

Ozon

Ozon je plyn s typickou vůní, kterou můžeme cítit např. při svařování elektrickým obloukem, u kopírovacích strojů, při používání horského slunce a také v přírodě po letní bouřce. Lidský nos je schopen rozeznat pach ozonu při koncentracích až o dva řády nižších, než je povolená hygienická norma. Ozon je rovněž součástí fotochemického smogu, který vzniká v letních měsících v oblastech s vysokým znečištěním ovzduší. Jeho vznik je kromě jiného podmíněn intenzivním slunečním zářením a přítomností některých primárních polutantů, tzv. prekurzorů ozonu. Přízemní ozon způsobuje při vyšších koncentracích dráždění spojivek, nucení ke kašli a bolesti hlavy. Zřejmě z tohoto důvodu se vžila mylná představa o obecné nebezpečnosti a škodlivosti ozonu. Na druhou stranu nikdo nepochybuje o významu a užitečnosti ozonové vrstvy, která zabraňuje průniku tvrdého UV záření k zemskému povrchu.

Zatížení vnitřního ovzduší

V moderních interiérech především veřejných budov se ve zvýšené míře používá syntetických materiálů. Těkavé organické sloučeniny, které se z těchto materiálů uvolňují, a vysoké zatížení těchto prostor společně s nepostačující ventilací mohou být příčinou zdravotních obtíží. K chemickému zatížení se přidává zatížení bakteriemi, viry a plísněmi. Zdravotní obtíže vyvolané těmito a dalšími příčinami jsou označovány jako „syndrom nezdravých budov“ (Sick Building Syndrom). Obtíže se mohou projevit bezprostředně nebo až po letech. Bezprostřední příznaky zahrnují dráždění očí a dýchacích cest, bolesti hlavy, zvýšenou teplotu, alergické reakce a také pocity závratě, úzkosti a trvalou únavu. Dlouhodobá expozice tomuto prostředí může být příčinou astmatu, alergických onemocnění, opakujících se chřipek i srdečních onemocnění.

Ozon je přirozenou součástí ovzduší ozon vzniká při průchodu blesku atmosférou a působením UV složky slunečního záření na kyslík přítomný v ovzduší – tento způsob vzniku ozonu se výrazněji uplatní v místech s vyšší intenzitou slunečního záření, tj. ve vyšších nadmořských výškách a u moře. „Čistý vzduch“ se vyznačuje mimo jiné nejen nízkou koncentrací prachových částic, zanedbatelnou úrovní chemického znečištění, ale také přítomností ozonu při nízkých, přirozených koncentracích. **Ozon přítomný v ovzduší je schopen oxidovat a touto cestou odstraňovat chemické sloučeniny a ničit patogenní mikroorganismy.**

Možnosti využití ozonu Ozon se vyznačuje **výjimečně silnými oxidačními a dezinfekčními schopnostmi**. Pro své specifické vlastnosti se již mnoho let využívá k úpravě vody, neutralizaci pachů, likvidaci bakterií, virů a plísní. Je využíván v lékařství, zemědělství a v moderním chemickém, potravinářském, papírenském a textilním průmyslu.

Aplikace ozonu představuje velmi efektivní alternativu k dezinfekci chlorovými přípravky nebo UV zářením. **Ozon likviduje i ty patogeny, které jsou vůči působení chlorových přípravků odolné.** Kromě toho proniká plynný ozon do všech koutů a skulin i do pórů materiálů. **Likvidace zápachu spočívá v oxidaci sloučenin, tj. v odstranění vlastní příčiny zápachu.**

Ozon nezanechává toxická rezidua a jeho molekuly tvořené třemi atomy kyslíku se samovolně se rozkládají na molekuly kyslíku.

Výjimečných vlastností ozonu lze využít k dezinfekci a dezodorizaci uzavřených prostor i jejich zařízení. Aplikovat lze vyšší koncentrace ozonu za nepřítomnosti lidí, zvířat a rostlin nebo je možné využívat nízkých koncentrací ozonu za běžného provozu. Výčet aplikačních možností je velmi široký – dezinfekce a dezodorizace nemocničních pokojů, čekáren, ordinací, hotelových pokojů, veřejných prostor, likvidace plísní v bytech a ve sklepích, ochrana skladovaného ovoce a zeleniny případně dalších potravin (snížení ztrát, prodloužení doby uskladnění), odstranění pachů z ovzduší restaurací a kuchyní, odstranění zápachu cigaretového kouře nejen z ovzduší ale i z nábytku a čalounění, eliminace zápachu organického původu z čističek odpadních vod i dezinfekce a odstranění zápachu v závěrečné etapě likvidace následků povodní a požárů.

OZON V OVZDUŠÍ

Účinky ozonu přítomného v ovzduší

Ozon je bezbarvý plyn, těžší než vzduch. Molekula ozonu je nestabilní a rozkládá se zpět na kyslík. K úbytku ozonu dochází oxidací látek přítomných v ovzduší, jeho rozkladem při kontaktu s povrchem předmětů a dalšími způsoby. Životnost molekuly ozonu v ovzduší se obvykle pohybuje v řádu několika málo hodin. Při nízkých koncentracích <cca 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ má ozon sladkou, příjemnou vůni. Lidský čich je schopen rozeznat přítomnost ozonu ve vzduchu již při velmi nízkých koncentracích od cca 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ O_3 . Tato schopnost je však individuální a v přítomnosti nízkých koncentrací ozonu se poměrně rychle ztrácí. Z těchto důvodů je nutno používat objektivních metod detekce a stanovení ozonu.

Zvýšené koncentrace ozonu v ovzduší

Při delším pobytu v místech se zvýšenou koncentrací ozonu (**nad cca 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**) se dostavuje pálení očí, v nosu a v krku, v některých případech i tlak na hrudi, kašel a bolest hlavy. Reakce organismu jsou různé a závisí na predispozicích, aktuální fyzické aktivitě a na době působení, tj. expozici. Podle Světové zdravotnické organizace (WHO) se první příznaky obtíží mohou u některých jedinců objevit již při překročení průměrné hodinové koncentrace **160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Nejvíce citliví jsou na ozon lidé, kteří mají zdravotní obtíže, jako je astma, chronické problémy dýchacích cest a nemoci oběhové soustavy.

Vysoké koncentrace ozonu v ovzduší

Při koncentracích ozonu vyšších než cca 1100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ jsou silně drážděny oči a horní cesty dýchací, dostavují se bolesti hlavy. Koncentrace vyšší než cca 2150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ způsobí během několika minut silné dráždění sliznice dýchacích cest, bronchospasmatické stavy a kašel. Koncentrace nad 21 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mají v závislosti na době expozice za následek bezvědomí, krvácení z plic a posléze smrt.

Přípustné koncentrační limity

Koncentrace ozonu v přízemní vrstvě atmosféry podle výsledků - Monitoringu zdravotního stavu obyvatelstva - se v ČR pohybují koncentrace ozonu v přízemní vrstvě atmosféry v letním období mezi **60 až 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , maximální (hodinové) hodnoty však mohou dosáhnout nebo přesáhnout osmihodinový imisní limit, tj. 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. V zimním období se tyto hodnoty pohybují okolo 30 až 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Obecně je vyšších dlouhodobých průměrných hodnot dosahováno ve venkovských a horských oblastech, kde však nedochází k jejich lokálním výrazným nárůstům. Ozon zde vzniká v důsledku přirozeného fotochemického cyklu v přízemní vrstvě atmosféry (troposféře). V oblastech s vyšší nadmořskou výškou je vznik ozonu podporován vyšší intenzitou slunečního záření. Ve velkých městských aglomeracích je ozonu v důsledku jeho reakcí s přítomnými oxidy dusíku méně, a dlouhodobé průměrné hodnoty jsou proto nižší. (Státní ZÚ, Centrum hyg. živ. prostředí. www.szu.cz/chzp/ovzdusi/dokumenty, únor 2004) Při vhodných podmínkách však může nastat "ozonová epizoda" (vznik fotochemického smogu) s nárůstem koncentrace ozonu v ovzduší, který může trvat několik dní.

V jejich průběhu mohou koncentrace přesahovat **200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Dle směrnic EU musí být obyvatelstvo informováno o překročení hranice **180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** a varováno při překročení hranice **360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

Dnem 3.6. 2002 nabylo účinnosti Nař. vlády ČR č. 350/2002 Sb. stanovující cílový imisní limit **120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , který musí být splněn do 1.1. 2010. Limit odpovídá maximálnímu dennímu osmihodinovému průměru, který se počítá z hodinových koncentrací. Limit platný pro pracovní prostředí, který činí **214 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** při osmihodinové expozici.

Koncentrace ozonu v pracovním prostředí

Limit platný pro pracovní prostředí, který činí **214 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** při osmihodinové expozici.

V jiných státech jsou přípustné vyšší expoziční limity. Hodnota PEL-TWA 214 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pro osmihodinovou expozici je navrhována American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Tato hodnota byla přijata řadou států na americkém kontinentě, mimo jiné také Occupational Safety and Health Administration (OSHA) v USA. Totéž platí o hodnotě pro krátkodobou expozici po dobu 15-ti (OSHA) nebo 10-ti minut (ANSI/ASTM), PEL-STEL, která činí 642 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. K dosažení PEL-STEL hodnoty však smí dojít maximálně 4x denně, přičemž prodleva mezi těmito expozicemi musí být delší než 1 hodina. Také v Německu je přípustná vyšší hodnota - tzv. MAK-Wert (Maximale Arbeitsplatzkonzentration) činí 214 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - za podmínek expozice 8 hod denně, 40 hod týdně po 4 po sobě následující týdny.

Koncentrace ozonu ve vnitřním prostředí některých staveb

Dnem 1.7. 2003 nabyla účinnosti Vyhl. MZ č. 6/2002 Sb., která stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. Mezi těmito stavbami jsou uvedeny také "stavby pro zotavovací akce", mezi které lze počítat i veřejné bazény.

Limitní hodinová koncentrace ozonu byla stanovena na **100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Ve světě je pro tyto případy všeobecně akceptován expoziční limit platný pro pracovní prostředí, který činí 214 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ při osmihodinové expozici.

Uvedené hodnoty se vztahují na standardní podmínky, tj. teplotu 20 °C a atmosférický tlak 101,32 kPa. Za těchto podmínek platí pro přepočítání mezi hodnotami v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a v jednotkách ppm v/v (ml/m³) koeficient $4,67 \cdot 10^{-4}$.

Je zásadní odlišnost mezi účinky ozonu přítomného v ovzduší a účinky ozonu rozpuštěného ve vodě na lidské zdraví!

VODA

Účinky ozonu rozpuštěného ve vodě

Ozonoterapie využívá mimo jiné také vody syčené ozonem k účelům dezinfekce, zvýšení prokrvení tkání a stimulace imunitního systému. I při dlouhodobé expozici nezpůsobuje ozon rozpuštěný ve vodě při koncentracích **do 0,15 mg/l** žádné negativní zdravotní efekty.

Rozpustnost ozonu ve vodě je několikanásobně vyšší než rozpustnost kyslíku. Podobně jako je tomu u ozonu v ovzduší, dochází k úbytku ozonu jeho samovolným rozpadem na kyslík, oxidací rozpuštěných látek, případně rozkladem na povrchu některých pevných substancí (např. aktivního uhlí). Doba života molekuly ozonu např. v bazénové vodě se pohybuje v rozsahu 10 - 20 min. Rozklad je urychlován vyšší teplotou a působením UV záření.

Přípustné koncentrační limity

Pro koncentraci ozonu ve vodě **veřejných bazénů** platí v ČR hygienický limit **0,05 mg/l** O₃ (0,05 ppm; Vyhláška MZ 135/2004 Sb.). V jiných státech platí pro veřejné bazény odlišné limitní hodnoty - Itálie 0,03 mg/l, - pro EU je doporučeno <0,1 mg/l - v USA je přípustných 0,1 mg/l.