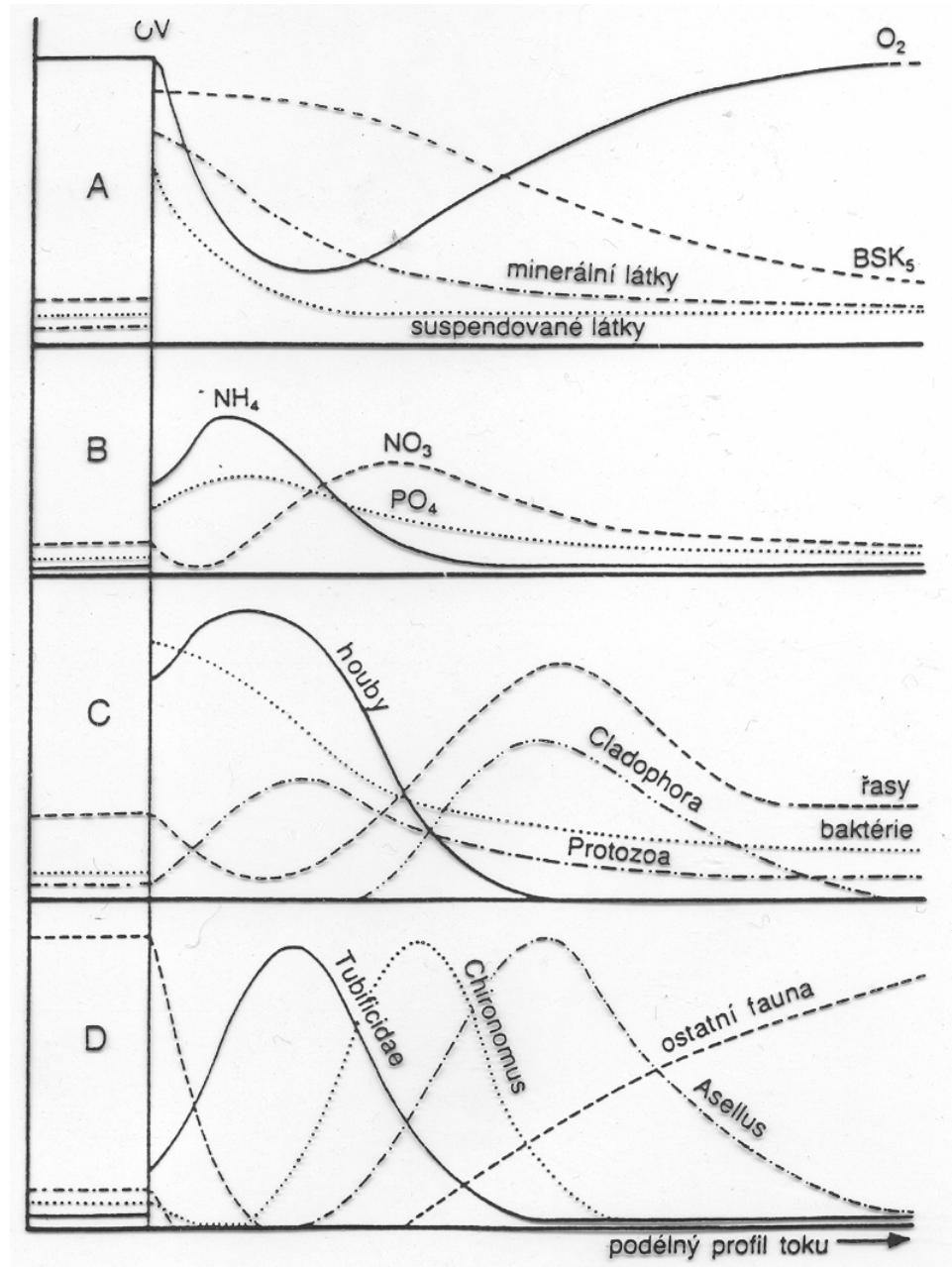
Organismus	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Ca	⁶⁰ Co	¹³¹ I	¹⁴⁰ Ba	³ H
voda	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
řasy	10-3 000	50-25 000	2500	200		
makrofyta	100- 350	50- 1 000		60	75-400	
bezobratlí:						
detritožravci	40-4 000	60-11 000		20-1 000		
rostlinožravci	1,0	600	325			
masožravci		800				
ryby (svalovina):						
všežravé	1-100	160-1200	50	25-50	150	1,0
masožravé	1-100	120-1 400	25-30			1,0



Průběh změn v koncentraci toxických látek a v **rozvoji řas a živočichů** v podélném profilu toku před vyústěním zdroje znečištění a po něm. Kolmou **šipkou vyznačen přísun toxické látky (tl)**: ř řasy, ž živočišné druhy (podle Hynese, 1960)

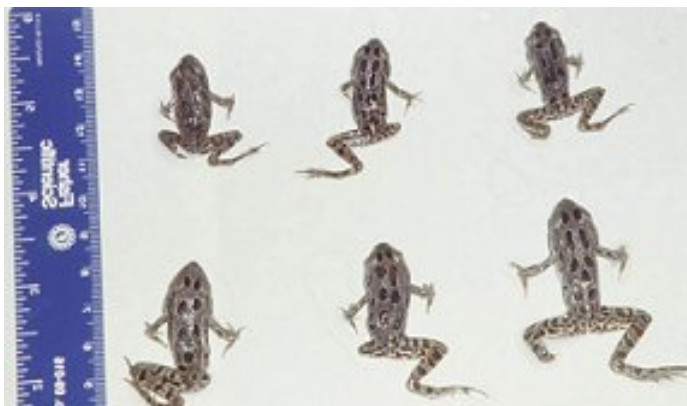
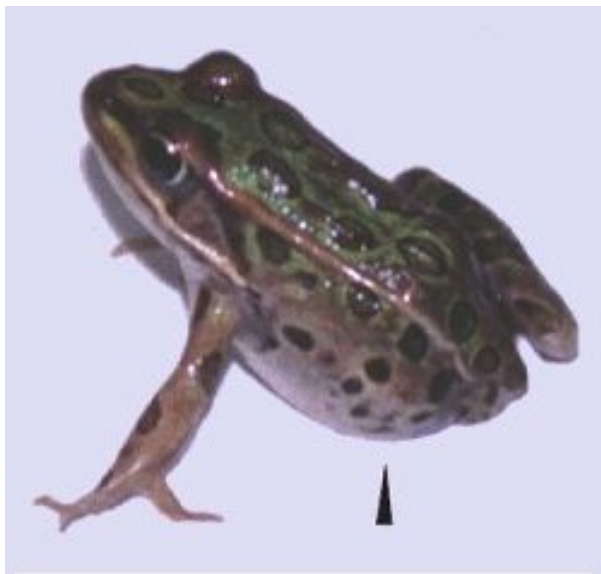
Srovnání stupňů limnosaprobity s dalšími charakteristikami (Kubíček a Zelinka, 1982)

			BSKS x	O ₂ mg .l ⁻¹	
			mg . l ⁻¹ O ₂	poměr	minimum
Saprobita	Rybí pásmo	Třída čistoty vody			
xenosaprobita	pramenná stružka + pstruhové	I. a velmi čistá voda vhodná pro veškeré použití	0>60	9,5	8,5
oligosaprobita	pstruhové+ lipanové	I. a dtto	1,60	9,5	8,0
beta-mezosaprobita	parmové + cejnové	I. b dtto	3,10	8,0	5,0
alfa-mezosaprobita	odolné druhy ryb	II. až málo znečištěná voda, neodpovídá podmínkám zásobování III. znečištěná voda, i průmyslové použití vyžaduje úprav III. až	6,15	6,0	1,5
polysaprobita	bez ryb	dtto N. nepřípustně znečištěná voda	17,0	3,5	0



Grafické znázornění
změn v základních
ukazatelích kvality vody
v podélném profilu

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 bioindikace trofie 1

- Biomasa a struktura makrofyt
- Mikroskopická analýza fytoplanktonu
- Mikroskopická analýza
 - Fytobentosu
 - Perifytonu
 - Epipelonu
 - Epiliton
 - Epidendron

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

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>
		<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 [μ g l^{-1}]	Primary production [mg C m^{-2} d^{-1}]	Primary production [g C m^{-2} a^{-1}]
1 Ultra-oligotrophic	<0.01	<1	<5 β	<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

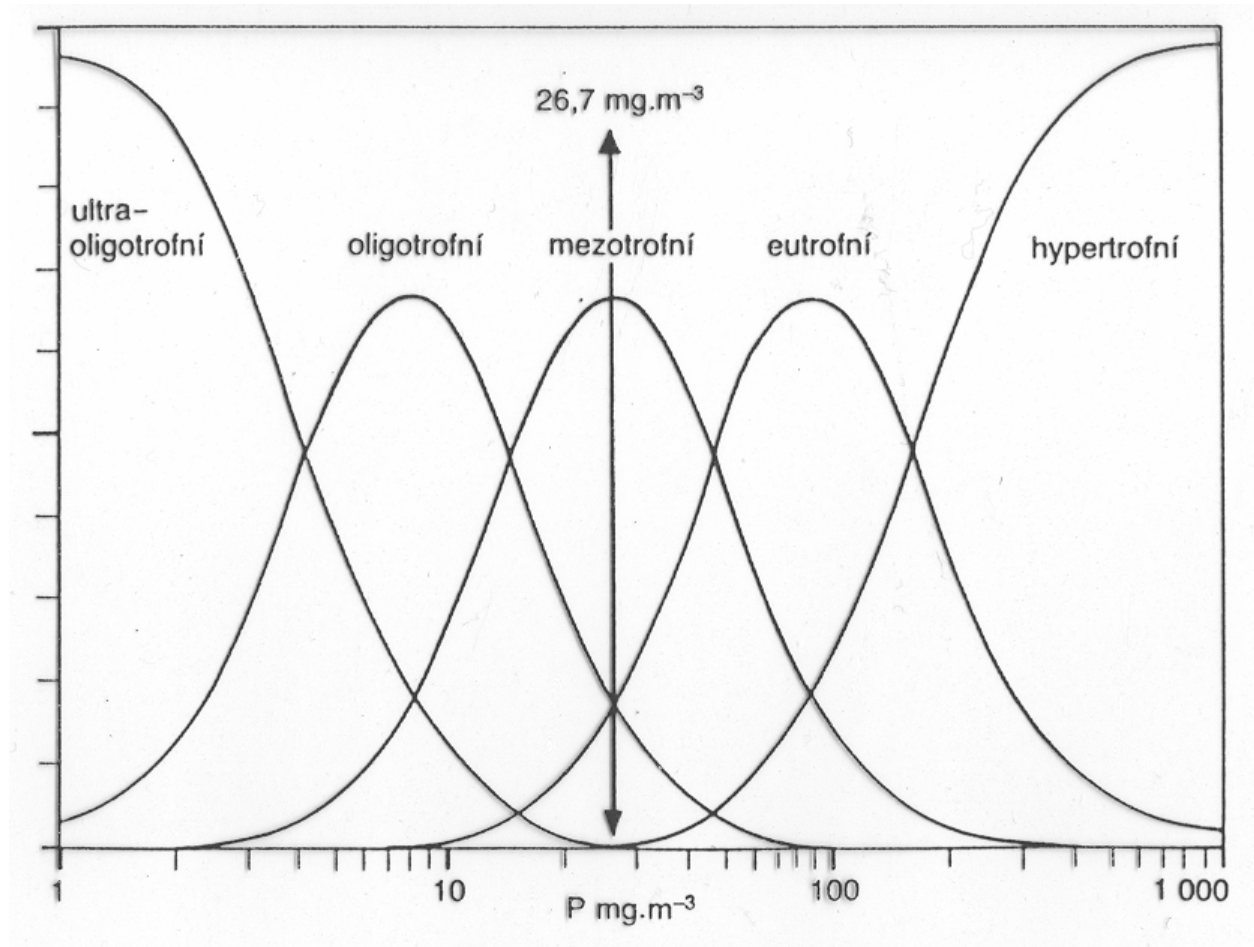


Schéma pravděpodobnosti výskytu jednotlivých stupňů trofické stupnice ve vztahu ke koncentraci celkového fosforu ve vodních ekosystémech. Ze schématu vysvítá, že např. při průměrné koncentraci fosforu $26.7 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ bude vodní nádrž patřit s největší pravděpodobností k mezotrofnímu stupni, s podstatně menší, ale stejnou pravděpodobností k oligotrofnímu nebo eutrofnímu stupni; nulová je pravděpodobnost zařazení nádrže k ultraoligotrofnímu a hypertrofnímu stupni (podle materiálů z pracovní konference ústavu IIASA, Vídeň, 1961)

Indices for the assessment of running waters based on algal biocoenoses of the natural

environment (updated from Ghetti & Ravera, 1994 and DePauw et al., 1992).

Indices	Communities	References
<i>Saprobic indices</i>		
Biol. Effect of Org. Load (BEOL)	PA	Knöpp 1954
Relative Purity	PA	Knöpp 1954
Saprobic Index (S)	PA	Pantlc and Buck 1955, DIN 38-410
Saprobic Index (S)	PA	Zelinka and Marvan 1991
Saprobic Index (S)	D	Sladecck 1986
Saprobic Index (SI)	D	Kobayasi and Mayama 1989
Saprobic Indcx (SI _{MI})	AD	Rott et al. 1997
Saprobic quotient (SQ)	P	Dresscher and Van der Mark 1976
<i>Biotic indices</i>		
Cemagref diatom Index (1DC)	PAD	Cemagref 1984
Diatom Index (IDD)	AD	Descy 1979
Diatom Index (TILB)	AD	Lange-Bertalot 1979
Diatom Index (LPS)	AD	Cemagref 1982
Diatom Index (ILM)	AD	Leclercq and Maquet 1987
Diatom Index (CEC)	AD	Descy and Coste 1991
Diatom assembl. Index (DAI _{po})	D	Watanabe et al. 1986
Generic diatom Index (GDL)	AD	Rumeaux and Coste 1988
Median diatomic Tndex (MI)	AD	Bazerque et al. 1989
Trophic diatom Index (TDI)	D	Schiefele and Kohmaun 1993,
Trophic diatom Tndex (TDI)	D	Kelly and Whitton 1995; Kelly 1996
Eutrophic Pollution Indcx (E/P-T)	D	Dell 'Uomo 1996
Trophic Index (BRB)	D	Schónfeldcr 1997
Trophic Diatom Index (TDI)	D	Coring et al. 1999
Trophic Index (TI and TIDIA)	AD	Rott et al. 1999
<i>Specific diversity indices</i>		
Equitability	D	Lloyd and Ghelardi 1964
Log-normal distribution	D	Preston 1948
Number of individuals per taxon	PA	Helawell 1986, Plafkin et al. 1989
Sequential Comparative Index (SCI)	A	Cairns et al. 1968
Taxa richness (S)	PA	Helawell 1986, Plafkin et al. 1989
Total number of individuals	PA	Helawell 1986, Plafkin et al. 1989
<i>Comparative indices</i>		
Fluctuation Index (D)	D	Dubois 1973

P = Plankton, A = Periphyton (Aufwuchs), D = Diatoms

Možnosti omezení znečištění vod živinami

- Viz blok 11 .ČOV