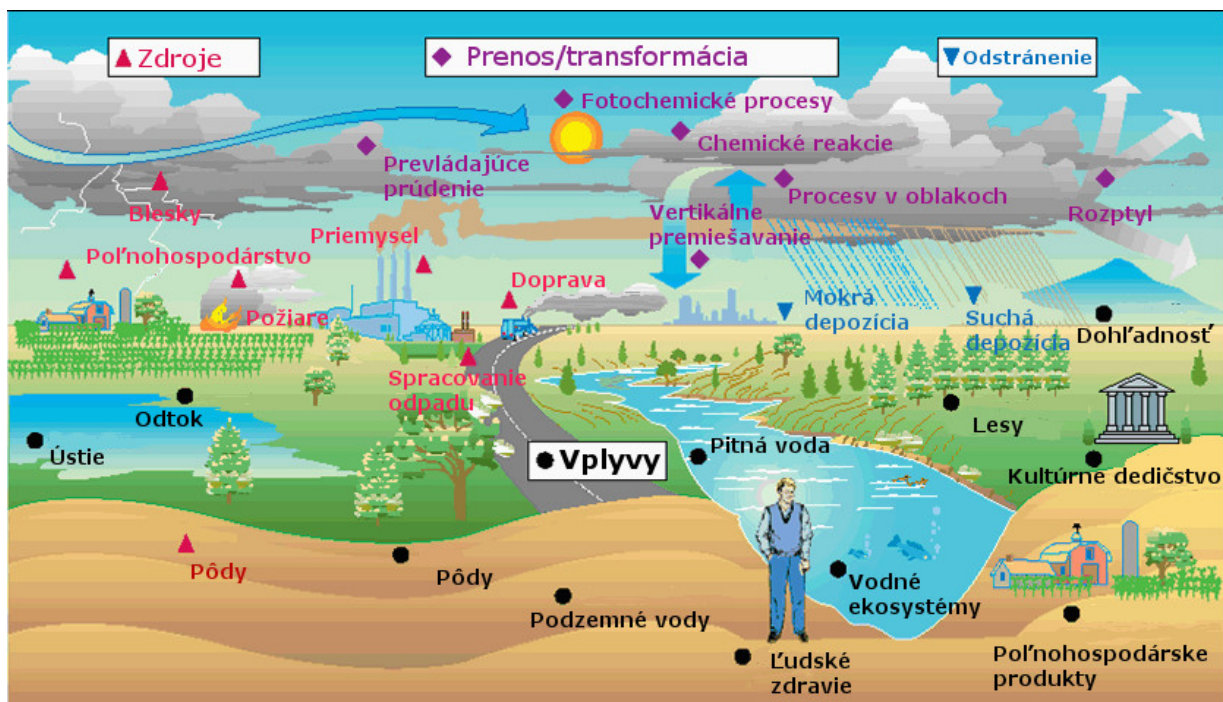


Príloha C Najvýznamnejšie znečisťujúce látky a ovzdušie

Znečistenie ovzdušia môžu spôsobovať prírodné zdroje aj ľudská činnosť (antropogénne zdroje). Medzi antropogénne zdroje znečisťovania ovzdušia patria priemyselné procesy, výroba elektriny a tepla vrátane nezanedbateľného podielu vykurovania domácností, všetky druhy dopravy, najmä naftové motory, poľnohospodárstvo a lokálne aj stavebné a búracie práce. Prírodným zdrojom znečisťovania ovzdušia je veterná erózia, vulkanická činnosť, morská soľ, peľ, ale aj tvorba prchavých organických látok vegetáciou. Sekundárne znečisťujúce látky vznikajú v atmosfére chemickými reakciami (napríklad sírany a dusičňany) alebo fyzikálnymi procesmi (napríklad vznik drobných kvapôčiek kondenzáciou horúcich spaľín).



Obr. 1 Schematické znázornenie znečisťovania ovzdušia a súvisiacich procesov.

Zdroj: <https://socratic.org/questions/how-much-pollution-goes-into-the-air-each-day>

SO₂

Oxid siričitý sa dostáva do ovzdušia z antropogénnych aj z prírodných zdrojov. Významným antropogénnym zdrojom je spaľovanie uhlia s vysokým obsahom síry pri výrobe tepla a elektrickej energie a pri technologických procesoch. Najvýdatnejším prírodným zdrojom je vulkanická činnosť. Z oxidu siričitého vzniká v ovzduší oxidáciou oxid sirový, ktorý môže byť v atmosfére hydratovaný na kyselinu sírovú a prispieva tak spoločne s kyselinou dusičnou k tvorbe tzv. kyslých dažďov. Následnou chemickou reakciou môžu vznikať sírany, ktoré sú súčasťou jemnej veľkostnej frakcie prachových častíc rozptýlených v atmosfére. Kyslé dažde poškodzujú vegetáciu aj architektonické diela.

Vďaka prísnyms emisným limitom, ktoré boli zavedené v legislatíve koncom minulého storočia, sa podarilo dosiahnuť značné zníženie emisií oxidov síry z veľkých zdrojov, čím sa zmiernil aj problém kyslých dažďov.

Zdravotné účinky: SO₂ pôsobí dráždivo na dýchacie cesty a očné spojivky, pri dlhodobej expozícii môže spôsobovať ochorenia dýchacích ciest najmä u detí.

NO_x

Najvýznamnejšími oxidmi dusíka z hľadiska problematiky kvality ovzdušia sú oxid dusičitý (NO₂) a oxid dusnatý (NO), ktoré sú spoločne označované ako NO_x. Dominantným zdrojom oxidov dusíka je cestná doprava a spaľovacie procesy v priemysle a v energetike, medzi prírodné zdroje patria aj niektoré druhy baktérií. Oxidy dusíka v ovzduší za prítomnosti atmosférickej vlhkosti prechádzajú na kyselinu dusičnú, následnou chemickou reakciou môžu vznikajúť dusičňany ako dôležitá súčasť sekundárnych prachových častíc. Atmosféra sa postupne vyčistí od prachových častíc ich sedimentáciou alebo vymývaním atmosférickými zrážkami, čím sa dusičňany dostávajú do pôdy a vôd. Dusičňany pôsobia priaznivo na rast rastlín, avšak ich nadbytok narušuje rovnováhu vo vodnom biotope a spôsobuje nežiadúci rast vodných rastlín (eutrofizácia). NO₂ sa spoločne s prchavými organickými látkami a kyslíkom za prítomnosti ultrafialového žiarenia podieľa na vzniku zdraviu škodlivého troposférického ozónu.

Zdravotné účinky: NO₂ je dráždivý plyn, ktorý vo vyšších koncentráciách môže zosilňovať alergické reakcie alebo spôsobovať zápalové ochorenia dýchacích ciest.

PAH

Polycyklické aromatické uhľovodíky (z angl. polycyclic aromatic hydrocarbons) sú skupinou organických látok, ktoré sa skladajú z niekoľkých benzénových (aromatických) jadier. Prchavosť týchto látok s rastúcim počtom benzénových jadier klesá. Vznikajú pri nedokonalom horení, najmä pri vykurovaní domácností tuhými palivami a pri technologických procesoch, ako je výroba koksu. Ďalším zdrojom je cestná doprava, najmä dieselové motory. Významnou cestou expozície, akou sa polycyklické aromatické uhľovodíky dostávajú do organizmu, je fajčenie.

Niektoré z tejto skupiny látok sú dokázané karcinogény, ako napr. **benzo(a)pyrén**. Benzo(a)pyrén je polycyklickým aromatickým uhľovodíkom, ktorý je tvorený piatimi benzénovými jadrami. Benzo(a)pyrén sa za normálnych podmienok vyskytuje v pevnom skupenstve a môže byť súčasťou jemných prachových častíc rozptýlených v atmosfére, môže sa preto prenášať na veľké vzdialenosti. V atmosfére sa rozkladá pri chemickej reakcii s ozónom. Najvyššie koncentrácie sú pozorované v zimných mesiacoch, čo súvisí s jeho hlavnými zdrojmi a s nepriaznivými rozptylovými podmienkami počas teplotných inverzií.

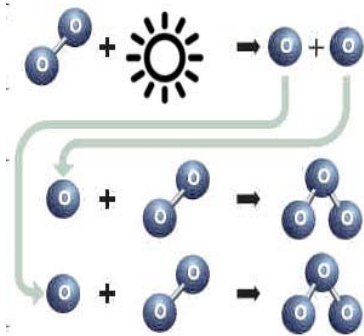
Zdravotné účinky: Benzo(a)pyrén má karcinogénne a mutagénne vlastnosti.

Ozón

Ozón (trojatómová molekula kyslíku) vplyva na ľudské zdravie a aj na život ostatných organizmov na Zemi v pozitívnom aj negatívnom smere – zatiaľ čo stratosférický ozón plní dôležitú úlohu ochrany pred škodlivým ultrafialovým žiarením Slnka, troposférický ozón má nepriaznivý vplyv na ľudské zdravie, architektonické stavby a na vegetáciu a je preto zaradený medzi znečisťujúce látky.

Ozónová vrstva sa nachádza v stratosfére vo výške 20 – 30 km¹ a obsahuje väčšinu atmosférického ozónu (približne 90 percent). Ozón tu absorbuje takmer všetko ultrafialové žiarenie s vlnovými dĺžkami v rozsahu 240 – 290 nm (UV-C žiarenie), ktoré je nebezpečné pre jednobunkové organizmy a pre povrchové tkanivá vyšších organizmov a rastlín a v značnej miere zoslabuje ultrafialové žiarenie vlnových dĺžok 290 – 320 nm (UV-B žiarenie), ktoré môže spôsobovať napríklad poškodenie zraku, či kožné onkologické ochorenia.

¹ Seinfeld, John H., and Spyros N. Pandis. *Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change*. Hoboken, N.J.: J. Wiley, 2006.



Obr. 1 Vznik ozónu za prítomnosti ultrafialového žiarenia dopadajúceho zo Slnka (tento proces je dominantný v stratosfére).

Stratosférický ozón vzniká za prítomnosti ultrafialového žiarenia z molekulárneho kyslíka (Obr. 1).

Troposférický ozón môže mať prírodný pôvod (napríklad prenos zo stratosféry – tento proces je významný najmä vo vyšších horských polohách) alebo vzniká pri zložitých fotochemických reakciách z látok antropogénneho aj biogénneho pôvodu. Látky, ktoré vstupujú do týchto chemických reakcií, sú nazývané prekursori ozónu. Prekuzormi ozónu sú prchavé organické látky, ktoré môžu byť uvoľňované do ovzdušia vegetáciou, alebo napríklad pri použití rozpúšťadiel a antropogénne znečisťujúce látky (NO_x, CO), ktoré vznikajú ako splodiny horenia pri cestnej doprave a z priemyselných procesov a v energetike.

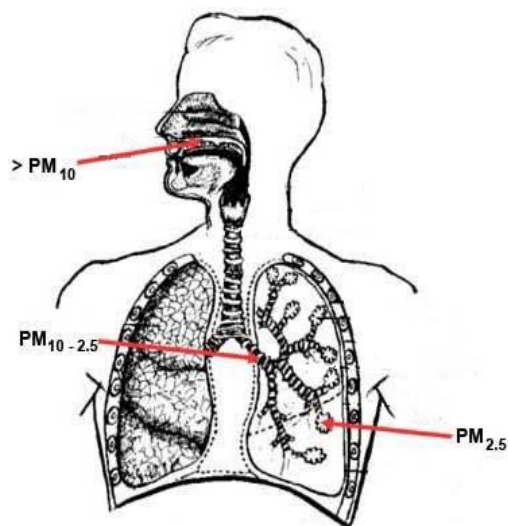
Zdravotné účinky: Ozón môže pri vdychnutí spôsobiť dráždenie očí, dýchacie ťažkosti, môže viesť k zápalovým ochoreniam dýchacích ciest, pri dlhodobom vystavení vysokým koncentráciám aj k chronickej obštrukčnej chorobe pľúc.

PM₁₀, PM_{2.5} (suspendované častice)

Atmosférický aerosól je tvorený rôznorodou zmesou pevných a kvapalných častíc rozptýlených v ovzduší. Častice môžu pochádzať z prírodných zdrojov, ako je veterná erózia, vulkanická činnosť, morská soľ, alebo vznikajú ľudskou činnosťou napr. z priemyselných a energetických zdrojov, nezanedbateľným dielom prispieva cestná doprava a vykurovanie domácností.

Problematika je o to komplikovanejšia, že niektoré častice vznikajú v atmosfére chemickou reakciou z látok, ktoré boli emitované v plynnom skupenstve alebo kondenzáciou horúcich produktov horenia. Znečisťujúce látky, ktoré vznikajú chemickou reakciou v atmosfére, sa nazývajú sekundárnymi. Sekundárne aerosól tvorí nenanedbateľnú časť jemnej

Príkladom anorganických sekundárnych znečisťujúcich pevných látok (aerosólov) sú sírany a dusičnany, sekundárny organický aerosól môže vznikáť napríklad oxidáciou prchavých organických látok, ktoré sa uvoľňujú z vegetácie.



Obr. 2 Schematické znázornenie dýchacej sústavy s vyznačením miest, kam preniknú častice rôznych veľkostných frakcií.

Vplyv častíc atmosférického aerosólu na ľudské zdravie závisí od ich veľkosti a chemického zloženia. Častice menšie ako 10 mikrometrov (PM₁₀) môžu prenikať pod hrtan (torakálna frakcia) do spodných dýchacích ciest, častice menšie ako 2.5 mikrometra (jemné častice, PM_{2.5}) prenikajú až do pľúcnych komôrok (alveol).

Od aerodynamickej veľkosti častíc závisí aj ich sedimentačná rýchlosť - častice jemnej veľkostnej frakcie môžu v závislosti od poveternostných podmienok zotrvať v ovzduší aj niekoľko dní a preniesť sa na vzdialenosť aj niekoľko stoviek kilometrov.

Zdravotné účinky: Bolesť hlavy, dráždenie očí, dlhodobá expozícia môže mať negatívne účinky na dýchací a kardiovaskulárny systém. Najviac zraniteľnými skupinami obyvateľstva sú starí a chorí ľudia, tehotné ženy a malé deti.