

## Fenoly (jako celkové C)

další názvy	hydroxybenzen, kyselina karbolová, fenol, benzenol, Phenic, Phenol reagent, Molten, PHN
číslo CAS*	108-95-2
chemický vzorec*	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O (fenol)
<b>ohlašovací práh pro emise a přenosy</b>	
do ovzduší (kg/rok)	-
do vody (kg/rok)	20
do půdy (kg/rok)	20
ohlašovací práh mimo provozovnu (kg/rok)	200
rizikové složky životního prostředí	voda, půda
<b>věty R* (fenol, CAS: 108-95-2)</b>	
R23/24/25	Toxický při vdechování, styku s kůží a při požití
R34	Způsobuje poleptání.
R48/20/21/22	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici.
R68	Možné nebezpečí nevratných účinků.
<b>věty S* (fenol, CAS: 108-95-2)</b>	
S1/2	Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí
S24/25	Zamezte styku s kůží a očima.
S26	Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc.
S28	Při styku s kůží okamžitě omyjte velkým množstvím ..... (vhodnou kapalinu specifikuje výrobce).
S36/37/39	Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít.
S45	V případě nehody, nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení).

\*- R a S věty, číslo CAS a chemický vzorec jsou uvedeny pro fenol jako zástupce skupiny látek.

### Základní charakteristika

Do skupiny fenolů patří jak látky přirozeně se vyskytující, tak člověkem vyrobené sloučeniny. Fenoly a jejich deriváty jsou široce rozšířené přírodní látky, které jsou produkovány celou řadou rostlin a živočichů, ale i člověkem. Právě tyto přirozené deriváty fenolů zapříčiňují chuť a barvu mnohých poživatin.

Fenol jako takový, jehož struktura je patrná z Obr. 1, je bezbarvá nebo bílá krystalická látka se silným odporně nasládlým antiseptickým zápachem. Méně čistý produkt má obvykle formu narůžovělých krystalů nebo husté viskózní kapaliny. Teplota varu této látky je 182°C a tání 41°C. Bod vzplanutí uvádí literatura 75°C. Tenze par je 48 Pa při 20°C. Jeho hustota je

1070 kg.m<sup>-3</sup> při 20°C. Rozpustnost fenolu ve vodě činí 90 g.l<sup>-1</sup>, je také rozpustný v organických rozpouštědlech (benzen, aceton, ethanol, sirouhlík, chloroform).

Předpokládá se, že deriváty fenolu chlorfenoly jsou výlučně produkovány člověkem. Můžeme zmínit například chlorfenol C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>ClO. Jedná se o bezbarvou až bílou krystalickou látku s teplotou tání 41°C - 44°C, teplotou varu 220°C a hustotou 1310 kg.m<sup>-3</sup>. Rozpustnost chlorfenolu ve vodě je 27g.l<sup>-1</sup>. Rozpouští se i v organických rozpouštědlech.



Obr. 1. Molekula fenolu

## Použití

Fenol a jeho deriváty jsou **široce využívány v chemickém průmyslu**. Fenol je hlavním chemickým meziproduktem pro výrobu **syntetických vláken a fenolových pryskyřic**. Díky biocidním účinkům je také přípravků obsahujících fenol využíváno pro **ošetření materiálů, které je třeba chránit před zarůstáním mikroorganismy a vznikem slizu** - například v průmyslových vodních systémech a jako desinfekční prostředek. Obsažen je rovněž v lékových přípravcích, jako jsou prostředky proti bolení v krku a proti kožním onemocněním. Chlorované deriváty fenolu se používají pro **ochranu dřeva, jako desinfekční a antiseptické prostředky a jako přísady do pesticidů**.

Kyselina salicylová, přírodní fenolická sloučenina, je výchozí látkou při výrobě acylpyrinu. Fenoly také využívají rostliny pro produkci ligninu, hlavního přírodního polymeru ve dřevě. Chlorfenol se využívá v chemickém průmyslu jako surovina či meziproduct při výrobě pesticidů, ve farmaceutickém průmyslu, jako denaturant pro alkohol a jako selektivní rozpouštědlo pro zušlechťování minerálních olejů.

## Zdroje emisí

Vzhledem k tomu, že celá řada fenolů a jejich derivátů jsou naprosto přirozené látky, **můžeme za přírodní zdroje emisí fenolů považovat mnohé rostliny a živočichy**. Tyto přírodní fenoly ale nejsou produkovány ve významném množství.

Významnější problém představují nadměrná množství fenolů a jejich derivátů, která mohou do životního prostředí unikat v rámci lidské činnosti.

### **Mezi antropogenní zdroje emisí patří:**

- úniky při výrobě fenolů;
- úniky z chemického průmyslu při užívání (desinfekce vodních potrubních systémů) a aplikaci fenolů do produktů (např. fenolové pryskyřice a umělá vlákna);
- kontaminace vody z nátěrů obsahujících fenoly a jejich deriváty;
- spalovací procesy; Jedná se například o spalovací motory, cigaretový kouř, otevřená ohniště.
- úniky chlorfenolů do ovzduší během spalování látek obsahujících chlor;
- Fenoly mohou být do životního prostředí také vyluhovány ze špatně zajištěných skládek odpadů.
- vznik chlorfenolů v rámci chlorace vod s obsahem fenolů.

## Dopady na životní prostředí

Fenoly emitované antropogenní cestou a jejich deriváty mohou mít díky svým vlastnostem negativní vliv na životní prostředí. Antropogenní úniky z důvodu omezené těkavosti fenolů většinou směřují do vody nebo půdy. Nechlorované deriváty fenolů jsou v aerobním prostředí rozkládány mikroorganismy na neškodné produkty. Za nepřístupu vzduchu, například ve skládkách, sedimentech či v podzemních vodách, jsou stabilnější. Fenoly **vykazují akutní toxicitu pro vodní živočichy. Díky toxicitě, bioakumulativnosti a vysoké stabilitě představují největší riziko pro životní prostředí chlorfenoly.** Právě chlorované deriváty fenolů proto mohou představovat i jistá globální rizika. Přesto, že fenoly nejsou látkami ze skupiny těkavých organických látek (VOC) (mají nižší tenzi par než uváděných 133 Pa), v literatuře se objevuje informace, že mohou po vypaření reagovat s dalšími polutanty přítomnými v ovzduší, a **přispívat tak ke tvorbě škodlivého přízemního ozonu (fotochemický smog)**, který ohrožuje zdraví obyvatelstva, zemědělské plodiny i některé stavební materiály. Pravděpodobně se však v případě fenolů nebude jednat o nejvýznamnější negativní dopad na životní prostředí. Dále je vhodné zmínit vznik chlorfenolů během chlorace pitné vody. Při chloraci vody dojde k nachlorování přítomných (především jednosytných) fenolů, a tím ke vzniku silně páchnoucích chlorfenolů, které mohou z organoleptického (čichového a chuťového) hlediska zcela znehodnotit pitnou vodu. Prahové koncentrace se orientačně pohybují od 0,1  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  do 5  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ .

## Dopady na zdraví člověka, rizika

Fenoly jsou látky, které mají negativní vliv na zdraví člověka. U jednotlivých zástupců se mohou konkrétní rizika lišit, avšak obecně lze jejich působení popsat následovně: do organismu mohou být vdechnuty a prostupují i pokožkou. U exponované osoby může dojít ke dráždění očí, kůže, nosu a dýchacích cest. Expozice dále způsobuje bolesti hlavy, únavu, nevolnost, slabost, zvracení a může přivodit i omdlení. Projevit se může i kašel, dušnost a edém plic. **Vysoké koncentrace fenolů mohou ohrozit schopnost krve transportovat kyslík, což způsobuje bolest hlavy, nevolnost, modráni končetin a rtů. Může dojít až k problémům s dechem, kolapsu a smrti.** Vysoké opakované expozice mohou způsobit **poškození jater, ledvin a centrální nervové soustavy. Fenoly mají mutagenní účinky a mohou způsobovat i nepravidelný tep (srdeční arytmii).**

Chlorfenol je korozivní chemikálie, dráždí kůži, oči, nos, dýchací cesty, plíce a způsobuje kašláni a dušnost. Vysoké expozice způsobují bolest hlavy, nevolnost, svalovou slabost, třes a postupně až kóma s následkem smrti. Chlorfenol také poškozuje játra a ledviny.

V České republice platí pro koncentrace fenolů následující limity v ovzduší pracovišť: PEL – 7,5  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , NPK - P – 15  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

## Celkové zhodnocení nebezpečnosti z hlediska životního prostředí

Fenoly a především jejich chlorované deriváty jsou látky nebezpečné pro životní prostředí a ekosystémy. **Závažná je vysoká toxicita pro vodní organismy.**

## Důvody zařazení do registru

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

- vyhláška č. 221/2004 Sb. (příloha č. 2)
- vyhláška č. 232/2004 Sb. (příloha č. 1)

### Způsoby zjišťování a měření

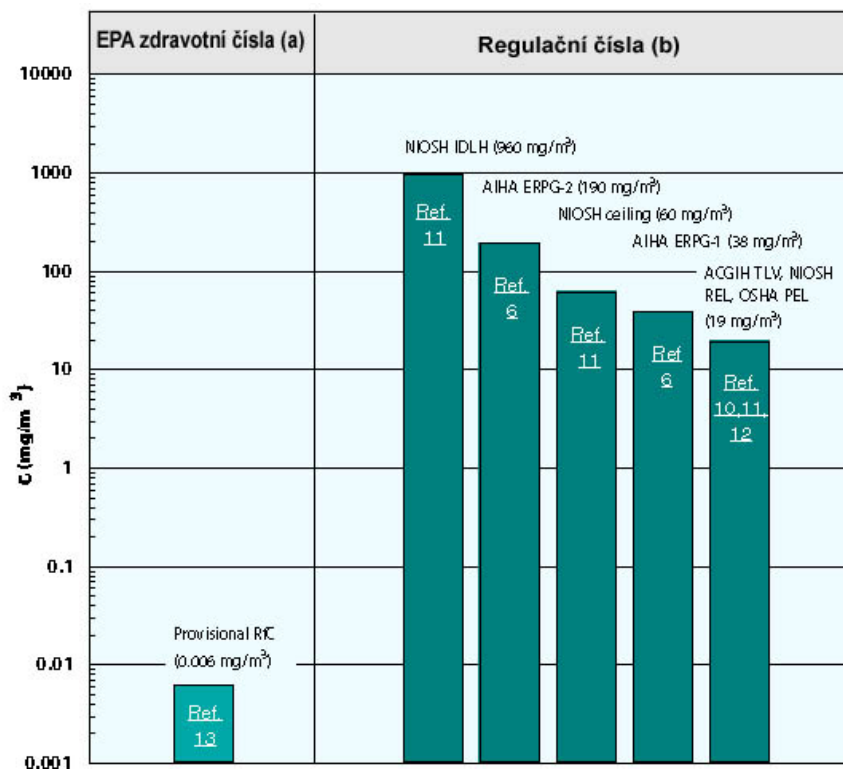
Hrubou představu o únicích fenolů, například v průmyslových procesech, je možné učinit ze spotřeby látky či bilance procesu (vstup x výstup).

Obecně používané metody pro stanovení fenolů a substituovaných fenolů ve vodách zahrnují předkoncentrační stupně s následnou analýzou na plynovém chromatografu. Při stanovení fenolů v zeminách se musí nejprve převést tyto látky do vodného roztoku. Protože fenoly mají ve své molekule kyselý vodík, používá se pro jejich extrakci nejčastěji alkalická extrakce roztokem hydroxidu sodného. Tím se převedou fenoly na netěkavé fenoláty. Odstředěním nebo filtrací se poté oddělí vodná fáze od zeminy. Zpětným okyselením filtrátu se převedou fenoláty na fenoly. Pro izolaci fenolů z okyseleného alkalického extraktu se používá extrakce dichlorethanem. Laboratorní stanovení mohou provést komerční laboratoře. Někdy je uváděn takzvaný „fenolový index“. Jedná se o spektrofotometrickou metodu stanovení jednosytných fenolů se 4-aminoantipyrinem po destilaci. Uvádí se v  $\text{mg.l}^{-1}$ .

**Vezměme v úvahu únik fenolu o přibližné hustotě  $1070 \text{ kg.m}^{-3}$ . Jeden kilogram této látky má objem 0,93 l. Bude-li z provozu odtékat voda kontaminovaná například  $10 \text{ mg.l}^{-1}$  fenolu, představuje emisní práh asi  $2000 \text{ m}^3$  kontaminované vody ročně.**

### Další informace, zajímavosti

Obr. 2 ukazuje vztahy mezi koncentrací fenolu a možným ohrožením. Graf je k dispozici na webových stránkách agentury EPA (USA)



Obr. 2. Vztahy mezi koncentrací fenolu a možným zdravotním rizikem.

## **Informační zdroje**

- EPA: Pollutants and Toxics, <http://www.epa.gov/epaoswer/general/risk/emrad.htm>
- Encyklopedie Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Phenol>
- 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>
- Ekotoxikologická databáze, <http://www.piskac.cz/ETD/>
- The Chemical Database, University of Akron  
<http://ull.chemistry.uakron.edu/erd/chemicals/7/6894.html>
- Databáze Eurochem, <http://www.eurochem.cz>
- Pavel Pitter: Hydrochemie, Vydavatelství VŠCHT Praha, 1999
- Josef Janků: Analytika odpadů, Vydavatelství VŠCHT, Praha 2002

