

Benzen

další názvy	-
číslo CAS	71-43-2
chemický vzorec	C ₆ H ₆
ohlašovací práh pro emise a přenosy	
do ovzduší (kg/rok)	1000
do vody (kg/rok)	200 (jako BTEX)*
do půdy (kg/rok)	200 (jako BTEX)*
ohlašovací práh mimo provozovnu (kg/rok)	2000 (jako BTEX)*
rizikové složky životního prostředí	ovzduší, voda, půda
věty R	
R11	Vysoce hořlavý
R45	Může vyvolat rakovinu.
R48/23/24/25	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním, stykem s kůží a požíváním
věty S	
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 obstarejte speciální instrukce.

* - Jednotlivé znečišťující látky se ohlašují v případě, že dojde k překročení prahové hodnoty pro BTEX (souhrnný parametr pro benzen, toluen, ethylbenzen a xylen).

Základní charakteristika

Benzen je čirá a bezbarvá kapalina s charakteristickým zápachem. Je těkavý a hořlavý. Jeho teplota varu činí 80°C a teplota tání 5,5 °C. Hustotou 880 kg.m⁻³ je mírně lehčí než voda. Rozpustnost ve vodě činí 1,79 g.l⁻¹. Dobře rozpustný je ve většině organických rozpouštědel.

Použití

Benzen se hlavně používá jako surovina pro výrobu celé řady chemických látek (barviva, detergenty, syntetická vlákna a tkaniny (nylon, polyester), pryskyřice, plastové hmoty, výbušniny, léčiva, insekticidy, přísady do maziv, nátěry a některé typy pryže). Benzen se také používá jako rozpouštědlo pro tuky, vosky, pryskyřice, inkousty, nátěry, plasty a pryž. Dále slouží jako odmašťovací prostředek. Benzen se také využívá v tiskařství a litografii, v obuvnickém průmyslu a při výrobě pneumatik. Je součástí automobilového benzínu.

Zdroje emisí

Hlavním zdrojem emisí benzenu do atmosféry jsou výfukové plyny automobilů, dále emise způsobené těkáním benzínu z palivové nádrže nebo během tankování. Další významné úniky pocházejí z chemického průmyslu, rafinerií ropy a plynu a ze spalování paliv (uhlí, oleje). Uvolňuje se při procesech v koksárenských pecích, těžbě a zpracování neželezných rud, zpracování dřeva, těžbě uhlí a výrobě textilu. Benzen se také dostává do prostředí

z průmyslových odpadních vod a z havárií. Značné koncentrace benzenu se vyskytují také v cigaretovém kouři. Přírodní zdroje benzenu, jako jsou výbuchy sopek nebo lesní požáry, jsou ve srovnání se zdroji antropogenními nevýznamné.

Mezi nejvýznamnější antropogenní zdroje benzenu patří:

- výfukové plyny automobilů, těkání benzínu;
- spalování uhlíkatých paliv (uhlí, oleje);
- rafinerie ropy a plynu;
- chemický průmysl.

Dopady na životní prostředí

V atmosféře se benzen vyskytuje hlavně v plynné fázi. Plynný benzen může reagovat (stejně jako ostatní těkavé organické látky) s hydroxylovými radikály (vzniklými fotochemicky) za vzniku organických peroxyradikálů (např. peroxyacetylnitrát). Tyto radikály jsou spolu s oxidy dusíku **příčinou fotochemického smogu**. Z atmosféry benzen může odcházet rozpouštěním ve srážkové vodě.

Benzen z půdy poměrně rychle odtéká do atmosféry, nebo se vyloučí do podzemních vod. Může se také rozkládat pomocí některých půdních mikroorganismů. K biodegradaci může docházet i v mělkých podzemních vodách za aerobních podmínek. Benzen v povrchových vodách během několika hodin z větší části odtéká a může být také degradován pomocí mikroorganismů nebo podléhat fotodegradaci.

Dopady na zdraví člověka, rizika

Benzen může vstupovat do těla převážně inhalačně nebo orálně. Průnik kůží není tak nebezpečný, protože se většina benzenu rychle odpaří. Po expozici se benzen distribuuje do celého těla. Nejvyšší koncentrace se nacházejí v kostní dřeni, v orgánech s vysokým zásobením krví (játra, ledviny) a v tkáních s vysokým obsahem tuků (mozek). Akutní toxicita je způsobena přímo benzenem, příčinou chronické toxicity jsou spíše jeho metabolity.

Benzen primárně **poškozuje centrální nervovou soustavu, imunitní systém a krevní oběh**. Projevem otravy jsou závratě, bolesti hlavy, euforie a zmatenost. Může **dojít až ke smrti** z důvodu selhání dýchání a srdeční arytmiie. **Chronická expozice poškozuje červené i bílé krvinky a krevní destičky a může způsobit anemii**. Projevuje se zvýšenou únavou, anorexií a krvácením z dásní, nosu, kůže a trávicího traktu. Chronická expozice také **poškozuje kostní dřeň**. Poškození se po uplynutí latentní doby 5 – 15 let **může projevit leukémií**.

V České republice platí pro koncentrace benzenu následující limity v ovzduší pracovišť: PEL – $3 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, NPK - P – $10 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Celkové zhodnocení nebezpečnosti z hlediska životního prostředí

Benzen je **velmi toxická látka**. Je toxický akutně i chronicky. Při dlouhodobé expozici může způsobovat leukémii. Negativní je i jeho příspěvek ke vzniku **fotochemického smogu**.

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

Prvotní představu o případných emisích benzenu lze učinit z bilance procesu, ve kterém je využíván. Pokud dochází ke ztrátám, mohou tyto znamenat emise do životního prostředí. Pro přesnější stanovení jeho koncentrace lze využít analytické stanovení. Emise jsou potom určeny součinem koncentrace a objemu média (vzdušina, voda...).

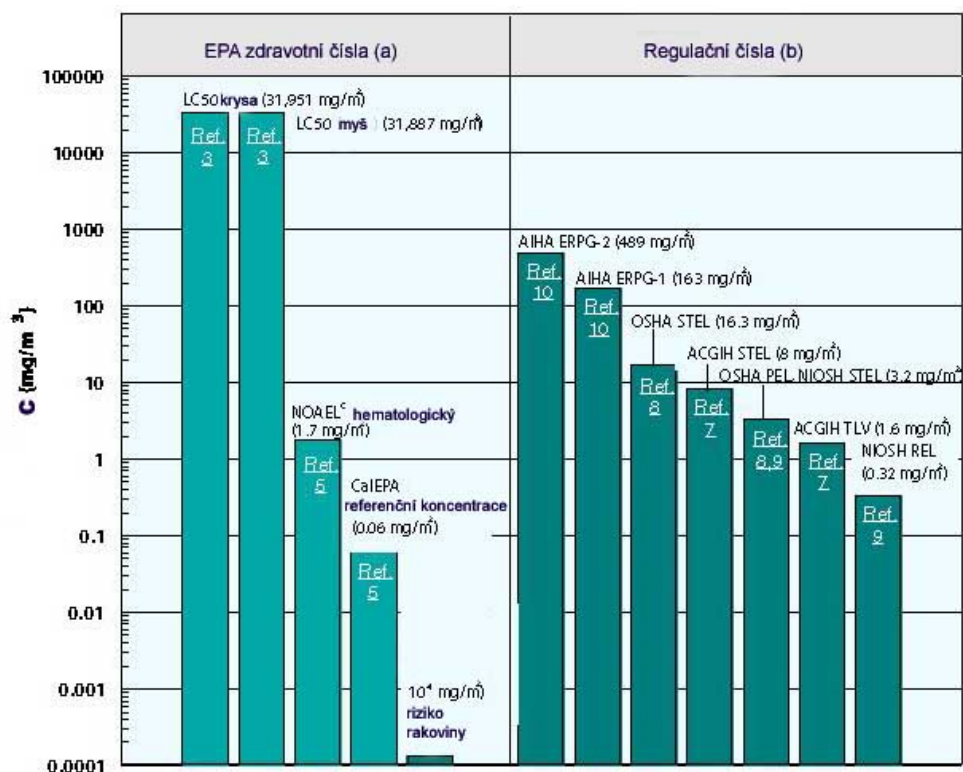
Koncentrace benzenu se stanovuje pomocí plynové chromatografie ve spojení s vhodným detektorem, např. hmotnostním spektrometrem či plamenovým ionizačním detektorem. Další možností je měření benzenu pomocí infračervené spektrometrie. Služby nabízejí komerční laboratoře.

Příklad: při vypouštění odpadního vzduchu o koncentraci benzenu například 0,1 % obj. bude ohlašovací práh pro emise do ovzduší dosažen při vypouštění přibližně 290 000 m³ vzduchu ročně. Pro emise benzenu do vody a půdy jsou udávány limitní hodnoty pro směs látek benzenu, toluenu, ethylbenzenu a xylenů (BTEX). Při koncentraci například 100 mg.l⁻¹ BTEX v odpadní vodě je ohlašovací limit pro emise do vody dosažen při vypouštění 2 000 m³ odpadní vody ročně.

Další informace, zajímavosti

Chemický vzorec benzenu je C₆H₆. Atomy uhlíku jsou uspořádány do pravidelného šestiúhelníku, výsledný útvar je planární. Všechny vazby C – C jsou stejně dlouhé. Jejich délka je větší než u dvojně vazby, ale kratší než u vazby jednoduché. Tato skutečnost je vysvětlena pomocí tzv. delokalizace elektronů. Jednoduchá vazba je tvořena elektronovým párem, který leží mezi dvěma atomy uhlíku, a označuje se jako σ (sigma) vazba. Dvojná vazba se skládá ze σ vazby a z další π vazby. Elektrony této druhé vazby se vyskytují nad a pod rovinou benzenového kruhu. Protože jsou mimo rovinu kruhu, mohou elektrony mezi sebou interagovat. Vzniknou tak delokalizované elektrony, které jsou sdíleny všemi šesti uhlíkovými atomy. Vazba mezi uhlíkovými atomy je pevnější než vazba jednoduchá a benzen je proto poměrně stabilní molekula.

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



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

Informační zdroje

- Encyklopedie Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Benzene>
- U.S Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov/>
- Environment Agency, <http://www.environment-agency.gov.uk>
- Agency for toxic substances and disease registry, <http://www.atsdr.cdc.gov/HEC/CSEM/benzene/index.html>, <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts3.html>
- Databáze Eurochem, <http://www.eurochem.cz>