

Quark

Magazín o vede a technike

5/2025
2,50 €

Múzeum
s dušou

Za zrkadlom
vody

Určite
neurčitý svet

KOLÍSANIE
HLADINY



Sírovodík je bežnou súčasťou vulkanických plynov, foto istockphoto.com/Priyono



Neznámy ZÁPACH

Vo februári tohto roku sa stala v Bratislave veľmi zvláštna udalosť. Od 17. do 21. februára, teda takmer týždeň, sa sťažovali obyvatelia nášho hlavného mesta na nevšedný zápach.

Tento zápach bol na niektorých miestach taký intenzívny, že si mnohí museli pozatvárať okná. Príčiny zápachu sa doteraz nezistili. Napriek alebo aj vďaka tomu sa môžeme nad touto udalosťou zamyslieť.

STOJÍ TO ZA ÚVAHU

Dôvody sú tri. Prvý je kombinácia trvania a veľkosti zasiahnutej oblasti a koncentrácie znečistenia. Trvanie, ako aj plošné znečistenie možno bez diskusie označiť za veľké. Čo sa týka koncentrácie znečistenia, nemožno ho síce kvantifikovať, no z pohľadu diskomfortu obyvateľov ju možno označiť ako vysokú.

Druhým dôvodom je príležitosť obzrieť sa, ako to bolo so znečisťovaním životného prostredia v minulosti. Keby sa totiž takáto udalosť stala v druhej polovici minulého storočia, nik by si ju asi nevšimol. To je výrazná zmena k dobrému.

Posledný dôvod, prečo sa vrátiť k tejto udalosti, je pokúsiť sa zaujať stanovisko k niektorým informáciám, ktoré sa v tom období objavili v tlači.

ČO BOLO ZVLÁŠTNE

Bratislavská udalosť bola pozoruhodná predovšetkým tým, že pri takej dlhej kontaminácii ovzdušia a takej veľkej zasiahnutej oblasti sa nepodarilo zistiť jej zdroj a ani látku, ktorá ju spôsobila. To sa udialo v čase, keď vieme zistiť mimoriadne nízke koncentrácie mnohých organických látok v častiach vesmíru vzdialených milióny svetelných rokov, ale zároveň aj mimoriadne nízke koncentrácie drog, antibiotík a iných látok napríklad v kanalizačných odpadových vodách.

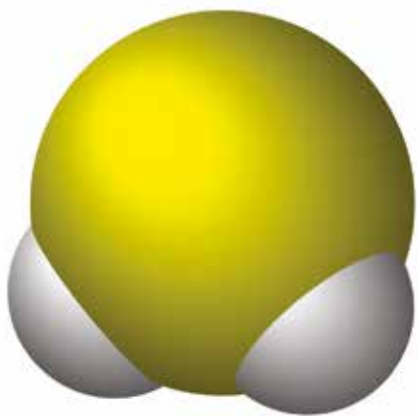
Ďalšia pozoruhodná vec bola kombinácia veľkej zasiahnutej oblasti a dlhé päťdňové trvanie zápachu. Takýto prípad je typický pre situáciu, ak sa znečisťovaná látka dlhodo-

bo uvoľňuje zo stabilného zdroja, napríklad v chemickom závode. No v takom prípade sa tento zdroj dá pomerne ľahko identifikovať. Toto však nebol ten prípad. Ponúkalo sa teda jediné vysvetlenie, že zdroj zápachu musel byť pohyblivý a zároveň prúdenie vzduchu nebolo jednosmerné.

Z hlásených miest zápachu a zároveň z komplikovaného smeru prúdenia vetrov v tom období Slovenský hydrometeorologický ústav uviedol, že zápach pravdepodobne unikol z nejakej prepravovanej látky po železnici.

BOL TO SÍROVODÍK?

V tlači sa objavili dva dohady, o aké látky mohlo ísť. Výstižne ich vyjadril názov jedného z článkov Plyn alebo sírovodík? Aj keď bolo z kontextu jasné, že v prípade plynu ide o zemný plyn, tak ak niekto zostal iba pri tomto názve, musel dospieť k názoru, že sírovodík je kvapalina alebo tuhá látka. To síce môže byť pravda, ale pri bežných teplotách je to plyn. Takže otázka mala znieť: *Zemný plyn alebo sírovodík?* Tu stojí za zmienku, že chemický systémový názov sírovodíka je sulfán. Patrí do skupiny zlúčenín tvorených iba dvomi prvkami, z ktorých jeden je vodík. Názvoslov-



Molekula sulfánu, ilustrácia wikipédia/Adam Rędzikowski/Streng, public domain

né analógy sulfánu sú napríklad silán (SiH_4), arzán (AsH_3) alebo fosfán (PH_3).

Chemický vzorec sulfánu (H_2S) je podobný vzorcu vody (H_2O) s tým rozdielom, že atóm kyslíka je v ňom nahradený atómom síry. Ten, kto si myslí, že náhrada kyslíka za atómy neškodnej síry je maličkosťou, veľmi sa mylí. Sulfán je totiž na rozdiel od vody mimoriadne nebezpečný plyn. Svojou jedovatosťou tromfne aj kyanovodík (HCN), známy, žiaľ, najmä z jeho neslávnej úlohy v nemeckých koncentračných táboroch Osvienčim a Majdanek. No podobne ako ten blokuje prenos kyslíka z krvi do tkanív. V rozsahu koncentrácií 100 až 1 000 ppm vo vzduchu dochádza k edému pľúc. Sulfán je zároveň aj žieravinou a so vzduchom tvorí výbušné zmesi.

CHARAKTERISTICKÝ ZÁPACH...

Aj keď niektorí zápach prisúdili sulfánu, našťastie sa mýlili. Napriek tomu pri tomto plyne ešte zостаňme, pretože stojí za pozornosť. Vo všeobecnosti platí rozumné pravidlo, že ak cítite neznámy zápach, pozatvárajte okná alebo odíďte čo najďalej. Zápach je často varovným signálom nebezpečenstva, hoci niekedy tým signálom môže byť aj celkom príjemná vôňa – napríklad lahodná mandľová v prípade kyanovodíka. Lenže mnoho plynov a pár vás zabije bez *aromatickej* výstrahy. Napríklad taký celkom bežný oxid uhoľnatý (CO).

Sulfán je taká hybridná *potvora*. Ak sa vo vzduchu nachádza vo veľmi nízkej koncentrácii, cítime ho. Zapácha po skazených vajciach, ale pretože tento zápach vajec už asi mnohí nepoznajú, lepšie je odvolať sa na zápach niektorých našich minerálnych prameňov, ktoré ho obsahujú. Napríklad v Liptovskom Jáne, kde výstražná tabuľa upozorňuje, že sa pri nich nemá zdržiavať dlho.

... PO URČITÚ HRANICU

Ak však koncentrácia sulfánu prekročí určitú hranicu, už ho necítime, pretože paralyzuje naše čuchové bunky. Takže ak ho necítime, buď tam nie je, alebo môžeme byť už na druhom svete.



V prírode vzniká sírovodík rozkladom niektorých organických a anorganických látok s obsahom síry. V prvom prípade napríklad bielkovín, v druhom síranov.

Zaujímavé je, že hoci máme v porovnaní s niektorými našimi zvieracími spolupútnikmi nedokonalý čuch, sme schopní identifikovať sulfán v mimoriadne nízkej koncentrácii, pri ktorej jedna molekula sulfánu pripadá na dve miliardy molekúl vzduchu (presnejšie molekúl, ktoré obsahuje vzduch). Keďže sulfán vzniká v dôsledku rozkladu niektorých síru obsahujúcich organických látok bez prístupu vzduchu, zápach skazených vajec je spôsobený práve takýmto rozkladom. Zdrojom sulfánu môžu byť aj minerály zo skupiny síranov.

U nás sú najznámejšou sulfánovou lokalitou kúpele Smrdáky. Reklamné odkazy na tieto kúpele sa hemžia slovným spojením *lie-*

čivý sírovodík, ktorý však odkazuje na liečivý účinok miestnej minerálnej vody s vysokým obsahom sírovodíka na kožné ochorenia.

V TELÁCH ŽIVÝCH ORGANIZMOV

Vo veľkej časti spoločnosti prevláda predstava, že určitá látka sa spája s jej hlavnou vlastnosťou. Napríklad arzén, ortuť a kyanid draselný považujeme za *strašné* jedy. Pre mnohé látky táto nepríjemná nálepka platí takmer bez výnimky, ale aj tak vždy záleží na množstve.

Sulfán je zaujímavý, pretože sa zistilo, že spolu s niektorými inými veľmi toxickými látkami si ho naše telo samo vytvára pomocou



V našich končinách sa so sírovodíkom najčastejšie stretávame v niektorých minerálnych vodách. Na obrázku je malý prírodný bazén v Liptovskom Jáne s výronom minerálnej vody. Ľudia sa v ňom kúpu aj v zime. Z vody sa uvoľňuje okrem oxidu uhličitého aj malé množstvo sírovodíka, vďaka ktorému sa neodporúča kúpať sa v ňom, prípadne zdržovať sa v jeho blízkosti viac ako 20 minút.

enzýmov na zlepšenie niektorých svojich funkcií. My ľudia však nie sme výnimkou, pretože pre vlastnú potrebu ho produkujú zvieratá, mikroskopické vláknité huby (plesne) aj baktérie. Niektoré z baktérií sa dokonca podieľajú na tvorbe sulfánu z iných látok a niektoré ho zasa menia na síru v kráteroch vulkánov. Prítomnosť sulfánov v telách živých organizmov je pravdepodobne pamiatkou na časy, keď naša planéta nemala ešte kyslíkovú atmosféru, ale celá sa dusila v sopečných plynoch.

BOL TO ZEMNÝ PLYN?

Druhým najčastejšie spomínaným vinníkom zápachu v Bratislave mal byť zemný plyn. Slovenský plynárenský priemysel túto možnosť síce vylúčil, no to neznamená, že sa o ňom nemôžeme v tejto súvislosti zmieniť. Hlavnú časť zemného plynu tvoria tri plyny: metán, etán a propán, ktoré sú zodpovedné za jeho vysokú výhrevnú hodnotu. Ani jeden z nich však nezapácha. Na identifikáciu únikov plynu sa k nim preto pridáva malé množstvo silne zapáchajúcich látok, ktoré každý z nás pozná, pretože sa často stáva, že iskrový zapalovač pri horáku plynových sporákov nezapáli plyn okamžite.

Pre tento účel sa používajú dve látky, prvý terciárny butylmerkaptán označovaný skratkou TBM a druhý tetrahydrotiofén so skratkou THT. Často sa používa ich zmes. Ich zápach je však výrazne odlišný od zápachu sulfánu. Tým, že ho pozná väčšina z nás a zároveň ho v bratislavskom zápachu ľudia jednoznačne neidentifikovali, je nepravdepodobné, že zápach spôsobil práve únik zemného plynu.

ZÁVAN MINULOSTI

Hoci sa aj v súčasnosti stáva, že dochádza k únikom rôznych nebezpečných látok, vo väčšine prípadov na Slovensku to nie je trvalý stav. V minulosti to tak však bolo, a práve preto táto udalosť postavila na nohy celé hlavné mesto. Kontaminácia rôznymi priemyselnými a inými exhalátmi bola na mnohých miestach Bratislavy (a iných miest) neustále taká vysoká, že keby aj vo vzduchu niečo pribudlo, pravdepodobne by si to nik ani nevšimol.

V súčasnosti si už sotva niekto spomenie, že priemyselným exhalátom významne konurovali výfukové plyny áut, ktoré nielenže bolo cítiť, ale aj vidieť v podobe šedivého alebo čierneho dymu. O tom, že boli zdraviu škodlivé, nemožno pochybovať. Okrem látok nedokonalého spaľovania benzínu a nafty obsahovali aj častice olova z aditív na zvyšovanie októhového čísla benzínu. Rôzne smrady vtedy jednoducho patrili k dobe, v ktorej mnohí prežili značnú časť života. Aj vďaka ich súčasnej absencii sa dožívame dlhšieho veku.

Stojí za pripomenutie, že niektoré priemyselné exhaláty sa zobrazovali na plagátoch zo začiatku polovice minulého storočia ako symboly niekdajšej socialistickej priemysel-



Do zemného plynu v plynových kotolniach a kuchynských sporákoch sa umelo pridávajú silne aromatické látky, vďaka ktorým možno zaregistrovať úniky plynu už pri veľmi nízkych koncentráciách.



nej prosperity. Zároveň sa rôzne nebezpečné zápachy nielenže akceptovali na školách, v podnikoch a vo výskumných ústavoch, ale dokonca sa chápali aj ako potvrdenie toho, že sa tam usilovne pracuje. Kým sme sa dostali do súčasného stavu, trvalo to naozaj dlho.

KONTROVERZNÉ VYJADRENIA

Počas tohto incidentu sa v solidnej tlači a médiách často objavovalo vyjadrenie, že zápach šíriaci sa Bratislavou by nemal byť nebezpečný ani škodlivý, pričom nebolo jasné, čím bol spôsobený. Je to absurdné tvrdenie. Ak nevieme, čo uniklo, nemôžeme tvrdiť, že zápach nie je nebezpečný. Jediný argument v prospech tvrdenia o nebezpečnosti

bol ten, že nik bezprostredne po nadýchnutí nezomrel. Mnohé látky však spôsobujú smrť s menším, väčším alebo veľkým časovým sklzom. Napriek tomu je veľmi nepravdepodobné, že šlo práve o také látky. No argumenty pre takéto tvrdenie neexistujú.

Na tento incident sa môžeme pozeráť aj v kontexte toho, že veľká časť nášho obyvateľstva každodenne inhaluje úplne dobrovoľne a niekedy aj nedobrovoľne obrovské dávky nebezpečných látok, napríklad v podobe cigaretového dymu alebo prachu. To však neznamená, že by sme dlhotrvajúcim neznámym zápachom nemali venovať pozornosť. Malo by to byť presne naopak.

Text a foto prof. Ing. Karol Jesenák, CSc.