



Centrum pro výzkum  
toxických látek  
v prostředí

# Přehled hlavních skupin látek a jejich účinků

Luděk Bláha, PŘF MU

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 (CO<sub>2</sub> 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

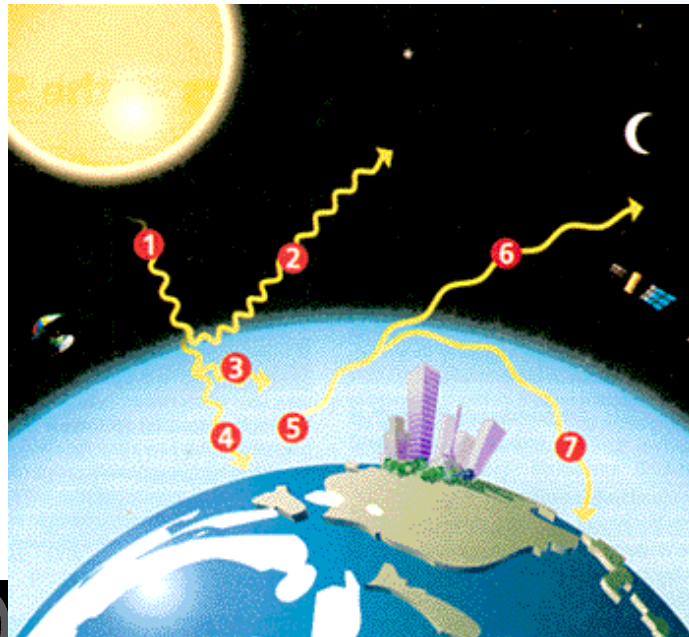
SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, CO, CO<sub>2</sub>,  
X<sub>2</sub> (Cl<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>), NH<sub>3</sub>

## Zdroje

Bodové - průmysl, chemické  
provozy spalovny, teplárny

Plošné - domácí topeniště

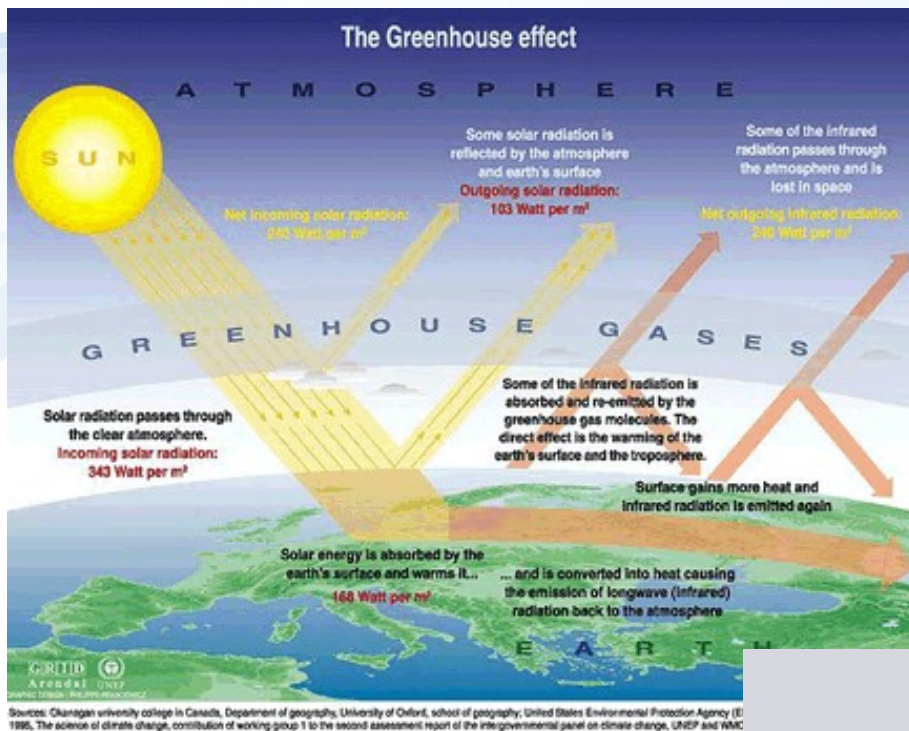
Liniové - dopravní spoje, dálnice



## Globální a regionální problémy

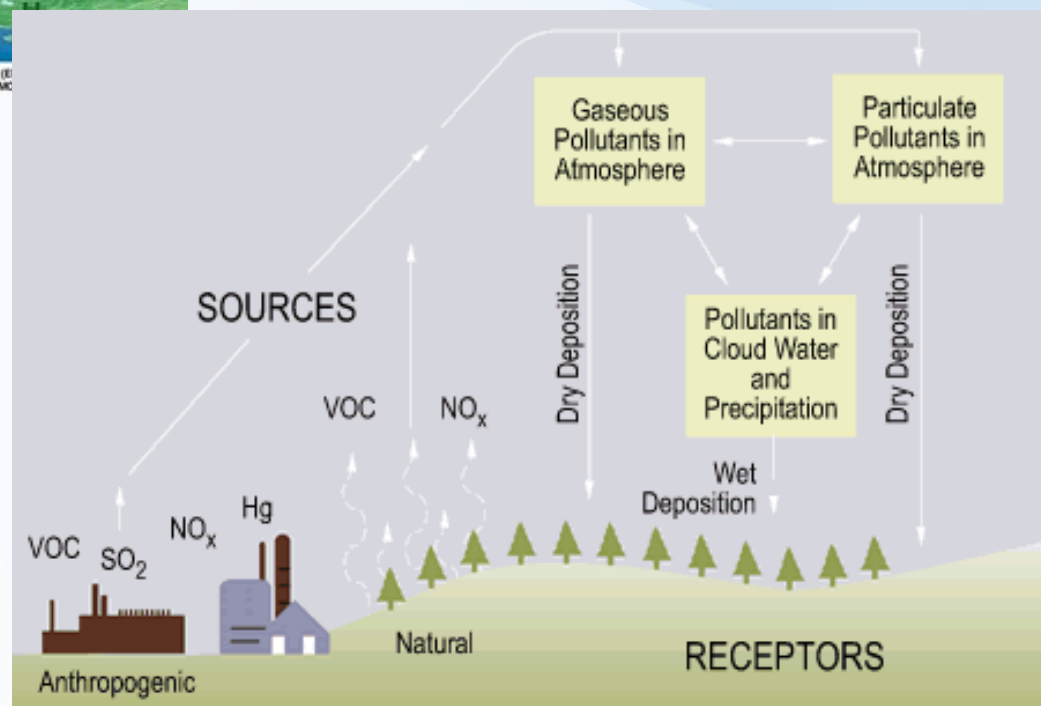
- Kyselé deště
- Skleníkový efekt
- Smog





## Tvorba kyselých dešťů

## Skleníkový efekt





# (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



# Kovy

## Příklady

As, Cd, Cr<sup>(VI+)</sup>, Hg, Ni (soli), Pb, Zn

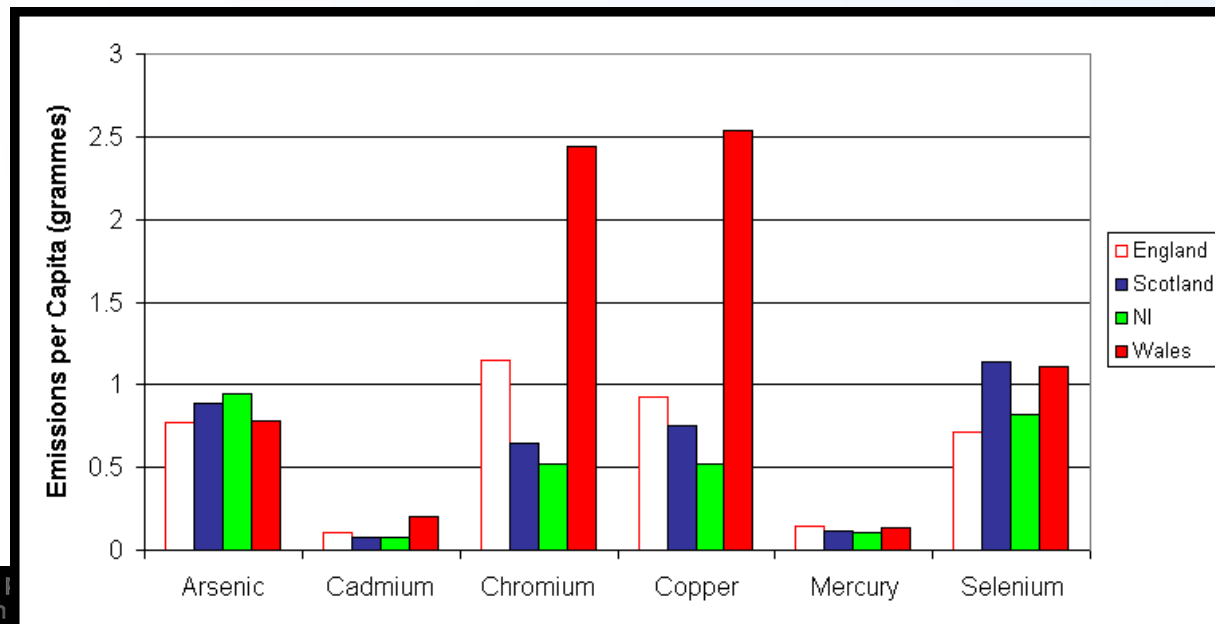
## Zdroje

(všechny lidské aktivity)

Bodové : průmysl, chemické provozy

Plošné : zemědělství, kontaminovaná hnojiva, skládky

Liniové : doprava



# Kovy

## Molekulární mechanismus toxicity

### Toxicita závisí na druhu kovu:

- : poškození DNA (As, Cr)
- : většina - denaturace proteinů (disulfidické můstky, -SH skupiny)
- : většina - 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, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HxClO<sub>y</sub>, HCOOH,  
CH<sub>3</sub>COOH

## 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



# 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.  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,**
- V přírodě je **důležité dodržení poměrů (!)**  
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<sup>á</sup> 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)





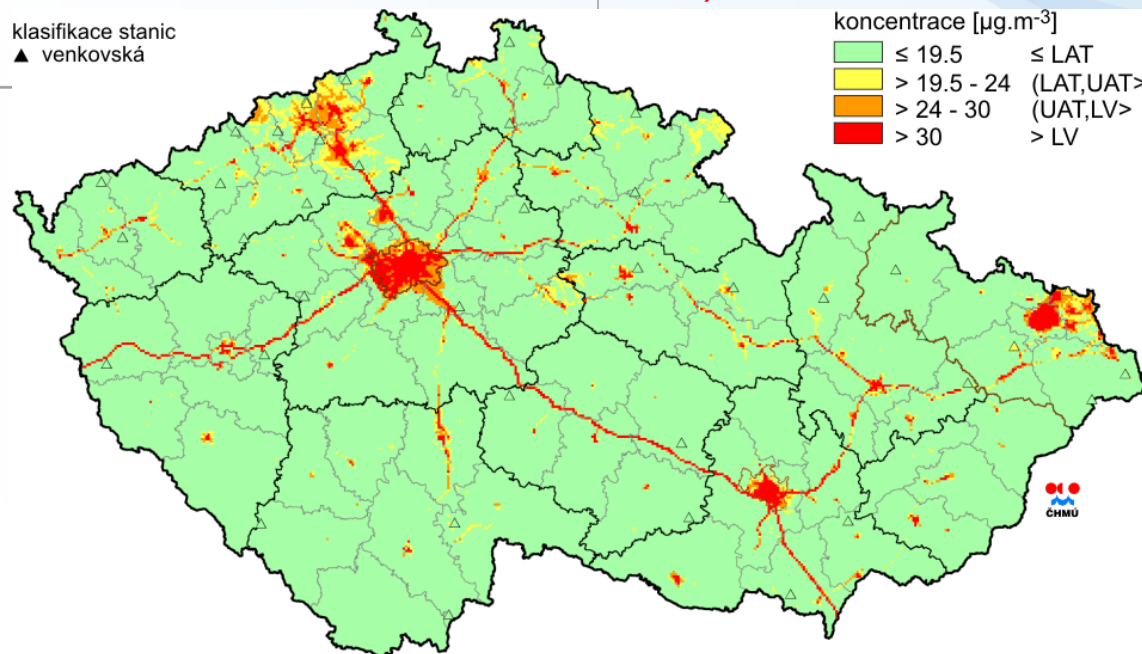
# Anorganická hnojiva - živiny

## Příklady

$\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$

## Zdroje

Zemědělství, domácí chemie (změkčovadla – myčky),  
Doprava a sídla (uvolnění  $\text{No}_x$ ,  
vymývání z atmosféry, imise do vod)



# Anorganická hnojiva



Molekulární mechanismus toxicity

Efekty - producenti

Efekty - konzumenti

Efekty - destruenti

**Primárně netoxické = živiny, hnojiva**

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

U kojenců – přeměna  $\text{NO}_3^-$  na dusitany v trávicím traktu → **methemoglobinémie**

Podpora růstu

# SAPROBITA

## Organické "netoxické" látky

(fekální znečištění, „živiny“ pro mikroorganismy)

- Obsah OC → přímý vliv na ox-red procesy a obsah kyslíku
- Hodně organických látek  
→ živiny pro bakterie → vyčerpání kyslíku → d

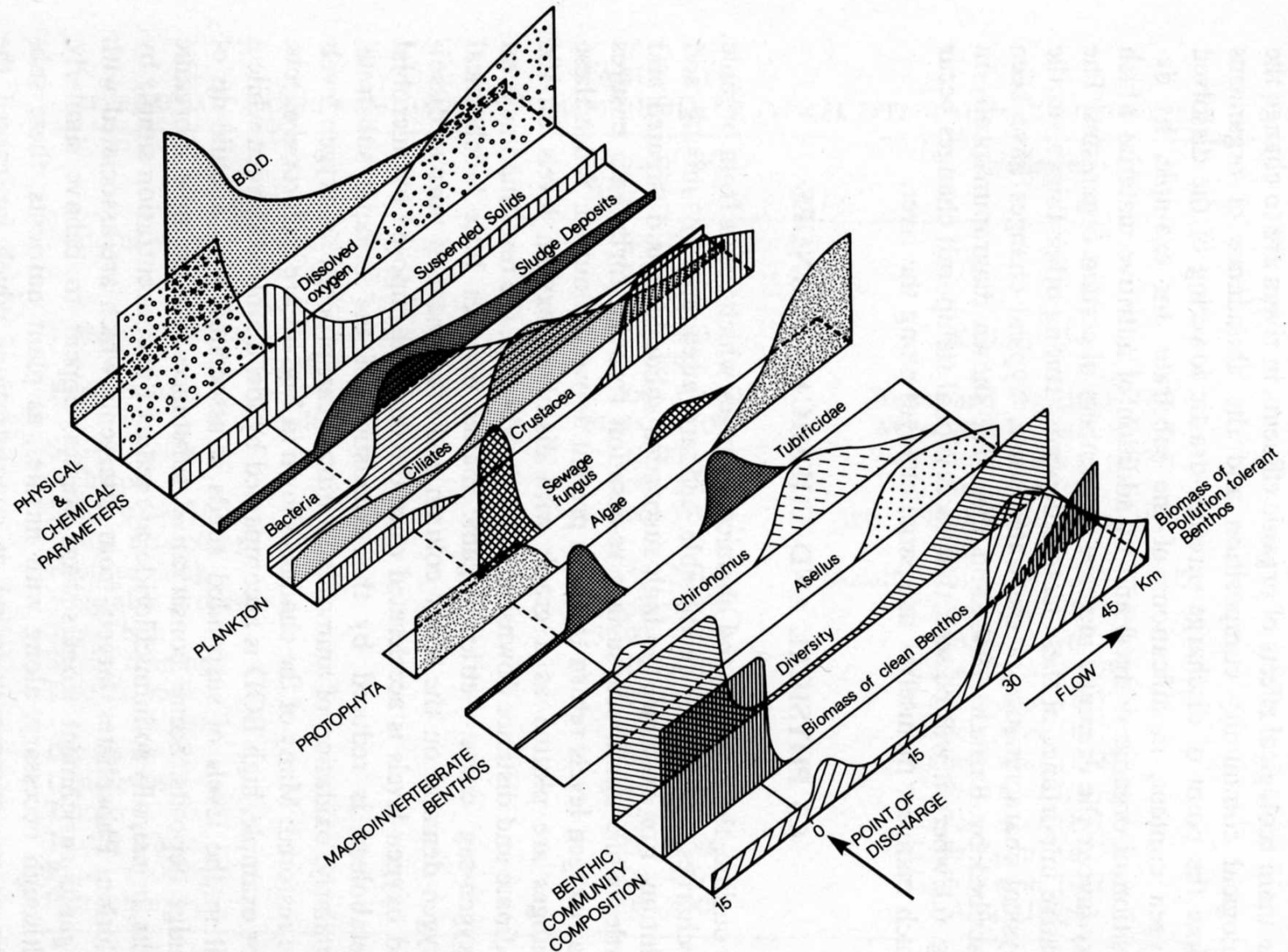
## Zvýšená saprobita

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

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



# Vliv „hnilobného“ znečištění na společenstvo



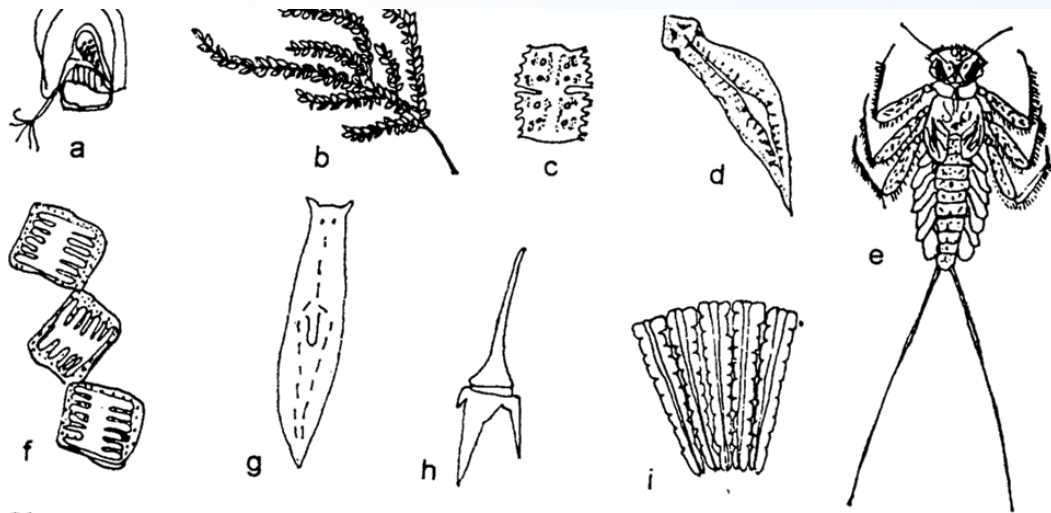
# Hodnocení saprobity

## 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 O<sub>2</sub> → **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 Saprobniho indexu



Obr. 132. Příklad xenosaprobních a oligosaprobních organismů  
 a - perločka *Holopedium gibberum*, b - vodní mech *Fontinalis*, c - dvočatkovitá 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*

## Výpočet saprobního indexu

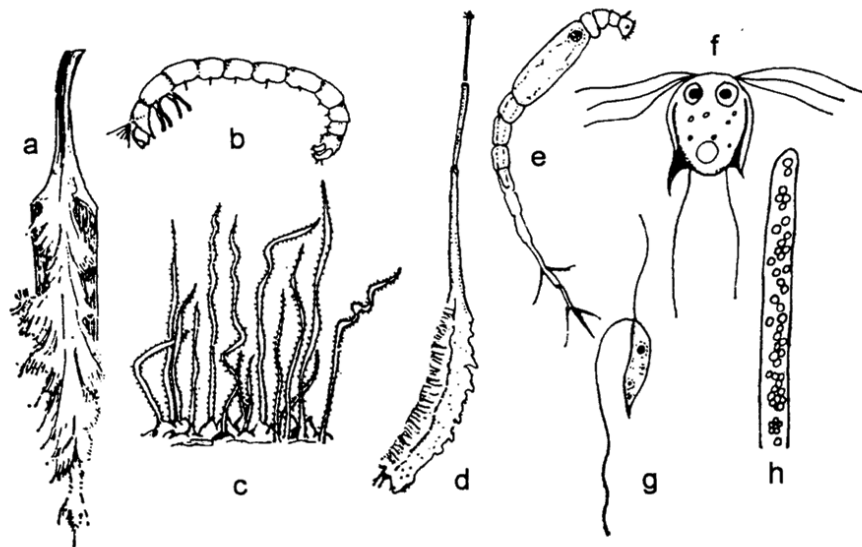
$$S = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot S_i \cdot g_i}{\sum_{i=1}^n A_i \cdot g_i}$$

$A_i$  – 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 <sub>2</sub>	BSK <sub>5</sub>	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			5	3,7		
2,2	horší beta-mezo-saprobilita	vodárenské toky ostatní toky cejn		4,0	Palingenia (Ephemera) (Ephoron)	epipotamon metapotamon
2,5	lepší alfa-mezo-saprobilita	cejn	4	5	Herpobdella	—
3,0			3	7,5		
3,2	horší alfa-mezo-saprobilita	přípustné znečištění nepřípustné znečištění kaprovité		8,0	Herpobdella	—
3,5	lepší polysaprobilita	přežívá kapr karas lín	2	10	Tubifex Limnodrilus	—
4,0	horší polysaprobilita	přežívá kapr karas lín	1	30	Tubifex Limnodrilus	—
4,5	mikroaerobie anaerobie odp. vody		0,1 0,0	50		



# Významné skupiny environmentálních polutantů

*Zdroje, Příklady, Efekty*

## C) Organické toxické látky



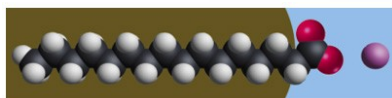
# Komunální chemie

## Příklady

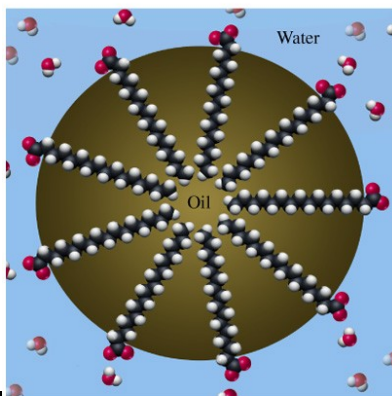
- mýdla a detergenty
- změkčovadla (*fosfáty – viz hnojiva*)
- chlor a jeho metabolity (*viz kyseliny*)

## Zdroje

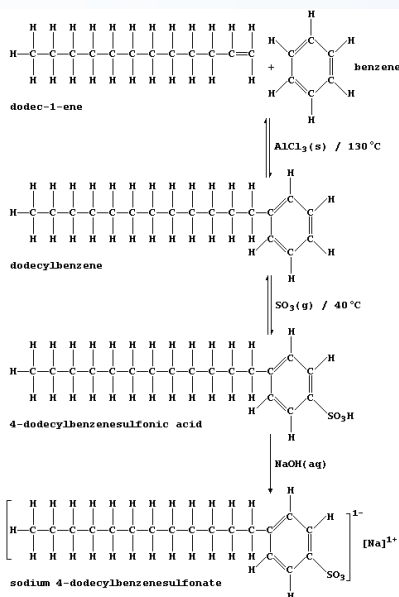
Bodové : domácí a průmyslové použití – **odpadní vody**, skládky



(a)



(b)



# Komunální chemie

## Molekulární mechanismus toxicity

toxicita pro membránové dvojvrstvy  
- **snižování povrchového napětí, polární narkoza (logP), specifické efekty (estrogeny)**

## Efekty - producenti

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

## Efekty - konzumenti

: **akutní toxicita** : letalita, poškození povrchu těla, žaber, sliznic ...  
: **estrogenita (?), endokrinní disrupce ... (alkylfenoly)**

## 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: benzen, toluen, styren, o: xylen, ethylbenzen

## 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 : změny fotosyntézy, 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

$\text{CCl}_4$  (chloroform)  
1,1,1: trichloroethan  
tetrachloroethylen

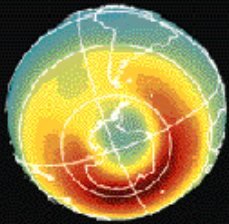
Freony a další látky ( $\text{C}_x\text{Cl}_y\text{F}_z$ )

## Zdroje

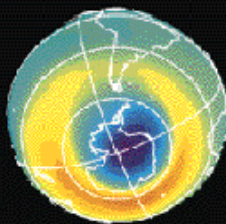
Bodové : průmysl, **kontaminace podzemních vod**, skládky, chladicí zařízení,

Havárie : úniky při přepravě, havárie provozů, chladicích zařízení

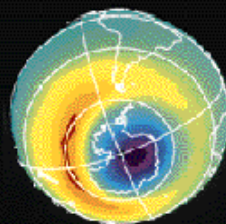
## Depletion of the Ozone Layer



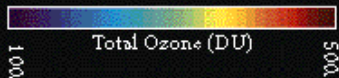
1979



1986



1996



Total Ozone (DU)

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

# Chemické látky průmyslu gumy

## Příklady

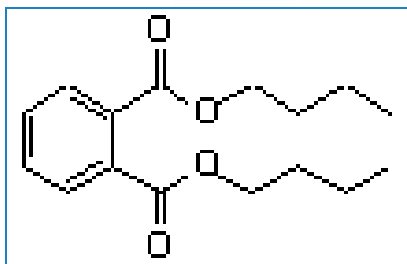
ftaláty - *měkčidla*  
fenolové látky

fenylendiamin  
naftylaminy  
sulfonamidy

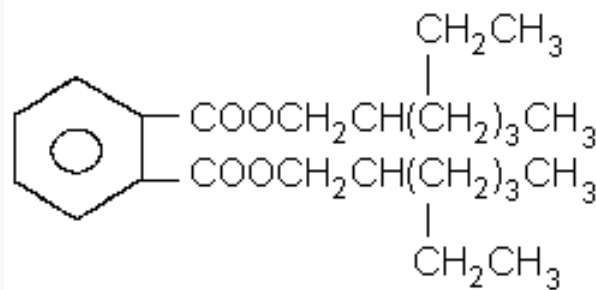
## Zdroje

Bodové : průmysl, skládky

Plošné : **uvolňování přímo z materiálů**



Dibutylphthalate (DBP)



Di-ethylhexylphthalate (DEHP)



# Chemické látky průmyslu gumy

## Molekulární mechanismus toxicity

podle druhu látky:

- : **negenotox. karcinogenita - ftaláty**
- : **polární narkoza, *detergenty* ...**
- : denaturace proteinů
- : nespecifické mechanismy

## Efekty - producenti

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

## Efekty - konzumenti

- : **akutní toxicita** : letalita, poškození zdraví, **karcinogenita, endokrinní disrupce**, chronická toxicita

## Efekty - destruenti

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

### Další specifika

rel. dobře biodegradovatelné, vysoké koncentrace ve vzduchu



# Chemické látky průmyslu plastů

## Příklady

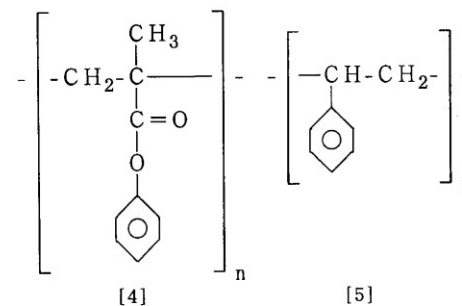
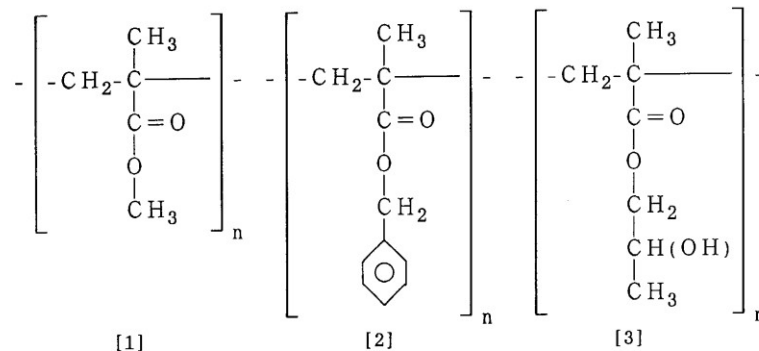
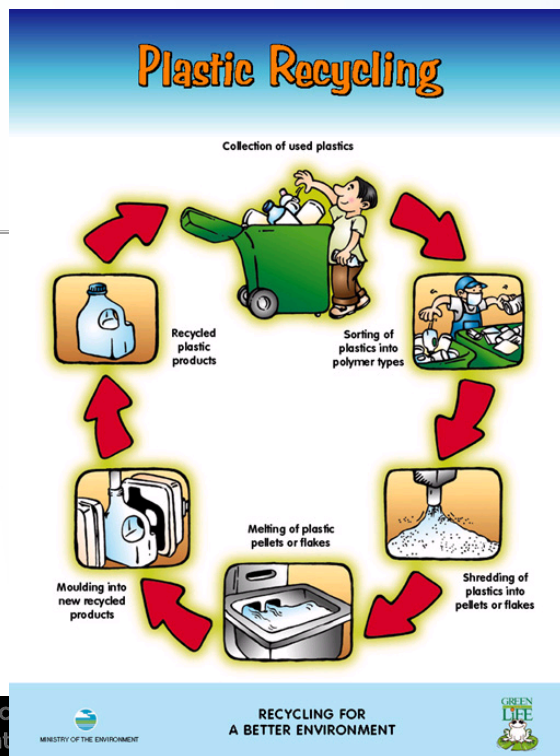
termoplasty : PE, PP, PVC, PVDC, PS, PA, PC, PTFE

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

## Zdroje

Bodové : průmysl, skládky

Plošné : nerozložitelné odpadky



# Chemické látky průmyslu plastů

## Molekulární mechanismus toxicity

podle druhu látky:

: negenotox. karcinogenita

: narkoza (?)

: **specifické mechanismy u meziproduktů**  
**- radikály, oxidativní stres**

Efekty - producenti

Efekty - konzumenti

Efekty - destruenti

- nízká přímá toxicita  
- rozklad : toxicita monomerů !

## Další specifika

velká stabilita pro biotransformaci, **spalování** → **chlorované POPs**



# Persistentní organické halogenované látky

*POPs – velmi heterogenní skupina (PCBs, PCDDs, chlorované pesticidy ...),  
Zde PCBs (PBBs), PCDD/Fs (PBDD/Fs) - společný mechanismus toxicity*

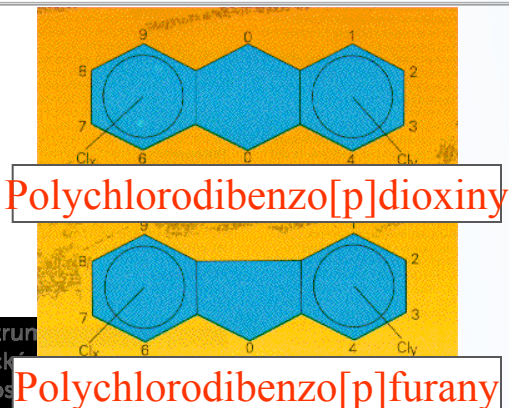
## Příklady

### 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*

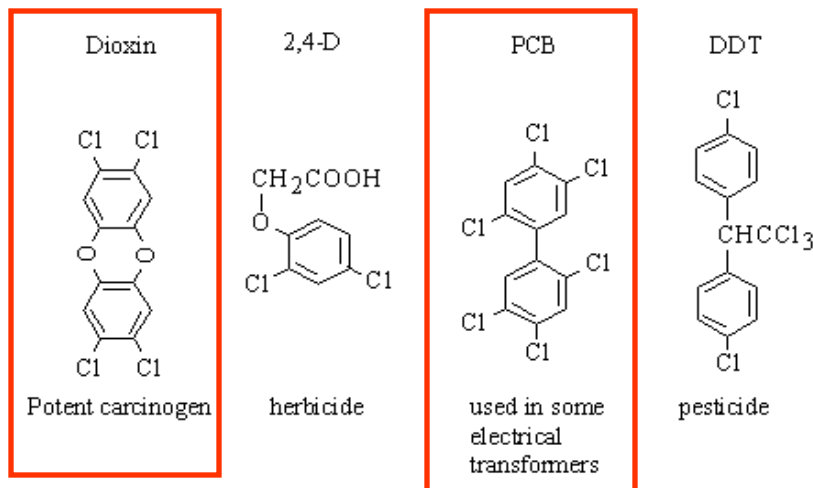


## Zdroje

Bodové : průmysl, spalovny

Plošné : nátěry, transformátory,  
úniky z výrobků

### Infamous Chlorinated Aromatic Hydrocarbons



# Persistentní organické halogenované látky (PCBs, PCDD/Fs)

Molekulární mechanismus toxicity

: **specifické mechanismy toxicity (AhR, endokrinní disrupce ...)**

: *narkotická akutní toxicita až 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 ...)**

Efekty - destruenti

: akutní toxicita :  
růst, letalita,  
změny metabolické aktivity



## Další specifika

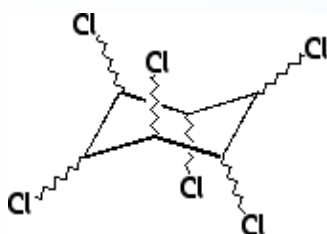
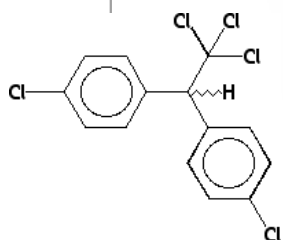
**vysoká persistence a bioakumulace,  
dálkový transport atmosférou, globální problém !!!**

# Pesticidy : insekticidy (halogenované)

**Pesticidy zařazované do skupiny POPs**

## Příklady

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

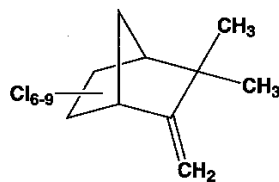


**DDT**

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

**Lindan**

= gamma-hexachlorocyclohexan (konformační izomery !)



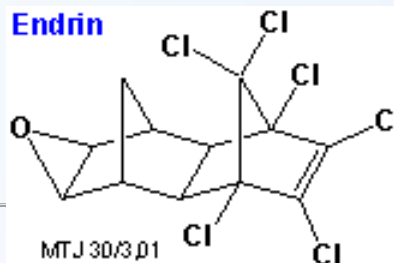
**Toxaphene: A Mixture of Chlorinated Camphene**

## Zdroje

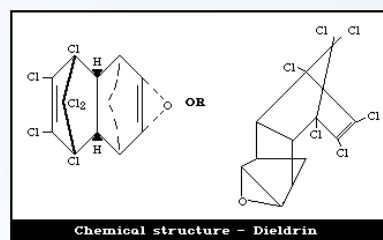
Plošné : zemědělství, **dálkový transport**

Bodové : uchování a skládky odpadů

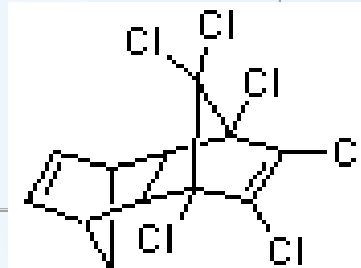
**Endrin**



**Dieldrin**



**Aldrin**



# Pesticidy : insekticidy (halogenované)

## 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**

# Pesticidy : **insekticidy** (nehalogenované)

## Příklady

**karbamáty** : adicarb, phorate, carbofuran, carbaryl

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

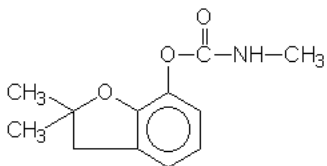
**pyrethroidy** : pyrethrum, permethrin, cypermethrin, flumethrin

## Zdroje

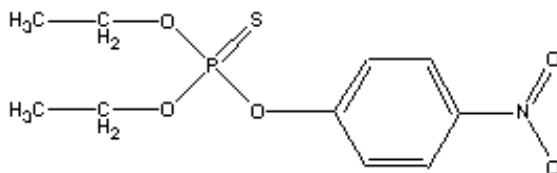
Plošné : zemědělství

Bodové : uchování a skládky odpadů

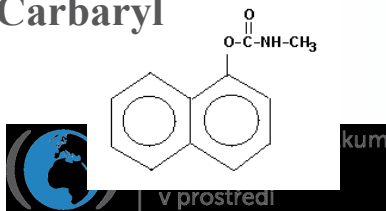
### Carbofuran



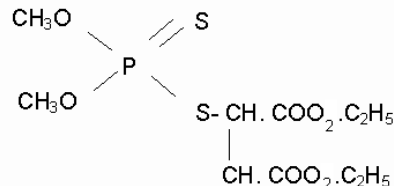
### Parathion



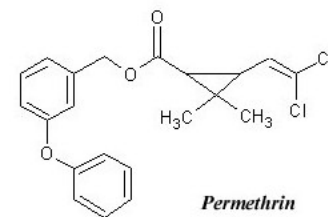
### Carbaryl



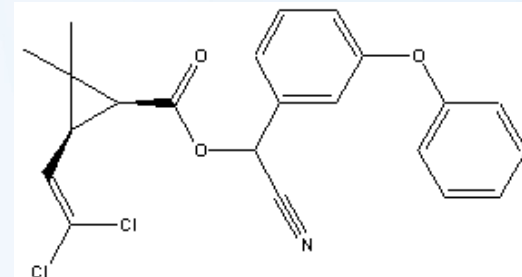
### Malathion



### Permethrin



### Cypermethrin





# Pesticidy : insekticidy (nehalogenované)

Molekulární mechanismus toxicity

podle druhu látky:

: **inhibice acetylcholinesterázy**

: další specifické mechanismy -

**neurotoxita**

Efekty - producenti

: akutní toxicita narkotická, méně specifické účinky

Efekty - konzumenti

**-akutní neurotoxita (cílové organismy)**

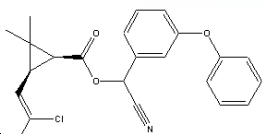
**-reprodukční poruchy a endokrinní disrupce (necílové organismy)**

: 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

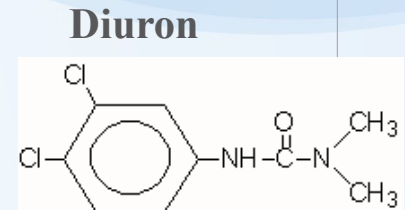
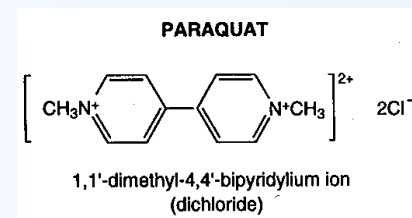
## Příklady

anorganické : sodium chlorate  
bipyridylium : paraquat, diquat  
phenoxy kyseliny : 2,4-D, 2,4,5-T,  
Mecoprop, Fenprop  
další org. kyseliny : haloxyfop,  
dicamba  
substituované aniliny : alachlor,  
propachlor, propanil  
močoviny a thiomčoviny : diuron,  
linuron, monolinuron  
nitrily : ioxynil, bromoxynil  
triaziny : atrazin, simazin  
triazoly : amitrol  
organofosfáty : glyphosate,  
glufosinate

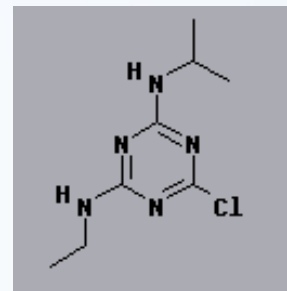
## Zdroje

Plošné : zemědělství

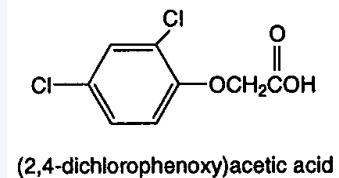
Bodové : uchování a skládky  
odpadů



### atrazin



### 2,4-D



# 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 řady persistence a bioakumulace, dálkový transport atmosférou



# Farmaka

## - humání a veterinární -

Příklady

Zdroje

-Relativně méně informací o dopadech v životním prostředí

- veterinární léčiva – větší význam (velké dávky)

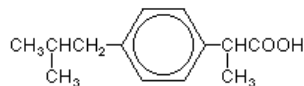
-běžná léčiva – řada ve významných koncentracích ve vodách:

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

Bodové

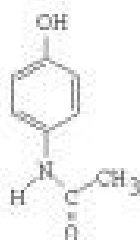
- nemocnice, **chovy zvířat** – veterinární přípravky, chovy ryb

ibuprofen



C<sub>13</sub>H<sub>18</sub>O<sub>2</sub>

paracetamol



Paracetamol

tetracyclin

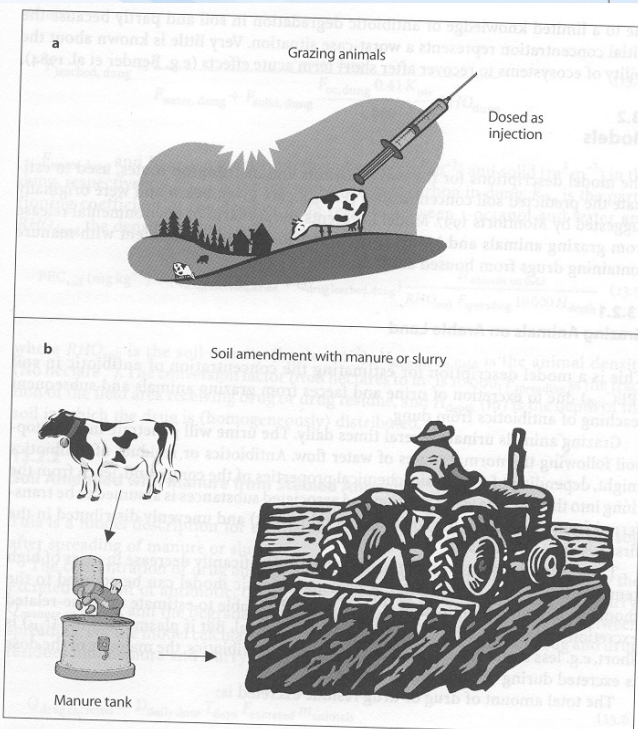
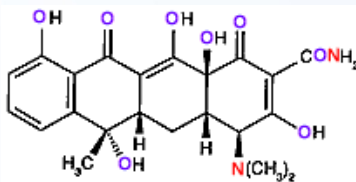


Fig. 13.1. Exposure routes to the terrestrial environment; a grazing animals; b soil amendment with manure or slurry



Centrum pro vý  
toxických látek  
v prostředí

# Farmaka

**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

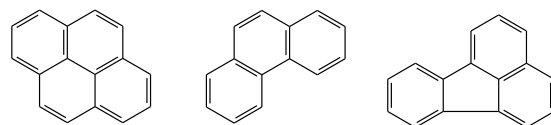
zpravidla degradovatelné,  
málo informací o významu v prostředí

# Polycyklické aromatické uhlovodíky

## Příklady

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

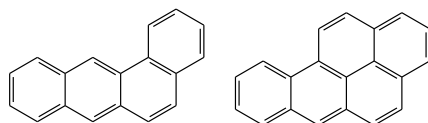
*rutinně sledováno (jen!)  
tzv. **US-EPA priority PAHs** –  
**vybraných 16 látek***



Pyren

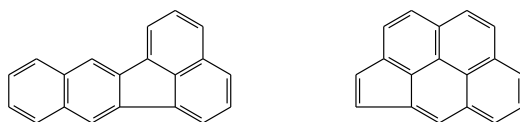
Phenanthren

Fluoranthen



Benz[a]anthracen

Benzo[a]pyren



Benzo[k]fluoranthen

Cyclopenta[cd]pyren

## Zdroje

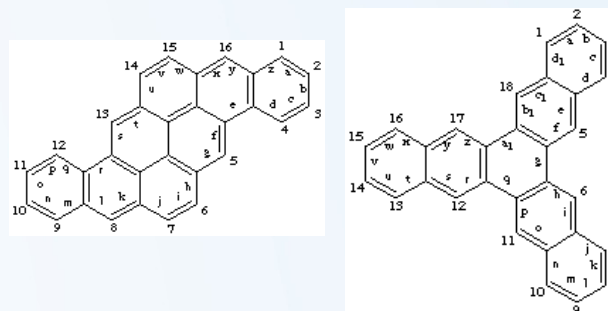
Bodové : spalovny, průmysl

Plošné : **domácí topeniště**

Liniové : doprava

Vybrané struktury  
PAHs

Vysokomolekulární PAHs  
- špatně stanovitelné, málo informací



# Polyaromatické 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

