

[Základní informace](#)[Ohlašovací prahy pro úniky a přenosy pro ohlašování do IRZ/E-PRTR](#)[H- a P-věty](#)[Základní charakteristika](#)[Použití](#)[Zdroje úniků](#)[Dopady na životní prostředí](#)[Dopady na zdraví člověka, rizika](#)[Celkové zhodnocení nebezpečnosti z hlediska životního prostředí](#)[Způsoby zjišťování a měření](#)[Další informace, zajímavosti](#)[Informační zdroje](#)[Vývoj ohlašovaného množství za posledních 5 let \(kg/rok\)](#)[Vývoj počtu ohlašovatelů za posledních 5 let](#)

## Základní informace

Pořadové číslo látky v IRZ/E-PRTR	17
Další názvy	-
Číslo CAS	7440-38-2
Chemický vzorec	As

## Ohlašovací prahy pro úniky a přenosy pro ohlašování do IRZ/E-PRTR

Úniky do ovzduší (kg/rok)	20
Úniky do vody (kg/rok)	5
Úniky do půdy (kg/rok)	5
Přenosy v odpadních vodách (kg/rok)	5
Přenosy v odpadech (kg/rok)	50
Rizikové složky životního prostředí	ovzduší, voda, půda

## H- a P-věty\*

Číslo CAS 7440-38-2; Indexové číslo 033-001-00-X*	
Standardní věty o nebezpečnosti	Pokyny pro bezpečné zacházení
H301 Toxický při požití H331 Toxický při vdechování H400 Vysoce toxický pro vodní organismy H410 Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky	P270 Při používání tohoto výrobku nejezte, nepijte ani nekuřte.
	P301+P310 PŘI POŽITÍ: Okamžitě volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO/lékaře/...
	P330 Vypláchněte ústa.
	P261 Zamezte vdechování prachu/dýmu/plynu/mlhy/par/aerosolů.
	P271 Používejte pouze venku nebo v dobře větraných prostorách.
	P304+340 PŘI VDECHNUTÍ: Přeneste osobu na čerstvý vzduch a ponechte ji v poloze usnadňující dýchání.
	P311 Volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO/lékaře/...
Prevence P273 Zabraňte uvolnění do životního prostředí.	
Reakce P391 Uniklý produkt seberte.	

\* Indexové číslo, harmonizovaná klasifikace dle přílohy VI, nařízení (ES) č. 1272/2008, ve znění pozdějších předpisů.

## Základní charakteristika

Arsen je polokov vyskytující se ve třech alotropických modifikacích: žlutá, černá a šedá. Chemicky je velmi podobný fosforu, může ho nahrazovat v některých biochemických reakcích. Ve sloučeninách je stálý v oxidačních stavech 3-, 3+ a 5+.

## Použití

Přes 90 % všeho používaného As se spotřebovává na výrobu přípravků na konzervaci dřeva a v zemědělství na výrobu pesticidů - např. různé herbicidy či insekticidy, které se používají k ochraně tabáku, bavlny, ovoce a zeleniny. Arsenitany a arseničnany se používaly ve veterinární praxi k zmírnění příznaků otravy dobytka selenem. Arsen obsahuje i bojová otravná látka Lewisit. Dalším využitím arsenu jsou slitiny s Pb, méně s Cu. Tyto slitiny se používají např. v akumulátorech. Významné jsou polovodiče GaAs a InAs (LED, tunelové diody, IL zářiče, okénka laserů). Oxid arsenitý se používá ve sklářském průmyslu.

## Zdroje úniků

As netvoří těkavé sloučeniny, do ovzduší se dostává prakticky pouze lidskou činností (např. spalováním fosilních paliv a dřeva konzervovaného přípravky obsahující arsen). Arsen je uvolňován především ve formě vázané na popílek, značné množství zůstává také ve škváře. Významné je hlavně spalování v elektrárnách, protože při spalování uhlí v domácích

topenišťích zůstává značná část As v popelu. Vysoké koncentrace As mohou být také v okolí metalurgických závodů zpracovávající Cu, Pb a jiné kovy, které ve svých rudách obsahují stopy As. Přírodním zdrojem arsenu v ovzduší je vulkanická činnost. Atmosférickým spadem se As dostává do vody nebo půdy.

Arsen se v přírodě vyskytuje ve formě sulfidů, v malých množstvích doprovází téměř všechny sulfidické rudy. Je častou součástí různých hornin a půd, jejichž zvětráváním se dostává do podzemních a povrchových vod. Vysoké koncentrace lze nalézt v důlních vodách v okolí nalezišť arsenových rud. Podzemní vody mohou být znečištěny i ze špatně zabezpečených skládek odpadů, které mohou obsahovat velké množství As. Značné množství arsenu je obsaženo ve výluzích z elektrárenských popílků. Protože arsen doprovází fosfor, je obsažen i v odpadních vodách z praní prádla. Nadměrné používání pesticidů s arsenem vede k zamoření půdy a následně i vody či pěstovaných plodin.

Mezi nejvýznamnější antropogenní zdroje arsenu patří:

- Spalování fosilních paliv (spaliny i popel a struska);
- Nadměrné užívání pesticidů;
- Prostředky na konzervaci dřeva;
- Metalurgický průmysl.

### Dopady na životní prostředí

Arsen se do vzduchu uvolňuje především lidskou činností. Z ovzduší se potom buď spadem, nebo vymytím deštěm dostává do půdy nebo vody, kde může přetrvávat velice dlouhou dobu, protože má značnou schopnost kumulovat se v sedimentech. Arsen tvoří hlavní složku některých minerálů rozšířených po celém světě. Voda z oblastí velkého výskytu těchto minerálů může obsahovat nadprůměrné koncentrace As. Arsen se nachází také v uhlí. Průměrná koncentrace je  $0,5 - 100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , u českého hnědého uhlí až  $1,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Ve vodách se arsen vyskytuje v oxidačním stupni 3+ a 5+ nebo organicky vázaný. Vzhledem k rozdílným oxidačně-redukčním podmínkám dochází ve vodách hlubších nádrží a jezer k vertikální stratifikaci  $\text{As}^{3+}$  a  $\text{As}^{5+}$ . Ve svrchní vrstvě vody (epilimnion) dochází k postupné oxidaci na  $\text{As}^{5+}$ , biologickou činností fytoplanktonu vznikají methylderiváty a arsen se sorbuje na hydratované oxidy Fe a Mn. Ve spodní vrstvě vody (hypolimnion) se arsen naopak uvolňuje z hydratovaných oxidů Fe a Mn a při destrukci biomasy. Dochází také k postupné redukci na  $\text{As}^{3+}$ . V sedimentech se As sráží jako málo rozpustné sulfidy. Redoxní reakce probíhají chemickou nebo biochemickou cestou, avšak rychlost oxidace rozpuštěným kyslíkem i redukce v anoxických podmínkách je velmi malá. Proto dosažení rovnovážného stavu trvá ve stojatých vodách poměrně dlouho a  $\text{As}^{3+}$  lze proto prokázat i v oxických podmínkách epilimnia a  $\text{As}^{5+}$  naopak i v anoxických podmínkách hypolimnia.

Arsen se může zapojovat do potravního řetězce a patří mezi inhibitory biochemických reakcí. Některé ryby a mušle obsahují zvýšené množství As, ale v málo toxické organické formě.

### Dopady na zdraví člověka, rizika

Toxicita a způsob absorpce sloučenin arsenu organismem závisí na rozpustnosti sloučeniny. Velmi málo rozpustný sulfid arsenitý je netoxický. Kovový arsen je nejedovatý, v organismu je však metabolizován na toxické látky. Všechny ostatní látky obsahující arsen jsou jedovaté.

Arsen vázaný v organických látkách je obvykle méně toxický než arsen z anorganických sloučenin. Sloučeniny  $\text{As}^{3+}$  jsou asi pětkrát až dvacetkrát toxičtější než  $\text{As}^{5+}$ .

Člověk přijímá arsen ze 70 % v potravě, 29 % v pitné vodě a 1 % ze vzduchu. Většina arsenu v potravě je však přítomna ve formě organických komplexů, které jsou méně toxické. Arsen je karcinogen, způsobuje rakovinu plic a kůže a zvyšuje pravděpodobnost nádorů jater a ledvin a močového měchýře. Vysoké akutní expozice As poškozují buňky nervového systému, jater, ledvin, žaludku, střev a pokožky. Inhalační expozice se projevuje bolestí v krku a podrážděním plic. Je pravděpodobné, že vysoká orální expozice během těhotenství poškozují plod. Nižší dávky mohou způsobit podráždění trávicího ústrojí, sníženou tvorbu červených a bílých krvinek, nepravidelnou srdeční činnost, poškození cév aj. Pro chronickou orální expozici jsou charakteristické především změny na pokožce, může dojít k vypadávání vlasů a nehtů. Častý je také úbytek váhy a anemie. Poškození jater může mít za následek až cirhózu. Dochází k abnormalitám na elektrokardiogramu a k nemocem cév.

V České republice platí pro koncentrace arsenu a jeho sloučenin následující limity v ovzduší pracovišť:

- Pro arsen: PEL –  $0,1 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , NPK - P –  $0,4 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ;
- Pro arsenovodík: PEL –  $0,1 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , NPK - P –  $0,2 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ;
- Pro sloučeniny arsenu s výjimkou arsenovodíku: PEL –  $0,1 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ;
- NPK - P –  $0,4 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

### Celkové zhodnocení nebezpečnosti z hlediska životního prostředí

Arsen se silně akumuluje v sedimentech a může se hromadit i v potravním řetězci. Jeho toxické působení je závažné. Lze ho proto označit jako látku velmi nebezpečnou především pro zdraví člověka, ale i pro řadu organismů.

### Způsoby zjišťování a měření

Pro odhad emisí arsenu je možné vyjít z hmotnostní bilance: vypočítat emise z rozdílu mezi množstvím arsenu v surovině a v produktu. Arsen v ovzduší se vyskytuje ve formě navázané na prašný aerosol.

Pro stanovení v atmosférickém aerosolu se používá odběr aerosolu na filtr s následnou mineralizací kyselinou dusičnou. Do roku 1996 byla používána výhradně metoda záchytu aerosolu na membránový filtr a analýza mineralizátu pomocí atomové absorpční spektrometrie (AAS). Používá se atomizace pomocí metody těkavých hydridů. 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 se před vlastním stanovením arsenu mineralizují kyselinou dusičnou. Při analýze vodných vzorků odpadá nutnost mineralizace. Arsen se stanovuje pomocí atomové absorpční spektrometrie.

- Pevné vzorky (půda, prašný aerosol) je nutné nejprve mineralizovat kyselinou dusičnou.

- Arsen ve vodných vzorcích a mineralizátech je možné stanovit pomocí atomové absorpční spektrometrie.

Ohlašovací práh do vod 5 kg za rok si lze například představit jako objem vypuštěné vody 500 m<sup>3</sup> o koncentraci arsenu 10 mg.l<sup>-1</sup>. V případě arsenu ve vzduchu o koncentraci 100 mg.m<sup>3</sup> představuje ohlašovací práh 20 kg ročně objem vzduchu 200 000 m<sup>3</sup> (za stejné teploty a tlaku jako je uvedena koncentrace).

### Další informace, zajímavosti

Sloučeniny arsenu se odedávna využívaly v lékařství. Fowlerův roztok (1% roztok KH<sub>2</sub>AsO<sub>4</sub>). Byl objeven v roce 1786 a byl více jak 150 let předepisován jako lék proti nejrůznějším chorobám. Arsfenamin (známější pod obchodním jménem Salvarsan) se používal jako lék proti syfilisu. V třicátých letech minulého století byl nahrazen Neosalvarsanem (C<sub>13</sub>H<sub>13</sub>O<sub>4</sub>N<sub>2</sub>SA<sub>2</sub>Na). V současné době se používá oxid arsenitý jako lék na některé formy leukémie.

K nejznámější otravě arsenem došlo v Bangladéši. V současné době zde přibližně 57 milionů lidí pije vodu přesahující koncentrací arsenu limity pro pitnou vodu. V rámci programu UNICEF pro prevenci mikrobiálních chorob, např. cholery, bylo v 20. století vybudováno zásobování obyvatel podzemní vodou. Tato voda neobsahuje mikrobiální kontaminaci, obsahuje však vysoké koncentrace arsenu.

Obsah arsenu v prašném aerosolu je na území České republiky sledován na relativně velkém počtu stanic. Vedle stanic Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) (23 stanic v r. 2002) jsou v imisní databázi systému ISKO ukládána pravidelně i data ze stanic ORGREZ (deset stanic v r. 2002) a ze stanic hygienické služby (75 stanic v r. 2002).

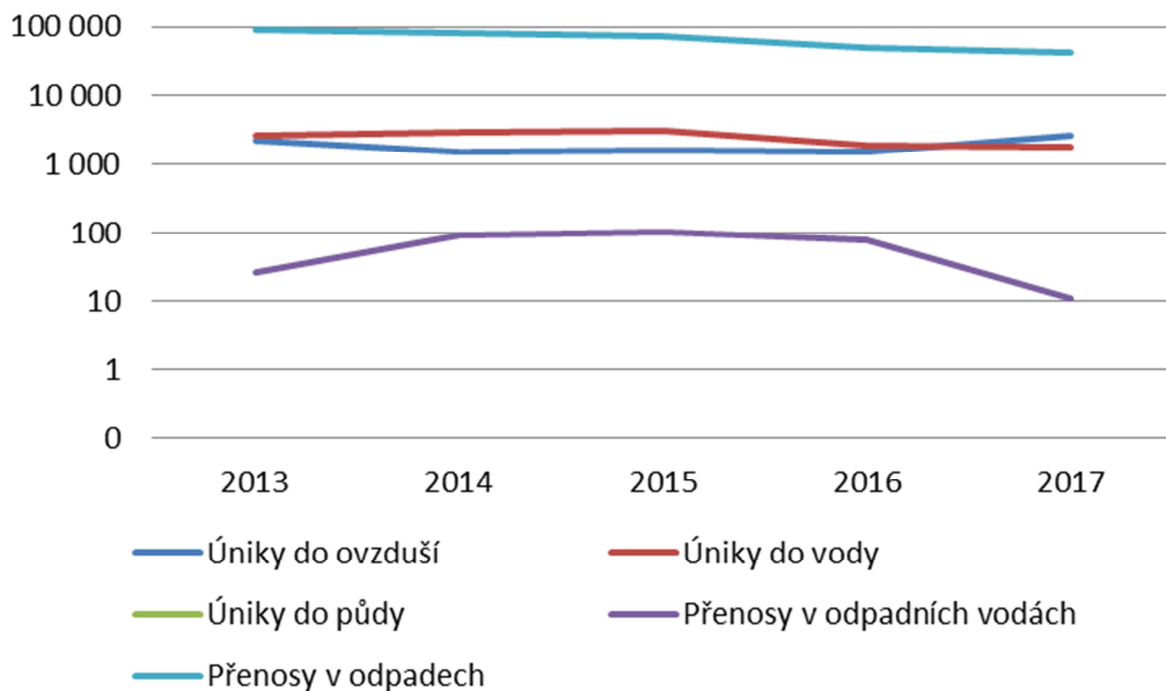
### Informační zdroje

- Encyklopedie Wikipedia, <https://en.wikipedia.org/wiki/Arsenic>;  
<https://cs.wikipedia.org/wiki/Arsen>
- 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
- Statistická ročenka životního prostředí České republiky, ČSÚ, 2003
- Státní zdravotní ústav, [www.szu.cz](http://www.szu.cz)
- Horáková M.: Analytika vody, VŠCHT Praha, 2003
- Pitter P.: Hydrochemie, Vydavatelství VŠCHT, 1999
- Hazardous Substance Fact Sheets, State of New Jersey Department of Health and Senior Services, <http://web.doh.state.nj.us/rtkhsfs/indexfs.aspx>
- Scorecard, The Pollution Information Site, [http://scorecard.goodguide.com/chemical-profiles/summary.tcl?edf\\_substance\\_id=7440-38-2](http://scorecard.goodguide.com/chemical-profiles/summary.tcl?edf_substance_id=7440-38-2)

- PubChem, Open Chemistry Database, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5359596>
- Encyclopedie Britannica, <https://www.britannica.com/science/arsenic>



Vývoj ohlašovaného množství za posledních 5 let (kg/rok)



Vývoj počtu ohlašovatelů za posledních 5 let

