

# Pozornost kvalitě ovzduší

ZDENĚK SPURNÝ

Po předchozí pozornosti kvalitě potravin a posláze i vody se nyní pozornost veřejnosti právem soustřeďuje na kvalitu ovzduší. Tato pozornost se však dosud adekvátně neodráží na stavu vědy o přízemní vrstvě troposféry; názory na způsoby hodnocení její kvality se rozcházejí hlavně v počtu znečišťujících komponent, které je nutno v ovzduší měřit, a v následném způsobu hodnocení celkové kvality. V článku je poukazováno na novou možnost, kterou poskytuje v tomto směru radiologická metoda, jakož i na další problémy s hodnocením kvality ovzduší související.

Je všeobecně známo, že i nadprůměrný jedinec vydrží 30 dnů nejíst, 3 dny nepít, ale jen 3 minuty nedýchat; čili, že potřeba dýchání je v přeneseném smyslu asi 4000× důležitější než pití a 40 000× než jídlo. Přesto se z historických důvodů (čistá voda i vzduch byly od pradávna samozřejmostí, potrava nikoli) i díky našim smyslům (čichu, chuti a vidění) již odedávna zajímáme především o množství a kvalitu potravy. Jí jsme začali připisovat nejvíce civilizačně-zdravotních nesnází, a tak např. byl prodej potravin vyrobených „bezpráškovou“ technologií celosvětovým hitem již před více než 25 lety a dnešní pěstování nejrůznějších potravin podomácku je motivováno právě touto skutečností. S nárůstem produktivity práce, a tím i volného času se občan později dostával stále více do přírody a asi před 10—15 lety se začal hrozit znečištění vod. Zjistil, že křišťálové vody potoků jeho mládí jaksí vymizely. U větších toků mu tato skutečnost nevadila tak dlouho, dokud nezačal přemýšlet, co to vlastně pije a odkud se tolik „čisté“ vody bere. Poplašné zprávy o vysokém znečištění vod ovšem také přicházely z vnějšku: od rybářů, vodohospodářů a dalších. Dnes, když najde potůček s průzračnou vodou (ještě bývají takové v některých našich horách), je u vytržení. Čili i zde zareagoval dříve než u ovzduší. Čistá voda byla totiž opět dlouhou dobu samozřejmostí a bylo ji možno vidět i chutnat. Ale co čistý vzduch, přesně řečeno: přízemní vrstva troposféry? Ten většinou vidí a vnímá, až když je neprůhledný

a když páchne. Zatímco potravin se mu nedostávalo téměř vždy a čisté vody jen málokdy, žil s přesvědčením, že čistého vzduchu je vždy dost a zdarma. Ukázalo se, že to tak není.

Co je vlastně čistý a hlavně kvalitní vzduch? Náš čich, vlastně jediný smysl, který by jej mohl hodnotit, je sice citlivý orgán, nicméně zcela subjektivní, a jeho funkci nelze kvantifikovat. Na skutečnost, že se vzduchem není něco v pořádku, začali jsme usuzovat až z druhotných znaků — především ze škod na lesních porostech. Nyní je nám již zřejmé, že je způsobuje znečištěné ovzduší (i když nevíme proč a jak). Ale jsou snad rostliny, konkrétně jehličnany, choulostivější než člověk, že právě jim tolik vadí znečištěný vzduch, až hynou? Cožpak nevidíme, že ve střední Evropě je již mnoho let na prvním místě ze všech nemocí onemocnění horních cest dýchacích? Astma, alergie, bronchitidy a různé rýmy, ty většinou způsobuje také jen znečištěné ovzduší. Jejich trend je exponenciální, přičemž jimi trpí především dospívající mládež a děti. A jaké škody to představuje v národním hospodářství! Kupř. podle některých našich autorů (Hanibal, 1980) to jen v ČSSR představovalo za rok 1980 více než 1 miliardu Kčs, přičemž nejsou zahrnuty další škody, kupř. na snížené zemědělské a lesní produkci, korozi, rekreaci, zvýšené migraci obyvatel atp. Takže teprve nyní se z uvedených důvodů a dalších příčin také vážně začínáme zajímat o kvalitu ovzduší.

Podle Dmitrijeva (Dmitrijev, 1972) obsahuje čistý vzduch cel-

kem 25 různých molekulárních složek, počínaje základními plyny dusíkem (~ 78 %) a kyslíkem (~ 21 %), a konče třeba ozonem (~ 10<sup>-6</sup> %, tab. 1). Znečištěný vzduch naproti tomu obsahuje jednak další příměsi, jako kupř. stopy těžkých prvků Pb, Cd aj., nebo organické karcinogeny, nebo sice složky původní, ale v jiných proporcích, než má shora definovaný čistý vzduch (kupř. oxid uhelnatý nebo siřičitý). Je tedy zřejmé, že čistý vzduch je dosti široký pojem. Mělo by v něm být všechno to, co v něm kdysi bývalo a nic víc ani méně. Co však představuje termín „kvalitní ovzduší“, jak jej užívalo kupř. v posledním období Rudé právo? Není to celosvětově dosud jednoznačně definováno, cítíme však, že to není synonymum pro ovzduší čisté. V kvalitním ovzduší mohou existovat některé látky, které původně v ovzduší nebyly a biosféře příliš nevadí, nebo i látky, které zde byly vždy a jejich zvýšená koncentrace může někdy působit i příznivě (kupř. O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub> atp.). Chemické složení ovšem samo o sobě stále ještě nestačí k úplnému popisu kvality plynu, který vdechujeme. Jsou zde ještě komponenty mikroorganické, parametry fyzikální apod. Je tedy rovněž zřejmé, že ke stanovení kvality ovzduší nestačí jen změřit koncentraci některé z dominantních znečištěnin či malé skupiny těchto znečištěnin. V závislosti na dané lokalitě může být jiných znečištěnin více a samotná chemická analýza potom nepostřehne ostatní kvalitativní známky tohoto prostředí. Jelikož se jedná o problém velmi důležitý, hledají se možnosti skutečného posouzení kvality ovzduší kupř. laserovou refraktometrií nebo výpočetními způsoby založenými na jisté předem zvolené množině změřených znečištěnin. Proč to potřebujeme vědět? Především pro prognostiku, pro porovnávání kvality ovzduší v různých lokalitách, sledování časových změn atp. Tedy pro stanovení takových hodnot, které nelze popsat analytickým stanovením jediné znečištěnin.

Stoupající počty zmíněných onemocnění horních cest dýchacích mj. již dávno vyčerpávají kapacity našich klimatických lázní (jejichž kvalita co do terapeutické účinnosti ze stejných důvodů neustále klesá), takže se musí sahat k ambulantní chemoterapii, která je méně účinná, a navíc i dosti nákladná. Ani dlouhodobý pobyt v klimatických lázních však není právě nejlacinější, a proto se začínají hledat jiné, účinnější a ekonomicky výhodnější způsoby. Jeden z nich naznačili balneologům již před mnoha lety mnozí astmatici tím, že vyhledávali jeskyně a nechávali se v nich na celé hodiny zavírat, neboť se jim zde podstatně snáze dýchalo (podobné pocity mívají titíž i při pobytu ve venkovských sklípčích). Z toho se později rozvinula dnes dosti populární „speleoterapie“, tj. léčba jeskynním ovzduším, i když se dlouho nevědělo, co vlastně činí jeskynní vzduch léčivým. Odpověď se našla v souvislosti s jinou, v posledních letech značnou pozornost budící tematikou — příznivým zdravotním účinkem lehkých atmosférických iontů (Charry, 1987).

Již koncem 18. století bylo známo, že vzduch je slabě elektricky vodivý, přičemž Elster a Geithel prokázali, že to způsobují elektricky nabitě částice, dnes známé jako ionty. Později se tímto, tehdy zcela akademickým problémem zabývalo mnoho vědců (u nás v období mezi oběma válkami např. F. Běhounek). Bylo prokázáno, že ionty se tvoří ve vzduchu vlivem absorpce energie záření radioaktivních prvků obsažených v půdě a ve vzduchu a energie záření kosmického. Po změření průměrného příkonu této energie do vzduchu a známé spotřebě energie k vytvoření jednoho páru iontů byla stanovena i měrná ionizace ovzduší, která činí kolem 5 párů iontů v každém cm<sup>3</sup> vzduchu za sekundu. Bylo však také zjištěno, že s touto rychlostí se ionty v ovzduší nehromadí. Poměrně rychle totiž opět zanikají, jsou deponovány na vzdušných nečistotách, neutralizovány či aglomerovány

Tab. 1. Složení čistého vzduchu

Složka	Koncentrace
Dusík	78,09 %
Kyslík	20,95 %
Argon	0,93 %
Neon	16,2 mg·m <sup>-3</sup>
Krypton	4,1 mg·m <sup>-3</sup>
Helium	0,92 mg·m <sup>-3</sup>
Xenon	0,51 mg·m <sup>-3</sup>
Oxid uhlíčitý	0,02 %
Oxid uhelnatý	0,2 mg·m <sup>-3</sup>
Vodík	30,0 μg·m <sup>-3</sup>
Vodní páry	25,0 g·m <sup>-3</sup>
Metan	1,5 mg·m <sup>-3</sup>
Oxid dusnatý	2,0 mg·m <sup>-3</sup>
Oxid siřičitý	60,0 μg·m <sup>-3</sup>
Sirovodík	20,0 μg·m <sup>-3</sup>
Amoniak	30,0 μg·m <sup>-3</sup>
Formaldehyd	20,0 μg·m <sup>-3</sup>
Chlór	8,0 μg·m <sup>-3</sup>
Jód	1,0 μg·m <sup>-3</sup>
Oxid dusičitý a stopy dalších	30,0 μg·m <sup>-3</sup>

Tab. 2. Možné třídění kvality ovzduší podle radiologické metody

τ <sub>s</sub>	Celková kvalita	Příklad lokality	Prům. obj. konc. iontů i·cm <sup>-3</sup>
> 500	extr. čisté	vápenc. jeskyně	~ 60 000
100–500	velmi čisté	Vys. Tatry	1000–1500
50–100	čisté	Vysočina	500–700
10–50	znečištěné	severní Čechy	100–200
1–10	velmi znečištěné	Praha	50–100
< 1	extr. znečištěné	údolí Hronu	0–50

ny do velkých celků. V závislosti na složení vzdušné fáze se zde ustavuje jejich dynamická rovnováha i hmotnostní spektrum. V jiných souvislostech se již dříve potvrdilo, že stejně jako ionizující záření, tak i jeho vzdušný produkt — ionty, budou patrně biogenní. Ovšem pokud bylo ovzduší v průběhu minulých let čisté, nebyla tato otázka vcelku aktuální. Stala se jí až nyní, když nás začaly zajímat problémy vztahu zdraví člověka a jeho životního prostředí. Ovzduší dnes obsahuje nejen stále více a více různých druhů znečištěnin, ale v souvislosti s nimi i stále méně atmosférických iontů. Těch je méně, než jich bylo původně a na něž jsme byli po generace navyklí. Kupř. za posledních 50 let poklesla průměrná iontová koncentrace u nás asi na polovinu a má stále klesající tendenci (Běhounek, 1938).

Posléze se také značně pokročilo ve znalostech biogenní úlohy lehkých atmosférických iontů: dnes již víme, že působí především mechanismem elektroprecipitace (tj. kupř. baktericidně), nebo svým elektrickým polem, a v důsledku toho projevují jisté sedativní, hypotenzivní, stimulační a mnohé další zdravotně důležité účinky (Spurný, 1985). Proto nám dnes jejich nepřítomnost chybí, a to nejen v přírodě, ale i v uzavřených prostorách, domácnostech i na pracovištích. A to bude patrně také jednou z příčin stoupajících onemocnění dýchacích cest. A naopak, proto je jeskynní atmosféra tak dobře dýchatelná a biologicky účinná: je totiž velmi čistá, chybí v ní zmíněné iontové lapače (znečištěniny). Ionty zde mohou déle žít a nahromadit se do vysokých koncentrací.

Nyní se snažíme tuto nezbytnou složku ovzduší obnovit — v uzavřených prostorách, místnostech, bytech, kabinách, sálech a halách to není těžké. Lehké atmosférické ionty se totiž dají poměrně snadno a různými způsoby vyrábět. Nejčastěji kupř. subkoronovými elektrickými generátorky. Jimi lze zvýšit iontovou koncentraci všude, kde to považujeme z hlediska jejich biologického působení za užitečné. Také u nás je na trhu několik druhů těchto přístrojů (Fukátko, 1986).\*

Co tedy činí vzduch kvalitním, není jen množství a poměr jeho původních složek, ale mj. i vysoká koncentrace lehkých iontů. Proto také můžeme zpětně soudit na celkovou kvalitu ovzduší podle iontové koncentrace. S ionty totiž reagují v podstatě všechny vzdušné znečištěniny, a to tak, že čím více je vzduch znečištěný, tím méně je v něm iontů, a naopak. Vhodným mikrodozimetrickým přístrojem stanovíme na studované lokalitě příkon zářivé energie do vzduchu, a z něj vypočteme množství

\* Jistá potíže je v tom, že na trhu zatím nejsou vhodné přístroje pro detekci těchto iontů. Člověk sám totiž není schopen svými smysly ionty v atmosféře odhalit — nejsou vidět ani cítit. Jelikož jejich produkce je závislá na kvalitě vyrobeného generátoru a na způsobu dopravy těchto iontů ke spotřebiteli, může se stát, že ionty se často vůbec neprodukují, nebo se do dýchacích orgánů člověka vůbec nedostávají. Nic divného potom, že mnozí uživatelé tvrdí, že ionty jsou neúčinné.

neustále se rodících iontů. Potom dalším speciálním přístrojem — iontometrem — stanovíme skutečné množství iontů v objemové jednotce vzduchu a z poměru obou údajů můžeme posléze vypočítat i poločas života lehkých iontů v sekundách ( $\tau_g$ ). Tento způsob kvantifikace kvality ovzduší (Spurný, 1984) dovoluje užití i značně široké stupnice v časových jednotkách. Je rychlý, laciný i objektivní, a může se použít i pro řadu obecných ekonomických úkolů, jako kupř. v investiční politice při vyhledávání vhodných lokalit pro stavby sanatorií, zotavoven a lázní (tab. 2). V přírodě se ovšem původní koncentrace iontů podaří sotva obnovit umělou cestou, tj. přes dodatečné zdroje. Zde bude nutné odstranit samotné zdroje znečištěnin, a to nebude vzhledem ke stávajícím okolnostem krátkodobá úloha.

Cesta kvantifikace kvality ovzduší již byla ve světě nastoupena a je nutná. Zatím je obvykle založena na chemické analýze jen několika málo nejdůležitějších příměsí. Další vývoj však bude vyžadovat přibírání podstatně většího počtu kontrolních komponent, a pochopitelně tím i následné využití velké výpočetní techniky, anebo vypracování principiálně jiných metod integrálního charakteru, jako je zmíněná radiologická metoda.

#### Literatura:

- Hanibal, J., Raab, P., 1980: *Ekonomika ochrany ovzduší*. SZN, Praha.  
Dmitrijevič, P. A., 1972: *Zapach svěžého vzduchu*. Příroda, 3.  
Charry, J. M., Kavet, R. I., 1987: *Air ions — physical and biological aspects*. CRC Press, Boca Raton.  
Běhounek, F., 1938: *Nature*, 142, 956 pp.  
Spurný, Z., 1985: *Atmosférická ionizace*. Academia, Praha.  
Fukátko, T. a kol., 1986: *Ionizátor — zařízení k vytváření umělé ionizace vzduchu*. Kovošlužba, Praha.  
Spurný, Z., 1984: *Integrální metoda hodnocení kvality ovzduší*. Ochrana ovzduší, 16, p. 51.