

Ovzduší a zdraví

MUDr. Helena Kazmarová

MUDr. Helena Veselská

Státní zdravotní ústav

h.kazmarova@szu.cz

<http://www.szu.cz/chzp/ovzdusi/index.htm>

O čem se bude hovořit

- ❑ Ovzduší a expozice
 - ❑ Dýchací ústrojí a fyziologie dýchání
 - ❑ Působení vybraných látek na organismus
 - ❑ Limity a referenční koncentrace
 - ❑ Přístupy k hodnocení
-

Ovzduší a expozice

Výskyt znečišťujících látek v prostředí

- Zdroje - vstup látek do prostředí - primární znečišťující látky
 - Expoziční cesta - osud látek v prostředí
 - Transport, ředění, akumulace
 - Transformace, chem.reakce - Sekundární znečišťující látky
 - přestup mezi složkami prostředí
 - Cesta vstupu do organismu
 - Expozice
-

Cesty vstupu do organismu

- Inhalací
 - Ingeací
 - Vstřebáním kůží a sliznicemi
-

Kontakt ovzduší s hranicemi organismu

- Kůže - povrch těla cca 1,7 m²
 - Oční spojivka
 - Plíce - plocha cca 80 - 200m²
-

Dýchací ústrojí

Působení vybraných látek na organismus

Účinky z hlediska časového

- Akutní
 - Subchronické
 - Chronické
 - Pozdní
-

Principy působení

- Prahový
 - Bezprahový
-

Prahový účinek

Projeví se po vyčerpání obranných mechanismů

- Obranné mechanismy
 - biotransformace látky (detoxikace a usnadnění vylučování)
 - buněčná a orgánová reparace
 - funkční rezerva orgánů
-

Prahový účinek

□ Podle rozsahu

- lokální
- systémový

□ Podle cílových systémů

- Reprodukční a vývojová toxicita
 - Imunotoxicita
 - Neurotoxicita (a další specifické postižení jednotlivých systémů)
-

Prahový účinek

- S rostoucí expozicí roste závažnost poškození :
 - změny fyziologických funkcí a parametrů
 - změny funkce orgánů
 - onemocnění
 - poškození orgánů
 - smrt
 - Změny vratné - nevratné
-

Bezprahový (stochastický účinek)

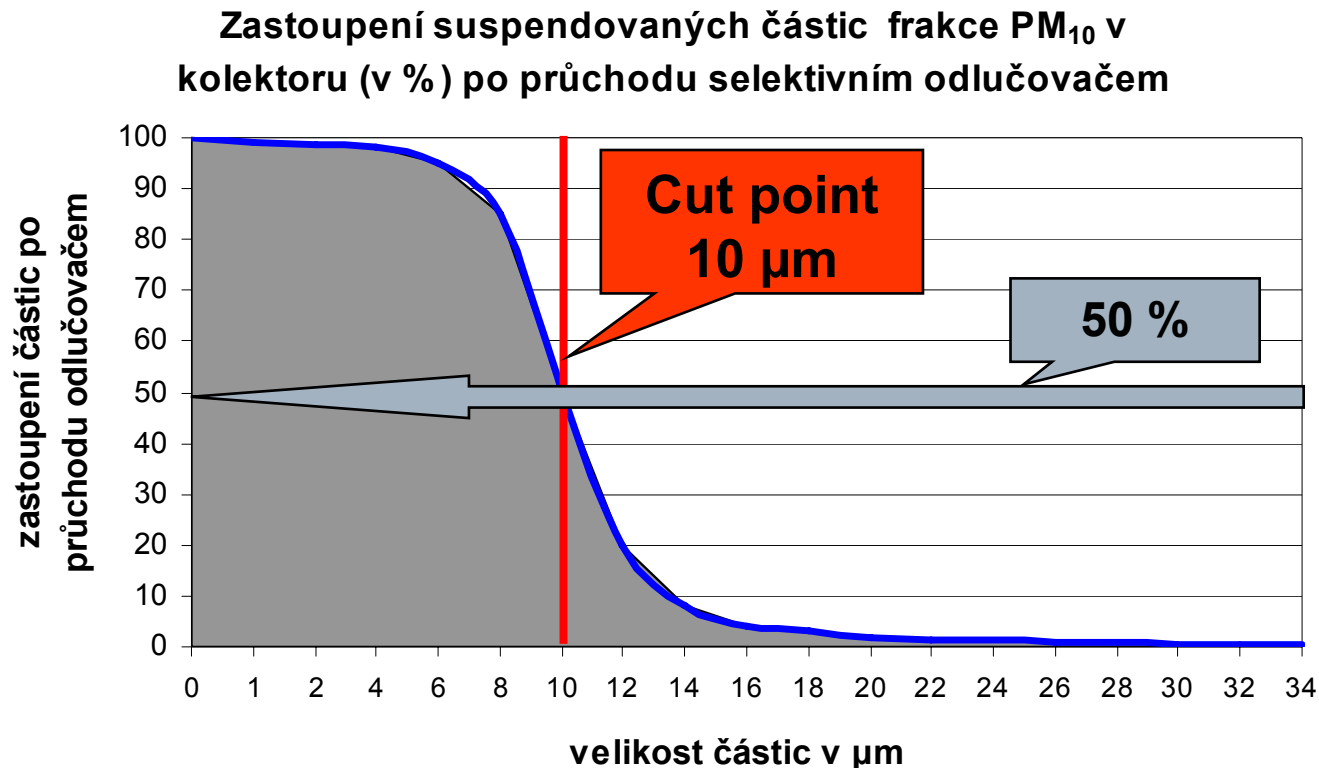
- Počáteční iniciační mutace může nastat při jakémkoliv kontaktu DNA s mutagenem na molekulární úrovni - není bezpečná dávka
 - Předpokládá se u genotoxického mutagenního a karcinogenního účinku
 - S rostoucí expozicí roste pravděpodobnost poškození
-

Suspendované částice - aerosol

- vzdušný polydisperzní systém
 - chemicky heterogenní částice
 - různé velikosti částic
 - komplexní toxický a karcinogenní potenciál
 - biochemicky aktivní složky mohou být na povrchu částic stejně jako uvnitř částic
 - chemické složení je dáno zdrojem, ale současně je různé u různě velkých částic
-

Magický pojem PM 10 (a PM2,5 respektive PM1,0)

Částice, které projdou velikostně selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr 10 (nebo 2,5 respektive 1) μm odlučovací účinnost 50 %



Co ovlivňuje zdravotní účinky aerosolu

- Vstup do organismu (velikost částic, způsob dýchání)
 - Tvar
 - chemické složení
 - rozpustnost
 - Aby částice mohla uplatnit svůj biologický účinek, musí v organismu zůstat.
-

Účinky aerosolu

- Dráždění
 - Snížení samočisticí funkce a obranyschopnosti dýchacích cest
 - Dobré podmínky pro respirační infekce
 - Makrofágy při fagocytóze uvolňují mediátory zánětu - zánětlivá reakce v plicní tkáni
 - Karcinogenní působení
-

Účinky aerosolu

- zrychlení rozvoje chronické obstrukční plicní choroby
 - Ovlivnění srážlivosti krve - příspěvek k akutním trombotickým komplikacím
 - Oxidativní stres (cytokiny podporují tvorbu volných radikálů v leukocytech)
-

Akutní účinky aerosolu

Denní konc. PM_{10} ve vztahu k:

- Úmrtnosti (zvláště KVO)
 - Počtu hospitalizací pro respirační onemocnění
 - Výskytu příznaků (kašel,...)
 - Plicním funkcím
 - Spotřebě bronchodilatancí
-

Chronické účinky aerosolu

- Úmrtnost
- Respirační nemocnost-bronchitida
- Očekávaná délka života
- Snížení plicních funkcí

$PM_{2,5}$ je lepším indikátorem účinků než PM_{10}

Účinky aerosolu

Hodnocení ve vztahu k

- Hmotnostním koncentracím
 - Počtu částic
 - Velikosti povrchu částic
-

Zvýšení denní konc. PM_{10} o $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ (podle WHO)

- vzestup celkové mortality o 0,5% (nad $50\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 - Akutní hospitalizace na resp.onem. 0,8 %
 - Užití bronchodilatancií 3 %
 - Kašel 3,6%
 - Akutní symptomy DCD 3,2%
-

Zvýšení roční konc. $PM_{2,5}$ o $10\mu\text{g}/\text{m}^3$

- zvyšuje celkovou úmrtnost exponované populace o 6 % (2-11 %) a
 - úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění o 12 %
-

Ozón -1

- ❑ Původní přírodní konc. 25-30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - ❑ Prekursory ozónu (Optimální VOC:NO_x 4:1 až 10:1)
 - ❑ Silné oxidační činidlo
 - ❑ Dráždění spojivek (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ citliví jedinci, 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 50% lidí)
 - ❑ až zúžení dýchacích cest
 - ❑ alteruje funkce makrofágů, vyvolává zánětlivou reakci
 - ❑ chronické účinky - nejednoznačné, u zvířat změny struktury plicní tkáně
-

Ozón-2

- riziko spojené s krátkodobou expozicí ozónu znamená vzestup celkové mortality o 0,3-0,5% při zvýšení 8mi hodinové koncentrace o $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nad $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Cíl (podle AQG WHO) $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jako maximální 8mi hod. koncentrace
-

Oxid dusičitý-1

Mnoho významů, které je obtížné až nemožné oddělit

- Účinky samotného NO₂
 - NO₂ jako zástupce směsi látek ze spalovacích procesů (doprava, indoor), efekty spojeny s dalšími látkami - PM, NO...
 - NO₂ je emitován jako NO a je prekursorem ozónu a PM
-

Oxid dusičitý-2

- málo rozpustný ve vodě - proniká do plicní periferie, kde je více než 60% absorbováno.
 - nejcitlivější části populace - malé děti a osoby s astmatickými obtížemi - zvýšení reaktivity dých.cest
 - Snížení imunity - poškození funkce makrofágů, snížení účinnosti mukociliární bariéry
-

Oxid dusičitý-3

Mnoho významů, které je obtížné oddělit

- Účinky samotného NO_2
- NO_2 jako zástupce směsi látek ze spalovacích procesů, efekty spojeny s dalšími látkami - PM, NO...
- NO_2 je emitován jako NO a je prekursorem ozónu, PM a nitroPAU

NO_2 slouží pro kontrolu nad celou směsí látek ze spalovacích procesů, které nejsou běžně měřeny

Oxid dusičitý-4

- Velká prostorová variabilita
 - podklad pro stanovení AQG na základě přímého toxického účinku je jasný u krátkodobého působení není u roční koncentrace
-

Oxid dusičitý-5

- nejsou podklady pro změnu současných AQG
 - NO₂ slouží pro kontrolu nad celou směsí látek ze spalovacích procesů. Které nejsou běžně měřeny
-

Oxid siřičitý-1

Akutní působení

- Kontrolovaná studie ukázala, že změny plicních funkcí u astmatických dětí mohou nastat už po 10minutách expozice při zvýšené námaze
 - Nelze jednoduše přepočítat na 1 hod koncentraci (povaha zdroje, meteopodmínky)
AQG $500\mu\text{g}/\text{m}^3$ jako 10min.průměr
-

Oxid siřičitý-2

Studie posledních 5 let

- Hong Kong

Razantní snížení síry v palivu - významné zlepšení zdrav. indikátorů (celková nemocnost, resp. onem u dětí)

- Hong Kong a Londýn

Hospitalizace na KVO, SO_2 5-40 $\mu g/m^3$ 24 hod průměr, práh účinku nezjištěn

PAU

Jednoduché sloučeniny uhlíku a vodíku, se dvěma či více aromatickými cykly - důsledkem je jejich stabilita.

- Více než 100 různých chemických sloučenin, z praktického hlediska se ale pozornost orientuje na méně než 20
 - Vznikají při nedokonalém spalování
 - Vyskytují se v ovzduší v plynné formě a v kondenzované formě na tuhých částicích (v závislosti na velikosti molekuly)
-

PAU - účinky na zdraví

- ❑ Mutagenita, karcinogenita
 - ❑ Nepřímo působící genotoxické karcinogeny
 - ❑ Biotransformací - elektrofilní metabolity - vazba na DNA
 - ❑ Endokrinní disruptory
 - ❑ Ovlivnění plodnosti mužů, vývoje plodu
-

PAU - hodnocení rizika karcinogenity

- ❑ založeno na předpokladu linearitě vztahu dávka - odezva
 - ❑ Jde o hodnocení směsi látek
 - ❑ benzo(a)pyren, UR(WHO) $8,7 \cdot 10^{-5} (\text{ng}/\text{m}^3)^{-1}$
 - ❑ relativní účinnost pro jednotlivé PAU (TEF)
 - ❑ TEF nejsou přesné, měly by se používat opatrně !
 - ❑ Problém srovnání různých výsledků měření
-

Benzen- 1

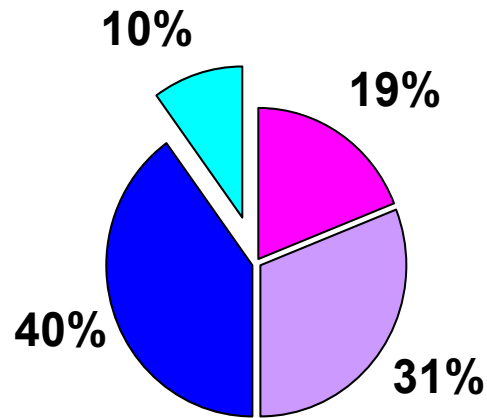
Nejvýznamnějšími následky dlouhodobé expozice benzenu

- Hematotoxicita
 - Genotoxicita
 - Karcinogenita.
-

Benzen - 2

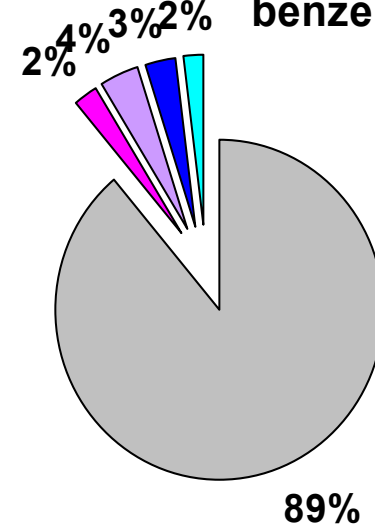
Zdroje expozice
benzenu u nekuřáků

- auto
- indoor
- venkovní ovzduší
- pasivní kouření



- kouření
- auto
- indoor
- venkovní ovzduší
- pasivní kouření

Zdroje expozice
benzenu u kuřáků



Benzen - 3

Karcinogenita

- potvrzena u zvířat i u člověka
 - (IARC "1", US EPA "A")
 - Zvýšená úmrtnost na leukemii u profesionálně exponovaných osob
 - U pokusných zvířat vznik nádorů nosní dutiny, jater, mléčné žlázy, lymfomy a leukemie méně než u lidí
-

Benzen - 4

- ❑ Novější epid.studie z pracovního prostředí (konc.benzenu do 3,2 mg/m³) neprokázaly zvýšený výskyt leukémie
 - ❑ ani hematotoxický účinek benzenu (který by se mohl podílet na negenotoxickém mechanismu vzniku leukémie)
 - ❑ Mutagenní metabolit benzenu nebyl detekován
 - ❑ Reparace DNA při působení nízkých koncentrací mohou být účinné
-

Benzen - souhrn hodnocení

- Bezprahový přístup a použití lineární extrapolace dat na nižší koncentrace může vést k nadhodnocení skutečného karcinogenního rizika benzenu
 - UR (WHO 6×10^{-6}) - horní mez odhadu rizika, dolní mez UCR odhadnuta na 5×10^{-8} (s použitím sublineární křivky extrapolace)
 - To znamená, že riziko leukémie 1×10^{-6} by se mělo pohybovat v rozmezí roční průměrné konc. benzenu v ovzduší cca 0,2 - 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
-

Formaldehyd

Akutní účinky - dráždivé

Karcinogenita - přehodnocena 2004 na základě 3 kohortových studií a 3 studií případů a kontrol (od r.1995) - IARC "1"

- ❑ Dostatečné důkazy pro zvýšené riziko vzniku nasofaryngeálního ca
 - ❑ Omezené důkazy pro zvýšené riziko ca nosní dutiny a paranasálních dutin
 - ❑ Silné, ale ne dostatečné důkazy pro zvýšené riziko leukemie
-

Formaldehyd-mechanismus působení

- ❑ Genotoxicita (in vitro zvířecí i lidské modely, chromozomové aberace)
- ❑ Cytotoxický efekt (buněčné proliferace jako následek expozice vysokým koncentracím)

Závěr: v karcinogenitě formaldehydu hraje významnou roli genotoxický i cytotoxický účinek

Limity a referenční koncentrace

Limity x referenční koncentrace

- Referenční koncentrace
podkladem vztah dávky a účinku
 - Limity
podkladem referenční hodnoty
ale i další aspekty
-

Limity x referenční koncentrace

- Limity - jen pro omezený počet látek
 - na stanovený limit se váže řada následných povinností
 - Stanovení referenčních hodnot podmíněno:
 - potřebností
 - dostatečnými odbornými podklady o účinku
-

Stanovení limitních hodnot

- ❑ Direktivy EU
 - ❑ Podkladem jsou zdravotně zdůvodněné návrhy (směrnice hodnoty WHO)
 - ❑ Další aspekty - reálný stávající stav, vnímání rizika veřejností, technická proveditelnost, analýza cost/benefit, komparace - srovnání s jinými riziky, velikost populace v riziku, možnost kontroly (meze analytických metod)
-

Limity znečišťujících látek v ovzduší- NV 597/2006

- IL: SO_2 , PM_{10} , NO_2 , CO, benzen, olovo
 - Cílový IL: kadmium, nikl, arsen, PAU a ozón
 - Dlouhodobý IL pro ochranu ekosystémů a vegetace:
 SO_2 , NO_x , ozón
 - Dlouhodobý imisní cíl : ozón
-

Referenční koncentrace

Zákon O ochraně ovzduší § 45 - Ministerstvo zdravotnictví.....

b) Zpracovává a vede seznamy referenčních koncentrací znečišťujících látek pro hodnocení a řízení zdravotních rizik

Referenční koncentrace

je hmotnostní koncentrace látky v ovzduší, která při expozici odpovídající hodnocenému intervalu pravděpodobně nezpůsobí poškození zdraví populace, včetně citlivých podskupin. Podle charakteru účinků látek jsou definovány jako :

- ❑ PK pro látky s prahovými účinky
(přípustná koncentrace nepoškozující zdraví)
 - ❑ KR6 pro látky s bezprahovými účinky
(společensky přijatelná - odpovídající úrovni rizika $1 \cdot 10^{-6}$)
-

Referenční koncentrace

- přebírány z renomovaných informačních zdrojů (WHO, RIVM Bilthoven, IPCS, US-EPA, ATSDR, OSHA, IARC a další) nebo
- stanovovány přímo na základě toxikologických podkladů pověřenou organizací.

Při přebírání i při jejich odvozování se vychází z principu předběžné opatrnosti.

Účel a použití referenčních koncentrací

Mají charakter „Guidelines“ = doporučení a nejsou legislativně závazné

- Pro orientační/screeningová hodnocení kvality ovzduší
 - Odhad zdravotních rizik
 - Hodnocení výstupů rozptylových studií, modelování
-

Přístupy k hodnocení

Hodnocení - obecně

- Vstup - imisní charakteristiky
 - Nástroj
 - definované postupy
 - definované etalony
 - Výstup
 - Kvalitativní hodnocení
 - Kvantitativní hodnocení
-

Hodnocení znečišťujících látek v ovzduší

- Ve vztahu k limitům
 - Ve vztahu k odhadovaným zdravotním účinkům - „hodnocení zdravotních rizik“
-

Hodnocení zdravotních rizik

- Identifikace nebezpečnosti
 - Charakterizace nebezpečnosti - vztah dávky a účinku
 - Odhad expozice
 - Charakterizace rizika
 - Popis nejistot
-

**Děkuji Vám za
pozornost**
