



VPLYV ZNEČISTENIA OVZDUŠIA NA VEREJNÉ ZDRAVIE

Príloha č. 4
k metodickému pokynu k riadeniu kvality ovzdušia
november 2023
Verzia 2

Obsah

| | |
|---|----|
| Použité skratky..... | 1 |
| Znečistenie ovzdušia – environmentálne zdravotné riziko | 2 |
| Odporúčania WHO a normy kvality ovzdušia v EÚ | 3 |
| Vplyv znečistenia ovzdušia na zdravie | 4 |
| Vybrané znečisťujúce látky a ich možné účinky..... | 7 |
| Smogové situácie | 11 |
| Hodnotenie zdravotného rizika vystavenia znečisteniu ovzdušia podľa EEA | 13 |
| Stručný prehľad metód hodnotenia vplyvu znečistenia ovzdušia na zdravie | 13 |
| Zhrnutie | 16 |
| Užitočné odkazy | 16 |

Použité skratky

| | |
|---------|---|
| CRF | Chronic real failure – reálne chronické zlyhanie |
| EEA | European Environment Agency – Európska environmentálna agentúra |
| IARC | International Agency for Research on Cancer – Medzinárodná agentúra pre výskum onkologických ochorení |
| NEHAP V | National Environmental Health Action Plan V - Akčný plán pre životné prostredie a zdravie obyvateľov SR V |
| PAU | Polycyklické aromatické uhľovodíky |
| WHO | World Health Organisation – Svetová zdravotnícka organizácia |
| YLD | Roky prežité so zdravotným postihnutím |
| YLL | Roky strateného života |
| DALY | disability-adjusted life years – roky života v zhoršenom zdraví |

Znečistenie ovzdušia – environmentálne zdravotné riziko

Podľa Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO) patrí znečistenie ovzdušia k najväčším environmentálnym zdravotným rizikám vo svete aj v Európe. Vystavenie človeka znečisťujúcim látkam z prostredia môže byť spúšťačom vzniku chorôb, najčastejšie chronických.

Medzi znečisťujúce látky, ktoré majú najväčší vplyv na verejné zdravie patria tuhé častice (PM), ozón (O₃), oxid dusičitý (NO₂), benzo(a)pyrén (BaP), oxid siričitý (SO₂), oxid uhoľnatý (CO), benzén (C₆H₆), a ťažké kovy – olovo (Pb), ortuť (Hg), arzén(As), kadmium (Cd) a nikel (Ni). Tuhé častice PM_{0,1} (nanočastice) sa môžu dokonca dostať do krvného obehu a prostredníctvom krvi až do orgánov či mozgu.

Znečistenie ovzdušia predstavuje vážne riziko ochorenia dýchacích ciest, astmy, kardiovaskulárnych ochorení, pričom tiež zhoršuje priebeh týchto ochorení. Ochorenia srdca a cievna mozgová príhoda sú najčastejšími príčinami predčasných úmrtí spôsobených znečistením ovzdušia, nasledujú pľúcne a onkologické ochorenia. U detí môže znečistenie ovzdušia poškodiť vývoj pľúc, byť príčinou nižšej pôrodnej hmotnosti, spôsobiť a zhoršiť priebeh ochorení dýchacích ciest a astmu.

Kvalita života výrazne závisí od zdravotného stavu. Znečistenie vonkajšieho ovzdušia sa odlišuje od iných významných rizikových faktorov zdravia, ktoré závisia od individuálnych rozhodnutí, napr. fajčenie, pitie alkoholu a pod. Na rozdiel od týchto faktorov sa znečistenému ovzdušiu nemôžeme vyhnúť. Predstavuje pre nás riziko s každým nádychom, či žijeme v mestách s veľkou dopravnou záťažou alebo na vidieku, kde znečistenie ovzdušia pochádza z lokálnych kúrenísk.

Okrem toho znečistenie ovzdušia má aj značné hospodárske dôsledky. Zvyšuje náklady na zdravotnú starostlivosť a znižuje ekonomickú produktivitu práce.

Napriek tomu, že vďaka európskej právnej úprave ochrany ovzdušia (najmä regulácii emisií z priemyselných zdrojov), došlo za posledné desaťročia k zníženiu znečistenia, problém kvality ovzdušia v rámci EÚ zďaleka nie je vyriešený. Hoci sa počet ľudí vystavených znečisteniu ovzdušia v posledných rokoch výrazne znížil, prekračovanie noriem kvality ovzdušia v EÚ pri niektorých znečisťujúcich látkach pretrváva a stále predstavuje významné zdravotné riziko. Podľa odhadov Európskej environmentálnej agentúry (EEA):

- každý rok predčasne zomiera približne 400 000 Európanov v dôsledku zlej kvality ovzdušia;
- na Slovensku predčasne zomrie odhadom 4 000 – 5 000 ľudí ročne a tiež sa zvyšuje chorobnosť obyvateľstva.

Súvislosti medzi znečistením ovzdušia a verejným zdravím sú však často prehliadané a bagatelizované. Väčšina vplyvov znečistenia ovzdušia totiž nie je na prvý pohľad viditeľná a ani sa neodzrkadľuje v trhových cenách, hoci takisto vytvára nemalé náklady pre spoločnosť.

- Priemerná dĺžka života obyvateľov Slovenska sa zvyšuje, ale stále zaostáva za priemerom EÚ. Aj keď štatistické údaje, z ktorých vychádza EEA o počte predčasných úmrtí v dôsledku znečistenia ovzdušia niektorí spochybňujú, faktom je, že priemerná dĺžka života na Slovensku v roku 2021 (76,9 roka) patrí medzi najnižšie v Európe a je takmer o štyri roky pod priemerom EÚ (80,6).
- Rozdiely v strednej dĺžke života podľa sociálno-ekonomického postavenia zostávajú jedny z najväčších v EÚ a Slovensko má tiež jednu z najvyšších úmrtností na onkologické ochorenia v celej EÚ.

Potrebné sú koordinované medzisektorové opatrenia, spoločné stratégie, iniciatívy, ktorých spoločným prienikom môžeme zabezpečiť adekvátne riešenia problémov týkajúcich sa environmentálneho zdravia. **Ak uplatníme medzirezortný prístup pri riešení problematiky, zameriame sa na zdravie cez vzťahy a súvislosti so životným prostredím, úsilie a práca vynaložená na ochranu životného prostredia bude lepšie pochopená a dostane vyššiu prioritu.** Zdravie je jednoznačne výsledkom mnohých rozhodnutí, nad rámec zdravotnej starostlivosti. Ovplyvňujú ho vo

významnej miere externé faktory, a teda aj znečistené životné prostredie. Je preto nevyhnutné presadzovať a uplatňovať prístup „Zdravie vo všetkých politikách“.¹

Odporúčania WHO a normy kvality ovzdušia v EÚ

Svetová zdravotnícka organizácia (WHO) vydáva odporúčania o **zdravotných rizikách spojených so znečistením ovzdušia** na základe najnovších vedeckých poznatkov a dôkazov. V odporúčaní sa uvádzajú referenčné úrovne koncentrácií spojených s expozíciou pre vybrané znečisťujúce látky v ovzduší, pri prekročení ktorých je známy výskyt nepriaznivých účinkov na ľudské zdravie.

WHO v roku 2021 aktualizovala svoje usmernenia o kvalite ovzdušia z roku 2005. Táto aktualizácia je založená na systematickom preskúmaní najnovších vedeckých dôkazov, ktoré uvádzajú, ako znečistenie ovzdušia ovplyvňuje ľudské zdravie. Hoci odporúčania WHO poskytujú spoľahlivé indikátory na ochranu verejného zdravia pred znečistením ovzdušia, nie sú právne záväzné a v súčasnosti sa používajú len ako referenčné hodnoty. Ich uvedenie do praxe nie je vždy jednoducho uskutočniteľné z dôvodu vysokých nákladov a nedostatočných riešení v súčasnosti.

Ani súčasné platné európske normy kvality ovzdušia zatiaľ nie sú na úrovni odporúčaní WHO. Avšak ambície EÚ sú čo najviac sa priblížiť hodnotám odporúčaní WHO. Už v súčasnosti pripravovanej revízii smerníc o kvalite ovzdušia sa navrhuje sprísniť limitné hodnoty znečisťujúcich látok v ovzduší od roku 2030. EÚ tiež navrhuje, aby sa vykonávalo pravidelné preskúmanie ustanovených noriem kvality ovzdušia s cieľom prehodnotiť ich súlad s najnovšími vedeckými poznatkami, ako aj so spoločenským a technologickým vývojom. Následne sa očakáva postupné sprísnenie limitných hodnôt a cieľových hodnôt až na úroveň odporúčaní WHO.

Jednou z kľúčových priorít Európskej zelenej dohody (European Green Deal) je „nulové znečistenie“. Cieľom Akčného plánu nulového znečistenia (Action plan „Zero pollution“) je zníženie vplyvov znečistenia ovzdušia na zdravie do roku 2030 o viac ako 55 %.

Víziou EÚ do roku 2050 je **znižiť znečistenie ovzdušia na úroveň, ktorá už nepoškodzuje zdravie**.

Prípustná miera znečistenia ovzdušia

- slúži na zabránenie, prevenciu alebo zníženie škodlivých vplyvov znečistenia ovzdušia na zdravie ľudí a životné prostredie ako celok;
- je ustanovená ako **norma kvality ovzdušia** pre vybrané **znečisťujúce látky** v § 3 zákona (146/2023 Z. z.) a vyhláske (250/2023 Z. z.) o kvalite ovzdušia. Tie sú vyjadrené ako limitné hodnoty, cieľové hodnoty a indikátor priemernej expozície.

Tabuľka č. 1: Prípustná miera znečistenia ovzdušia

| Znečisťujúca látka | Vplyv | Priemerované obdobie | Aktuálne platná Limitná hodnota EU ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), (povolený počet prekročení za rok) | | Limitná hodnota WHO ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), (povolený počet prekročení za rok) ² | |
|---------------------------------|-----------------------|----------------------|--|------------|--|-------|
| SO₂ | Ľudské zdravie | 1 hodina | 350 | (24) | - | - |
| SO₂ | Ľudské zdravie | 24 hodín | 125 | (3) | 40 | (3-4) |
| Vegetácia SO₂ | Vegetácia | 1 rok, zimné obdobie | 20 | (-) | - | - |
| NO₂ | Ľudské zdravie | 1 hodina | 200 | (18) | - | - |
| NO₂ | Ľudské zdravie | 1 rok | 40 | (-) | 10 | |
| NO_x | | 1 rok | 30 | (-) | - | - |

¹ Zdroj: NEHAP V., <https://rokovania.gov.sk/RVL/Material/23451/1>

² <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345334/9789240034433-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

| | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---|--|--------------------------------|--|-------|
| PM₁₀ | Ľudské zdravie | 24 hodín | 50 | (35) | 45 | (3-4) |
| PM₁₀ | Ľudské zdravie | 1 rok | 40 | (-) | 15 | - |
| PM_{2,5} | Ľudské zdravie | 1 rok | 20 | (-) | 5 | - |
| Pb | Ľudské zdravie | 1 rok | 0,5 | (-) | - | - |
| CO | Ľudské zdravie | 8 hodín (maximálna) | 10 000 | (-) | - | - |
| Benzén | Ľudské zdravie | 1 rok | 5 | (-) | - | - |
| Znečisťujúca látka | Vplyv | Priemerované obdobie | Aktuálne platná cieľová hodnota EU ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), (povolený počet prekročení za rok) | | hodnota WHO ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), (povolený počet prekročení za rok) ³ | |
| O₃ | Ľudské zdravie | Najvyššia denná 8-hodinová stredná hodnota neprekročí | 120 | 25 dní /rok v priemere 3 rokov | 100 | - |
| | | Vrchol sezóny (t. j. 3-4 dni prekročenia v roku) | | | 60 | |
| Arzén (As) | Ľudské zdravie a vegetácia | 1 rok | 6 ng/m ³ | - | - | |
| Kadmium (Cd) | Ľudské zdravie a vegetácia | 1 rok | 5 ng/m ³ | - | - | |
| Nikel (Ni) | Ľudské zdravie a vegetácia | 1 rok | 20 ng/m ³ | - | - | |
| Benzo(a)pyrén (BaP) | Ľudské zdravie a vegetácia | 1 rok | 1 ng/m ³ | - | - | |

Vplyv znečistenia ovzdušia na zdravie

Vzduch je základnou potrebou takmer pre všetky formy života na zemi. Človek je s ovzduším priamo spojený s povrchom svojho tela, t.j. pokožkou, očnou spojovkou, dýchacím a tráviacim traktom v prípade požitia prachu zachyteného v nosohltane a prostredníctvom potravinového reťazca. Znečistené ovzdušie ovplyvňuje normálne fyziologické funkcie organizmu, môže byť príčinou ochorenia, prípadne úmrtia. Zodpovedné sú za to najmä chemické a mikrobiálne znečisťujúce látky v ovzduší, ktoré predstavujú neviditeľné riziko pre naše zdravie. Ich zdrojom je najmä ľudská činnosť – priemysel, doprava, domáce kúreniská, dýchacie cesty ako zdroj patogénov, ale aj neupravený zemský povrch a prírodné procesy. Zhoršená kvalita ovzdušia ovplyvňuje nás všetkých: škodí nášmu zdraviu, ekosystémom, ako aj životnému prostrediu, čo vedie k hospodárskym stratám.

Dospelý človek denne vdýchne 10 000 až 20 000 litrov vzduchu. Počas priemerne dlhého života to predstavuje približne 250 000 m³ vzduchu. Jeho krátkodobé znečistenie vyššími koncentraciami škodlivín môže vyvolať akútne poškodenie zdravia. Dlhodobá expozícia znečistenému ovzdušiu môže spôsobiť:

- miestne účinky pri vstupe škodliviny dýchaním, ale aj pokožkou, spojovkami;
- účinky po absorpcii a distribúcii v celom organizme.

Akútne (krátkodobé) i chronické (dlhodobé) zdravotné účinky môžu nadobúdať rôzny rozsah závažnosti od kritickej úrovne ohrozenia života až po menej závažné ochorenia alebo diskomfort.

³<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345334/9789240034433-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

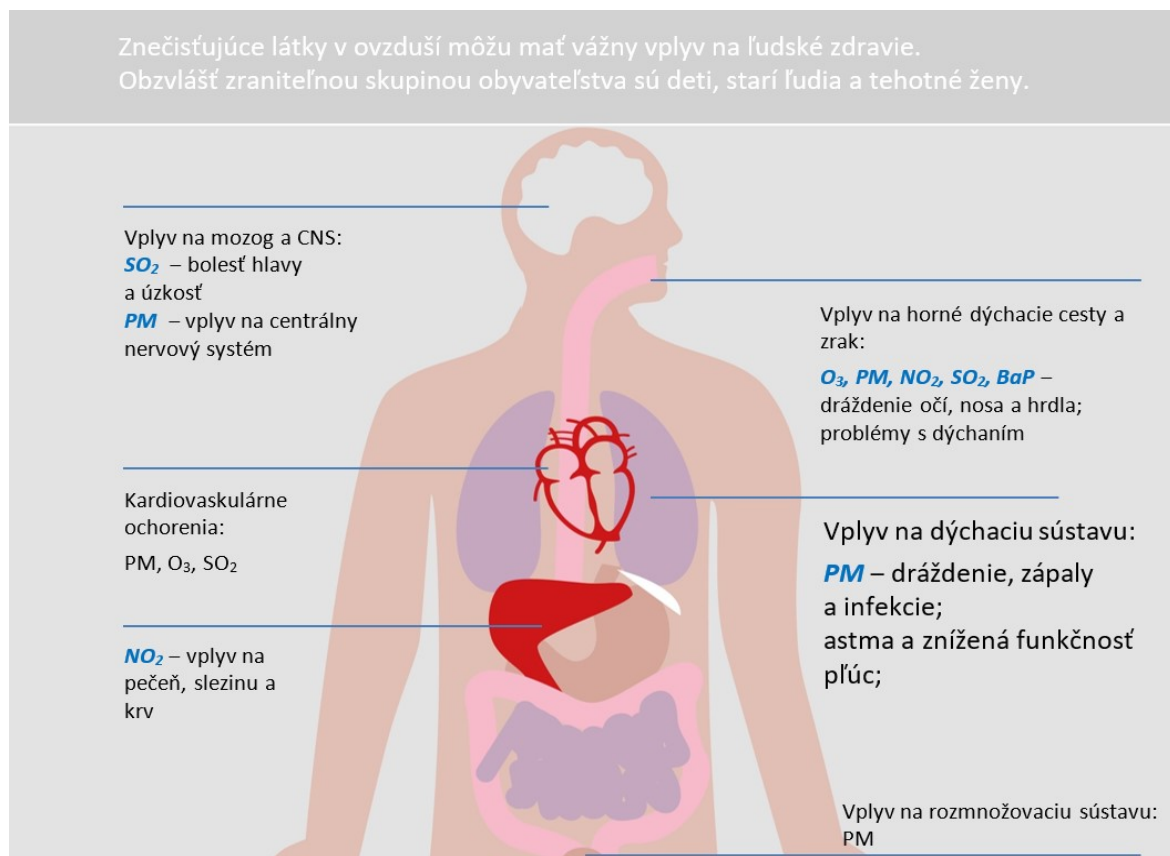
V štúdiách zdravotných dôsledkov znečistenia ovzdušia sa pozornosť venuje najmä pľúcam a dýchacím cestám. Môže však ísť aj o všeobecné účinky, pretože mnohé škodliviny, napr. toxické kovy, sa po vdýchnutí do organizmu absorbujú do krvného obehu a do rôznych orgánov.

Znečisťujúce látky sa však z ovzdušia dostávajú aj do pôdy, vody a potravín, cesty vstupu do organizmu môžu byť preto aj gastrointestinálnym traktom a pokožkou.

Znečistené ovzdušie jednoznačne ovplyvňuje zdravotný stav obyvateľstva a vo všeobecnosti spôsobuje zdravotné problémy ako napr. zhoršenie priebehu respiračných ochorení (astmy, bronchitídy), zhoršenie priebehu srdcovocievnych ochorení (srdcové záchvaty, nepravidelný pulz), dráždenie slizníc očí, nosa a hrdla, vplyv na centrálny nervový systém (únava, bolesti hlavy, závraty, zvracanie), riziko rozvoja nádorových ochorení, vplyv na reprodukčný systém, zmeny v zložení krvi, alergické reakcie, zápaly, poruchy imunitného systému a ďalšie.

Medzi hlavné poškodenia zdravia, ktoré sú zapríčinené prenikaním škodlivín z ovzdušia do pľúc, patrí oxidačný stres a zápalové procesy, ktoré rôzne zvyšujú riziko chorobnosti a predčasného úmrtia: srdcové a srdcovocievne choroby, mozgová mŕtvica, respiračné ochorenia (astma, bronchitída a chronická obštrukčná choroba pľúc), onkologické ochorenia (znečistenie ovzdušia niektorými znečisťujúcimi látkami je preukázané ako karcinogénne), diabetes, infekčné choroby, poškodenie reprodukčných orgánov atď. Veľká väčšina poškodení zdravia súvisí s dlhodobým vystavením sa znečistenému ovzdušiu (aj nízkej koncentrácii znečisťujúcich látok), avšak akútne respiračné ťažkosti (napr. astmatické záchvaty) u ľudí trpiacich ochoreniami dýchacích ciest môžu súvisieť aj s krátkodobým vystavením sa znečisteniu (vyššej koncentrácii znečisťujúcich látok).

Obrázok č. 1: Vplyv znečisťujúcich látok z ovzdušia na ľudské zdravie



Zdroj: EEA, WHO, Eurobarometer, Autor: Veronika Mináriková

Citlivé skupiny obyvateľstva

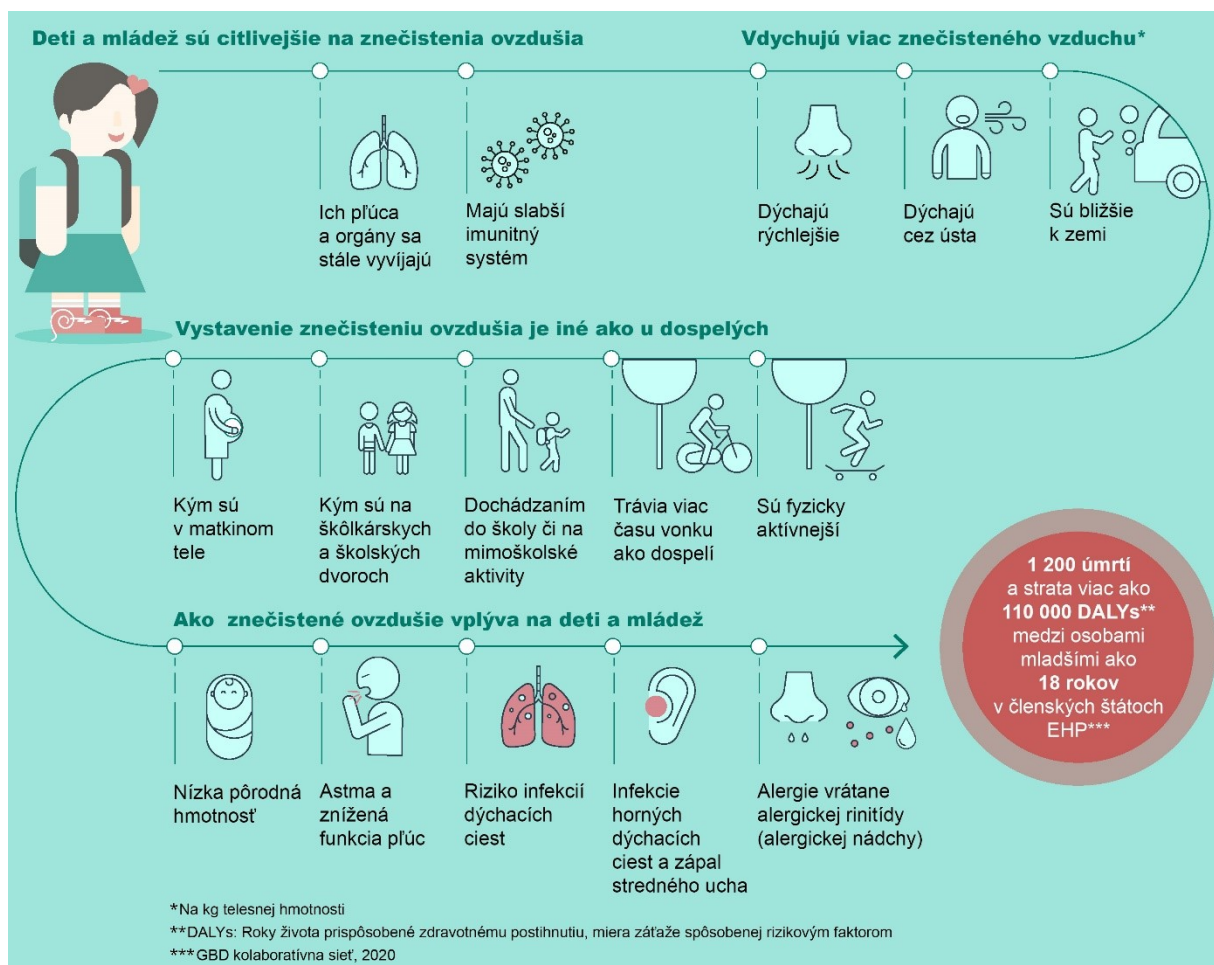
Nie všetci jednotlivci v populácii sú postihnutí rovnako pri tom istom environmentálnom nebezpečenstve. V citlivosti na expozíciu sa môžu vyskytovať značné odchýlky vplyvom veku, charakteru výživy, genetickej predispozície a celkového stavu zdravia.

V prípade tzv. citlivých skupín obyvateľstva je väčšia pravdepodobnosť výskytu zdravotných príznakov spôsobených zhoršenou kvalitou ovzdušia. Medzi tieto skupiny patria napr. deti, tehotné ženy a ich plody, podvyživení a chronicky chorí ľudia a seniori.

Zdraví dospelí, ktorí nepatria do žiadnej z vyššie uvedených skupín, ale ktorí trávajú značné množstvo času vo vonkajšom prostredí, sú tiež zahrnutí do kategórie citlivých skupín, pretože ich rutinné činnosti majú za následok vyššie miery expozície.

Deti sú aktívne, dychová frekvencia je rýchlejšia, spotrebujú teda viac vzduchu. Trojročné deti vdychnu v pokoji dvakrát viac vzduchu na kilogram telesnej hmotnosti ako dospelí. Jedným z dôvodov, prečo sú obzvlášť citlivé na účinky znečistenia ovzdušia je to, že dýchajú rýchlejšie ako dospelí, a tak vdychnu do seba viac znečisťujúcich látok. Kvôli nízkemu veku majú nižšie položenú dýchaciu zónu (bližšie k zemi sú vyššie koncentrácie znečisťujúcich látok) a navyše častejšie dýchajú ústami, čím môže zo znečisteného ovzdušia preniknúť do organizmu viac škodlivín. Znečisťujúce látky môžu predstavovať riziko v súvislosti s neurologickým i fyzickým vývojom dieťaťa.

Obrázok č. 2: Prečo patria deti a mládež medzi citlivé skupiny obyvateľstva



Zdroj: Európska environmentálna agentúra EEA

Zhoršená kvalita ovzdušia negatívne ovplyvňuje aj zdravotný stav tehotných žien. Vystavenie zvýšeným koncentráciám znečisťujúcich látok v ovzduší počas tehotenstva predstavuje zdravotné riziko ako pre ženu, tak aj pre dieťa.

U ľudí, ktorí trpia chronickými ochoreniami dýchacej sústavy ako je astma, zápal priedušiek alebo obštrukčná choroba pľúc a chronickými srdcovo-cievnyimi ochoreniami, môže pri zvýšenej koncentrácii znečisťujúcich látok v ovzduší dôjsť k zhoršeniu prejavov ochorenia.

U seniorov sa vekom prirodzene zhoršuje zdravotný stav, je vysoká pravdepodobnosť výskytu chronických ochorení dýchacej a srdcovo-cievnej sústavy, ktorých prejavy a priebeh sa v dôsledku znečistenia ovzdušia zhoršujú.

Zoznam zdravotných komplikácií zapríčinených zhoršenou kvalitou ovzdušia narastá. Štúdie upozorňujú aj na vznik metabolického syndrómu v súvislosti so zvýšenými koncentraciami znečisťujúcich látok v ovzduší, ktorý môže viesť napr. ku zlyhaniu srdca, zvýšenému riziku zrážania krvi či spomaleniu tvorby hormónu inzulín, ktoré môže viesť k rozvoju cukrovky 2. typu.

Ku zraniteľným skupinám, ktoré bývajú viac zasiahnuté znečistením ovzdušia, patria aj komunity s nižšími príjmami, ktoré v dôsledku energetickej chudoby používajú na vykurovanie v zastaraných spaľovacích zariadeniach nevhodné palivo.

Obrázok č. 3: Účinky znečistenia ovzdušia na zdravie obyvateľstva



Zdroj: Guidance Air pollution: applying All Our Health, Office for Health Improvement & Disparities, England, UK

Vybrané znečisťujúce látky a ich možné účinky

Emisie z dopravy, priemyslu a vykurovania tuhým palivom, najmä v zimnom období, sú najvýznamnejšie zdroje znečistenia vonkajšieho ovzdušia. Za najvýznamnejšie znečisťujúce látky

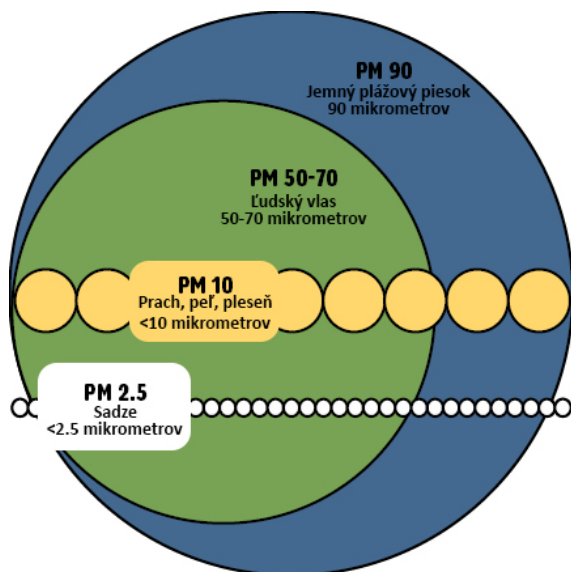
z hľadiska ich vplyvu na zdravie sa v súčasnosti považujú jemné prachové častice (PM_{10} a $PM_{2,5}$), O_3 , NO_2 , SO_2 a benzo(a)pyrén.

Prachové častice (PM_{10} a $PM_{2,5}$)

Polietavý prach je súčasťou atmosférického aerosólu, ktorý predstavuje sumu častíc a kvapôčok rôznej veľkosti, voľne rozptýlených v ovzduší. Prachové častice a kvapôčky v polietavom prachu označujeme pre jednoduchosť spoločným označením PM (z anglického particulate matter).

Sekundárne častice PM vznikajú v atmosfére fyzikálnymi dejmi (kondenzácia, koagulácia a vzájomnými chemickými reakciami znečisťujúcich látok (aj viac než 30 % PM), ktoré boli emitované do ovzdušia v plynnom stave.

Obrázok č. 4: Porovnanie veľkosti častíc PM



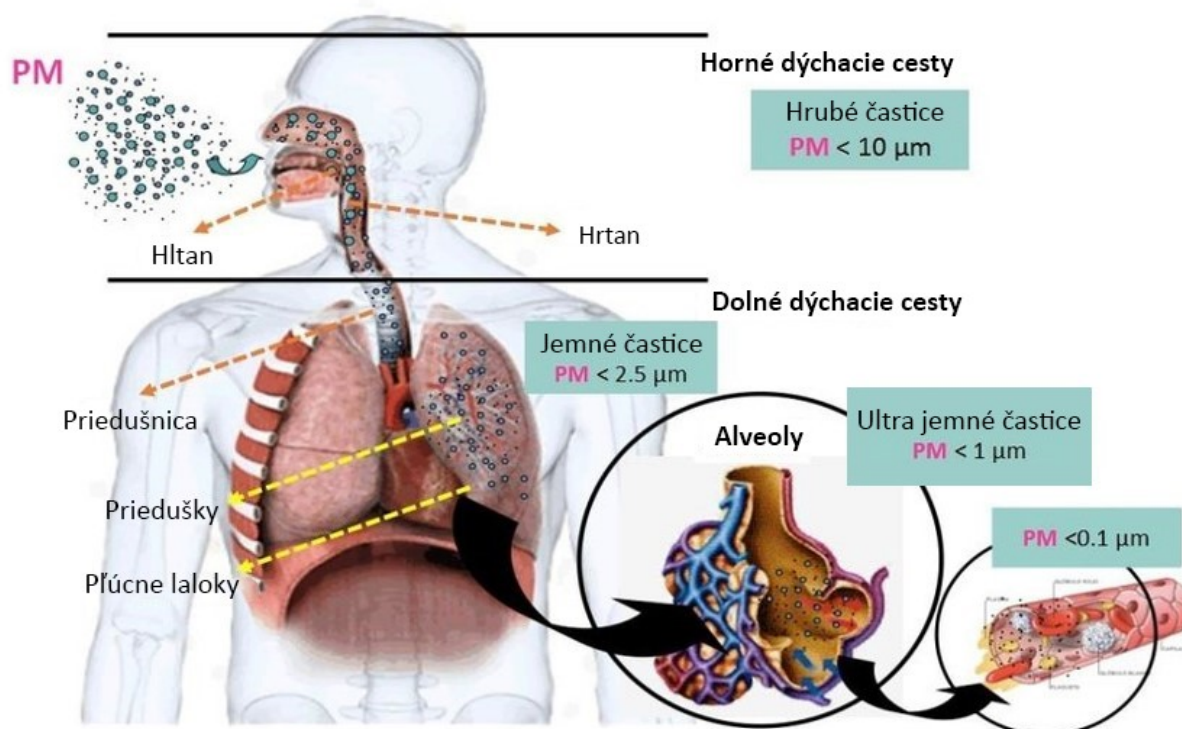
PM častice sa delia podľa aerodynamického priemeru:

- PM_{10} (coarse particles) – hrubšie častice s priemerom menším než $10\ \mu m$
- $PM_{2,5}$ (fine particles) – jemné častice s priemerom menším než $2,5\ \mu m$
- PM_1 (ultra fine particles) – ultrajemné častice s priemerom menším než $1\ \mu m$
- $PM_{0,1}$ (nanoparticles) – nanočastice menšie než $0,1\ \mu m$
- TSP (total solid particulates) vyjadruje celkovú prašnosť (sk: TZL – tuhé znečisťujúce látky)

Zdroj: <https://ecology.wa.gov/Air-Climate/Air-quality/Air-quality-targets/Air-quality-standards/Particle-pollution>

Čím sú prachové častice menšie, tým hlbšie prenikajú do dýchacej sústavy. Dlhodobá expozícia môže mať negatívne účinky na dýchací a srdcovocievny systém. PM_{10} sú svojou veľkosťou už vdychnuteľné, $PM_{2,5}$ môžu preniknúť až do pľúcnych alveol. Najväčším problémom sú nanočastice – $PM_{0,1}$ t.j. častice s priemerom menším ako $0,1\ \mu m$, ktoré môžu prenikať až do krvného riečiska.

Obrázok č. 5: Prienik častíc PM do dýchacích ciest a krvného riečiska



Zdroj: <https://www.intechopen.com>

V oblastiach s vysokými koncentraciami častíc PM v ovzduší boli pozorované problémy, akými sú zníženie pľúcnej kapacity a nárast chronických zápalov priedušiek, dokonca predčasné úmrtia. Dlhodobá expozícia časticiam PM môže vyvolať nielen riziko rozvoja srdcovocievnych ochorení a ochorení dýchacích ciest, ale aj rakovinu pľúc. K akútnym účinkom môže patriť dráždenie očí, nosa, hrdla a bolesti hlavy, astmatické záchvaty a akútne zápaly priedušiek. Môže tiež dôjsť k nárastu citlivosti na infekcie dýchacích ciest.

V roku 2013 Medzinárodná agentúra WHO pre výskum onkologických ochorení (IARC) klasifikovala znečistenie vonkajšieho ovzdušia časticami PM ako karcinogén 1. skupiny.

Hlavné zdroje:

Častice PM₁₀, resp. PM_{2,5} sú rôznorodého zloženia a pôvodu, ako prírodného, tak antropogénneho. Hrubšia veľkostná frakcia PM vzniká napríklad pri obrusovaní vozovky a pneumatík, používaní brzd. Jemné častice pochádzajú najmä zo spaľovacích procesov, ale aj z požiarov a ich základom sú sadze. Ide o uhlíkatý materiál, na ktorom môžu byť naviazané rôzne nebezpečné zlúčeniny, ako napr. benzo(a)pyrén alebo iné polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU). Pochádzajú z emisií zo spaľovacích motorov v automobiloch, emisií z vykurovania domácností, energetiky, priemyselných technológií atď. Vysoké koncentrácie môžu byť namerané pri frekventovaných cestných úsekoch a parkoviskách, lokálne sa môže prejavíť vplyv veľkých priemyselných zdrojov. Najvýznamnejším zdrojom emisií PM je vykurovanie domácností tuhým palivom. Vykurovanie tuhým palivom je závažným problémom, ktorý často komplikujú nepriaznivé rozptylové podmienky s častým výskytom teplotných inverzií v horských údoliach.

Ozón (O₃)

Ozón má akútne aj chronické účinky na zdravie. Z hľadiska vyvolávania zápalov respiračného traktu je ozón jednou z najtoxickjších bežne sa vyskytujúcich škodlivých látok v ovzduší. Spôsobuje dráždenie očí, dýchacie ťažkosti, pri dlhodobej expozícii môže viesť k zápalovým ochoreniam dýchacích ciest a pri vysokých koncentráciách aj k chronickej obštrukčnej chorobe pľúc. U astmatikov môže vyvolávať záchvaty a dráždenie dýchacích ciest. Okrem dýchacej sústavy pôsobí zvýšená hladina ozónu negatívne

aj na srdce a cievy. Účinky ozónu sú v dôsledku jeho štruktúry voľného radikálu podobné účinkom ionizujúceho žiarenia. K najcitlivejším skupinám populácie na ozón patria starí ľudia, osoby s ochoreniami dýchacej a srdcovo-cievnej sústavy, alergici a astmatici, veľmi malé deti a tehotné ženy.

Hlavné zdroje:

Ozón nachádzajúci sa v troposfére (prízemná vrstva atmosféry) je sekundárnou znečisťujúcou látkou. Vzniká pri fotochemických reakciách z prekursorov, ako sú oxidy dusíka, oxid uhoľnatý a prchavé organické uhľovodíky, za pôsobenia slnečného žiarenia. Prenos z vyšších vrstiev atmosféry je významný najmä vo vyšších horských polohách.

Oxidy dusíka (NO_x)

Z hľadiska znečistenia ovzdušia sú významné hlavne oxid dusnatý (NO) a oxid dusičitý (NO₂). Na zdravie pôsobia predovšetkým vo vyšších koncentráciách, ktoré sa však bežne v ovzduší nevyskytujú. Vdychovanie vysokých koncentrácií vedie k závažným zdravotným problémom a môže spôsobiť dokonca smrť. Dlhodobé expozície môžu viesť k zápalovým ochoreniam dýchacích ciest a pľúc, zmenám v zložení krvi, alergickým reakciám, poruchám imunitného systému. Spôsobujú podráždenie očí a zužovanie dýchacích ciest, kašeľ a bolesti hlavy. Sú významným prispievateľom k výskytu detskej astmy na celom svete, najmä v mestách. Na vyššie koncentrácie oxidu dusičitého v ovzduší reagujú najmä astmatici a osoby s primárnym ochorením dýchacej sústavy. Citlivejší sú aj malé deti a seniori.

Hlavné zdroje:

Cestná doprava, spaľovacie procesy v priemysle a energetike.

Oxid siričitý (SO₂)

SO₂ je typickým predstaviteľom plynných škodlivín. Podlieha postupnej oxidácii na oxid sírový (SO₃), ktorý v reakcii s vodnou parou tvorí kyselinu sírovú. Oxid siričitý a jeho sekundárne produkty majú silne dráždivé účinky na dýchacie cesty a očné spojivky. Citlivejší na jeho pôsobenie sú alergici a ľudia s ochorením dýchacích ciest. Ich chronické pôsobenie negatívne ovplyvňuje metabolizmus a imunitné reakcie organizmu.

Hlavné zdroje:

Spaľovacie procesy v priemysle a energetike, prípadne vykurovanie domácností uhlím s vysokým obsahom síry. Významné množstvo vzniká tiež pri metalurgických procesoch pri výrobe kovov a pri rafinérii ropy.

Oxid uhoľnatý (CO)

CO je bezfarebný jedovatý plyn bez zápachu. Do tela sa dostáva dýchacími cestami a zabraňuje prenosu kyslíka v organizme. Viaže sa na hemoglobín, ktorý stráca schopnosť prenosu kyslíka v krvi. Na oxid uhoľnatý sú najcitlivejšie tehotné ženy a ich plody, ďalej malé deti, osoby s ochoreniami srdcovo-cievneho aparátu a seniori. Vysoké hodnoty karboxylhemoglobínu boli zistené aj v krvi fajčiarov.

Expozícia vysokým koncentráciám CO môže spôsobiť smrť človeka v priebehu niekoľkých sekúnd. Chronické otravy sa prejavujú ako bolesti hlavy, hučanie v ušiach, pocit tiaže na prsiach, závrate, vyrážky.

Hlavné zdroje:

CO vzniká pri procesoch nedokonalého spaľovania. Nachádza sa vo výfukových plynch automobilov ďalšími zdrojmi sú priemysel a energetika a vykurovanie tuhými palivom.

Benzén C₆H₆

Je prchavou organickou látkou – kvapalinou. Dominantný spôsob expozície je inhaláciou. Dlhodobé vystavenie môže viesť k aplastickej anémii a pri vystavení vyšším hodnotám môže spôsobiť leukémiu a rakovinu krvotvorných orgánov. Benzén je klasifikovaný Medzinárodnou agentúrou pre výskum onkologických ochorení (IARC) ako karcinogén 1. skupiny.

Hlavné zdroje:

Významným zdrojom okrem rafinérií je automobilová doprava, vyššie koncentrácie sú najmä v okolí frekventovaných križovatiek a čerpacích staníc pohonných hmôt.

Polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU resp. PAH –polycyclic aromatic hydrocarbons)

PAU tvoria rôznorodú a závažnú skupinu škodlivín. Mnohé z nich majú nepriaznivé účinky na zdravie: karcinogenitu a mutagenitu (vinylchlorid, benzo(a)pyrén), teratogenitu (chlórované uhľovodíky), dráždivé účinky (formaldehyd). Väčšina týchto látok prejavuje tiež všeobecnú toxicitu. PAU majú schopnosť bioakumulácie v tkanivách, keďže sú rozpustné v tukoch. Najväčšie množstvo týchto látok sa dostáva do tela potravinami a prechádza tráviacim traktom, čo vedie k riziku vzniku rakoviny hrubého čreva.

Hlavné zdroje: Chemický priemysel a autodoprava.

Benzo(a)pyrén (C₂₀H₁₂)

Benzo(a)pyrén, ďalej len „BaP“ ako jediný zástupca PAU má ustanovenú cieľovú hodnotu v ovzduší. Je klasifikovaný Medzinárodnou agentúrou pre výskum onkologických ochorení (IARC) ako karcinogén 1. skupiny. Človek mu je vystavovaný predovšetkým prostredníctvom dýchacej a tráviacej sústavy, možný je aj prenos cez pokožku. Bežne ho však absorbujeme dýchaním. Väčšina BaP je naviazaná na jemné prachové častice PM_{2,5}. Znečistenie ovzdušia oxidmi síry a dusíka zvyšuje karcinogenitu polycyklických aromatických uhľovodíkov pri vstupe do pľúc, a tým aj zvyšuje riziko vzniku rakoviny pľúc.

Hlavné zdroje:

Emisie BaP zapríčinené ľudskou činnosťou vznikajú počas nedokonalého spaľovania pri teplotách 300 až 600°C, čiže v menších kotloch v rodinných domoch pri spaľovaní tuhých palív vrátane dreva. Záleží na podmienkach, za akých je drevo v domácnostiach spaľované. Ďalším zdrojom BaP je cestná doprava, z priemyselných zdrojov je významná výroba koksu. Fajčenie patrí tiež výrazným zdrojom BaP.

Amoniak (NH₃)

Ľudia prichádzajúci s amoniakom dlhodobo do styku môžu mať chronické dýchacie ťažkosti, zelený zákal alebo ochorenie rohovky. Amoniak veľmi silno dráždi až ťažko leptá oči, sliznice dýchacích ciest, pľúca a pokožku. Krč alebo opuch hrtanu môže viesť k uduseniu. Vysoké koncentrácie vedú k zástave dýchania, prípadne spôsobujú opuch pľúc.

Ťažké kovy

Ťažké kovy sa do organizmu často dostávajú po depozícii z ovzdušia na zemský povrch prostredníctvom potravinového reťazca. Arzén sa v organizmoch metabolizuje na toxické zlúčeniny, ktoré môžu spôsobovať nevoľnosť, hnačky, ochrnutie až zástavu srdca. Kadmium a nikel môžu mať karcinogénne účinky, olovo môže pri dlhodobej expozícii u detí spôsobovať oneskorenie vývinu. Ortuť má schopnosť bioakumulácie, jej toxické prejavy môžu viesť k poškodeniu nervovej sústavy, jej zlúčeniny môžu spôsobovať ochorenie obličiek a tráviaceho traktu.

Smogové situácie

Základným východiskom pre hodnotenie kvality ovzdušia na Slovensku sú výsledky meraní koncentrácií znečisťujúcich látok v ovzduší, ktoré realizuje Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ) na staniciach Národnej monitorovacej siete kvality ovzdušia. SHMÚ na svojej webovej stránke zverejňuje výsledky meraní staníc imisného monitoringu a vydáva ročné správy a stave životného prostredia. Kvalita ovzdušia sa vyhodnocuje voči limitným a cieľovým hodnotám na základe celoročných meraní. Nebezpečné pre zdravie ľudí sú však aj krátkodobé, ale extrémne vysoké hodnoty koncentrácií

znečisťujúcich látok. Preto bol z dôvodu ochrany zdravia obyvateľstva zavedený **smogový varovný systém**.

Smogová situácia, resp. **závažná smogová situácia** sa vyhlasuje v prípade, ak sa na monitorovacej stanici nameria pre jednu z týchto znečisťujúcich látok: oxid siričitý, oxid dusičitý, prachové častice o priemere 10 µm a prízemný ozón, väčšia koncentrácia v ovzduší ako je hodnota informačného alebo výstražného prahu pre tieto látky za podmienky:

- **Ozón:**
 - **Oznámenie o vzniku smogovej situácie** nasleduje po prekročení informačného prahu 180 µg/m³ vyjadreného ako jednohodinový priemer.
 - **Výstraha pred závažnou smogovou situáciou** nasleduje po prekročení výstražného prahu 240 µg/m³ vyjadreného ako jednohodinový priemer.
- **PM₁₀:**
 - **Oznámenie o vzniku smogovej situácie** nasleduje po prekročení informačného prahu 100 µg/m³ vyjadreného ako 12-hodinový kĺzavý priemer koncentrácie častíc PM₁₀ a súčasne ak podľa vyhodnotenia vývoja znečistenia ovzdušia na základe meteorologickej predpovede nie je odôvodnené predpokladať zníženie koncentrácie tejto znečisťujúcej látky v priebehu nasledujúcich 24 hodín pod hodnotu informačného prahu.
 - **Výstraha pred závažnou smogovou situáciou** nasleduje po prekročení výstražného prahu 150 µg/m³ vyjadreného ako 12-hodinový kĺzavý priemer koncentrácie častíc PM₁₀ a súčasne ak podľa vyhodnotenia vývoja znečistenia ovzdušia na základe meteorologickej predpovede nie je odôvodnené predpokladať zníženie koncentrácie tejto znečisťujúcej látky v priebehu nasledujúcich 24 hodín pod hodnotu výstražného prahu.
- **SO₂, NO₂:**
 - **Výstraha pred závažnou smogovou situáciou** nasleduje po prekročení výstražného prahu 500 µg/m³ pre SO₂ a 400 µg/m³ pre NO₂, vyjadreného ako priemerná hodinová koncentrácia znečisťujúcej látky počas troch po sebe nasledujúcich hodín na miestach reprezentujúcich kvalitu ovzdušia pre aspoň 100 km² alebo celú zónu alebo aglomeráciu podľa toho čo je menšie. Ďalšou podmienkou vyhlásenia smogovej situácie je očakávané pretrvávanie nepriaznivých rozptylových podmienok podľa meteorologickej predpovede počas nasledujúcich 24 hodín.

Odporúčané predbežné opatrenia, ktoré treba v čase smogovej situácie vykonať

- Obmedziť pobyt vonku podľa aktuálnej úrovne kvality ovzdušia.
- Pri pobyte vonku nevyvíjať namáhavé fyzické aktivity, ktoré by viedli k zvýšenej intenzite dýchania (fyzické práce, šport a pod.).
- Obmedziť vetranie, miestnosti vetrať krátko a intenzívne na cca 3 – 4 minúty.
- Zahájiť včas a účinne liečbu pri prvých príznakoch ochorenia dýchacieho ústrojenstva alebo iných zdravotných problémov.

Obyvateľstvo využívajúce lokálne vykurovacie systémy na tuhé palivo (pece, kachle, kotle ústredného kúrenia, kozuby a pod.) by malo dlhodobo dodržiavať tieto zásady:

- Nespáľovať odpad, vrátane odpadového dreva (nábytok, okná a pod.), vznikajú pritom okrem PM₁₀ aj ďalšie toxické látky.
- V prípade kúrenia drevom používať drevo dobre vysušené (malo by sa sušiť 1-2 roky)
- Udržovať spaľovanie paliva pokiaľ možno v optimálnych podmienkach:
 - Pravidelne čistiť kotle a komíny
 - Prikladať radšej častejšie po menších dávkach

- Nastaviť regulačné klapky tak, aby mal vzduch prístup k palivu, nedusiť oheň
- Ak je to možné, udržiavať teplotu za kotlom medzi 150-250°C
- Pokiaľ je to možné, vymeniť staré spaľovacie zariadenie za moderný kotol s nízkymi emisiami škodlivých látok.

Hodnotenie zdravotného rizika vystavenia znečisteniu ovzdušia podľa EEA

Európska environmentálna agentúra (EEA) vypracováva a zverejňuje odhady zdravotných vplyvov vystavenia jemným prachovým časticiam, oxidu dusičitému a ozónu v ovzduší z hľadiska úmrtnosti aj chorobnosti. Od roku 2022 EEA používa na tieto odhady aktualizované odporúčania pre úmrtnosť stanovené v usmerneniach WHO o kvalite ovzdušia z roku 2021.

Úmrtnosť (Mortalita) sa vzťahuje na počet úmrtí, ku ktorým došlo v dôsledku konkrétnej choroby alebo skupiny chorôb. Úmrtnosť sa vyjadruje buď ako **predčasné úmrtia** alebo **stratené roky života**.

Predčasné úmrtia sú úmrtia, ktoré nastanú predtým, ako osoba dosiahne očakávaný vek. Tento očakávaný vek je zvyčajne stredná dĺžka života pre krajinu, rozdelená podľa pohlavia a veku. Predčasným úmrtiam sa dá predísť, ak je možné odstrániť ich príčinu.

Roky strateného života (YLL- years of life lost) sú definované ako roky potenciálne strateného života v dôsledku predčasnej smrti. YLL je odhad počtu rokov, ktoré by ľudia v populácii žili, keby nedošlo k predčasnému úmrtiu. Meradlo YLL zohľadňuje vek, v ktorom dochádza k úmrtiam; preto je príspevok k celkovému počtu stratených rokov života vyšší pri predčasnej smrti v mladšom veku a nižší pri predčasnej smrti vo vyššom veku.

Chorobnosť (Morbidity) je stav choroby, meraný napr. prevalenciou choroby v populácii.

V správe o kvalite ovzdušia vydávanej EEA je chorobnosť vyjadrená ako **roky prežité so zdravotným postihnutím (YLD - years of healthy life lost due to disability)**, čo znamená roky zdravého života stratené v dôsledku zdravotného postihnutia.

Rok života prispôbený zdravotnému postihnutiu (DALY – Disability –adjusted life years) je jeden stratený rok „zdravého“ života v dôsledku choroby, zranenia alebo rizikového faktora. DALY sa získajú kombináciou YLL a YLD pre rovnakú chorobu alebo skupinu chorôb.

Záťaž choroby je súčtom DALY v celej populácii. DALY štandardizujú účinky na zdravie tým, že v jednom čísle vyjadrujú počet postihnutých ľudí a trvanie a závažnosť účinkov na zdravie.

Vyhodnotenie odhadov vplyvov na zdravie podľa EEA je dostupné na stránke:

<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022/health-impacts-of-air-pollution>

Stručný prehľad metód hodnotenia vplyvu znečistenia ovzdušia na zdravie

Pri hodnotení vplyvov znečistenia ovzdušia na zdravie sa používajú rôzne modelovacie nástroje, vzhľadom na prístup k priestorovému rozlíšeniu. Reprezentatívnosť ich výstupov závisí od objektívnosti a relevantnosti použitých vstupných údajov, ako sú:

1. úroveň koncentrácie znečisťujúcich látok v ovzduší;
2. exponovaná populácia a jej charakteristiky;
3. základné zdravotné výsledky – výskyt chorôb spájaných so znečistením ovzdušia (údaje z RÚVZ).

Úroveň koncentrácie znečisťujúcich látok v ovzduší vychádza zo záverov hodnotenia kvality ovzdušia v danom území, pričom hodnotenie kvality ovzdušia sa vykonáva meraním (bodové hodnotenie), výpočtovými metódami (priestorové hodnotenie) a odborným odhadom.

Pri odhade exponovanej populácie sa vychádza z expozície počtu obyvateľov, ktorí sú vystavení riziku znečistenia ovzdušia a z počtu obyvateľstva žijúceho v území, kde dochádza k prekročovaniu hodnôt koncentrácií spojených so zdravotným rizikom. Využívajú sa údaje z monitorovania a modelovania kvality ovzdušia; pre prijatie opatrení je dôležitý odhad expozície obyvateľstva v súčasnosti a predpoveď zmeny v expozícii v rôznych navrhovaných scenároch opatrení.

Pri odhade zdravotného rizika spojeného s vystavením populácie znečisteniu ovzdušia sa sledujú koncentrácie a reakcie (CRF) definované s vedecky dokázanými údajmi v epidemiologických štúdiách, v porovnaní s miestnymi evidenciami o zdravotnom stave a úmrtnosti (štatistické údaje NCZI, ŠÚSR).

Výsledky sú zvyčajne vyjadrené ako úmrtnosť (napr. počet predčasných úmrtí, zmena života, stredná dĺžka života alebo počet stratených rokov života – YLL) a chorobnosť (napr. astma, onkologické ochorenie), stratené pracovné dni krátkodobo a dlhodobo atď.

Vplyvy znečistenia ovzdušia na chorobnosť a úmrtnosť sa tiež vyjadrujú ako celková strata (sumár) rokov života upravených o zdravotné postihnutie (DALY).

Tabuľka č. 2: Prehľad nástrojov na kvantifikáciu vplyvu znečistenia ovzdušia na verejné zdravie

| | Názov nástroja kvantifikácie vplyvu na zdravie | Metodiky na hodnotenie účinkov dlhodobého a krátkodobého vystavenia znečisteniu ovzdušia |
|----|--|--|
| 1. | AirQ +⁴ | <p>Hodnotí vplyv: PM_{2,5}, PM₁₀, NO₂, O₃ a čierny uhlík (BC).</p> <p>Rôzne zdravotné zistenia súvisiace s úmrtnosťou a chorobnosťou, pri výpočtoch možno brať do úvahy akútne a chronické stavy. Zdravotné výsledky sú vyjadrené ako:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pripísateľná časť prípadov, - počet pripísateľných prípadov, - počet pripísateľných prípadov na 100 000 ohrozenej populácie, - pomer prípadov v každej kategórii látok znečisťujúcich ovzdušie a kumulatívne rozdelenie podľa koncentrácie znečisťujúcich látok v ovzduší, - počet stratených rokov života (YLL). <p>Vyvinutý: Regionálny úrad WHO pre Európu</p> |
| 2. | GGD⁵ | <p>Hodnotí vplyv: PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ a elementárny uhlík</p> <p>Vychádza z relatívnych rizík zo správy WHO-HRAPIE (2013) (minimálna veľkosť populácie 50 000).</p> <p>Zdravotné výsledky sú vyjadrené ako YLL v dôsledku úmrtnosti (Miller a Hurley, 2006) a hospitalizácie DALY. Odhadovaná YLL a hospitalizácia sa dá vypočítať podľa subjektu alebo jednoduchšou metódou ako celej populácie. Odhadované zdravotné účinky na osobu však zohľadňujú distribúciu expozície v rámci populácie.</p> <p>Vyvinutý: Úrad verejného zdravotníctva v Amsterdame a Arnheme</p> |
| 3. | APHEKOM⁶ | <p>Zlepšenie znalostí a komunikácie pri rozhodovaní o znečistení ovzdušia a zdravia v Európe.</p> <p>Ukázalo sa, že bývanie v blízkosti frekventovaných ciest (10 000 a viac vozidiel za deň), by mohlo byť zodpovedných za približne 15 – 30 % všetkých nových prípadov astmy u detí; a CHOCHP (chronická obštrukčná choroba pľúc) a CHD (ischemická choroba srdca) u dospelých vo veku 65 rokov a starších.</p> |
| 4. | PAQ2018⁷ | <p>Nástroj je kombináciou dvoch existujúcich nástrojov, a to AirQ + a nástroja GGD - odhad zdravotných účinkov znečistenia ovzdušia v mestách</p> <ul style="list-style-type: none"> - výstup je rozšírený o DALY a peňažnú hodnotu vplyvu na zdravie, - pragmatická použiteľnosť, široký rozsah výstupov z modelu a jeho schopnosť vykonávať mnoho analýz naraz, - všetky výsledky zreteľné na prvý pohľad, - môže vypočítať zdravotný prínos alebo stratu z dvoch rôznych scenárov znečistenia. <p>Vyvinutý: „Partnerstvo pre kvalitu ovzdušia“</p> <p>Prístupný: https://ec.europa.eu/futurium/en/air-quality</p> <p>Správa s názvom - „Používanie nástrojov na posudzovanie vplyvov na zdravie v európskych mestách“ (Van de Brenk, 2018) je výsledkom vykonanej analýzy existujúcich nástrojov a prezentácie PAQ2018.</p> |

Zdroj: podľa podkladov WHO

⁴ <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/airq-software-tool-for-health-risk-assessment-of-air-pollution>

⁵ https://www.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/air/policy/07_Maas_Health_Impacts_of_Air_Quality_Measures_Tallinn.pdf

⁶ <http://aphekom.org/web/aphekom.org/home;jsessionid=4E32A7AB88893A3B5EF5653EFD9ABB28>

⁷ https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/a6-4.the_paq2018_tool.pdf

Zhrnutie

Vystavenie znečisťujúcim látkam v ovzduší vedie podľa odhadov každoročne k 7 miliónom predčasných úmrtí a má za následok stratu miliónov zdravých rokov života. U detí sa prejavuje obmedzeným rastom a funkciou pľúc, infekciami dýchacej sústavy a ťažkou formou astmy. Čo sa dospelých týka, srdcovo-cievne choroby a mŕtvice patria medzi najčastejšie príčiny predčasných úmrtí, ktoré možno pripísať zlej kvalite ovzdušia. Vynárajú sa aj ďalšie zdravotné účinky, ako diabetes či neurodegeneratívne ochorenia. Znečistené ovzdušie a jeho vplyv na zdravie tak predstavuje rovnako vážne riziko ako napríklad nezdravé stravovanie a fajčenie tabaku.

Užitočné odkazy

<https://dnesdycham.populair.sk/vplyv-zneclistujucich-latok>

<https://dnesdycham.populair.sk/mozne-ucinky-na-zdravie>

<https://www.populair.sk/web-documents/642/letak-nieco-visi-vo-vzduchu.pdf>

<https://dnesdycham.populair.sk/ako-sa-chranit>

<https://www.populair.sk/sk/aktualita/dlhodobe-vystavenie-zneclistujucim-latkam-v-ovzdusi-moze-viest-k-nadvahe>

<https://www.populair.sk/sk/aktualita/vplyv-zneclisteneho-ovzdusia-na-zdravie-deti>

<https://www.populair.sk/sk/aktualita/svetovy-den-astmy-zneclistenie-ovzdusia-ako-rizikovy-faktor>

<https://www.populair.sk/sk/aktualita/zneclistene-ovzdusie-moze-vyvolat-rakovinu-pluc>

<https://www.populair.sk/sk/aktualita/vasu-alergiu-mozno-sposobilo-zneclistene-ovzdusie>

<https://www.populair.sk/sk/aktualita/svetova-zdravotnicka-organizacia-predstavila-odporucania-v-zaujme-ochranit-miliony-zivotov-pred-zneclistenim-v-ovzdusi>

<https://www.populair.sk/sk/aktualita/preco-by-mal-stav-kvality-ovzdusia-zaujimat-tehotne-zeny>

<https://www.populair.sk/sk/aktualita/zhorsena-kvalita-ovzdusia-vas-moze-postupne-pripravit-o-zrak>

<https://www.populair.sk/sk/aktualita/zla-kvalita-ovzdusia-sa-moze-podpisat-aj-na-dusevnom-zdravi>

<https://www.populair.sk/sk/aktualita/kvalita-ovzdusia-v-europe-sa-zlepsuje-pocet-predcasnych-umrti-je-vsak-stale-privysoky>

<https://www.populair.sk/sk/aktualita/zneclistene-ovzdusie-smrtelnejsie-ako-vojna-ci-pandemia>

<https://www.populair.sk/sk/aktualita/lekari-po-celom-svete-volaju-po-zelenom-a-zdravom-restarte-sveta>