



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí

Ekosystémový přístup - indikace na úrovni společenstev

(Moderní metody v ekotoxikologii 2014)

Mgr. Karel Brabec, Ph.D.

TÉMATA

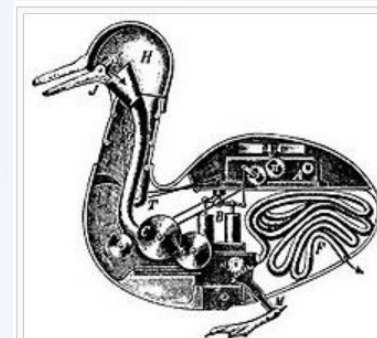
1. Ekosystém - společenstva
2. Systémy hodnocení odezvy společenstva na polutanty
3. Kombinace faktorů a směsi polutantů
4. Trofické vztahy – potravní sítě
5. Terénní experimenty



Holistický a redukcionistický přístup

- Holistický přístup – systém má vlastnosti, které nepoznáme studiem jeho součástí
- Redukcionistický přístup – vlastnosti systému neexistují a je třeba se soustředit na podrobné studium jeho součástí

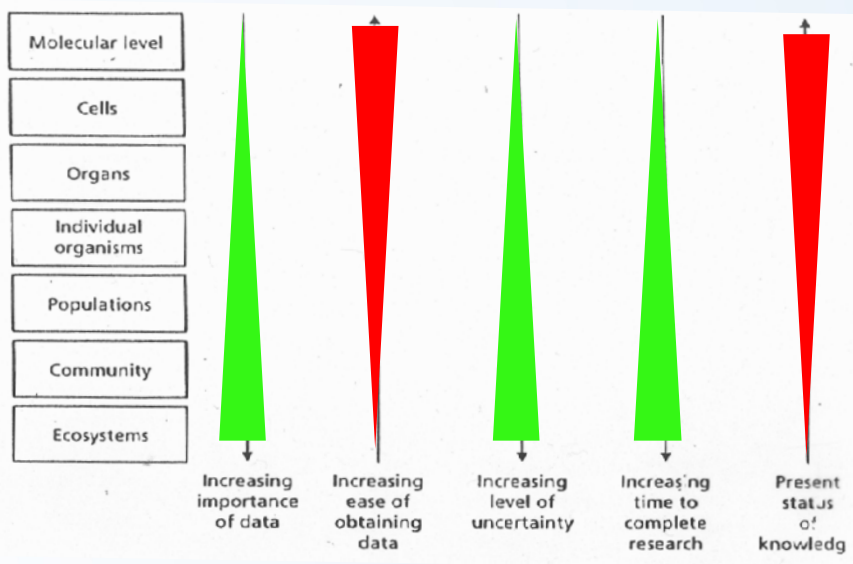
Redukcionismus (z lat. *reductio*, přivedení nazpět) je výkladový postup a myšlenkový směr, který se snaží vysvětlovat složité skutečnosti převedením na jednoduché, zejména rozkladem na části a tvrzením, že celek není „nic než“ soubor částí (Wikipedie).



Mechanická kachna (Jacques de Vaucanson, 1739)

EKOSYSTÉMOVÝ PŘÍSTUP

- zahrnuje komplexní procesy a vazby mezi složkami ŽP
- náročný na sběr dat
- většinou je složité odlišit vliv spolupůsobících faktorů
- tendence sblížující ekologické a ekotoxikologické postupy (SSD, SPEAR)



Časové schéma působení toxické látky

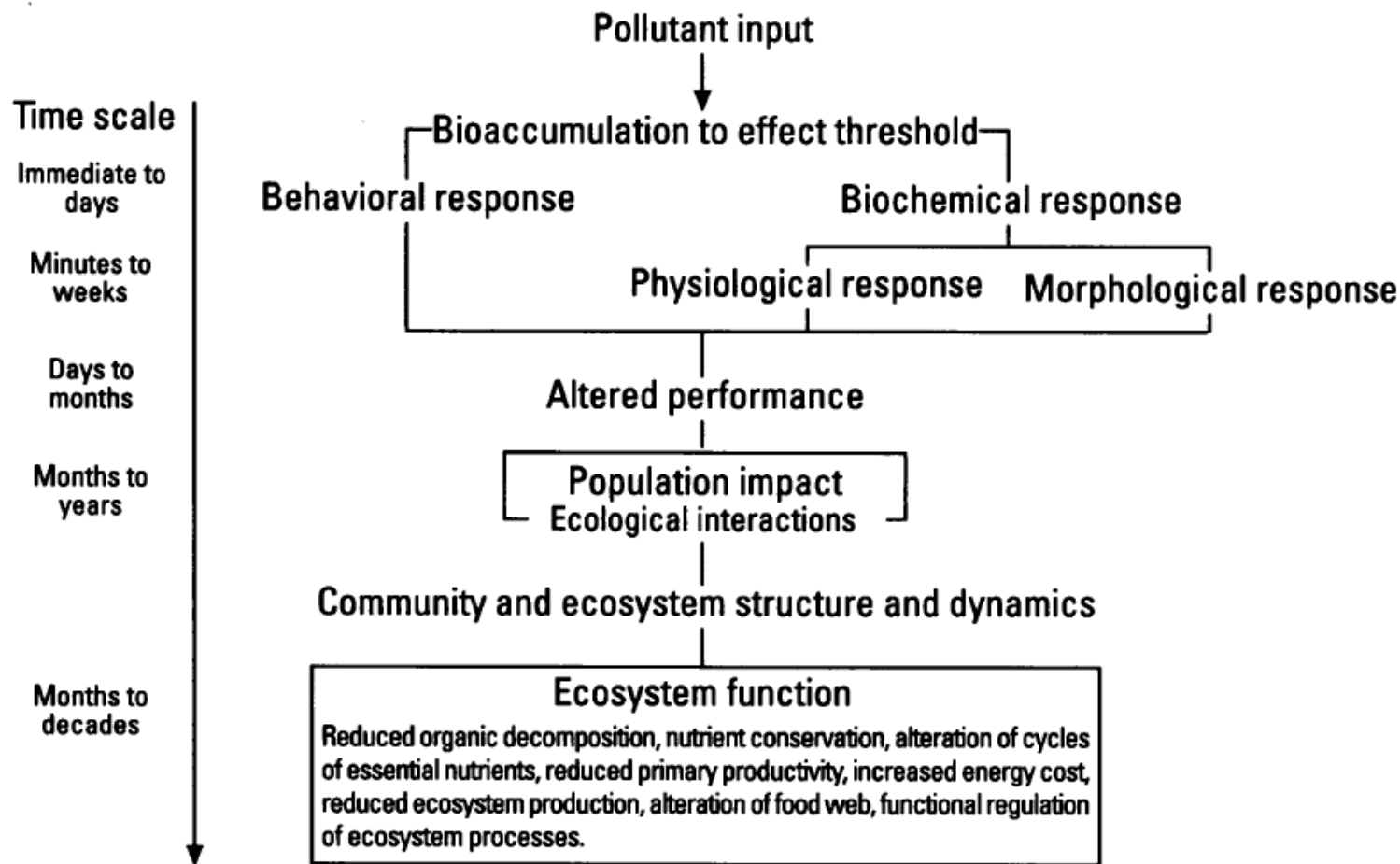


Figure 3. Conceptual chronology of induced effects following exposure to toxic pollutants, emphasizing changes in ecosystem functions. Modified from Sheehan (12).



Reprezentativnost-složitost-reprodukovatelnost

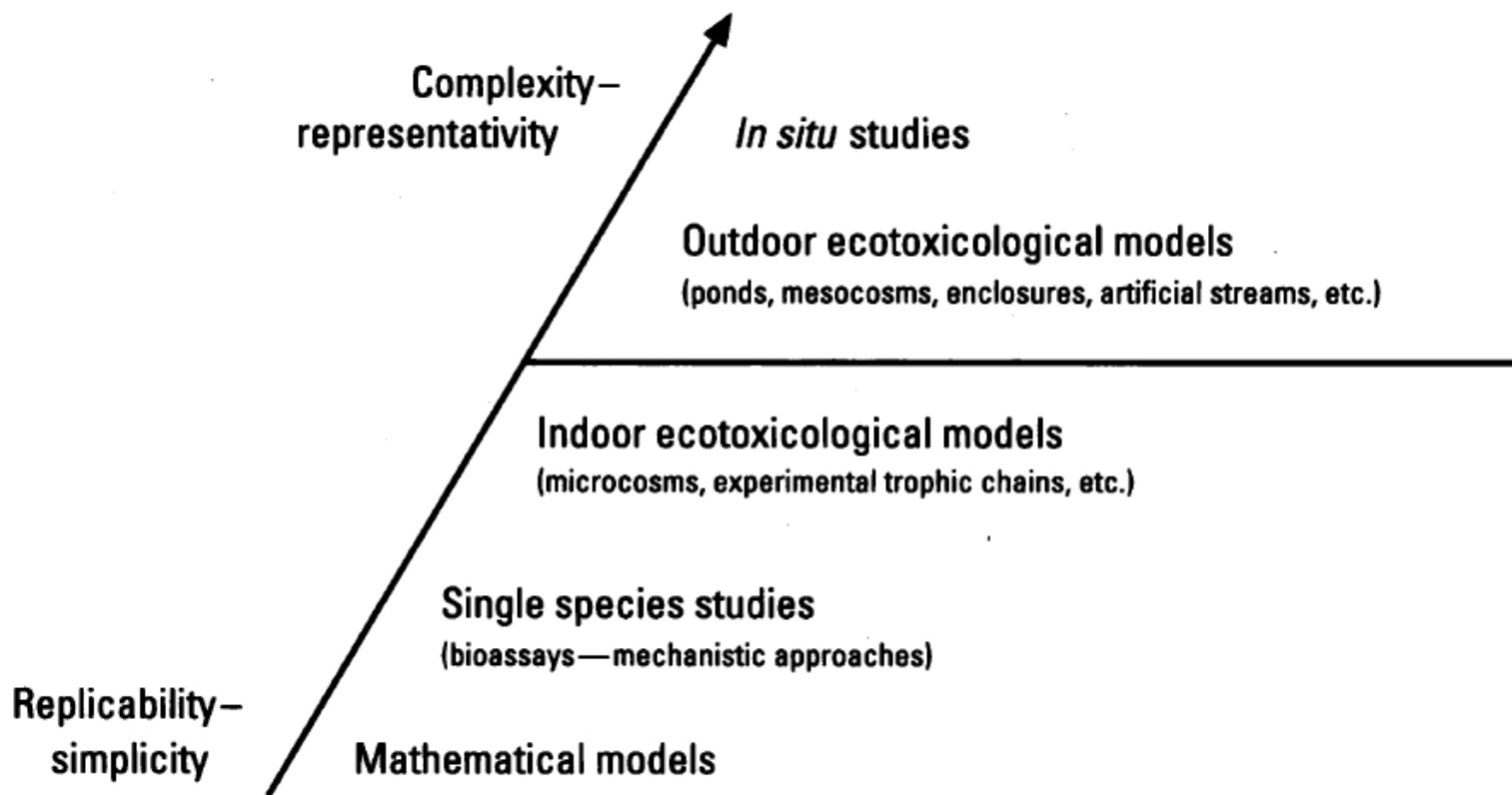


Figure 4. Principal methodologies in aquatic ecotoxicology showing the relationship between representativity—complexity and reproducibility—simplicity.

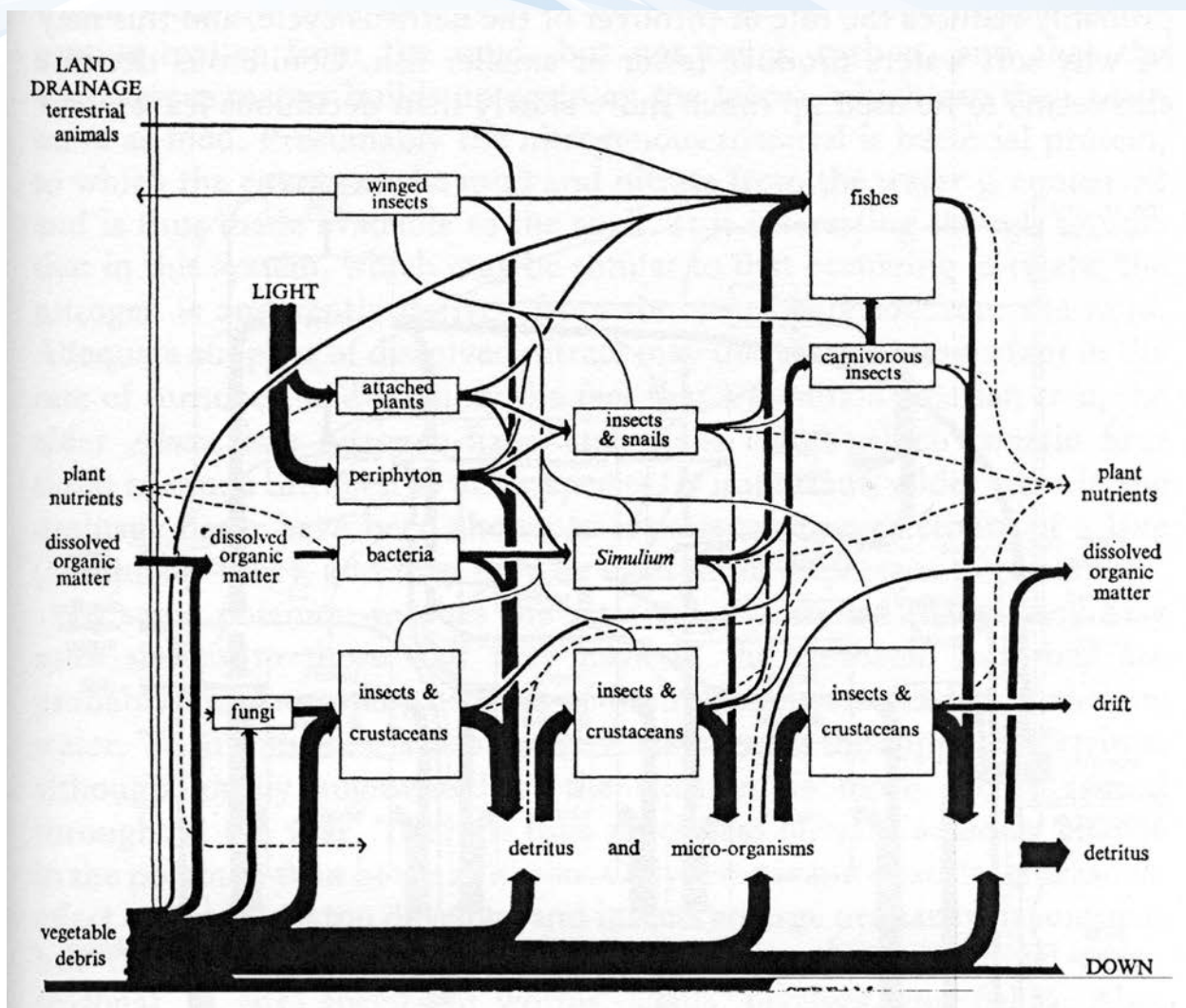


FUNKCE EKOSYSTÉMU

- toky energie (primární/sekundární produkce, produkce/respirace, produkce/biomasa)
- koloběh živin (dekompozice, mobilizace/imobilizace živin)
- ekosystémové služby (biodegradace polutantů, opylení kulturních plodin, živiny uvolněné při rozkladu rostlin)

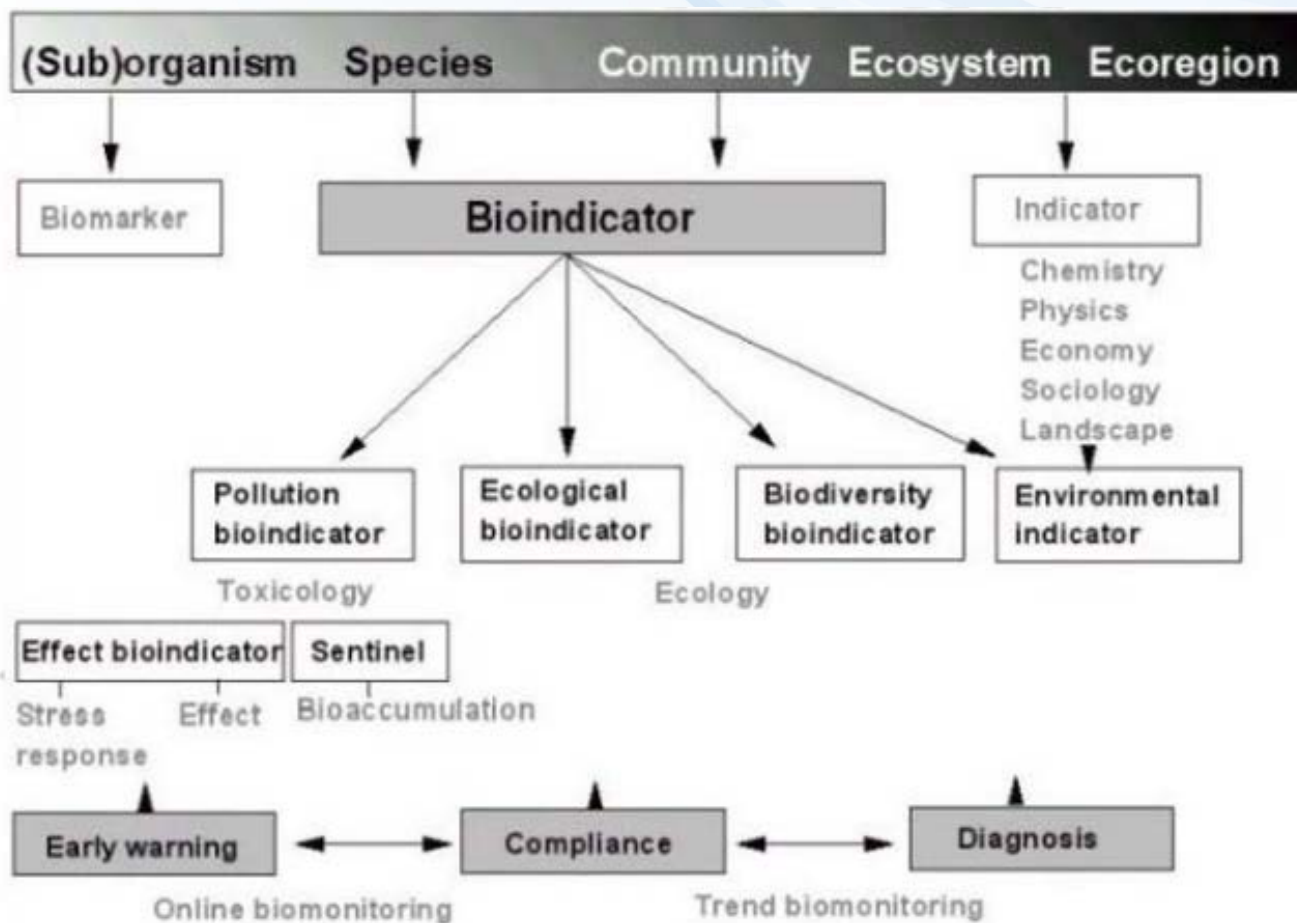


Rhithron – podhorské potoky



BIOINDIKACE

Bioindikátor, Biomonitor, Sentinelový organismus, Biomarker



BIOINDIKACE

Bioindikátor

organismus (popř. jeho část či společenstvo organismů), který představuje kvantitativní či kvalitativní informaci o stavu prostředí nebo jeho části.

Bioindicators are organisms or communities of organisms, which reactions are observed representatively to evaluate a situation, giving clues for the condition of the whole ecosystem

Sentinelový organismus (biomonitor)

kumuluje ve svém těle polutanty z prostředí. Analýza tkání sentinelových organismů umožní odhad koncentrace polutantu v prostředí. Bioindikátor, který zahrnuje informaci o kvantitativních aspektech kvality prostředí.

time-integrated estimate of the environmentally available concentrations of pollutants

Biomarker

xenobiotiky navozená změna v buněčných nebo biochemických složkách, procesech, strukturách nebo funkcích, která je měřitelná v biologickém systému či vzorku.



Cílové druhy

keystone species – klíčové druhy

Jejich výskyt nebo ztráta je spojena se změnami výskytu nebo abundance alespoň jednoho dalšího druhu – např. potravní vztahy (ekosystémoví inženýři – druhy upravující podmínky prostředí)

Haemig PD (2012) Ecosystem Engineers: organisms that create, modify and maintain habitats.



flagship species – „vlajkové“ druhy

(druhy atraktivní pro veřejnost, cílovou skupinu – cílem je vyvolat zájem o území, ochranu životního prostředí)

“a species used as the focus of a broader conservation marketing campaign based on its possession of one or more traits that appeal to the target audience.”

species that have the ability to capture the imagination of the public and induce people to support conservation action and/or to donate funds
popular, charismatic species that serve as symbols and rallying points to stimulate conservation awareness and action

surrogate species – zástupné druhy

(surrogate species or groups of species can be used as proxies for broader sets of species when the number of species of concern is too great to allow each to be considered individually)

Conservation biologists have used surrogate species as a shortcut to monitor or solve conservation problems



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí



Cílové druhy

focal species - ohniskové druhy

(mohou se používat pro určení rozsahu a prostorového rozmístění biotopů, druhy nejvíce citlivé k ohrožujícím činitelům); omezující plochu, zdroje, šíření a rozptylování (*sensu dispersal*) populace a ekosystémové procesy

Pro lesní ekosystémy ve státu Maine na severovýchodě USA a v kanadském Novém Skotsku patří mezi ohniskové druhy vlk, puma (*Puma concolor*), rys kanadský (*Lynx canadensis*), vydra severoamerická (*Lutra canadensis*), netopýr *Pipistrellus subflavus*, želva *Clemmys insculpta*, mlok *Hemidactylum scutatum*, orel skalní (*Aquila chrysaetos*) a losos obecný (*Salmo salar*) – Beazley & Cardinal (2004).

umbrella species – „zastřešující“ druhy

(jejich ochrana se projevuje i na společně se vyskytujících druzích – „targeted beneficiary taxa“)

Its main premise is that the requirements of demanding species encapsulate those of many co-occurring, less demanding species (Lambeck 1997).
Umbrella species: species whose conservation confers a protective umbrella to numerous co-occurring species (Fleishman et al., 2000).

Table 2. Evaluations of the usefulness of different types of umbrella species for conservation planning.

<i>Umbrella species category and citation</i>	<i>Ecosystem type</i>	<i>Investigated umbrella taxon/taxa^d</i>	<i>Targeted beneficiary taxa</i>	<i>Protection conferred^b</i>
Area-demanding umbrella Noss et al. 1996	Rocky Mountains, northern U.S.	grizzly bear, <i>Ursus arctos</i> (S)	amphibians, reptiles, birds, mammals, and plant communities	limited



Co určuje strukturu společenstva?

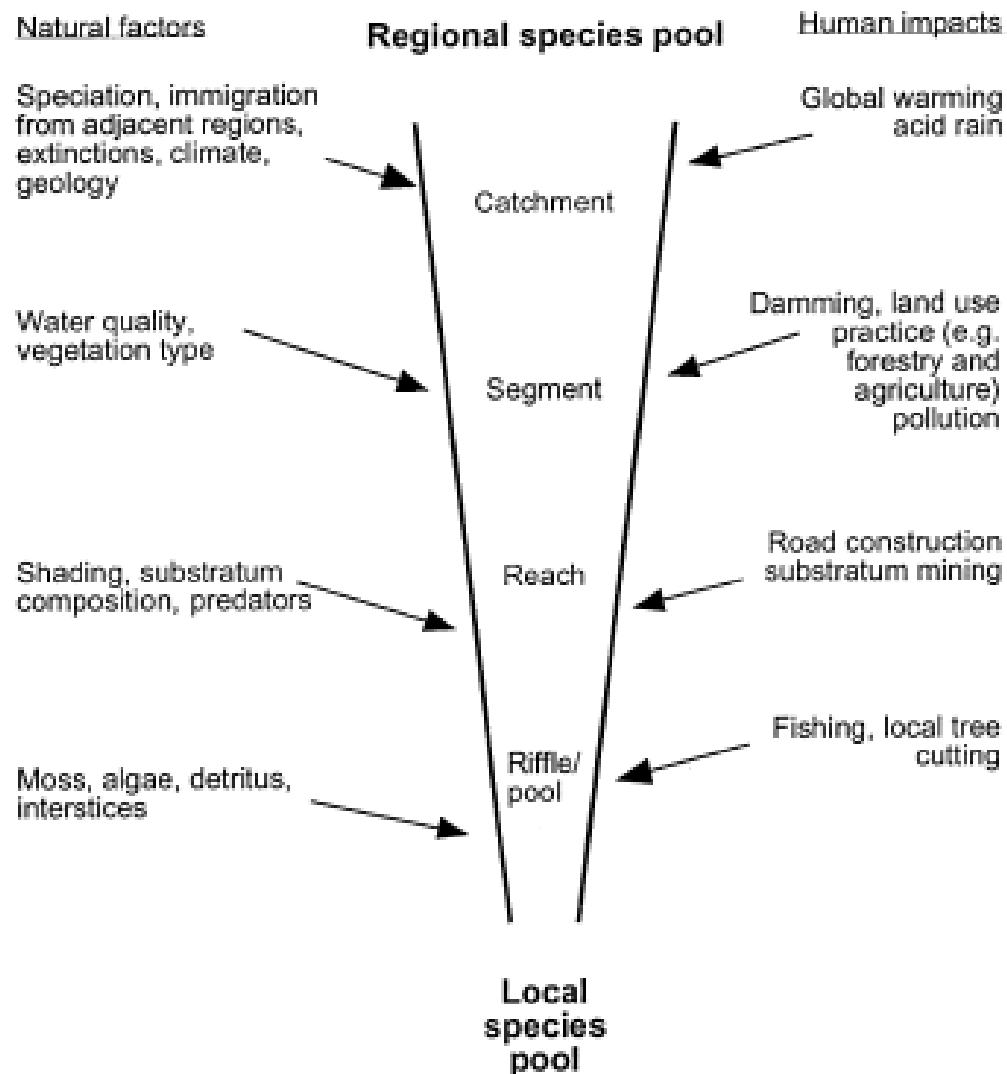


Fig. 2 The establishment of local species composition can be likened to a filtering process where species in the regional pool are filtered away as a result of natural and anthropogenic factors acting at different scales.



Vlastnosti druhů - species traits

biologické vlastnosti druhů

maximální velikost těla
způsob dýchání
typ pohybu
potravní strategie
typ životního cyklu
akvatická vývojová stadia
způsob rozmnožování



ekologické vlastnosti druhů

vazba na zóny vodních toků
výskyt vůči nadmořské výšce
substrátové a proudové preference



Indikátory ekologického stavu – biologické složky

Databáze autekologických informací (www.freshwaterecology.info)



Search

- » Fish
- » Macro-invertebrates
- » Macrophytes
- » Diatoms
- » Phytoplankton
- » Quick search
- » Distribution map
- » Taxa Entry Tool (TET)

Info

- » News
- » About the database
- » Experts
- » Terms of use (citation)
- » Home

Help

- » How to use the database
- » Abbreviations
- » Database administrators

Database info

- » Last update: 09.02.2010
- » Version: 4.0 - 12/2009

Welcome

Welcome to the freshwaterecology.info database. Here you can find autecological characteristics and distribution patterns of more than 12.000 European freshwater organisms belonging to fish, macro-invertebrates, macrophytes, diatoms and phytoplankton.

The ecology data feature (amongst others) ecoregional and altitudinal distribution, temperature and stream zonation preference, substrate or microhabitat preference, feeding type, life duration, saprobity and many more. All ecological parameters can be individually combined and queried.

Quick search



Find your freshwater organism and its ecological preferences.



View the ecoregional distribution of benthic invertebrates on distribution maps.

Detailed search



Query your preferred organism group. Query more than one ecological parameter. Define special interests and features.



Vlastnosti druhů - species traits

www.freshwaterecology.info
The Taxa and Autecology Database for Freshwater Organisms



Logged in

Logout

Search options

- » New search
- » Change search
- » New parameter
- » Change parameter

Search

- » Fish
- » Macro-invertebrates
- » Macrophytes
- » Diatoms
- » Phytoplankton
- » Quick search
- » Distribution map
- » Taxa Entry Tool (TET)

Info

- » News

Taxon	country	temperature preference						
	EU	vco	cod	mod	war	eut	Ref	
Chironomidae								
CHIRONOMIDAE								
BUCHONOMYINAE								
Buchonomyia thienemanni	EU			5	3	2		
CHIRONOMINAE-Tribus Chironomini								
Chironomus anthracinus	EU				9	1		
Chironomus aprilius	EU				9	1		
Chironomus bernensis	EU			1	7	2		
Chironomus cingulatus	EU			2	6	2		
Chironomus commutatus	EU			1	7	2		
Chironomus crassimanus	EU			1	7	2		
Chironomus longipes	EU			1	7	2		
Chironomus luridus	EU			2	6	2		
Chironomus nuditaris	EU			1	7	2		
Chironomus plumosus	EU			1	7	2		



Autekologické charakteristiky (traits)

Freshwater Biology

Freshwater Biology (2010) **55**, 1430–1446

doi:10.1111/j.1365-2427.2009.02281.x

Assessing pollution of toxic sediment in streams using bio-ecological traits of benthic macroinvertebrates

VIRGINIE ARCHAIMBAULT*, PHILIPPE USSEGLIO-POLATERA[†], JEANNE GARRIC*,
JEAN-GABRIEL WASSON* AND MARC BABUT*

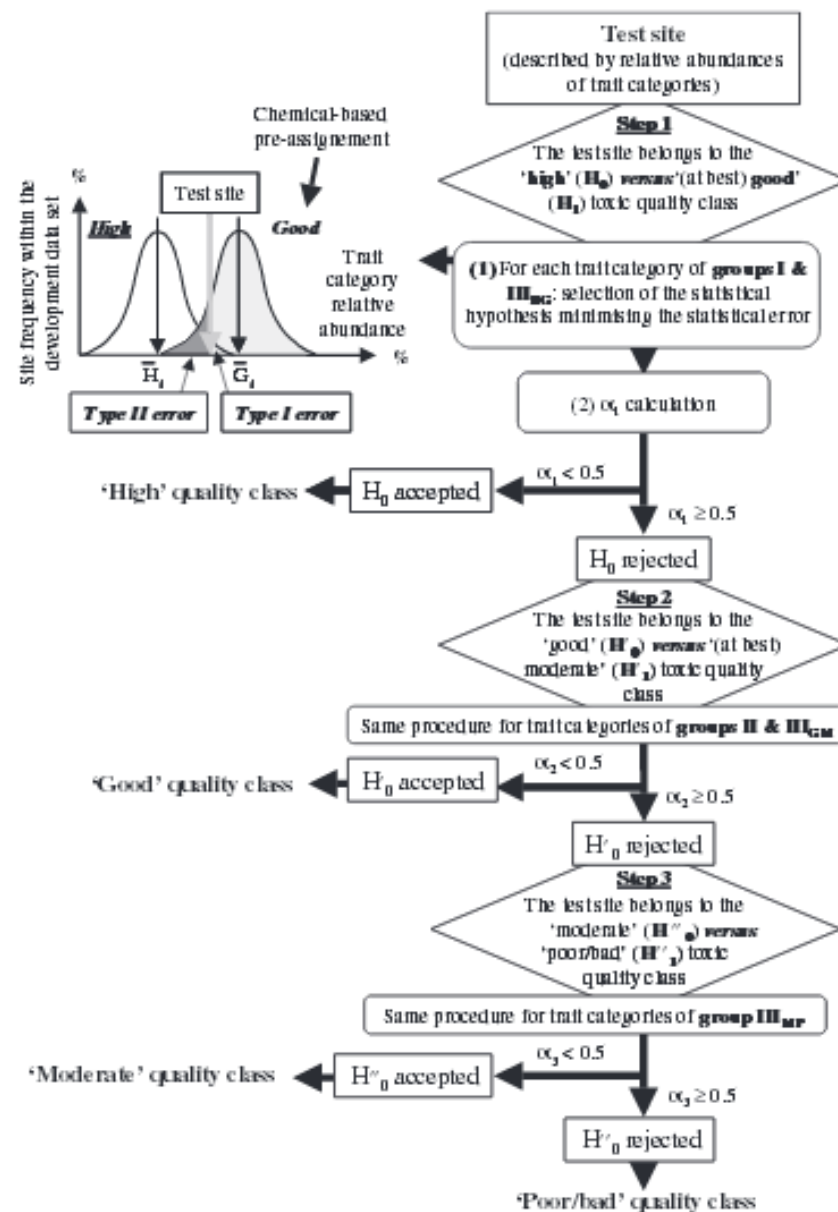
**Cemagref de Lyon, UR Biologie des Ecosystèmes Aquatiques, Lyon Cedex, France*

[†]*Laboratoire Interactions Ecotoxicité-Biodiversité-Ecosystèmes (LIEBE), Université Paul Verlaine, Metz, France*



klasifikace vzorků

- toxické látky
- nutrienty
- vlastnosti druhů



Vlastnosti druhů

Table 2 Biological traits (11) used in the analysis and their categories (57)

Traits	No.	Categories
Maximal size (cm)	1	≤0.5
	2	>0.5 to 1
	3	>1 to 2
	4	>2 to 4
	5	≥4
Life span (year)	6	≤1
	7	>1
Number of reproductive cycles per year	8	<1
	9	1
	10	>1
Aquatic stages	11	Egg
	12	Larva
	13	Nymph/pupa
	14	Adult
Reproduction	15	Ovoviviparity
	16	Isolated eggs, free
	17	Isolated eggs, cemented
	18	Clutches, cemented or fixed
	19	Clutches, free
	20	Clutches, in vegetation
Dispersal	21	Clutches, terrestrial
	22	Asexual reproduction
	23	Aquatic, passive
	24	Aquatic, active
	25	Aerial, passive
	26	Aerial, active
Resistance forms	27	Eggs, statoblasts
	28	Cocoons
	29	Diapause or dormancy
	30	None
Respiration	31	Tegument
	32	Gill
	33	Plastron (aerial)

Locomotion	34	Spiracle (aerial)	
	35	Flier	
	36	Surface swimmer	
	37	Full water swimmer	
	38	Crawler	
	39	Burrower (epibenthic)	
	40	Interstitial (endobenthic)	
	41	Attached	
	Food	42	Fine sediment + microorganisms
		43	Fine detritus <1 mm
44		Dead plant (>1 mm)	
45		Microphytes	
46		Macrophytes	
47		Dead animal (>1 mm)	
48		Living microinvertebrates	
49		Living macroinvertebrates	
50		Vertebrates	
Feeding habits		51	Absorber/deposit feeder
		52	Shredder
		53	Scraper
		54	Filter-feeder
		55	Piercer
		56	Predator
		57	Parasite

Category number (no.) was used as label in Tables 4–8 and Appendix S1.



Autekologické charakteristiky (traits)

Lethality is most common effect used in toxicology and used as an endpoint for **acute toxicity** tests.

While conducting **chronic toxicity** tests sublethal effects are endpoints that are looked at. These endpoints **include behavioral, physiological, biochemical, histological changes**.



Indikační charakteristiky společenstev

vstupní data (abundance)

	S1	S2	S3	S4	...
TAX 1	15	0	0	6	
TAX 2	0	8	0	0	
TAX 3	3	1	0	2560	
...					

charakteristiky taxonů (species traits, senzitivita)

	F1	F2	F3	Si	...
TAX 1	10	40	50	2,8	
TAX 2	-	-	-	1,1	
TAX 3	30	40	30	3,4	
...					

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n s \cdot h \cdot g}{\sum_{i=1}^n h \cdot g}$$



	S1	S2	S3	S4	...
F1%	20	80	50	10	
F2%	50	10	30	15	
F3%	30	10	20	75	
Fx	1,365	0,765	2,789	2,012	
SiCZ	2,4	1,8	1,9	1,4	
...					

výsledné charakteristiky společenstev
(indexy, metriky)

Vlastnosti druhů půdních bezobratlých

Affinity percentage of recorded taxon to selected trait categories

Food has been split in 7 categories (f1: roots, f2: vegetative aerial tissues of plants, f3: fruit or seed, f4: dead animals; f5: living animals; f6: plant detritus; f7: soil)

body sclerotization in two categories (b1 soft-body; b2 hard body)

Environmental Pollution 164 (2012) 59–65



Contents lists available at [SciVerse ScienceDirect](#)

Environmental Pollution

journal homepage: www.elsevier.com/locate/envpol



Functional traits of soil invertebrates as indicators for exposure to soil disturbance

Mickaël Hedde*, Folkert van Oort, Isabelle Lamy

INRA, UR 251 PESSAC, F78026 Versailles CEDEX, France



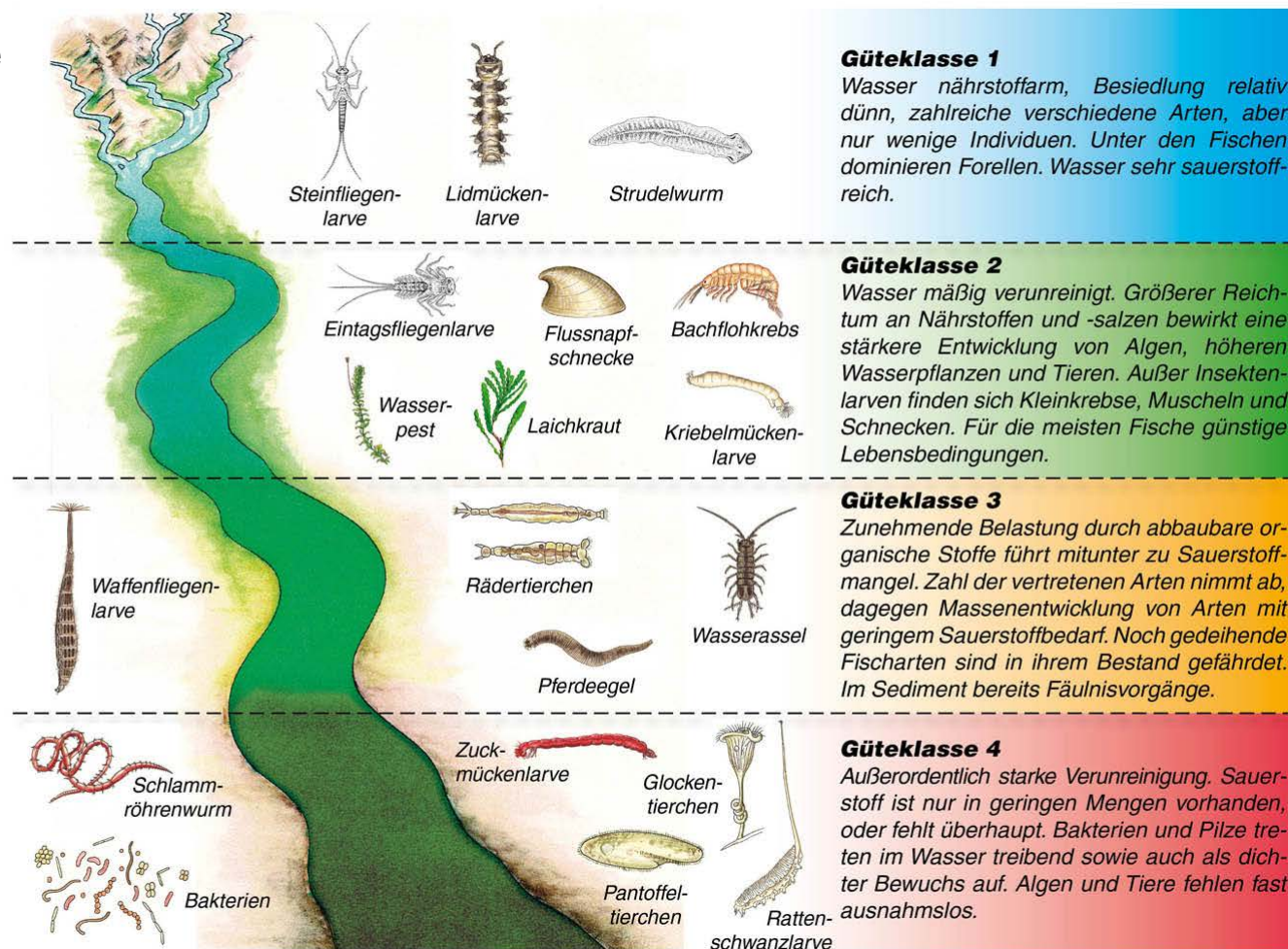
Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí

Saprobita

Saprobita je biologický stav vody vyvolaný znečištěním rozložitelnými organickými látkami.

V rámci bioaktivity vod je saprobita sumou všech metabolických procesů, které jsou v protikladu k primární produkci.

Organismy znečištěných vod jsou vystavovány především nedostatku kyslíku a jedům vznikajících při hnilobném rozkladu



Güteklasse 1

Wasser nährstoffarm, Besiedlung relativ dünn, zahlreiche verschiedene Arten, aber nur wenige Individuen. Unter den Fischen dominieren Forellen. Wasser sehr sauerstoffreich.

Güteklasse 2

Wasser mäßig verunreinigt. Größeres Reichtum an Nährstoffen und -salzen bewirkt eine stärkere Entwicklung von Algen, höheren Wasserpflanzen und Tieren. Außer Insektenlarven finden sich Kleinkrebse, Muscheln und Schnecken. Für die meisten Fische günstige Lebensbedingungen.

Güteklasse 3

Zunehmende Belastung durch abbaubare organische Stoffe führt mitunter zu Sauerstoffmangel. Zahl der vertretenen Arten nimmt ab, dagegen Massenentwicklung von Arten mit geringem Sauerstoffbedarf. Noch gedeihende Fischarten sind in ihrem Bestand sehr gefährdet. Im Sediment bereits Fäulnisvorgänge.

Güteklasse 4

Außerordentlich starke Verunreinigung. Sauerstoff ist nur in geringen Mengen vorhanden, oder fehlt überhaupt. Bakterien und Pilze treten im Wasser treibend sowie auch als dichter Bewuchs auf. Algen und Tiere fehlen fast ausnahmslos.



ASPT index

(BMWP – BioMonitoring Working Party)

Scoring table

BMWP Score table

Group	Families	Score
Mayflies, Stoneflies, Riverbug, Caddisflies or Sedgeflies	Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Ephemerellidae, Potamanthidae, Ephemeridae, Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae	10
Crayfish, Dragonflies	Astacidae, Lestidae, Agriidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae	8
Mayflies, Stoneflies, Caddisflies or Sedge flies	Caenidae, Nemouridae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae	7
Snails, Caddisflies or Sedge flies, Mussels, Gammarids, Dragonflies	Neritidae, Viviparidae, Ancyliidae, Hydroptilidae, Unionidae, Corophiidae, Gammaridae, Platycnemididae, Coenagriidae	6
Bugs, <small>[disambiguation needed]</small> Beetles, Caddisflies or Sedgeflies, Craneflies/Blackflies, Flatworms	Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Notonectidae, Pleidae, Corixidae, Haliplidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrophilidae, Clambidae, Helodidae, Dryopidae, Elmidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelida	5
Mayflies, Alderflies, Leeches	Baetidae, Sialidae, Piscicolidae	4
Snails, Cockles, Leeches, Hog louse	Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Sphaeriidae, Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae	3
Midges	Chironomidae	2
Worms	Oligochaeta (whole class)	1



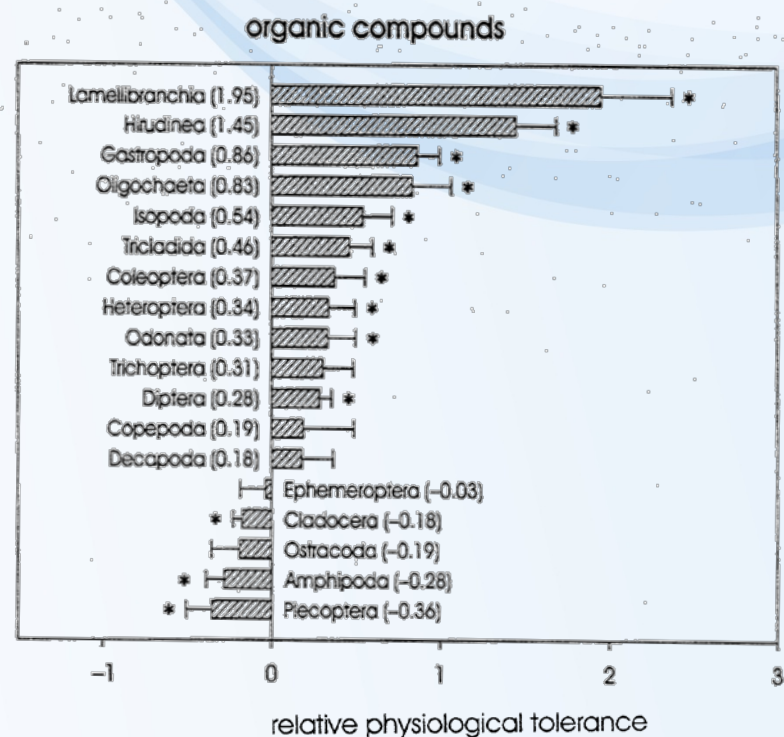
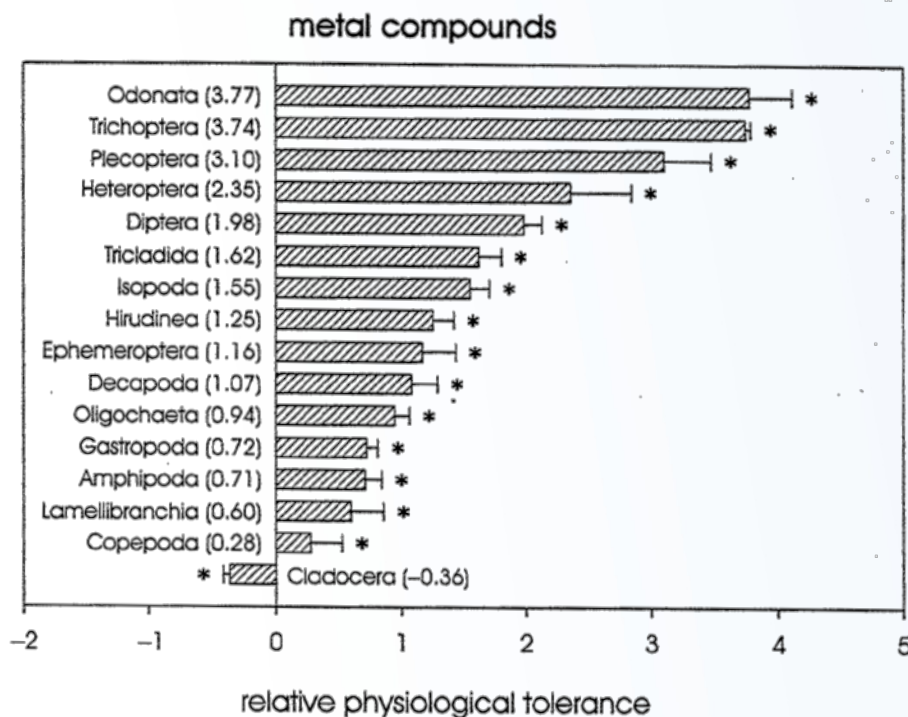
Senzitivita na toxické látky

Bull. Environ. Contam. Toxicol. (2001) 67:360–367
 © 2001 Springer-Verlag New York Inc.
 DOI: 10.1007/s00128-001-0133-8

Environmental
 Contamination
 and Toxicology

Rank Ordering of Macroinvertebrate Species Sensitivity to Toxic Compounds by Comparison with That of *Daphnia magna*

J. Wogram,¹ M. Liess²



SPEAR index (Species At Risk)

The screenshot shows the SPEAR website interface. At the top, there is a navigation bar with the SPEAR logo (species at risk) and language options (Deutsch, English). The main navigation menu includes 'about', 'development', 'community', 'related tools', and 'contact'. The left sidebar contains three sections: 'Calculator' with a 'Start Calculator' button, 'Version Alert' with a subscription form, and 'Development' with contact information for the Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ. The main content area features a 'New Version' banner for the SPEAR Calculator web application, an 'About SPEAR' section describing the bioindicator system, and a 'Key paper about SPEAR' section with a list of bullet points. The bottom of the page includes a footer with the website URL: www.systemecology.eu/SPEAR/index.php.

Calculator

Click the button below to start the SPEAR_{calculator}

Start Calculator

Version Alert

Sign up and get information about the latest version!

youremailaddress

Subscribe

Unsubscribe

Development

HELMHOLTZ CENTRE FOR ENVIRONMENTAL RESEARCH - UFZ

Department System Ecotoxicology

PD Dr. Matthias Less
Dr. Mikhail Beketov
Dr. Mira Kattwinkel

Try out our SPEAR Web Application

- calculate SPEAR values online
- plot graphs
- export your result

Calculator

About SPEAR

SPEAR is a bioindicator system based on biological traits and focused on various types of contaminants in fresh waters. The traits used are responsive to the effects of particular toxicants (e.g. physiological sensitivity) and associated recovery (e.g. generation time). SPEAR bioindicators are developed to complement existing bioassessment methods and indices in order to assess effects of toxicants. Currently, two SPEAR-indicators exist: SPEAR_{pesticide} and SPEAR_{organic} designed to detect and quantify effects of pesticides (insecticide toxicity) and general organic toxicants (e.g. petrochemicals, synthetic surfactants) respectively.

Key paper about SPEAR

With SPEAR you can

- estimate exposure of certain types of toxicants (e.g. pesticides) using field monitoring data on invertebrates (e.g. for the water framework directive (WFD))
- quantify effects of toxicants on invertebrate communities

More about what can you do with SPEAR

The web application to calculate SPEAR values for a given measurement (macroinvertebrate data) is now online. Its advantage is the independence of platforms (basic SPEAR calculations will also be available in the ASTERICS program).

With SPEAR Calculator you can:

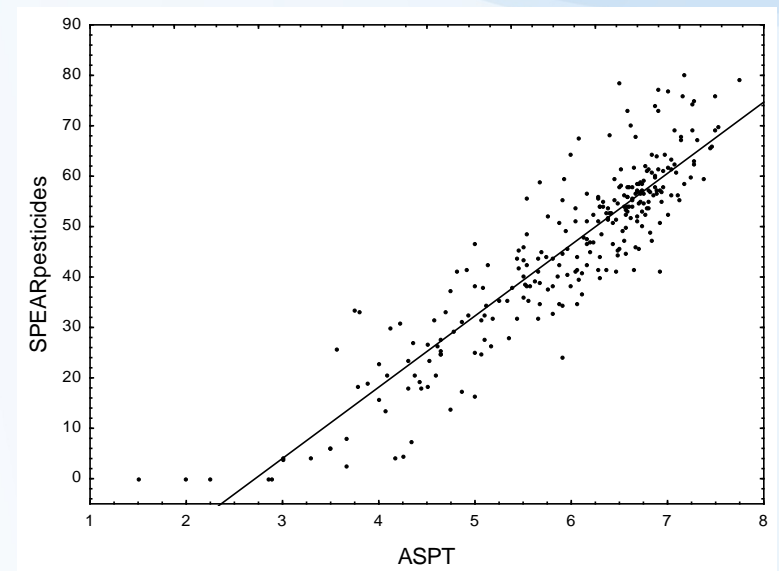
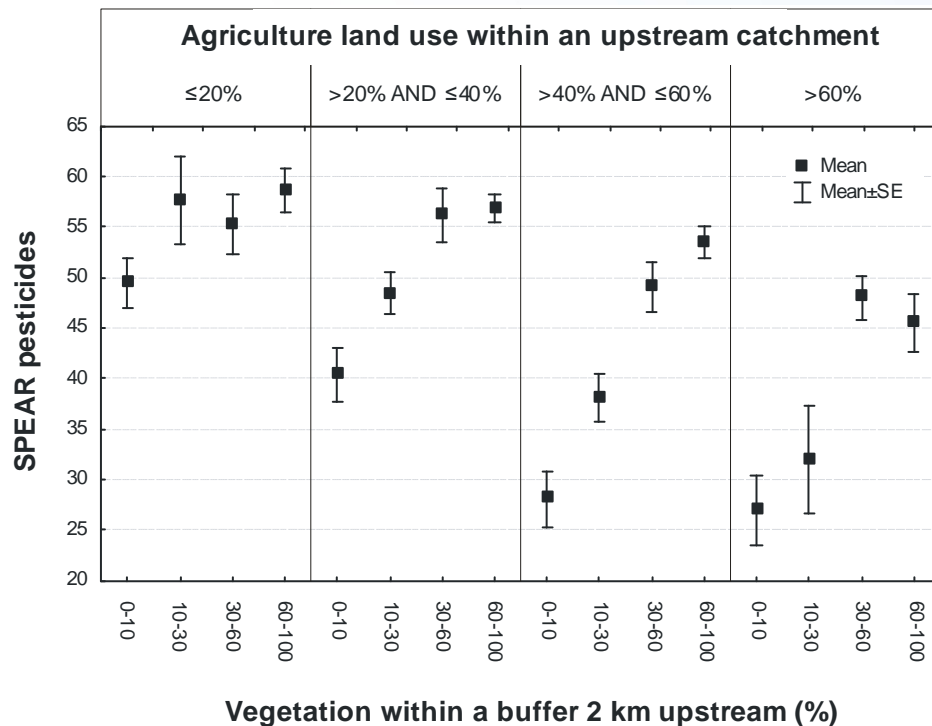
- identify effects of toxicants using your invertebrate data
- extend the SPEAR database with your inputs
- have the chance to share and discuss your related experience and post your papers on this web-page.



2. Systémy hodnocení odezvy společenstva na polutanty

SPEAR_{pesticides}

Taxon Name	Gen. Time	Gen. Time Threshold (SPEARpesticides)	Gen. Time Coding (SPEARpesticides)	Gen. Time Sensitivity* / SPEARorganic Classification	Sensitivity Threshold (SPEARpesticides)	Sensitivity Coding (SPEARpesticides)	Migration	Migration Coding (SPEARpesticides)	Exposed	Exposed Coding (SPEARpesticides)	SPEARpesticides Classification n
<i>Antocha vitripennis</i> {-#~#-}4331	3	0.5	1	-0.95986	-0.357	0	0	1	1	1	
<i>Aphelocheirus aestivalis</i> {-#~#-}4335	1	0.5	1	-0.56061	-0.357	0	0	1	1	1	
<i>Apsectrotanypus trifascipennis</i> {-#~#-}4338	0.5	0.5	1	-0.35	-0.357	1	0	1	1	1	1
<i>Argulus foliaceus</i> {-#~#-}4346	0.4	0.5	0	0.04139	-0.357	1	0	1	1	1	
<i>Asellus aquaticus</i> {-#~#-}8691	0.33	0.5	0	-0.17455	-0.357	1	0	1	1	1	
<i>Atherix ibis</i> {-#~#-}4363	1	0.5	1	-0.35	-0.357	1	0	1	1	1	1
<i>Athripsodes albifrons</i> {-#~#-}4366	1	0.5	1	-0.05811	-0.357	1	0	1	1	1	1



KOMBINACE STRESORŮ A JEJICH INDIKACE

- analýza interakcí mezi působením stresorů
- experimentální testování (laboratorní, terénní)
- shromážděno značné množství autekologických informací o taxonech → testování a výběr metrik



KOMBINACE STRESORŮ A JEJICH INDIKACE

Toxické stresory

- acidifikace
- těžké kovy
- pesticidy, POPs
- ropné látky
- tzv. prioritní látky zahrnuté v rámcové směrnici

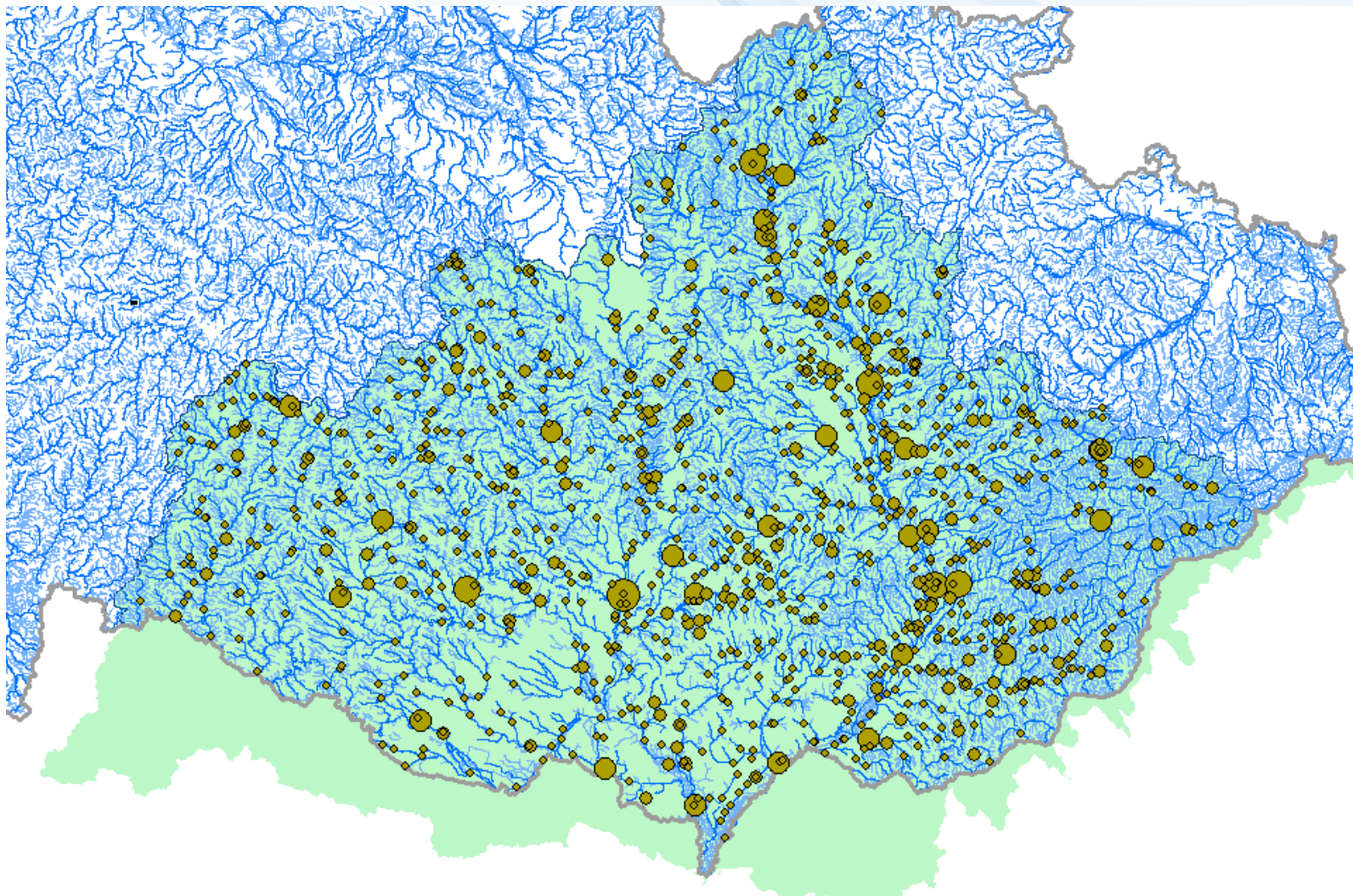
Jiné stresory

- eutrofizace/organické znečištění
- hydromorfologická degradace



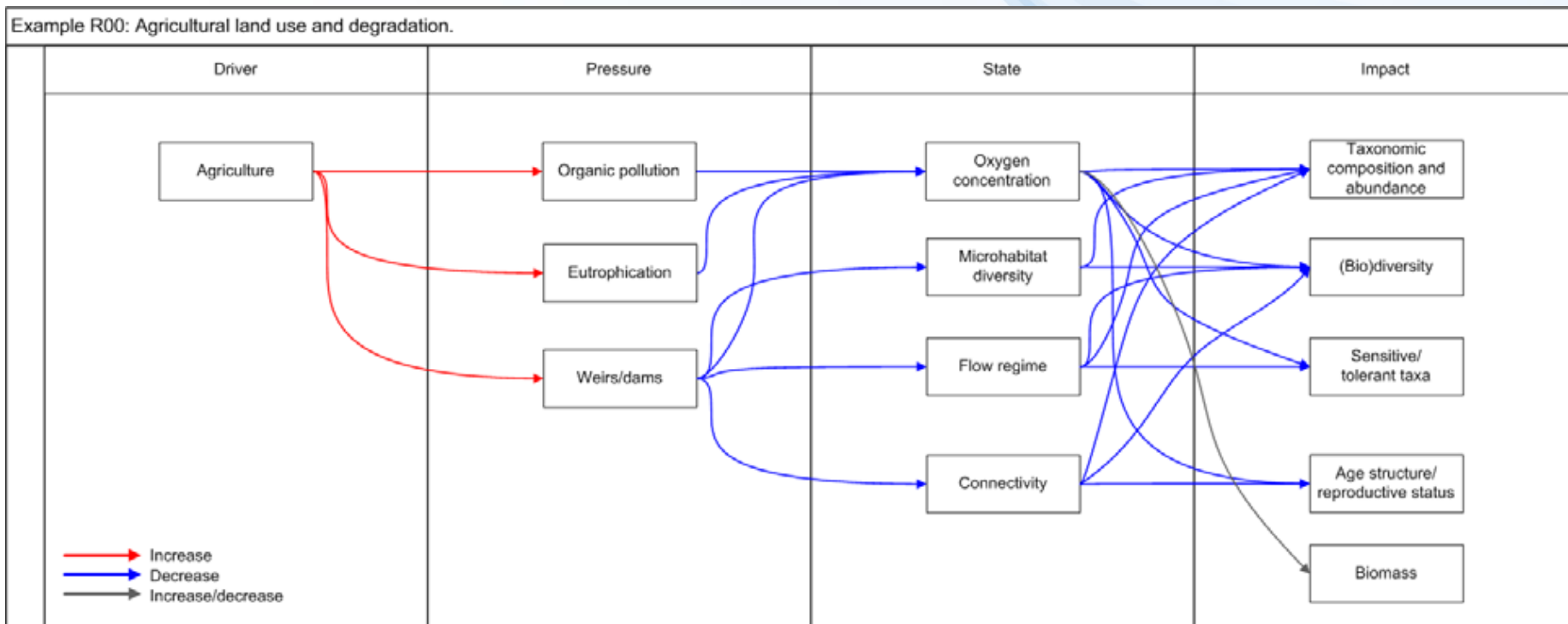
BODOVÉ ZDROJE ZNEČIŠTĚNÍ

- komunální zdroje, průmysl, ČOV

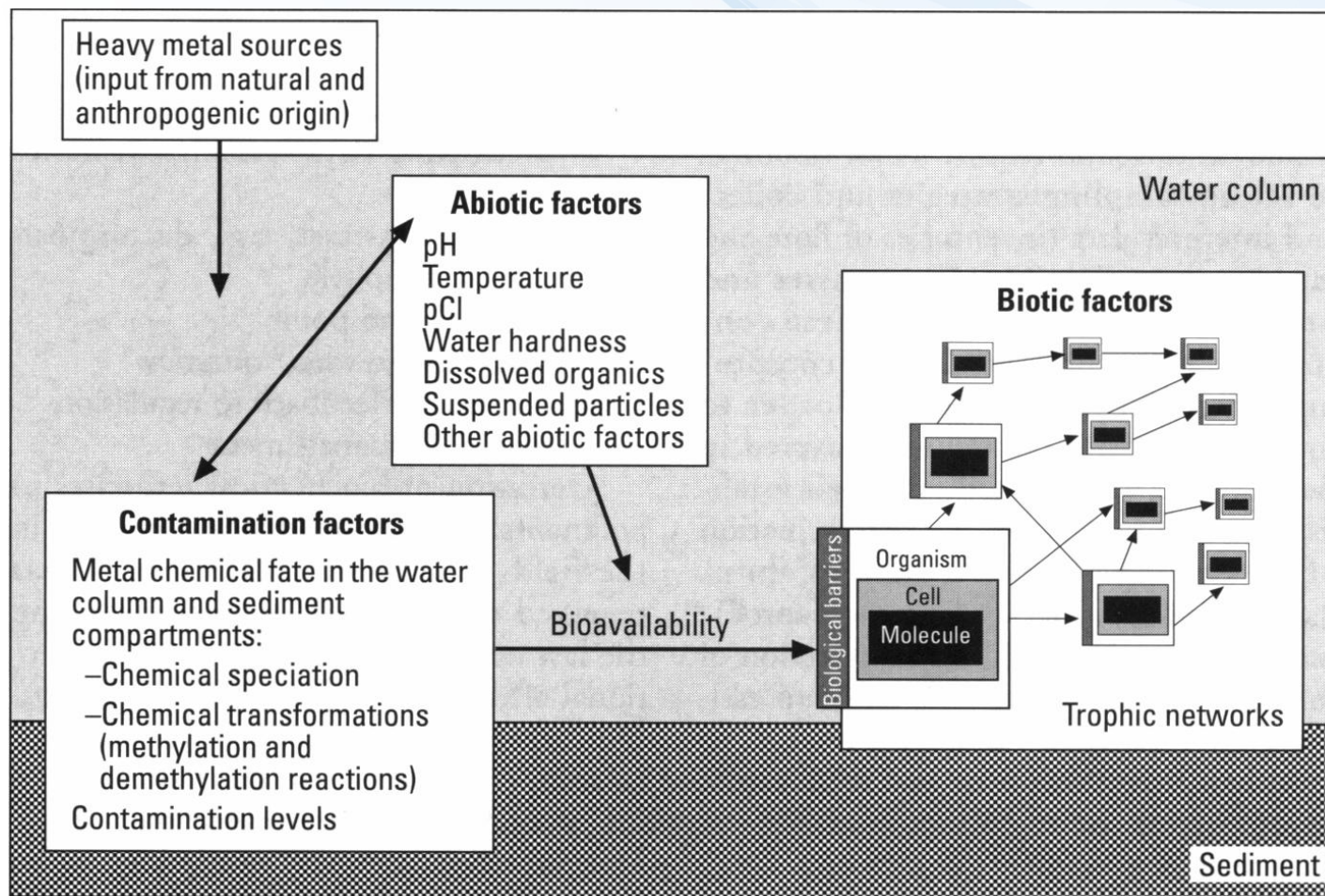


ZEMĚDĚLSTVÍ

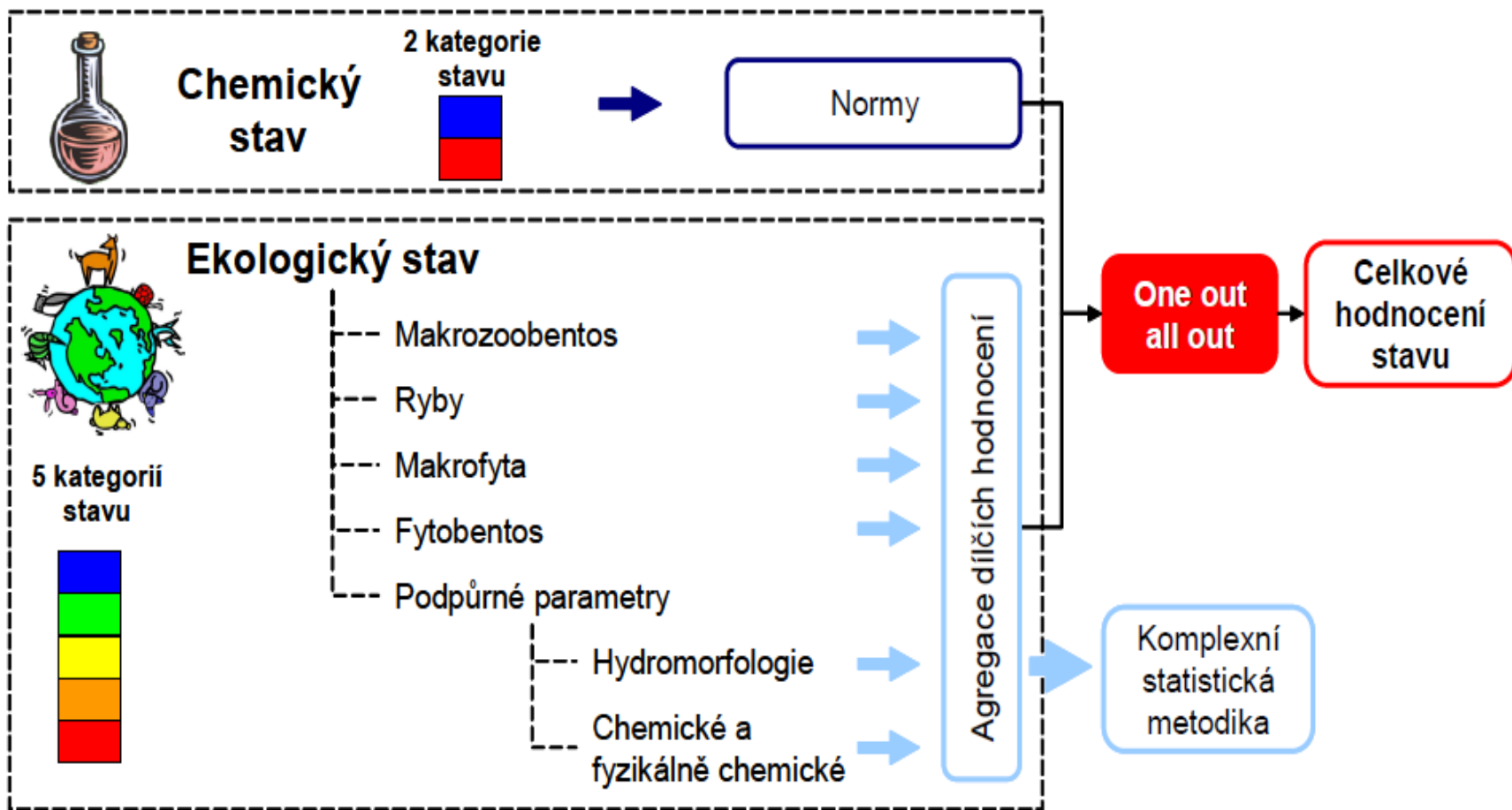
- nutrients, organická hmota, pesticidy, eroze - jemné částice, meliorace, degradace habitatů, pobřežní vegetace, říční niva, průtokový režim



Interakce při působení kontaminantu



Hodnocení stavu útvarů povrchových vod



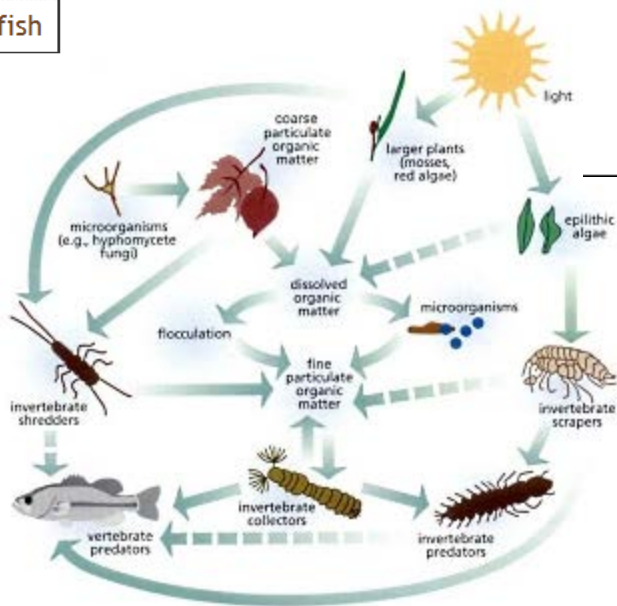
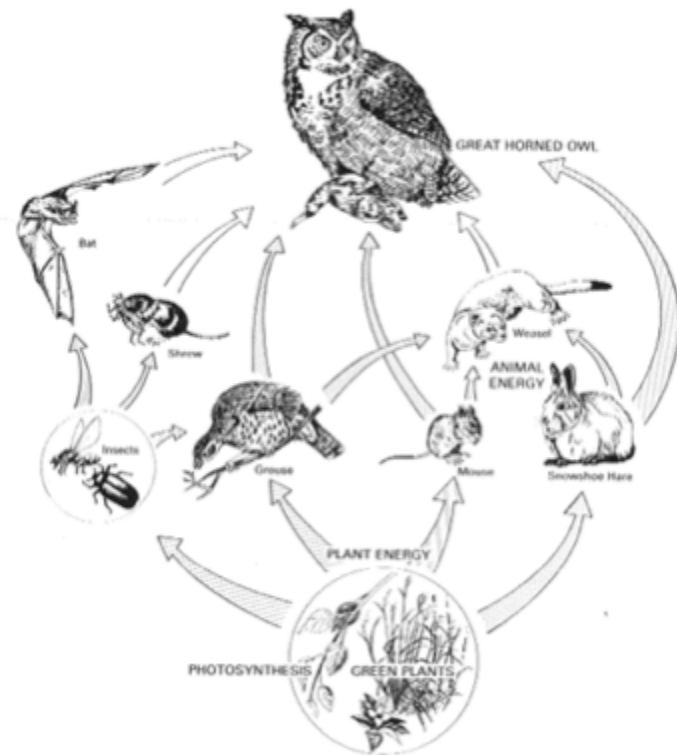
TROFICKÉ VZTAHY

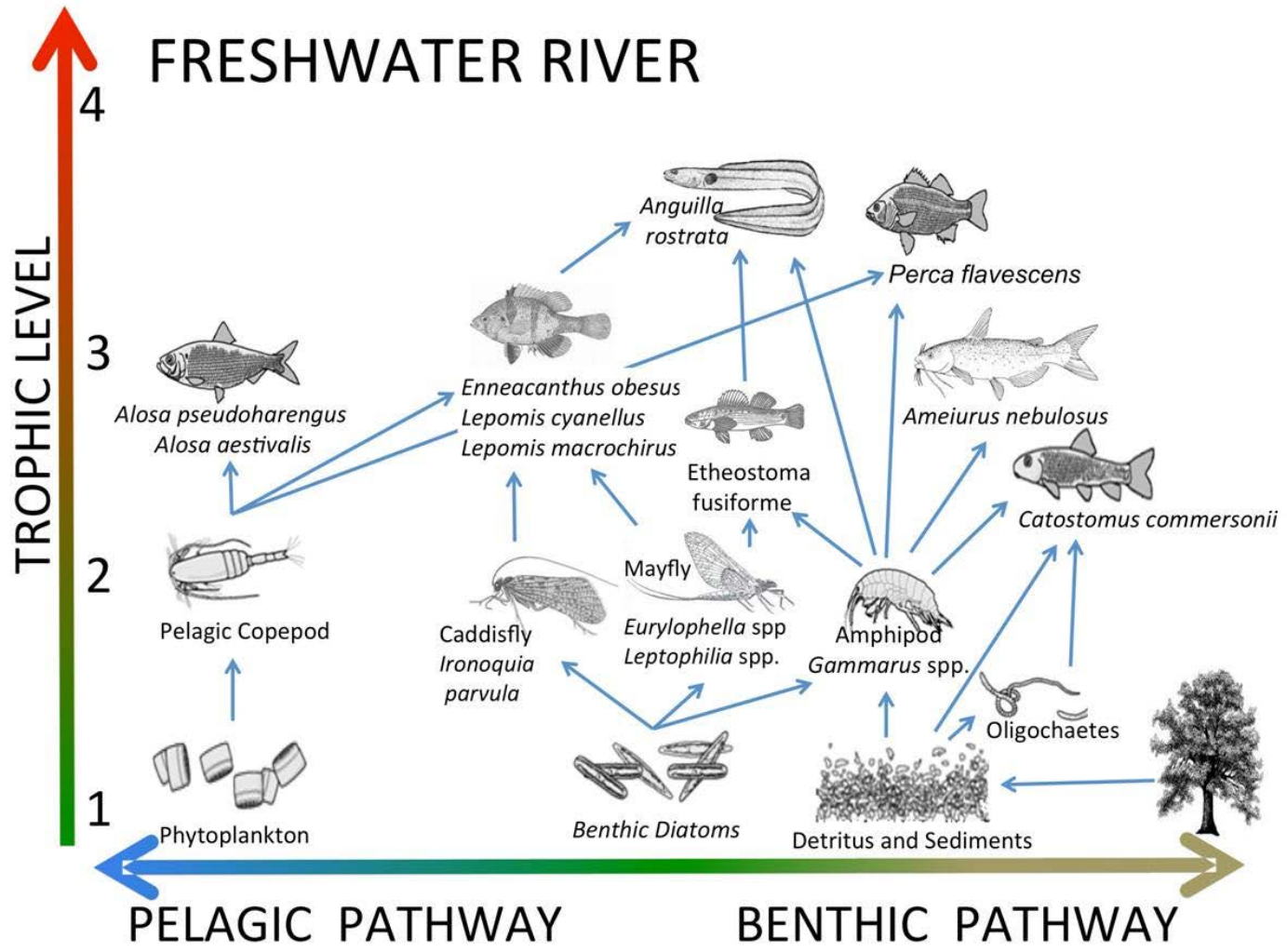
- potravní strategie a trofické vztahy určují jak se polutant bude šířit ve společenstvech
- Bioakumulace, biokoncentrace, biodostupnost
- Příklad – říční makrofyta a těžké kovy



Table 1. Functional Feeding Groups

Feeding Strategy	Food Category
I. Shredders	Dead leaves/live macrophytes
II. Collectors	Fine organic particles (live/dead)
Filter feeders	Particles in water column
Miners	Buried particles
Browsers	Bottom surface deposits
III. Scrapers	Live benthic algae (diatoms)
IV. Piercers	Live filamentous algae
V. Predators	Other invertebrates + small fish





Mikro-/mesokosmové experimenty

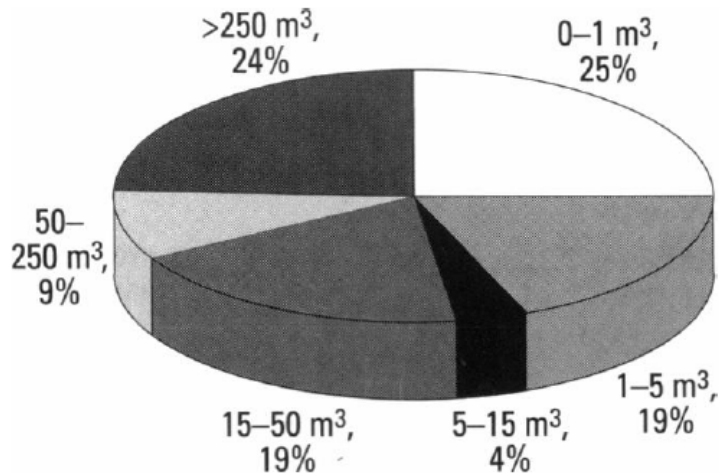


Figure 6. Size distribution of lentic outdoor freshwater micro-/mesocosms in which structural responses under pesticide treatments have been studied ($n = 85$). Modified from Brock and Budde (35).

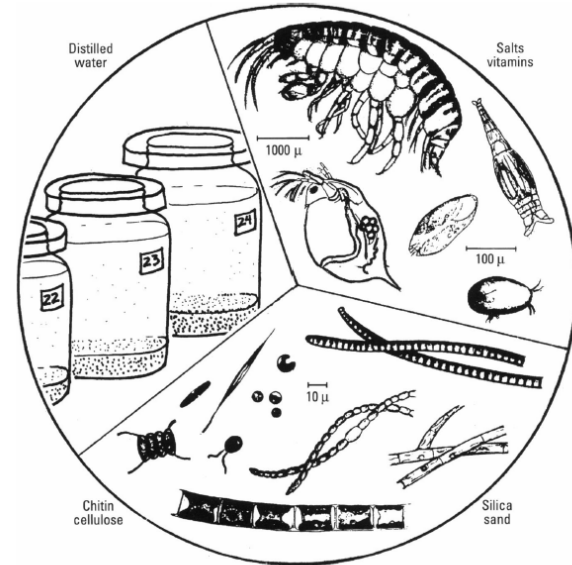
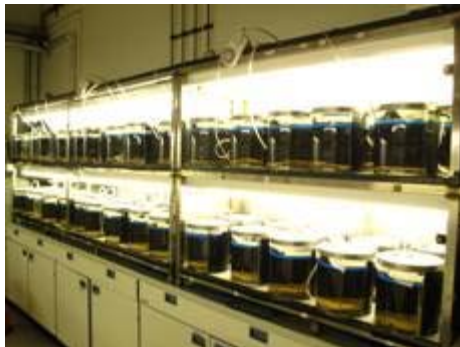


Figure 7. Principal components of a standardized aquatic indoor microcosm, based on an artificial medium with 10 species of primary producers and 5 species of grazers. From Taub (44), with permission.



Terénní experimenty

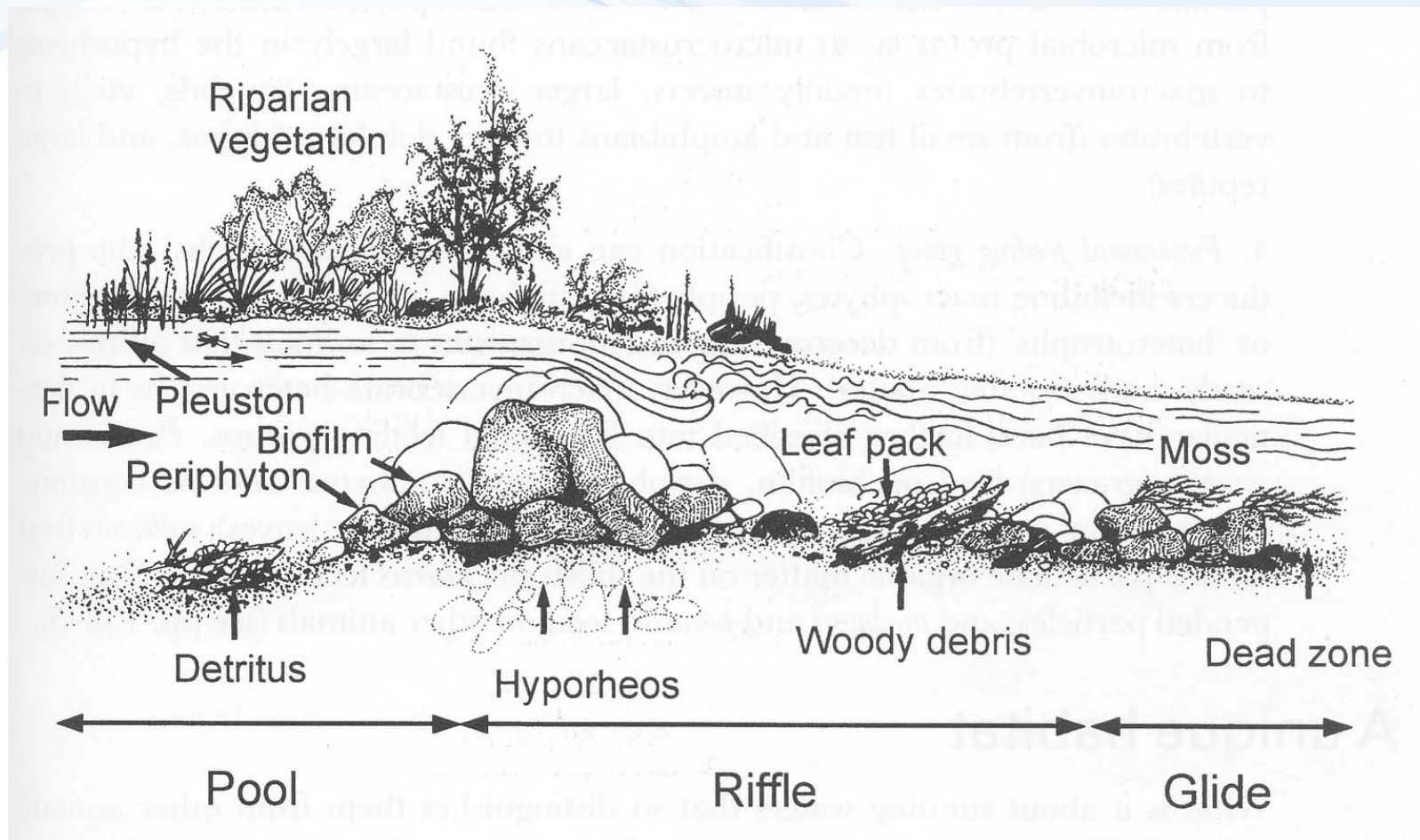


Distribuce těžkých kovů v říčním ekosystému

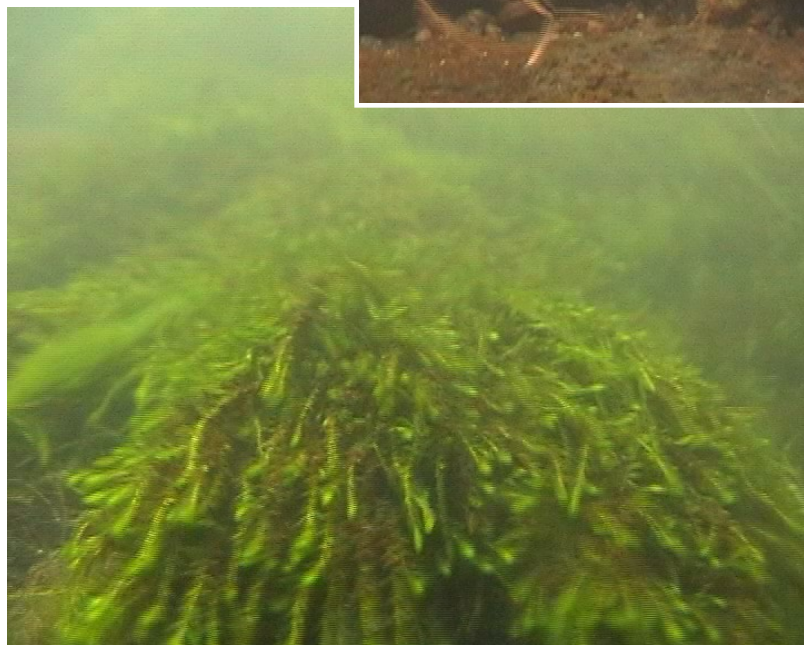
- interakce s terestrickými ekosystémy
- spojení povrchových a podzemních vod
- transport látek v rozpuštěné formě, ve vazbě na suspendované částice a na sedimenty
- transformace polutantů v závislosti na pH, redoxním potenciálu, kyslíkových podmínkách
- prostorová distribuce polutantů v závislosti na hydraulických parametrech (retence, eroze, sedimentace, přestup voda-sediment)
- biodostupnost a bioakumulace
- působení toxických látek na vodní organismy interaguje s parametry říčních habitatů



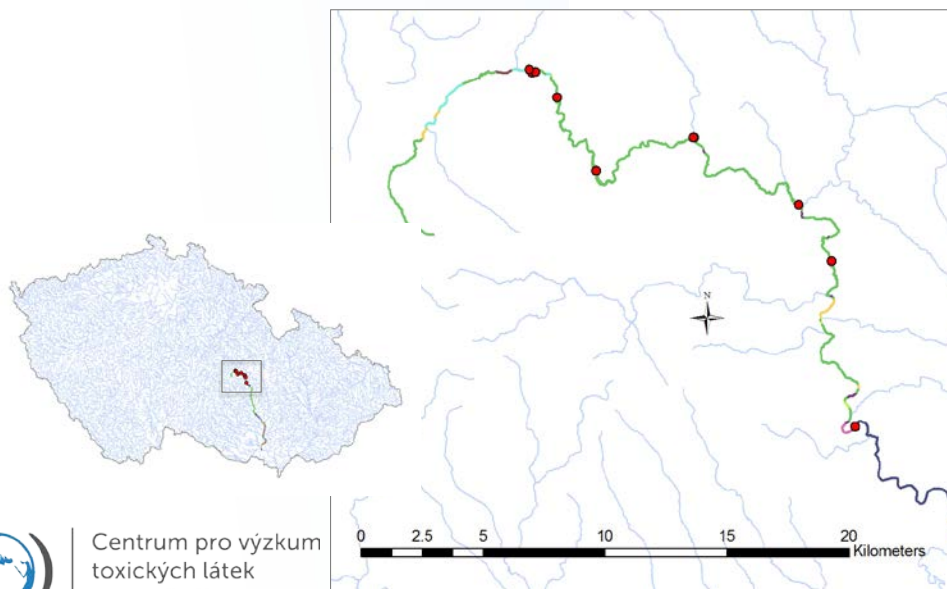
Říční habitaty



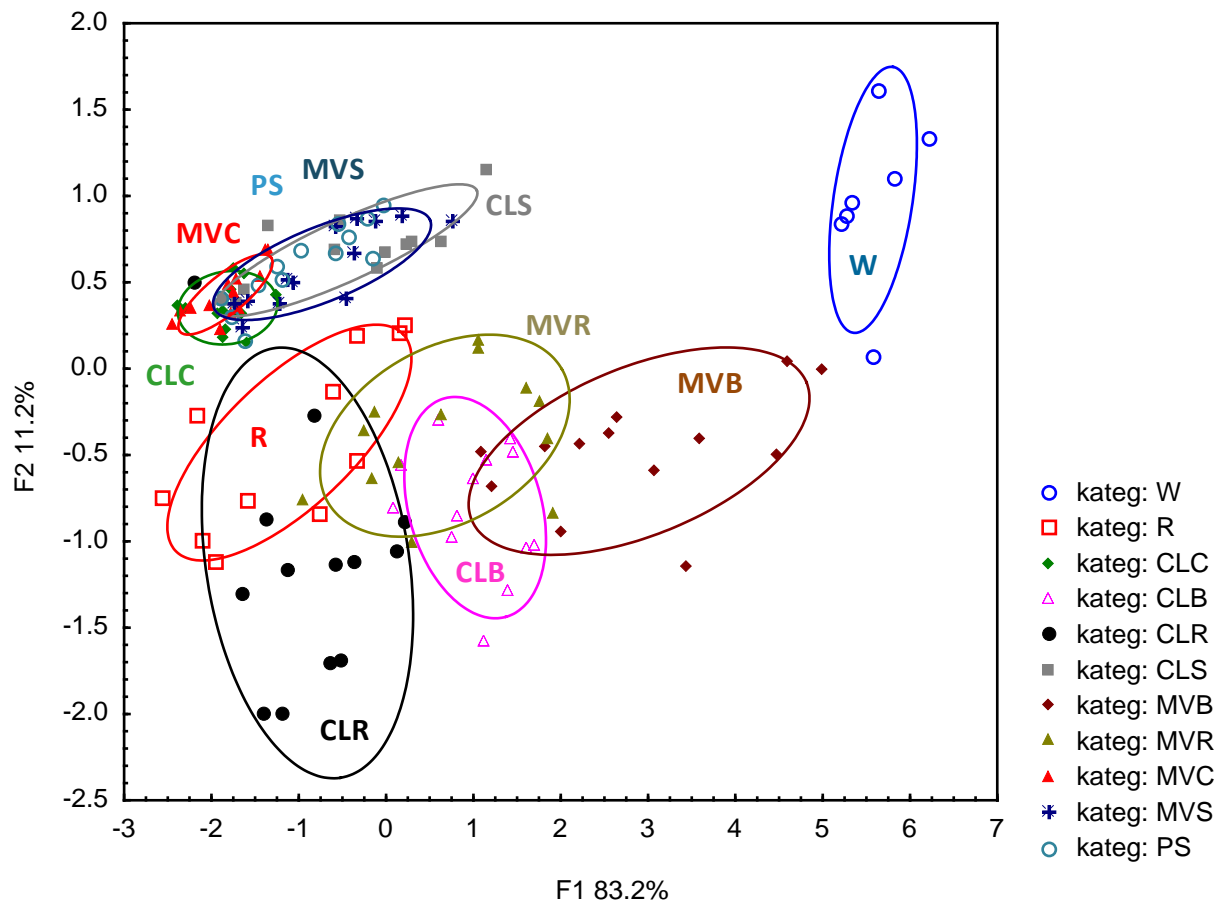
Substráty

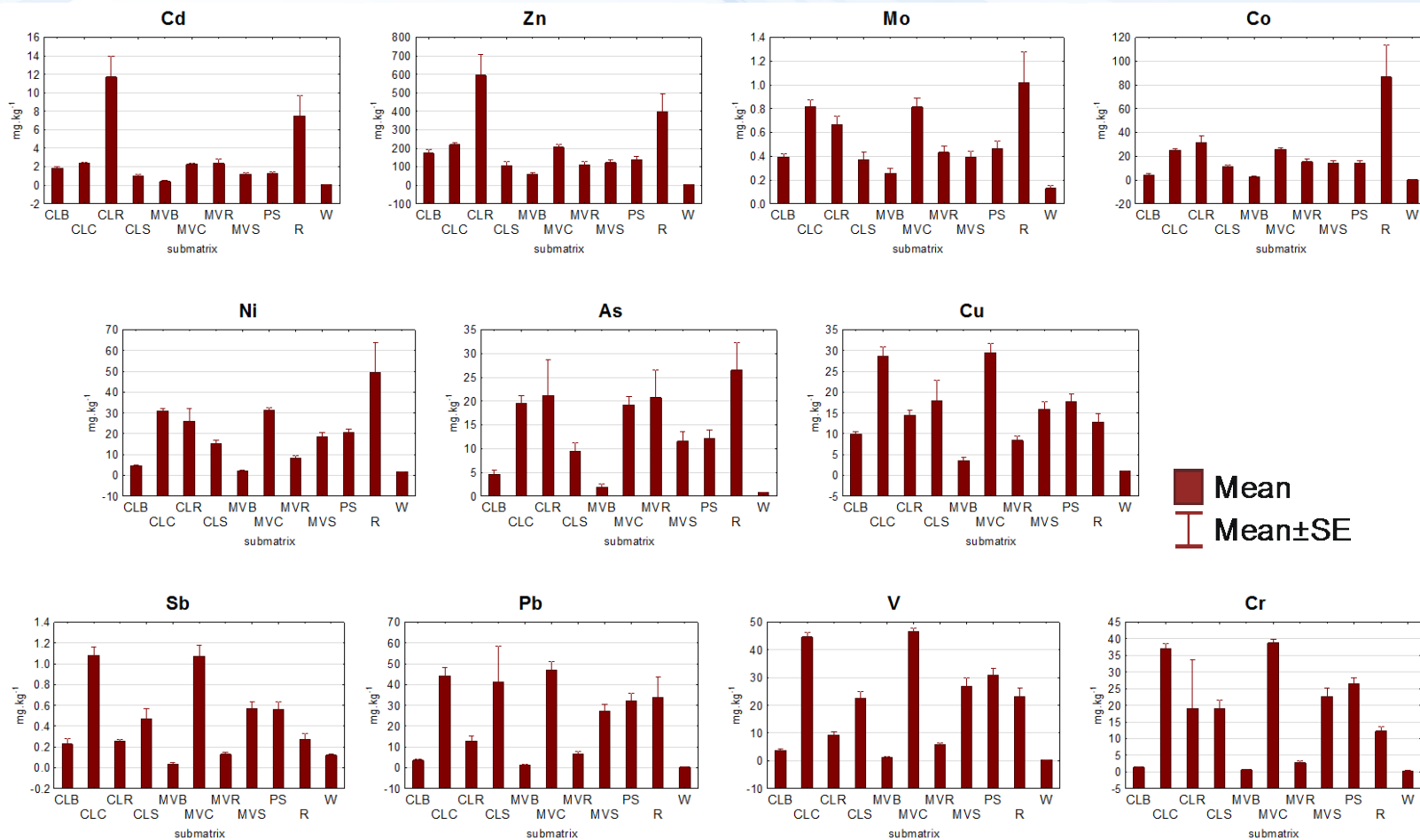


Svratka - lokality



Případová studie – akumulace těžkých kovů





Porovnání lokalit – podélný profil toku

