



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí

Přehled hlavních skupin látek a jejich účinků

Luděk Bláha, PŘF MU

Doporučení:

*Studovat spolu s prezentací
„2-Chemické_stresory“
(zdroje, typy kontaminantů)*

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Stres v důsledku antropogenních činností

- **Různorodé vlivy člověka na prostředí** → vyvolání stresu:
(chemický stres je jen jedním řady faktorů)

1) fyzické změny prostředí / habitatu

- *úpravy vodních toků, stavby vodních děl; stavby – železniční tratě, silnice, obytné a průmyslové objekty; změny užívání půdy – přírodní, zemědělská, průmyslová, obytná ...*



2) vnášení "nových" organismů (GMO)



Stres v důsledku antropogenních činností

- **Vlivy člověka na prostředí** → vyvolání stresu:

3) Chemický stres:

3.1 - uvolňování cizorodých látek

3.2 - změny (koncentrací) poměrů přírodních látek

- uvolňovány mohou být čisté látky (pesticidy) nebo směsi (průmyslové výrobky, odpady ...); **v přírodě se však VŽDY vyskytují SMĚSI**
- výsledky a důsledky přítomnosti antropogenních látek
 - **globální změny** (*recyklace vody a hmoty, atmosféra*)
 - » změny dopadajícího UV záření (*ozonová díra - freony*); *skleníkový efekt (CO₂ a další), změny hydrologických poměrů ...*
 - **změny v přírodních ekosystémech** + *sekundární efekty (toxické produkty)*
 - » *eutrofizace (anorganické živiny, N + P)*
 - **přímá toxicita** *pro živé organismy a její důsledky*



Člověk uvolňuje látky do prostředí

- **JAK** člověk uvolňuje látky do prostředí ?
 - **záměrné vnášení toxických** látek přímo do prostředí
 - pesticidy (*insekticidy, herbicidy, fungicidy, rodenticidy ...*)
 - jiné **vstupy čistých látek** do prostředí
 - léčiva humánní a veterinární (*antibiotika – přímá toxicita pro mikroorganismy, další látky – toxické efekty podle typu účinku*)
 - průmyslové **výrobky**, jejich součásti, vedlejší produkty výroby
 - kovy, plasty, ropa, stavby, elektronika, barvení, bělení, průmyslové plyny
 - **odpady**
 - průmyslové, komunální, speciální (*nemocnice*) odpadní vody, pevný odpad
 - produkty **spalování**
 - spalování odpadů, doprava, výroba energie a tepla
 - zemědělská **hnojiva**
 - zvyšování kvality půdy -> vedlejší efekty -> eutrofizace vod



JAKÉ látky člověk uvolňuje do prostředí ?

Existuje řada třídění a skupin – přehled pro tuto přednášku

- anorganické plyny
- kovy
- průmyslové kyseliny

- nutrienty (živiny, anorganická hnojiva)
- jednoduché organické (degradabilní, komunální, fekální) znečištění

- komunální chemie – detergenty, mýdla, změkčovadla vody, bělení ...
- nehalogenovaná rozpouštědla
- halogenované alifatické uhlovodíky
- látky průmyslu gumy a plastů
- persistentní organické látky (POPs), halogenované [produkty průmyslu (PCBs, PBBs) a vedlejší produkty (PCDD/Fs, PBDD/Fs)]
- pesticidy [insekticidy – nehalogenované vs. halogenované (*patří mezi POPs*), herbicidy]
- farmaka, léčiva

- PAHs – polycyklické aromatické uhlovodíky



Významné skupiny environmentálních polutantů

Zdroje, Příklady, Efekty

A) Jednoduché anorganické látky

(Anorganické) plynné polutanty

Příklady

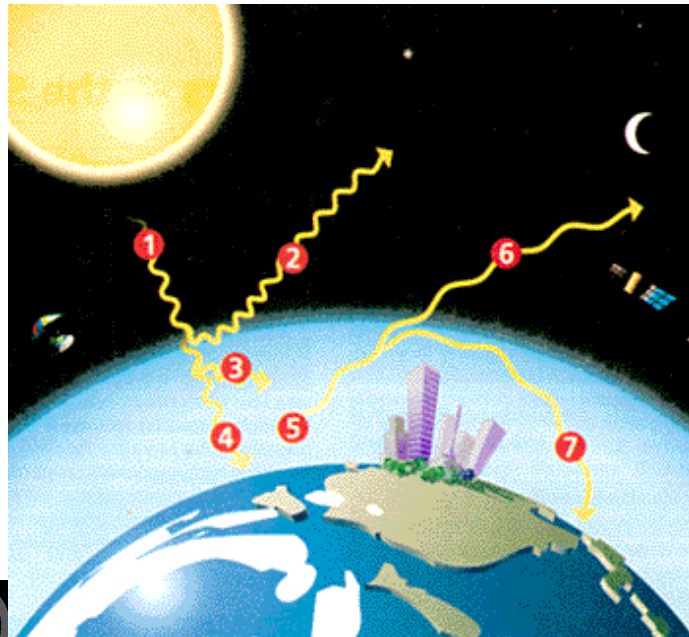
SO_x, NO_x, O₃, CO, CO₂,
X₂ (Cl₂, F₂), NH₃

Zdroje

Bodové - průmysl, chemické
provozy spalovny, teplárny

Plošné - domácí topeniště

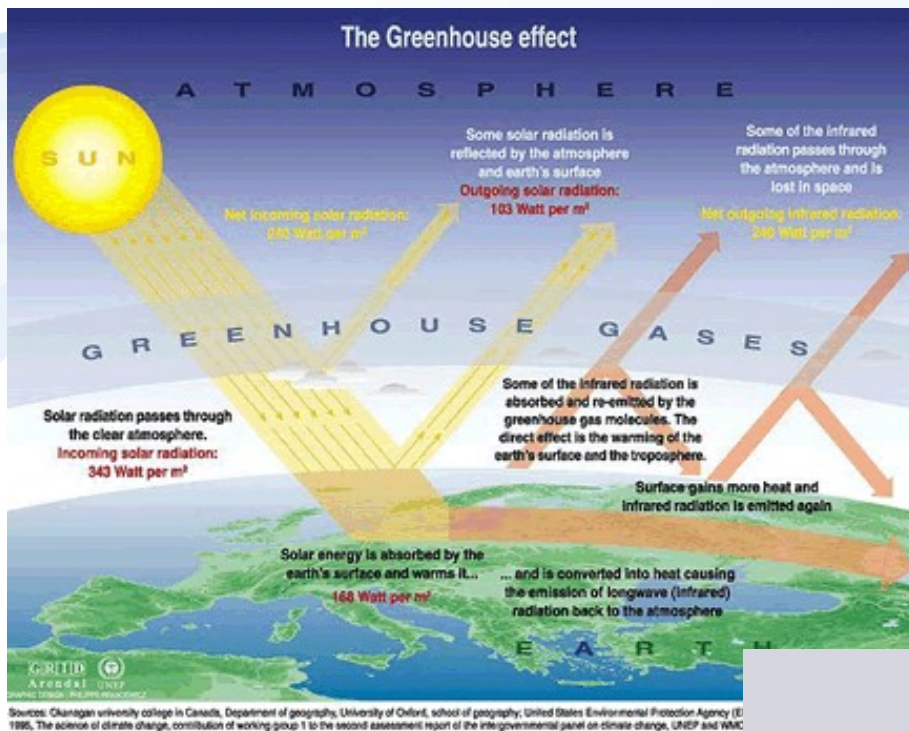
Liniové - dopravní spoje, dálnice



Globální a regionální problémy

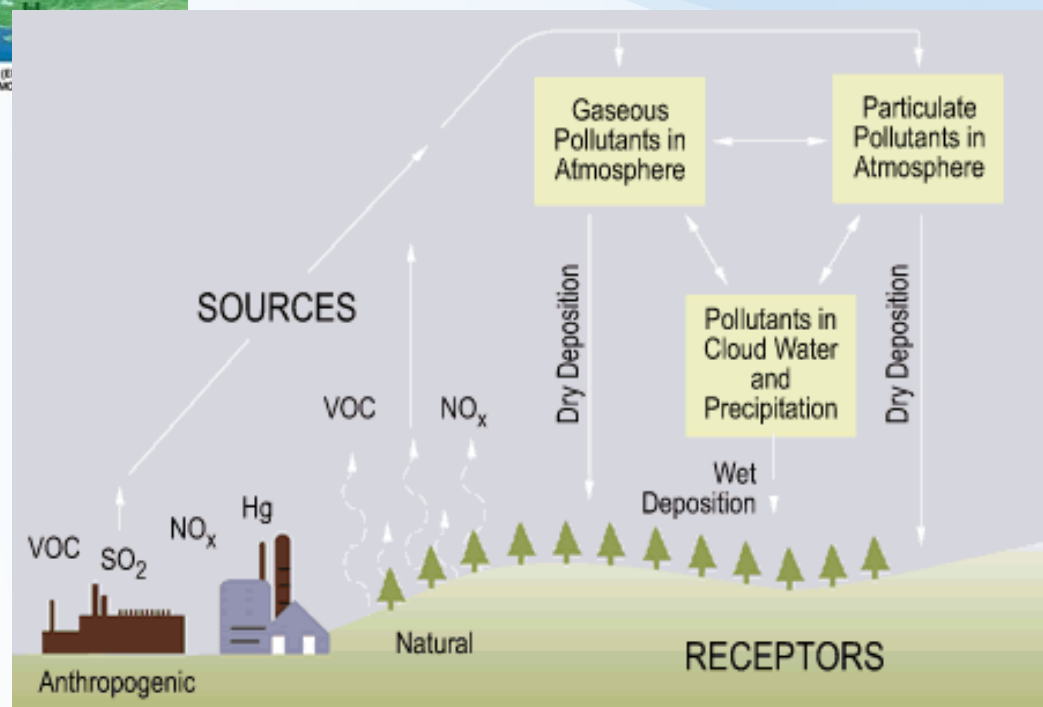
- Kyselé deště
- Skleníkový efekt
- Smog





Skleníkový efekt

Tvorba kyselých dešťů



(Anorganické) plynné polutanty

Molekulární mechanismus toxicity

podle druhu plynu: **iritace a akutní cytotoxicita**, toxicita změnami pH, **interakce s hemovými barvivy (CO)**

Efekty - producenti

akutní toxicita : změny fotosyntézy, růst, letalita

Efekty - konzumenti

akutní toxicita : poškození sliznic, dýchacích cest

Efekty - destruenti

akutní toxicita : růst, letalita, změny metabolické aktivity



(toxické, těžké) kovy

Příklady

As, Cd, Cr^(VI+), Hg, Ni (soli), Pb, Zn

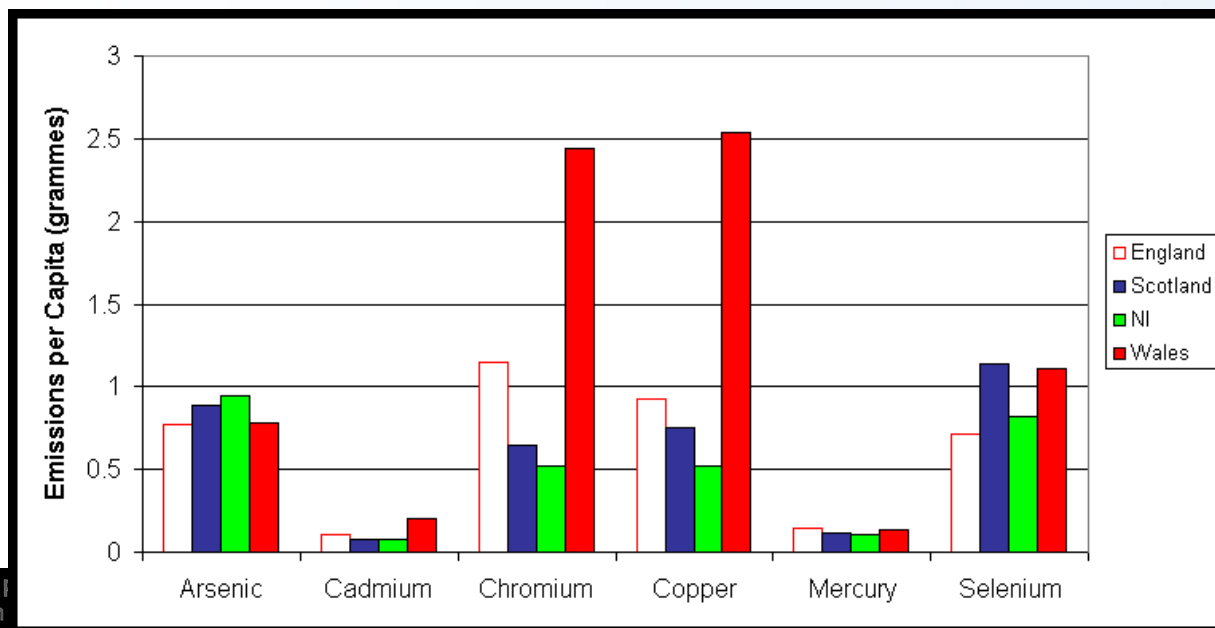
Zdroje

(všechny lidské aktivity)

Bodové : průmysl, chemické provozy

Plošné : zemědělství, kontaminovaná hnojiva, skládky

Liniové : doprava



(toxické, těžké) kovy

Molekulární mechanismus toxicity

Toxicita závisí na druhu kovu:

- : poškození DNA (As, Cr)
- : většina kovů: denaturace proteinů (disulfidické můstky, -SH skupiny) a oxidativní stres

Efekty - producenti

- : **akutní toxicita** : změny fotosyntézy, růst, letalita, **genotoxicita**

Efekty - konzumenti

- : akutní toxicita : letalita
- : chronická toxicita : **neurotoxicita**, **imunotoxicita**, **karcinogenita**, další poruchy

Efekty - destruenti

- : akutní toxicita : růst, letalita, změny metabolické aktivity, **genotoxicita**

Další specifika

[persistence], biokoncentrace a bioakumulace

Průmyslové kyseliny

Příklady

HCl, H₂SO₄, HxClO_y, HCOOH,
CH₃COOH

Zdroje

Bodové : **průmysl, skládky,
čištění a bělení**

Havárie : **úniky při přepravě,
havárie provozů**



A team from Stepan. Co. in Elwood, IL, attending the 1998 DuPont Fuming Acid Spill Mitigation Workshop last April in Mercury, NV, demonstrate the use of a Williams Fire & Hazard Control Hydro-Chem nozzle to apply dry chemical for acid neutralization on a practice acid spill.



Průmyslové kyseliny

Molekulární mechanismus toxicity

toxicita změnami pH, reaktivní toxicita, iritance a cytotoxicita
sekundární efekty -> oxidativní stres ...

Efekty - producenti

: **akutní toxicita** : změny fotosyntézy, růst, letalita

Efekty - konzumenti

: **akutní toxicita** : letalita, poškození zdraví (kůže, sliznice, dýchání : ryby)

Efekty - destruenti

: akutní toxicita : růst, letalita

Další specifika

krátký poločas života, ionizace, neutralizace



Významné skupiny environmentálních polutantů

Zdroje, Příklady, Efekty

B) anorganické a organické živiny (PO_4^{3-} , NO_x)



ŽIVINY ... jako kontaminanty

- Změny v koncentracích živin
 - Významné funkční změny, zejm. akvatické ekosystémy
- Zvýšení koncentrací „živin“ → znečištění prostředí
 - HYPER - **TROFIZACE**
(anorganické živiny – pro autotrofy: N, P...)
 - HYPER – **SAPROBITA**
(organický materiál – živiny pro heterotrofní bakterie)

TROFIZACE

- Zvyšování koncentrací anorganických živin - **zejm. NO_3^- , PO_4^{3-}** ,
- V přírodě je **důležité dodržení poměrů mezi obsahy jednotlivých látek (!)**
C / N / P (přiroz. atom. poměr 600 / 20 / 1)

→ Zvýšení trofie („úživnost“)

– stupně: ultraoligo / oligo / mezo / eu- / hyper-trofie

Důsledky eu-/hyper-trofizace

→ změny ve struktuře ekosystémů:

- **monodruhov^á společenstva sinic** (u nás nejčastěji *Microcystis sp.*)

→ sekundární efekty:

- *nadprodukce biomasy – rozkladné procesy na konci sezony*
(**vyčerpání kyslíku → úhyny ryb** atd.)
- **produkce toxických metabolitů – cyanotoxiny**
(*tumor promoční-hepatotoxické peptidy – **microcystiny**; neurotoxické alkaloidy a další*)



Anorganická hnojiva - živiny

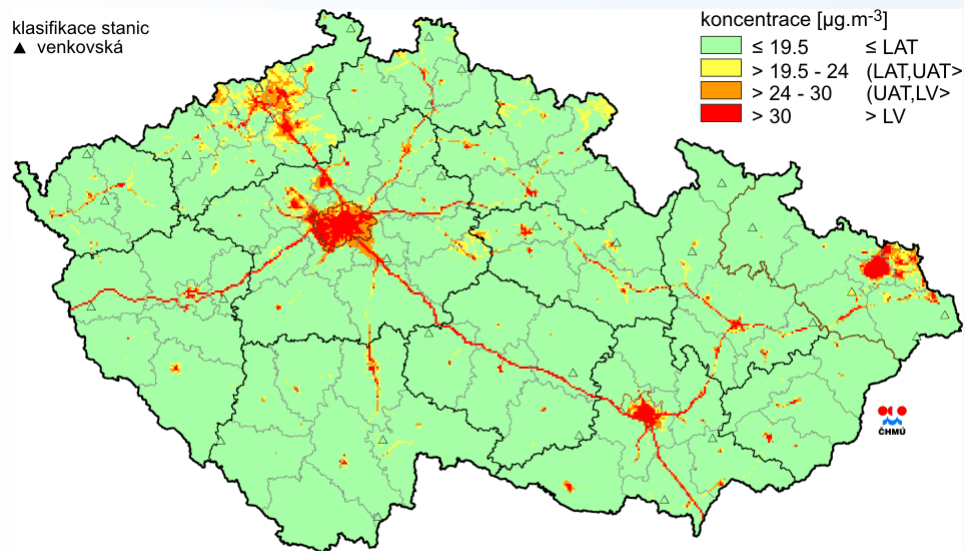
Příklady

NO_3^- , PO_4^{3-}

Zdroje

Zemědělství, domácí chemie
(změkčovadla – myčky),

Doprava a sídla (uvolnění NO_x ,
vymývání z atmosféry, imise do vod)



Pole roční průměrné koncentrace oxidů dusíku v roce 2009



Anorganická hnojiva



Molekulární mechanismus toxicity

Primárně netoxické = živiny, hnojiva

Efekty - producenti

Podpora růstu → zvýšení zemědělské
→ **Sekundární efekty – vodní květy sinic, red tide v mořích (červený příliv – obrněnky), oblasti bez kyslíku v mořích (dead zones)**

Efekty - konzumenti

U kojenců – přeměna NO_3^- na dusitany v trávicím traktu → **methemoglobinémie**

Efekty - destruenti

Podpora růstu

SAPROBITA

Organické "netoxické" látky

(**fekální znečištění**, „živiny“ pro mikroorganismy)

- Obsah Organického uhlíku (OC) → přímý vliv na ox-red procesy a obsah kyslíku
- Hodně organických látek → živiny pro bakterie
→ spotřeba OC a současně vyčerpání kyslíku
→ dopady na vodní biotu organismy

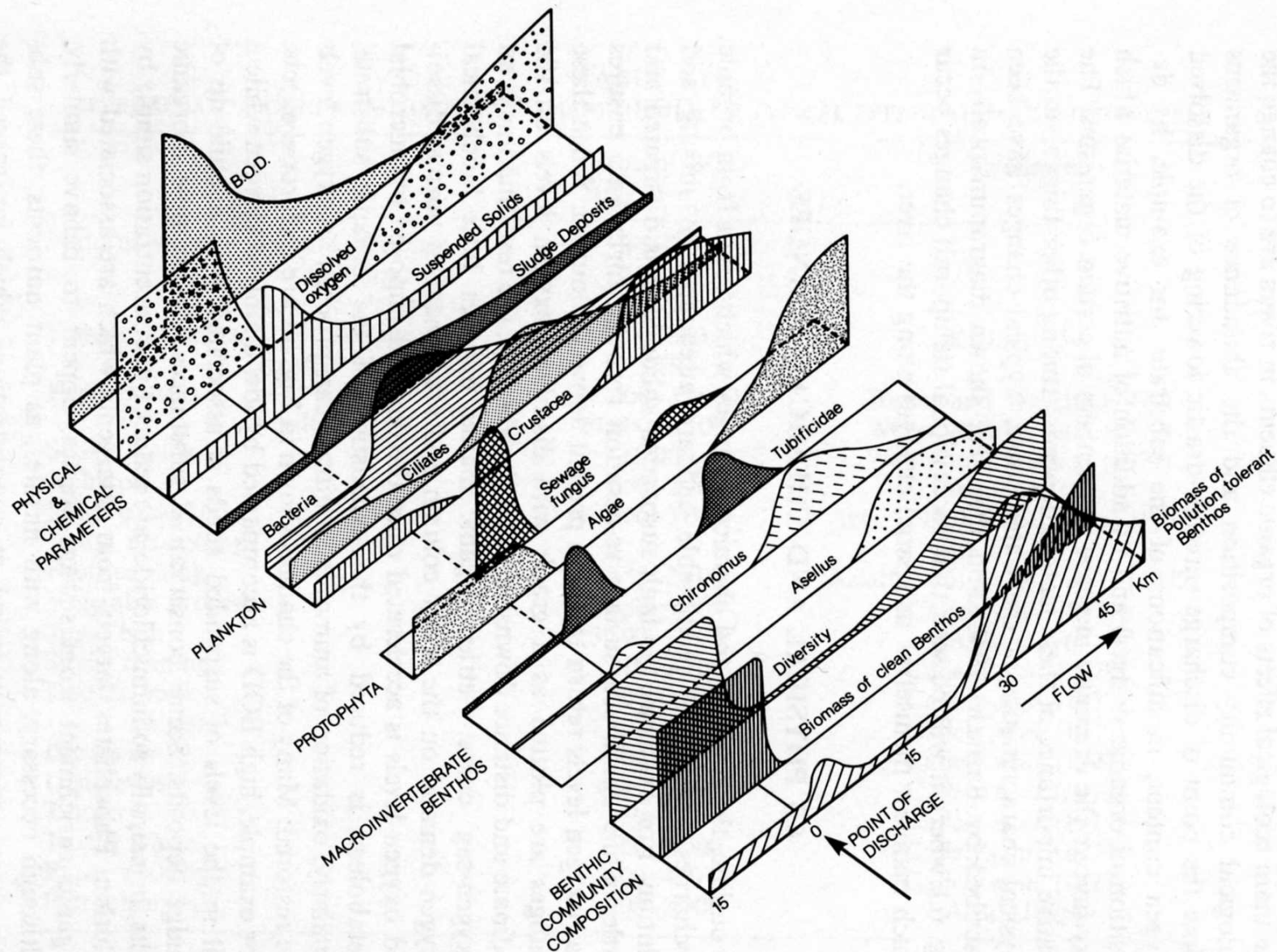
Zvýšená saprobita

– stále jeden z hlavních problémů (a ukazatelů ne/čistoty vody) v Evropě (*! nezohledňuje přímou toxicitu, spíše obsah kyslíku*)

- Hodnocení = kategorizace
 - Polysaprobita / Mezosaprobita (alfa-, beta-) / Oligosaprobita
 - (*nebo nověji Katarobita / Limnosaprobita / Eusaprobita / Transsaprobita*)



Vliv „hnilobného“ znečištění na společenstvo



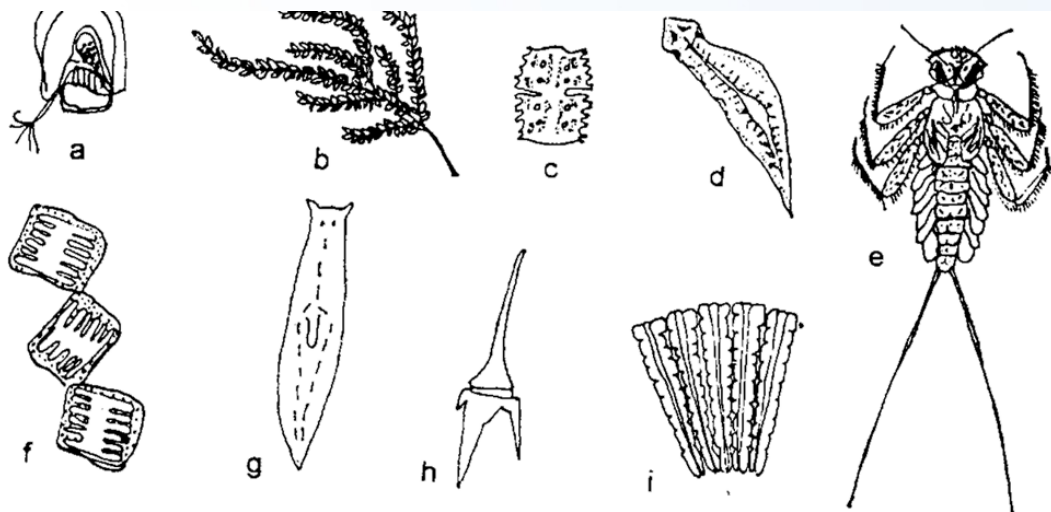
Hodnocení saprobity

1) Hodnocení obsahu org. látek pomocí spotřeby kyslíku

- **BSK5** („Biologická spotřeba kyslíku“, 5 dní, *(anglicky BOD – Biological Oxygen Demand)*)
- Vzorek vody se inkubuje za definovaných podmínek a měří se spotřeba kyslíku v čase (často/vysoký obsah OC - je třeba vodu ředit):
 - **více organických látek** → více živin pro bakterie ve vzorku → vyšší spotřeba O₂ → **vyšší BSK5**
- **CHSK** („Chemická spotřeba kyslíku“)
(množství kyslíku, které je třeba k úplné oxidaci VŠECH odbouratelných látek obsažených ve vodě, tedy i těch, které nejsou degradovány mikroorganismy, tj. biologicky)
- Stanovení – celková spotřeba kyslíku při oxidaci manganistanem draselným

2) Hodnocení pomocí BIOINDIKACE - Saprobni index (ČSN 83 05 32, část 6)

- Významné druhy organismů mají přiřazenu „indikátorovou“ hodnotu
- Analýza společenstva na lokalitě → výpočet Saprobního indexu



Obr. 132. Příklad xenosaprobních a oligosaprobních organismů
 a - perloočka *Holopedium gibberum*, b - vodní mech *Fontinalis*, c - dvočátkovitá řasa *Micrasterias truncata*, d - ploštěnka *Dugesia gonocephala*, e - jepice *Epeorus asimilis*, f - rozsvivka *Tabellaria flocculosa*, g - ploštěnka *Crenobia alpina*, h - obrněnka *Ceratium hirundinella*, i - rozsvivka *Meridion circulare*

Výpočet saprobního indexu

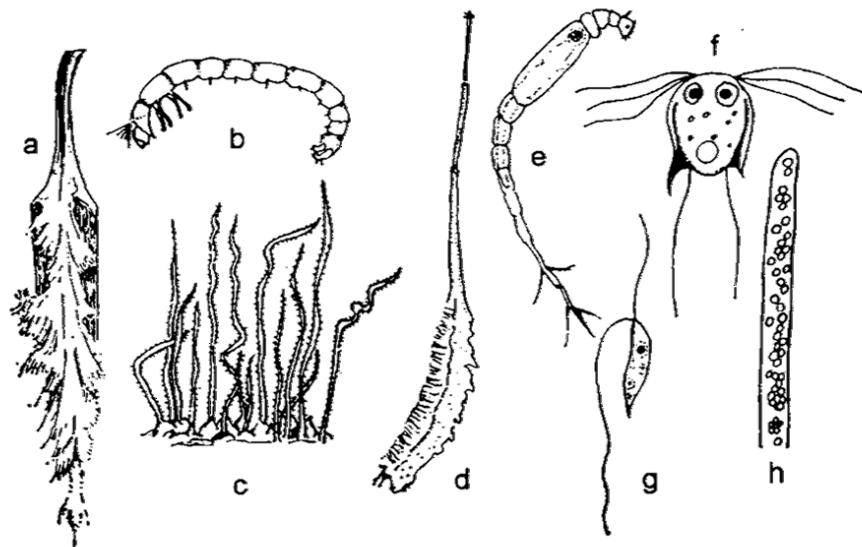
$$S = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot S_i \cdot g_i}{\sum_{i=1}^n A_i \cdot g_i}$$

A_i – abundance zjištěného organismu,
 S_i - individuální saprobní index organismu
 g_i - indikační hodnota organismu.

Příklady - indikátorové druhy saprobity

Nahoře: Xeno & oligosaprobita

Vpravo: Polysaprobita



Obr. 135. 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*



	Třída I	Třída II	Třída III	Třída IV	Třída V
Saprobni index	... - 1,49	1,50 - 2,19	2,20 - 2,99	3,00 - 3,49	3,50 - ...

Třídy saprobního indexu podle normy ČSN 75 7221 (1998)

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



Významné skupiny environmentálních polutantů

Zdroje, Příklady, Efekty

C) Organické toxické látky



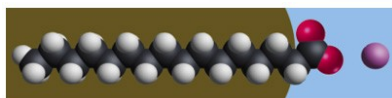
Komunální chemie

Příklady

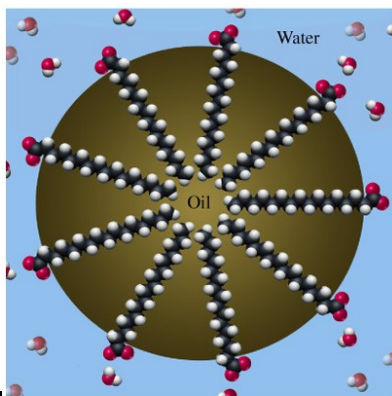
- mýdla a detergenty
- změkčovadla (*fosfáty – viz hnojiva*)
- chlor a jeho metabolity (*viz kyseliny*)

Zdroje

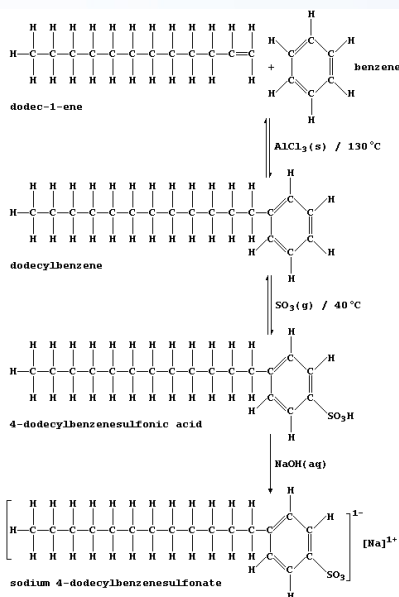
Bodové : domácí a průmyslové použití – **odpadní vody**, skládky



(a)



(b)



Komunální chemie

Molekulární mechanismus toxicity

toxicita pro membránové dvojvrstvy
- **snižování povrchového napětí, polární narkoza (logKow), specifické efekty (endokrinní disrupce)**

Efekty - producenti

: **akutní toxicita** : změny fotosyntézy, růst, letalita

Efekty - konzumenti

: **akutní toxicita** : letalita, poškození povrchu těla, žaber, sliznic ...
: **reprodukční toxicita (endokrinní disrupce - alkyfenoly)**

Efekty - destruenti

: akutní toxicita : růst, letalita

Další specifika

krátký poločas života, dobrá biodegradabilita



Nehalogenovaná rozpouštědla

Příklady

Alifatická: methanol, ethanol, isopropanol, glykol ethery, formaldehyd, aceton, cyklohexan, n: hexan

Aromatická: **b**enzen, **t**oluen, **e**thylbenzen, **x**ylen (**BTEX** – kontaminace podzemních vod) *(dále např. také styren)*

Zdroje

Bodové : **průmysl, skládky**

Havárie : úniky při přepravě, havárie provoz



Nehalogenovaná rozpouštědla

Molekulární mechanismus toxicity

podle druhu rozpouštědla:

- : **narkotická akutní toxicita**
- : **polární narkoza**
- : denaturace proteinů - **reaktivita**
- : specifické mechanismy (*metabolity*)

Efekty - producenti

: akutní toxicita : fotosyntéza, růst, letalita, možná **genotoxicita (po aktivaci MFO)**

Efekty - konzumenti

: akutní toxicita : letalita, poškození zdraví, **genotoxicita, karcinogenita (*leukemie – benzen*)**, **chronická toxicita**

Efekty - destruenti

: akutní toxicita: růst, letalita, změny metabolické aktivity

Další specifika

těkavé (VOCs – volatile organic compounds)
biodegradovatelné

Alifatické halogenované uhlovodíky

Příklady

CCl_4 (chloroform)
1,1,1: trichloroethan
tetrachloroethylen

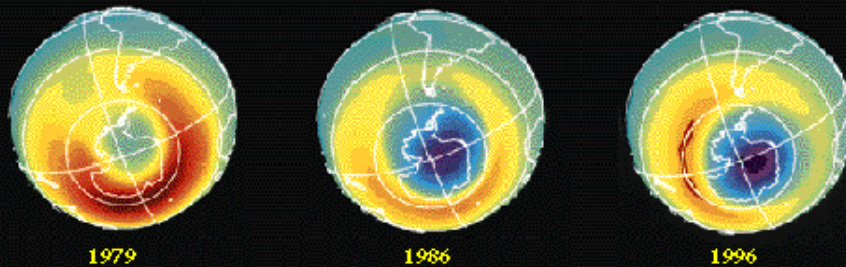
Freony a další látky ($\text{C}_x\text{Cl}_y\text{F}_z$)

Zdroje

Bodové : průmysl, **kontaminace podzemních vod**, skládky, chladicí zařízení,

Havárie : úniky při přepravě, havárie provozů, chladicích zařízení

Depletion of the Ozone Layer



Since 1979, ozone levels have decreased over many parts of the world. The areas with the biggest ozone losses, like Antarctica (above), are purple. Normal ozone levels are usually around 300 Dobson Units (DU).

Source: NASA/Goddard Space Flight Center

Globální problémy

- Úbytek stratosferické ozonové vrstvy

Alifatické halogenované uhlovodíky

Molekulární mechanismus toxicity

podle druhu látky:

- : **narkotická akutní toxicita**
- : polární narkoza
- : denaturace proteinů - **reaktivita**
- : **specifické mechanismy - karcinogenita**

Efekty - producenti

: akutní toxicita : změny fotosyntézy, růst, letalita, možná **genotoxicita** (po aktivaci MFO)

Efekty - konzumenti

: akutní toxicita : letalita, poškození zdraví, **karcinogenita**, chronická toxicita

Efekty - destruenti

: akutní toxicita : růst, letalita, změny metabolické aktivity, genotoxicita

Další specifika

Kontaminace podzemních vod – dichloreten (DCE), trichloreten (TCE) – **stabilní v anaerobních podmínkách**, remediace = oxidace

Aditiva - chemické látky průmyslu gumy a plastů

Příklady

Ftaláty – *měkčidla v plastech*
fenolové látky

PBDEs – polybromované difenylethery
– *zhášecí hoření*

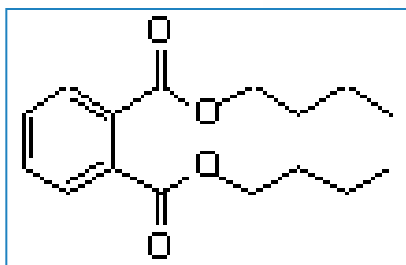
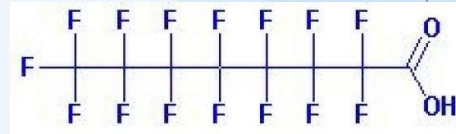
PFAS – **Perfluorované Alkyl sloučeniny** (např. perfluoroktanová kyselina, PFOA) – *rezistence, odpuzují vodu* (teflon, goretex)

Zdroje

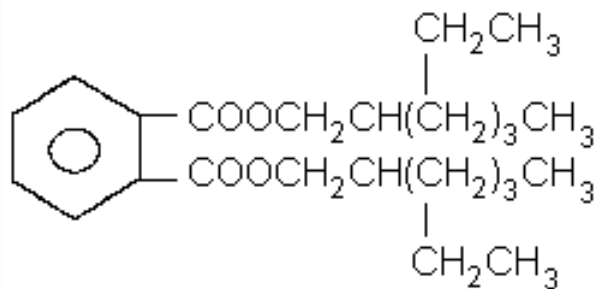
Bodové : průmysl, skládky

Plošné : **uvolňování přímo z materiálů**

PFOA



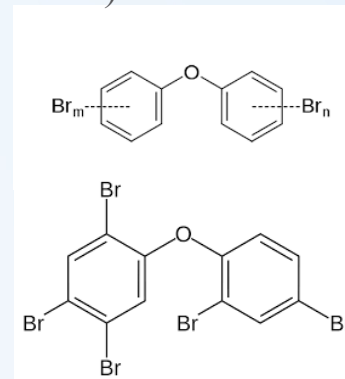
Dibutylphthalate (DBP)



Di-ethylhexylphthalate (DEHP)

PBDEs

(zhášecí hoření)



Aditiva - chemické látky průmyslu gumy a plastů

Molekulární mechanismus toxicity

podle druhu látky:

- : hormonální regulace, karcinogenita, ovlivnění procesů metabolismu
- : polární narkoza, *detergenty* ...
- : denaturace proteinů
- : nespecifické mechanismy

Efekty - producenti

- : **akutní toxicita** : změny fotosyntézy, růst, letalita, možná genotoxicita

Efekty - konzumenti

- : **ftaláty, PBDEs, PFOS** – chronické účinky, karcinogenita, endokrinní disrupce, chronická orgánová toxicita (ledviny – PFOA)

Efekty - destruenti

- : akutní toxicita : růst, letalita, změny metabolické aktivity, genotoxicita

Další specifika

Ftaláty – vysoké koncentrace ve vzduchu



Polymery, plasty

Příklady

Zdroje

termoplasty : **PE, PET** (plastové lahve), **PP, PVC**, PVDC, PS, PA, PC, PTFE

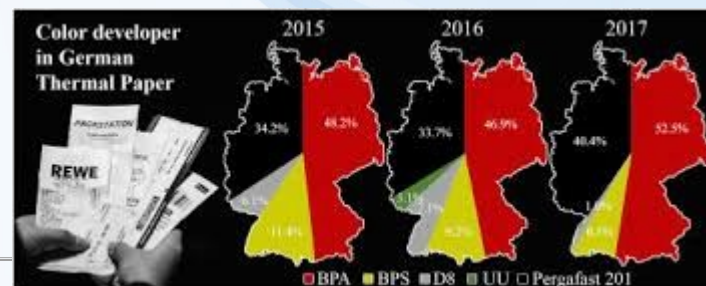
termosety : UPs, EPs, **PURs**, UF, UM, PF

Bodové : průmysl, skládky

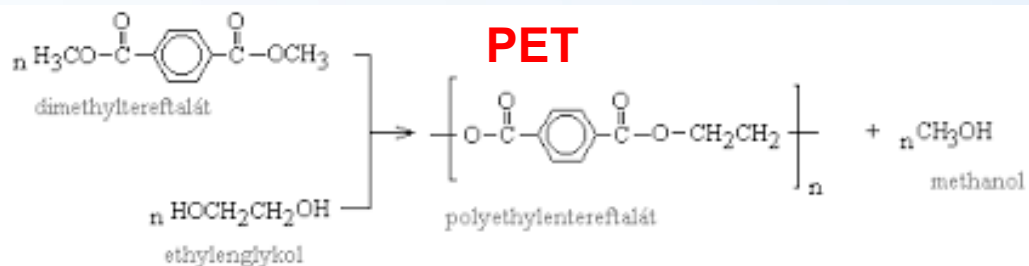
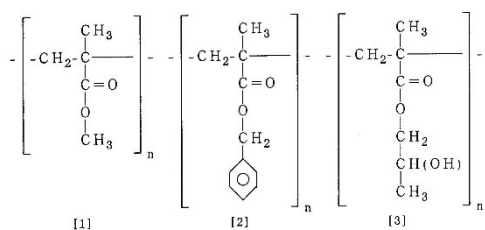
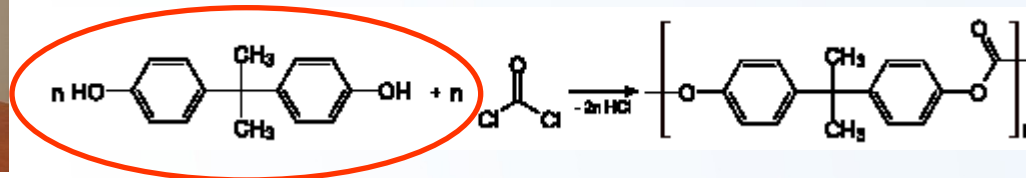
Plošné : nerozložitelné odpady

Bisfenol-A (BPA)

polymer
základ termopapíru (pokladny)



BPA a jeho polymerace



Polymery, plasty

Molekulární mechanismus toxicity

podle druhu látky:

: negenotox. karcinogenita

: narkoza

: **radikály před polymerací → reaktivita a oxidativní stres**

Efekty - producenti

Efekty - konzumenti

Efekty - destruenti

BPA → endokrinní disruptor (zákaz používání v dětských lahvích)

- nízká přímá toxicita

- rozklad : toxicita monomerů !

Další specifika

velká stabilita pro biotransformaci, PVC:

spalování → chlorované POPs



Persistentní organické halogenované látky (POPs)

POPs: heterogenní skupina (PCBs, PCDDs .+ viz dále → chlorované pesticidy),

„POPs“ – globálně regulované látky (UN Stockholm Convention, www.pops.int)
→ celosvětové omezení a/nebo zákaz

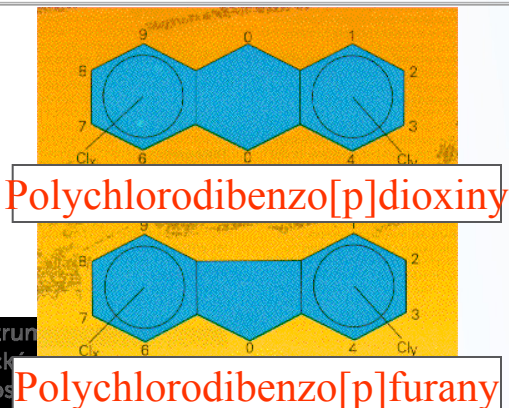
Příklady (1/2)

PCBs

*Průmyslový produkt - 209
strukturních kongenerů
zakázány v 70. letech, stále velký
význam a koncentrace v prostředí!*

PCDDs / Fs

*Vedlejší produkty spalování a
průmyslové výroby*

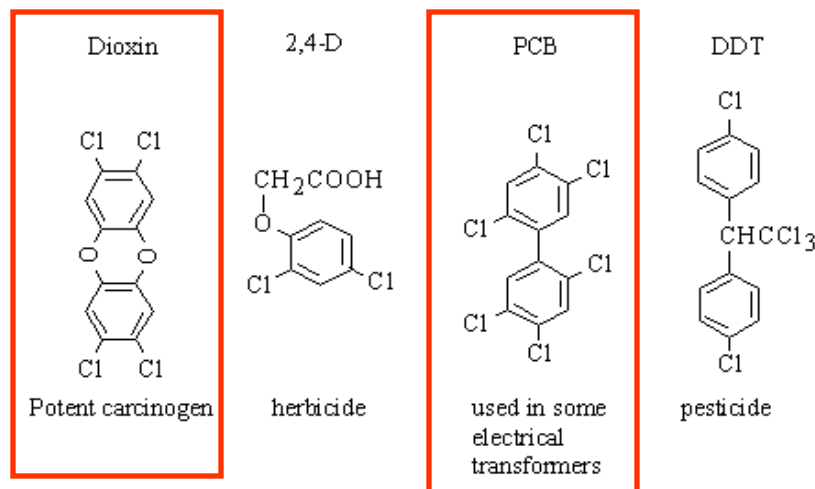


Zdroje

Bodové : průmysl, spalovny

Plošné : nátěry, transformátory,
úniky z výrobků

Infamous Chlorinated Aromatic Hydrocarbons



Persistentní organické halogenované látky (PCBs, PCDD/Fs)

Molekulární mechanismus toxicity

- : **společný specifický mechanismus toxicity (aktivace AhR)**
- : **endokrinní disrupce**
- : **narkotická *akutní toxicita při vysokých koncentracích***
→ chlorakné: viz obrázek

Efekty – producenti

- : změny fotosyntézy, růst, letalita

Efekty - konzumenti

- : **karcinogenita, chronické efekty spojené s aktivací AhR a dalšími *specif. mechanismy* (imunotoxicita, neurotoxicita ...), chlorakné**

Efekty - destruenti

- : **akutní toxicita :
růst, letalita,
změny metabolické aktivity**



Takto dopadl Juščenko koncem roku 2004 - chlorakné

Další specifika

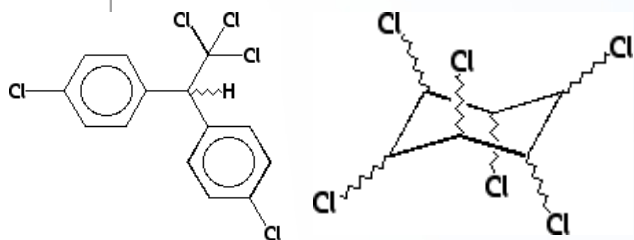
vysoká persistence a bioakumulace, dálkový transport atmosférou, globální problém (UN POPs)

Pesticidy : insekticidy (halogenované)

Pesticidy zařazované do skupiny POPs

Příklady (2/2)

DDT, driny (endrin, aldrin, dieldrin)
endosulfan, **HCH (lindan)**, toxafen
- řada zakázána, *rozvojové země – stále se užívají, persistence !*

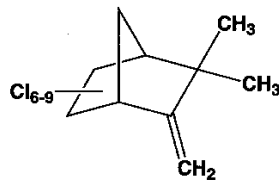


DDT

(v přírodě také řada derivátů - DDE, DDD ...)

Lindan

= gamma-hexachlorocyclohexan (konformační izomery !)



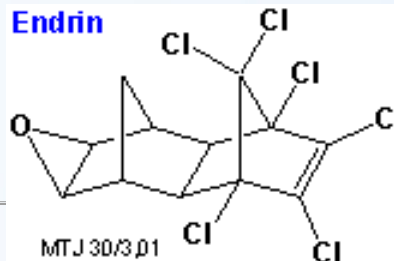
Toxaphene: A Mixture of Chlorinated Camphene

Zdroje

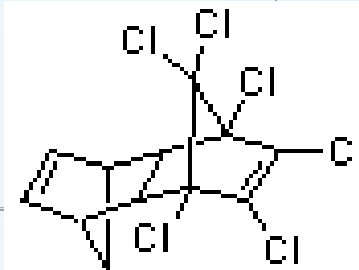
Plošné : zemědělství, **dálkový transport**

Bodové : uchování a skládky odpadů

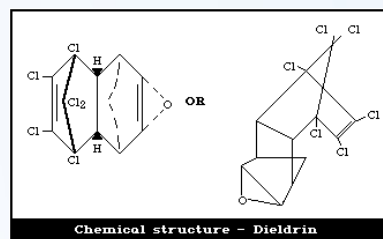
Endrin



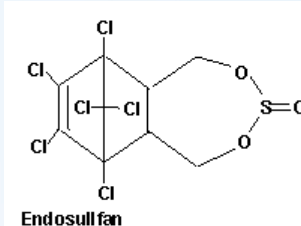
Aldrin



Dieldrin



Endosulfan



Pesticidy : insekticidy (halogenované)

Pesticidy zařazované do skupiny POPs

Molekulární mechanismus toxicity

podle druhu látky:

- : **neurotoxicita – cílové organismy**
(řada mechanismů nevyjasněných)
- : **endokrinní disrupce (necílová toxicita)**
- : *narkotická toxicita při vyšších dávkách*

Efekty - producenti

: akutní toxicita narkotická, možné účinky na fotosyntézu, rozmnožování
(řada efektů nejasných)

Efekty - konzumenti

- **chronická toxicita : neurotoxicita,**
- **reprodukční poruchy – dravci, ryby**
akutní toxicita : narkoza,

Efekty - destruenti

: akutní toxicita : růst, letalita, změny metabolické aktivity

Další specifika

vysoká persistence a bioakumulace, dálkový transport atmosférou, globální problém (UN POPs)



Pesticidy : insekticidy (nehalogenované)

Příklady

karbamáty : adicarb, phorate, carbofuran, carbaryl

organofosfáty : acephate, dichlorvos, dicrotophos, trichlofon, chlorpyrifos, diazinon, malathion, parathion

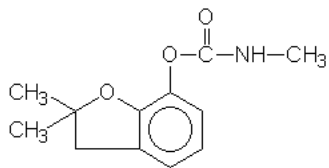
pyrethroidy : pyrethrum, permethrin, cypermethrin, flumethrin

Zdroje

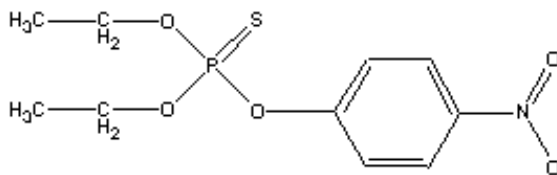
Plošné : zemědělství

Bodové : uchování a skládky odpadů

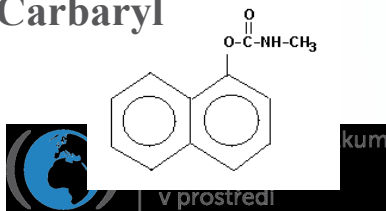
Carbofuran



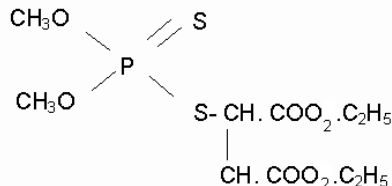
Parathion



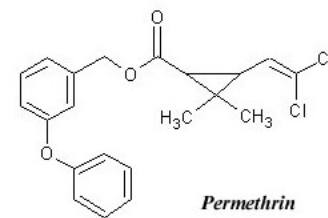
Carbaryl



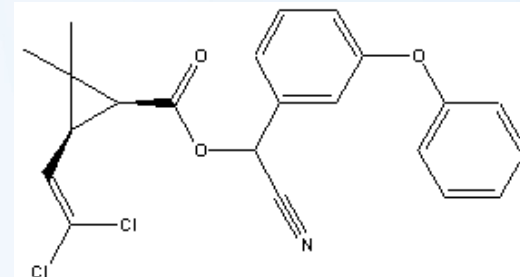
Malathion



Permethrin



Cypermethrin



Pesticidy : **insekticidy** (nehalogenované)

Molekulární mechanismus toxicity

podle druhu látky:

: **inhibice acetylcholinesterázy**

: další specifické mechanismy -

neurotoxická

Efekty - producenti

: akutní toxicita narkotická, méně specifické účinky

Efekty - konzumenti

-akutní neurotoxická (cílové organismy)

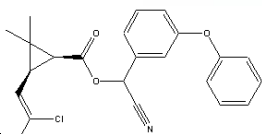
-reprodukční poruchy a endokrinní disrupce (necílové organismy)

: akutní toxicita : narkoza,

Efekty - destruenti

akutní toxicita : růst, letalita, změny metabolické aktivity

Cypermethrin



Pesticidy : herbicidy

Vyšší spotřeba než insekticidy - v povrchových vodách a prostředí častěji

Příklady

anorganické : sodium chlorate
bipyridylium: **paraquat**, diquat

phenoxy kyseliny : **2,4-D**, 2,4,5-T, Mecoprop,

další org. kyseliny: haloxyfop, dicamba

substituované aniliny: alachlor, propachlor

močoviny a thiomčoviny : **diuron**, linuron,

nitrily : ioxynil, bromoxynil

triaziny : **atrazin**, simazin

triazoly : amitrol

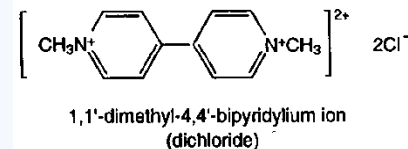
organofosfáty : **glyfosát** (roundup),

Zdroje

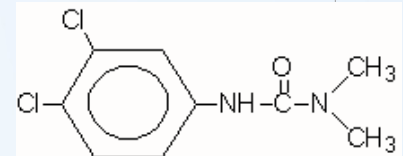
Plošné : zemědělství

Bodové : uchování a skládky
odpadů

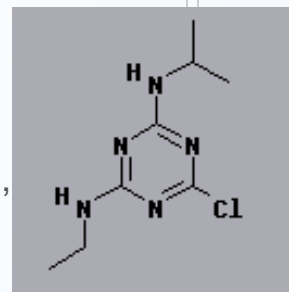
PARAQUAT



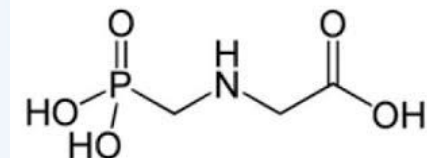
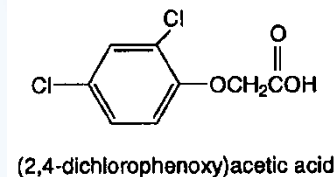
Diuron



atrazin



2,4-D



The Chemical Structure of Glyphosate

Pesticidy : herbicidy

Molekulární mechanismus toxicity

podle druhu látky:

: inhibice fotosyntézy, inhibice rostlinných hormonů, produkce radikálů ...

: narkotická toxicita

: vedlejší účinky v necílových organismech

Efekty - producenti

akutní toxicita : letalita : účinky na fotosyntézu, proteosyntézu

Efekty - konzumenti

akutní toxicita, chronická toxicita :
vedlejší účinky : reprodukční toxicita, neurotoxicita

Efekty - destruenti

: akutní toxicita : růst, letalita, změny metabolické aktivity

Další specifika

u některých persistence a bioakumulace, dálkový transport atmosférou

Léčiva

- humání a veterinární -

Příklady

Zdroje

-Relativně méně informací o dopadech v životním prostředí

- veterinární léčiva – větší význam (velké dávky)

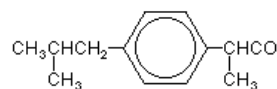
-běžná léčiva – řada ve významných koncentracích ve vodách:

antibiotika (tetracykliny, erytromycin 1-10 ug/L), paracetamol + k. acetylsalicilová (100-400 ug/L), ibuprofen, cytostatika

Bodové

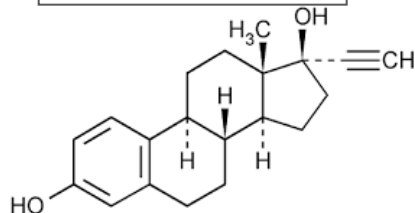
- **nemocnice, chovy zvířat –** veterinární přípravky, chovy ryb, **odpadní komunální vody**

ibuprofen

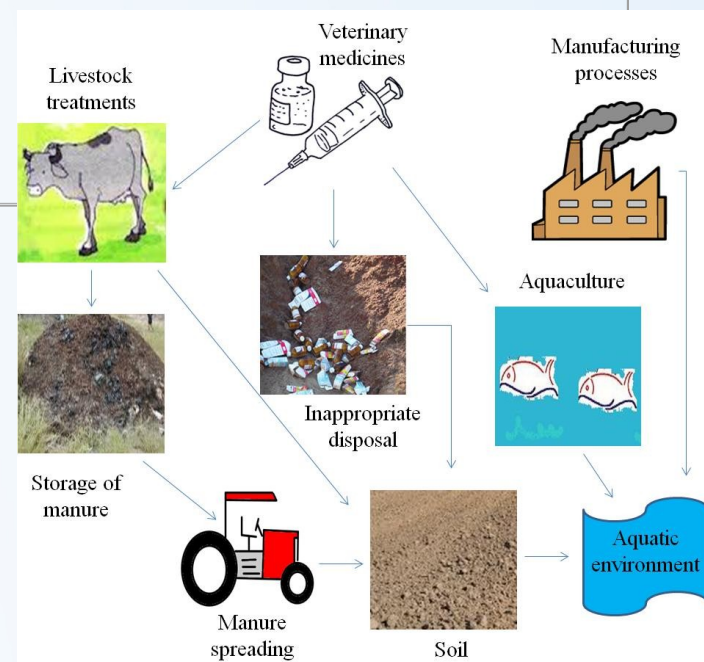
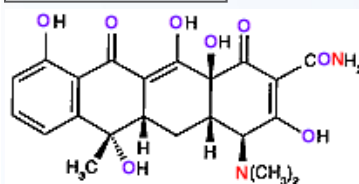


C₁₃H₁₈O₂

ethinylestradiol



tetracyclin



Léčiva

Molekulární mechanismus toxicity

podle typu látky ...

- antibiotika, cytostatika – *genotoxicita*,
hormony, analgetika, protizánětlivé ...

Efekty - producenti

Efekty - konzumenti

Efekty - destruenti

málo informací o ekotoxikologii farmak;
: pro vybrané látky - základní informace
ze standardních testů

: **mikroorganismy** – **efekty antibiotik**

Další specifika

Některé jsou slabě degradovatelné i persistentní
stále málo informací o rizicích pro prostředí

Polycyklické aromatické uhlovodíky

Příklady

benzo[a]pyren, naftalen, pyren,
anthracen, inden,
dibenzanthraceny

*rutinně sledováno (jen!)
tzv. **US-EPA priority PAHs** –
vybraných 16 látek*

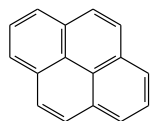
Zdroje

Bodové : spalovny, průmysl

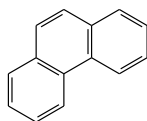
Plošné : **domácí topeniště**

Liniové : doprava

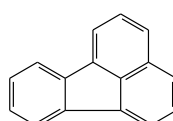
Vybrané struktury
PAHs



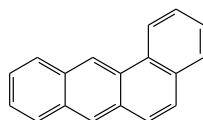
Pyren



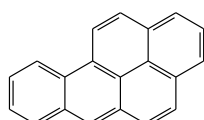
Phenanthren



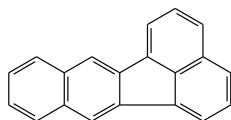
Fluoranthen



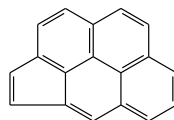
Benz[a]anthracen



Benzo[a]pyren

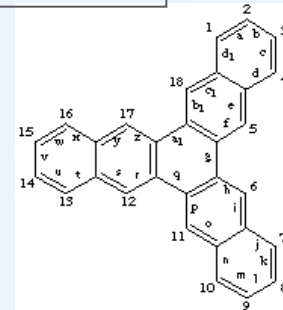
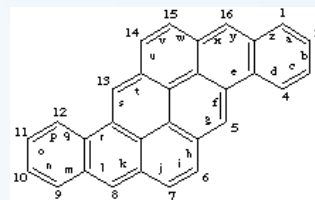


Benzo[k]fluoranthen



Cyclopenta[cd]pyren

Vysokomolekulární PAHs
- špatně stanovitelné, málo informací



Polycyklické aromatické uhlovodíky

Molekulární mechanismus toxicity

- : **genotoxicita (po aktivaci MFO)**
- : **specifické mechanismy (AhR, EDCs)**
- : narkotická akutní toxicita

Efekty - producenti

- : změny fotosyntézy, růst, letalita, možná genotoxicita (po aktivaci MFO)

Efekty - konzumenti

- : **genotoxicita, karcinogenita, chronické efekty spojené s aktivací AhR a dalšími specif. mechanismy (imunotoxicita, neurotoxicita ...)**

Efekty - destruenti

- : akutní toxicita : růst, letalita, změny metabolické aktivity, genotoxicita