

Fluoridy (jako celkové F)

další názvy	fluoridový iont, fluorid sodný, fluorid draselný, fluorid vápenatý
číslo CAS*	16984-48-8 (fluoridový aniont) 7681-49-4 (fluorid sodný) 7789-23-3 (fluorid draselný)
chemický vzorec*	F ⁻ (fluoridový aniont) NaF (fluorid sodný) KF (fluorid draselný)
ohlašovací práh pro emise a přenosy	
do ovzduší (kg/rok)	-
do vody (kg/rok)	2000
do půdy (kg/rok)	2000
ohlašovací práh mimo provozovnu (kg/rok)	10000
rizikové složky životního prostředí	voda, půda
věty R*	
R23 (fluorid draselný)	Toxický při vdechování
R24 (fluorid draselný)	Toxický při styku s kůží
R25 (fluorid sodný) (fluorid draselný)	Toxický při požití
R32 (fluorid sodný)	Uvolňuje vysoce toxický plyn při styku s kyselinami.
R36/38 (fluorid sodný)	Dráždí oči a kůži.
věty S*	
S1/2 (fluorid sodný) (fluorid draselný)	Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí.
S22 (fluorid sodný)	Nevdechujte prach.
S26 (fluorid draselný)	Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc.
S36 (fluorid sodný)	Používejte vhodný ochranný oděv.
S45 (fluorid sodný) (fluorid draselný)	V případě úrazu, nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení).

* - Jedná se o velmi širokou skupinu látek. Pro uvedení čísel CAS a chemických vzorců byli zvoleni kromě fluoridů obecně i dva konkrétní zástupci. R a S věty jsou uvedeny pro běžné zástupce skupiny fluorid sodný a fluorid draselný, protože jako kationty neobsahují toxické kovy, které by svým působením zastínily efekt samotného fluoridového iontu.

Základní charakteristika

Fluor je chemicky velmi reaktivní prvek, který s kovy tvoří soli – fluoridy. Fluoridy mohou být toxické látky nebezpečné pro zdraví mnohých organismů. Čisté fluoridy jsou bílé až nažedlé krystalické či prachové látky. Fluorid sodný a draselný jsou rozpustné ve vodě.

Základní vlastnosti těchto dvou fluoridů shrnuje Tab. Fluorid vápenatý je naopak příkladem ve vodě málo rozpustného fluoridu. Jeho rozpustnost ve vodě činí pouze $1,6 \text{ mg.l}^{-1}$.

Dalších fluoridů existuje celá řada včetně fluoridů toxických kovů, například kademnatého nebo olovnatého apod. O těchto a dalších kovech je pojednáno v samostatné kapitole. Pokud je přítomen toxický kov, určuje i vlastnosti a rizika pro životní prostředí a zdraví člověka celého fluoridu. V této kapitole se proto zaměříme především na fluoridy kovů netoxických, resp. na vlastnosti fluoridů jako anionů obecně.

Vlastnosti některých fluoridů

Název	fluorid sodný	fluorid draselný
tepota tání [$^{\circ}\text{C}$]	993	860
teplota varu [$^{\circ}\text{C}$]	1700	1505
hustota [kg.m^{-3}]	2558	1890
rozpustnost ve vodě [g.l^{-1}]	923	923

Použití

Fluoridy mají v dnešní době **široké použití**. Například fluorid sodný se díky svým desinfekčním vlastnostem užívá ke **fluorování pitné vody**. Dále je využíván jako konzervant pro některé druhy lepidel. Je ho hojně využíváno **při výrobě skla a smaltů**. Relativně významná množství fluoridů jsou používána při **tavení oceli a hliníku**. Díky toxicitě pro některé organismy je fluorid sodný užíván jako **insekticid a prostředek pro ochranu dřeva**. Vzhledem k tomu, že pro lidské zuby je fluor velmi důležitým prvkem, jsou **fluoridy přidávány do ústních vod a zubních past**, aby tyto produkty působily proti zubnímu kazu, a napomáhaly tak udržovat zdravý chrup. Mezi další aplikace fluoridů můžeme zařadit jejich užití **ve výrobě keramiky, maziv, barev, umělých hmot a pesticidů**. Fluoridy jsou také obsaženy **v některých lécích proti rakovině a kožním nemocem**.

Zdroje emisí

Fluoridy jsou uvolňovány do životního prostředí přirozenými i antropogenními cestami. **Mezi přirozené zdroje můžeme zařadit:**

- přirozené větrání a vymývání fluoridů obsažených v horninách klimatickými vlivy;
- Moře a oceány přirozeně obsahují velká množství rozpuštěných fluoridů, ty se tak dostávají do atmosféry unášením kapiček slané vody z mořské hladiny.
- Jistá množství fluoridů se také dostávají do atmosféry v rámci vulkanické činnosti a přirozených lesních požárů.

Tyto přirozené zdroje fluoridů ale fungují v jisté rovnováze a bez zásahů člověka nepředstavují pro životní prostředí žádná významnější rizika. Člověk v rámci **antropogenních** činností uvolňuje do životního prostředí další významná množství fluoridů.

Jako příklad nejvýznamnějších antropogenních zdrojů emisí můžeme uvést následující:

- Uhlí obsahuje určitá množství fluoridů, která se během spalování uvolňují a mohou se takto dostávat do životního prostředí. **Spalování uhlí představuje nejvýznamnější antropogenní zdroj fluoridů.**
- Fluoridy se také mohou do životního prostředí dostávat z průmyslových procesů, kde jsou využívány, v důsledku netěsností či závad aparatur nebo nedbalosti obsluhy.

Jedná se o mnohé **průmyslové procesy jako: výroba oceli, surového hliníku, mědi a niklu, zpracování fosfátových rud, výroba a používání hnojiv, výroby skla, cihel, keramiky, pesticidů, tmelů a lepidel.**

- Fluoridy se do životního prostředí dostávají také v rámci jejich užívání ke fluorování vody či ve formě pesticidů.
- Fluoridy se mohou vyluhovat ze špatně zajištěných skládek odpadů a úložišť elektrárenských popílků.

Dopady na životní prostředí

Existují určitá velmi nízká přirozená množství fluoridů, která se v životním prostředí nacházejí a patří do obecně fungující rovnováhy a celkově ekosystémům a životnímu prostředí neškodí. Člověk ale svou antropogenní činností do životního prostředí uvolňuje další nadbytečná množství těchto látek, a tím jejich koncentrace zvyšuje. **V místech s vyššími koncentracemi fluoridů může docházet ke škodlivým vlivům v důsledku bioakumulace fluoridů v živých organismech a následnému možnému škodlivému působení.** Fluoridy se **shromažďují v kostních tkáních suchozemských obratlovců.** Ve vyšších koncentracích mohou poškozovat vegetaci. **Fluor se silně váže s vápníkem a hořčíkem a zamezuje těmto základním živinám vykonávat jejich biochemické funkce. To je základem toxicity anorganických fluoridů. Akumulují se také ve vodních organismech,** do nichž se dostávají přímo z vody, nebo v menší míře prostřednictvím potravy. Na půdy se fluoridy adsorbují minimálně, proto je možný jejich transport podzemními vodami. Mohou tak komplexně negativně ovlivnit celé fungování ekosystémů. Fluoridy je nutné považovat za perzistentní látky, tedy látky odolávající přirozeným rozkladným procesům.

Dopady na zdraví člověka, rizika

Již bylo zmíněno, stopová množství těchto látek jsou pro zdravý život mnoha organismů včetně člověka potřebná. Vyšší množství samozřejmě způsobují negativní vlivy. Expozice způsobuje **podráždění kůže a očí, nosu, dýchacích cest a plic. Vyšší koncentrace způsobují ztrátu chuti k jídlu, nevolnost, zvracení a bolest v krajině břšní. Existuje také riziko poškození ledvin.** Opakované expozice fluoridům způsobují jejich nadměrné ukládání v kostech a zubech. **Dochází potom k tzv. „fluoróze“, která se projevuje bolestí a mramorovým zabarvením zubů.** Fluoridy mohou ve vyšších koncentracích ohrožovat zdravý vývoj plodu v těle matky. Dalšími projevy expozice může být svalová slabost a třes.

V České republice platí pro koncentrace fluoridů (anorganických) v ovzduší pracovišť následující limit: PEL – 2,5 mg.m⁻³.

Celkové zhodnocení nebezpečnosti z hlediska životního prostředí

Dojde-li z důvodu antropogenní činnosti ke zvýšení koncentrací fluoridů nad přirozenou mez, mohou fluoridy toxicky působit na zdraví živočichů, rostlin i člověka. Obecně se však nejedná o zvlášť rizikové látky.

Důvody zařazení do registru

- nařízení o E-PRTR
- rozhodnutí o EPER
- vyhláška č. 61/2003 Sb. (příloha č. 1)
- vyhláška č. 232/2004 Sb. (příloha č. 1)

Způsoby zjišťování a měření

Hrubou představu o únicích fluoridů, například v průmyslových procesech, je možné učinit z jejich spotřeby či bilance procesu (vstup x výstup).

Analytickému stanovení obsahu fluoridů obvykle předchází kombinace postupů, jejichž výsledkem je získání vodného roztoku fluoridů vhodných vlastností. Takto získaný vzorek je pak podroben řadě úprav, které umožní zvýšení citlivosti následné analýzy a koncentrace fluoridů jsou pak stanoveny odměrným stanovením pomocí dusičnanu thoričitého ve vodném prostředí, spektrofotometrickým stanovením či potenciometrickým stanovením s iontově selektivní elektrodou. Stanovení fluoridů a služby s tím spojené nabízejí běžně dostupné komerční laboratoře.

Bude-li z průmyslového podniku odtékat voda obsahující fluoridy v koncentraci například 25 mg.l⁻¹, pak ohlašovací práh 2000 kg představuje 80 000 m³ takto kontaminované vody. Uvedená koncentrace se podle literárních zdrojů může běžně vyskytovat v odpadních vodách ze skláren.

Další informace, zajímavosti

V roce 1971 se odhadovalo, že průměrný příjem fluoridů pro dospělého člověka je kolem 1.0 mg/den až 1,5 mg/den. Toto množství bylo považováno za optimální. V současné době je příjem fluoridů často vyšší. Světová zdravotnická organizace na základě mnohých studií odhaduje, že dlouhodobý příjem mezi 2.0 mg/den a 8.0 mg/den fluoridů již může způsobit předklinické stádium již zmíněné fluorózy (kostní a zubní nemoc). Tato předklinická stádia údajně bývají mnohdy mylně identifikována jako artritida.

Informační zdroje

- EPA: Pollutants and Toxics, <http://cfpub1.epa.gov/>
- Encyklopedie Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Fluoride>
- Environmental Agency, <http://www.environment-agency.gov.uk/>
- Hazardous Substance Fact Sheet, New Jersey Department of Health and Senior Services, <http://www.state.nj.us/health/eoh/rtkweb/rtkhsfs.htm>
- Scorecard, The Pollution Information Site, <http://www.scorecard.org/chemical-profiles/index.tcl>
- Acron University Database, <http://ull.chemistry.uakron.edu/erd/chemicals/8/7056.html>
- Ekotoxikologická databáze, <http://www.piskac.cz/ETD/>
- Databáze Eurochem, <http://www.eurochem.cz>
- Pitter P.: Hydrochemie, Vydavatelství VŠCHT, 1999
- Horáková M.: Analytika vody, VŠCHT Praha, 2003