

IIIT® proměňuje vzduch, který dýcháme, v objev, který můžeme vidět

Vzduch kolem nás obsahuje množství částic a procesů, které běžně nevidíme. Projekt IIIT® umožňuje tyto neviditelné procesy zachytit do kondenzátu, který lze pozorovat. Díky tomu mohou žáci i veřejnost pracovat s reálným vzorkem vzduchu a přemýšlet o tom, co se v prostředí kolem nás děje.

Bc. Adriana Vroničová

autorka koncepce, technického řešení a projektu IIIT®

Předmluva ke kapitole „Černý déšť“

Některých jevů v atmosféře si všimneme až tehdy, když se projeví v mimořádně silné nebo neobvyklé podobě. V takových chvílích se náhle zdá, že jde o něco výjimečného nebo ojedinělého.

Ve skutečnosti však mnoho z těchto procesů probíhá v atmosféře neustále. Rozdíl spočívá pouze v jejich intenzitě a v tom, zda si jich dokážeme všimnout.

Atmosféra je dynamické prostředí plné částic, aerosolů, chemických látek a reakcí. Vítr přenáší prach z krajiny, průmyslové emise se mísí se vzduchem, kapky vody zachycují mikroskopické částice a v ovzduší probíhají procesy kondenzace i mísení. Většina těchto dějů probíhá v měřítku, které člověk běžně nevnímá.

Pokud v atmosféře vznikne specifická situace - například intenzivní emise, požáry, vojenské události nebo vysoká koncentrace aerosolů - mohou se tyto procesy projevit výrazněji. Srážky pak mohou nést viditelné množství materiálu a vznikají jevy, které popisujeme například jako „černý déšť“. Takové situace připomínají důležitou skutečnost: to, co vnímáme jako výjimečný jev, je často jen zvláštní podobou procesů, které v atmosféře probíhají neustále.

Právě proto má z vědeckého hlediska smysl podobné události průběžně zkoumat. Umožňují lépe pochopit transport částic, kondenzaci a vzájemné působení aerosolů s vodními kapkami. Tyto mechanismy jsou předmětem odborné literatury, atmosférické fyziky i environmentálních věd.

Následující kapitola uvádí příklady zdokumentovaných situací, v nichž se tyto procesy projeví výrazněji - například v podobě tmavých nebo znečištěných srážek označovaných jako „černý déšť“.

Černý déšť - vznik a chemické složení

Úvod

Takzvaný „černý déšť“ není samostatným meteorologickým typem srážek. Jde o běžné srážky, které během svého vzniku nebo pádu zachycují velké množství aerosolů, sazí a dalších částic z atmosféry. Tento jev se v atmosférické chemii označuje jako mokrá depozice (wet deposition), tedy proces, při němž srážky odstraňují z atmosféry plynné a aerosolové znečištění.

Mechanismus vzniku

Vznik černého deště souvisí s vysokou koncentrací částic v atmosféře. Při rozsáhlých požárech, výbuších nebo průmyslových emisích se do vzduchu uvolňuje velké množství sazí, prachu a dalších chemických složek.

Kapky vody v oblacích vznikají na drobných částicích, které fungují jako kondenzační jádra. Pokud jsou tyto částice tvořeny sazí nebo produkty spalování, kapky deště je během svého růstu nebo pádu zachycují a přenášejí na zem. Tento proces se označuje jako scavenging aerosolů srážkami.

Chemické složení

Podle Světové zdravotnické organizace (WHO) mohou jemné částice ve vzduchu obsahovat například sírany, dusičnany, amoniak, chlorid sodný, black carbon (saz), minerály, kovy a vodu.

Při spalování ropy, uhlí, plynu, dřeva nebo odpadů vznikají také polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH). Podle Agentury pro toxické látky a registr nemocí (ATSDR) vznikají PAH při nedokonalém spalování organických materiálů a často se nacházejí v sazích a produktech spalování.

Při silných požárech nebo průmyslových únicích může kouř obsahovat také oxidy síry, oxidy dusíku a různé uhlovodíky. Tyto látky se mohou následně vázat na aerosoly a být z atmosféry odstraněny srážkami.

Aktuální případ - Írán

Podle slovenského portálu iMeteo se po útocích na ropné sklady v Teheránu objevily zprávy o tmavých srážkách obsahujících kouř a různé složky. Mezinárodní média zároveň informovala o rozsáhlých požárech ropných skladů, při nichž se do atmosféry uvolnilo velké množství toxického kouře.

Je však důležité zdůraznit, že bez laboratorní analýzy konkrétních vzorků dešťové vody nelze přesně určit chemické složení každé srážky. Mechanismus jejího vzniku však lze vědecky vysvětlit na základě známých atmosférických procesů.

Závěr

Černý déšť vzniká v situacích, kdy srážky zachycují velké množství aerosolů a produktů spalování přítomných v atmosféře. Jde o přirozený proces mokré depozice, při němž jsou z atmosféry odstraňovány částice a chemické látky. Mezi hlavní složky těchto srážek mohou patřit saze (black carbon), minerální prach, sírany, dusičnany a organické zbytky vznikající při spalování ropy nebo dřeva.

Seznam použité literatury

ATSDR. 2015. Toxicological Profile for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Dostupné z: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp69.pdf> iMeteo.sk. 2026. Dážď, ktorý padá, je čierny. Po útokoch padajú v okolí hory a veľké množstvá zrážok. Dostupné z: <https://www.imeteo.sk/spravy/dazd-ktory-pada-je-cierny-po-utokoch-padaju-v-okoli-velke-zrazky> TIME. 2026. Tehran Shrouded in Toxic Smoke After Israel Strikes Fuel Depots. Dostupné z: <https://time.com/7539799/tehran-toxic-smoke-israel/> US EPA. 2025. Air-Surface Exchange Process Overview. United States Environmental Protection Agency. Dostupné z: <https://www.epa.gov/euga/air-surface-exchange-process-overview> WHO. 2024. Ambient (outdoor) air pollution. World Health Organization. Dostupné z: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-pollution](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-pollution)

Kolektor emisí IIIT® - vědecké vysvětlení funkčních mechanismů

Úvod

Kolektor emisí IIIT® je zařízení určené k zachycování obsahu ovzduší a plyných emisí do kapalné fáze - kondenzátu. Takto vzniklý kondenzát umožňuje další vizuální pozorování a následnou analýzu zachycených látek. V tomto dokumentu je jeho funkce vysvětlena na základě obecně známých procesů atmosférické chemie a fyziky aerosolů. Popis vychází z vědecky zdokumentovaných jevů, jako jsou kondenzace, nukleace a depozice aerosolů.

Základní fyzikální procesy využívané při zachycování látek

Ve vzduchu se nachází široké spektrum plynů, par a pevných částic různých velikostí. Podle Světové zdravotnické organizace mohou jemné částice PM obsahovat sírany, dusičnany, amoniak, minerální prach, organický uhlík, black carbon a stopové kovové prvky.

Při změně teploty nebo tlaku může část látek přecházet z plynné fáze do kapalné nebo pevné fáze. Tento proces se označuje jako kondenzace. Kondenzace je jedním ze základních fyzikálních mechanismů vzniku oblaků, rosy nebo mlhy.

Pokud se v proudu plynu nacházejí částice nebo mikroskopické nerovnosti povrchu, mohou působit jako kondenzační jádra. Na těchto jádrech se následně může srážet vodní pára nebo jiné kondenzovatelné látky.

Aerosoly jako kondenzační jádra

V atmosféře existují drobné částice nazývané aerosoly. Tyto částice mohou být pevné nebo kapalné a jejich velikost se může pohybovat od několika nanometrů po několik mikrometrů. Aerosoly často slouží jako kondenzační jádra pro vznik kapek.

Podle NOAA se takové částice označují jako cloud condensation nuclei (CCN), na nichž může kondenzovat vodní pára a vytvářet kapky vody. Stejný mechanismus může fungovat také při kondenzaci různých organických nebo anorganických látek z plynů.

Zachycování látek kondenzací a na površích

Při kontaktu plynů se studeným povrchem může docházet ke kondenzaci par a k zachycení některých těkavých látek. Tento proces je dobře znám například při tvorbě rosy nebo v průmyslových kondenzačních výměnících.

Podle US EPA mohou být různé atmosférické sloučeniny z atmosféry odstraňovány depozicí nebo kondenzací na površích.

Při ochlazování plynů mohou kondenzovat například:

- voda
- organické uhlovodíky
- některé kyseliny nebo oxidy
- různé polární organické sloučeniny

Na základě obecně známých procesů atmosférické chemie lze očekávat, že kondenzační záchyt části aerosolů může zahrnovat také tyto typy látek:

- vodní pára
- organické uhlovodíky a jejich oxidované formy
- polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH)
- saze (black carbon)
- minerální prachové částice
- oxidy dusíku a aerosoly na ně vázané
- stopové kovové prvky vázané na částice

Polycyklické aromatické uhlovodíky vznikají zejména při nedokonalém spalování organických látek, jako jsou ropa, uhlí nebo dřevo. Tyto sloučeniny se často nacházejí vázané na saze nebo aerosoly a mohou být přenášeny ovzduším.

Vznik kapalného extraktu (kondenzátu)

Pokud jsou plyny ochlazovány nebo převedeny do prostředí, kde dochází ke kondenzaci, mohou se některé složky atmosféry nebo emisí postupně vázat do vznikající kapalně fáze. Takto vzniklý kondenzát může obsahovat rozpuštěné plyny, organické sloučeniny i mikroskopické částice.

Takový kondenzát následně představuje koncentrovanější extrakt látek, které byly původně rozptýleny ve vzduchu.

Závěr

Funkci kolektoru emisí IIIT® lze vysvětlit pomocí obecně známých procesů atmosférické fyziky a chemie. Mezi nejdůležitější mechanismy patří kondenzace par, zachycování aerosolů na površích a tvorba kondenzačních jader. Tyto procesy umožňují převod rozptýlených látek z plynné fáze do kapalného kondenzátu, který lze následně analyzovat nebo pozorovat.

Seznam použité literatury

ATSDR. 2015. Toxicological Profile for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Dostupné z: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp69.pdf> EPA. 2025. Air-Surface Exchange Process Overview. United States Environmental Protection Agency. Dostupné z: <https://www.epa.gov/euga/air-surface-exchange-process-overview> NOAA. 2023. How Clouds Form - Condensation and Cloud Condensation Nuclei. National Oceanic and Atmospheric Administration. Dostupné z: <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/weather-atmosphere/how-clouds-form> WHO. 2024. Ambient (outdoor) air pollution. World Health Organization. Dostupné z: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-pollution](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-pollution)

