

ANTROPOGENNÍ OVLIVNĚNÍ VLASTNOSTÍ VOD A JEHO DŮSLEDKY

- zásahy člověka do všech vod v přírodě ⇒ ovlivnění fyzikál., chem. složení, oživení
 - změny přirozeného hydrologického režimu, vodní stavby, regulace...
 - znečišťování

Změny přirozeného hydrologického režimu

- průtočné množství vody v tocích, výška hladiny stojatých vod, režim podzemních vod ⇒ fyz., chem., biol. vlastnosti vody
- regenerační schopnost

Zvyšování průtoků

- po čase stabilizace
 - samočištění ☹
 - rybí produkce ☹
- při nárazovém zvyšování
 - samočištění ☹
 - rybí produkce ☹



Ve znečištěných tocích musí být dodržen záporný pořádek: dna, břehy a okolí toku

Snižování průtoků

- zničení veškerého života ⇒ po obnově průtoku – silně zhoršená kvalita
 - samočištění ☹
- nízké průtoky
 - zvýšení teploty vody, kolísání O_2 a pH ⇒ kvalita vody ☹, využití ☹
 - menší naředění znečištění ⇒ samočištění ☹
 - nevhodně regulované toky ☹
- vodohosp. předpis: V tocích má být zachován takový nejnižší průtok, který respektuje zachování podmínek pro biologickou rovnováhu v toku.
 - MQ – minimální bilanční průtok

Vodní stavby

- ovlivnění rychlosti proudu ⇒ rychlost sedimentace susp. látek, intenzita okysličování
- **nad jezem** ⇒ menší okysl., změna charakteru dna, osídlení
- **v jezové zdrži** – usazování hrubších org. nečistot ⇒ bakteriální rozklad ⇒ odčerpání O_2 , vývin bahenního plynu
- **jez**



➤ hráze ⇒ nádrže

- na čistém toku – zhoršení kvality vody
- na toku se sníženou kvalitou vody – zlepšení
- vertikální změna kvality

➤ ochranné regulace

- napřímení toků – rychlejší odtok vody
- na dolních částech povodí – ostřejší kulminace povodní
- dláždění břehů a dna ⇒ samočištění ☹
- likvidace pobřežních stromů
- řešení

neměnit podstatně starou trasu koryta, nezvyšovat spád zpevňování břehů vegetací nebo volně loženými balvany tvar zajišťující dostatečnou hloubku i při nízkých průtocích

➤ umělá koryta

Biologické zásahy

- používání herbicidů
- používání algicidních prostředků
- lovení a vysazování ryb
 - vysazování jednostranné
 - lovení dravců není nahrazováno
- řešení
 - hromadné odlovy nežádoucích druhů ryb
 - vysazování ryb živících se fytoplanktonem – tolstolobik obecný (bílý)



Znečišťování vod

- vody odpadní
- výluhy či výplachy ze skládek odpadů
- úniky ropných látek
- splachy minerálních živin, postřikových a org. látek z hnojení ⇒ zvýšení trofie povrch. vod
- exhaláty ⇒ suchozemská vegetace, podzemní a povrchové vody
- posypová sůl ⇒ okolní vegetace, podzemní voda, studně
- kategorizace znečištění
 - bodové
 - rozptýlené
 - plošné
 - zbytkové



škody

- ohrožení či narušení zdraví lidí a zvířat, poškození rostlin
- znemožnění odběru pitné vody nebo zdražení její úpravy
- znemožnění použití vody k závlahám
- znemožnění použití v průmyslu, nákladné úpravy
- zvýšení korozivních účinků
- znemožnění vodní rekreace
- zhoršení životních podmínek obyvatel žijících v okolí
- zanášení koryt kaly
- snížení rybářských výnosů

Látky způsobující znečištění vody

➤ **Škodlivé látky** - látky ohrožující jakost nebo zdravotní nezávadnost vod

- podle místa vzniku
 - produkované obyvatelstvem
 - průmyslem
 - zemědělstvím
 - dopravou
 - jinými složkami
- podle zdroje znečištění
 - bodové
 - plošné
- podle povahy látek
 - fyzikální
 - chemické
 - biologické
- posuzování škodlivosti na organismy
 - bez vlivu
 - působící stimulačně
 - působící inhibičně
 - působící toxicky

- Škodlivost se projevuje přímo ve vodě
- na vyšší organismy, které vodu přijímají
- zvláštní pozornost → **toxické látky**

toxické látky

- **toxická** – intoxikace
- **expozice** – akutní
 - subchronická
 - chronická
- **dávka** – LD, LD₅₀, ED₅₀
 - přípustná denní dávka
 - celková přípustná dávka
- **NPK** – nejvyšší přípustná konc.
- práh toxického účinku



- s účinky nespecifickými
- specifickými
- systémovými
- dráždivými
- dusivými
- alergizujícími
- mutagenními
- karcinogenními
- teratogenními

Interakce mezi toxickými látkami

toxická jednotlivých látek $\neq$ toxicita směsi

- aditivní
- synergické
- antagonické

aditivita

- princip kumulativní toxicity
- základní **aditivní model**
- příklad:
 - látka 1 v koncentraci c_1 efekt 25%
 - látka 2 v koncentraci c_2 efekt 30%
 - směsný roztok L1 a L2 v koncentracích c_1 a c_2
- **efekt 55%**

synergismus

- látky ve směsi se vzájemně potencují
- efekt po působení směsi je vyšší než podle předpovědi aditivního modelu
- příklad:
 - toxicita pro ryby:
 - současné působení detergentu - snížení povrchového napětí na membránách žaber
 - a polární látky - inhibitoru mitochondriální respirace
 - samotná polární látka jen obtížně vstupuje do buňky ale v přítomnosti detergentu ⇒ rychlý vstup, **významný toxický efekt**

antagonismus

- látky ve směsi vzájemně inhibují toxický efekt
- efekt po působení směsi je menší než podle předpovědi aditivního modelu

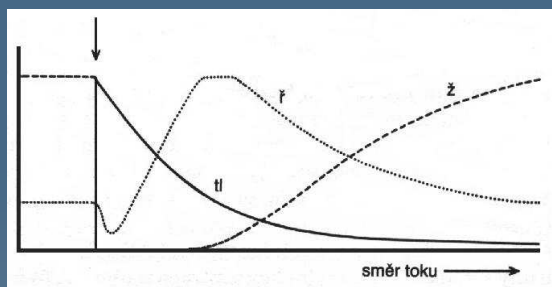
- příklad:
 - současné působení neurotoxinů s různým mechanismem – **princip „protijedů“**
 - veratridin - otevření membránových kanálů pro Na^+/K^+
 - saxitoxin - inhibice kanálů



hormetický efekt (hormeze)

- > Látka jinak toxická má v mikrokonzracích na organismus pozitivní vliv .
- > Prodloužením expozice nebo zvýšením dávky se děj zvrtné na patologický.
- > 1888 Hugo Schultz a Rudolf Arndt
- > Hormeze není
 - účinek mikrobiogenních prvků → syntéza sloučenin tělu vlastních
 - homeopatie → popisované dávky jsou sice malé, nikoliv ale "paměť vody", projevuje se při zcela „reálných“ koncentracích
- > Naopak některé látky jsou škodlivé pouze tehdy, pokud jejich koncentrace příliš poklesne.
- > Není ani černá ani bílá. Může nám prospívat pouze za určitých okolností.

Průběh změn v koncentraci toxických látek a v rozvoji řas a živočichů v podélném profilu toku před vyústěním zdroje znečištění a po něm
tl - toxická látka, ř - řasy, ž - živočišné druhy
(podle Hynese, 1960)



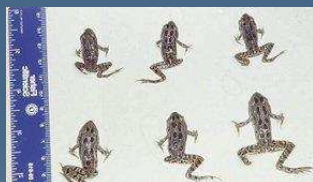
vliv toxických látek na strukturu rybích společenstev

- > na přirozenou reprodukci
- > růst a vývoj ryb
- > strukturu věkovou a druhovou
- > histopatologické změny
- > malformace
- > náchylnost k chorobám
- > četnost a strukturu parazitů



výzkum rybích společenstev

malformace obojživelníků

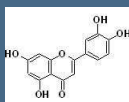


ORGANICKÉ LÁTKY

- biochemicky rozložitelné
- biochemicky rezistentní
- účinky
 - karcinogenní, alergenní, mutagenní, teratogenní
 - toxické
 - barva
 - pach a chuť
 - pěnivost
 - povrchový film
- komplexotvorné látky – podporují vyluhovatelnost kovů z dnových sedimentů
- celková koncentrace org. látek – nepřímé metody: CHSK, BSK, C_{org}



fenoly a polyfenoly



- přirozeného původu
 - produkty rozkladu dřeva, listí, kůry – třísloviny...
 - v moči
- antropogenního původu
 - při tepelném zpracování uhlí, z rafinérí ropy...

⇒ barevnost vody, zápach

- pro vodní org. nejsou příliš toxické
- ovlivnění chuti rybího masa

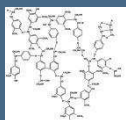
humínové látky

- polyfenol. org. slouč. (fulvokyseliny, humínové kys.)
- půdní humus
- vodní humus
- rašeliniště - nízké pH, vysoká CHSK, Fe, Mn a $\text{NH}_{\text{amón.}}$, zbarvení, pach
- vadí v textilním a papírenském průmyslu
- hygienicky málo závadné
- chemicky oxidovatelné, biologicky rezistentní
- ve vodárenství
 - nízkomolekulární formy nelze odstranit běžnou koagulací
 - nachlorováním – karcinogeny a mutageny



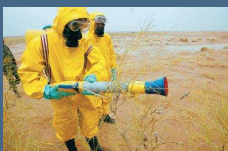
lignin a ligninsulfonové kyseliny

- bezdusík. arom. makromolekuly
- složka rostlinných tkání
- lignin oddělen při výrobě celulosy
 - sulfitový způsob $\Rightarrow$ ligninsulfonan, ligninsulfonové kys.
 - sulfátový způsob $\Rightarrow$ alkalignin
- $\Rightarrow$ znečištění dlouhých úseků



pesticidy

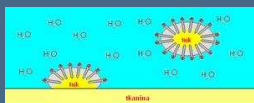
- prostředky k hubení rostlinných a živočišných škůdců
 - organické
 - organochlorové
 - organofosforové
 - anorganické
- insekticidy
- herbicidy
- fungicidy
- porušení biochem. rovnováhy v tocích $\rightarrow$ samočištění ☹
- při průniku do pitných vod - ovlivnění pachu a chuti, ohrožení zdraví
- chem., fotochem., biol. rozklad – záleží na struktuře





tenzidy a detergenty

- povrchově aktivní látky
 - aniontové
 - kationtové
 - neiontové
 - amfolytické
- detergenty – tenzidy + aktivční přísady, plniva a spec. přísady
 - prací prostředky (15-20% tenzidů)
 - emulgátory
 - dispergátory
 - smáčedla
 - pěnidla
- v tocích
- v ČOV
- „zákony o detergentech“ – zákaz prodeje prostředků jejichž rozložitelnost neodpovídá příslušným nařízením



ropné látky

- benzíny ($C_4 - C_{12}$)
 - petroleje ($C_{12} - C_{18}$)
 - plynové oleje ($C_{16} - C_{24}$)
 - mazací oleje ($C_{24} - C_{40}$)
 - rozpuštěné
 - nerozpuštěné – volné
 - emulgované
 - adsorbované v org. látkách
- rozpustnost klesá s délkou řetězce
- film na hladině $\Rightarrow$ zhoršení přestupu $O_2 \Rightarrow$ narušení biochem. rozkladu
- nepolární uhlovodíky (NU)



polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

- homology benzenu se 3 a více arom. jádry
- lesní požáry, sopeč. erupce
 - spalování fosilních paliv, provoz spalovacích motorů, koksáren, rop. a metalurg. závodů, splach z asfalt. vozovek
 - dříve výluhy z vnitřních ochr. nátěrů vodárens. potrubí
- limit pro pitnou vodu – $0,04 \text{ mg.l}^{-1}$

chlorované organické látky

- mimořádně škodlivé
 - chlorfenoly, chlor. pesticidy aj.
 - PCB
 - nehořlavé kapaliny
 - mimořádná chem. a biochem. stabilita
 - vysoký kumulační koeficient
 - ve všech složkách potravní řetězce
 - max. hodnota pro pitnou vodu 50 ng.l⁻¹
- stanovení
 - identifikace jednotlivých látek
 - veškerý organicky vázaný chlor TOCl
 - veškeré organicky vázané halogeny TOX

ANORGANICKÉ LÁTKY

- halogeny
- sloučeniny S, P a N
- CO₂ a jeho iontové formy
- radioaktivní látky
- kovy

Halogeny



F

- vyluhování z minerálů
- OV sklář. a chem. průmyslu
exhalace z tepel. elekt. $\Rightarrow$ atmosfér. vody
- zdravotní potíže při nedostatku i přebytku
- limit pro pitnou vodu $1,5 \text{ mg.l}^{-1}$

Cl

- z ložisek kamenné soli nebo draselných solí,
z atmosf. vod v přímořských oblastech
- splaškové vody, močůvka, posyp vozovek, OV
organického průmyslu
- nejčastěji ve formě Cl^-
 - chem. a biochem. stabilní
 - ovlivňují chuť (150 mg.l^{-1})
- aktivní Cl - hygienické zabezpečení pitné vody
 - u spotřebitele min. $0,05 \text{ mg.l}^{-1}$, max. $0,3 \text{ mg.l}^{-1}$
 - škodlivý pro vod. organismy

Br, I

- mořská voda, fosilní minerální vody, ropné
vody
- hygienicky a technicky nevýznamné
- minerální vody s obsahem I^- min. $5,0 \text{ mg.l}^{-1}$
– jodové (léčebné účinky)

Sloučeniny S

- v přír. a odp. vodách
 - anorg. slouč. S v ox. stupních -II, 0, IV, VI
 - org. slouč. S
- koloběh S v přír.
 - biochem. oxidace sulfanu a jeho iont. forem, element. S, redukce síranů
 - mikrobiál. rozklad org. látek
 - asimilace S v podobě SO_4^{2-} rostlinami a mikroorg.

SO_4^{2-}

- v důlních vodách
- OV z moření kovů, městské a prům. exhalace $\Rightarrow$ atm. vody
- v anaer. prostředí – biochem. redukce
- v obvyklých konc. - hygienicky nevýznamné, při vys. konc. - ovlivňují chuť, agresivita vůči betonu
- limit pro pitnou vodu 250 mg.l^{-1}

SO_3^{2-}

- v přír. vodách se téměř nevyskytují
- měst. a prům. exhalace spalováním fosil. paliv $\Rightarrow$ atm. vody, OV z výr. sulfitové celulózy a z tepel. zprac. uhlí
- použití
 - k dechloraci ve vodárenství
 - k odstr. kyslíku z napájecí vody pro parní kotle
 - k redukci $\text{Cr}^{\text{VI}} \rightarrow \text{Cr}^{\text{III}}$ v OV
- účinky
 - vyčerpávání rozp. kyslíku
 - toxické pro vodní faunu a floru

sulfan a jeho iontové formy

- anorg. původu – rozkladem sulfidických rud, biol. redukcí SO_4^{2-} , vulkanickými exhalacemi
- org. původu – biol. rozkladem org. sirných látek v anaer. prostředí
- OV z koželužen, tepel. zprac. uhlí, zprac. ropy, z barvení, z výr. sulfátové celulózy aj.
- v povrch. vodách zřídka – oxidace rozpuštěným kyslíkem,
- v anaer. prostř. – u dna a ve dnových sedimentech, reakce s růz. kovy – Fe
- ve splaškové vodě v anaer. podm. – až jednotky mg.l^{-1} S^{2-} -S
- koroze betonového zdiva stok
- pach vody
- toxický pro ryby
- limit pro pitnou vodu pro H_2S 0,01 mg.l^{-1}

Sloučeniny P

- rozpouštění někt. minerálů a hornin, člověk vyloučí 1,5 g.d^{-1} P
- rozkládající se odumřelá vodní fauna a flora
- fosforečná hnojiva, OV z prádelny a textil. průmyslu
- snadná sorpce PO_4^{3-} v půdním komplexu a dnových sedimentech
- stratifikace P v nádržích
- ve splaškových vodách 3 – 10 mg.l^{-1}
- nezbytné pro nižší i vyšší organismy ($\Rightarrow$ eutrofizace $\Rightarrow$ přeměna na org. vázaný P $\Rightarrow$ uvolnění do prostředí)
- limit pro nevodárenské vodní toky 0,40 mg.l^{-1}

Sloučeniny N

- formy výskytu N^{III} , N^{I} , N_2 , N^{I} , N^{III} , N^{V}
- nitrifikace, denitrifikace
- do vod
 - rozkládající se hmota odumřelých org.
 - člověk vyloučí cca 12 g.d^{-1} N
 - odpady ze zemědělských výrob
 - splachy z polí
 - atmosférické vody
 - OV

N_{amon.}

- do vod
 - org. původu
 - anorg. původu
 - součást atmosféry ⇒ nitrifikace ⇒ NO₂⁻, NO₃⁻
- toxický vliv na ryby
zvýšuje korozi Cu
- limit pro nevodárenské vodní toky 2,5 mg.l⁻¹
- limit pro pitnou vodu 0,01 mg.l⁻¹

NO₂⁻

- v čistých podzem. a povrch. vodách – stopové konc.
- v rašelinných a železnatých vodách
- biochem. oxidací amoniakál. dusíku
- biochem. redukcí dusičnanů
- anorg. původu – z atm. vod
- OV z výr. barviv, strojírenství ve vodách nestálé
- významné indikátory znečištění podzem. vod
- toxické pro ryby
- limit pro pitnou vodu 0,1 mg.l⁻¹

NO₃⁻

- téměř ve všech vodách
 - nitrifikace amon. dusíku
 - rozkl. org. dusík. látek v oxických podm.
 - z dusíkatých hnojiv
 - z atm. vod
- na odtoku z ČOV ⇒ sekundární znečištění
⇒ **eutrofizace**
- **denitrifikace**
- redukce v zařívacím ústrojí na dusitany ⇒
alimentární methemoglobinémie
- limit pro pitnou vodu 50 mg.l⁻¹

CN⁻

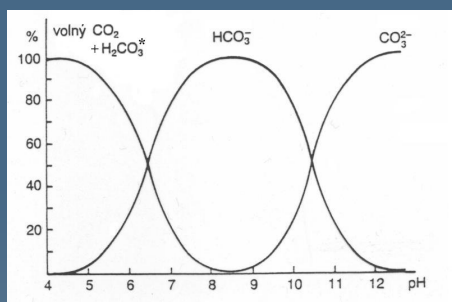
- nikdy přirozeného původu
 - OV z galvanizoven, tepel. zprac. uhlí atd.
- jednoduché a komplexní ⇒ veškeré
- odstraňování
- chem. rozklad
 - odvětrávání
 - biochem. oxidace
- rozdělení
- silně toxické
 - středně toxické
 - slabě toxické
- limit pro pitnou vodu 0,01 mg.l⁻¹

CO₂ a iontové formy

- uhličitánový systém
- ve vodách původu
- atmosférického
 - biogenního
 - hlubinného
- rozpuštěný CO₂ téměř ve všech vodách
- ve stojatých vodách – stratifikace CO₂
- obsah ve vodách
- hygienicky nevýznamný
 - technický význam – agresivní a inkrustační účinky vody

Změny v relativním zastoupení oxidu uhličitého, hydrogenuhlíčanů a uhličitánů v závislosti na změnách pH vody

(podle Goltermána, 1975)



Radioaktivní látky

- ve vodách
 - atmosférických
 - přirozená
 - umělá
 - podzemních
 - povrchových
 - přirozená
 - z dolů na těžbu a úpravu uran. rud
 - z nukl. reaktorů, separace izotopů
 - z pracovišť používajících umělé radioizotopy

Příklady koeficientů akumulace některých radionuklidů v čerstvé hmotnosti organismů

Organismus	Zářič	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Ca	⁶⁰ Co	¹³¹ I	¹⁴⁰ Ba	³ H
voda		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
řasy		10 - 3000	50 - 25000	2500	200		
makrofyta		100 - 350	50 - 1 000		60	75 - 400	
bezobratlí	detritožravci	40 - 4000	60 - 11000		20 - 1 000		
	rostlinožravci	1,0	600	325			
masožravci			800				
ryby	všežravé	1 - 100	160 - 1200	50	25 - 50	150	1,0
	masožravé	1 - 100	120 - 1400	25 - 30			1,0

kovy

- těžké kovy - asi 40 prvků s hustotou > 5 t.m⁻³
- esenciální kovy
 - stopové prvky
 - při vyšší konc. – toxické
- toxicita závisí na
 - formě výskytu
 - kombinaci
 - synergismus
 - antagonismus
- kumulační koeficient



Zdroje těžkých kovů v prostředí	
Výroba	Výskyt sloučenin prvků
Těžba a zpracování rud	Fe, Zn, Hg, As, Se, Mn, Cu
Hutní průmysl	Al, Cr, Mo, Ni, Pb, V
Těžba uhlí	Fe, Al, Mn, Ni, Cu, Zn
Strojírenství, povrchová úprava kovů	Cr, Cu, Ni, Zn, Cd, Fe, Al
Chemický průmysl	Fe, Al, W, Mo, Zn, Pb, Cu, Hg
Barvy, laky, pigmenty	Hg, Cr, Pb, Zn, Ti, Al, Ba, Sr, Mn, As, Se
Buničina, papír	Ti, Zn, Al, Ba, Sr, Cr, Se, Cu, Hg
Zpracování kůží	Cr, Al, Fe
Textilní průmysl	Cu, Zn, Cr, Pb, Fe
Polygrafický průmysl	Zn, Cr, Ni, Cd, Cu, Pb
Elektrotechnika	Ag, Se, Ge, Mn, Ni, Pb, Cu, Hg
Spalování uhlí	As, Ti, Al, Ge, Se, Hg, Be, Zn, Mo, Ni, Pb, Sb
Spalování topných olejů	V, Ni, Zn, Cu
Pesticidy	Hg, As, Cu, Zn, Ba
Průmyslová hnojiva	Cd, Mn, As
Koroze potrubí	Fe, Pb, Cu, Ni, Zn, Cr
Automobilová doprava	Pb

Sr, Ba

- vyluhováním z minerálů zems. kůry
- z výroby barev, keramiky, papíru, skla aj., radioizotop Sr z jader. havárií
- látky stimulující svalovou a srdeční činnost, negativně působí na nervový systém
- limit pro pitnou vodu
 - Sr – nelimitováno
 - Ba – 1,0 mg.l⁻¹

Al



- z hlinitokřemičitanů → výluh kyselými dešti do podzem. vody
- OV z povrch. úpravy Al a jeho slitin, z výr. papíru, kůže, barviv
- přechod do vody při koagulaci - Al₂(SO₄)₃
- neurotoxické účinky, toxický pro ryby, fytoxicita
- limit pro pitnou vodu 0,2 mg.l⁻¹

Fe



- vyluhování z železných rud
- OV z mořfen, drátoven, válcoven
- korozivní procesy v potrubí
- formy výskytu – Fe^{II} , Fe^{III}
- více v rašeliništních vodách
- v nádržích – stratifikace
- barva, chuť, zákal
- železité bakterie
- limit pro pitnou vodu $0,3 \text{ mg.l}^{-1}$

Mn



- z půd, sedimentů, odumřelých částí rostlin
- OV ze zprac. rud, metalurg. závodů a chem. provozů
- doprovází železné rudy
- formy výskytu – Mn^{II} , Mn^{III} , Mn^{IV} , Mn^{VII}
- v nádržích – stratifikace
- nezbytný pro rostliny a živočichy, v obvyklých koncentracích nezávadný
- chuť, hnědé zbarvení
- limit pro pitnou vodu $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$

Cu



- vyluh sulfidických rud
- OV z povrch. úprav kovů, rozpouštění potrubí, algicidní preparáty (CuSO_4)
- toxicita vůči rybám a řasám
- svíravá chuť
- limit pro pitnou vodu $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$

Zn



- rozkladem sulfidických rud
- OV z povrch. úprav kovů a výr. viskózy, rozvody v pozink. trubkách
- svíravá chuť
- hygienicky málo závadný, škodí rybám a vod. org.
- limit pro pitnou vodu 5 mg.l⁻¹

Cd



- OV z povrch. úprav kovů, keramického, fotografického, polygrafického prům. aj., výluhy potrubí z určitých plastů, exhaláty ze spalování fosilních paliv a odpadků obsahujících plasty, výroba baterií
- velmi nebezpečný jed
- kumulace v biomase, zesílení tox. účinky jiných kovů, vliv na reprodukci savců
- u člověka – anémie, pigmentace zubů, odvápnění kostí
- limit pro pitnou vodu 0,005 mg.l⁻¹

Hg



- v okolí nalezišť rumělky
- OV z elektrolýzy, org. syntéz, rudných úpraven a pesticidů
- kumul. koef. 10⁵-10⁶
- otravy z rybiho masa
- postihuje CNS
- limit pro pitnou vodu 0,001 mg.l⁻¹



Pb



- pigmenty barev, koroze olov. částí potrubí, výfuk. plyny
- toxická látka – chronické otravy, hromadění v kostech, játrech, ledvinách
- kumulační koef. až 10^5
- limit pro pitnou vodu $0,01 \text{ mg.l}^{-1}$



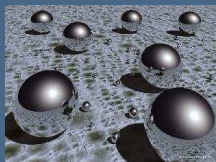
As



- amfoterní prvek, polokov
- doprovází sulfidické rudy, rovnoměrně obsažen v zems. kůře
- OV z koželužen, barviv a rudného prům., arsenové pesticidy, vody z velkoprádelen exhaláty ze spal. fosil. paliv
- sloučeniny jedovaté
- krátkodobě – léčivé účinky
- limit pro pitnou vodu $0,01 \text{ mg.l}^{-1}$

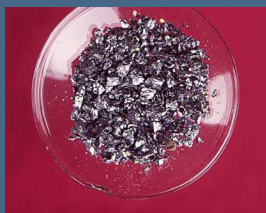


Cr



- v přír. vodách v malém množství
- OV z koželuž. prům., povrch. úpravy kovů, textil. prům., některé inhibitory koroze
- ve vodách Cr^{III} a Cr^{VI}
- odstraňování – redukce na Cr^{III}
- ve formě Cr^{VI} – toxický pro vod. flóru a faunu, předpokl. karcinog. účinky
- limit pro pitnou vodu $0,05 \text{ mg.l}^{-1}$

Se



- doprovází S
- při zprac. sulfidických rud pražením $\Rightarrow$ atmosf. voda, OV ze zpracování S, keram., sklář. a elektrotech. prům.
- kumulace v rost. i živočiš. tkáních
- limit pro pitnou vodu $0,01 \text{ mg.l}^{-1}$

Ni



- v přír. vodách v nízkých konc.
- OV z povrch. úpravy kovů
- toxický pro vod. organismy
- důležitý při anaerobních procesech
- limit pro pitnou vodu $0,05 \text{ mg.l}^{-1}$

Co



- v přír. vodách v nízkých konc.
- OV metalurg. prům., v kalech po biol. čištění OV
- esenciální prvek, potenciální karcinogen

Mo



- v minerál. vodách, v okolí nalezišť minerálů obsahujících Mo
- v okolí metalurg. závodů
- mikrobiogenní prvek nezbytný pro život
- ve větších konc. – toxický, kumulace v rostlinách

V

- v malých konc. – léčivé účinky
- ve větších – toxický
- vysoké konc. – ovlivnění biochem. procesů



Be



- z metalurg. průmyslu, při výr. raketových paliv a fluorescenčních lamp, v jaderných reaktorech jako moderátor
- karcinogenní účinky
- limit pro pitnou vodu $1 \mu\text{g.l}^{-1}$

