

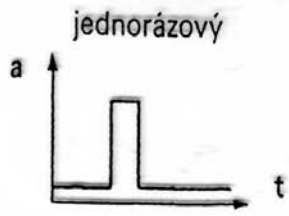
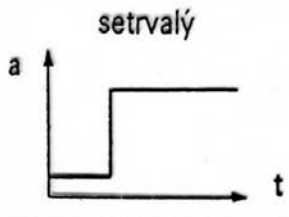

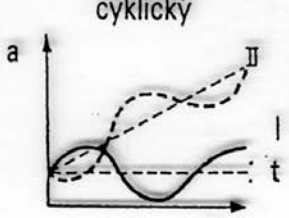
Stresory v akvatických ekosystémech

Hydromorfologická degradace:
hydrologické ovlivnění
degradace morfologie koryta
fragmentace habitatů

Nadužívání vodních zdrojů
Klimatické změny
Obecná degradace

Znečišťování vod
eutrofizace
organické znečištění
toxické znečištění
acidifikace
tepelné znečištění



Forma vstupního signálu	Příklady stresorů v ekosystémech	
	suchozemských	vodních
<p>jednorázový</p> 	<ul style="list-style-type: none"> – požár – jednorázová aplikace pesticidů – katastrofální povodeň – v lese – holoseč – větrný polom 	<ul style="list-style-type: none"> – havarijní únik odpadních vod – katastrofální povodeň – jednorázová otrava hydrobiocenóz
<p>setrvalý</p> 	<ul style="list-style-type: none"> – odvodnění zamokřených lokalit – všechny typy extrémní degradace půd 	<ul style="list-style-type: none"> – náhle zvýšená zátěž znečištěním z nového zdroje (odpadní vody nebo teplo)
<p>stoupající</p> 	<ul style="list-style-type: none"> – intenzifikace pastevního hospodářství – zvyšování stavu býložravců 	<ul style="list-style-type: none"> – eutrofizace postupnou výstavbou odvodňovacích systémů a intenzifikací zemědělské výroby v povodí
<p>cyklický</p> 	<p>I. Sezónní kolísání setrvalé</p> <ul style="list-style-type: none"> – kolísání průmyslových imisí (maxima SO₂ v chladném pololetí, O₃ ve vegetační době) <p>II. Sezónní kolísání se stoupavým trendem</p> <ul style="list-style-type: none"> – stoupající dávky hnojiv – obsah CO₂ v zemské atmosféře 	<ul style="list-style-type: none"> – kampaňové znečištění vod z cukrovarů – stoupající vypouštění odpadních vod v rámci sezónní cykličnosti



a – intenzita působení
t - čas

Faktory ohrožující sladkovodní ekosystémy

- **Změny a destrukce habitatů** – přehrady, kanalizování toků, těžba dřeva, nerostných surovin, využití pro zemědělství, dopravu či lidská sídla
- **Změny habitatů, průtoků** kvůli odběrům vody či výrobě energie
- **Ničení/odvodňování mokřadů** - v minulém století zničena polovina mokřadů na světě
- **Povodně a sucha**
- **Zanášení bahnem**



Změny v krajině



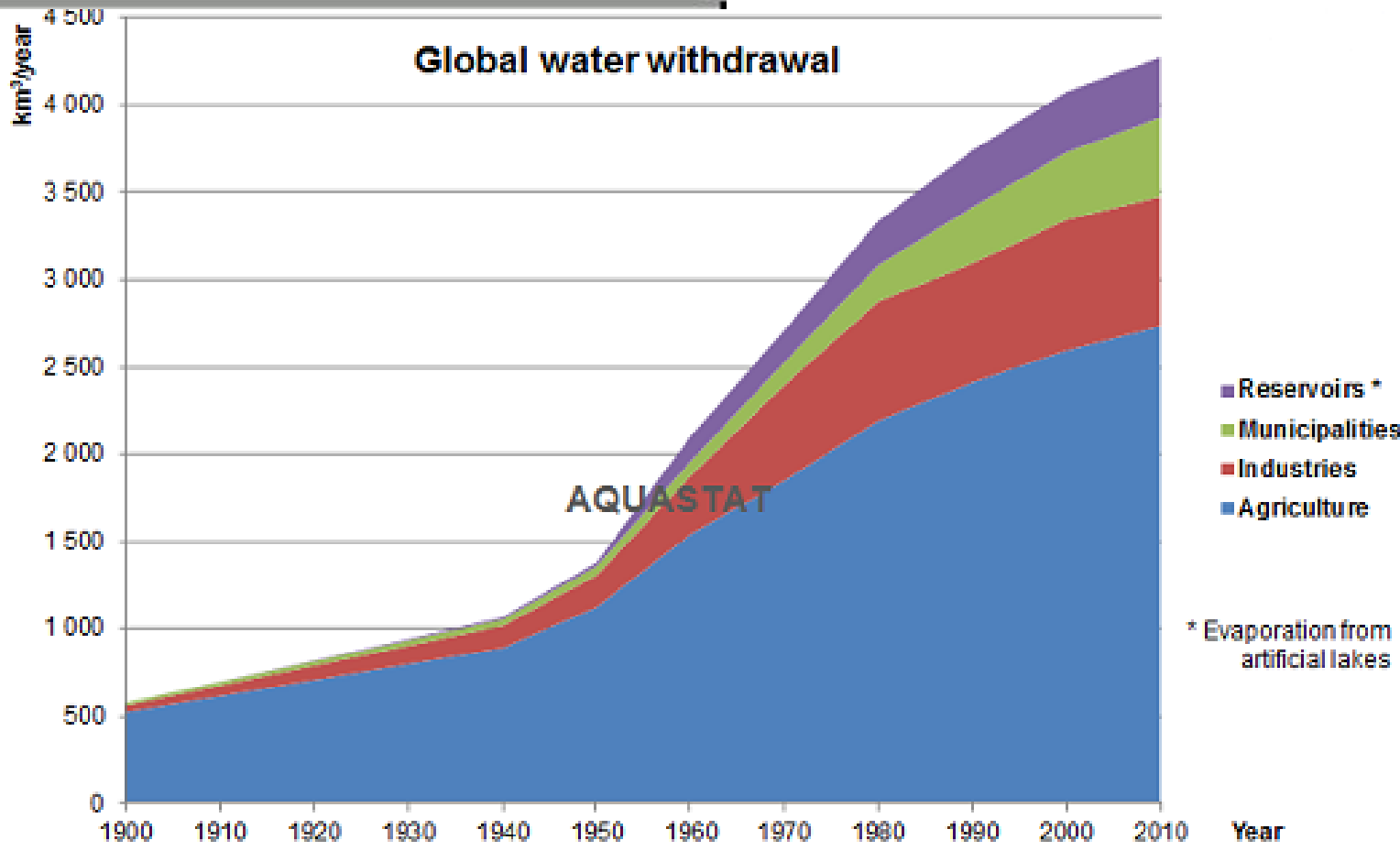
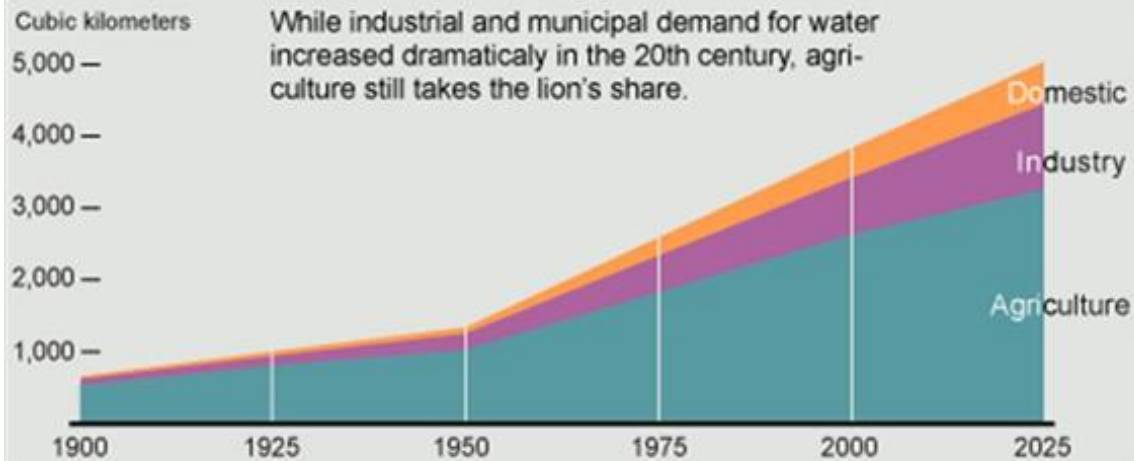
- Změny povrchových odtokových poměrů v krajině : zemědělství, odlesňování, vysoušení mokřadů (meliorace) a výstavba rybníků, scelování pozemků:
 - eroze (voda ovlivňuje krajinu, splachy ovlivňují vodní prostředí)
 - změna vodní jímavosti půdy
 - změna objemu a distribuce průtoků
- Změny přirozených průtokových režimů, změna zásob vod v krajině
 - komplexní důsledky pro abiotické podmínky ve vodním prostředí (teplota, chemismus, proudění, hloubka, ztráta habitatů etc.), změny ve společenstvech

Nadužívání vodních zdrojů

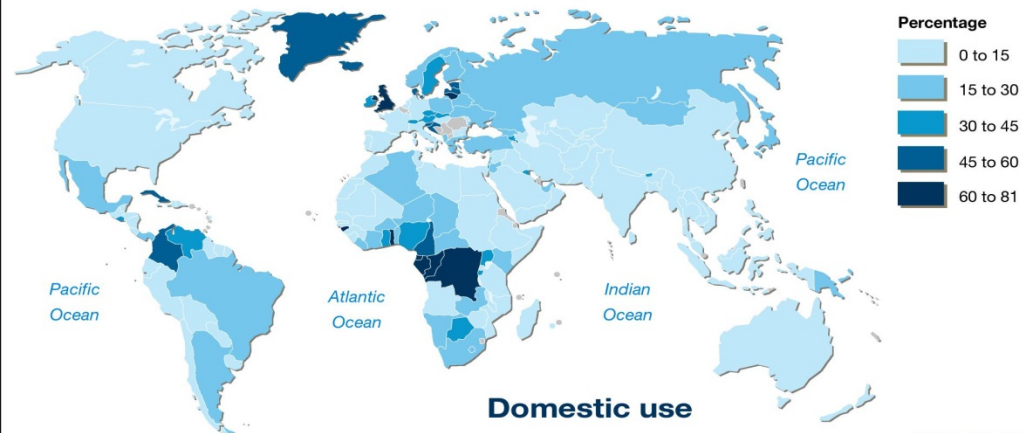
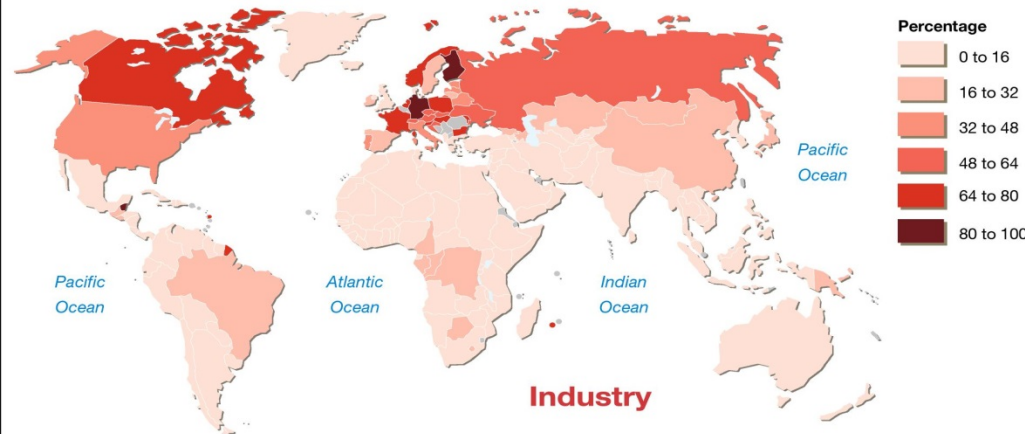
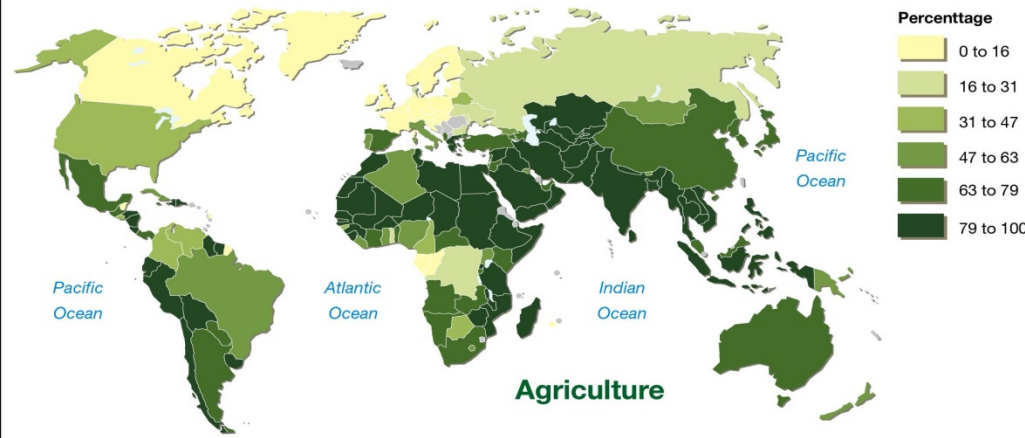
- **Odběry vody** – snížení průtoků nebo objemu nádrží
potřeba: ze zdroje plus recyklovaná
spotřeba: odpar, voda použitá do výrobku, nebo vracená do vodního prostředí v jiném místě
odpadní voda: vrací se **v místě spotřeby nebo poblíž něho**

Vlivy odběrů

- průmysl: znečišťování, havárie
 - závlahy: zasolování půd, zvyšování salinity v nádržích
 - odběry pitné vody z podzemí – pokles hladiny spodní vody
- Snížené průtoky či objemy zesilují negativní působení dalších vlivů

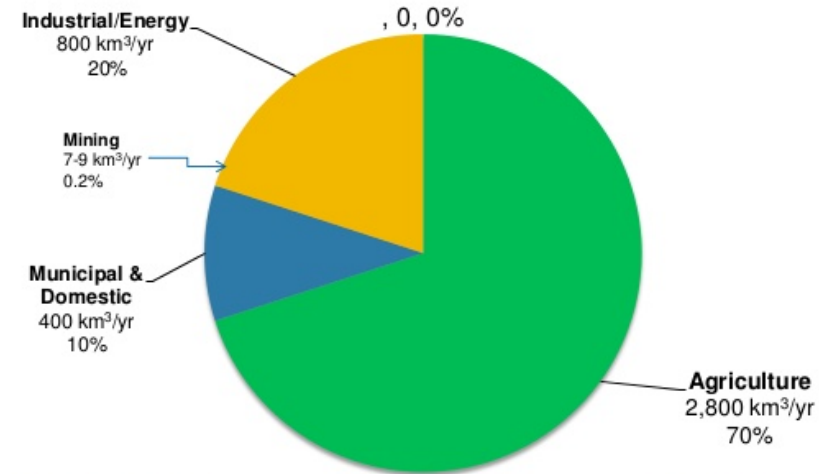


Spotřeba vody



Global Fresh Water Withdrawals

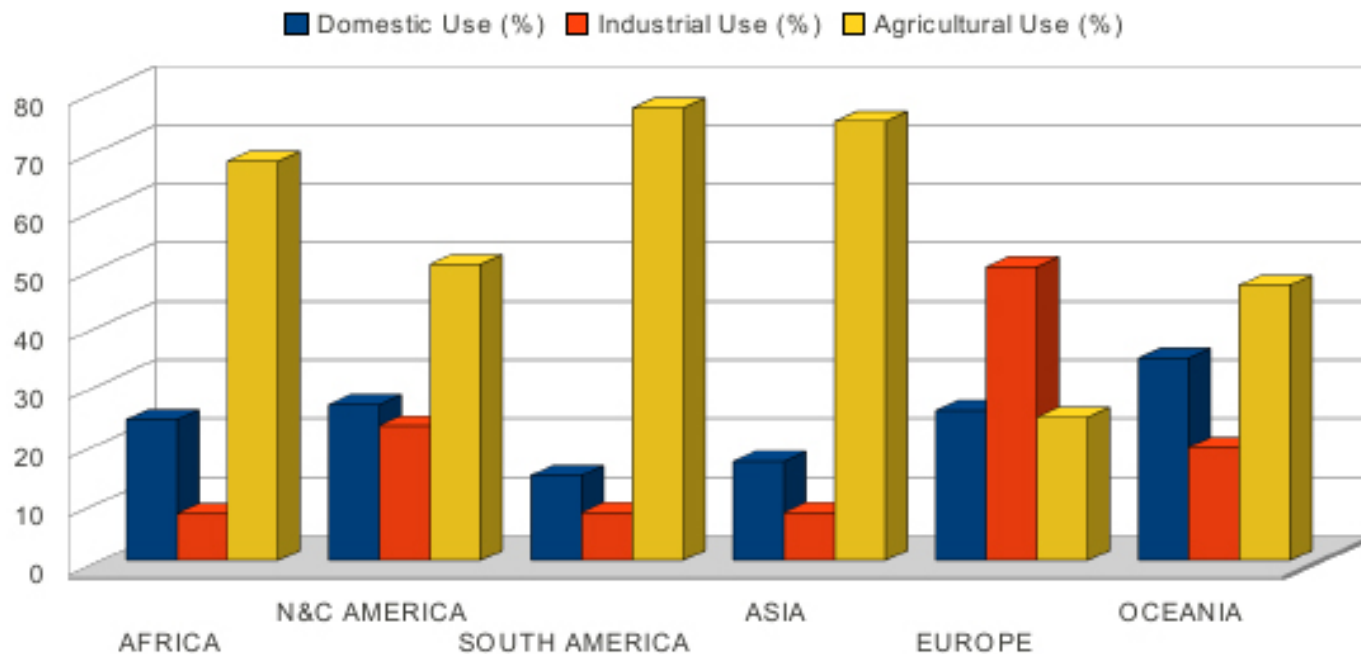
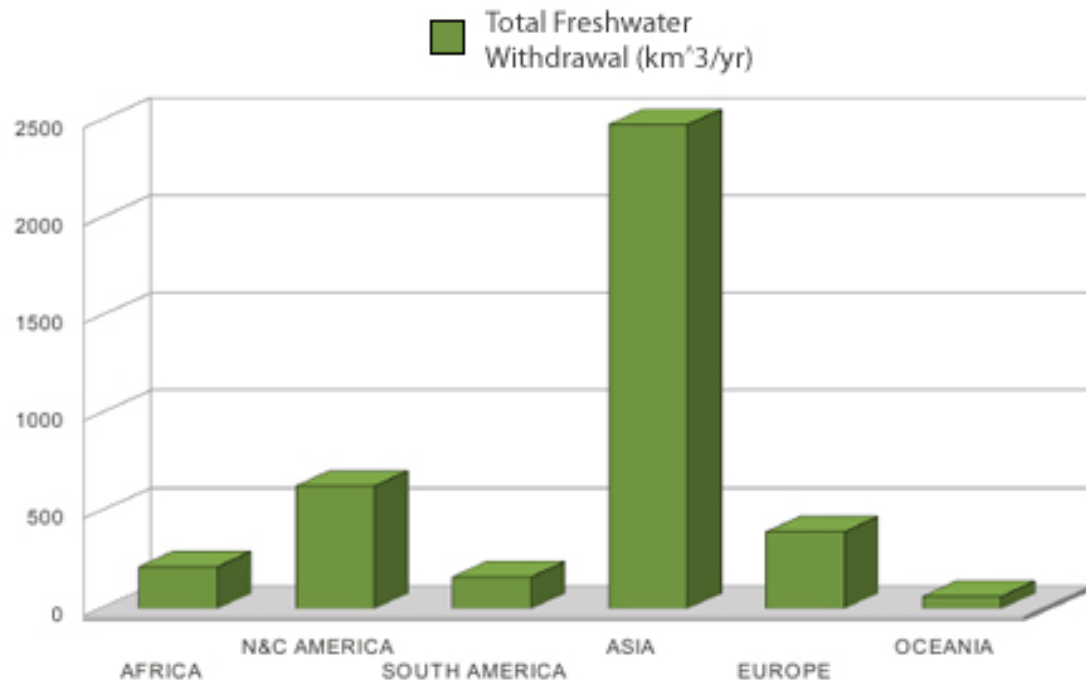
Total global withdrawal approx 4,000 km³/yr in 2010



Respeto • Calidad • Sustentabilidad • Innovación



Odběry vody



Spotřeba vody v domácnosti

země	množství vody na člověka/ den
USA	300 l
Západoevropské země	150 - 200 l
Česká republika	120 l
země třetího světa	10 l



činnost	množství vody
splachování WC	5 - 10 l
koupání	80 - 120 l
sprchování	40 - 80 l
praní v pračce	15 - 30 l
mytí nádobí v myčce	30 - 60 l
mytí rukou	3 l
mytí auta	200 l
pití (za den)	1,5 l
voda na vaření	5 - 7 l

Nadužívání vodních zdrojů

- **zadržování vody v nádržích**

typ a míra vlivu závisí na velikosti nádrže, manipulaci (odtok z epilimnia/hypolimnia), umístění na toku

- **změna přirozeného průtokového režimu** pod nádržemi (sezónní, denní – energetické špičkování)
- **změny teploty, chemismu, proudění** - změna habitatů, potravní nabídky
- **změna režimu plavenin a splavenin**
 - plaveniny: částice unášené ve vodním sloupci
 - splaveniny: částice posouvané či valené po dně ukládané na určitém místě koryta
- migrační bariéra
- zánik původních biotopů a biocenóz



Morfologické ovlivňování toků

Regulace toků:

snížení diverzity habitatů, ztráta habitatů

zejména v rámci protipovodňové ochrany – zvýšení kapacity koryta, ochrana zastavěných oblastí, zamezení eroze, změny trasy toku kvůli výstavbě

- napřímení – zrychlení odtoku
- bagrování – splavnost, kapacita koryta
- zaklenutí (zatrubnění)
- opevnění – nejhorší tvrdé opevnění dna
- příčné stavby na tocích
 - narušení migračních koridorů – migrační bariéry (určité řešení: balvanité skluzy, rybí přechody)
 - fragmentace biotopů, populací, ekosystémů
- likvidace břehových porostů (stromy působí problémy při povodních a komplikují údržbu toků) x jejich důležitost a příznivý vliv na zpevnění břehů a omezení eroze při narušování břehů



Vliv lidské činnosti na rybníky



- Vápnění – desinfekce, urychlení mineralizace
- Vysekávání porostů – zvětšení prostoru pro ryby, úbytek habitatů...
- Vyhrnování dna - zvětšení prostoru, likvidace bentosu
- Hnojení a krmení – cílem je zvýšení produktivity
- Zimování (ponechání rybníků přes zimu bez vody pro provzdušnění dna a urychlení mineralizace org. látek) a letnění (během vegetačního období alespoň částečně bez vody) rybníků – vypuštění rybníků s cílem zlepšení struktury substrátu dna, likvidace porostů mikro- i makrofyt, parazitů.
- Pesticidy, léčiva pro ryby, koagulanty – ovlivnění i necílových organismů, celého ekosystému - selektivně ovlivňují složení bioty, některé kumulace v biomase
- Lépe mechanické zásahy (vysekávání makrofyt, aerace, stínění...)

Ovlivnění teploty vodních ekosystémů

- tepelné znečištění = nárůst nebo pokles teploty vody způsobené lidským vlivem
- vypouštění oteplených vod - využití vody jako chladící směsi v elektrárnách a průmyslových provozech
- i městské odpadní vody mohou zvýšit teplotu v povrchových vodách
- hlubinné důlní vody, výtoky z nádrží – např. vypouštění velmi studené vody na dně nádrží do teplejších řek
- vliv na obsah kyslíku ve vodách a další fyz.-chem. ukazatele - zvýšená teplota vody způsobuje pokles hladiny kyslíku a ovlivňuje ekosystém
- důležitá je distribuce vypouštění v čase (nepřirozené vyrovnaní nebo nepřirozené kolísání teplot)
 - kvalitativní i kvantitativní změny společenstev, vliv na rychlost vývoje, reprodukci, vymizení citlivějších druhů

Klimatické změny

Globální vlivy – klimatické změny (předpokládané)

- změny (nárůst?) teploty vzduchu
- změny chodu teplot
- změny srážkového režimu
- různé scénáře vývoje klimatu podle různých modelů

• Důsledky pro akvatické ekosystémy:

- změny teploty vody (korelováno s T vzduchu)
 - vazba na průtoky, na využití půdy v povodí
 - vliv na intenzitu fyz.-chem., chemických, biochemických a biologických procesů ve vodním prostředí
- změny hydrologického režimu a morfologie toků
 - rozkolísané průtoky – povodně, nízké průtoky, sucho
 - korytotvorné průtoky, plaveniny, splaveniny
 - vztah k jakosti vody: zhoršení/zlepšení
 - vytváření a zanikání habitatů
- změny fyzikálně-chemických a chemických vlastností vody
 - ve vazbě na předchozí body – saprobita, trofie, toxicita, acidifikace

Klimatické změny

Předpokládané odezvy

- změny v druhovém složení - vymizení druhů z určité oblasti – vyhynutí, změny areálů
- změny ve funkčním složení – geologické a environmentální faktory včetně klimatických – působí hierarchicky na různých škálách – selekce druhů s vhodnými vlastnostmi
- podél environmentálních gradientů existují rozdíly v morfologických, behaviorálních, fyziologických vlastnostech druhů
- tedy: v regionech s různým klimatem je biota s různým taxonomickým i funkčním složením

Změna klimatu – změna bioty též z hlediska funkční struktury.

Předpoklad: funkční struktura méně citlivá než druhové složení.

funkční struktura = struktura daná rozložením skupin organismů (producenti, konzumenti, destruenti), jejich funkcí v rámci ekosystému

Typy znečištění ve vodních ekosystémech



Znečištění

Jako znečištění lze z praktického hlediska chápat každou změnu přirozených fyzikálních a chemických vlastností vody, která snižuje jejich kvalitu se zřetelem k použitelnosti



- autochtonní
- alochtonní



- bodové
- rozptýlené (doprava)
- plošné (splachy)



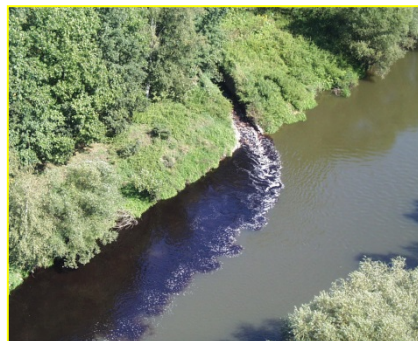
hledisko vodohospodářské



- havarijní (akutní)
- trvalé (chronické)
- periodické (kampaňové)



hledisko časové



Přirozené (autochtonní) zdroje znečištění

- eroze břehu, sesuvy půdy
- zakalení po silném dešti
- sopečná činnost
- vyplavování toxických látek vznikajících při geologické činnosti z podloží
- životní pochody rostlin (opad listí) a živočichů (exkrementy)
- větší množství současně uhynulých organismů – rozkladné procesy odumřelých těl
- zvyšování teploty vody v důsledku vysychání v období snížených vodních srážek
- okyselení výplachem z rašelinišť a tajícího sněhu

Kontaminace vod

Rozdělení podle lokalizace

Místní úniky znečišťujících látek

- kontaminující látky, které do vody proniknou při jejich přepravě (potrubí nebo nádrž)
- vypouštění odpadních vod z čistíren, a továren, nebo z měst při prudkých deštích.

Rozptýlené znečištění

- rozptýlená kontaminace
- nepochází z jednoho konkrétního zdroje
- často jde o souhrný účinek malého množství kontaminujících látek na velké ploše (přívalové deště)

Rozdělení podle povahy znečištění

- znečištění půdními a jílovitými částicemi - např. následkem eroze
- eutrofizace
- toxickými látkami
- anorganickými průmyslovými kaly
- průmyslovými tuky a oleji
- radioaktivitou
- teplem
- mikrobiálním znečištěním (patogenními zárodky)

Rozdělení podle specifického zdroje

- zemědělství
- doprava
- těžba
- průmyslová výroba a skladování
- služby
- přirozené zdroje

Zdroje znečištění vodních ekosystémů

Splachy ze zemědělství

Splachy ze znečištěných povrchů

Dálkový transport, kyselá dešť

Odpadní vody

1. městské (splaškové)
2. průmyslové (+ odpadní vody ze zemědělských závodů);

Odpadní vody

- hnilobné
- toxické
- s anorganickými kaly
- s tuky, oleji a ropnými látkami
- oteplené
- radioaktivní
- s patogenními mikroby
- kyselá důlní vody

Další zdroje kontaminace

Organické znečišťující látky

- Čistící prostředky
- Dezinfekční přípravky jsou v chemicky dezinfikované vodě jako je pitná voda. Jde například o chloroform
- Odpady ze zpracování potravin, které mohou obsahovat organické zbytky, tuky a maziva
- Insekticidní a herbicidní přípravky
- Ropné deriváty a organické uhlovodíky, včetně paliv (benzin, nafta, letecké palivo, a topný olej) a maziv (motorové oleje) a vedlejší produkty hoření
- Odpady po přivalových deštích.
- Zbytky stromů a keřů z dřevozpracujícího průmyslu.
- Těkavé organické sloučeniny (např. aromatické uhlovodíky) jako jsou průmyslová rozpouštědla, v důsledku nevhodného skladování.
- Chlorovaná rozpouštědla, které jsou těžší než voda a mohou klesnout až na dno nádrže, nejsou schopny se smíchat s vodou a jsou hustší.
- Různé chemické sloučeniny užívané v osobní hygieně, kosmetice.

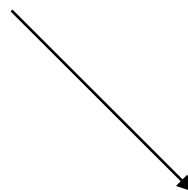
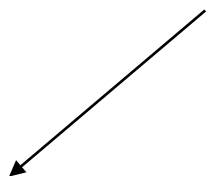
Anorganické znečišťující látky

- Zvýšení kyselosti způsobené emisemi (kyselý déšť) z průmyslových závodů (oxid siřičitý z elektráren)
- Amoniak z rozkládajícího se odpadu z potravin
- Chemické odpady jako průmyslové produkty
- Hnojiva s obsahem živin - dusičnany a fosforečnany které unikají se srážkami ze zemědělství
- Těžké kovy z motorových vozidel
- Nánosy po výstavbě, vypalování nebo čišťení pozemků.

Makrostrukturní znečištění

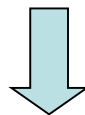
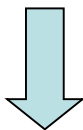
- Znečištění velkými viditelnými složkami znečišťujícími vodu (trosky, komunální odpad),
- Odpadky, jejich části (např. papír, plasty, nebo potravinářské odpady, mikroplasty) v odpadních vodách, smývané srážkami, nebo vyváženy
- Vraky lodí

POLUTANTY



Degradovatelné
(nízká rezistence k rozkladu)

Persistentní
(vysoká rezistence k rozkladu)

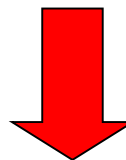


- krátkodobý výskyt
- různá toxicita
- rychlá-střední degradabilita

- dlouhodobý výskyt
- obvykle toxické
- velmi nízká degradabilita
- kumulace v sedimentech či tkáních



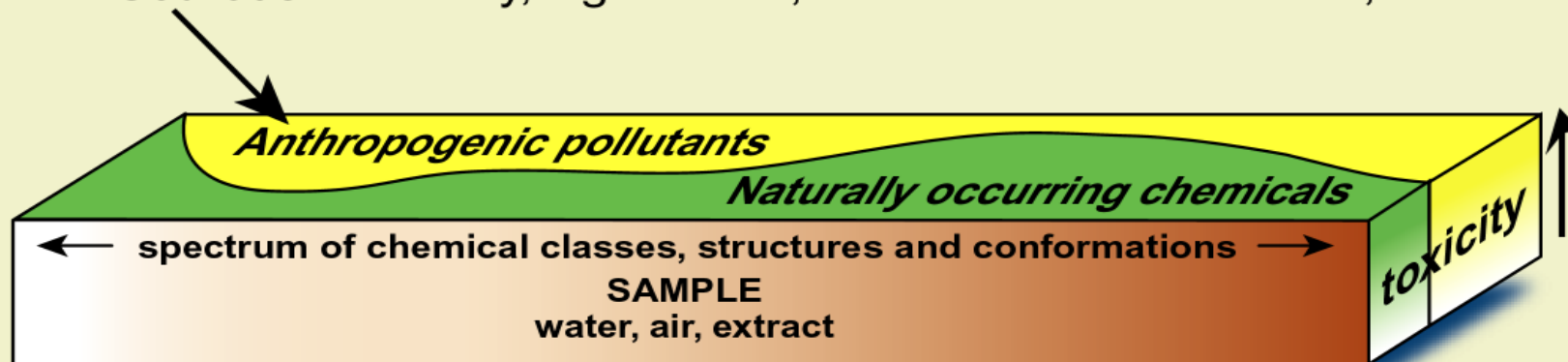
Samočištění vody
x pseudo-persistence?



Tendence k biomagnifikaci !!!

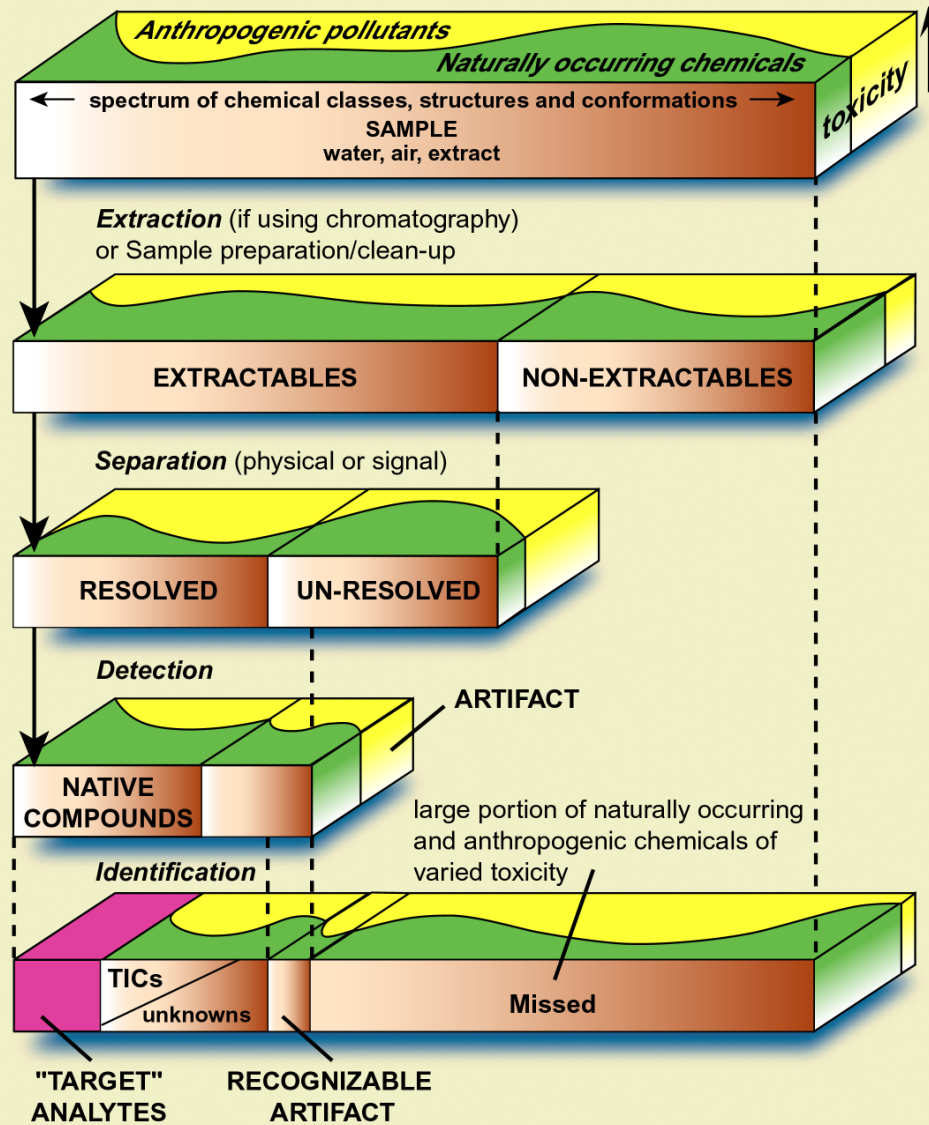
Universe of Chemicals in the Environment

Sources: Industry, Agriculture, Household Maintenance, PPCPs



274odc02-figure 1

Limitations and Complexity of Environmental Chemical Analysis



TICs = tentatively identified compounds

Prevalence/Distribution of Xenobiotic Occurrence

Few distinct chemicals at higher concentrations

Concentration (log)

Anthropogenic

Naturally Occurring

Regulated Pollutants

Many distinct chemicals at lower concentrations



Types of distinct chemicals (log)

Toxicity at a given concentration

Kategorie polutantů vyskytujících se ve vodách

Kyseliny a zásady

Anionty (např. sulfidy, sulfáty, kyanidy)

Detergenty

Splašky a zemědělská hnojiva

Polycyklické aromatické uhlovodíky a jejich deriváty

Plyny (např. chlor, amoniak)

Organochlorované látky

Kovy (např. Cd, Zn, Pb, Hg)

Živiny (zejména fosfáty a dusičnany)

Oleje a olejové disperzanty

Organické toxické odpady (např. formaldehyd, fenoly)

Pesticidy

Farmaka, nové typy polutantů – nanočástice, mikroplasty

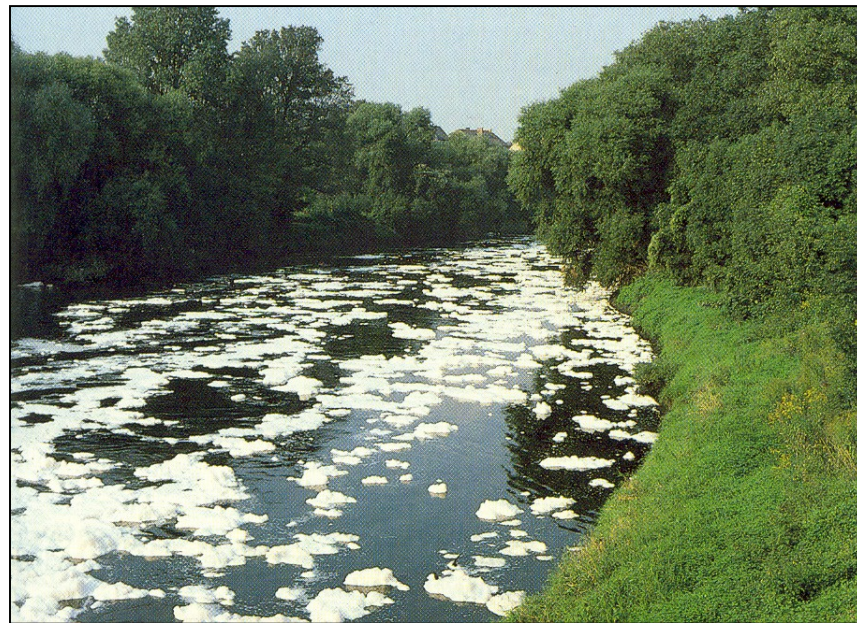
Radionuklidy

Patogeny

Organické znečištění = velké množství organických látek, které slouží jako substrát pro mikroorganismy, vstupuje do vod

přírodní

antropogenní



ORGANICKÉ ZNEČIŠTĚNÍ



lehce odbouratelné látky typu BSK

nejstarší a dosud nejrozšířenější typ znečištění

Zdroj:

komunální splaškové vody, zemědělství, potravinářský, papírenský a textilní průmysl

Organické odpadní vody obsahují rovněž velká množství suspendovaných látek, které **redukuje dostupnost světla pro fotosyntézu** a tím, že sedimentují, **mění charakter substrátu (říčního dna)**.

Toxické koncentrace **amoniaku**

Parametry kvality vody

- Teplota vody
- pH
- Obsah kyslíku
- Elektrická vodivost
- Obsah různých iontů
- Obsah minerálních látek
- Obsah anorganických i organických polutantů
- Obsah mikrobů



- BSK – biologická spotřeba kyslíku = množství kyslíku spotřebované mikroorganismy pro rozklad organických látek za aerobních podmínek
- udává **obsah organických látek** ve vodě (oleje, cukry, tuky, bílkoviny, mikroby)

BSK₅ = vyjadřuje spotřebu kyslíku za 5 dní na biochemickou oxidaci biologicky rozložitelných látek mikroorganismy, které jsou přítomné v dané odpadní vodě

- BSK₅ se používá jako míra koncentrace biologicky rozložitelných látek

- CHSK – chemická spotřeba kyslíku = obsah chemicky oxidovatelných látek ve vodě - spotřeba kyslíku potřebná k oxidaci všech látek - stanovení míry znečištění vody organickými a oxidovatelnými anorganickými látkami.

Úplné oxidace se dosahuje roztokem dichromanu draselného, roztokem manganistanu draselného se stanovuje pouze obsah snadno oxidovatelných látek.

hodnota CHSK_{Cr} zahrnuje tedy i látky biologicky nerozložitelné

- Biologická a chemická spotřeba kyslíku se udávají v **mg na l vody**.

Měření BSK používáno pro srovnání „síly znečištění různých odtoků (odpadních vod)“. Obvykle měříme znečišťující kapacitu vyjádřenou spotřebou kyslíku mikroorganismy, degradujícími organické látky obsažené v odpadní vodě.

Čím vyšší je BSK odpadní vody, tím vyšší je potenciál pro redukci kyslíku v recipientu.

Typické hodnoty BSK pro splaškové odpadní vody jsou mezi **250-350 mg.l⁻¹**. BSK čisté, neznečištěné vody dosahuje $\leq 3 \text{ mg.l}^{-1}$, zatímco silně znečištěná voda může dosáhnout hodnot až 10^3 mg.l^{-1} .

CHSK

- Pitné vody ~ 6 mg.l^{-1}
- Splaškové vody ~ stovky mg.l^{-1}
- Odpadní vody z potravinářského průmyslu ~ tisíce mg.l^{-1}

Poměr BSK₅: CHSK indikuje zastoupení biodegradabilních látek. Je-li poměr $> \underline{0.5}$, odpadní voda obsahuje primárně biologicky odbouratelné látky

Příklady: odpadní vody ze škrobáren (poměr 0.57), pivovarů (0.64) a cukrovarů (0.70).

Biologická rozložitelnost organických látek

Biologicky dobře rozložitelné	Biologicky obtížně rozložitelné
Nízkomolekulární látky	Vysokomolekulární látky
Nízké koncentrace	Vysoké koncentrace
Alifatické sloučeniny	Aromatické sloučeniny
Nenasycené sloučeniny	Nasycené sloučeniny
Sloučeniny bez terciárního uhlíku	Sloučeniny s terciárním uhlíkem
Méně substituované látky	Více substituované látky

Organické znečištění

- lehce odbouratelnými organickými látkami (nikoliv perzistentní organické polutanty)
- Zdroje: komunální znečištění, zemědělství, potravinářský průmysl – cukrovary atd.
- Rozklad organických látek – spotřeba kyslíku, až anaerobní stavy – saprobní (hnilobné procesy)
- Saprobity - soubor vlastností a biologický stav vody, vyvolaný přítomností biologicky rozložitelných organických látek (biochemický rozklad, činnost destruentů)
- Indikace: BSK₅ – biologická spotřeba kyslíku
- Saprobity vody je charakteristický stav vodního prostředí, které určuje výskyt saprobiontů. Základem stanovení stupně sapority je biologický rozbor.
- Bioindikace – saprobiologické hodnocení, saprobní indexy

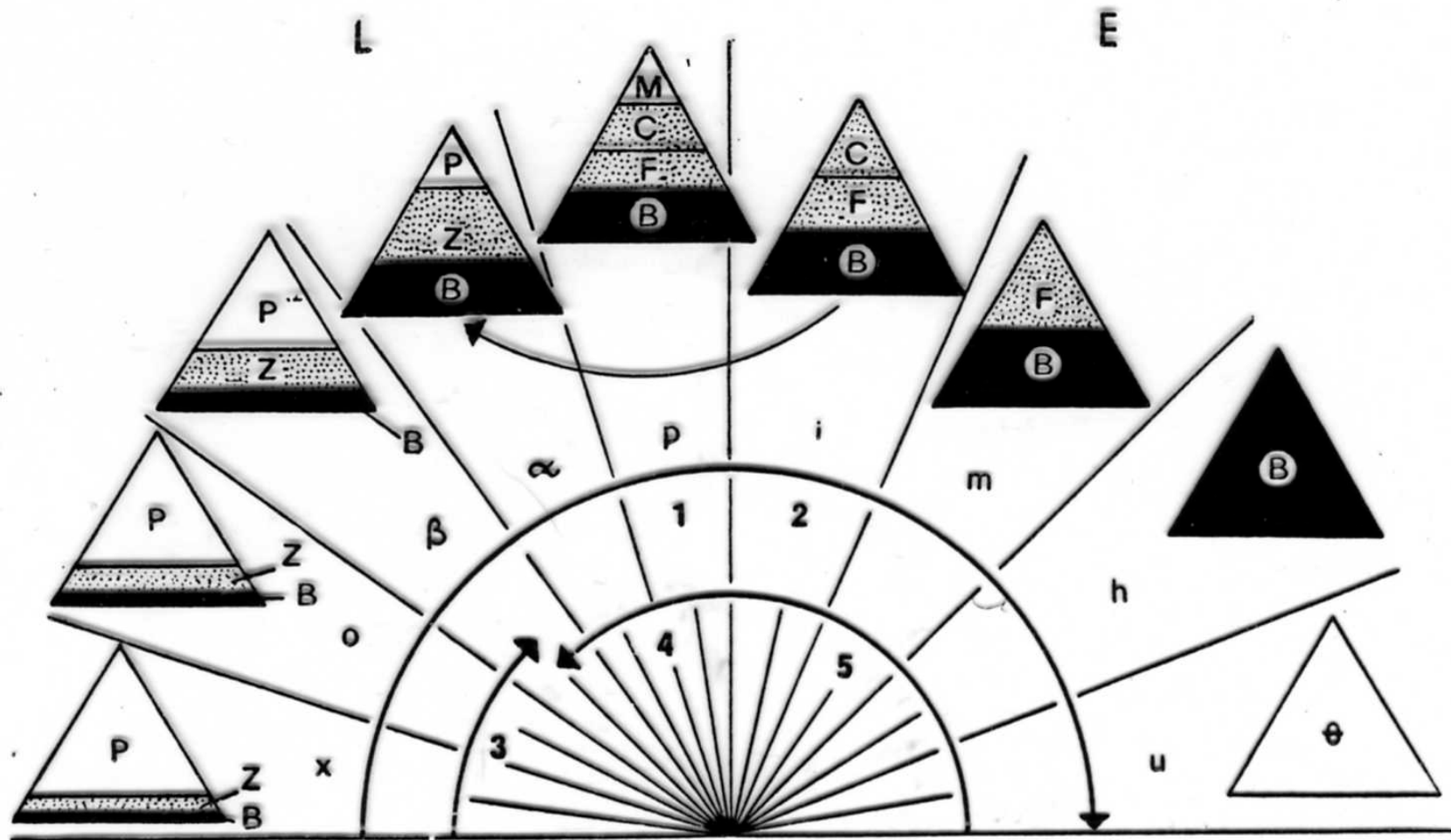
Saprobní systém

- Biologické hodnocení kvality vody podle saprobního systému vychází z předpokladu, že v rozdílně znečištěných vodách žijí různé organismy, které se podílejí na probíhajících rozkladných procesech
- Systém třídění stavu znečištění vod podle zastoupení saprobních organismů
- Různému stupni znečištění odpovídají různé vodní biocenózy, které jsou tvořeny různě odolnými organismy.
- Organismy použité jako indikátory znečištění označujeme jako saprobionty nebo bioindikátory
- Původní systém hodnocení je založen na toleranci jednotlivých indikačních druhů ke stupni znečištění vody lehce odbouratelnými organickými látkami (vyjádřenými většinou jako BSK_5)
- Vliv organického znečištění na faunu je otázkou rovnováhy mezi nepříznivými podmínkami (nedostatek kyslíku, chemické látky) a výhodami zvýšeného přísunu potravy i redukce kompetice a predace. Obecně se znečištění organickými látkami projevuje vzestupem počtu organismů a poklesem diverzity. Vhodnými indikátory saprobity jsou v tekoucích vodách zejména makrozoobentos a nárosty a ve stojatých vodách někteří zástupci planktonu.

Saprobní systém

- Katarobita (nejčistší vody, slabé oživení -podzemní vody, prameny)
- Limnosaprobita (povrchové i podzemní vody různě znečištěné, odlišná struktura společenstev)
 - Xenosaprobita
 - Oligosaprobita
 - Betamesosaprobita
 - Alfamesosaprobita
 - Polysaprobita - voda velmi silně znečištěná
- Eusaprobita (odpadní vody se značně zvýšeným obsahem organických látek)
 - Isosaprobita – ciliatový stupeň (nálevníci)
 - Metasaprobita – flagelatový stupeň (bičíkovci)
 - Hypersaprobita – bakteriálně mykofytový stupeň
 - Ultrasaprobita – abiotická
- Transsaprobita (zvláštní odpadní vody s nehnídnými látkami (nebo faktorem, který je brzdí) – ropné, toxické látky, vysoká teplota, radioaktivita)

Saprobní systém



- rozkladači
- konzumenti
- producenti

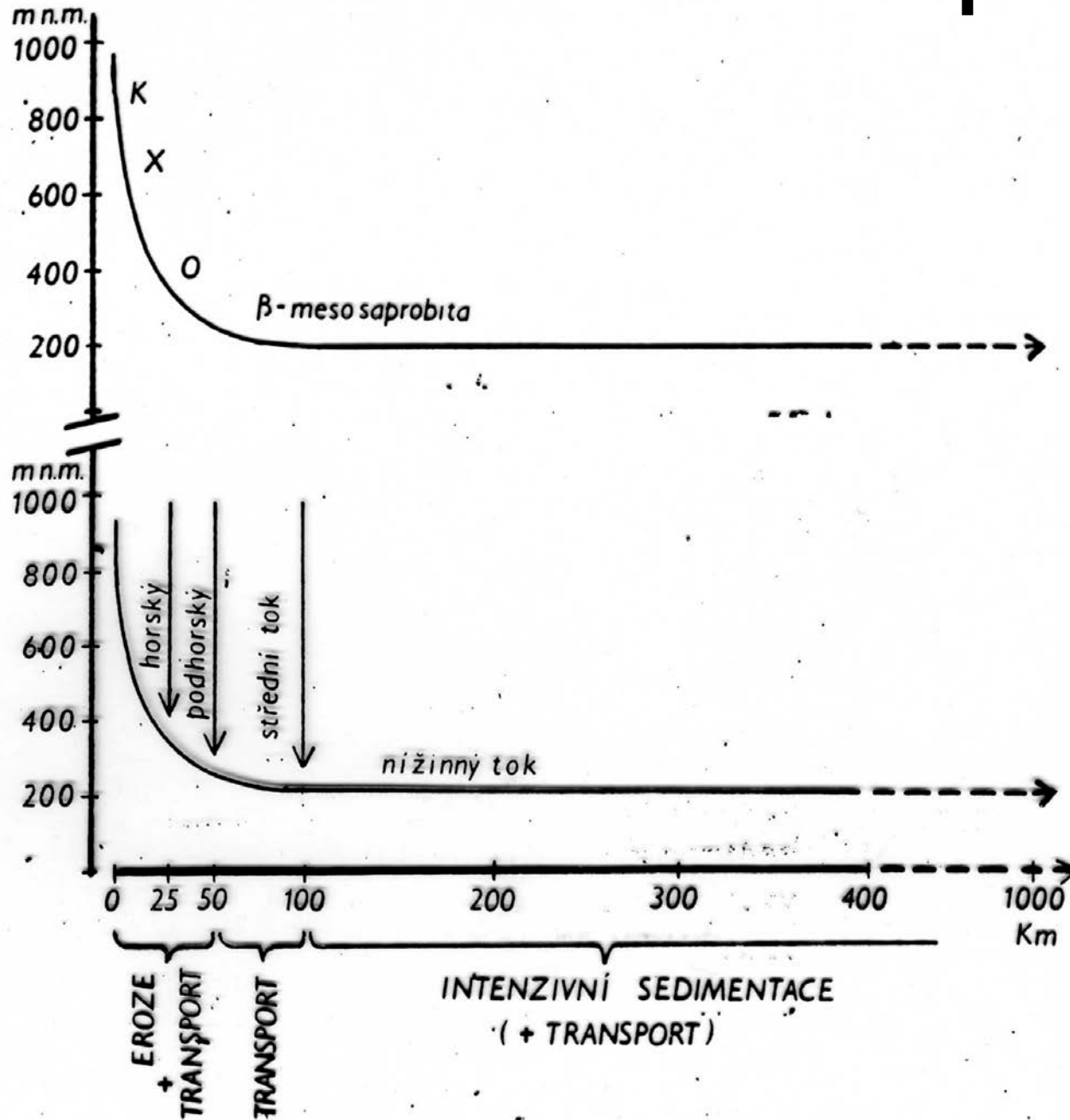
Obr. 243. Struktura společenstev v různých saprobních hladinách. X — xeno-, O — oligo-, β — betamezo-, α — alfamezo-, p — poly-, i — iso-, m — meta-, h — hyper-, u — ultrasaprobita. B — bakterie, F — bezbarví bičíkovci, C — nálevníci, M — mixotrofní bičíkovci, Z — zooplankton a jiná zvířata, P — fytoplankton a jiní producenti, L — limnosaprobita, E — eusaprobita. (Sládeček, 1972.)

Saprobni stupně

Saprobni index –
vyjadřuje stupeň
znečištění biochemicky
odbouratelnými
organickými látkami

S	Saprobita	Rybí pásma	O ₂	BSK ₅	Zoobentos	Ekologická pásma
0,0	xenosaprobita	bez ryb	9	0	Ameletus	eukrenon hypokrenon
0,5	lepší oligosaprobita	pstruh	8	1	Rhithrogena	epirhithron
1,0	horší oligosaprobita	lipan	7	1,7	Ecdyonurus	metarhithron
1,5	lepší beta-mezo-saprobita	parma	6	2,5	Oligoneuriella	hyporhithron
2,0	horší beta-mezo-saprobita	vodárenské toky	5	3,7	Palingenia (Ephemera) (Ephoron)	epipotamon
2,2	horší beta-mezo-saprobita	ostatní toky cejn		4,0		metapotamon
2,5	lepší alfa-mezo-saprobita	cejn	4	5	Herpobdella	—
3,0			3	7,5		
3,2	horší alfa-mezo-saprobita	přípustné znečištění nepřípustné znečištění kaprovité		8,0	Herpobdella	—
3,5	lepší polysaprobita	přežívá kapr karas lín	2	10	Tubifex Limnodrilus	—
4,0	horší polysaprobita	přežívá kapr karas lín	1	30	Tubifex Limnodrilus	—
4,5	mikroaerobie anaerobie odp. vody		0,1 0,0	50		

Přirozená saprobita



Acidifikace

Okyselování vod

- Problém především 2. poloviny 20. století – přetrvává dodnes
- Příčina: kyselé deště (oxid siřičitý a NO_x ze spalování fosilních paliv do ovzduší – dešťová voda má pH 4-4,5 namísto 5-6).
- Nejdříve úbytek hydrouhličitanů, ztráta pufrální kapacity vody, pak nárůst koncentrace hliníku – toxický vliv na hydrobionty.
- Dojem čisté vody, nízká druhová bohatost.
- Problém se zesiluje v oblastech s kyselým podložím (např. žula)

Indikace

- pH
- Alkalinita
- Bioindikace (citlivé druhy mizí)

Samočištění vod

Organické znečištění je kontinuálně eliminováno aktivitou mikroorganismů - procesy, které napodobujeme v ČOV.

Toto samočištění **vyžaduje dostatečné koncentrace kyslíku a zahrnuje rozklad komplexních organických molekul na jednoduché anorganické sloučeniny.**



Naředování, sedimentace a sluneční záření...



Přisedlé mikroorganismy v toku (biofilmy) hrají důležitější roli v samočištění než volně suspendované organismy ve vodním sloupci.

Znečištění toxickými látkami

Těžké kovy

- cca 40 prvků, specifická hmotnost vyšší než 5 g/m³: Hg, Cr, Pb, Ni, Zn, Cu
- Stopové prvky – nezbytné pro organismy
- Součást přirozeného pozadí (liší podle místních podmínek).
- Vyšší koncentrace – toxické působení
- Zdroje: těžba a zpracování rud a uhlí, spalování fosilních paliv, průmysl, pesticidy

Ropné látky a uhlovodíky

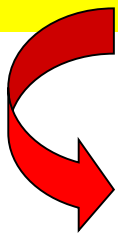
PTBs – perzistentní organické polutanty

PCB...tendence k akumulaci, odolnost k degradativním procesům

PBTs (Persistent, bioaccumulative, toxic)

skupina organických sloučenin, jejichž dominantními fyzikálně-chemickými a environmentálně-chemickými vlastnostmi jsou:

1. odolnost vůči různým degradačním procesům,
2. malá rozpustnost ve vodě,
3. lipofilní charakter a z toho plynoucí výrazná tendence k bioakumulaci
4. polotěkavost umožňující globální atmosférický transport



chlorované pesticidy

polychlorované bifenyly

polychlorované dibenzodioxiny
a dibenzofurany

polycyklické aromatické uhlovodíky

Akumulace (hromadění látky v organismu)

Bioakumulace

- Pouhý příjem z vody, nezávislý na trofickém stupni
- Důležitý aspekt subletální toxicity
- Hladiny polutantů v tkáních žijících organismů jsou užívány k indikaci stupně kontaminace vodního prostředí (biomonitoring)

Biomagnifikace

- Zvyšování koncentrace polutantu podél trofického řetězce
- Typické pro organochlorové pesticidy

Biokoncentrační faktor (BCF)

- Zpravidla určován v laboratoři; jedná se o poměr mezi koncentrací v organismu a koncentrací ve vodě při dosažené rovnováze
- Všeobecně považován za validní indikátor kapacity polutantu kumulovat se v živočišných tkáních.

Podmínkou biomagnifikace je, aby polutant byl perzistentní a lipofilní

Transport polutantů vodou

Polutanty - **rozpuštěné** nebo v **suspenzi**, př. adsorbované na částice. Všechny formy mohou být transportovány vodou na velké vzdálenosti.

Látky adsorbované na částice sedimentují nebo plavou u hladiny (podle hustoty). **Vzdálenost, na kterou jsou unášeny proudící vodou závisí na fyzikálních vlastnostech polutantu, rychlosti proudící vody a charakteru koryta.**

Odpoř' organismů na akvatické polutanty

Po vstupu látky do organismu

1. Spuštění obraných mechanismů s cílem detoxifikace polutantu, ale v některých případech dochází k jejich bioaktivaci
2. Snížení dostupnosti polutantu navázáním na jiné molekuly k jeho vyloučení nebo uložení.
3. Spuštění mechanismů k opravě poškození způsobeného polutantem
4. Pokud obrané mechanismy nedostačují - poškození organismu:

Narušení přenosu energie

Genotoxicita

Karcinogenita

Neurotoxicita

Endokrinní disrupce

Mortalita

Reprodukční neúspěšnost

Účinky na úrovni jedince a populace

biochemické změny - např. aktivita cholinesterázy (např. vliv organofosfát. insekticidů)

fyziologické změny (např. spotřeba kyslíku u *Chironomus*)

morfologické deformity (pakomáři)

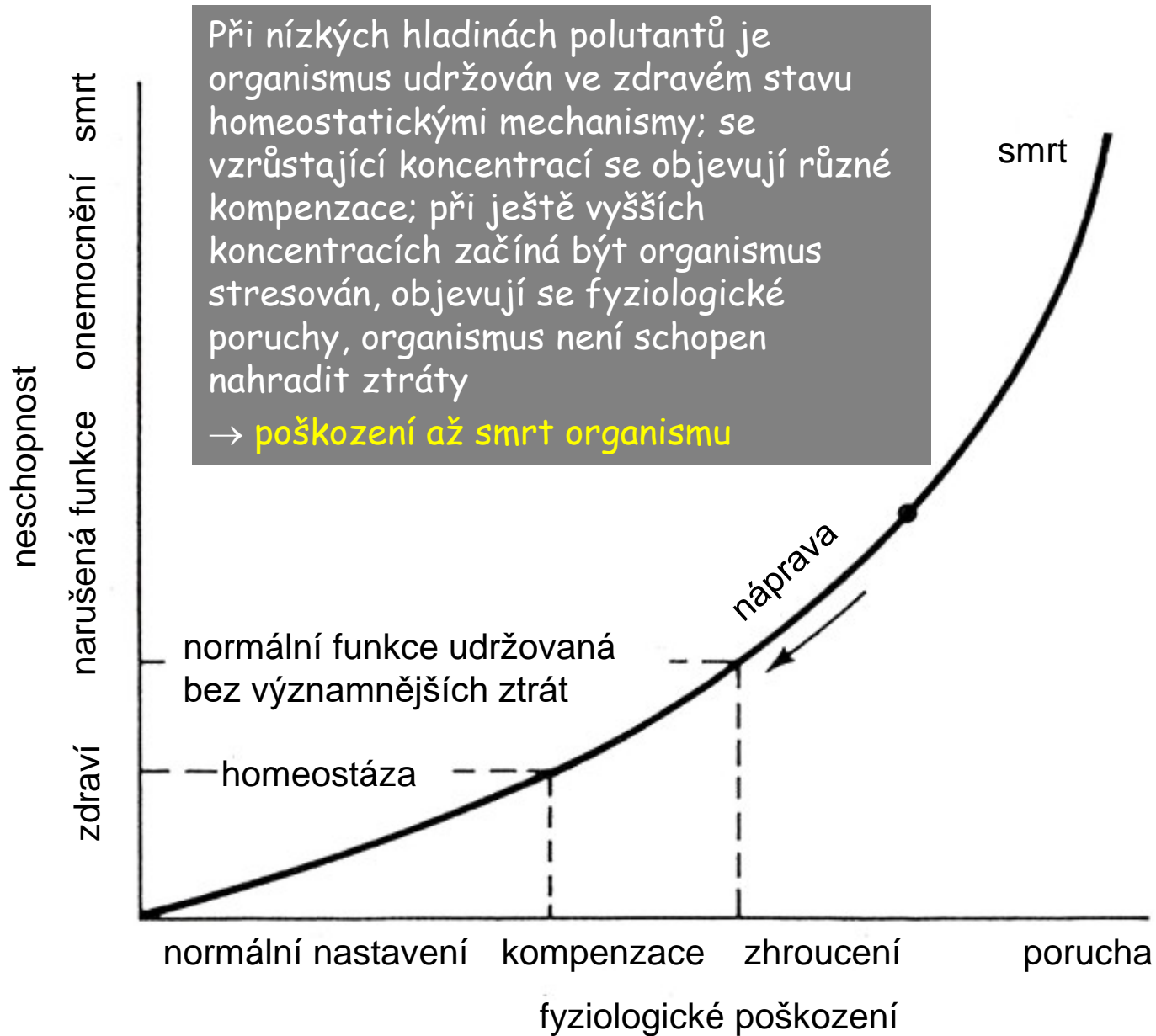
změny v chování (zvýšená pohybová nebo driftová aktivita)

změny v životních cyklech (přežití, růst, mortalita, rozmnožování, vývoj a emergence)

kumulace polutantů (viz sentinelové organismy)

organické znečištění ovlivňuje organismy snížením obsahu dostupného kyslíku (dušení,)

zvýšená turbidita vody redukuje dostupné světlo pro fotosyntetizující organismy.



Hodnocení toxicity

- Testy akutní toxicity – hodiny až max. týden, vysoké dávky
- Testy subchronické toxicity – týdny, cca 10 % normální délky života testovaného organismu, střední dávky
- Testy chronické toxicity – měsíce až roky, nízké dávky
- LC_{50} koncentrace, při níž v testu akutní tox. uhynie 50 % pokusných organismů
- Pokusné organismy
 - Druh je v přírodě snadno dosažitelný
 - Dá se snadno chovat v laboratorních podmínkách
 - Zřetelně reaguje na toxickou látku
 - Zastoupení různých trofických/funkčních úrovní – producenti, konzumenti, destruenti