

Chemie životního prostředí II – Znečištění složek prostředí Hydrosféra

(11)

Znečištění vod

Ivan Holoubek

RECETOX, Masaryk University, Brno, CR

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



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

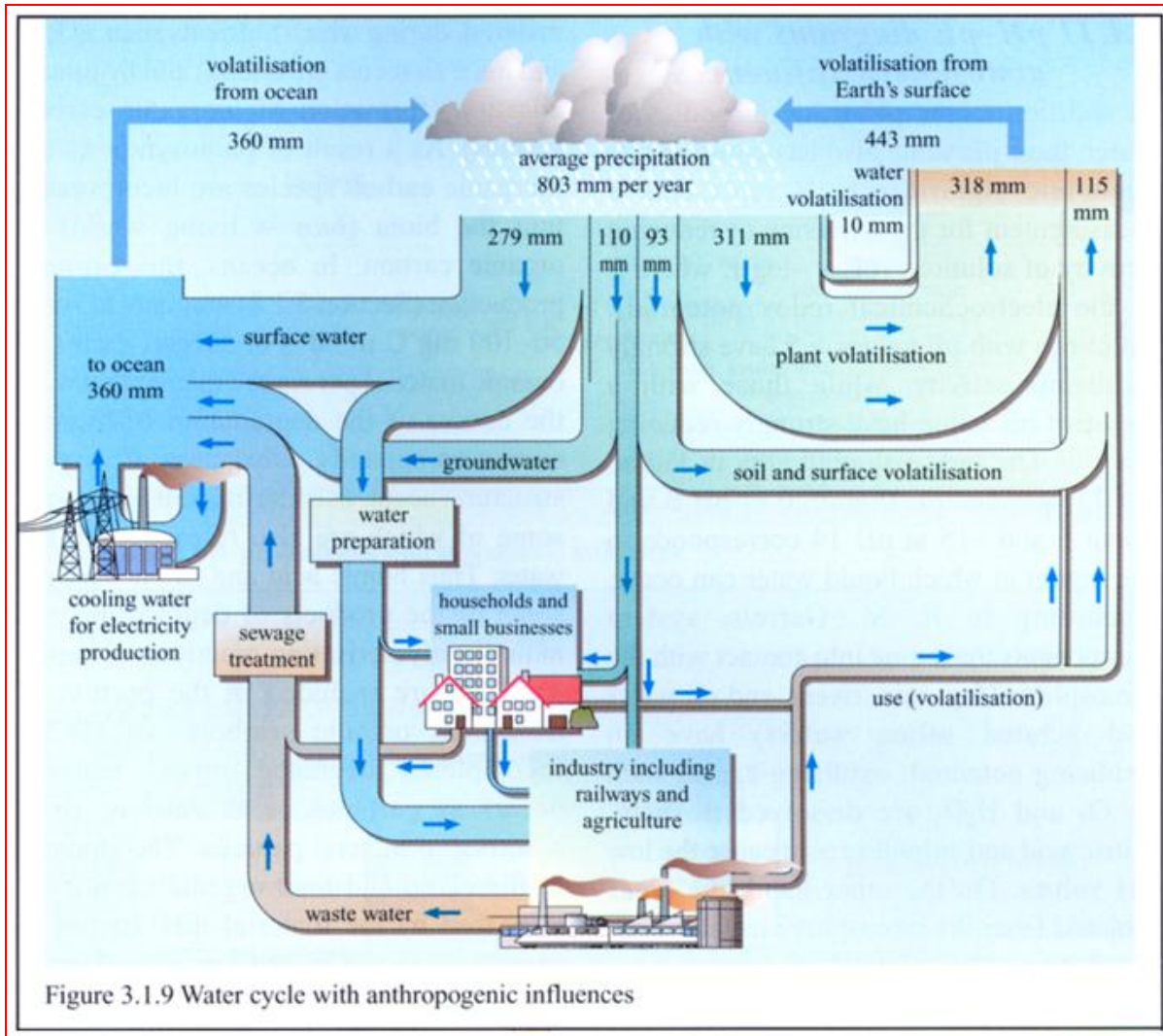


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Antropogenní ovlivnění hydrologického cyklu



Hydrosféra

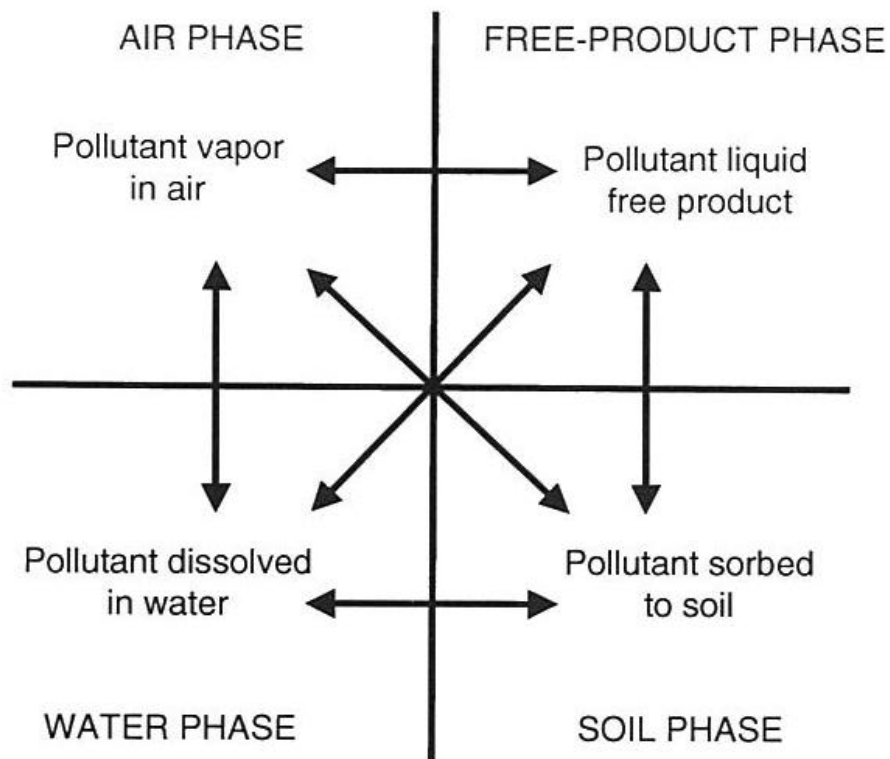
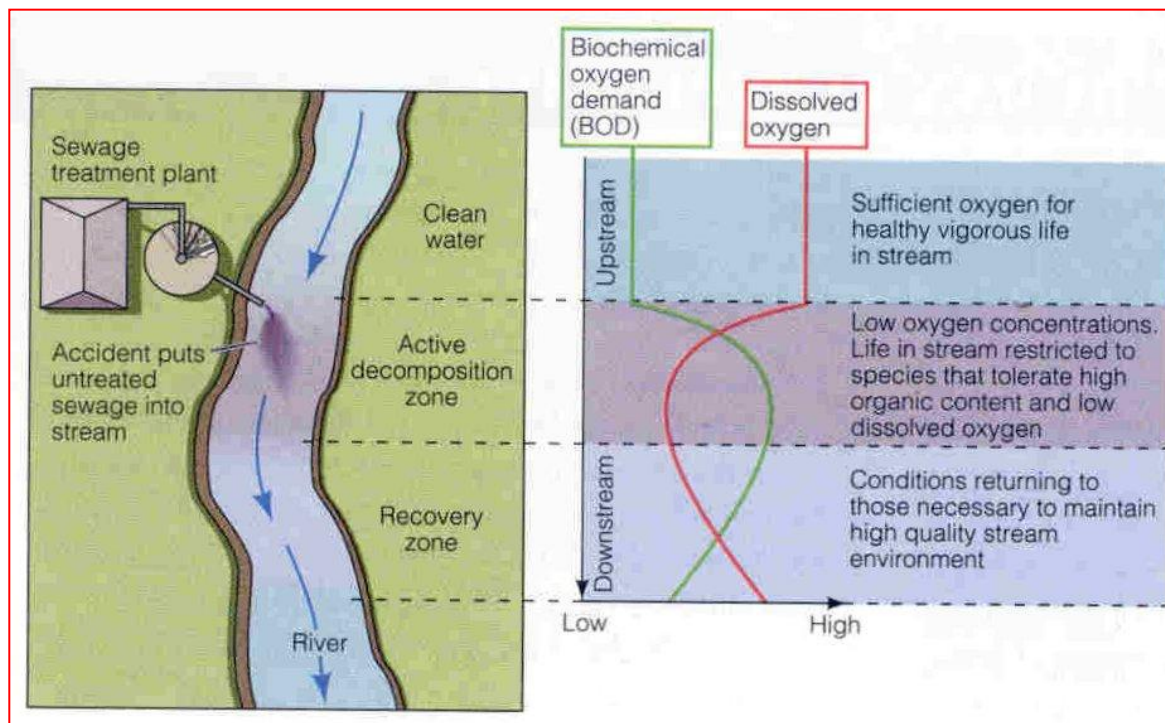


FIGURE 2.1 Partitioning of a pollutant among air, water, soil, and free-product phases. Arrows indicate all possible phase change pathways.

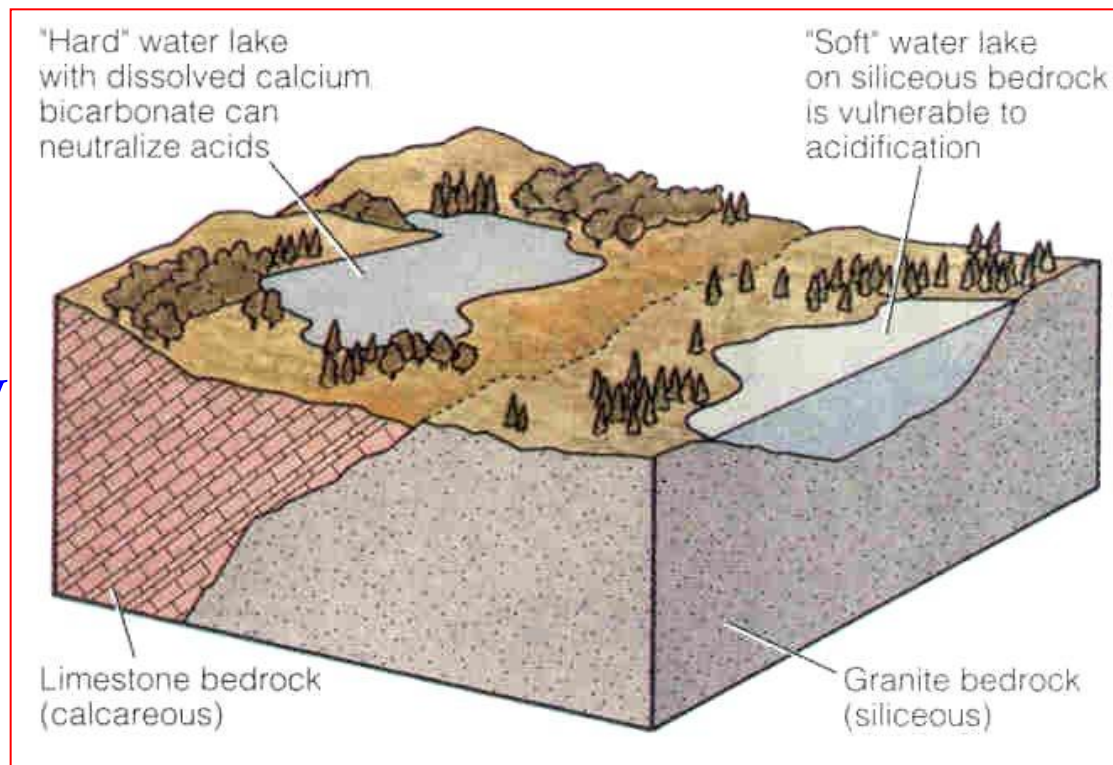
Znečištění povrchových vod

- ↪ Organické látky
- ↪ BSK - biochemická spotřeba kyslíku (BOD)
- ↪ Eutrofizace – živiny (fosfor, dusíkaté látky) – plankton, řasy
- ↪ Infekční látky
- ↪ Mikroorganismy – *Escherichia coli*



Znečištění povrchových vod

- ↪ Kyselé a alkalické odpady
- ↪ Kyselé důlní vody (AMD)
- ↪ Kyselé deště (ARD)
- ↪ Čpavek, louh
- ↪ Termické znečištění
- ↪ Suspendované látky
- ↪ Jíly
- ↪ Papírenské odpady
- ↪ Potravinářské odpady (cukrovary, jatka..)



Znečištění povrchových vod

Primární:

- ↪ Inertní materiály (půda, kaolín..)
- ↪ Organické látky:
 - přirozené - huminové látky, splašky...
 - antropogenní - ropné látky, fenoly, pesticidy, detergenty..
- ↪ Anorganické látky:
 - zvyšující solnost a korozivnost (NaCl , CaCl_2)
 - způsobující sekundární znečištění (PO_4^{3-} , NO_3^-)
 - měnící pH vody (NH_3 , kyseliny)
 - toxické (toxické kovy..)
- ↪ Bakteriální - patogenní organismy
- ↪ Tepelné - zvýšení T - pokles koncentrace kyslíku - urychlení rozkladu organických látek
- ↪ Radioaktivní

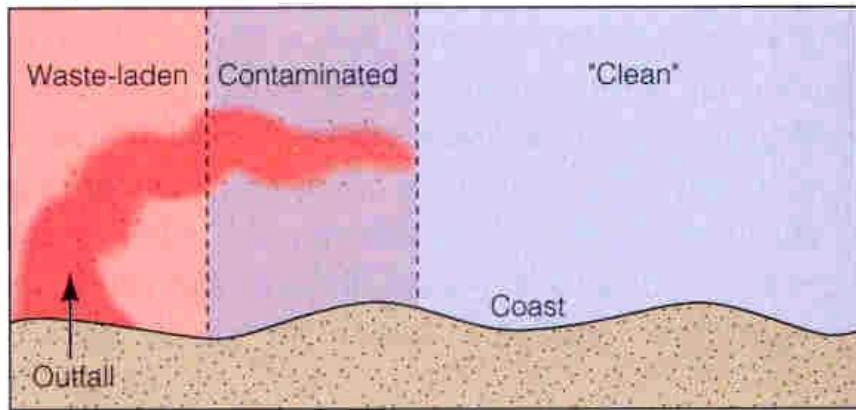
Znečištění povrchových vod

Sekundární:

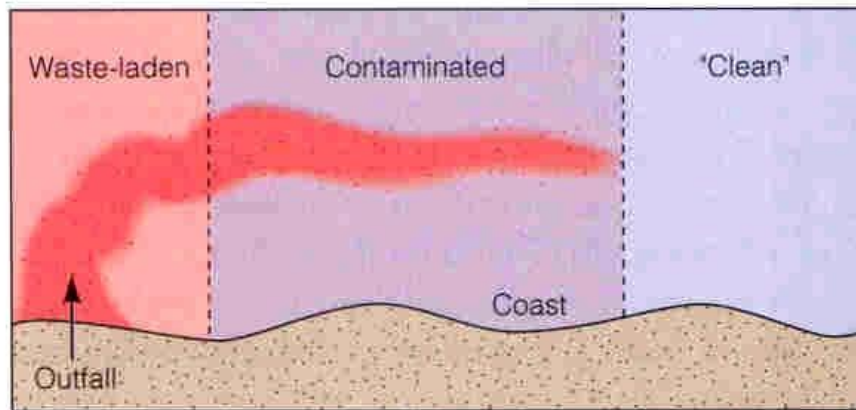
- ↪ eutrofizace vod - nadměrný rozvoj některých organismů vyvolaný přísunem živin



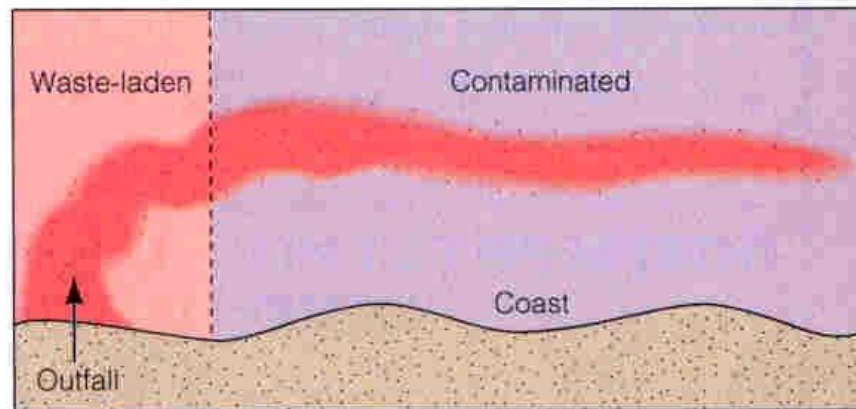
Longshore transport →



A.



B.



Znečištění mořského prostředí

„Všechno z kontinentů nakonec skončí v moři“

Komunální odpad (patogenní viry mohou přežít v oceánské vodě až 17 měsíců)

Pobřeží

Otevřený oceán

- ↪ Vypouštění z lodí (balastní voda) a jejich havárie
- ↪ Exxon Valdez – březen 1989 Aljaška, 10 milionů galonů (4,54 l), 5 000 km pobřeží
- ↪ Malé úniky: ročně 17 EV do Středozemního moře
- ↪ **Ročně 6 milionů tun ropy do oceánů – 1 tuna ropných znečistí 6 km² vodní plochy**



Galveston Bay, Texas, 1990

Povrchové vody - znečištění

- ↪ **Celková mineralizace** - 100 - 500 mg.l⁻¹, tající sníh, ledovce < 100 mg.l⁻¹
- ↪ **Nerozpuštěné látky** - jednotky mg.l⁻¹ (záplavy desítky až stovky mg.l⁻¹)
- ↪ **Rozpuštěný kyslík** (= f (T, koncentrace biologicky rozložitelných látek, intenzity fotosyntézy)); neznečištěné toky - 85-95 % nasycení - pokles - organické znečištění
- ↪ **Přesycení** - přeje (tekoucí), fotosyntetická asimilace vodních rostlin (stojaté)
- ↪ **Volný CO₂** - nízké koncentrace
- ↪ **pH** - 6,0 - 8,5 (rašeliniště < 4,0)
- ↪ **Koncentrace slabých a silných kyselin** - koreluje s pH
- ↪ **Tlumivý systém** - uhličitanový (H₂CO₃ - HCO₃⁻), maximum = 6,3, minimum = 8,3
- ↪ **HCO₃⁻** - rozpouštěním CO₃²⁻, HCO₃⁻, pohlcováním CO₂

Povrchové vody - znečištění

- ↪ SO_4^{2-} - z poloviny dáno atmosférickou depozicí, z poloviny zvětráváním a rozpouštěním minerálů, minerální hnojiva
- ↪ Cl^- - z geologického podloží, méně z atmosféry
- ↪ Ca^{2+} - z uhličitánů, méně hlinitokřemičitany
- ↪ Mg^{2+} - opačně
- ↪ K^+ - zvětrávání (hlinitokřemičitany)
- ↪ Na^+ - zvětrávání (hlinitokřemičitany), Cl^- , spad z atmosféry
- ↪ N - z atmosféry, zemědělství
- ↪ P - nízká koncentrace (málo rozpustné soli), antropogenní
- ↪ Fe , Mn - nízká koncentrace, oxidy oxidace
- ↪ Iontové asociáty
- ↪ Organické látky

Povrchové vody - znečištění

Podle ovlivnění kvality povrchových vod lze znečišťující látky rozdělit na:

- ↪ **látky působící přímo toxicky nebo způsobující organoleptické závady**
- ↪ **látky ovlivňující kyslíkovou bilanci toku**
- ↪ **„inertní látky“ (anorganické nerozpuštěné a rozpuštěné netoxické látky)**

Povrchové vody - znečištění

Odpadní vody (OV), které mohou nepříznivě ovlivnit vlastnosti vod povrchových:

- ↪ vody silně kyselé nebo silně alkalické, k jejichž zneškodnění nestačí přirozená neutralizační kapacita vody
- ↪ vody s velkou koncentrací solí
- ↪ vody s velkou koncentrací nerozpuštěných látek
- ↪ vody obsahující látky, které ovlivňují přestup kyslíku do vody (tenzidy, ropné látky)
- ↪ vody s velkým obsahem biologicky snadno rozložitelných látek nebo látek spotřebovávajících kyslík chemickými pochody

Povrchové vody - znečištění

Odpadní vody (OV), které mohou nepříznivě ovlivnit vlastnosti vod povrchových/II:

- ↪ vody obsahující látky ovlivňující nepříznivě organoleptické vlastnosti vody (chlorfenoly, chlorované uhlovodíky, barviva, ropné látky)
- ↪ vody, které obsahují látky toxické pro vodní organismy (kovy, kyanidy, chlorované uhlovodíky, pesticidy, radioaktivní látky)
- ↪ vody bakteriálně znečištěné patogenními zárodky (OV z léčebných ústavů, koželužen..)
- ↪ vody s větším množstvím látek, v nichž jsou zastoupeny sloučeniny P, N, které mají eutrofizační účinek
- ↪ oteplené vody

Povrchové vody - znečištění

Základní ukazatele pro vypouštění OV do vod povrchových:

- ↪ **biologický stav vody - index saprobity** - < 2,2 - vodní toky; < 3,2 - ostatní)
- ↪ **obvyklý život pstruhovitých ryb** ve vodárenských tocích a kaprovitých ryb v ostatních povrchových vodách
- ↪ **stav bez pachu** u vodárenských toků a nádrží a slabě cizorodý u ostatních vod
- ↪ **stav, při němž nejsou patrné barevné změny** u vod vodárenských ve vrstvě do 20 cm, u ostatních do 10 cm
- ↪ **teplota** do 20 °C u pstruhových vod a u vodárenských toků a do 26 °C u ostatních

Povrchové vody - znečištění

Základní ukazatele pro vypouštění OV do vod povrchových/II:

- ↪ neporušená schopnost samočištění povrchových vod
- ↪ stav povrchových vod, při němž nedochází k nadměrnému vývoji nežádoucích organismů (vodní květ) ani ke vzniku kalových lavic nebo k pokrytí vodní hladiny pěnou, tuky, oleji nebo jinými látkami
- ↪ stav povrchových vod, při němž nedochází k porušování hygienických požadavků na ochranu zdraví před ionizujícím zářením
- ↪ stav povrchových vod, při němž nedochází k toxickému působení radioaktivních a jiných látek na vodní organismy

Povrchové vody - znečištění

Klasifikace tekoucích vod z obecného (ekologického) hlediska

Ukazatelé:

- ↪ fyzikálního znečištění
- ↪ anorganického znečištění
- ↪ organického znečištění
- ↪ anorganického a organického průmyslového znečištění
- ↪ biologické

Povrchové vody – prioritní polutanty dle US EPA

LÁTKY	POČET
<i>Organické:</i>	114
Pesticidy a produkty jejich rozpadu	21
PCBs a 2-chlornaftalen	7
Halogenované alifatické uhlovodíky	26
Ethery	7
Monocyklické aromatické	12
Fenoly a kresoly	11
Estery kyseliny ftalové	6
PAHs	16
Nitrosoaminy a další dusíkaté látky	4
<i>Anorganické:</i>	15
Kovy	13
Azbest	1
Kyanidy	1

Povrchové vody – znečištění - kovy

Kovy ve vodách

Pozadí - v závislosti na geologických podmínkách - v současnosti obtížné odlišení přirozeného pozadí od antropogenního znečištění.

Povrchové vody – znečištění - kovy

Antropogenní zdroje odpadních vod z:

- ↪ těžby a zpracování rud, z hutí,
- ↪ válcoven,
- ↪ povrchové úpravy kovů,
- ↪ fotografického průmyslu,
- ↪ textilního průmyslu,
- ↪ kožedělného průmyslu,
- ↪ korozních procesů,
- ↪ vyluhování kalových depónií,
- ↪ anorganických pesticidů,
- ↪ atmosférické depozice.

Povrchové vody – znečištění - kovy

Výskyt kovů ve vodách závisí na:

imobilizačních procesech:

- ↪ srážení při zvýšení hodnoty pH
- ↪ srážení za oxidačních podmínek
- ↪ výměně iontů
- ↪ adsorpci na nerozpuštěných látkách a sedimentech
- ↪ inkorporaci do biomasy vodních organismů

Povrchové vody – znečištění - kovy

Výskyt kovů ve vodách závisí na/II:

remobilizačních procesech:

- ↪ přítomnosti komplexotvorných látek
- ↪ desorpci
- ↪ uvolňování z odumřelé biomasy
- ↪ rozpouštění při snížení hodnoty pH
- ↪ rozpouštění za redukčních podmínek

Toxicita je funkcí T, pH, celkového složení vod komplexy jsou zpravidla méně toxické než jednoduché ionty.

Povrchové vody – znečištění - kovy

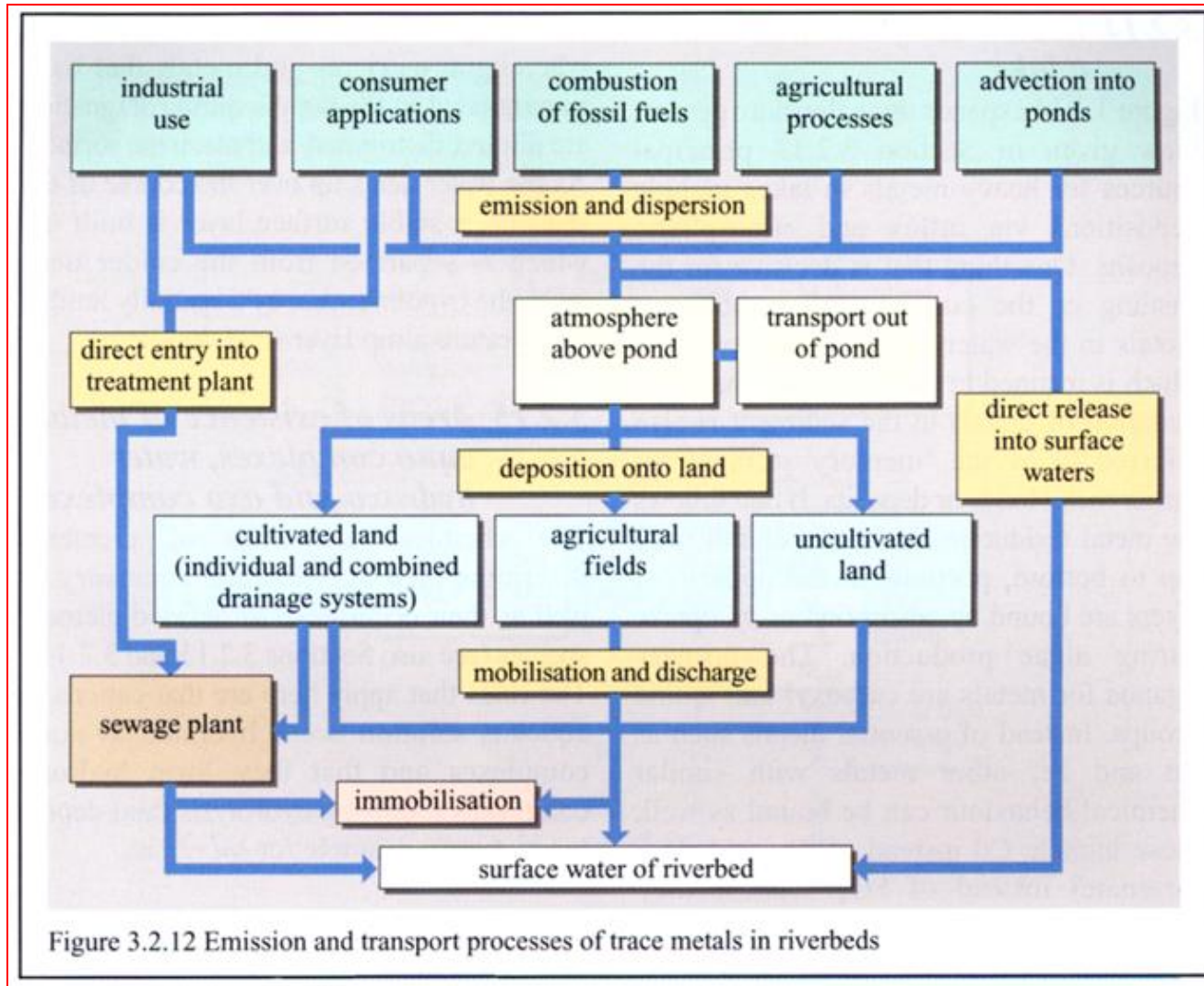


Figure 3.2.12 Emission and transport processes of trace metals in riverbeds

Povrchové vody – znečištění - kovy

Příklady:

- ↪ **Ca, Mg** - zdroj - průmyslové odpadní vody - po neutralizaci; tvorba kotelního kamene
- ↪ **Na** - vody z neutralizací nebo vysolování, **OV** z výroby sodných solí
- ↪ **K** - draselná hnojiva, živočišné výkaly, v podzemních vodách indikátor fekálního znečištění
- ↪ **Hg** - zemědělství - organortuťnaté pesticidy, průmyslové **OV** z elektrolýzy NaCl, organických syntéz

Kumulace a bioakumulace, biomethylace v sedimentech

Choroba Minamata - $(\text{CH}_3)_2\text{Hg} \Rightarrow 1\,000$ mrtvých

Povrchové vody – znečištění - kovy

Příklady:

- ↪ **Pb** - koroze potrubí na rozvod vody, průmyslové OV z chemického průmyslu, úpravny rud, výfukové plyny - atmosférická depozice; chronické otravy
- ↪ **Cd** - vysoce toxické, nemoc Itai-itai - znečištění vod a rýžových polí v okolí důlního komplexu, > 100 mrtvých
- ↪ **As** - vysoce toxický, POV - výroba barviv, koželužny, rudný průmysl, As pesticidy
- ↪ **Ag, Cu, Zn, Ni** - povrchové úpravy, těžba a zpracování rud; kožní alergie, **Cu** - nepříjemná chuť vody

Povrchové vody – znečištění - kovy

- ↪ **Fe** - POV z metalurgie a strojírenství, povrchová úprava; není hygienicky závadné, zhoršuje vzhled, ovlivňuje chuť, působí rušivě při technologických procesech, rezavé skvrny na materiálech, nadměrný rozvoj železitých bakterií - ucpávání potrubí, zápach.
- ↪ **Mn** - POV z metalurgie a chemického průmyslu, oxidační činidla; hygienicky nezávadný - podobné problémy jako Fe, ve vyšších koncentracích škodlivější než Fe.

Směsi kovů - aditivita, synergismus, antagonismus

Povrchové vody – znečištění – další prvky

- ↪ **Cl⁻** - neutralizace vod HCl, vysolování NaCl, splaškové odpadní vody (moč, výkaly); vyšší množství Cl⁻ (organického původu) - indikátor fekálního znečištění; nejsou hygienicky závadné, ovlivňují chuť.
- ↪ **F⁻** - POV - chemický a silikátový průmysl, úpravny vod; speciální hygienický význam - stomatologické poruchy jak při nedostatku (nadměrná kazivost), tak i při nadbytku (dentální fluoróza); fluoridace vod.

Povrchové vody – znečištění – další prvky

- ↪ **S** - S, S²⁻, SO₃²⁻, SO₄²⁻, proteiny, aminokyseliny, lignin-sulfonany, tenzidy)
- ↪ **SO₄²⁻** - ve všech typech vod; nemají hygienický význam, vyšší koncentrace ovlivňují sensorické vlastnosti; působí agresivně na beton.
- ↪ **SO₃²⁻** - OV z výroby sulfitové buničiny, z tepelného zpracování uhlí.
- ↪ **S²⁻, H₂S** - vznikají redukčními pochody, splaškové a POV - hutnictví, chemický, potravinářský průmysl, výroba sulfátové buničiny, barvení sirnými barvivy, fenolové OV; indikátor znečištění OV.
- ↪ **Sulfán** - vysoce toxický, chuťové a čichové vlastnosti, působí agresivně na beton.

Povrchové vody – znečištění – další prvky

- ↪ **P** - splaškové OV, detergenty, hnojiva
- ↪ **N** - NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , organicky vázaný N
- ↪ **NH_4^+** - mikrobiální rozklad organických dusíkatých látek (proteiny..) v redukčním prostředí.

Indikátor čerstvého znečištění - hnilobné procesy - splaškové OV (indikace choroboplodných zárodků); biochemická oxidace na dusitany a dusičnany - chemicky málo účinné (O_3 , KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)

- ↪ **NO_2^-** - biochemická oxidace NH_4^+ , ne biochemická redukce
- NO_3^-** - indikátor čerstvého znečištění, biologicky čištěné OV, POV; methemoglobinemia

Povrchové vody – znečištění – další prvky

↪ NO_3^- - nitrifikací NH_4^+ :



Přirozené pozadí, hnojiva, fekálie, POV; eutrofizace; indikátor staršího fekálního znečištění.

V povrchových vodách ukazatel průběhu samočisticích procesů.

Podzemní vody - posouzení charakteru minerálních procesů při filtraci půdními vrstvami.

V aerobních podmínkách je stabilní, v anaerobních dochází k biochemické redukci na dusitany, dusík a amonné ionty - denitrifikace.

Povrchové vody – znečištění – další prvky

↪ **Organický N** - proteiny, jejich rozkladné produkty, biochemická transformace na N nebo NH_4^+ , POV.

Kritérium zatížení (znečištění) toků a postupu samočištění.

Má význam pro sledování technologického procesu a účinnosti biologického čištění OV.

$$\text{Celkový obsah N} = S N_{\text{anorg.}} + N_{\text{org.}}$$

↪ **CN⁻** - není přirozeného původu, POV - tepelné zpracování uhlí, galvanické pokovování.

↪ **Si** - POV - sklárny, keramický průmysl; kotelní kámen.

Povrchové vody – znečištění – další prvky

Všechny přírodní vody jsou přirozeně slabě radioaktivní - ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{238}U , ^{230}Th , ^{210}Po , ^{210}Pb , ^{40}K .

Kontaminace:

- ↙ jaderné exploze
- ↙ odpad z provozů jaderných reaktorů - ^{90}Sr , ^{90}Y , ^{132}I , ^{137}Cs , ^{141}Ce , ^{144}Ce , ^{32}P

Radionuklidy - charakteristický poločas rozpadu, druh radiace, její energie.

Jednotky aktivity - becquerel (Bq), objemová aktivita - Bq.l^{-1} .

Povrchové vody – znečištění – radioaktivní prvky

Výskyt ve vodách:

- ↪ iontové
- ↪ molekulové (neiontové)
- ↪ koloidní (stopové koloidy)
- ↪ rozpuštěné / nerozpuštěné
- ↪ komplexy

Povrchové vody – znečištění – radioaktivní prvky

Nejnebezpečnější - radionuklidy s dlouhým poločasem rozkladu vysílající záření s velkou hustotou ionizace a se schopností bioakumulace a kumulace v sedimentech - ^{90}Sr , ^{226}Ra , ^{90}Y , ^{210}Pb , ^{210}Po .

Radionuklid	$\tau_{1/2}$	Reakce, zdroje
Přírodní a z kosmických reakcí		
^{14}C	5 730 r	$^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$ - termické n z kosmu, jaderné výbuchy - reakcí s N_2
^{32}Si	300 r	$^{40}\text{Ar}(p,x)^{32}\text{Si}$ - reakce atmosférického Ar s kosmickým zářením
^{40}K	$1,4 * 10^9$ r	0,0119 % přírodního K

Povrchové vody – znečištění – radioaktivní prvky

Radionuklid	$\tau_{1/2}$	Reakce, zdroje
Přírodní z ^{238}U rozpadové řady		
^{226}Ra	1 620 r	difuze ze sedimentů, atmosféry
^{210}Pb	21 r	$^{226}\text{Ra} \rightarrow 6 \text{ kroků} \rightarrow ^{210}\text{Pb}$
^{230}Th	75 200 r	$^{238}\text{U} \rightarrow 3 \text{ kroky} \rightarrow ^{230}\text{Th}$
^{234}Th	24 d	$^{238}\text{U} \rightarrow ^{234}\text{Th}$ in situ

Povrchové vody – znečištění – radioaktivní prvky

Radionuklid	$\tau_{1/2}$	Reakce, zdroje
Z jaderných reaktorů a jaderných výbuchů		
⁹⁰ Sr	28 r	Nejvýznamnější produkty jaderného štěpení - vysoké výtěžky a biologická aktivita
¹³¹ I	8 d	
¹³⁷ Cs	30 r	
²³⁹ Pu	24 300 r	²³⁸ U(n, γ) ²³⁹ Pu - vyhořelé reaktorové palivo -záchyt n uranem
¹⁴⁰ Ba	13 d	Klesající výtěžek jaderného štěpení ↓
⁹⁵ Zr	65 d	
¹⁴¹ Ce	33 d	
⁸⁹ Sr	31 d	
¹⁰³ Ru	40 d	
⁸⁵ Kr	10,3 r	
⁶⁰ Co	5,25 r	Neštěpné neutronové reakce v reaktorech

Sekundární znečištění vod - eutrofizace



Sekundární znečištění vod - eutrofizace

Proces obohacování vod o rostlinné živiny (N, P, C) - stojaté nebo pomalu tekoucí vody.

Při nadbytku živin - bouřlivý rozvoj řas, jejich rychlé odumírání, rozklad bakteriemi, na rozklad se spotřebovává kyslík - vznik anaerobních podmínek.

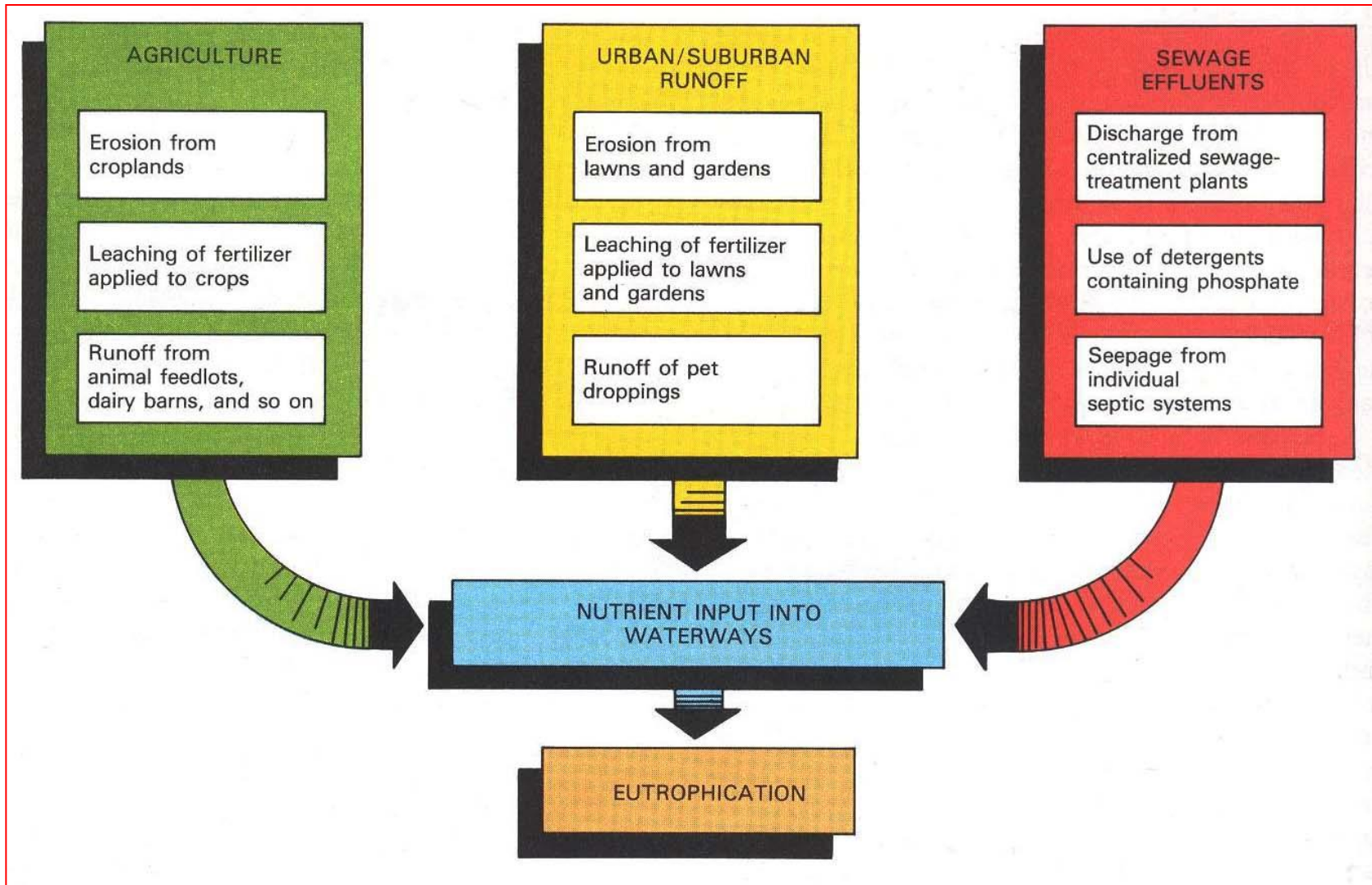
Ty neumožňují život vyšších forem života, voda je kalná, zapáchá, obsahuje toxické produkty anaerobního rozkladu (H_2S , NH_3).

Sekundární znečištění vod - eutrofizace

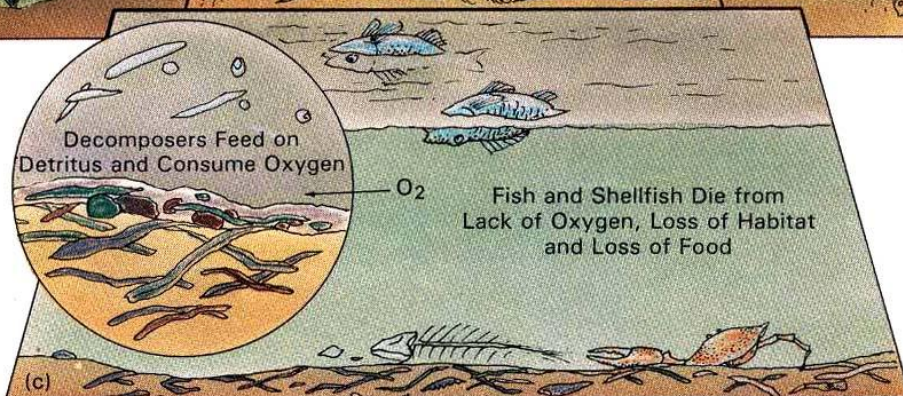
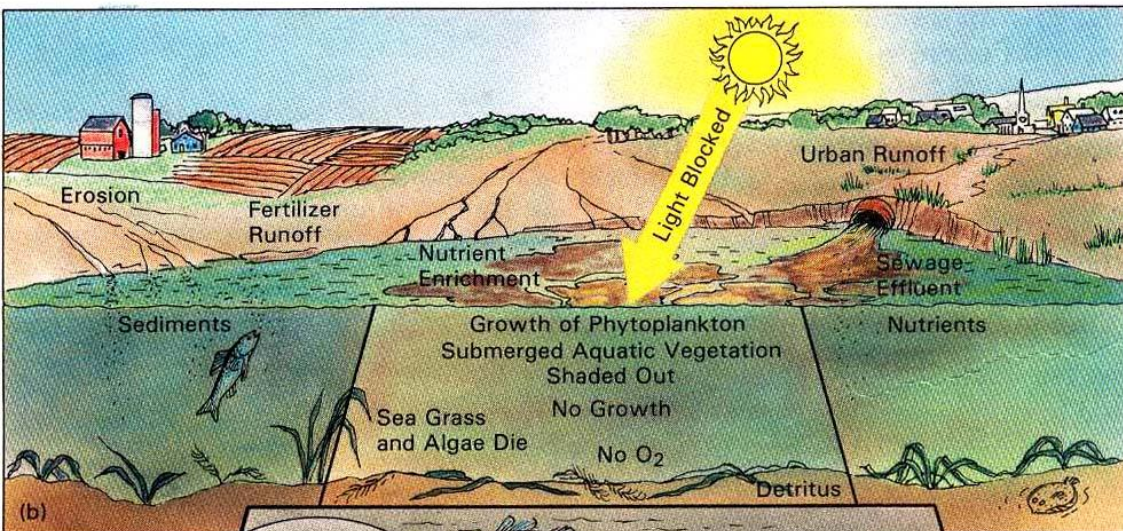
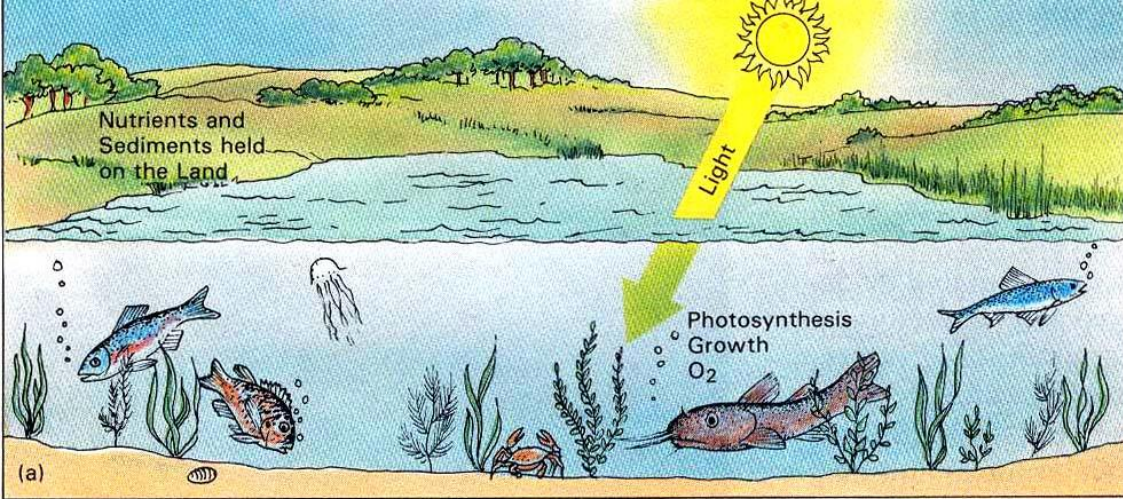
Přírodní - redukce objemu vody, zvětšování sedimentovaných nerozpuštěných podílů na dně (zásoby živin) - v rovnováze s rozpuštěnými anorganickými látkami.

Umělá (indukovaná, civilizační, kulturní) - povrchové toky a nádrže se obohacují anorganickými živinami v důsledku splachů dusíkatých a fosforečných hnojiv z polí, používání syntetických detergentů, atmosférického spadu, zvětšování množství splaškových OV ze zemědělských závodů.

Povrchové vody – znečištění – eutrofizace



Eutrofizace



Povrchové vody – znečištění – eutrofizace

Následky:

- ↪ zvýšení množství organických látek
- ↪ zbarvení, snížení průhlednosti vody
- ↪ snížení obsahu kyslíku (odumírání, rozklad)
- ↪ hromadění H_2S , rozpouští se Fe, Mn, roste agresivita
- ↪ rozvojem vyšších vodních rostlin se snižuje kapacita říčních koryt
- ↪ úhyn ryb, zvýšený obsah toxických složek
- ↪ obtížná technologie úpravy pitné i průmyslových vod

Povrchové vody – znečištění – organické látky

Rozmanitý původ - výluhy z půd a sedimentů, produkty životní činnosti rostlin a živočichů, antropogenní vstupy.

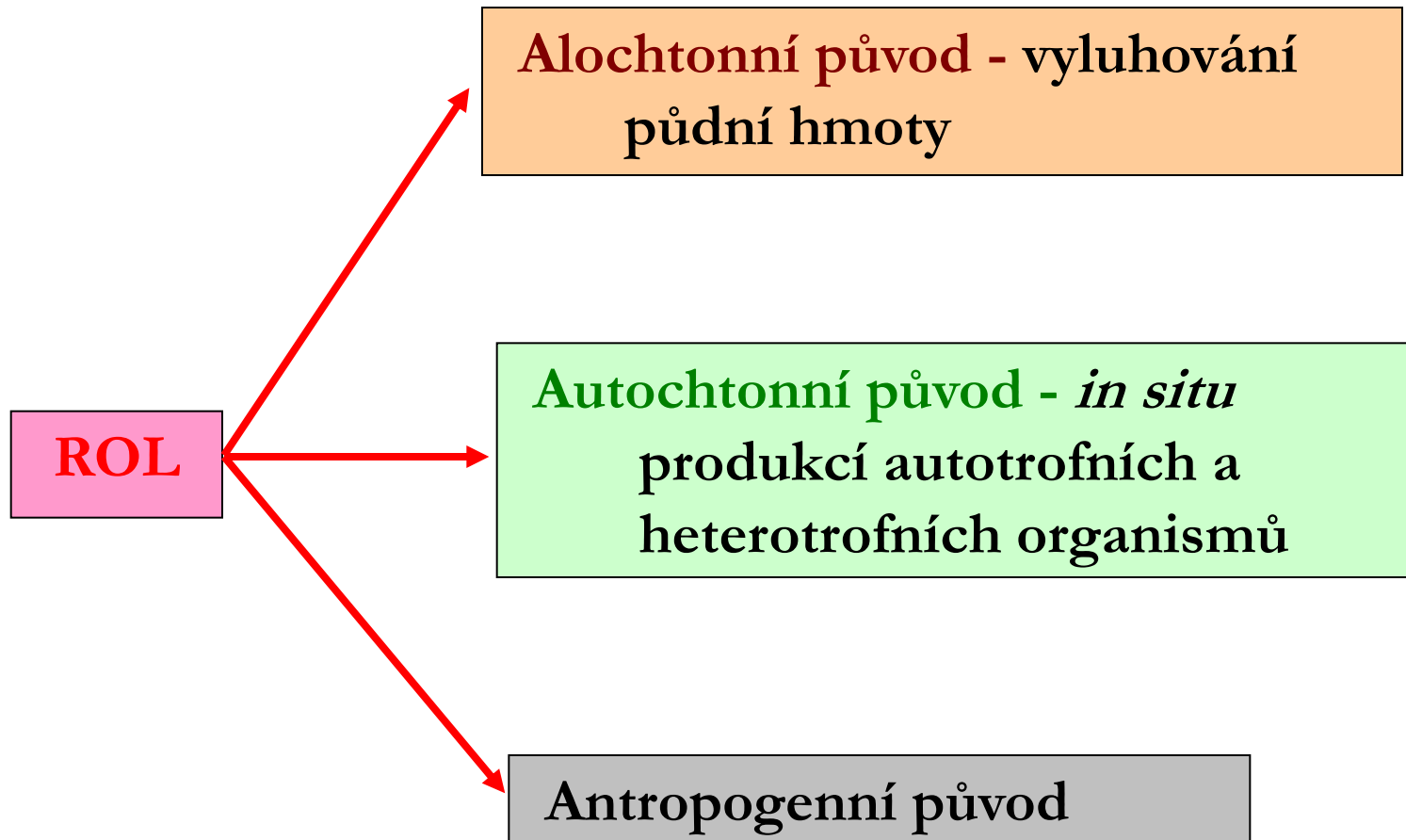
Různá persistence, toxicita.

Rozpuštěné OL (ROL):

- ↪ podzemní vody - jednotky mg.l^{-1}
- ↪ povrchové toky znečištěné OV - desítky mg.l^{-1}

Přirozené vody - ROL biologicky nerozložitelné nebo obtížně rozložitelné ($\text{BSK}_5 / \text{CHSK} = 0,1$) - důsledek samočisticích procesů.

Povrchové vody – znečištění – organické látky



Povrchové vody – znečištění – organické látky

Fenoly - průmyslové odpadní vody - tepelné zpracování uhlí, petrochemie, městské a znečištěné povrchové vody.

Biosyntetické pochody v živých organismech - rostlinného původu, vyluhování humusu, rostlinné třísloviny, ligniny.

Antropogenní původ - úprava voda chlorací - vznik chlorfenolů („medicinský“ zápach vody), nitrofenoly.

Povrchové vody – znečištění – organické látky

Polychlorované bifenyly (PCBs) - výroba, aplikace, 1984 - zákaz, bioakumulace v rybách a dalších vodních organismech, bioobohacování v potravních řetězcích, kumulace v sedimentech.

Japonsko - nemoc Yusho - rýžový jedlý olej s PCBs - > 1 000 lidí - kožní vyrážky, výtoky z očí, tmavá pokožka).

Povrchové vody – znečištění – organické látky

Tenzidy a detergenty

Povrchově aktivní látky:

- ↪ prací prostředky
- ↪ emulgátory
- ↪ dispergátory
- ↪ smáčedla
- ↪ pěnidla

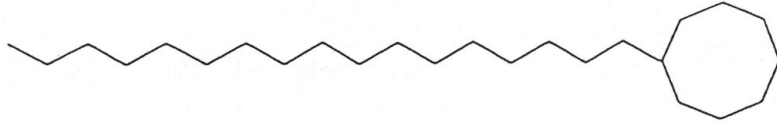
Povrchové vody – znečištění – organické látky

Detergenty = tenzidy + přísady

Tenzidy - dlouhý hydrofóbní řetězec + minimálně 1 hydrofilní skupina:

- ↪ **aniontové** (organický aniont)
- ↪ **kationtové** (organický kationt)
- ↪ **neiontové** (aniontový nebo kationtový charakter - podle pH)
- ↪ **amfolytické** (nedisociují, rozpouštějí se solvatací většího počtu hydrofilních skupin)

Chemické složení detergentů



Hydrophobic

Hydrophilic

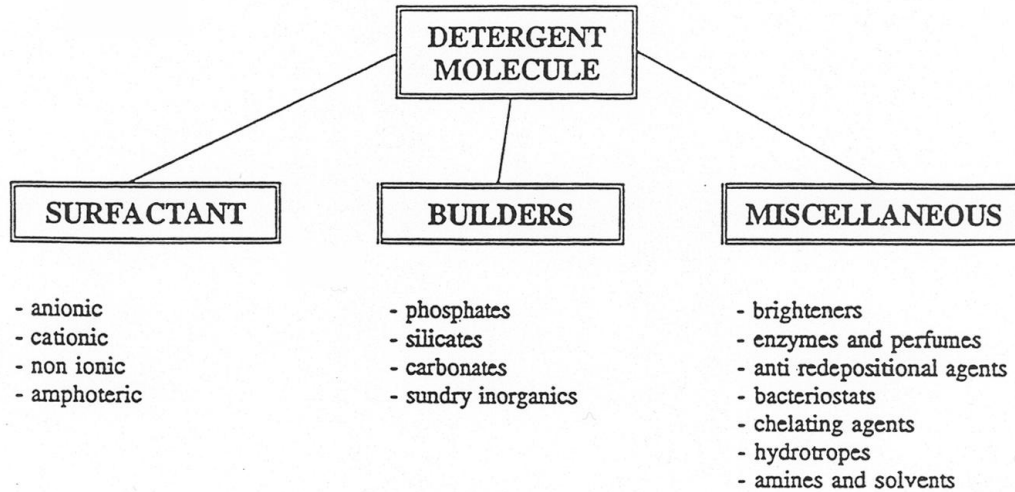
Long aliphatic hydrocarbon moiety (10-20 C) as:

- long-chain fatty acid (FA)
- alkylbenzene (AB)
- alcohol
- alkylphenol (AP)
- polyoxypropylene

Polar moieties as:

- sulfate
- sulfonate
- carboxylate
- quaternary ammonium salt
- sucrose
- polyoxyethylene

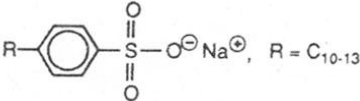
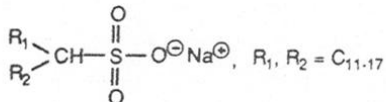
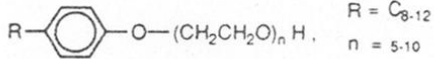
Schematic diagram showing the constitution of a typical detergent.



Chemical composition of typical surfactant molecules.

Příklady komerčně důležitých povrchově aktivních látek

TABLE 2.6 Examples of Commercially Important Surfactants^a

Common Name of Surfactant Class (Acronym)	General Structure
<i>Anionic Surfactants</i>	
Soaps	$R-CH_2-COO^-Na^+$, $R = C_{10-16}$
Linear alkylbenzene sulfonates (LAS)	 $R-C_6H_4-SO_3^-Na^+$, $R = C_{10-13}$
Secondary alkyl sulfonates (SAS)	 $R_1R_2CH-SO_3^-Na^+$, $R_1, R_2 = C_{11-17}$
Fatty alcohol sulfates (Alkyl sulfates, FAS)	$R-CH_2-O-SO_3^-Na^+$, $R = C_{11-17}$
<i>Cationic Surfactants</i>	
Quaternary ammonium chloride (QAC)	$[R_1R_2R_3R_4N^+]Cl^-$, $R_1 = R_2 = C_1$ $R_3 = R_4 = C_{16-18}$
<i>Nonionic Surfactants</i>	
Alkylphenol polyethyleneglycol ethers (APEO)	 $R-C_6H_4-O-(CH_2CH_2O)_nH$, $R = C_{8-12}$ $n = 5-10$
Fatty alcohol polyethyleneglycol ethers (AEO)	$R-CH_2-O-(CH_2CH_2O)_nH$, $R = C_{7-17}$ $n = 3-15$

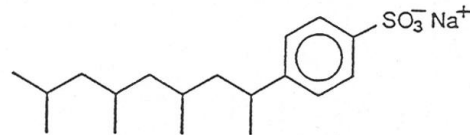
^aFrom Piorr (1987).

Příklady chemických struktur typických tenzidů - aniontové

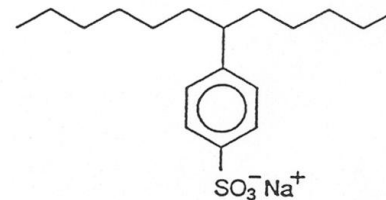
APPENDIX II:

CHEMICAL STRUCTURES OF TYPICAL DETERGENTS.

ANIONICS:



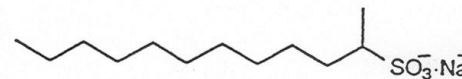
Alkylbenzenesulfonate, ABS
(sodium tetrapropylenebenzenesulfonate)



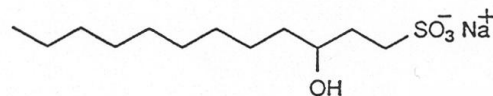
Linear alkylbenzenesulfonate, LAS
(sodium 6-dodecylbenzenesulfonate)



Alkyl sulfate
(sodium *n*-dodecyl sulfate)



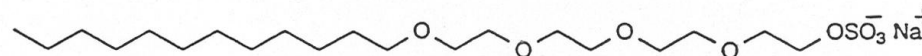
Alkanesulfonate
(sodium 2-dodecanesulfonate)



Beta-hydroxyalkyl sulfonate
(sodium 3-hydroxydodecanesulfonate)

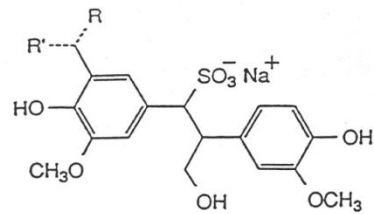


Alpha-olefinsulfonate
(sodium *n*-dodec-2-enesulfonate)

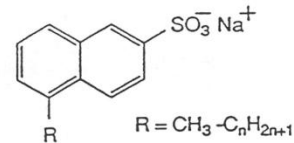


Alkyl ether sulfate
(sodium *n*-dodecyltetraethoxy sulfate)

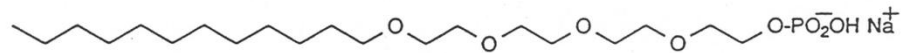
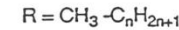
Příklady chemických struktur typických tenzidů - aniontové



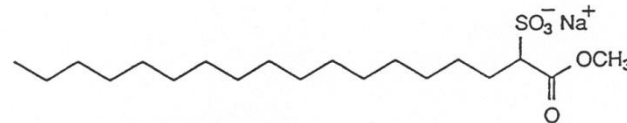
Lignin sulfonate



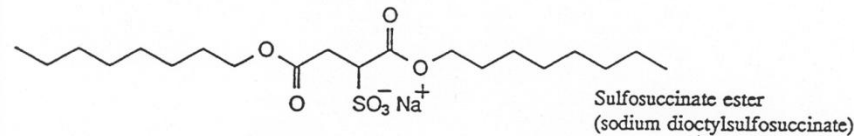
Petroleum sulfonates



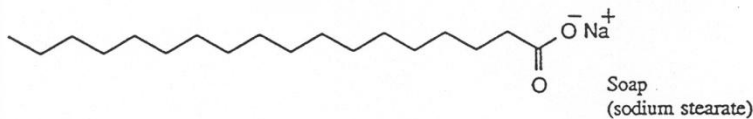
Phosphate ester
(sodium dodecyltetraethoxy phosphate)



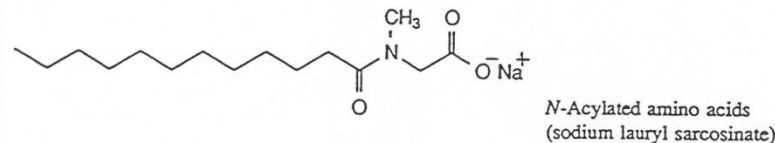
Tallow ester sulfonate
(alpha-sulfostearyl methyl ester component)



Sulfosuccinate ester
(sodium dioctylsulfosuccinate)



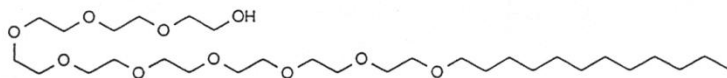
Soap
(sodium stearate)



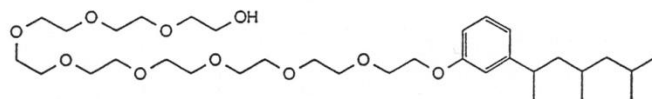
N-Acylated amino acids
(sodium lauryl sarcosinate)

Příklady chemických struktur typických tenzidů - neiontové

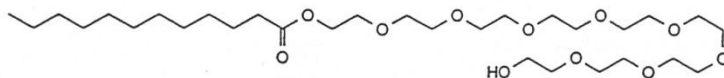
NON IONICS:



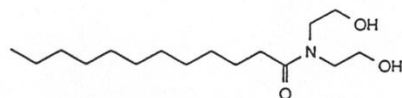
Ethoxylated alcohol
(dodecanol 9-ethoxylate)



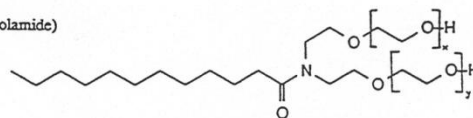
Ethoxylated alkylphenol



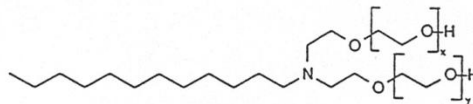
Ethoxylated acids
(dodecanoic acid nonaethyleneglycol ester)



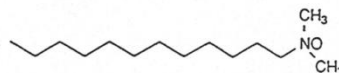
Fatty acid alkanolamide
(dodecanoic acid diethanolamide)



Ethoxylated alkanolamides
(ethoxylated dodecanoic acid diethanolamide)



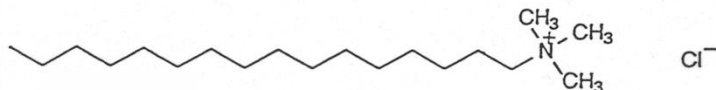
Ethoxylated amines
(ethoxylated dodecylamine)



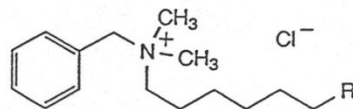
Amine oxide
(lauryl dimethylamine oxide)

Příklady chemických struktur typických tenzidů – kationtové, amfolytické

CATIONIC:

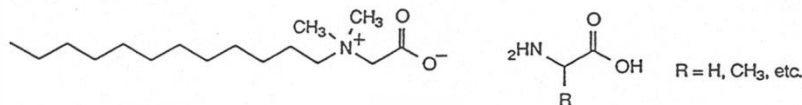


Fatty acid quaternary ammonium salts
(*n*-Hexadecyltrimethylammonium chloride)



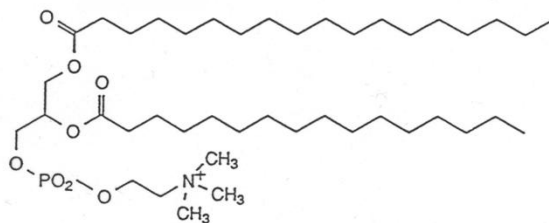
Benzylalkyldimethylammonium salts

AMPHOTERIC:



Carboxybetaines
(dodecyltrimethylammonium methanecarboxylate)

Amino acid
R = H, CH₃, etc.



Lecithin

Povrchové vody – znečištění – organické látky

Přísady:

- ↪ aktivační (polyfosforečnany, boritany, křemičitany),
- ↪ plniva (Na_2SO_4),
- ↪ optické zjasňovací prostředky,
- ↪ barviva,
- ↪ parfémy.

Tenzidy - 80 % produkce - aniontové, nejméně kationtové a amfolytické.

Biologicky obtížně rozložitelné.

Z vodohospodářského hlediska poměrně vhodné -
alkylbenzensulfonany (ABS) - pomalý biologický rozklad a
pravděpodobně bez rozkladu aromatického jádra.

Povrchové vody – znečištění – organické látky

Tenzidy ve vodách:

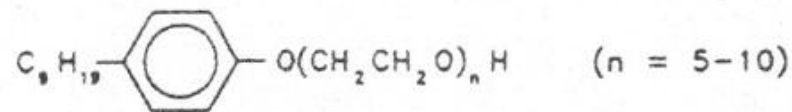
- ↪ příčina pěnění za turbulentních podmínek toku,
- ↪ zpomalují přestup kyslíku do vody,
- ↪ způsobují dispergaci nerozpuštěných látek,
- ↪ způsobují emulgaci tuků a olejů,
- ↪ ve větších koncentracích mohou působit toxicky na vodní organismy,
- ↪ snížení účinku mechanického a biologického čištění OV a ztížení provozu a obsluhy ČOV tvorbou velkého množství pěny, která může být roznášena větrem po okolí.

Povrchové vody – znečištění – organické látky

Mýdla tvoří s Ca^{2+} a Mg^{2+} málo rozpustné sloučeniny, které jsou povrchově neaktivní - jsou proto zadrženy většinou v mechanickém stupni, zbytek je snadno rozložen biologicky.

Ca^{2+} a Mg^{2+} soli syntetických aniontových tenzidů jsou rozpustné a přecházejí proto až do biologického stupně.

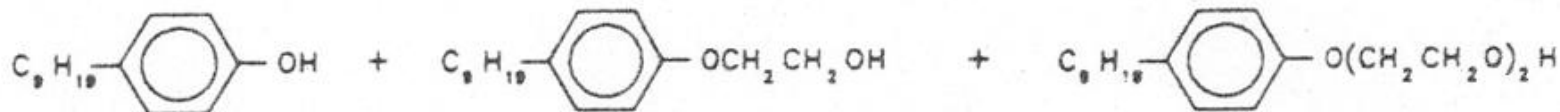
Degradace povrchově aktivních látek



p-nonylphenol polyethyleneglycol ethers
(surfactants)



microbial
degradation in
sewage treatment plant



persistent, ecologically objectionable degradation intermediates

Figure 2.9 Example of a group of widely used chemicals which, as a consequence of biological waste water treatment, are converted into persistent objectionable degradation intermediates (from Giger et al., 1984).

Chemická havarie

OCW-PEST   1352

Reprinted from ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY, Vol. 22, Page 992, September 1988
Copyright © 1988 by the American Chemical Society and reprinted by permission of the copyright owner.

Accidental input of pesticides into the Rhine River

Environmental impact and behavior of pollutants discharged during a chemical storehouse fire

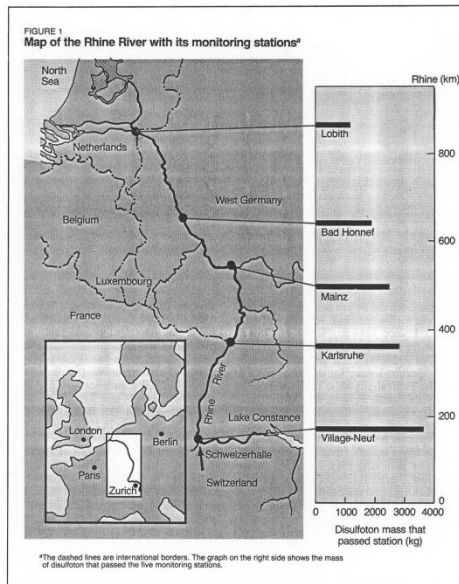
Paul D. Capel
U.S. Geological Survey
St. Paul, MN 55101

Walter Giger
Peter Reichert
Oskar Wanner
Swiss Federal Institute for
Water Resources and
Water Pollution Control (EAWAG)
CH-8600 Dübendorf, Switzerland

The Nov. 1, 1986, fire at a Sandoz Ltd. storehouse at Schweizerhalle, an industrial area near Basel, Switzerland, resulted in chemical contamination of the atmosphere, the surrounding soils, and the Rhine River. The chemicals discharged into the Rhine caused massive kills of benthic organisms and fish (1, 2). The 90 × 50-m storehouse, which was completely destroyed by the fire, contained pesticides (Table 1), solvents, dyes, and various raw and intermediate materials. The majority of the more than 1300 metric tons of stored chemicals (3) was destroyed in the fire, but large quantities were introduced into the atmosphere, into the Rhine River through runoff of the fire-fighting water, and into the soil and groundwater at the site. Public and private reaction to the fire and subsequent chemical spill was strong. Even though this was "one of the worst chemical spills ever" (4), the nature of the chemicals and the powerful self-cleansing mechanisms of the river have made the predictions of a long-term "dead" Rhine unfounded. The recovery of the Rhine from this accident is well underway, but the problems from chronic chemical contamination still remain.

Importance of the Rhine

The Rhine is one of the most important rivers in Europe, comparable only to the Danube, the Po, and the Rhône. It has played an important role in the development of European civilization.



Originating in the Swiss Alps, the Rhine flows through Lake Constance and westward to Basel, where it turns north, forming the French-German border (Figure 1). The majority of the navigable portion of the river flows

through the Federal Republic of Germany before it reaches the Netherlands, and finally the North Sea. Its 1320 km of waterway forms the backbone of the central European navigation system and allows Basel, which is about 800

992 Environ. Sci. Technol., Vol. 22, No. 9, 1988

0013-936X/88/0922-0992\$01.50/0 © 1988 American Chemical Society



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Inovace tohoto předmětu je spolufinancována
Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem
České republiky**