

Fyzikálně-chemické a toxikologické parametry vytipovaných látek potenciálního zájmu

Jako předpokládané kontaminanty v dotčeném areálu OP papírna, s.r.o. v Olšanech byly na základě předchozích prací vytipovány následující látky potenciálního zájmu:

- ropné látky – uhlovodíky C₁₀–C₄₀, nepochybně extrahovatelné látky NEL
- kovy – Al, Pb, Zn
- chlorované uhlovodíky CIU
- extrahovatelné organické halogeny EOX

Ropné látky

(nepolární extrahovatelné uhlovodíky - ropné uhlovodíky) jsou směsí alifatických a aromatických látek. Je možné je rozřadit do 4 skupin:

1. Benzíny jsou směsí uhlovodíků C₄ až C₁₂, vřoucí v rozmezí teplot 30° C až 210° C. Obsahují alkany, isoalkany, cyklopentany, cyklohexany, benzen a jeho homology. Poměr jednotlivých uhlovodíkových skupin závisí na druhu ropy a jejich zpracování na benzíny.
2. Petroleje jsou směsí uhlovodíků C₁₂ až C₁₈, vřoucí v rozmezí teplot 140° C až 300° C. Letecké petroleje mají body varu v rozmezí teplot 150° C až 275° C. Obsahují alkany, isoalkany, alkylnafteny, alkybenzeny, dicykloalkany, tricykloalkany, vyšší aromatické uhlovodíky (naftalen, alkylnaftaleny), kondenzované polycyklické uhlovodíky (tetralin, indan). Jejich maximální hustota je 0.820 g.cm⁻³.
3. Plynové oleje obsahují uhlovodíky C₁₆ až C₂₄. Jsou to obdobné uhlovodíky jako u petroleje, ale kromě toho i vyšší homology a tricyklické uhlovodíky. V porovnání s petrolejí je v plynových olejích přítomno více cyklických, dicyklických a cyklanoaromatických uhlovodíků a méně alkanů, isoalkanů a nealkylovaných aromatických uhlovodíků. Plynové oleje ve směsi s petrolejí tvoří motorové nafty vřoucí převážně mezi teplotami 150° C až 360° C. Výševřoucí podíly plynového oleje mohou být součástí topných olejů.
4. Mazací oleje jsou odparafinované a odasfaltované destiláty z destilace ropy za sníženého tlaku. Mazací oleje obsahují nejvíce uhlovodíky C₂₄ až C₄₀, popř. i vyšší. Z jednotlivých typů převládají alkylycyklany s jedním delším a několika krátkými alkyly. Zušlechťování mazacích olejů české provenience se provádí přidáváním aditiv v rozmezí koncentrací 0,1 až 10 hmotn. % , vzácněji i větších.

Toxicita

Ropné látky mohou při styku s pokožkou způsobovat dermatosy a v některých případech i nádorová onemocnění kůže (zejména u těžkých uhlovodíků). Jejich význačným účinkem je, že zvyšují rozpustnost především organických látek a zvyšují jejich penetraci kůží. Nebezpečí akutní otravy přímým požitím je minimální (LD₅₀ > 2g.kg⁻¹), častější je možnost akutní otravy inhalací zejména u lehkých uhlovodíků (silný narkotický účinek). Chronické působení při inhalaci se projevuje malátností, bolestmi hlavy, poruchami krvetvorby a silným drážděním očí a plic. Při chronickém působení na pokožku dochází k degenerativním změnám v játrech, ledvinách a slezině. Nejnebezpečnější složkou NEL je benzen, jenž je prokázaný karcinom pro člověka. Významným negativním účinkem NEL je zhoršení organoleptických vlastností vody a znehodnocení vodních zdrojů již při koncentracích od 0,002 mg.l⁻¹, zatímco toxický efekt se projevuje až při vyšších koncentracích. Obecně platí, že NEL jsou toxičtější pro vodní ekosystémy než přímo pro člověka.

Ekotoxická

Ekotoxická je ovlivňována chemickým složením jednotlivých produktů, rozpustností různých uhlovodíků ropy a ropných produktů ve vodě, mění se v závislosti na stupni emulgate apod. Všeobecně se uvádí, že lehčí frakce ropy (petrolej, benzín) jsou značně toxičtější než těžší frakce (oleje). Nejtoxičtější je benzín, který již v množství 3 mg.l⁻¹ brzdí biochemické pochody. Pro perloočky je mimořádně jedovatý, pro nitěnky středně jedovatý. Ostatní ropné produkty jsou pro perloočky silně až velmi silně jedovate. Letecký petrolej je pro bezobratlé toxický v koncentraci 7,7 mg.l⁻¹, motorové oleje v koncentraci 40 mg.l⁻¹. Také citlivost různých druhů ryb k ropným látkám je odlišná. Nejcitlivější k působení ropných produktů je plůdek dravých ryb (bolena, candáta, pstruha), sumec, sazan a plotice jsou považovány za odolnější. Jeseterovité ryby hynou při koncentraci 200-1000 mg.l⁻¹ surové ropy ve vodě, koncentrace 50mg.l⁻¹ zpomaluje jejich růst. Obecně se uvádí, že koncentrace NEL od 1 mg.l⁻¹ mohou vyvolat akutní ekotoxický účinek.

KOVY

Hliník Al

Hliník patří mezi prvky přirozeně se vyskytující v zemském povrchu, ve formě podvojných hlinítokřemičitanů, bauxitu (Al(OH)_x) a kryolitu (Na₃AlF₆). Průmyslové využití hliníku je velmi rozsáhlé, a spočívá jak v jeho samotném použití, tak i použití ve slitinách, především s Cu, Zn, Mg a Mn. Největší využití tohoto kovu je v elektrotechnice, stavebnictví, a při výrobě obalů.

Toxická

Průmyslová expozice hliníku a jeho sloučeninám je velmi častá, ale pouze v omezených případech může být toxikologicky významná. U pracovníků exponovaných práškovému hliníku existuje možnost výskytu horečky z kovů a chronické aluminiozy. Při profesionální expozici bývá nejčastějším způsobem inhalace a následně jsou nejvíce ohroženy plíce, při neprofesionální expozici se jedná nejčastěji o požití hliníku ve vodě a potravě, a ohroženými orgány jsou trávicí ústrojí, játrech a mozku. Hliník je pro člověka málo toxický. V případě poruchy funkcí ledvin (hemodialýza) je jeho toxicita vyšší, protože nedochází k jeho vylučování z těla, způsobuje selhání ledvin. Hlavní projev otravy je porucha řeči, demence (Alzheimerova nemoc) a záchvaty, dochází ke kumulaci Al v mozku.

Ekotoxická

Toxicita hliníku pro vodní organismy je silně ovlivňována obsahem dalších látek (ionty Mg, Ca, hodnota pH). Jeho škodlivost stoupá se stoupající kyselostí vodního prostředí. Bezobratlí jsou poměrně odolní, perloočky hynou až v koncentracích nad 27 mg/l. Nejcitlivější vodní organismy jsou poškozovány koncentracemi nad 0,5 mg/l Al ve formě AlCl₃ a 0,1 mg/l Al ve formě Al(SO₄)₃.

Olovo Pb

Olovo je nejrozšířenější z těžkých kovů. Vyskytuje se v půdě, vodách i biosféře. Je to šedý, stříbřitě lesklý měkký kov, na vzduchu oxiduje na PbO, který se při manipulaci ve formě jemného prachu snadno uvolňuje do ovzduší. Pohlcuje radioaktivní záření

Toxická

Nejčastější formou akutní otravy olovem je postižení trávicího ústrojí. Počáteční příznaky jsou anorexie, dyspepsie, zácpa, kolikové záchvaty charakterizované difúzní kolikovitou bolestí břicha. Příznaky akutní encefalopatie jsou zvracení, apatie, ospalost, stupor, ataxie, hyperaktivita, v těžších případech kóma, které může končit zástavou dýchání a srdeční činnosti. Koncentrace olova v krvi se při akutní encefalopatii může pohybovat v rozmezí 80 -

300 µg na 100 ml. Při chronické otravě zpočátku převládají subjektivní příznaky: malátnost, pocit únavy, nechutenství, nespavost, pocit únavy v dolních končetinách, častá je zácpa. Při intoxikaci olovem je nejvíce postižen krvevorný systém, nervový systém, trávicí ústrojí a ledviny. V případech profesionální expozice olovu je častá anémie - postižení krvevorného systému. K postižení nervového systému, jak centrálního, tak i periferního může dojít při zvýšeném vstřebávání olova, vysoce rizikovou skupinu představují malé děti, především mladší 5 - 6 let. K nejzávažnějším neurofyzilogickým poruchám periferního nervového systému při intoxikaci olovem patří polyneuropatie se zpomalením rychlosti vedení motorickými i senzitivními nervovými vlákny, objevují se i abnormality na elektromyogramu - svalové fibrilace, snížení počtu aktivních motorických jednotek ve svalu při maximální kontrakci. Olovo může dále vyvolat postižení trávicího ústrojí, které vede až ke střešní kolice (vznikají již při relativně nízké koncentraci v krvi 40 - 80 µg Pb na 100 ml krve). U dětí exponovaných olovu bylo popsáno i postižení ledvin.

Karcinogenita

Zatím nejsou dostatečné důkazy o tom, že olovo je karcinogenní pro člověka, přestože u experimentálních zvířat exponovaných olovu byl popsán výskyt benigních i maligních tumorů. Při přepočtení z pokusu na zvířeti by musela být u člověka dávka Pb acetátu velmi vysoká (810 mg na den, 550 mg Pb při dlouhodobé expozici), aby byla srovnatelná s dávkou použitou pro vyvolání tumorů ledvin u potkanů. Stejně tak chybějí epidemiologické podklady pro posouzení možných teratogenních účinků olova a účinků na reprodukci. Nálezy zvýšeného procenta výskytu chromozomových aberací popsané některými autory u lidí exponovaných olovu nejsou dostatečně průkazné. Pracovníci jsou často vystaveni kromě olova i jiným kovům (Zn a Cd). EPA zařadila určité soli olova do skupiny B2 (pravděpodobné lidské karcinogeny), ačkoliv žádný potenciální faktor karcinogenity nebyl zjištěn. Tato kategorie se vztahuje k látkám, pro které existují dostatečné důkazy o karcinogenitě pro zvířata, ale nedostatečné důkazy o karcinogenním působení na člověka.

Ekotoxická

Toxická olova pro vodní organismy a ryby je silně ovlivněna kvalitou vody. Toxické koncentrace olova pro jednotlivé druhy ryby v různých typech vod kolísají v rozmezí 0,1 - 10 mg.l⁻¹. Nejvyšší přípustná koncentrace olova ve vodě z hlediska lososovitých ryb je 0,004 mg.l⁻¹. První snášejí koncentrace olova nižší než 0,5 mg.l⁻¹, pro nitěnký je olovo toxické v koncentracích vyšších než 0,1 mg.l⁻¹. Hodnota 0,2 mg.l⁻¹ olova se považuje za koncentraci, která snižuje počet druhů bentických organismů tekoucích vod.

Zinek Zn

Zinek patří mezi prvky běžně se vyskytující ve všech složkách životního prostředí. Nejvíce je zastoupen v horninách - zinková ruda, je však obsažen i v rostlinném a organickém materiálu, protože je nezbytný pro růst organismů. Do životního prostředí se kromě přirozeného způsobu výskytu dostává při zpracování zinkové rudy emisemi a kontaminovanými odpadními vodami.

Toxická

Zinek patří mezi prvky, které jsou nezbytné pro živé organismy a jejich nedostatek je škodlivý, toxický však může působit i jejich přebytek. Nedostatek zinku způsobuje retardovaný růst, zpoždění pohlavního dozrávání, anémii. Nízký obsah zinku provází cirhózu jater a infekční hepatitidu.

Karcinogenita

Zinek je podezříván z ko-karcinogenity, zvyšuje růst sarkomů vyvolaných polycyklickými aromatickými uhlovodíky.

Ekotoxická

Na sloučeniny zinku je velmi citlivý pstruh a jeho plůdek, s věkem ryb se odolnost vůči zinku zvyšuje. Zinek v koncentraci $0,4 \text{ mg.l}^{-1}$ vyvolává vymizení pošvatek ze zoobentosu tekoucích vod, koncentrace $0,3 \text{ mg.l}^{-1}$ působí toxicky na larvy jepic, $0,2 \text{ mg.l}^{-1}$ usmrcuje koryše blešivce stejně jako některé vodní měkkýše. V koncentracích nižších než 1 mg.l^{-1} zinek usmrcuje i prvoky. K organismům, které snáší i vyšší dávky Zn, patří perloočky a nitěnky.

CHLOROVANÉ UHLOVODÍKY

Chlorované alifatické uhlovodíky se nejčastěji vyskytují v průmyslu, kde mají široké použití jako rozpouštědla, odmašťovadla a čisticí látky. Vyskytují se všech provozech kde dochází k obrábění kovů, čištění oděvů a pod. Jsou to kapaliny (s výjimkou plynného vinylchloridu), těkavé, patří mezi hořlaviny I. stupně. Nízechlorované uhlovodíky jsou rozkladnými produkty výsechlorovaných. Tetrachlorethen se postupně rozkládá na trichlorethen, dichlorethen, vinylchlorid, a za příznivých podmínek až na ethen. Poměr nízechlorovaných a výsechlorovaných uhlovodíků tak může poukazovat na stupeň degradace směsi – stáří kontaminace.

Většina chlorovaných rozpouštědel je charakterizována relativně vysokou hustotou, podstatně vyšší než voda, a nízkou viskozitou. Proto je ve vodě nerozpuštěná fáze těchto sloučenin relativně mobilní a její pohyb v podpovrchové vrstvě je silně ovlivněn gravitačními silami. Rozpuštěná část těchto sloučenin může být také mobilní, a to především vlivem špatných sorpčních vlastností. Rozpuštěné škodliviny proto mohou migrovat relativně rychle a do velké vzdálenosti. Degradace PCE probíhá snadněji v anaerobním prostředí, pokud je současně zjištěn dostatečný obsah zdroje uhlíku. V aerobním prostředí probíhá degradace obtížněji.

Toxická CIU

Z chlorovaných alifatických uhlovodíků je prokazatelně **karcinogenní vinylchlorid**, tetra- a trichlorethylen jsou pravděpodobně karcinogenní. Dále byly prokázány škodlivé účinky tetrachlormethanu a tetrachlorethylenu na ledviny, a zvláště na játra. Trichlorethylen je znám svými depresivními účinky na centrální nervový systém, při jeho používání v lékařství jako anestetika byl prokázán jeho škodlivý účinek na játra. U chloroformu nebo tetrachlormethanu je vyšší škodlivý účinek na ledviny.

Vinylchlorid (karcinogen)

Akutní expozice vinylchloridu vyvolává ospalost, mírné poruchy vidění, potácivou chůzi, příp. sníženou citlivost. Chronické působení způsobuje histologicky detekovatelné změny pokožky, (skleroderma), poruchy oběhu, trombocytopenii, selhávání ledvin. Karcinogenní působení vyvolává rakovinné nádory mozku a ledvin. NIOSH doporučuje považovat vinylchlorid za možný lidský karcinogen (1990), ACGIH označuje vinylchlorid za prokázaný karcinogen (1994).

1,1-dichlorethylen

1,1-DCE pochází vždy pouze z průmyslové výroby nebo degradace ostatních produktů, není znám jeho přirozený výskyt. Expozice 1,1-DCE vyvolává malátnost, ve větším množství a delší době expozice až bezvědomí. Při kontaktu sočima způsobuje rozostřené vidění. Citlivým orgánem jsou ledviny. Při akutní expozici může dojít až k depresi CNS. 1,1-dichlorethylen je klasifikován jako pravděpodobný lidský karcinogen, s účinky teratogenními.

1,2-trans-dichlorethylen

Trans isomer se vyskytuje vždy ve směsi s cis isomerem. Inhalace způsobuje nevolnost, zvracení, slabost, žaludeční potíže, při vyšších koncentracích způsobuje depresi centrálního nervového systému. Je charakterizován jako toxický při inhalaci, požití i kontaktu s pokožkou, dráždivý a s účinky na CNS. Trans isomer je dvakrát toxičtější než cis isomer dichlorethylenu. Nejsou u něj prokázány karcinogenní účinky.

1,2-cis-dichlorethylen (prahový účinek)

Akutní expozice parám dichlorethylenu způsobuje závratě, bolest hlavy. Při déle trvající expozici dochází až k bezvědomí a depresi centrálního nervového systému (CNS). Opakovaná expozice je spojena s narušením funkce jater a ledvin. Kontakt s očima způsobuje zánět spojivek. Dichlorethylen způsobuje dermatitidu a podráždění sliznice, pravděpodobně není karcinogenní. Vykazuje mutagenní účinky na myši (ledviny, játra).

Trichlorethylen (karcinogen)

Studie na zvířatech prokázaly, že dlouhodobá expozice trichlorethylenu způsobuje změny centrálního nervového systému, poškození jater a ledvin, změny krevního obrazu, nádory ledvin, jater a plic a možnou rakovinu měkkých tkání a krve (leukemii). Expozice parám trichlorethylenu způsobuje bolest hlavy, nevolnost, zpomalenou dobu reakce, ospalost. Tyto projevy spolu s podrážděním očí, nosu a hrdla se vyskytují v případech nadýchání se trichlorethylenu stejně jako v případě požití. Při inhalaci nebo požití většího množství trichlorethylenu dochází k bezvědomí až úmrtí. Při chronické expozici, např. při použití rozpouštědel obsahujících trichlorethylen, dochází k nevolnostem, snížení váhy, dermatitidě a zřídka i k žloutence. US EPA řadí trichlorethylen mezi karcinogeny třídy B, tj. pravděpodobný lidský karcinogen. Z pokusů na myších vyplynulo, že je mutagenní.

Tetrachlorethylen (karcinogen)

Pokusy na zvířatech prokázaly v důsledku působení tetrachlorethylenu poškození jater a ledvin, rakovinu a leukemii. Náhodná expozice tetrachlorethylenu se projevuje nevolností, bolestmi hlavy, ospalostí, obtížemi při mluvení a chůzi, až k bezvědomí a úmrtí. Přímý kontakt s kůží způsobuje podráždění, dlouhodobá expozice inhalací vyvolává depresi centrálního nervového systému. US EPA zařadila tetrachlorethylen mezi pravděpodobné lidské karcinogeny. Mutagenita ani teratogenita nebyla zjištěna. Ve studiích zaměřených na savce bylo zjištěno, že PCE se snadněji absorbuje v plicích, a gastrointestinálním traktu, ale většina PCE opouští organismus nezměněna.

Ekotoxická CIU

Tyto látky působí jako nervové jedy, patří mezi silně až mimořádně silně jedovaté látky pro ryby ($LC_{50} < 10 \text{ mg/l}$). K depresím CNS vlivem chronické expozice může docházet při koncentracích překračujících 700 mg.m^{-3} . Většina chlorovaných uhlovodíků je při akutním působení středně toxická na vodní organismy. Především to platí pro nízkomolekulární uhlovodíky, jako jsou PCE a TCE. Zejména jsou toxické pro perloočky a nitěnky. Trichlorethylen je pro perloočky a nitěnky středně jedovatý, tetrachlorethylen je pro

perloočky silně jedovatý a pro nitěnky středně jedovatý. Klinické případy intoxikace ryb jsou charakterizovány fází excitace, po níž následuje dlouhotrvající útlum. Intoxikace není specifická, zjišťují se dystrofické změny v játrech a ledvinách. Dochází ke kumulaci látek v organismu ryb a v přetrvávají v něm po dlouhou dobu.

U většiny vodních organismů byla zjištěna nízká až střední hodnota biokoncentračního faktoru pro PCE (BCF pro ryby se pohybuje okolo hodnoty 49) a představuje tak nízký potenciál k bioakumulaci.

Nejnižší akutní toxikologická hodnota pro PCE byla zjištěna u pstruha duhového $LC_{50} = 4,99$ mg/l, 96 hod. Nežádoucí efekt vč. úmrtí byl zaznamenán u Poecilia sphenops, při dlouhodobé expozici 1,6 mg/l, 60 dní. 48 hod hodnota EC_{50} pro dafnie byla naměřena 8,5 mg/l. PCE je středně toxický pro žížaly, kdy byla zjištěna hodnota NOEL 18 mg/kg v půdě.

Ekotoxikologické hodnoty pro vybrané chlorované uhlovodíky

TCE

LC_{50} slunečnice velkoploutvá = 45 mg.l⁻¹ (96 hod)

LC_{50} pstruh obecný = 42 mg.l⁻¹ (48 hod)

LC_{50} dafnie = 18 mg.l⁻¹ (48 hod)

LC_{50} dafnie = 22 mg.l⁻¹ (24 hod)

perloočka $LC_{50} = 39,2$ mg/l (doba expozice 48 hodin)

nitěnka $LC_{50} = 73,3$ mg/l (doba expozice 48 hodin)

PCE

LC_{50} vodní organismy = 10 mg.l⁻¹ (96 hod)

LC_{50} P. promelas = 18,4 mg.l⁻¹ (96 hod)

LC_{50} dafnie = 3,3 - 18 mg.l⁻¹

perloočka $LC_{50} = 3,3$ mg/l (doba expozice 48 hodin)

nitěnka $LC_{50} = 42,0$ mg/l (doba expozice 48 hodin)

LC_{50} fytoplankton = 2 mg l⁻¹ (24 hod)

negativní dlouhodobé působení, vč. úmrtí C = 1,6 mg/l, 60 dní

BCF = 49 l/kg (pro ryby)

Kriteria a ukazatele pro chlorované uhlovodíky

Látka	Podzemní voda (ug/l)			Zeminy (mg/kg)			Podzemní voda (ug/l)	Zeminy (mg/kg)		
	Metodický pokyn MŽP ČR, 1996						IZ, MP MŽP 2/2012			
	A	B	C	A	B	C _{prům}		a	b	c
Vinylchlorid	0,1	10	20	0,001	0,1	1	0,016	1,7	0,06	5,6.10 ⁻⁶
1,1-DCE	0,1	10	20	0,001	15	40	340	1100	240	0,12
1,2-t-DCE	0,1	25	50	0,001	10	40	110	690	150	0,031
1,2-c-DCE	0,1	25	50	0,001	10	40	73	2000	160	0,021
TCE	0,1	25	50	0,001	10	40	2	14	2,8	7,2.10 ⁻⁴
PCE	0,1	10	20	0,001	1,5	5	0,11	2,6	0,55	4,9.10 ⁻⁵

a...průmyslově využívané území

b.....ostatní plochy

c.....ohrožení kvality podzemních vod vymýváním ze zemin

Látka	Pitná voda (ug/l) Vyhl. č. 252/2004 Sb.	Podzemní voda (ug/l) Vyhl. č. 5/2011 Sb.	Povrchová voda (ug/l) NV č. 23/2011 Sb.
Vinylchlorid	0,50	0,5	-
1,1-DCE	-	0,1	-
1,2-t-DCE	-	-	6,8
1,2-c-DCE	-	0,1	1
TCE	10	10	10
PCE	10	10	10

Metodický pokyn MŽP ČR, Kritéria znečištění zemin a podzemní vody, Příloha Věstníku č.8, 1996, NEPLATNÝ

Vyhláška MZd ČR č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody

Nářízení vlády č. 23/2011 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

Vyhl. MZd č. 252/2004 Sb., ve znění 187/2005 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.

Vyhláška č. 5/2011 Sb. o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod.

Věstník MŽP č.2/2012: Metodický pokyn č. 1 MŽP Indikátory znečištění.

Fyzikálně chemické vlastnosti organických prioritních kontaminantů

Sloučenina	Molekulární hmotnost	Specifická hmotnost g/cm ³	Rozpustnost ve vodě mg/l	Tlak nasyc. par torr	Henryho konstanta atm·m ³ /mol	Kow	Koc	Kp cm/hod
Vinylchlorid	62,50	0,912	8 800	2 980	$2,70 \cdot 10^{-2}$	22,9	57	$7,3 \cdot 10^{-3}$
1,1-DCE	96,94	1,218	273 - 6400	519	$2,60 \cdot 10^{-2}$	30,2	64,6	$1,6 \cdot 10^{-2}$
1,2-t-DCE	96,94	1,225	6300	265	$6,67 \cdot 10^{-3}$	123	58,9	$1,0 \cdot 10^{-2}$
1,2-c-DCE	96,95	1,280	800	200	$1,18 \cdot 10^{-3}$	72,4	49	$1,0 \cdot 10^{-2}$
TCE	131	1,460	1100	58	$1,03 \cdot 10^{-2}$	263	126	$2,3 \cdot 10^{-1}$
PCE	166	1,586	200	18,55	$1,84 \cdot 10^{-2}$	2512	364	$3,7 \cdot 10^{-1}$

1 torr = 1 mm Hg = $133,322 \cdot 10^5$ Pa

Kow = rozdělovací koeficient oktanol / voda

Koc = rozdělovací koeficient voda / org. Uhlík

Kp = koeficient propustnosti

1 atm = $1,01325 \cdot 10^5$ Pa

Souhrn faktorů vyjadřujících vztah dávka - účinek pro různé cesty expozice

Požití				
Látka	Klasifikace	Referenční dávky mg/kg-den		Směrnice přímky
	karcinogenity	Subchronická	Chronická	karcinogenity (mg/kg-den) ⁻¹
Pb	B2/2B	-	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$
Zn	D/3	$3,0 \cdot 10^{-1}$	$3,0 \cdot 10^{-1}$	-
Vinylchlorid	A/1	$2,0 \cdot 10^{-5}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$	1,9
1,1-DCE	B2/C	$9,0 \cdot 10^{-3}$	$9,0 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-1}$
1,2-t-DCE	-	$2,0 \cdot 10^{-1}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	-
1,2-c-DCE	D/3	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	-
TCE	B2/C/2B	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$
PCE	B2/C	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$5,2 \cdot 10^{-2}$

INHALACE				
Látka	Klasifikace	Referenční dávky mg/kg-den		Směrnice přímky
	karcinogenity	Subchronická	Chronická	karcinogenity (mg/kg-den) ⁻¹
Pb	B2/2B	-	-	-
Zn	D/3	$3,0 \cdot 10^{-1}$	$3,0 \cdot 10^{-1}$	-
Vinylchlorid	A/1	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-1}$
1,1-DCE	B2/C	$9,0 \cdot 10^{-3}$	$9,0 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-1}$
1,2-t-DCE	-	$2,0 \cdot 10^{-1}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	-
1,2-c-DCE	D/3	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	-
TCE	B2/C/2B	3,1	3,1	$6,0 \cdot 10^{-3}$
PCE	B2/C	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$

DERMÁLNÍ KONTAKT				
Látka	Absorpční faktor	Referenční dávky mg/kg-den		Směrnice přímky
		Subchronická	Chronická	karcinogenity (mg/kg-den) ⁻¹
Pb	$2,0 \cdot 10^{-1}$	-	-	-
Zn	$5,0 \cdot 10^{-1}$ aa	$1,5 \cdot 10^{-1}$	$1,5 \cdot 10^{-1}$	-
Vinylchlorid	0,9	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	2,10
1,1-DCE	1,0	$8,4 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^{-3}$	$6,5 \cdot 10^{-1}$
1,2-t-DCE	1,0	$2,0 \cdot 10^{-1}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	-
1,2-c-DCE	1,0	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	-
TCE	1,0	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$
PCE	1,0	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$5,2 \cdot 10^{-2}$

Souhrn ekotoxikologických faktorů vyjadřujících vztah dávka - účinek

<i>Kontaminant</i>	<i>Ekotoxikologické působení</i>
C₁₀-C₄₀	NEL: toxické v koncentraci 8 mg.l ⁻¹ - 40 mg.l ⁻¹ koncentrace NEL od 1 mg.l ⁻¹ mohou vyvolat akutní ekotoxický účinek
Al	NPK : 0,1 - 0,5 mg/l LC ₅₀ perloočky : 27 mg/l
Pb	vodní organismy: 0,1 - 10 mg/l NPK lososovitě: 0,004 mg/l Prvoci: 0,5 mg/l Nitěnký: 0,1 mg/l
Zn	Zoobentos: 0,4 mg.l ⁻¹ larvy jepic: 0,3 mg.l ⁻¹ Korýši, měkkýši: 0,2 mg.l ⁻¹ Prvoci: 1 mg.l ⁻¹
1,1-DCE	LC vodní organismy = 1 - 10 mg.l ⁻¹
t-1,2-DCE	LC vodní organismy = 1 - 10 mg/l
c-1,2-DCE	LC vodní organismy = 1 - 10 mg/l
TCE	LC ₅₀ slunečnice velkoplotvá = 45 mg.l ⁻¹ (96 hod) LC ₅₀ pstruh obecný = 42 mg.l ⁻¹ (48 hod) LC ₅₀ dafnie = 18 mg.l ⁻¹ (48 hod) LC ₅₀ dafnie = 22 mg.l ⁻¹ (24 hod) perloočka LC ₅₀ = 39,2 mg/l (doba exp 48 hodin) nitěnka LC ₅₀ = 73,3 mg/l (doba exp 48 hodin)
PCE	LC ₅₀ vodní organismy = 10 mg.l ⁻¹ (96 hod) LC ₅₀ P. promelas = 18,4 mg.l ⁻¹ (96 hod) LC ₅₀ dafnie = 3,3 - 18 mg.l ⁻¹

Zdroj: Svobodová et al.,1987 ,Navrátil, 2000, Ekotoxikologická databáze www.piskac.cz/ETD