

# Aplikace geochemie

## Žákonné regulace



### **Základní zdroje**

Ministerstvo životního prostředí -  
[www.env.cz](http://www.env.cz)

**Zákon - parlament**

**Vyhláška – různé orgány**

**Směrnice - ministerstva**

**Nařízení – vlády**

**Metodický pokyn**

# Zdroje



Přehled norem z oblasti životního prostředí - ČSN ISO

## Příklady:

- Zákon České národní rady o posuzování vlivů na životní prostředí - 244/92 Sb (EIA – Environmental Impact Assessment)
- Nařízení vlády, kterým se stanoví ukazatele a hodnoty přípustného stupně znečištění vod - 82/1999 Sb

## Mezinárodní

- EU – odkazy na MŽP
- US Environmental Protection Agency (EPA) - [www.epa.gov](http://www.epa.gov)
- IRIS – Integrated Risk Information System - [www.epa.gov/iris](http://www.epa.gov/iris)
- ATSDR – Agency for Toxic Substances and Disease Registry – [atsdr1.atsdr.cdc.gov](http://atsdr1.atsdr.cdc.gov)
- U. S. Department of Health & Human Services – [www.hhs.gov](http://www.hhs.gov)

# Analýza rizika

Metodický pokyn Ministerstva životního prostředí k zabezpečení usnesení vlády ČR č. 393 ze dne 13. července 1994, O zásadách dalšího postupu při privatizaci - postup zpracování analýzy rizika

Hodnocení rizika: postup, který využívá syntézu všech dostupných údajů podle současných vědeckých poznatků pro určení druhu a stupně rizik plynoucích z ekologické zátěže. Stanoví v jakém rozsahu jsou, nebo by v budoucnosti mohly být, působení tohoto znečištění vystaveny jednotlivé skupiny populace, nebo složky životního prostředí, a konečně zahrnuje charakterizaci existujících či potenciálních rizik, která z daných zjištění vyplývají. Hodnocení rizika sestává ze čtyř kroků – určení nebezpečnosti, určení vztahu dávka - odpověď, hodnocení expozice a charakterizace rizika.

Cílové parametry sanace: koncentrace nebezpečných látek v jednotlivých složkách prostředí, které jsou doporučeny na základě hodnocení rizika s ohledem na stávající a potenciální využití území. Tyto hodnoty by měly zaručovat ochranu zdraví člověka a životního prostředí.

Analýzu rizika se doporučuje využít i v dalších případech řešení ekologických zátěží než je uvedeno v prvním odstavci. Jedná se zejména o tyto případy:

1. Posouzení závažnosti ekologické zátěže a rozhodnutí o provedení nápravného opatření.
2. Vybrání optimální varianty nápravného opatření.
3. Stanovení cílových parametrů nápravného opatření.
4. Posouzení účinnosti realizovaného nápravného opatření nebo jeho etap.
5. Podnět k zápisu zbytkové ekologické zátěže jako břemeno do katastru nemovitostí.

# Analýza rizika

## 1. Údaje o území

### 1.1 Všeobecné

#### 1.1.1 Geografické vymezení území

#### 1.1.2 Využití území

#### 1.1.3 Základní charakterizace obydlenosti lokality

#### 1.1.4 Majetkoprávní vztahy

### 1.2 Přírodní poměry

#### 1.2.1 Geologické poměry

#### 1.2.2 Hydrogeologické poměry

#### 1.2.3 Hydrologické poměry

#### 1.2.4 Geochemické údaje o lokalitě

#### 1.2.5 Ochrana přírody a krajiny v okolí lokality

## 2. Hodnocení rizika

### 2.1 Určení nebezpečnosti

#### 2.1.1 Vytipování látek potenciálního zájmu

#### 2.1.2 Určení plošného a prostorového rozsahu kontaminace

#### 2.1.3 Určení a zdůvodnění prioritních škodlivin pro danou lokalitu

#### 2.1.4 Popis aplikovaných průzkumných, vzorkovacích a analytických metod včetně řízení jakosti

### 2.2 Posouzení šíření znečištění

#### 2.2.1 Charakteristika parametrů nesaturované zóny

#### 2.2.2 Charakteristika parametrů saturované zóny

#### 2.2.3 Odhad šíření znečištění

#### 2.2.4 Shrnutí výsledků

### 2.3 Hodnocení rizika pro lidské zdraví

#### 2.3.1 Vyhodnocení vztahu dávka - účinek

#### 2.3.2 Vyhodnocení expozice

#### 2.3.3 Charakterizace rizika

### 2.4 Hodnocení rizika pro ekosystémy

#### 2.4.1 Vyhodnocení ekotoxických účinků

#### 2.4.2 Vyhodnocení expozice

#### 2.4.3 Charakterizace rizika

### 2.5 Shrnutí celkového rizika

## 3. Doporučení cílových parametrů sanace

### Závěr a doporučení

# Hodnocení rizika pro zdraví člověka sestává z následujících kroků

1. Určení vztahu dávka - odpověď.
2. Vyhodnocení expozice.
3. Charakterizace rizika.

Hodnocení vztahu dávka - odpověď je postup, při kterém se kvantitativně popisuje vztah mezi dávkou a rozsahem škodlivého účinku, příp. četností jeho výskytu. Vztah dávka - odpověď je zásadně hodnocen pro kritický, tedy nejcitlivější účinek dané látky. Účinky se rozdělují na dva základní typy; prahový a bezprahový, jejichž hodnocení vychází z odlišné koncepce.

# Látky s nekarcinogenním účinkem

Koncepce hodnocení látek s nekarcinogenním účinkem vychází z představy, že škodlivý účinek se projeví teprve po překročení určitého prachu úrovně expozice.

Cílem kvantifikace vztahu dávka - odpověď je tedy nalézt horní hranici úrovně expozice, která bude bez účinku. Parametr, který je takto určen je referenční dávka (RfD). RfD je definována jako denní expozice (odhadnutá v rozpětí až jednoho řádu), která při celoživotní expozici pravděpodobně nezpůsobí poškození zdraví.

# Látky s karcinogenním účinkem

Současná koncepce hodnocení látek s karcinogenním účinkem vychází z představy, že škodlivý účinek se může projevit již v nejmenších dávkách, se stoupající dávkou stoupá pravděpodobnost jeho nastání.

Charakterizujícím parametrem je faktor směrnice vztahu dávka - odpověď v oblasti nízkých dávek (Slope Factor, Cancer Risk Unit), který se obvykle stanovuje pro orální a inhalační cestu expozice samostatně (OSF, IUR). Úroveň expozice se přepočítává na celkovou předpokládanou délku života exponované osoby, tj. stanovuje se průměrná celoživotní denní expozice (LADD). Riziko vypočtené tímto způsobem představuje celoživotní vzestup pravděpodobnosti počtu nádorových onemocnění nad všeobecný průměr v populaci pro jednotlivce (CVRK), nebo pro populaci (CVRP.)

Výpočet se provádí podle následujících vztahů:

$$\text{CVRK} = 1 - \exp(-\text{OSF nebo IUR} \times \text{LADD})$$

$$\text{CVRP} = \text{CVRK} \times \text{velikost populace}$$

# Identifikace expozičních cest

Expoziční cesta je definována jako sled procesů, kterými se škodlivina dostává ze zdroje přes složky životního prostředí do organismu. Identifikace expoziční cesty znamená určení a stručný popis.

1. Zdrojů znečištění, ze kterých škodliviny přecházejí do jednotlivých složek prostředí (např. zemina kontaminovaná PAU z bývalého plynárenského úložiště dehtů).
2. Popis fyzikálních chemických případně biologických procesů determinujících osud škodliviny a její transport v životním prostředí (např. vysoká sorpce a poměrně malá biodegradabilita PAU o více než 4 aromatických jádrech).
3. Popis míst (resp. činností), kde dochází ke kontaktu škodliviny s organismem (např. při výkopových pracích spojených se stavební činností).
4. Určení možných expozičních vstupů - inhalace, požití, vstřebání kůží.



# Kvantifikace expozice

Kvantifikace expozice představuje určení množství škodliviny, které skutečně překračuje hranici organismu, je obecně dáno rovnicí:

$$I = \frac{C \times CR \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

Kde:

I = vnější dávka (příjem) [mg.kg<sup>-1</sup>.den<sup>-1</sup>]

C = průměrná koncentrace [mg.litr<sup>-1</sup>] v dané složce prostředí nebo [mg.kg] (Získaná odhadem z transportního modelu, nebo z měření imisních koncentrací)

CR = rychlost kontaktu s kontaminovaným médiem [kg.den - liter.den]

EF = frekvence expozice [den.rok<sup>-1</sup>]

ED = doba trvání expozice [rok]

BW = průměrná tělesná hmotnost po dobu expozice [kg]

AT = doba, po kterou je průměrná koncentrace považována za konstantní [den]

V rovnici se vyskytují dva základní typy proměnných. Chemická koncentrace C a částečně také rychlost kontaktu CR jsou získány odhadem z transportního modelu, nebo z měření imisních koncentrací, zatímco pro ostatní parametry, zvané expoziční faktory, jsou zpravidla použity konvenční hodnoty (např. US EPA - Handbook of Exposure Factors).

# Požítí chemikálií z půdy

Rovnice:

$$\text{příjem [mg.kg}^{-1}\text{.den}^{-1}] = \frac{\text{CS} \times \text{IR} \times \text{CF} \times \text{FI} \times \text{EF} \times \text{ED}}{\text{BW} \times \text{AT}}$$

kde:

CS = koncentrace chemikálie v půdě [mg.kg<sup>-1</sup>]

IR = požité množství [mg půdy.den<sup>-1</sup>]

CF = převodní faktor [10<sup>-6</sup>.kg.mg<sup>-1</sup>]

FI = část požítá z kontaminovaných zdrojů [bezrozměrné]

EF = frekvence expozice [případy.rok<sup>-1</sup>]

ED = trvání expozice [roky]

BW = váha těla [kg]

AT = čas průměrování (časový úsek, přes který je počítána průměrná expozice [dny])

# Inhalace chemikálií (v plynném skupenství) ze vzduchu

Rovnice:

$$\text{příjem [mg.kg}^{-1}\text{.den}^{-1}] = \frac{\text{CA} \times \text{IR} \times \text{ET} \times \text{EF} \times \text{ED}}{\text{BW} \times \text{AT}}$$

kde:

CA = koncentrace kontaminantu ve vzduchu [ $\text{mg.m}^{-3}$ ]

IR = inhalované množství [ $\text{m}^3\text{.hodina}^{-1}$ ]

ET = doba expozice [ $\text{hodiny.den}^{-1}$ ]

EF = frekvence expozice [ $\text{dny.rok}^{-1}$ ]

ED = trvání expozice [roky]

BW = váha těla [kg]

AT = čas průměrování (časový úsek, přes který je počítána průměrná expozice [dny])

# Kvantifikace rizika nekarzinogenních účinků

Kvantifikace rizika nekarzinogenních účinků využívá referenčních dávek získaných z hodnocení vztahů mezi dávkou a odpovědí. Mírou rizika je v tomto případě poměr RfD a příjmu I odhadnutého pro danou expoziční cestu, tento poměr se nazývá index nebezpečnosti HI

$$HI = I / RfD$$

kde I [ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{den}^{-1}$ ] je příjem látky a RfD ve stejné jednotce vyjádřená referenční dávka. HI nemá pravděpodobnostní charakter (na rozdíl od CVRK u karzinogenního účinku). Reálné riziko nekarzinogenního účinku nastává v případě, že HI je větší než 1. V tomto případě je vhodné zahájit nápravná opatření.

# Kvantifikace rizika karcinogenních účinků

Výpočet rizika karcinogenních účinků se provádí podle následujících vztahů:

$$\text{CVRK} = 1 - e \text{ (OSF nebo IUR/LADD)}$$

$$\text{CVRP} = \text{CVRK} \times \text{velikost populace}$$

Z hlediska posouzení přijatelnosti rizika platí ve světě dohoda, že pro populaci se za "ještě zdravotně bezpečnou" považuje pravděpodobnost vzniku nádorového onemocnění  $10^{-6}$  a pro jednotlivce  $10^{-4}$ .

Celkové riziko nekarcinogenních účinků je pro směs látek vyjádřeno rovnicí:

$$\text{HI} = \sum \text{HI}_i$$

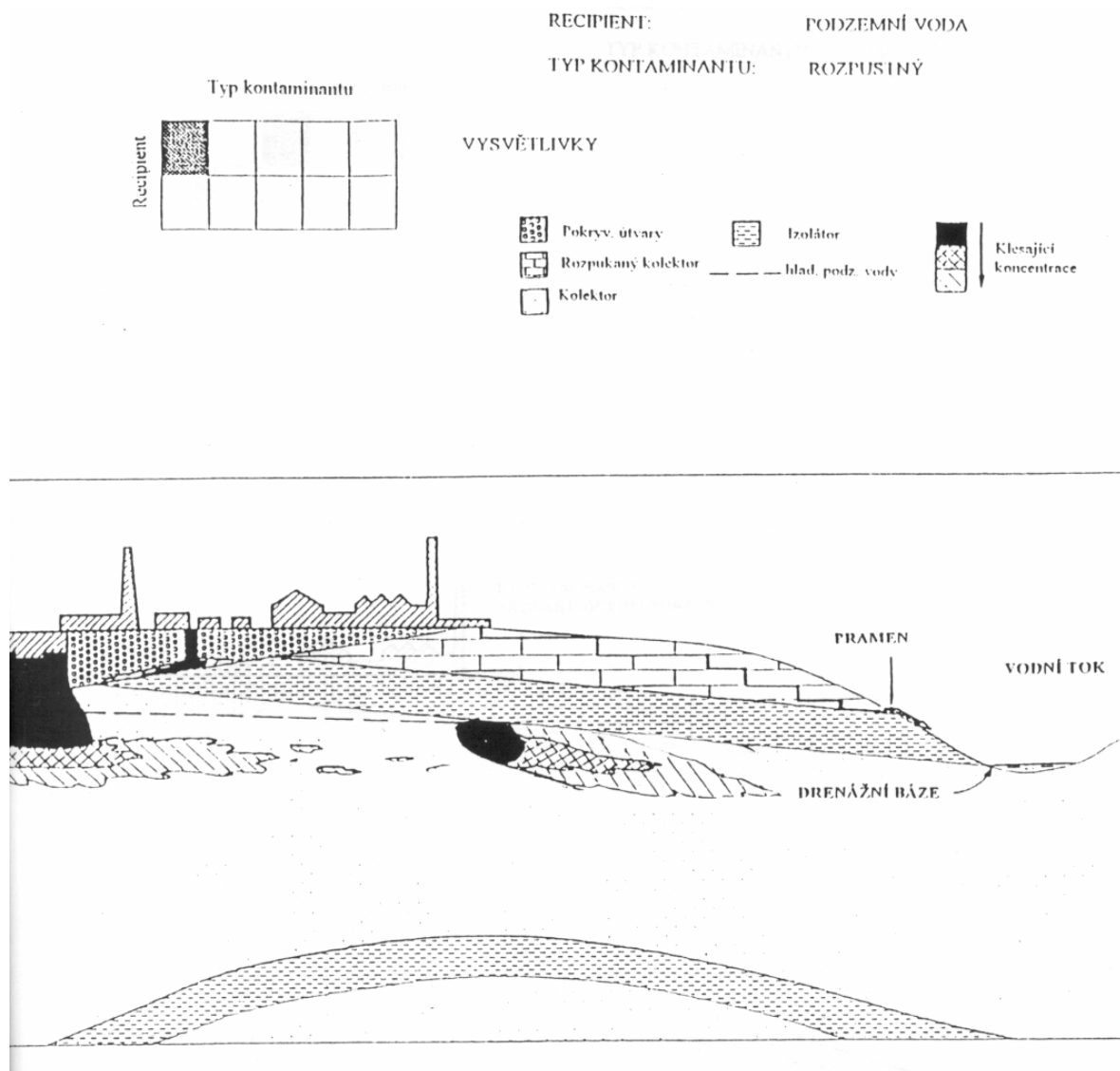
Celkové riziko karcinogenních účinků je dáno rovnicí:

$$\text{CVRK} = \sum \text{CVRK}_i$$

# Analýza rizika pro ekosystém

- Při analýze rizika pro ekosystém se doporučuje postupovat podle vyhlášky Ministerstva životního prostředí České republiky č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona ČNR č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny
- a publikace Ekologická rizika - Hodnocení environmentálních rizik (MŽP ČR, závěrečná zpráva projektu: Program péče o životní prostředí, č.: VZ/5200/95, kap. 1 až 4, TOČOEN, I. Holoubek a kol, 1995). Dále je nezbytné přihlídnout k veterinárním předpisům a výsledkům veterinárního monitoringu.

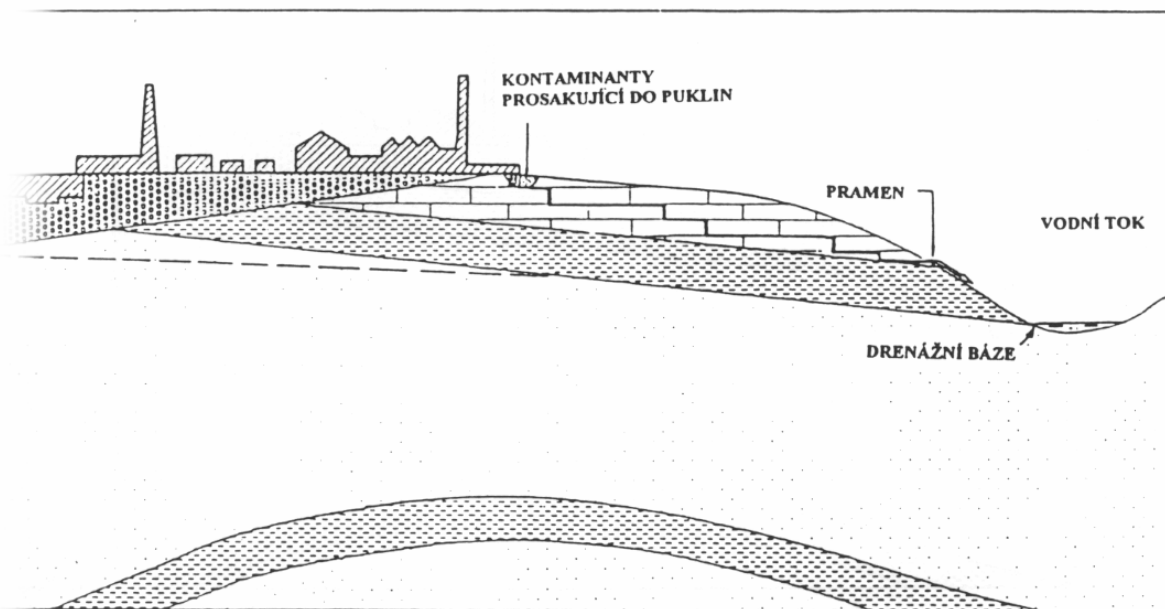
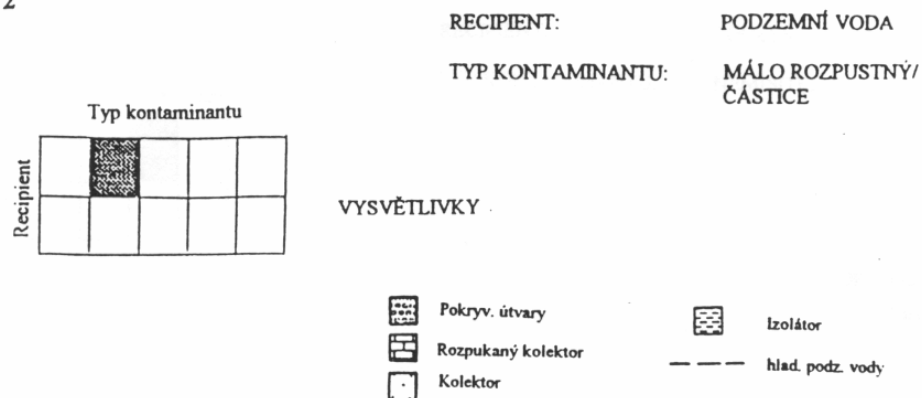
# Schéma 1



Rozpustné kontaminanty jsou všudypřítomnou hrozbou pro všechny vodní zdroje včetně podzemní vody. Rozpustné kontaminanty se mohou vyskytovat ve vodě vyplňující dutiny hornin a půdy nenasurované zóny, mohou migrovat póry, puklinami a dalšími plochami diskontinuity saturované zóny. Rozpustné kontaminanty vytvářejí mraky kontaminace, které se šíří ve směru proudění podzemní vody. Jestliže se jedná o nepřetržitý zdroj kontaminace, potom vyšší koncentrace budou v blízkosti zdroje kontaminace a nižší na okraji kontaminačního mraku. Jestliže se jedná o dočasný zdroj kontaminace (úniky, úkapy), kontaminant bude migrovat s podzemní vodou zanechávající za sebou mrak reziduální kontaminace.

# Schéma 2

Schema 2

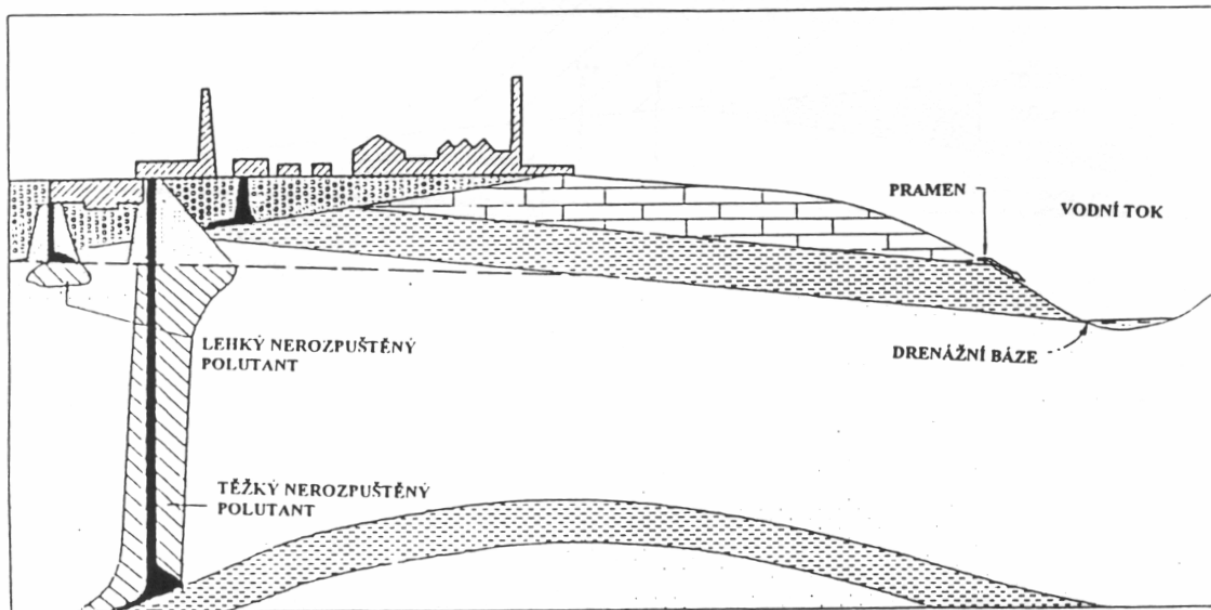
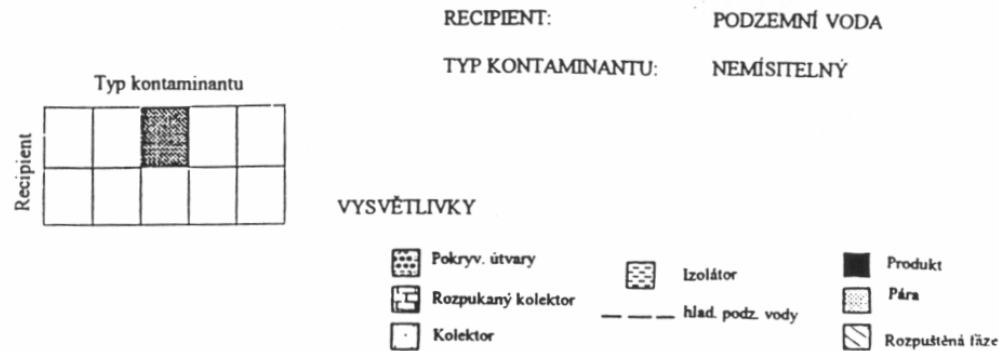


Málo rozpustné látky se jeví jako nebezpečné pro podzemní vodu jen tehdy, jestliže jsou toxické již při velmi nízkých koncentracích. Jediná cesta, jakou tento typ kontaminace může dosáhnout podzemní vody, je pohyb systémem puklin. Rychlost proudění je významným faktorem v udržení takovéto látky v suspensi. Pouze v dutinách krasového původu ve vápencových kolektorech bychom mohli očekávat transport kontaminace na větší vzdálenosti. (Baktérie a viry, jež mohou být též uvažovány jako částice, se vzhledem ke svým mikroskopickým rozměrům mohou pohybovat i v nerozpukáných kolektorech.



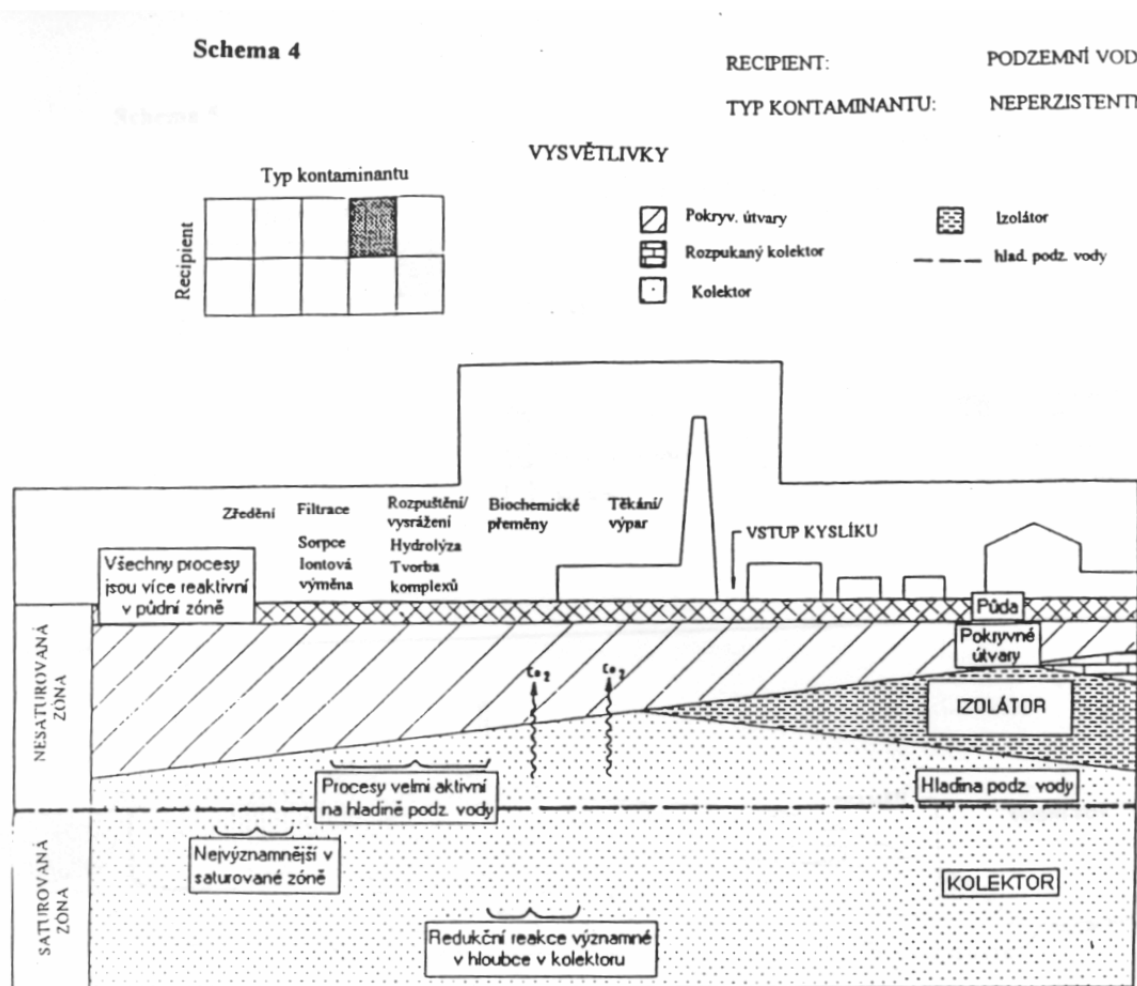
# Schéma 3

Schema 3



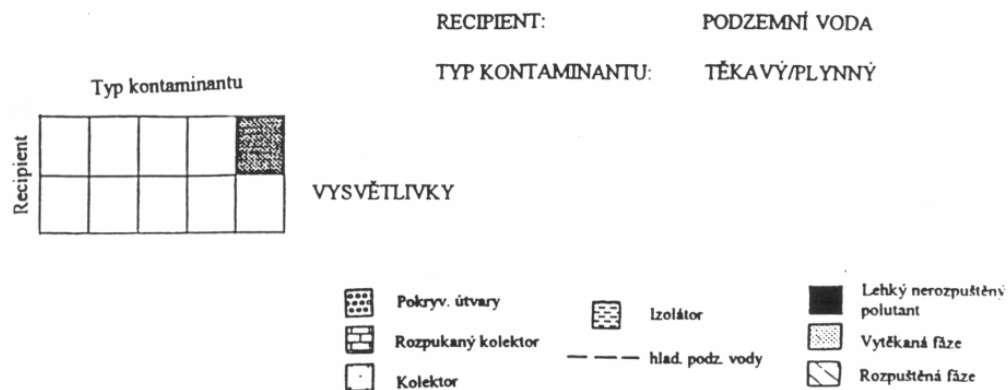
Nemísitelné kontaminanty můžeme dělit na lehké (LNAPL - např. minerální oleje) a na těžké DNAPL - např. chlorované látky). LNAPL mají tendenci plout na hladině podzemní vody a pohybovat se ve směru jejího proudění. DNAPL klesají na dno zvodně, kde se akumulují. Jejich pohyb může být ovlivňován i jinými faktory, než je proudění podzemní vody, např. sklonem dna kolektoru.

# Schéma 4

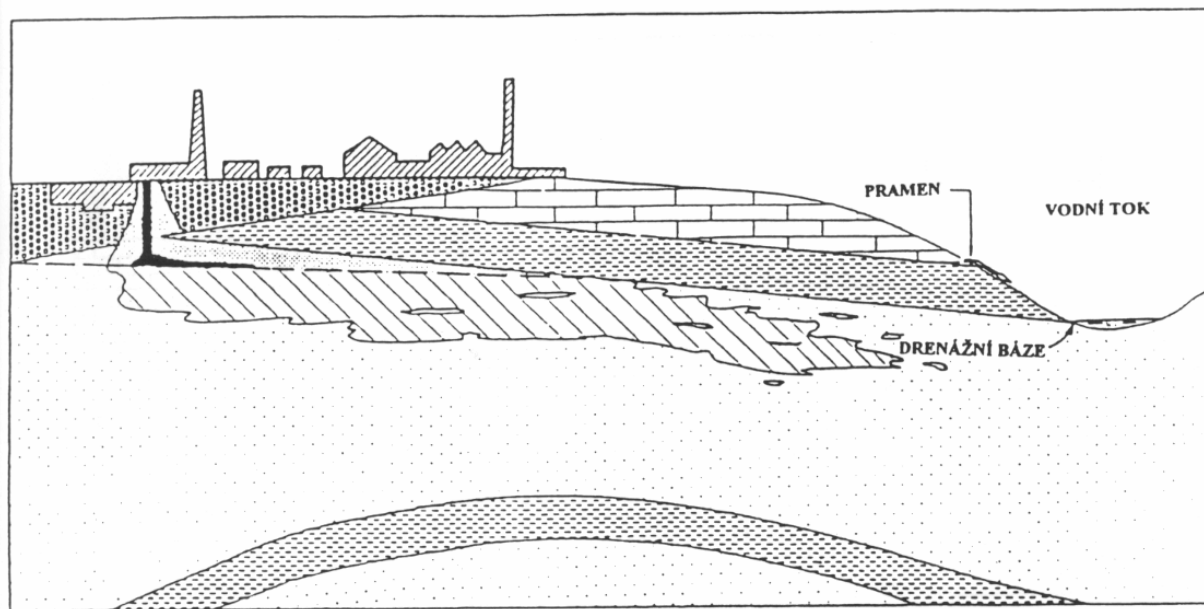


Vzhledem k vlastnostem kontaminantu (těkavost apod.) nebo vzhledem k interakci kontaminantu s půdou, saturovanou, či nesaturovanou zónou může být kontaminace podzemní vody nestálá. Půdní horizont je biologicky a chemicky nejaktivnější horizont a tato aktivita se směrem do hloubky snižuje. Mikrobiologická degradace neperzistentních kontaminantů může být očekávána ve všech prostředích. Relativně perzistentní kontaminant se může vyskytovat v menším množství v hloubce, kde redukční podmínky umožňují život různým druhům mikrofauny, než v půdním horizontu. Samozřejmě to platí i naopak, kdy například uhlovodíky budou degradovat a těkat rychle v půdě, a setrávat po desetiletí i déle v hlubších zónách kolektoru. Některé procesy mohou být velmi důležité v pásmu kapilární tržně a v zóně kolísání hladiny podzemní vody. Vodou, která je obsažena v dutinách hornin a půdy nesaturované zóny, dochází k ředění kontaminantů. Největší ředění však nastává v saturované zóně, a to ihned pod hladinou podzemní vody. Horizonty s proměnlivou propustností mohou mít za následek nestejně nařazení kontaminantu. Redukční podmínky v hlubších zónách kolektoru mohou způsobit změny charakteru kontaminantu.

Schema 5



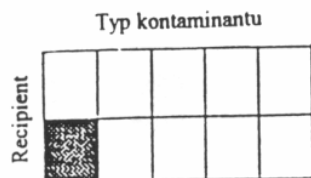
# Schéma 5



Během migrace kontaminantu nenasycenou zónou se vytěkaná fáze kontaminantu stává součástí půdního vzduchu a velmi často bývá detekovatelná svým zápachem. K těkání může také docházet z rozpuštěného kontaminantu nebo nemísitelného kontaminantu na hladině podzemní vody.

Schema 6

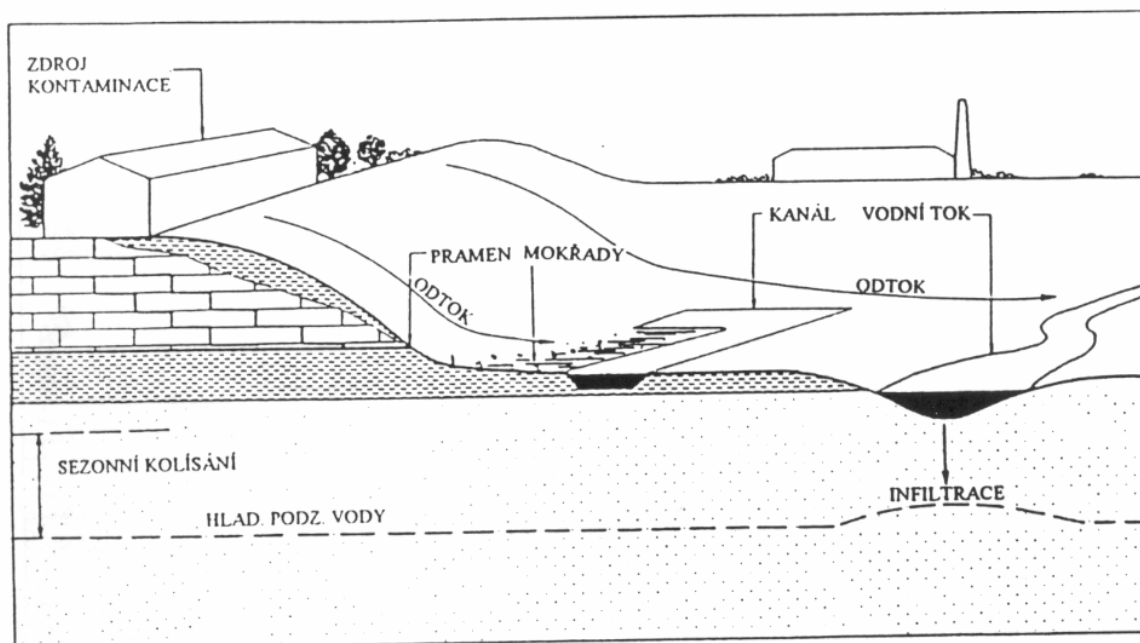
RECIPIENT: POVRCHOVÉ TOKY  
TYP KONTAMINANTU: ROZPUSTNÝ



VYSVĚTLIVKY



# Schéma 6

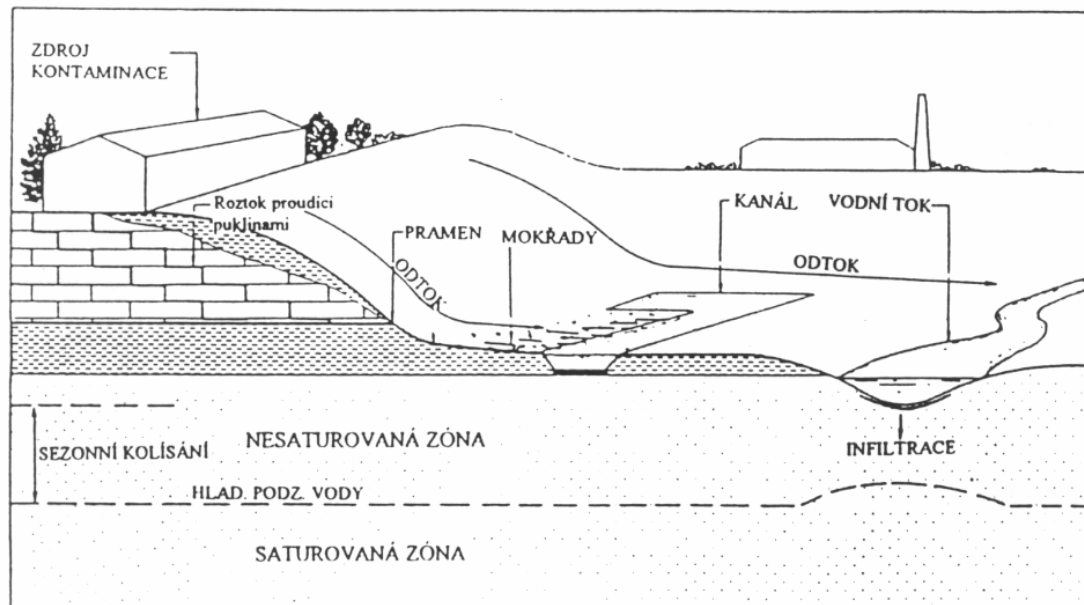


Ve vodě rozpustné kontaminanty jsou všudypřítomnou hrozbou pro všechny zdroje povrchové vody. Rozpustné kontaminanty se budou rozpouštět v povrchovém ronu, v povodňových vodách, v řekách, kanálech a mokřadech. Koncentrace kontaminantů je určována jejich zředěním.

## Schema 7



# Schéma 7



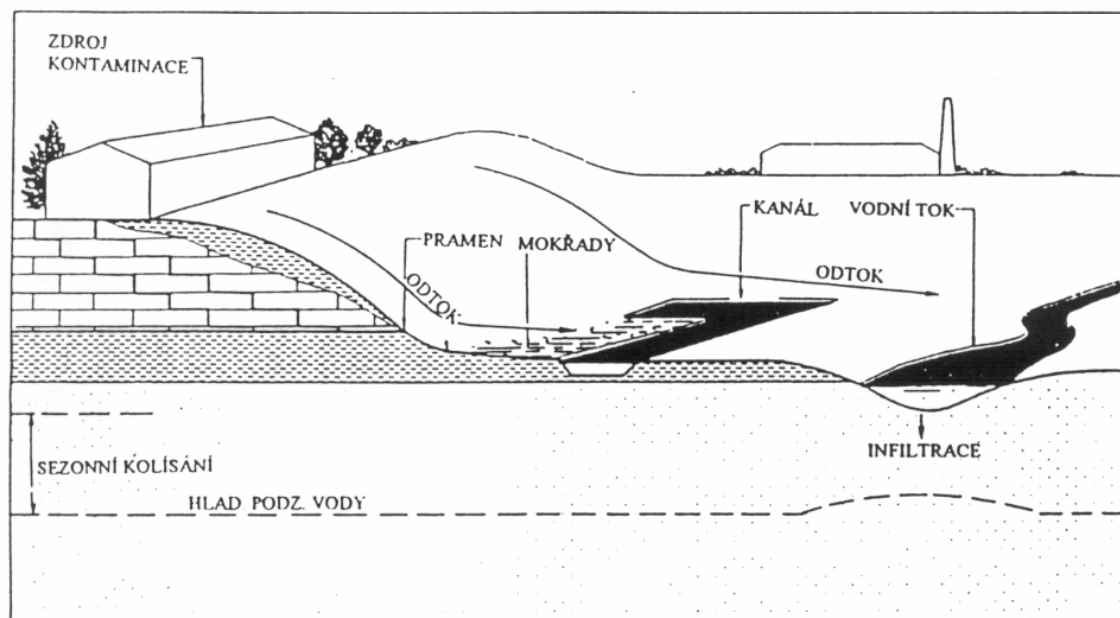
Málo rozpustné látky se jeví jako nebezpečné pro povrchové vody jen tehdy, jestliže jsou toxické již při velmi malých koncentracích. Částice, v závislosti na svých rozměrech, mohou zůstat v suspensi, nebo být ukládány v dnových sedimentech řek a kanálů.

Schema 8

RECIPIENT: POVRCHOVÉ TOKY  
TYP KONTAMINANTU: NEMÍSITELNÝ



# Schéma 8

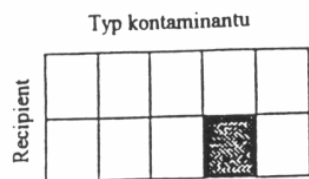


Nemísitelné kontaminanty můžeme dělit na lehké (LNAP - např. minerální oleje) a na těžké (DNAPL - např. chlorované látky). LNAPL mají tendenci plout na hladině vody, ale to může být ovlivněno turbulencí vody. DNAPL mají sklon tvořit emulze v rychle tekoucích řekách, ale v místech s nízkou rychlostí proudění budou klesat na dno řeky.

Schema 9

RECIPIENT: POVRCHOVÉ TOKY

TYP KONTAMINANTU: NEPERZISTENTNÍ



VYSVĚTLIVKY



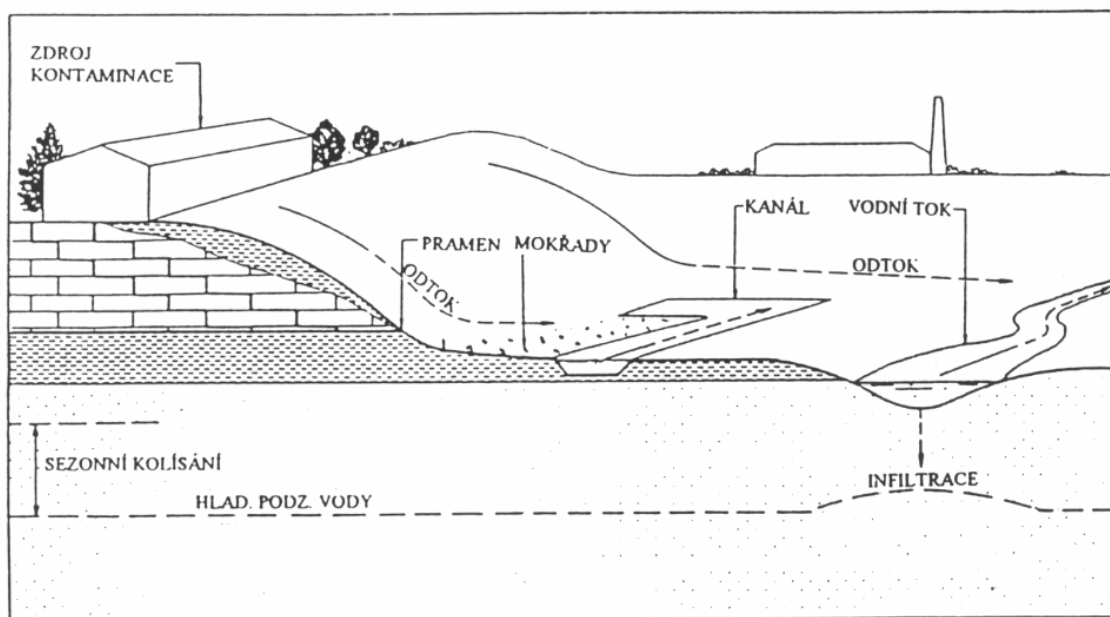
Izolátor



Kolektor



Rozpukavý kolektor



# Schéma 9

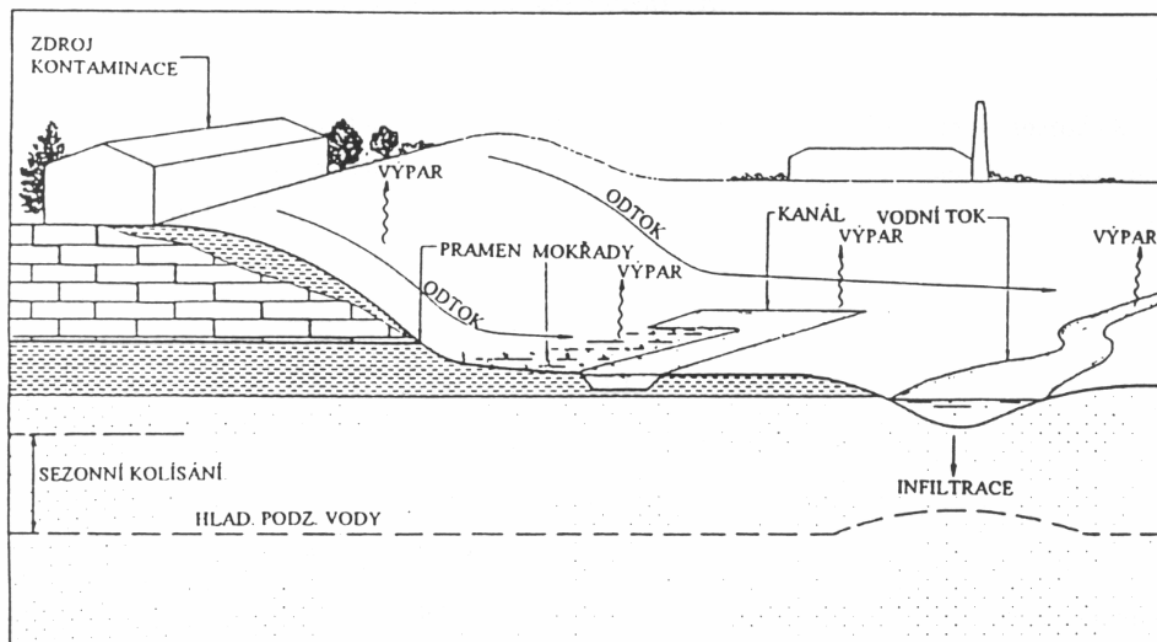
Neperzistentní kontaminanty mohou být zředěny, adsorbovány či chemicky nebo biologicky degradovány ve směru proudění řeky. Neperzistentnost kontaminantů nelze brát jako argument nižšího stupně ohrožení kvality povrchové vody níže po proudu řeky v porovnání s ohrožením v místě zdroje znečištění.

Schema 10

RECIPIENT: POVRCHOVÉ TOKY  
TYP KONTAMINANTU: TĚKAVÝ/PLYNNÝ



# Schéma 10



K těkání kontaminantů bude docházet z hladin řek a kanálů a při povrchovém odtoku. Rychlost těkání je závislá na klimatických podmínkách. Těkavé látky výrazně neohrožují povrchové vody.



Příloha 1. - ZEMINA

	A	B	C-obyt.	C-rekr.	C-prům.
	mg.kg <sup>-1</sup> sušiny	mg.kg <sup>-1</sup> sušiny	mg.kg <sup>-1</sup> sušiny	mg.kg <sup>-1</sup> sušiny	mg.kg <sup>-1</sup> sušiny
<b>I. Kovy<sup>*1)</sup></b>					
As	30	65	70	100	140
Ba	600	900	1000	2000	2800
Be	5	15	20	25	30
Cd	0.5	10	20	25	30
Co	25	180	300	350	450
Cr celk.	130	450	500	800	1000
Cr <sup>+3</sup>	2	12	20	25	50
Cu	70	500	600	1000	1500
Hg	0.4	2,5	10	15	20
Mo	0.8	50	100	160	240
Ni	60	180	250	300	500
Pb	80 <sup>*2)</sup>	250	300	500	800
Sb	1	25	40	50	80
Sn	15	200	300	400	600
V	180	340	450	500	550
Zn	150	1500	2500	3000	5000
<b>II. Monocyklické aromatické uhlovodíky (nehalogenované)</b>					
benzen	0.03	0.5	0.8	1	5
toluen	0.03	50	100	120	150
ethylbenzen	0.04	25	50	60	75
xyleny	0.03	25	30	50	75
Σ jednosytných fenolů <sup>*3)</sup>	0.05	25	50	60	120
styren	0.03	15	30	50	75
<b>III. Polycyklické aromatické uhlovodíky</b>					
anthracen	0.1	40	60	80	100
benzo(a)anthracen	0.1	4	5	10	50
benzo(a)pyren	0.1	1.5	2	4	10
benzo(b)fluoranthren	0.1	4	5	10	50
benzo(ghi)perylene	0.05	20	30	40	80
benzo(k)fluoranthren	0.05	10	15	20	30
fluoranthren	0.3	40	50	80	150
fenanthren	0.15	30	40	60	100
chrysen	0.05	25	40	50	80
indeno(1,2,3cd)pyren	0.1	4	5	10	50
naftalen	0.05	40	60	80	100
pyren	0.2	40	60	80	100
PAU celkem (suma výše uvedených PAU bez anthracenu, naftalenu a benzo(b)fluoranthenu)	1	190	280	380	640

Příloha 1. - ZEMINA - pokračování 1

	A	B	C-obyt.	C-rekr.	C-prům.
	mg.kg <sup>-1</sup> sušiny	mg.kg <sup>-1</sup> sušiny	mg.kg <sup>-1</sup> sušiny	mg.kg <sup>-1</sup> sušiny	mg.kg <sup>-1</sup> sušiny
<b>IV. Monocyklické aromatické uhlovodíky (halogenované)</b>					
chlorbenzeny (jednotlivé)	0.05	2.5	3	5	10
chlorfenoly (jednotlivé)	0.05	1.5	2	4	10
<b>V. Pesticidy organické chlorované<sup>*4)</sup></b>					
(jednotlivé)	0.05	2	2.5	5	10
<b>VI. Pesticidy ostatní<sup>*5)</sup></b>					
(jednotlivé)	0.05	3	4	7.5	12
<b>VII. Chlorované alifatické uhlovodíky<sup>*6)</sup></b>					
(jednotlivé mimo dále uvedené)	0.001	15	20	30	50
1,2-dichlorethan	0.001	1.5	2	3	5
1,1-dichlorethen	0.001	15	20	30	40
1,2-dichloretheny	0.001	10	15	25	40
dichlormethan	0.001	7	10	15	20
tetrachloethen	0.001	1.5	2	3	5
tetrachlormethan	0.001	0.5	0.4	1	2
trichlorethen	0.001	10	15	20	40
trichlormethan	0.002	5	8	10	15
chlorethen (vinylchlorid)	0.001	0.1	0.12	0.25	1
<b>VIII. Ostatní uhlovodíky (směsné, nehalogenované)</b>					
nepolární extrahovatelné uhlovodíky celkem	100	400	500	750	1000
<b>IX. Ostatní aromatické uhlovodíky (halogenované)</b>					
polychlorované bifenyly - PCB (suma kongenerů PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 a 180)	0.02	2.5	5	10	30
polychlorované dibenzodioxiny a dibenzofurany - PCDD/PCDF (vyjádřeno v ng I-TEQ TeCDD/g)	0.001	0.1	0.5	1	10

**Příloha 1. - ZEMINA - pokračování 2**

	A	B	C-obyt.	C-rekr.	C-prům.
	mg.kg <sup>-1</sup> sušiny	mg.kg <sup>-1</sup> sušiny	mg.kg <sup>-1</sup> sušiny	mg.kg <sup>-1</sup> sušiny	mg.kg <sup>-1</sup> sušiny
<b>X. Ostatní</b>					
<b><u>Anorganické látky</u></b>					
Br	20	160	200	300	500
F	500	1000	1200	1500	2000
kyanidy/thiokyanáty volné kyanidy	1.5	8	10	15	30
komplexotvorné (pH < 5)	7	100	150	500	700
(pH ≥ 5)	7	15	20	50	75
<b><u>Organické látky</u></b>					
cyklohexanon	0.01	50	60	100	250
dinitrotolueny	0.1	3	5	7	15
ftaláty (suma)	0.01	30	40	60	80
hydrochinon	0.1	5	8	10	15
chlornaftalen	0.1	2.5	1	5	10
pyrokatechin (katechol)	0.05	10	15	20	30
kresoly	0.05	2.5	3	5	10
nitrotoluen	0.1	4	5	10	20
pyridin	0.1	0.5	0.75	1	2.5
resorcin (resorcinol)	0.01	5	8	10	15
tetrahydrofuran	0.01	1	2	5	10
tetrahydrothiofen	0.1	30	40	60	100
trinitrotoluen	0.1	1	2	5	10

HODNOTY KATEGORIE C - VŠESTRANNÉ VYUŽITÍ ÚZEMÍ -	zemina
	mg.kg <sup>-1</sup> sušiny
<b>I. Kovy</b>	
As	55
Ba	625
Cd	12
Co	240
Cr	380
Cu	190
Hg	10
Ni	210
Pb	300
Zn	720
Mo	100
<b>II. Aromatické uhlovodíky</b>	
benzen	1
ethylbenzen	50
toluen	100
xyleny	25
fenoly	50
<b>III. Polycyklické aromatické uhlovodíky</b>	
PAU celkem	40
<b>IV. Chlorované uhlovodíky</b>	
PCB	1
DDT,DDE,DDD	2.5
tetrachlormethan	0.5
tetrachlorethen	2
trichlormethan	8
trichlorethen	15
<b>VI. Ostatní anorganické látky</b>	
kyanidy volné	20
kyanidy komplex. 1 (komplexotvorné pH<5)	150
kyanidy komplex. 2 (komplexotvorné pH >5)	20

HODNOTY KATEGORIE C - VŠESTRANNÉ VYUŽITÍ ÚZEMÍ -	zemina
	mg.kg <sup>-1</sup> sušiny
<b>VII. Ostatní organické látky</b>	
styren	30
NEL /nepolární extrahovatelné látky /	500
atrazin	6
pyridin	0.75
tetrahydrofuran	0,4
tetrahydrothiofen	40
ftaláty (suma)	40

**Příloha 2. - PODZEMNÍ VODA**

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
	$\mu\text{g.l}^{-1}$	$\mu\text{g.l}^{-1}$	$\mu\text{g.l}^{-1}$
<b>I. Kovy</b>			
Al <sup>+3</sup> *1)	100	250	400
As	5	50	100
Ba	50	1000	2000
Be	0.2	1	2.5
Cd	1.5	5	20
Co	20	100	200
Cr celk.	3	150	300
Cr <sup>+6</sup>	1	35	75
Cu	20	200	500
Hg	0.1	2	5
Mo	5	180	350
Ni	20	100	200
Pb	20	100	200
V	50	150	300
Zn	150	1500	5000
<b>II. Monocyklické aromatické uhlovodíky (nehalogenované)</b>			
benzen	0.2	15	30
ethylbenzen	0.2	150	300
toluen	0.2	350	700
xyleny	0.2	250	500
Σ jednosytných fenolů *2)	0.3	750	1000
styren	0.5	20	50
<b>III. Polycyklické aromatické uhlovodíky</b>			
anthracen	0.005	5	10
benzo(a)anthracen	0.005	0.5	1
benzo(a)pyren	0.005	0.1	0.2
benzo(b)fluoranthen	0.002	0.25	0.5
benzo(ghi)perylene	0.001	0.1	0.2
benzo(k)fluoranthen	0.001	0.1	0.2
fluoranthen	0.03	25	50
fenanthren	0.005	5	10
chrysen	0.005	0.1	0.2
indeno(1,2,3cd)pyren	0.001	0.1	0.2
naftalen	0.1	25	50
pyren	0.1	25	50
PAU celkem - suma výše uvedených PAU bez anthracenu, naftalenu a benzo(b)fluoranthenu	0.15	60	120

**Příloha 2. - PODZEMNÍ VODA - pokračování 1**

	A	B	C
	$\mu\text{g.l}^{-1}$	$\mu\text{g.l}^{-1}$	$\mu\text{g.l}^{-1}$
<b>IV. Monocyklické aromatické uhlovodíky (halogenované)</b>			
jednotlivé chlorbenzeny (mimo dále uvedené)	0.1	15	30
dichlorbenzeny	0.1	1.5	3
trichlorbenzeny	0.1	5	10
tetrachlorbenzeny	0.1	1	2
pentachlorbenzen	0.1	0.5	1
hexachlorbenzen	0.1	0.05	0.1
jednotlivé chlorfenoly mimo 2,4,5-trichlorfenol	0.1	10	20
2,4,5-trichlorfenol	0.01	5	10
<b>V. Pesticidy organické chlorované*3)</b>			
jednotlivé mimo			
methoxychlor	0.01	0.1	0.2
methoxychlor	0.01	25	50
<b>VI. Pesticidy ostatní*4)</b>			
jednotlivé herbicidy mimo triazinové triazinové herbicidy	0.01	0.2	0.5
	0.1	25	50
<b>VII. Chlorované alifatické uhlovodíky*5)</b>			
jednotlivé mimo dále uvedené	0.1	50	100
1,2-dichlorethan	0.1	25	50
1,1-dichlorethen	0.1	10	20
1,2-dichlorethen <i>cis,trans</i>	0.1	25	50
dichlormethan	0.1	15	30
tetrachlorethen	0.1	10	20
tetrachlormethan	0.1	5	10
trichlorethen	0.1	25	50
trichlormethan	0.1	25	50
chlorethen (vinylchlorid)	0.1	10	20
<b>VIII. Ostatní alifatické uhlovodíky (nehalogenované)</b>			
nepolární extrahovatelné uhlovodíky celkem	50	500	1000

**Příloha 2. - PODZEMNÍ VODA - pokračování 2**

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
	$\mu\text{g.l}^{-1}$	$\mu\text{g.l}^{-1}$	$\mu\text{g.l}^{-1}$
<b>IX. Ostatní aromatické uhlovodíky (halogenované)</b>			
polychlorované bifenyly - <b>PCB</b> (suma kongenerů PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 a 180)	0.01	0.25	1.0
polychlorované dibenzo- dioxiny a dibenzofurany - <b>PCDD/PCDF</b> (vyjádřeno v pg I-TEQ TeCDD/l)	10	25	50
<b>X. Ostatní</b>			
<b>Anorganické látky</b>			
B	100	500	5000
Cl	25 000	100 000	150 000
F	250	2000	4000
kyanidy/thiokyanáty volné	5	40	75
kyanidy komplexotvorné			
(pH < 5)	10	250	500
(pH ≥ 5)	10	100	200
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	120	1200	2400
NO <sub>2</sub> <sup>+</sup>	25	200	400
S (sulfidická)	10	150	300
<b>Organické látky</b>			
cyklohexanon	0.1	250	500
ftaláty (suma)	1	5	10
hydrochinon	0.1	400	800
pyrokatechin (katechol)	0.1	600	1200
kresoly	0.1	100	200
pyridin	0.1	3	6
resorcinol	0.1	300	600
tenzidy aniontové (PAL-A)	20	250	500
tetrahydrofuran	0.1	5	50
tetrahydrothiofen	0.1	15	30
trinitrotoluen (TNT)	0.1	0.5	1

### Příloha 3.- PŮDNÍ VZDUCH

	A	C
	mg m <sup>-3</sup>	mg.m <sup>-3</sup>
<b>NEL celkem</b>	5	20
trichlorethen	0,1	10
tetrachlorethen	0,1	10
chlorované alifatické uhlovodíky (jednotlivé)	0,1	10
benzen	0,1	5
toluen	0,1	10
ethylbenzen	0,1	10
xyleny	0,1	15
styren	0,1	5