

Kadmium a jeho sloučeniny (jako Cd)

další názvy	-
číslo CAS	7440-43-9
chemický vzorec	Cd
ohlašovací práh pro emise a přenosy	
do ovzduší (kg/rok)	10
do vody (kg/rok)	5
do půdy (kg/rok)	5
ohlašovací práh mimo provozovnu (kg/rok)	5
rizikové složky životního prostředí	ovzduší, voda, půda
věty R* (oxid kademnatý, CAS: 1306-19-0)	
R22	Zdraví škodlivý při požití
R48/23/25	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a požíváním.
R49	Může vyvolat rakovinu při vdechování.
věty S* (oxid kademnatý, CAS: 1306-19-0)	
S45	V případě nehody, nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení).
S53	Zamezte expozici – před použitím si obzarejte speciální instrukce.

*- R a S věty jsou uvedeny pro oxid kademnatý jako příklad sloučeniny kadmia.

Základní charakteristika

Kadmium je stříbrný, měkký, kujný a tažný kov s nízkou teplotou tání (767°C). Svými vlastnostmi se podobá zinku. Kadmiové prachy obsahují různé sloučeniny kadmia, například chlorid kademnatý. Dýmy kadmia se skládají z malých částeczek kadmia nebo oxidu kademnatého (vzniká během spalování). Nejběžnějším oxidačním stavem je +2, může se ale vyskytovat i v oxidačním stavu +1.

Použití

Největší množství kadmia (asi ¾) slouží k výrobě baterií, hlavně Ni-Cd a solárních. Většina zbývajících čtvrtiny se používá na výrobu pigmentů, jako stabilizátory plastů, k legování mědi a k tvorbě ochranných povlaků a pokovování. Z dalších využití kadmia je možné uvést výrobu lehkotavitelných slitin, pájecích kovů, polovodičů a domácích spotřebičů jako jsou vysavače, chladničky, myčky a televizní a rozhlasové přijímače. Kovové kadmium se v menší míře užívá v jaderné technice k absorpci neutronů. Některé sloučeniny kadmia slouží jako fungicidy.

Zdroje emisí

Z přirozených zdrojů kadmia jsou nejvýznamnější sopečné výbuchy. Emise kadmia do ovzduší způsobené člověkem jsou přibližně 8x vyšší než emise přirozené.

Do ovzduší se kadmium dostává při jeho těžbě, výrobě a zpracování. Významným zdrojem je také spalování fosilních paliv a komunálního a nemocničního odpadu. Zdrojem

emisí kadmia **do vod** jsou odpadní **vody z galvanického pokovování a z výroby Ni-Cd baterií**. Dalším zdrojem je atmosférická depozice a splach z půd. Nejvýznamnějším přírodním zdrojem kadmia jsou výbuchy podmořských sopek.

Kadmium se v malém množství vyskytuje v půdě a horninovém prostředí. **Do půdy se dostává hlavně atmosférickou depozicí městských průmyslových aerosolů**, hnojením fosfátovými hnojivy kontaminovanými kadmiem a zavážením čistírenských kalů na pole. Lokálním zdrojem mohou být **tekuté a pevné odpady** zvířat a lidí a odpady po těžbě a průmyslové (galvanovny) a zemědělské činnosti.

Mezi hlavní antropogenní emise kadmia patří:

- těžba a zpracování kadmia;
- spalování fosilních paliv a odpadů;
- hnojení fosfátovými hnojivy s obsahem kadmia;
- využití čistírenských kalů (spalování, aplikace na půdy);
- galvanické pokovování a výroba Ni-Cd akumulátorů.

Dopady na životní prostředí

Kadmium se může vázat na popílek, prachové a půdní částice a jílové půdy. Vazba je nejsilnější u popílku a jílových částic. Kadmium uvolňované **do atmosféry** se proto váže na emitované částice popílku. Tyto částice mohou zůstat v atmosféře více než týden, než pomocí atmosférické depozice přejdou do vody nebo půdy. Tímto způsobem se kadmium může distribuovat na velké vzdálenosti.

Na zemi se kadmium naváže na částice jílu nebo prachu. V této podobě se může dešťovou vodou vymýt do vodního prostředí nebo může být akumulováno organismy. Akumulace organismy je velmi vysoká, proto dochází ke **hromadění kadmia v potravních řetězcích**. Popsanou vlastnost lze nazývat bioakumulací. Vysoké koncentrace kadmia **v půdním roztoku** nepříznivě ovlivňují schopnost půdních mikroorganismů rozkládat organickou hmotu i polutanty. Tato inhibice je důsledkem zúžení škály bakterií v zemině.

Mobilita sloučenin **ve vodném prostředí** závisí na jejich rozpustnosti. Zatímco oxidy a sulfidy kadmia jsou poměrně nerozpustné, chloridy a sírany rozpustné jsou. Koncentrace kadmia v sedimentech dna je obvykle více než desetkrát vyšší než ve vodě. Adsorpce kadmia na půdy a oxidy křemíku a hliníku silně závisí na hodnotě pH a vzrůstá s rostoucí alkalitou prostředí. Pokud je pH nižší než 6-7, dochází k desorpci kadmia z těchto materiálů. **Zvýšením kyselosti (způsobené např. kyselými dešti) může dojít k uvolnění kadmia ze sedimentů a k výraznému zvýšení jeho koncentrace ve vodě**. Kadmium je značně **toxické pro vodní organismy, nejcitlivěji reagují lososovité ryby**. Zvýrazňuje také toxicitu dalších kovů (zinku, mědi aj.) a negativně ovlivňuje samočisticí schopnost vody.

Dopady na zdraví člověka, rizika

Kadmium je velmi toxický prvek výrazně poškozující ledviny. Má velmi vysoký akumulační koeficient, detoxikace je proto pomalá a hrozí **nebezpečí chronických otrav**. Podle klasifikace EPA je zařazeno jako pravděpodobný **lidský karcinogen**, může způsobovat rakovinu plic a prostaty. **Je teratogenní** (poškozující plod). Z dalších účinků je významné poškození jater, kostí, plic a gastrointestinálního traktu. Chronické expozice mohou také způsobovat poškození srdce a imunitního systému. Kromě toho zesiluje toxické účinky jiných kovů, například zinku a mědi.

V České republice platí pro koncentrace kadmia a jeho sloučenin následující limity v ovzduší pracovišť: PEL – 0,05 mg.m⁻³, NPK - P – 0,1 mg.m⁻³.

Celkové zhodnocení nebezpečnosti z hlediska životního prostředí

Kadmium je velmi toxický prvek, který má schopnost hromadit se v potravních řetězcích. Může se vyskytovat ve všech složkách životního prostředí a akumulovat se v půdách a sedimentech s rizikem potenciálního nárazového uvolnění například změnou pH. **Jeho toxické působení na člověka je skutečně mimořádně závažné.** Zcela důvodné je proto pečlivé sledování emisí a jejich minimalizace.

Důvody zařazení do registru

- nařízení o E-PRTR
- rozhodnutí o EPER
- CLRTAP
- zákon č. 254/2001 Sb. (příloha č. 1)
- vyhláška č. 356/2002 Sb. (příloha č. 1)
- vyhláška č. 221/2004 Sb. (příloha č. 2)
- vyhláška č. 232/2004 Sb. (příloha č. 1)

Způsoby zjišťování a měření

Odhad emisí kadmia je možné provést pomocí bilance kadmia, tedy pomocí rozdílu množství kadmia v surovině a v produktu. Pokud je nutné znát přesné množství emitovaného kadmia, je nutné přistoupit k analýze jeho koncentrace v odcházejícím materiálu (vzdušnina, voda, kaly atd.).

Pro stanovení kadmia v atmosférickém aerosolu se používá odběr aerosolu na filtr s následnou mineralizací kyselinou dusičnou. Analýza mineralizátu se nejběžněji provádí pomocí atomové absorpční spektrometrie (AAS). Používá se atomizace v plameni nebo elektrotermicky. Na některých stanicích hygienické služby se dnes po mineralizaci vzorků atmosférického aerosolu užívá ke stanovení obsahu těžkých kovů také metoda polarografická a metoda atomové emisní spektrometrie s indukčně vázanou plazmou (ICP-AES).

Vzorky půdy či kalů se před vlastním stanovením kadmia mineralizují kyselinou dusičnou. Při analýze vodných vzorků odpadá nutnost mineralizace. Kadmium se stanovuje pomocí atomové absorpční spektrometrie. Služby nabízejí komerční laboratoře.

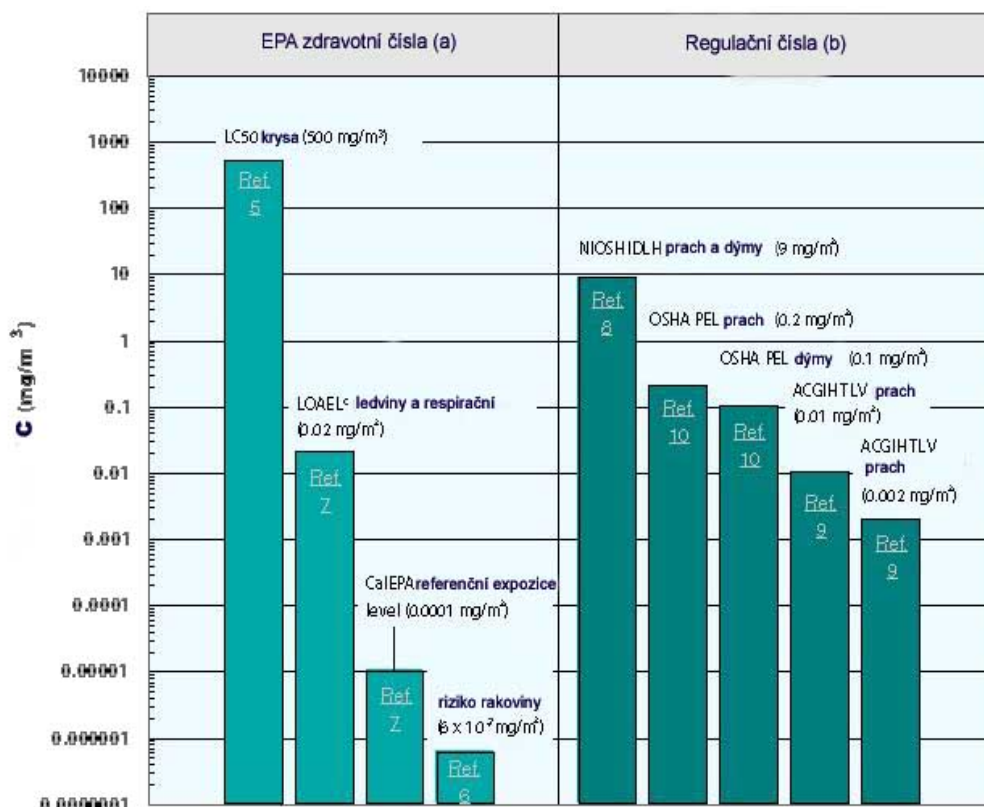
Ohlašovací práh do vod 5 kg za rok si lze například představit jako objem vypuštěné vody 500 m³ o koncentraci kadmia 10 mg.l⁻¹. V případě kadmia ve vzduchu o koncentraci 100 mg.m⁻³ představuje ohlašovací práh 10 kg ročně objem vzduchu 100 000 m³ (za stejné teploty a tlaku jako je uvedena koncentrace).

Další informace, zajímavosti

Nejnámějším případem otravy kadmiem byla tzv. nemoc itai-itai. Japonská těžební společnost Mitsui Mining and Smelting Co., Ltd vypouštěla v letech 1910 až 1945 do řeky odpadní vody s obsahem kadmia. Tyto vody sloužily k zavlažování rýžových polí a k rybolovu. Vzhledem k vysokému bioakumulačnímu koeficientu kadmia docházelo k vysoké akumulaci kadmia v rýži a rybách a následně k otravám lidí. U lidí docházelo k ukládání kadmia v kostech, kde nahrazovalo vápník a tím způsobovalo křehnutí kostí.

U kostí s uloženým kadmíem se zvyšuje nebezpečí zlomenin, lidé trpí bolestmi kloubů a zad (itai-itai znamená bolí-bolí).

Obr. 1 ukazuje vztahy mezi koncentrací kadmia a možným ohrožením. Graf je k dispozici na webových stránkách agentury EPA (USA).



Obr. 1. Vztahy mezi koncentrací kadmia a možným zdravotním rizikem.

Informační zdroje

- Encyklopedie Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Cadmium>
- Harte J., Holdren C., Schneider R., Shirley Ch.: Toxics A to Z, A Guide to Everyday Pollution Hazards, University of California Press, 1991
- Weiner E. R.: Applications of Environmental Chemistry, A Practical Guide for Environmental Professionals, Lewis Publishers, 2000
- Ekotoxikologická databáze, www.piskac.cz/ETD
- Statistická ročenka životního prostředí České republiky, ČSÚ, 2003
- Státní zdravotní ústav, www.szu.cz
- Horáková M.: Analytika vody, VŠCHT Praha, 2003
- Pitter P.: Hydrochemie, Vydavatelství VŠCHT, 1999
<http://www.intox.org/databank/index.htm>