



CHEMIE ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ I

Environmentální procesy

(02)

Globální problémy lidstva a životního prostředí

Ivan Holoubek

RECETOX, Masaryk University, Brno, CR

holoubek@recetox.muni.cz; <http://recetox.muni.cz>

Problémy životního prostředí



Problémy životního prostředí



**Máme schopnost tuto planetu
zničit !**

**Avšak máme také schopnost ji
zachránit !!**



Gro Harlem Brundtlandová

Globální problémy

Rozvoj vědy a techniky

- ↪ prodloužení života
- ↪ zvýšení jeho pohodlí
- ↪ vyšší civilizační a kulturní úroveň



Nerovnoměrné rozdělení celoplanetárního produktů

1/4 celoplanetární populace – vysoce ekonomicky rozvinuté,
industrializované země

- ↪ 1 mld obyvatel (ca 1/5) – chudoba, podvýživa, choroby
- ↪ průměrná doba života:
 - průmyslově vyspělé země – 70 let
 - rozvojové země < 50 let
- ↪ rozvojové země – počet úmrtí živě narozených dětí do 1 roku života
 - průmyslově vyspělé země – 5 – 20
 - rozvojové země - 200
- ↪ ženy ve většině chudých zemí – 200-krát vyšší riziko úmrtí během těhotenství a porodu
- ↪ každý den umírá 40 000 dětí hlady nebo jeho následky

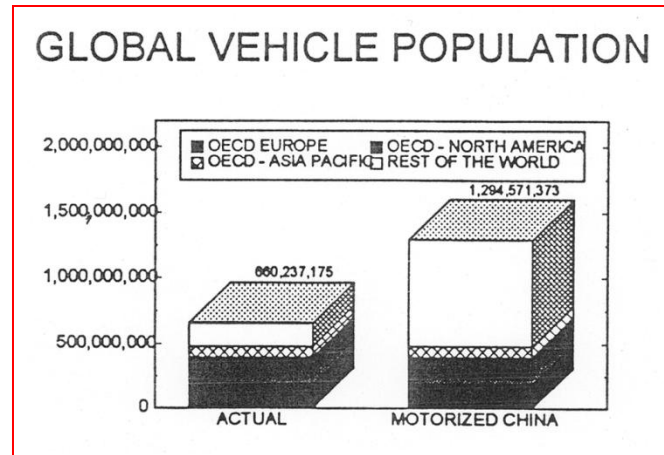
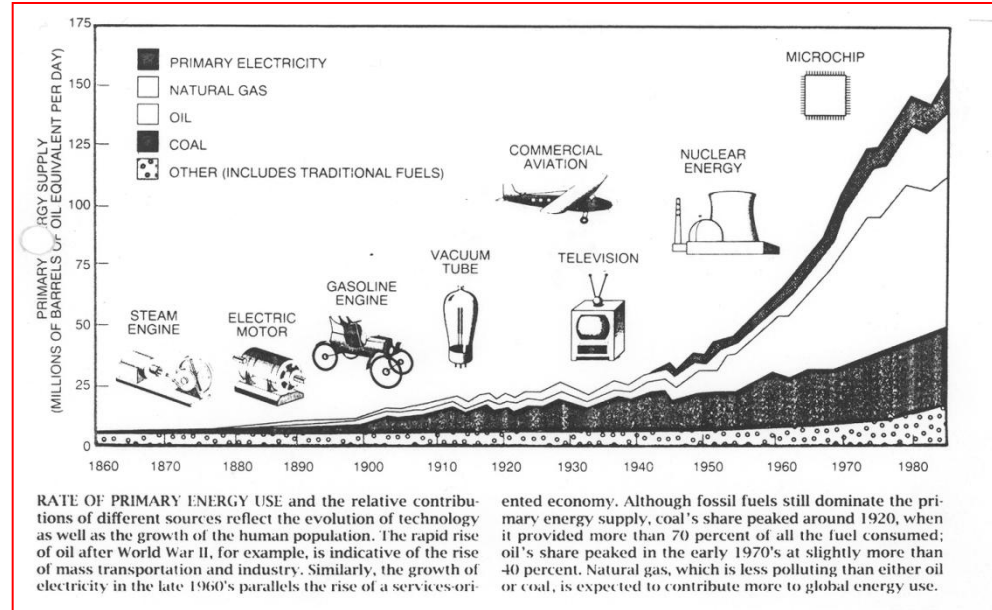
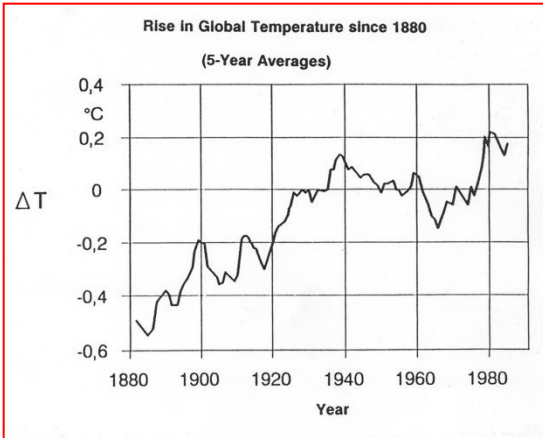
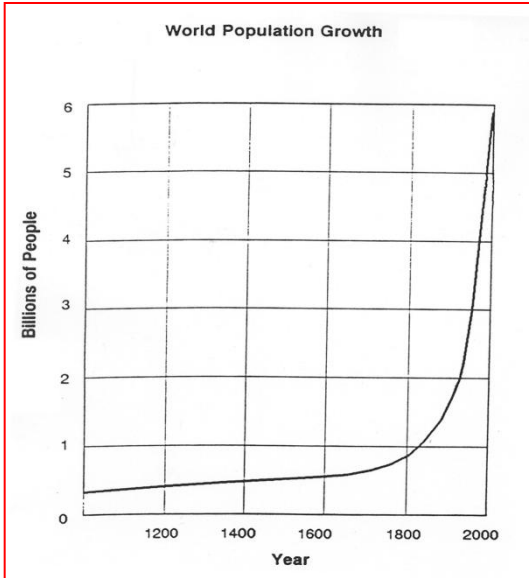
Globální problémy

- ↪ **Rozvoj vědy a techniky - Prométheovský komplex**
- ↪ **Pozitivní, ale i negativní stránka vědy – celoplanetární charakter**
- ↪ **Vztah člověka a přírody - antagonismus či harmonie ?**

5 základních aspektů globální krize

- ↪ ohrožení života zbraněmi hromadného ničení
- ↪ technicko - ekonomický aspekt – vyčerpávání přírodních zdrojů umocněné nárůstem populace
- ↪ problémy životního prostředí – znečištění prostředí, narušení rovnováhy člověk – příroda
- ↪ problém civilizačních nemocí vyvolaných civilizačním procesem
- ↪ společensko-politický aspekt vycházející z otázky jak řešit předchozí problémy

Globální problémy



Globální problémy

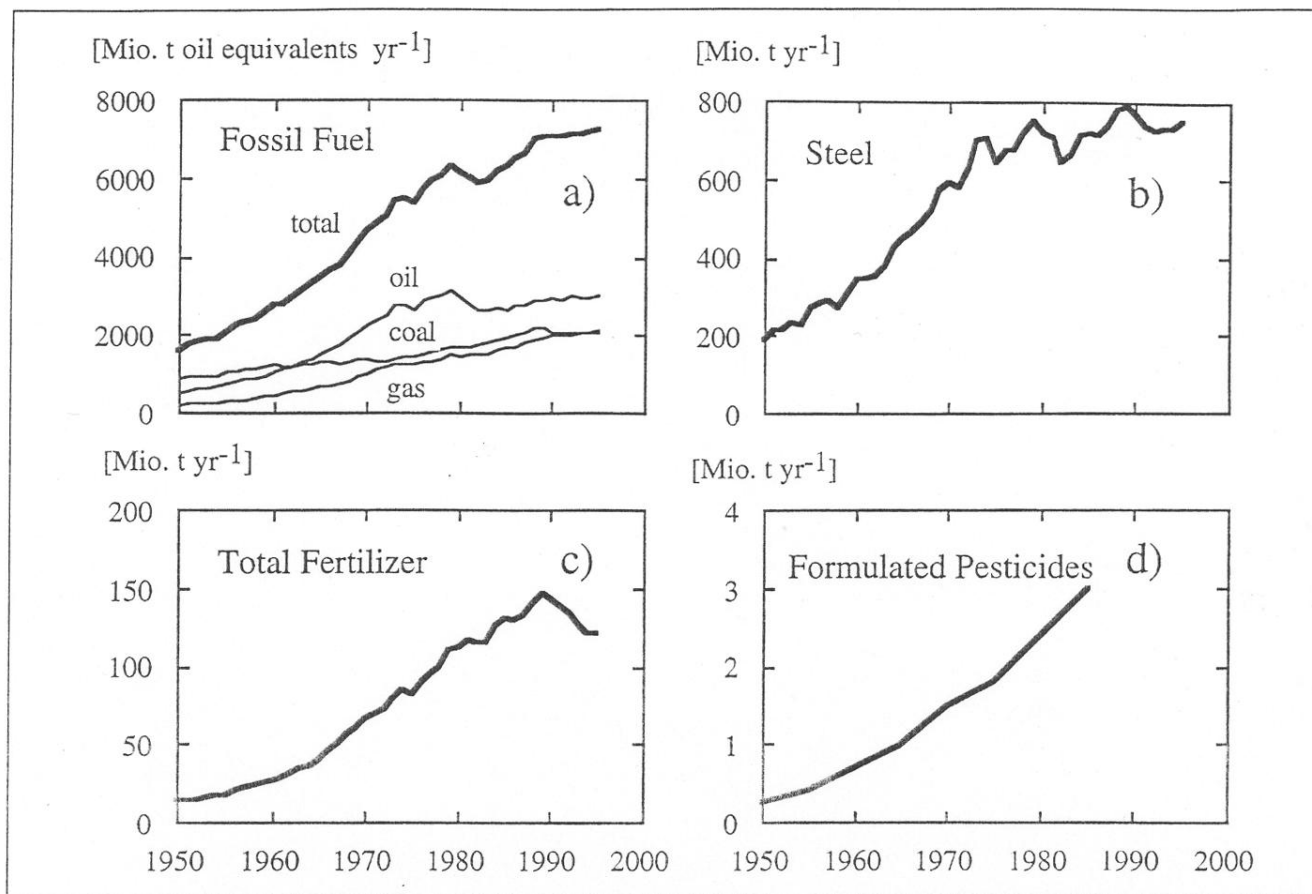


Fig. 2. Global trends of fossil-fuel consumption and production of steel, total fertilizer and pesticides [1]

Globální problémy

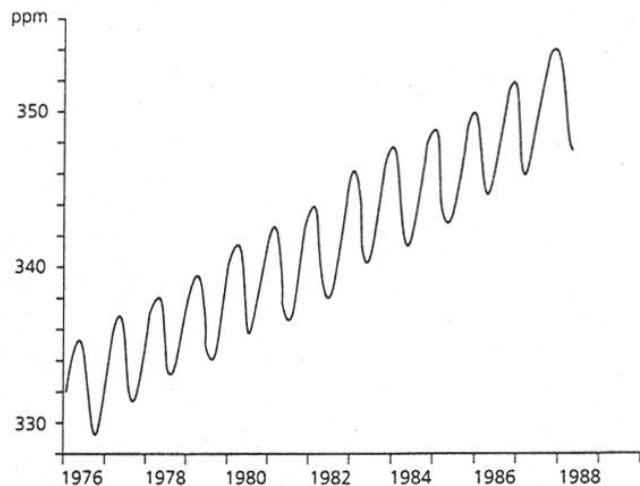


Figure 7.14 Rising levels of carbon dioxide in the air over Mauna Loa observatory, Hawaii, 1976–1988. The graph shows a strong seasonal pattern superimposed on a steadily rising background level of carbon dioxide at this site far removed from industrial sources of air pollution. After page 1 in *Natural Environment Research Council (1989) Oceans and the global carbon cycle*. NERC, Swindon

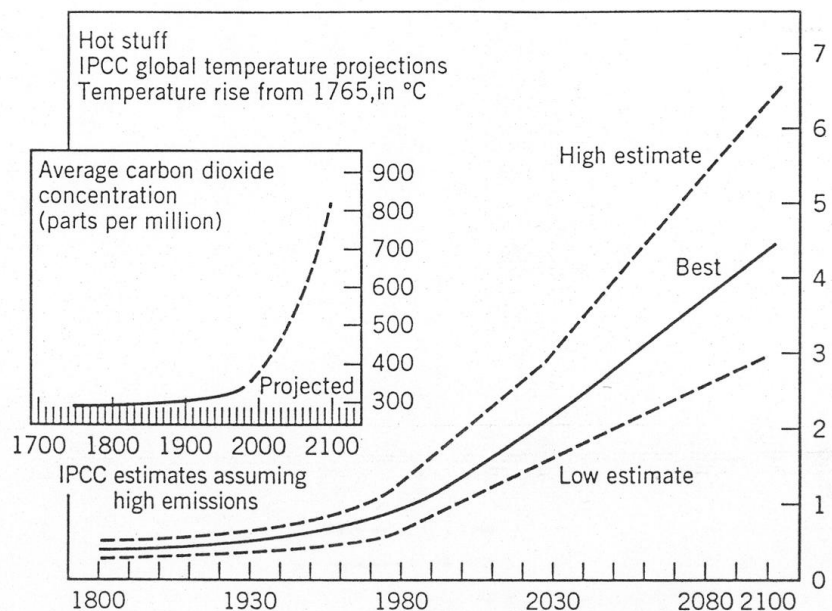


Figure 3.6 CO₂ levels in the atmosphere from the eighteenth to the twenty-first centuries. Projections beyond 1990 are based on computer models of an Intergovernmental Panel on Climate Change, using different estimates for the effects of cloud cover. (From *The Economist*, May 26, 1990, p. 93.)

Příznaky environmentální krize / I



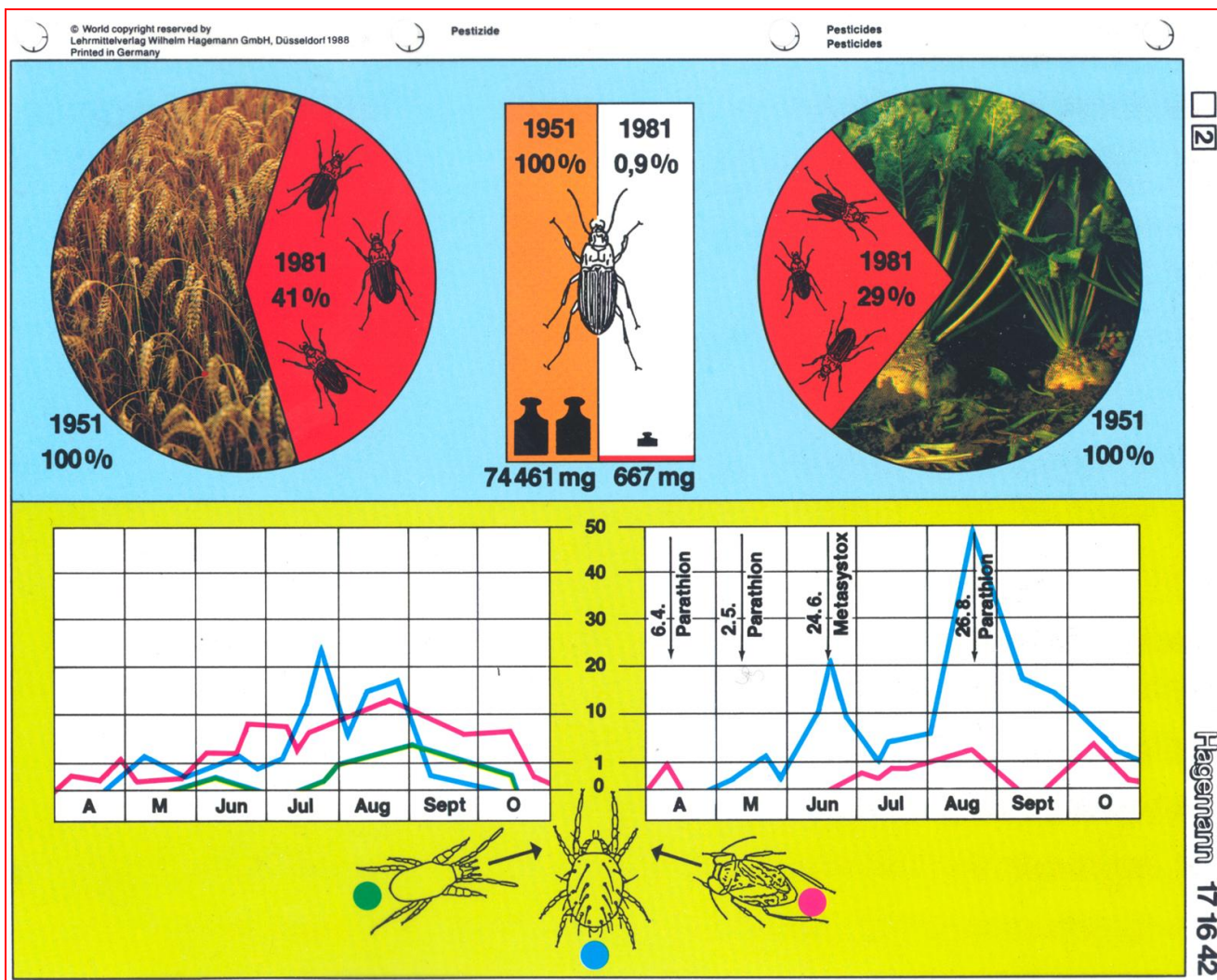
- ↪ **Populační nárůst** – počet obyvatel planety vzrostl od počátku průmyslové éry osmkrát
- ↪ **Využívání přírodních zdrojů** – průmyslová produkce vzrostla více než stokrát od počátku století
- ↪ **Změny habitatů** – za posledních 200 let bylo vykáceno více než 6 000 000 km² lesů
- ↪ **Eroze půdy** – zátěž sedimentů půdní erozí vzrostla třikrát ve velkých řekách a osmkrát u malých řek během posledních 200 let

Příznaky environmentální krize / II



- ↪ **Vodní zdroje** – využívání vodních zdrojů vzrostlo ze 100 na 3 600 km³ ročně během posledních dvou století
- ↪ **Znečištění ovzduší** – antropogenní aktivity od poloviny 18. století vedla k více než dvojnásobnému zvýšení atmosférických koncentrací CH₄, zvýšení koncentrace CO₂ o 27 % a významnému narušení ozónové vrstvy
- ↪ **Znečištění vod** – antropogenní aktivity vedly k dvojnásobnému zvýšení přírodních emisních rychlostí As, Hg, Ni a V, trojnásobnému u Zn, pětinásobnému u Cd a osminásobnému zvýšení u Pb.

Globální problémy



Globální problémy

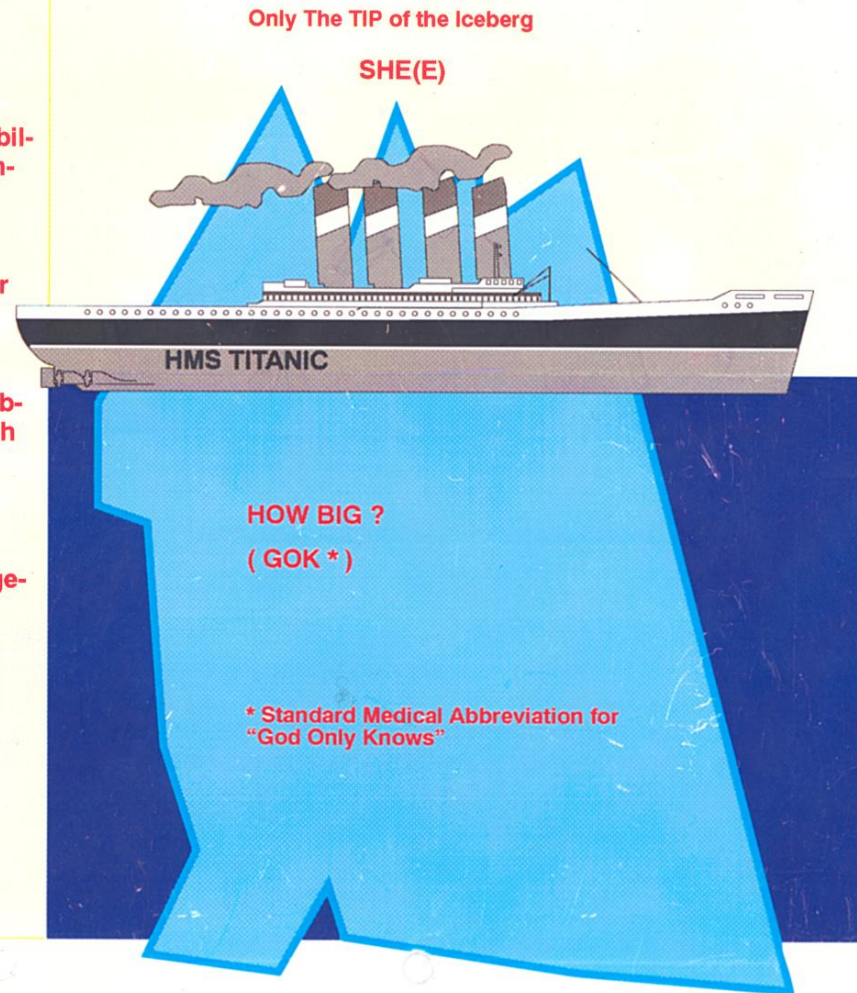
Sentinel Health Event (Environmental) [SHE(E)].

A SHE(E) is an unnecessary disease, disability, or untimely death which is environmentally related and whose occurrence may:

Provide the impetus for epidemiological or environmental health studies;

Serve as a warning signal that material substitution, engineering control, public health intervention, or medical care may be required;

Impact the general direction of risk management decision making.



Prostorové a časové aspekty chemického znečištění prostředí

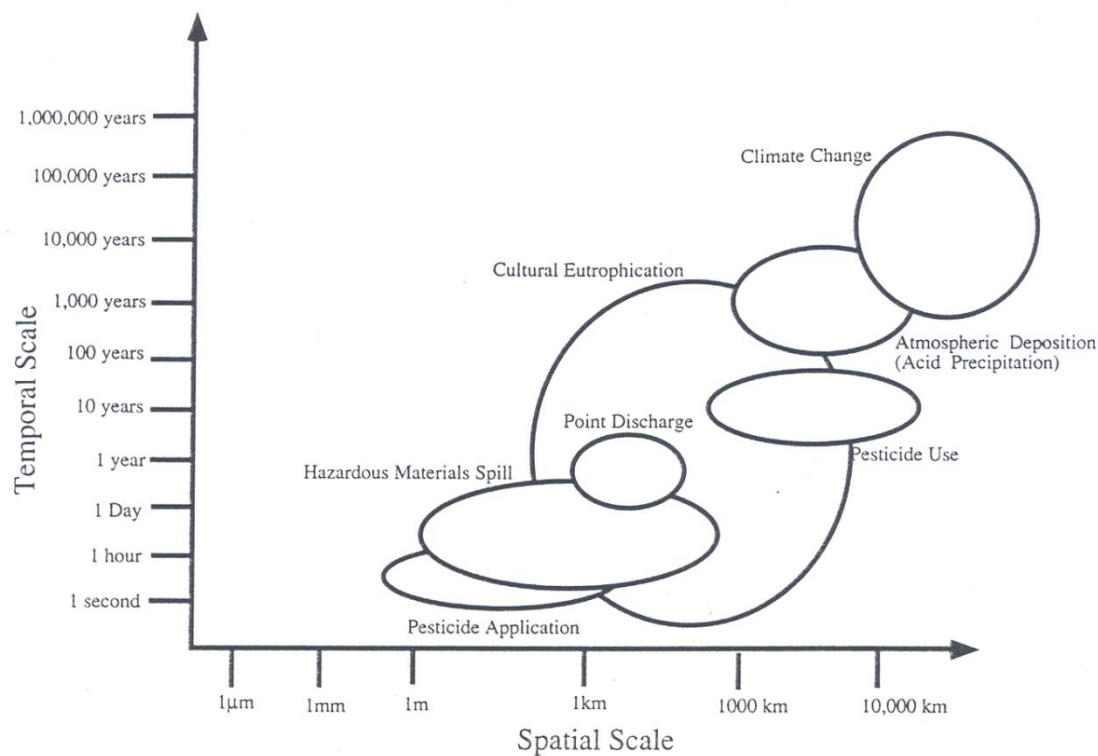


Figure 2.4 The overlap of spatial and temporal scales in chemical contamination. Just as there are scales of ecological processes, contamination events also range in scale. Pesticide applications can range from small-scale household use to large-scale agricultural applications. The addition of surplus nutrients and other materials due to agriculture or human habitation is generally large scale and long lived. Acid precipitation generated by the tall stacks of the midwestern United States is a fairly recent phenomena, but the effects will likely be long term. However, each of these events have molecular scale interactions.

Prostorové a časové aspekty environmentální toxikologie

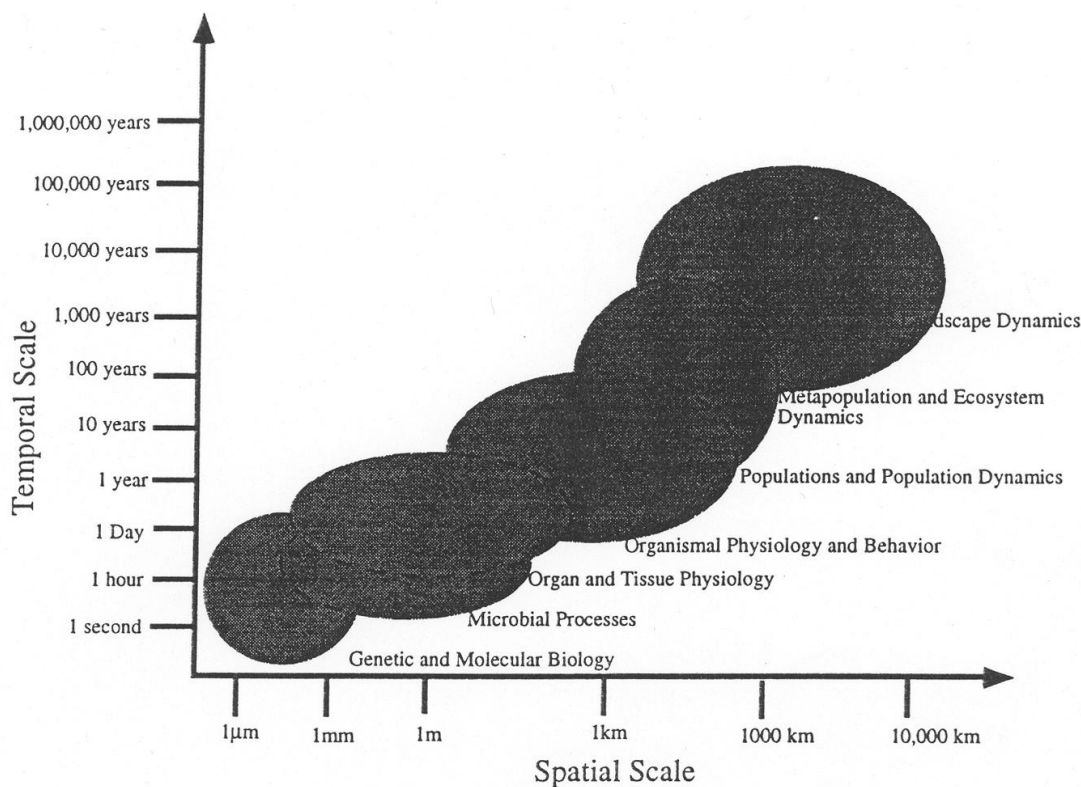


Figure 2.3 The overlap of spatial and temporal scales in environmental toxicology. Not only are there scales in organization, but scales over space and time exist. Many molecular activities exist over short periods and volumes. Populations can exist over relatively small areas, even a few square meters for microorganisms, and thousands of square kilometers for many bird and mammal populations. Although often diagrammed as discrete, each of these levels are intimately connected and phase one into another along both the space and time scales.

Nebezpečné procesy

- ↪ **Nebezpečné procesy existovaly vždy** (záplavy, zemětřesení, vulkanické erupce – přirozené).
- ↪ Jsme **antropocentričtí** – za nebezpečné považujeme jen ty procesy, které mají přímý negativní dopad na člověka.
- ↪ Některé **neovlivnitelné** (vulkanické erupce), některé **ovlivnitelné** (záplavy). Nová kategorie – technologická nebezpečí.
- ↪ **Riziko** – je vždy přítomno ve vzájemném vztahu člověk-planeta (změny klimatu, rychlosti zvětrávání ...).

Nebezpečné geologické procesy



Geologické procesy, které označujeme jako „nebezpečné“, probíhaly na Zemi po celou dobu jejího vývoje.

Geologické procesy, které ovlivňují lidský život, mohou být:

- ↪ nenápadné ale také výrazné
- ↪ užitečné ale také zhoubné

Geologická nebezpečí

Geologická nebezpečí

- ↙ zemětřesení
- ↙ vulkanické erupce
- ↙ záplavy
- ↙ sesuvy

(patří mezi přírodní nebezpečí spolu s nálety sarančat, ohni, tornády)

Technologická nebezpečí – radon, azbestová vlákna, rtuť, uhelný prach (člověkem vybudované prostředí)

Antropogenní nebezpečí – kyselá dešť, kontaminace povrchových a podzemních vod, ochuzení ozonové vrstvy (probíhá v přírodním prostředí, způsobeno člověkem)

Doba účinku:

- ↙ Krátkodobá – zemětřesení, tornáda (vteřiny)
- ↙ Dlouhodobá – sucha (až desetiletí)

Dopady:

- ↙ primární: pochází od samotné události (záplavy, cyklony, zemětřesení)
- ↙ sekundární: pochází z nebezpečných procesů, které jsou spojeny s hlavní událostí, ale nejsou jí přímo způsobeny (hořící les zapálený lávovým proudem, požáry domů způsobené hořícím plynem z plynového vedení rozrušeného zemětřesením)
- ↙ terciární: dlouhodobé efekty (ztráta divoké zvěře nebo změna koryt řek v důsledku záplav, změna topografie a reliéfu v důsledku zemětřesení)

Geologická nebezpečí



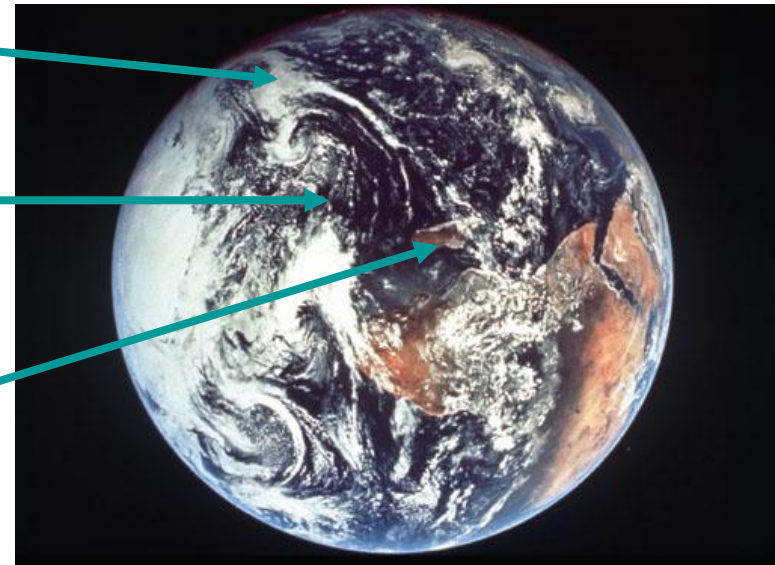
Životní prostředí



Biosféra

Ekosystém

Neživé složky + živé organismy



Zdroje



Jámový důl na měď Bingham v Utahu (4 km průměr, 800 m hloubka).



Hlušina v okolí uhelného dolu Mulla v Coloradu.

- ↪ Jsme kriticky závislí na zemských zdrojích, abychom mohli udržet „moderní život“ (minerály, horniny, kovy, energie, půda, voda).
- ↪ Zemské zdroje jsou omezené. Jeden z důsledků Země jako uzavřeného systému. Některé z nich jsou obnovitelné (voda), jiné neobnovitelné (rudu, ropa).
- ↪ Se zdroji je možné nakládat šetrně. V dohledné budoucnosti pravděpodobně nevyčerpáme zdroje. „Neplatíme“ plnou cenu – dopady do životního prostředí, omezujeme jejich dostupnost pro další generace.

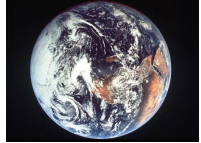
Jaké **PROBLÉMY** v ŽP působí člověk svojí činností ?

1) Katastrofy



Jaké PROBLÉMY v ŽP působí člověk svojí činností ?

1) Katastrofy



2) „Rychlé“ změny krajiny s místním dopadem



Jaké **PROBLÉMY** v ŽP působí člověk svojí činností ?

1) Katastrofy 2) Změny krajiny s místním dopadem



3) „Rychlé“ změny s celosvětovým dopadem



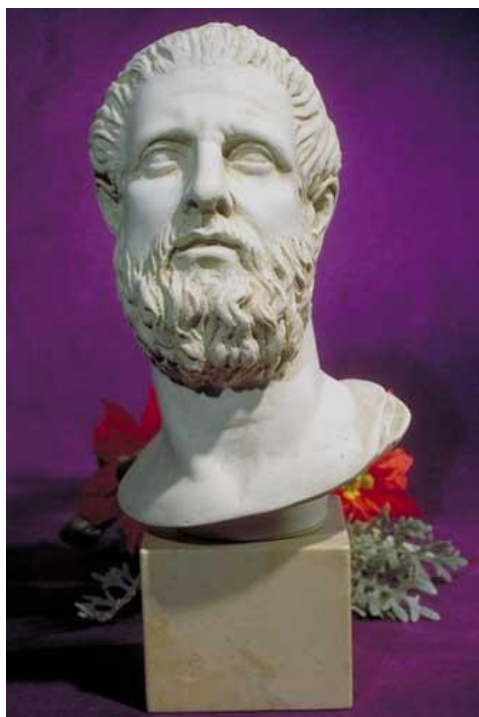
Jaké **PROBLÉMY** v ŽP působí člověk svojí činností ?

1) Katastrofy 2) Změny krajiny s místním dopadem 3) Změny s celosvětovým dopadem

4) Pomalé a postupné uvolňování škodlivin



Chemicals in the environment: nothing new....



Hippocrates (460-377 BC)

“Whoever wishes to investigate medicine properly should proceed thus... We must also consider the qualities of the waters, for they differ from one another in taste and weight, so also do they differ much in their quality”

So... Hippocrates appreciated the significance of human health in context of the characteristics of the natural environment

C. Janssen

Cause - effect paradigm: nothing new....



Paracelsus (1493 - 1541)

What is there which is not a poison?

- ↪ All things are poison and nothing without poison.
- ↪ Solely the dose determines that a thing is not a poison.'

Problémy s chemickými látkami v životním prostředí

Do 19. století téměř žádné “problémy” v ŽP neexistovaly (výjimky - např. lesy v Británii)



Konec 19. a celé 20. století

- velký rozvoj lidského poznání a aktivit
“vědecko-technická revoluce”

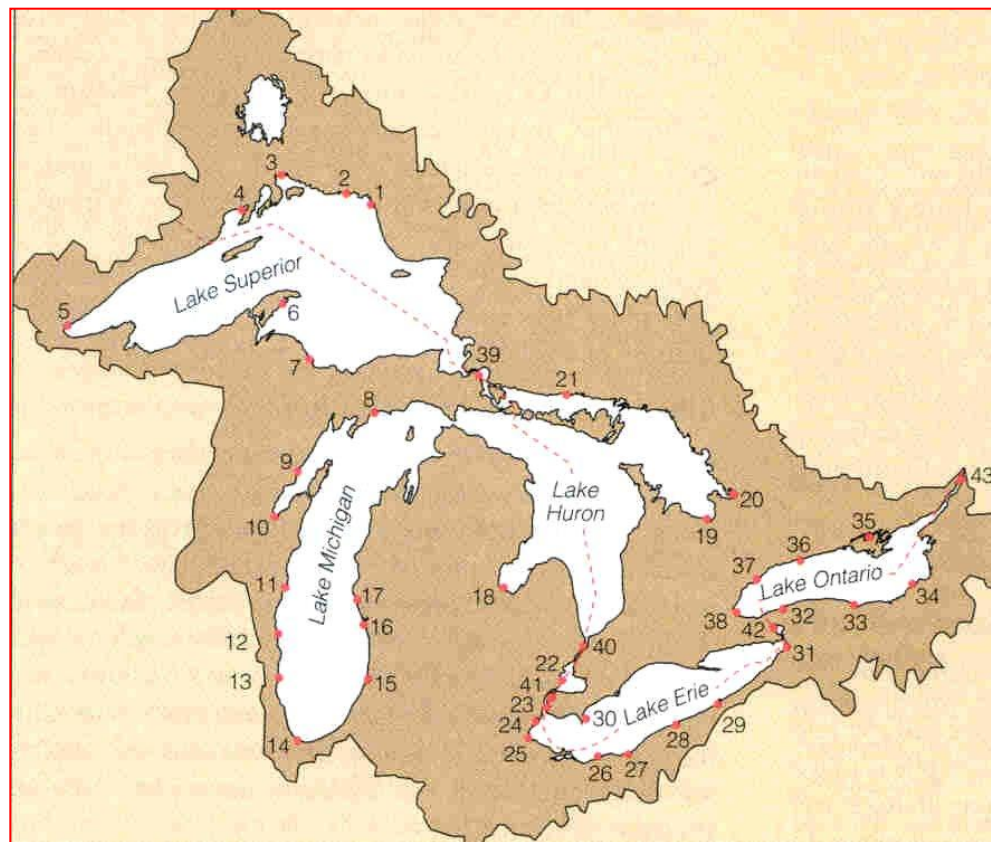


Toxické znečištění

- ↪ Je známo kolem 20 milionů chemických látek
- ↪ 100 000 se využívá komerčně

Toxické látky

- ↪ Chlorované organické látky
- ↪ Pesticidy - DDT, dioxiny, furany
- ↪ Težké kovy - Cd, Pb, Sn, Pu, Hg – většinou působí na nervový systém, játra, ledviny
- ↪ Uhlovodíky
- ↪ Benzen – průmysl, neúplné spalování benzínu



Odpady



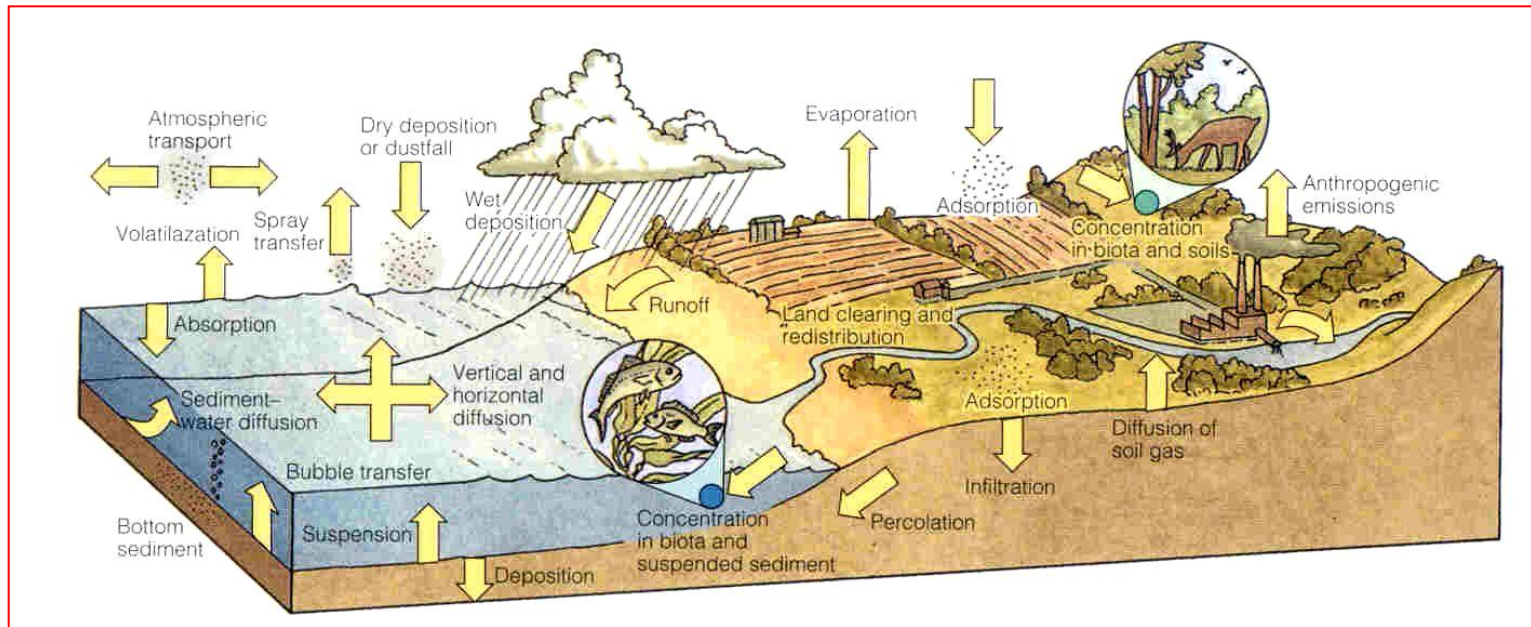
- ↪ **Lidská činnost produkuje odpadky. Je v principu nemožné využívat zdroje a neprodukovat odpady.**
- ↪ **Není k dispozici místo, kam by bylo možné odpady „uklidit“ – důsledky Země jako uzavřeného systému.**
- ↪ **Lidé se stali geologickou silou, se kterou je nutné počítat. Protože člověk přemísťuje každý rok obrovská množství materiálů, výrazně zasahuje do biogeochemických cyklů, stal se významným činitelem geologických změn i na globální úrovni.**

Kontaminace prostředí

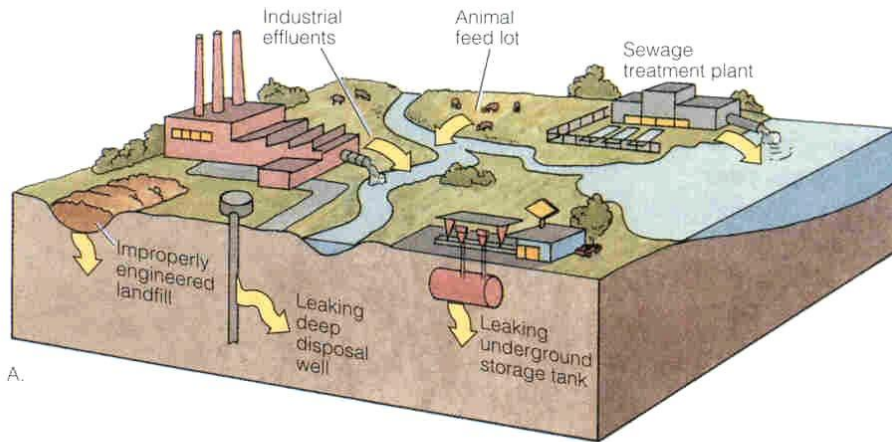
Odpady a znečištění jsou různé pojmy, jsou však spolu těsně spojeny. Nejvýznamnější znečištění půd, povrchových a podzemních vod souvisí s antropogenní produkcí odpadů a emisemi.

Prakticky každá lidská činnost je spojena s produkcí odpadů. Znečištění není spojeno pouze se skládkami a úložišti odpadů.

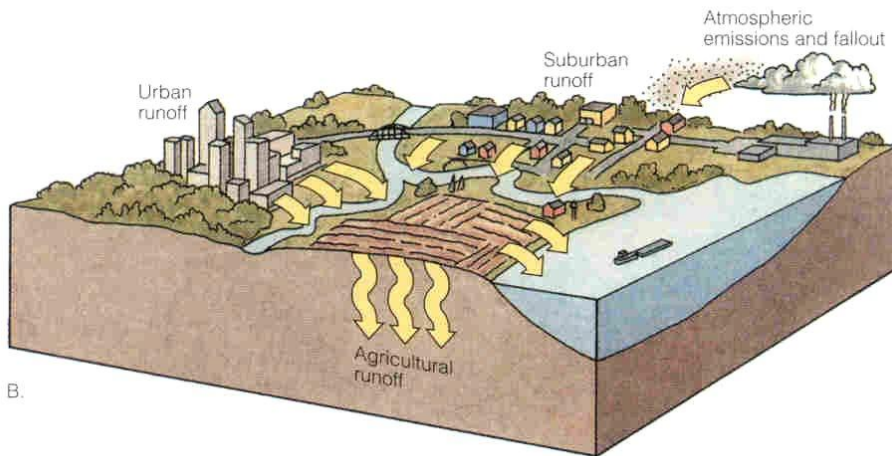
Kontaminanty v abiotickém prostředí



Zdroje kontaminace prostředí



A.



B.



Bodové



Plošné

Chování kontaminantů v prostředí

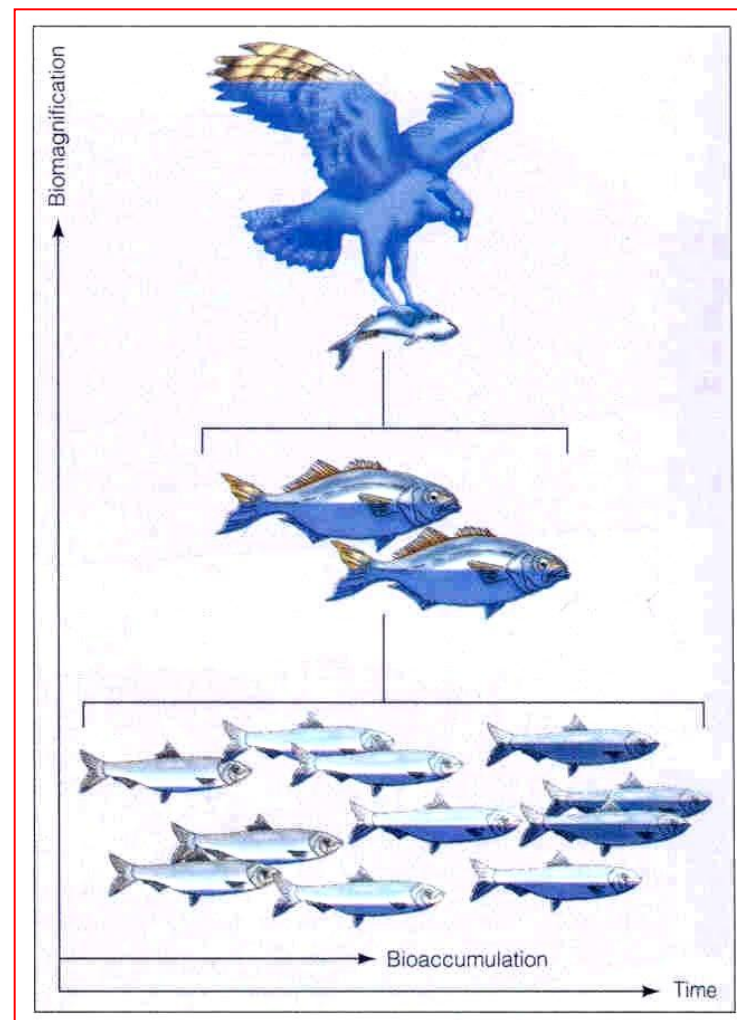
Kontaminanty mohou vstupovat do životního prostředí mnoha cestami.

Jejich další chování závisí na mnoha faktorech:

- ↻ Rychlost rozkladu
- ↻ Doba zdržení v daném rezervoáru
- ↻ Mechanismus transportu
- ↻ Interakce s dalšími kontaminanty a látkami

Rozpad a rozklad:

- ↻ Chemická stabilita
- ↻ Biodegradace
- ↻ Persistentní látky – ^{239}Pu : poločas rozpadu 24 000 let
- ↻ Biokoncentrace - DDT



Chování kontaminantů v prostředí

Doba zdržení:

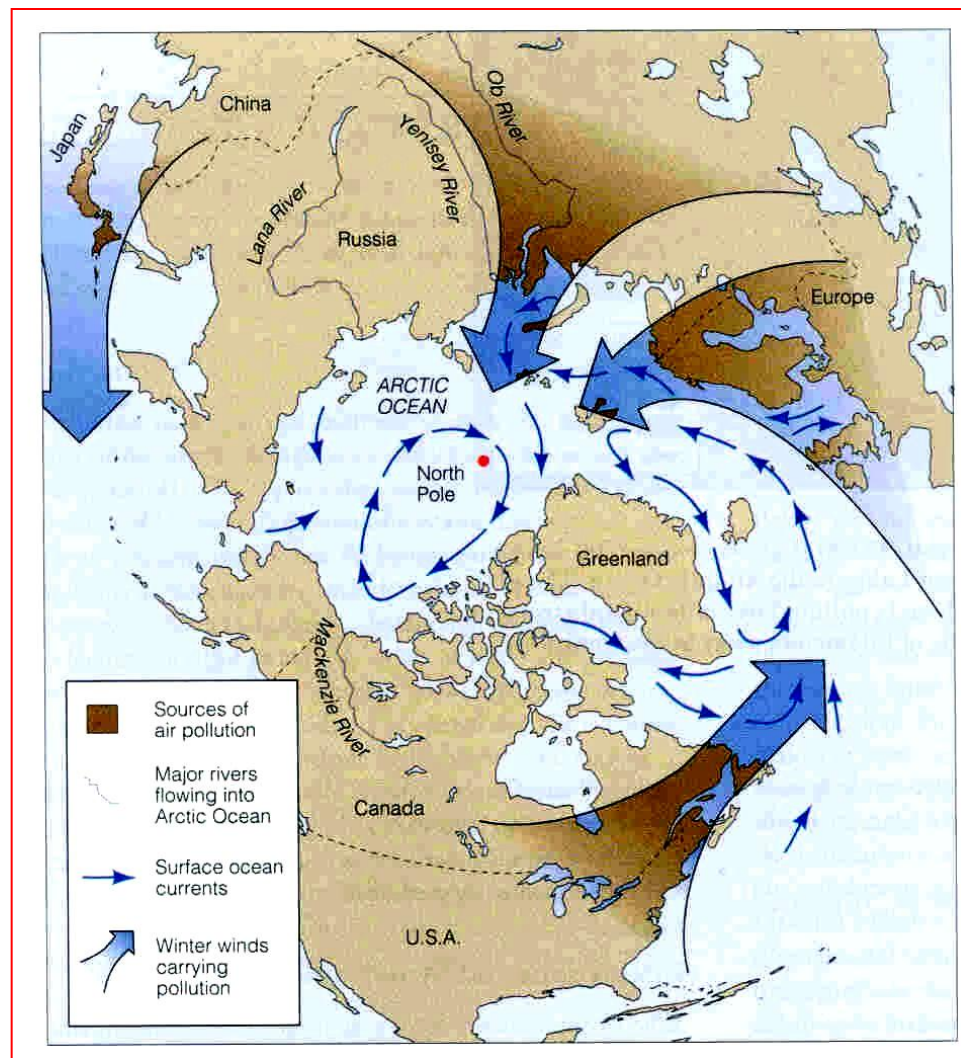
Průměrný čas, po který látka
zůstává v daném rezervoáru.

Atmosféra:

- ↙ N_2 – 44 milionů let
- ↙ H_2O – 10 dní
- ↙ Pb – 14 dnů

Transportní mechanismy:

- ↙ Vítr
- ↙ Voda
- ↙ Živé organismy



Chemické látky v prostředí

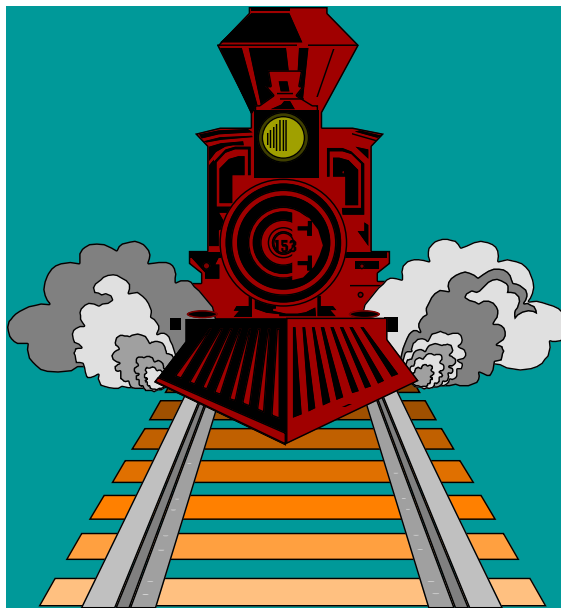
Chemická látka VSTUPUJE do prostředí



Chemická látka má v prostředí svůj OSUD

Chemická látka má (škodlivé) ÚČINKY na živé organismy

Chemická látka má škodlivé ÚČINKY na prostředí



Chemické látky v prostředí

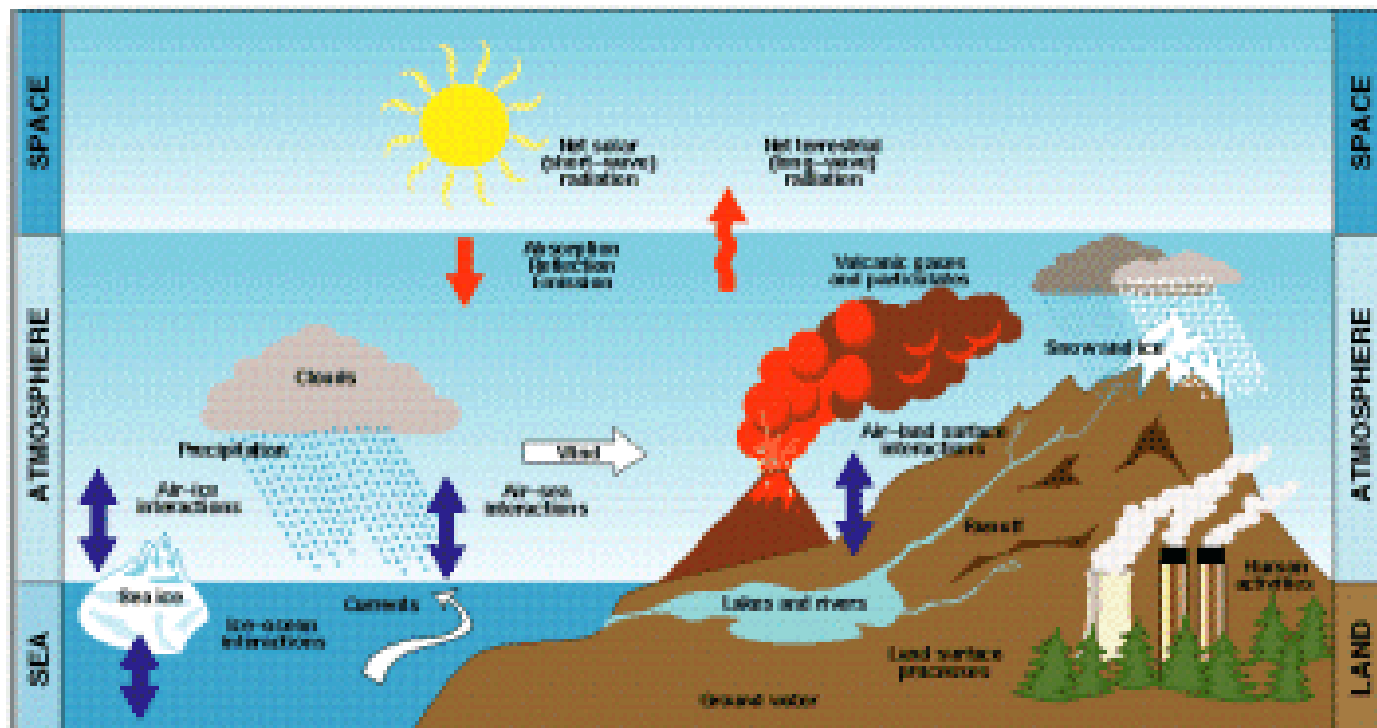
Chemická látka VSTUPUJE do prostředí



Chemická látka má v prostředí svůj OSUD

Chemická látka má (škodlivé) ÚČINKY na živé organismy

Chemická látka má škodlivé ÚČINKY na prostředí



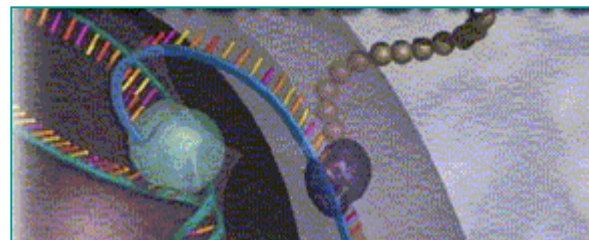
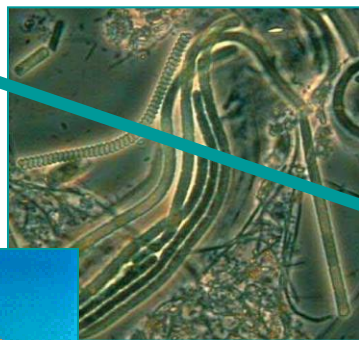
Chemické látky v prostředí

Chemická látka VSTUPUJE do prostředí
Chemická látka má v prostředí svůj OSUD



Chemická látka má (škodlivé) ÚČINKY na živé organismy

Chemická látka má škodlivé ÚČINKY na prostředí



The Chemical Universe

The POTENCIAL Chemical Universe

- **The KNOWN UNIVERSE** of chemicals – more than **56 millions** of chemical compounds
- **The Universe of POTENCIAL** chemicals
 - existed and identified compounds
 - existed and not been identified yet
 - compounds which could be possibly synthesized and added to a seemingly limitless, ever expanding chemical universe?

10^{60} compounds (30 atoms just C, N, O, or S)

- expanding to other heteroatoms (e.g., P a halogens), the number of possible structures defies our imagination

-chemical space-

The Chemical Universe

The KNOWN Chemical Universe

■ KNOWN CHEMICAL UNIVERSE

- more than 56 millions chemical compounds (org. + inorg.)
- more than 62 million sequences

indexed in CAS Registry

ca 12 000 comounds !!! daily

■ COMMERCIALLY AVAILABLE chemicals ca 14 millions

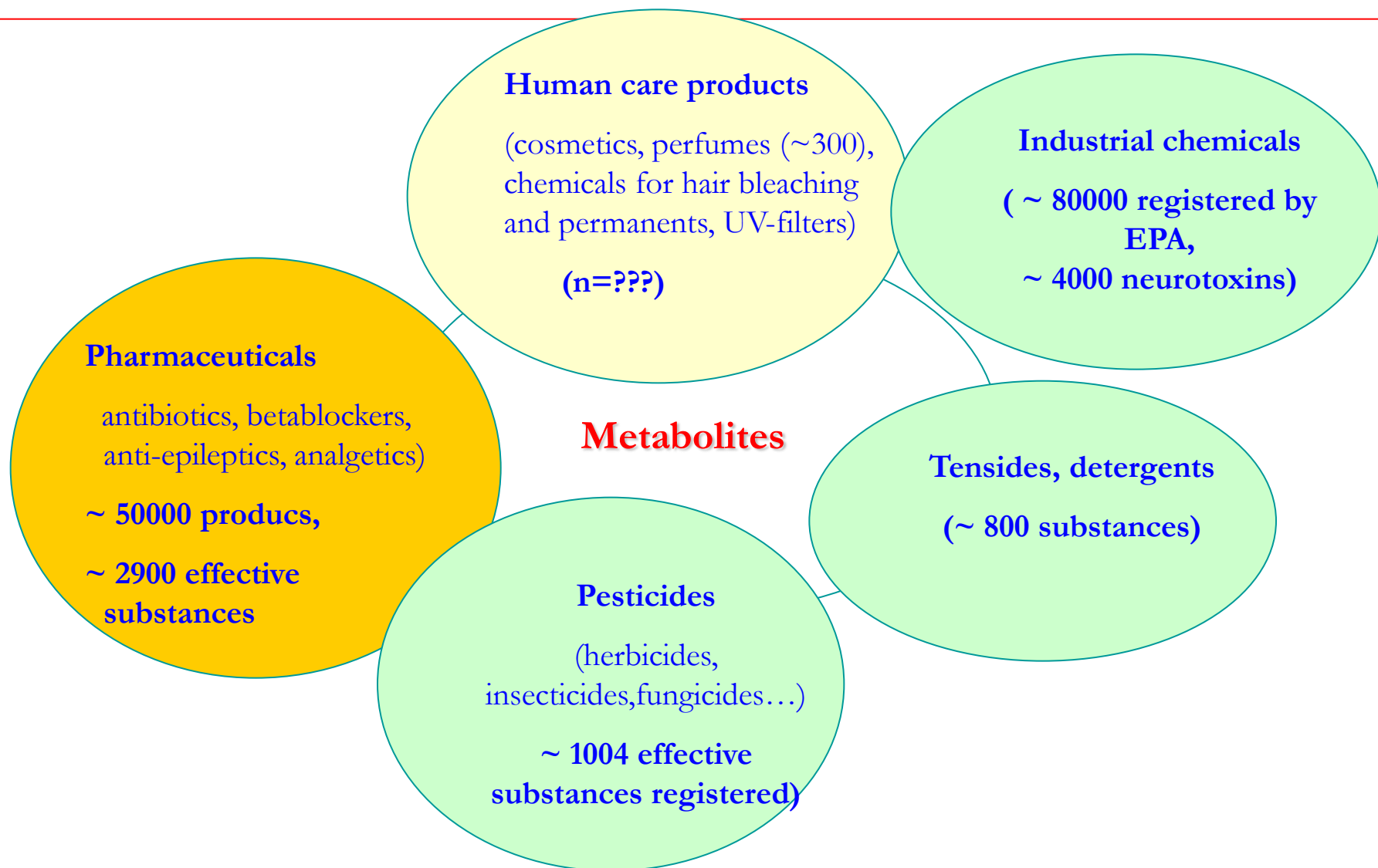
ca 250 000 chemicals were regulated worldwide

only ca 1.8 % from commercially available compounds

less than 0.5 % of the known universe of chemicals
Research Centre for Toxic Compounds in the Environment

<http://recetox.muni.cz>

Chemické látky v prostředí

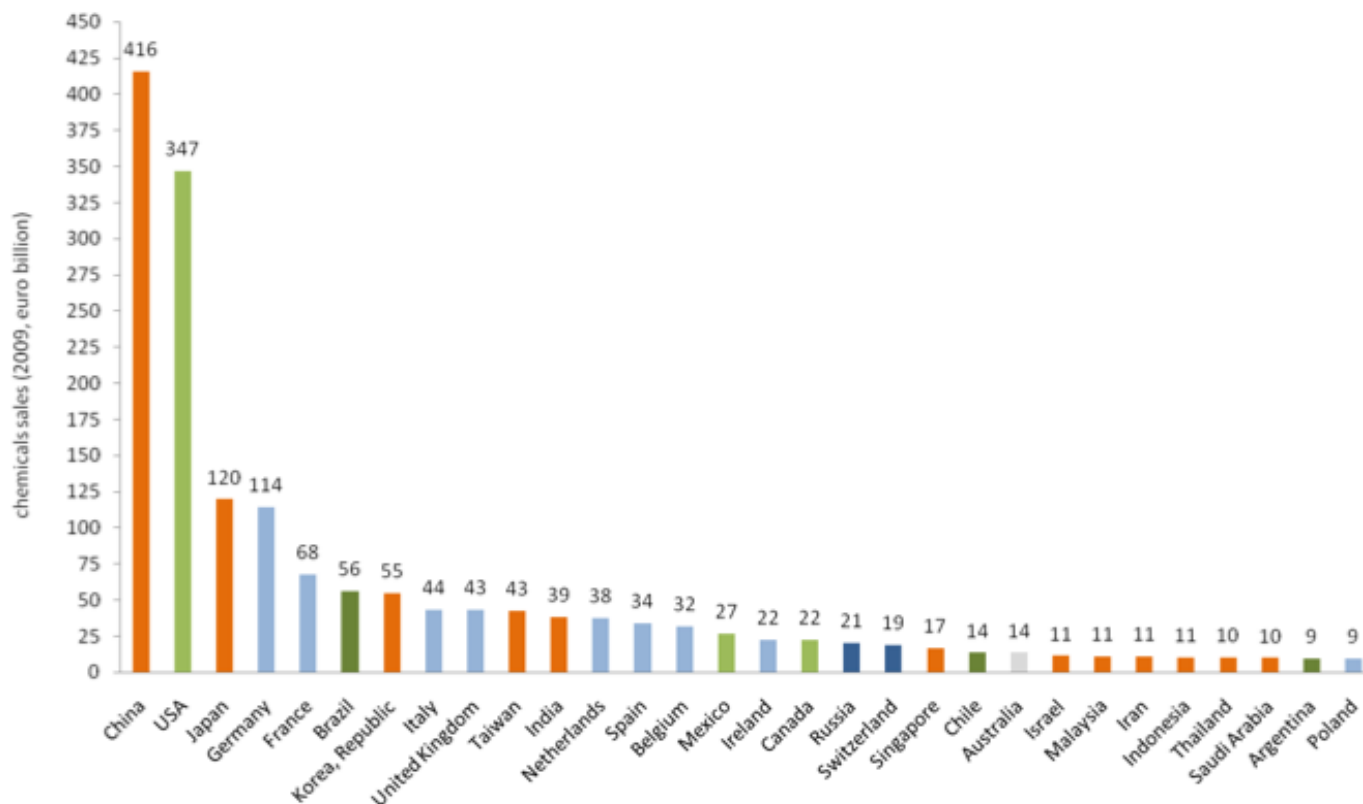


Chemické látky v prostředí

- ↪ Průmyslové chemikálie
- ↪ Zemědělské chemikálie
- ↪ Polutanty globálního dopadu – CFCs, POPs, těžké kovy, radionuklidy, částice
- ↪ Farmaceutika a prostředky osobní péče
- ↪ Látky modulující endokrinní systém
- ↪ Metabolity, degradační produkty
- ↪ Částice, nanočástice

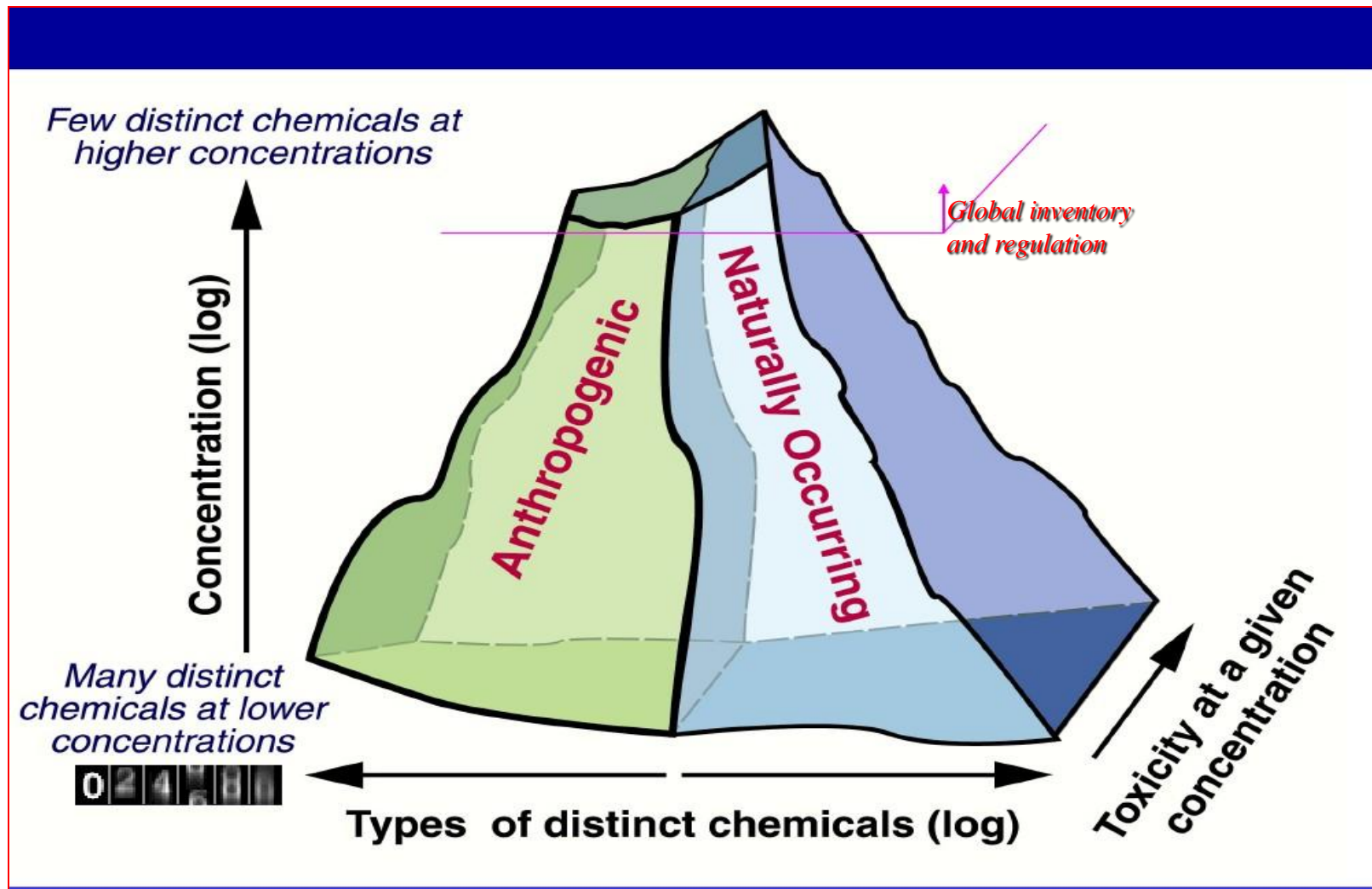
Chemical sales by country – top 30

Chemicals sales by country: top 30

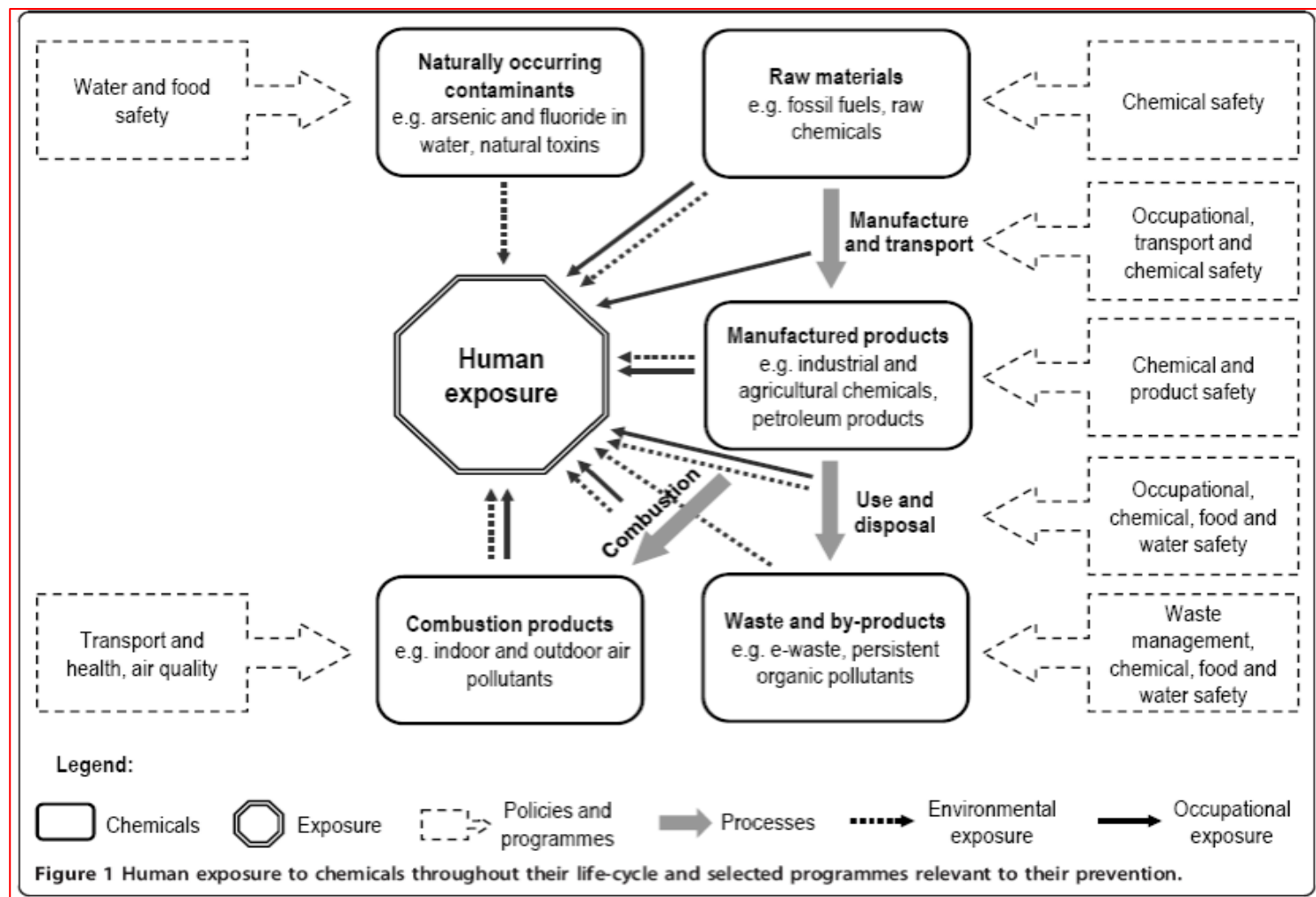


Source: Cefic Chemdata International

Environmental pollution



Chemické látky - > 56 000 000



More and more chemical substances...

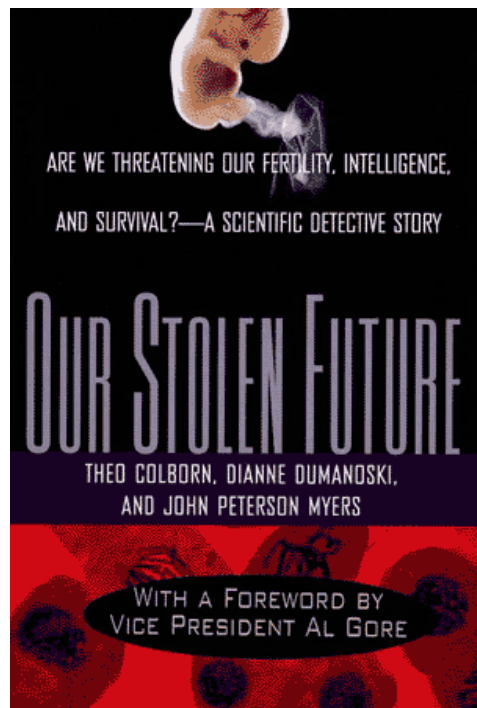
- ↪ 1 million t in 1930, 100 millions t today
- ↪ 100 000 different chemical substances in Europe
 - 10 000 > 10 T
 - 20 000 between 1 and 10 T
- ↪ Among the 100 000 chemicals only 140 are documented for risk assessment in the EU
- ↪ Long and expensive procedures... Chemodiversity...
- ↪ It can be assumed due to European policy (REACH), diversity of individual chemical will be decreased

What are hazardous substances ?

„Hazardous substances” means substances or group of substances that are toxic, persistent, and liable to bio-accumulate, and other substances or groups of substances which give rise to an equivalent level of concern.

(Water Framework Directive, EU)

Chemicals in the environment



Do you believe that **chemicals in products sold to consumers** have been proven safe?

Most chemicals in modern use have simply not been tested for their impacts on human health, even very basic effects.

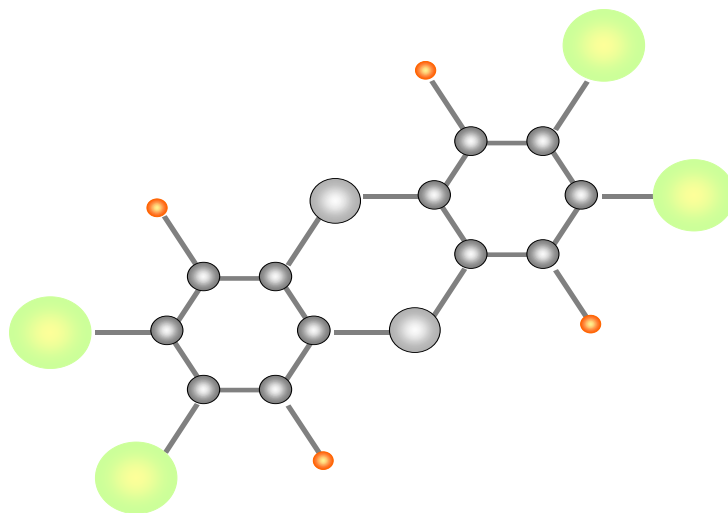
C. Janssen

Předmět zájmu

PTS= Persistent toxic substances

PBTs = Persistent, bioaccumulative and toxic substances

POPs = Persistent organic pollutants



POPs (Persistent organic pollutants)

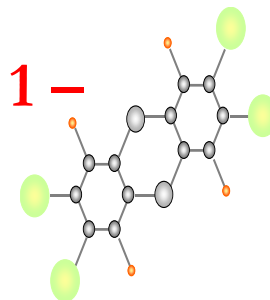
☺ The group of most fascinating pollutants
(Kevin C. Jones)



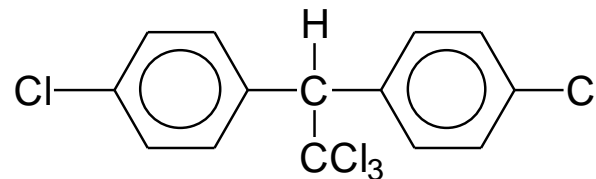
☹ Ghost of the past (Terry Bidleman)



God created 90 elements, man round 17, but Devil only 1 –
chlorine (Otto Hutzinger)



Rachel Carson
Photograph by Erich Hartmann,
Magnum Photos



Persistentní toxické látky

- ↪ **Persistentní**
- ↪ **Tendence k bioakumulaci/kumulaci**
- ↪ **Toxické**
- ↪ **Potenciál k dálkovému transportu**
- ↪ **POPs podskupina**

Persistentní toxické látky

Persistentní

- ↪ Resistantní vůči chemické, biochemické, fotochemické degradaci - degradace v prostředí je pomalá nebo prakticky zanedbatelná
- ↪ Dlouhá doba života v prostředí (roky)

Persistentní toxické látky

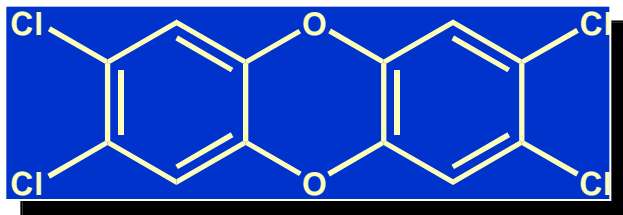
Tendence ke kumulaci a bioakumulaci

- ↪ Mohou se kumulovat v abiotických aložkách prostředí (interakce s organickou hmotou v půdách a sedimentech)
- ↪ Kumulace v tukových tkáních živých organismů – biokoncentrace, bioakumulace)

Persistentní toxické látky

Toxické

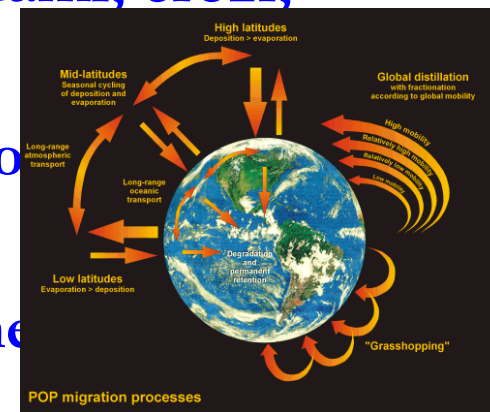
- ↪ Toxické vlastnosti v nízkých koncentracích (ng-mg.kg^{-1}) nebo mohou být metabolizovány na toxické látky
- ↪ Imunotoxicita
- ↪ Neurotoxická
- ↪ Vývojová toxicita
- ↪ Narušování hormonální rovnováhy



Persistentní toxické látky

Potenciál k dálkovému transport

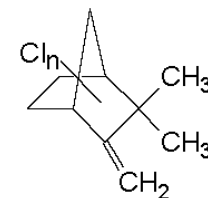
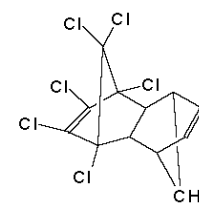
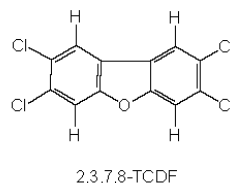
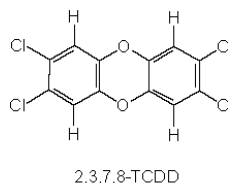
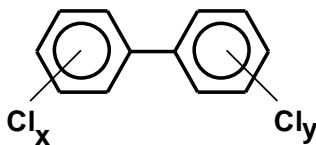
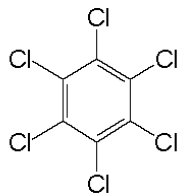
- ↪ Fyzikální vlastnosti podporují vysoký stupeň mobility v prostředí
- ↪ Mohou se vyskytovat v plynné fázi nebo v kondenzovaných stavech (sorbované nebo rozpuštěné) za environmentálních podmínek - **semi-volatilita**;
- ↪ Mohou být transportovány ovzduším, vodami, erozí, biotou, odpady, produkty
- ↪ Mohou vytěkávat z teplejších regionů a koagulovat v chladnější atmosféře
- ↪ Mohou ovlivňovat regiony, kde se nikdy ne



Persistentní toxické látky

POPs - podskupina

- ↪ Hlavní skupiny: technické chemikálie, pesticidy a nechtěné/nežádoucí vedlejší produkty průmyslových chemických nebo spalovacích procesů
- ↪ Legislativa, mezinárodní konvence - POPs - persistentní organické polutanty (Stockholmská úmluva, POPs Protokol Úmluvy o dálkovém přeshraničním transportu látek znečišťujících ovzduší)



Globální problémy životního prostředí / I

↪ ubývání tropických deštných pralesů



↪ zmenšování druhové diversity a vymírání živočišných a rostlinných druhů

↪ pozvolné rozšiřování druhů mutací

↪ dopad období sucha a povodní na prostředí

Globální problémy životního prostředí / II

- ↪ kyselá atmosférická depozice
- ↪ klimatické změny v důsledku zvyšujícího se obsahu CO₂ v ovzduší
- ↪ narušování ozónové vrstvy
- ↪ zvládnutí nebezpečných chemikálií a odpadů
- ↪ ztráta produktivity půdy v důsledku zasolení
- ↪ „populační bomba“ a urbanizace



Globální problémy životního prostředí / III

- ↪ současná a budoucí potřeba energie
- ↪ rozšiřování pouští
- ↪ zvládnutí patogenů z lidských výkalů
- ↪ obhospodařování říčních povodí
- ↪ ochrana mořského prostředí
- ↪ nedostatek palivového dříví



Vybrané problémy chemického znečištění prostředí/I



Ovzduší:

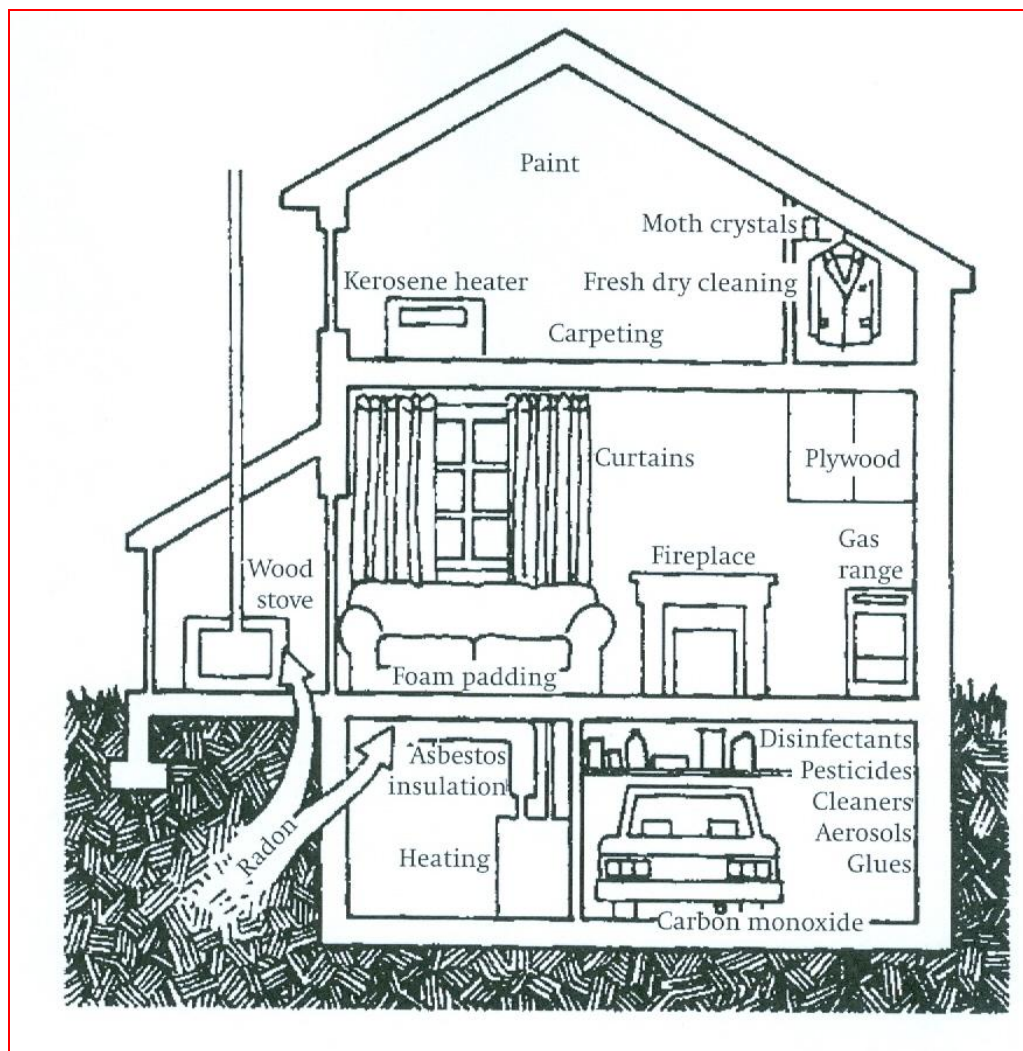
- ✧ Znečištění městského ovzduší
- ✧ Regionální znečištění ovzduší včetně kyselých depozic
- ✧ Nebezpečné nebo toxické vzdušné polutanty
- ✧ Radon ve vnitřním prostředí
- ✧ Znečištění vnitřního prostředí jiné než radon
- ✧ Radiace jiná než radon
- ✧ Narušení ozónové vrstvy (freony, NO...)
- ✧ Globální klimatické změny (CO₂, freony, CH₄, N₂O)

Vybrané problémy chemického znečištění prostředí/Ia



Ovzduší:

- ✧ Radon ve vnitřním prostředí
- ✧ Znečištění vnitřního prostředí jiné než radon



Vybrané problémy chemického znečištění prostředí/II

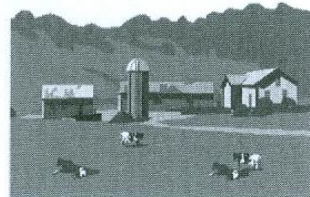
Voda:



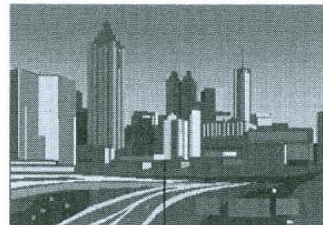
- ✧ Vypouštění průmyslových odpadních vod z bodových a plošných zdrojů do povrchových vod
- ✧ Kontaminovaný kal
- ✧ Znečištění moří a oceánů z různých zdrojů
- ✧ Znečištění mokřadů
- ✧ Znečištění pitné vody chemicky, biologicky, radiačně
- ✧ Znečištění podzemních vod průsakem ze skládek, septiků, splachem ze silnic, vrtů, podzemních nádrží
- ✧ Nehody vedoucí ke kontaminaci vod
- ✧ Ropné znečištění hydrosféry

Vybrané problémy chemického znečištění prostředí/IIa

Voda:



Farm runoff



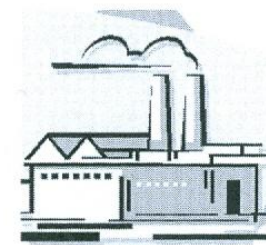
Urban runoff (paved) surfaces as in malls, roads, etc.



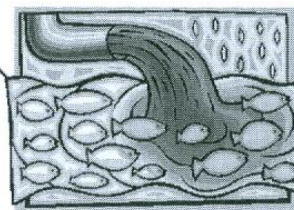
Water (lake, stream, coastline)



Leachate from, e.g., dump can contaminate surface water or groundwater



Atmospheric deposition



Point-source pollution (much reduced in industrialized countries)



Vybrané problémy chemického znečištění prostředí/III

Půda:



- ✧ Používání pesticidů a dalších agrochemikálií
- ✧ Spad z atmosféry
- ✧ Používání kontaminované vody k závlahám
- ✧ Používání kontaminovaných kalů z ČOV

Nové toxické chemikálie

Geneticky modifikované organismy

Trvale udržitelný rozvoj společnosti

je takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachová možnost uspokojovat své základní životní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů

Zákon č. 17/1992 Sb., § 6

Cíle a směry

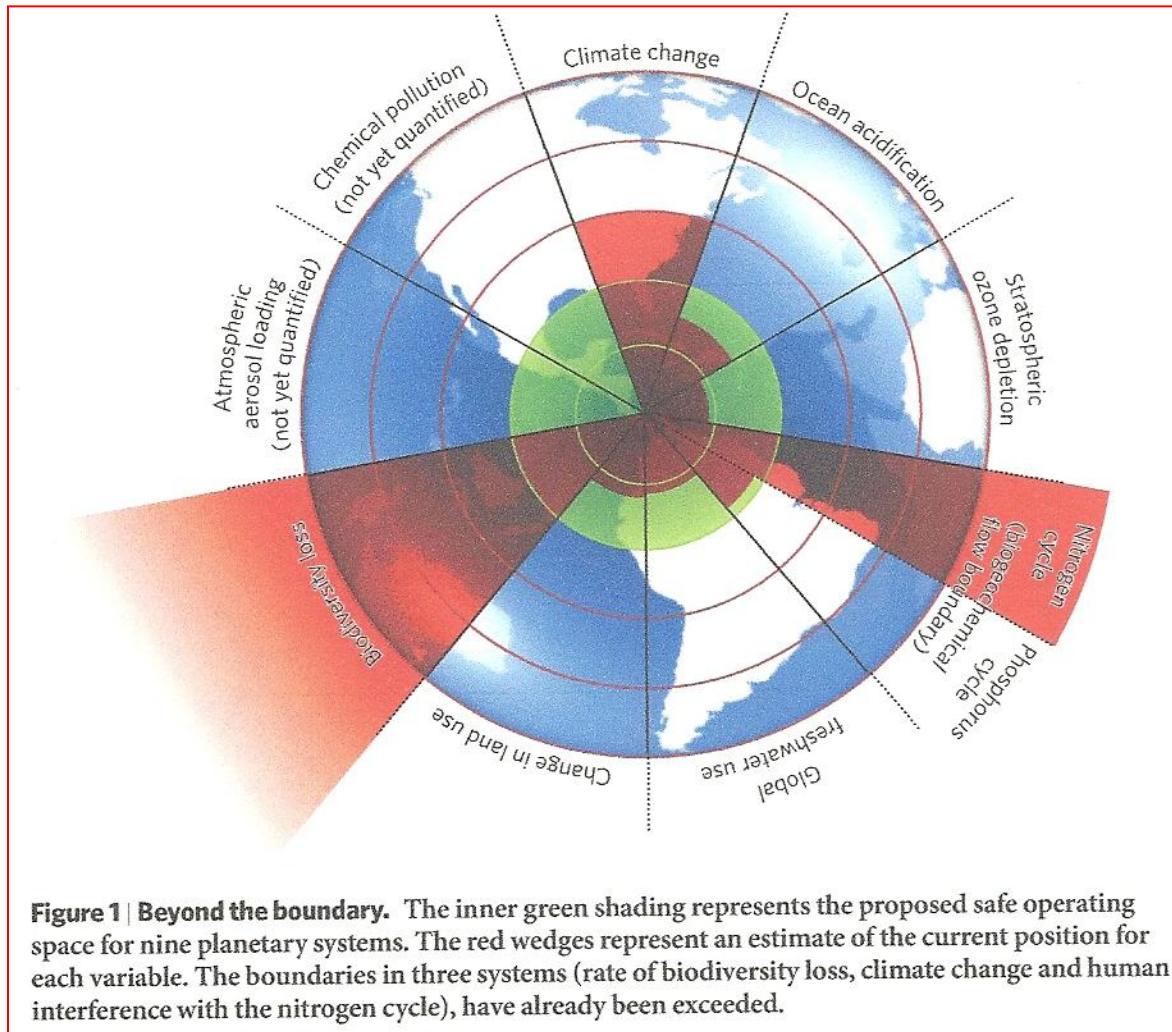
Teprve nyní začínáme chápat, že:

- ↪ interakce jsou mnohem složitější a dynamičtější než jsme byli ochotni připustit
- ↪ biologicky důležité chemické látky velmi rozsáhle cyklují rezervoáry
- ↪ klima je velmi těsně svázáno s oceánickou a atmosférickou cirkulací
- ↪ člověk je významným činitelem geologických změn
- ↪ musíme studovat Zemi spíše v celku jako biofyzikální systém než jako souhrn jednotlivých fragmentů

Pro úspěšnou budoucnost potřebujeme

- ↪ zjemnění a **prohloubení znalostí** o Zemi jako celém systému
- ↪ zvládnout praktický **užitek** z prostředí **bez jeho ohrožení**
- ↪ **umět rozlišit** mezi změnami vyvolanými člověkem a přirozeným během věcí
- ↪ **umět předvídat** dopady obou
- ↪ **zvýšit význam vědeckého poznání** a závěrů pro ty, kteří přijímají rozhodnutí (politici, ekonomové a nakonec všichni občané)

Budoucnost planety



Nenechme se klamat povrchy -
v hloubkách je veškerý zákon

Rainer Maria Rilke