

Co je a kde se vzal

## VZDUCH, KTERÝ DÝCHÁM

**„Ze vzduchu vše vzniká a do něho se zase rozkládá,“ napsal před dvěma a půl tisíci lety řecký filozof Anaximenés. Při dnešním stavu poznání nás pojetí vzduchu jako pralátky už asi neuspokojí. Anaximenés ale vystihl, že vzduch je „hmota“ podobné podstaty jako hmatatelnější látky a uvědomoval si další vlastnost vzduchu – proměnlivost.**

**Kdysi – řekněme na počátku – byla atmosféra Země velmi podobná té na Venuši.<sup>1</sup> Žádný kyslík. Prvotní atmosféra byla směs oxidu uhličitého, vodíku, hélia, metanu, sirovodíku a dalších nedýchatelných plynů...<sup>2</sup> Vývoj na obou planetách se pak lišil. Na Venuši převládl uhlík, na Zemi vznikla atmosféra bohatá na dusík a kyslík. Podstatné bylo, že na Zemi vznikly oceány. Z vody začal před nějakými 2,5 miliardami let vznášet život. Zázrak fotosyntézy podporoval přibývání kyslíku v atmosféře a rozvoj života na souši... Vzájemná součinnost pevné země, atmosféry, vody, energie Slunce a biologického života. Z hlediska vesmírného času už jen „krok“ k dnešnímu vzduchu, který - někdy s rozkoší, někdy ale i s pocitem odporu - nadechujeme, aby prostupoval naše tělo.**

### Co dýchal Anaximenés a co my

Anaximenovskou proměnlivost vzduchu můžeme chápat z různých pohledů. Většina látek se do ovzduší dostává z různých zdrojů ze zemského povrchu a po nějakém čase opět atmosféru všelijakými cestami opouští.<sup>3</sup> Různé chemické složení a další vlastnosti, jako tlak, teplotu, má atmosféra v různých výškách nad povrchem planety. Přízemní troposféra je jiná než stratosféra, ozonosféra a další vrstvy plynného zemského obalu. Bioklimatologové rozlišují spoustu druhů vzduchu: arktický a rovníkový, čistý a znečištěný, kontinentální, lesní, mořský, půdní, stájový, suchý, vlhký...<sup>4</sup>

Ačkoli je složení vzduchu relativně značně ustálené, dnes dýcháme jiný vzduch, než jaký dýchali antičtí filozofové. Historicky zcela nedávno do složení atmosféry povážlivě zasáhl člověk. Zejména ve druhé půli 20. století rychle stoupá podíl antropogenních příměsí z exhalací, jako jsou oxidy síry a dusíku, fluór, chlór a jiné. Atmosféra dnes obsahuje přibližně o 30 % víc oxidu uhličitého, o 145 % víc metanu než v době Anaximenově.<sup>5</sup> V přízemních vrstvách v různých koncentracích nepříjemně páchnou emise z některých průmyslových podniků, z aut a dokonce i z domácností. Velmi nebezpečné znečištění ale vůbec nemusí být cítit, třeba radioaktivní částice. Do vzduchu jsme během posledního století začali zprvu bezstarostně a ve velkém vypouštět látky, které příroda vůbec nezná, jako jsou freony poškozující ochrannou ozónovou vrstvu.<sup>6</sup>

Součástí vzduchu jsou dnes i další toxické látky. Při spalování odpadů, ale i uhlí a dřeva za nízkých teplot vznikají vysoce toxické dioxiny známé z velké ekologické havárie v italském Sevesu. Jejich koncentrace v ovzduší jsou tak nízké, že donedávna nebyly ani zjištěné –

---

<sup>1</sup> Podle: <http://vt-2004.astro.cz/teorie/D6/>, stránky celoevropského vzdělávacího projektu Venus Transit 2004

<sup>2</sup> Podle:

[http://64.233.183.104/search?q=cache:3CS20BVOVkwJ:www.pef.zcu.cz/pef/kbi/php/studium/ftp/bio\\_02.pdf+vznik+atmosf%C3%A9ry&hl=cs&lr=lang\\_cs](http://64.233.183.104/search?q=cache:3CS20BVOVkwJ:www.pef.zcu.cz/pef/kbi/php/studium/ftp/bio_02.pdf+vznik+atmosf%C3%A9ry&hl=cs&lr=lang_cs)

<sup>3</sup> S využitím: Bedřich Moldan, Živly, rukopis, str. 185

<sup>4</sup> Podle: Bioklimatologický slovník terminologický a explikativní, Praha, Academia 1980

<sup>5</sup> Bedřich Moldan: Ekologická dimenze, str. 43

<sup>6</sup> Bedřich Moldan, Ekologická dimenze, str. 43

řádově pikogramy. Dioxiny však v prostředí dlouho setrvávají, tedy se kumulují. Bývají součástí prашných částic, s nimi se dostávají na zem nebo do potravin.<sup>7</sup>

I vzduch doma, ve školní třídě nebo jiné místnosti mívá horší kvalitu, než bychom si přáli. Zdrojem znečištění tu nejsou jen emise z vnějšího prostředí či tabákový kouř, ale také kamna na pevná paliva, stavební materiály, koberce a jiné podlahové krytiny, kosmetika a čisticí prostředky, desinfekce.<sup>8</sup> Při celkem běžném lidské činnosti, jakou je natírání, dokonce mohou vzniknout i takové nebezpečné látky, jako je bojový plyn fosgen<sup>9</sup>.

Co je tedy čistý vzduch? Encyklopedie Universum říká, že obsahuje „pouze nepatrné množství znečišťujících příměsí; v současnosti se ve střední Evropě vyskytuje pouze ve vyšších polohách Alp a v některých pobřežních oblastech...“

## Londýnský smog

Dramatickou změnu ve znečišťování vzduchu spustila průmyslová revoluce. „Nejstarší dochované zmínky o stížnostech na znečišťování ovzduší „smrdutým zápachem z uhlí“ pocházejí z Anglie 14. století, kdy se začalo uhlí používat k vytápění,<sup>10</sup> uvádí Helena Kazmarová v publikaci Vzduch jako jeden z živlů. Angličtí panovníci se už před několika sty lety pokoušeli omezit znečištění vzduchu v Londýně přísnými zákazy topení uhlím.<sup>11</sup> Zákazy nepomohly, dřevo už pro tehdejší lidskou spotřebu energie nestačilo. Lokální znečištění se zhoršovalo...

V prosinci 1952 se v Londýně usadila nehybná hustá mlha prosycená dýmem. Během pouhého týdne ve městě podlehl na 2000 lidí chorobám dýchacích cest a krevního oběhu. Takové a ještě horší situace Londýňané znali již z dřívějších dob. Podle této nejslavnější z roku 1952 ale zimní smog – smoke and fog, směsice mlhy a kouře – dostal název londýnský. Právě tato ekologická katastrofa byla totiž dobře zdokumentována. V londýnské nemocnici Svatého Bartoloměje měřili obsah kouřových částic, jako jsou jemný popel a saze, a oxidu siřičitého ve vzduchu. Koncentrace dosáhly několika miligramů na kubický metr. Obdobná smogová situace je ovšem zaznamenána dávno předtím, třeba z Glasgowa, kde při ní v roce 1909 zemřelo na tisíc lidí.<sup>12</sup> A kolem poloviny 20. století zažila i další města obdobné koncentrace dýmu a oxidu siřičitého.

Paradoxem je, že v roce 1952 se kvalita ovzduší v už poněkud zlepšovala,<sup>13</sup> i když v té době byl Londýn stále ještě závislý na uhlí pro vytápění i zajištění energie. V nové politické a sociální situaci po válce ovšem veřejnost přestala být netečná ke hroznému znečištění vzduchu. Po tragické londýnské smogové situaci události dostaly spád. Zvláštní zprávu o smogu připravila parlamentní komise vedená sirem Hughem Beaverem. Následoval Zákon o čistém ovzduší, který podnítil nahrazování dýmající uhelných ohnišť' efektivnějším spalováním.

V následujících letech se však bohužel hlavní metodou, jak „čistit“ vzduch, stala výstavba vysokých komínů v naději, že se emise lépe rozptýlí. K přijímání emisních limitů, které by ekonomicky ovlivnily v prvé řadě průmysl a energetiku, vládl značný – politický – odpor. Ve zmíněné nemocnici Svatého Bartoloměje však profesor Lawther na základě dokumentace londýnského smogu popsal, že vždy, když vzrostou koncentrace oxidu siřičitého přibližně na 500 µg/m<sup>3</sup> a koncentrace kouřových částic na 250 µg/m<sup>3</sup>, je ohrožováno lidské zdraví. Tím

<sup>7</sup> Podle: Vzduch jako jeden z živlů. Helena Kazmarová, str. 168

<sup>8</sup> Iva Hůnová, Svatava Janoušková, Úvod do problematiky znečištění venkovního ovzduší. Karolinum, Praha 2004, str. 102

<sup>9</sup> Desatero domácí ekologie, Rezekvítek, Brno 2000, str. 117

<sup>10</sup> Helena Kazmarová, Znečišťující látky v ovzduší. In: Vzduch jako jeden z živlů. Koniklec, Praha 1998

<sup>11</sup> Bedřich Moldan, Živly, rukopis, str. 199

<sup>12</sup> Desatero domácí ekologie, Rezekvítek 2000, str. 11

<sup>13</sup> Podle: Pozdní poučení z včasných varování: princip předběžné opatrnosti 1896-2000, EEA Kodaň 2001. Český překlad, MŽP 2002, str. 123

bylo na světě vodítko pro určování emisních limitů. V následujících letech pak už různé země přijímaly různé normy kvality ovzduší. V Evropě byly emisní limity zavedeny až pod vlivem příkladu Zákona o čistém ovzduší, který přijaly v roce 1970 Spojené státy, jimž se pochopitelně nevyhnuly obdobné ekologické problémy rozvinutých ekonomik. V roce 1979 doporučila svůj standard pro kvalitu vzduchu Světová zdravotnická organizace.

### **Oxid siřičitý**

Výraznou součást londýnského smogu tvořil oxid siřičitý. Právě jemu se mezi všemi škodlivými emisemi dlouho věnovala výsadní pozornost. Do ovzduší se dostává při spalování uhlí či ropy, v menší míře při spalování plynu. Síra je častou a významnou přísadou těchto neobnovitelných energetických surovin.

Evropské a další ekonomicky rozvinuté země dštily k nebi nejvíc síry právě ve druhé polovině 20. století, vrchol nastal v 80. letech 20. století.

Už asi od koncentrace  $2,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  je oxid siřičitý cítit. Jeho vdechování ve větších koncentracích dráždí dýchací cesty, vede k bronchitidám, zánětům spojivek, dlouhodobé působení k chronickým zánětům průdušek.

Podle současných emisních limitů, které platí v ČR a jsou ve shodě s evropskými normami, je maximální přípustná koncentrace oxidu siřičitého z hlediska ochrany lidského zdraví v průměru za jednu hodinu  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Z hlediska ochrany přírodních ekosystémů se uvádí limit v ročním průměru  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .<sup>14</sup>

Za jeden z „vrcholných okamžiků“ historie znečišťování ovzduší nejen u nás v Česku můžeme označit například leden 1982, kdy byla v Praze zaznamenána průměrná denní koncentrace  $3\,193 \mu\text{g}/\text{m}^3$  oxidu siřičitého.<sup>15</sup>

### **Kyselá dešť**

Strhující vědecko-politický „příběh“ oxidu siřičitého vypráví Arne Semb v publikaci Pozdní poučení z včasných varování: princip předběžné opatrnosti 1896-2000, kterou vydala Evropská agentura pro životní prostředí v Kodani. Studie se jmenuje Oxid siřičitý: od ochrany lidského zdraví k ozdravování vzdáleného jezera<sup>16</sup>.

Velký nárůst emisí oxidu siřičitého byl během šedesátých let v Evropě vyvolán rostoucí spotřebou energie. Ve městech se v té době už dýchalo o něco lépe, protože u hlavních zdrojů emisí, tepelných elektráren, se stavěly stometrové a ještě vyšší komíny. Tím se ovšem problém neřešil, pouze se přesunul jinam.

V roce 1968 švédští vědci, kteří od poloviny 50. let sledovali u rostlin přísun živin z dešťové vody, upozornili, že srážky jsou stále kyselější. Byla tu zřejmá souvislost mezi stoupajícími emisemi  $\text{SO}_2$  přenášenými daleko od zdroje a okyselením švédských řek. K tomu, že problém vyvolal velký zájem, přispěla kreativní prezentace vědeckých zjištění pro veřejnost. Upozorňovala, že emise síry například z Británie pravděpodobně způsobují úbytek ryb a poškozování lesů ve Skandinávii. Emise se staly problémem mezinárodním, politickým a ekonomickým. Do věci se vložila OECD a řada vědců, významnou roli sehrál Norský institut pro výzkum ovzduší. Přibylo důkazů, že emise jedněch států poškozují ekosystémy a ekonomiku druhých států. Odpor ke změnám byl však pochopitelně velký. Vypočítávalo se, že ekonomické škody nejsou takové, aby se vyplatila omezující opatření v průmyslu. „Cena rybích populací nebyla v ekonomickém smyslu vysoká,“ píše Arne Semb. Studie OECD z roku 1981 však dokládala, že škody způsobované emisí na budovách a stavebních materiálech, vyvolávají náklady srovnatelné s cenou za omezování emisí pomocí odsiřování.<sup>17</sup>

---

<sup>14</sup> Podle: [www.chmi.cz](http://www.chmi.cz)

<sup>15</sup> ŽP ČR do 1989, str. 57

<sup>16</sup> Pozdní poučení z včasných varování: princip předběžné opatrnosti 1896-2000, EEA Kodaň 2001. Český překlad, MŽP 2002

<sup>17</sup> Podle: Pozdní poučení z včasných varování: princip předběžné opatrnosti 1896-2000, EEA Kodaň 2001. Český překlad, MŽP 2002

Od 70. let 20. století strhával pozornost ekologů a médií kyselý déšť. Byl v té době všeobecně považován za hlavní ekologický problém. Emise ze spalování mění vodní srážky na kyselinu sírovou nebo dusičnou, zkrátka na směs kyselin, s pH nižším než 5,6. V ČR se pH dešťové vody pohybuje kolem 4,5.<sup>18</sup> Kyselými dešti byly zasaženy velké části Evropy, severní Ameriky, Asie... Takové srážky snadněji vyluhují z půdy živiny a také toxické látky, například těžké kovy. Začaly měnit ekologické podmínky v celých ekosystémech, jako jsou jezera a řeky ve Skandinávii či Kanadě, horské lesy.

Ve Švédsku začaly nevládní organizace společně vydávat odborný časopis Acid News, který má mezinárodní renomé a vychází dosud. Na internetu jsou dostupná čísla od roku 1996 a rejstřík článků dokonce od roku 1982.

### **Život v pekle**

V 50. letech 20. století se spouštěla největší devastace lesů na evropském kontinentu - v Krušných horách. V 70. letech se rozšířila na celé trojmezí Česko – Polsko – Německo. Zatímco na vrcholcích Krušných hor odumírání lesa probíhalo 15-20 let, v Jizerských horách a Krkonoších 10-15 let, v Orlických horách už jen 7-10 let. Oslabeným lesům v Beskydech stačilo jen prudkého ochlazení na přelomu let 1978-79, aby zdejší porosty odumřely prakticky jednorázově.<sup>19</sup> Extrémní znečištění ovzduší zejména v Krušnohoří představovalo jen jeden, byť podstatný faktor, poslední kapku, která ekologickou katastrofu v lesích spustila.<sup>20</sup>

V 70. a 80. letech 20. století hromadně umíraly stromy i na dalších místech Evropy. Teorie o mechanismech poškozování a hynutí stromů se lišily: přímé působení znečišťujících látek, okyselování půdy, nedostatek hořčíku... Prohlášení lesníků z Göttingenské univerzity o postižených lesích a následné články v časopisu Der Spiegel získaly pozornost veřejnosti.<sup>21</sup>

Na nejzdevastovanější území v Evropě, kde byly zaznamenány nejvyšší koncentrace a ukládání kyselých sloučenin síry z ovzduší a jehož součástí bylo české Podkrušnohoří, se po sametové revoluci přijela podívat nejedna zahraniční celebrita včetně britského následníka trůnu. Tzv. Černý trojúhelník, The Black Triangle, proslul celosvětově. Působivé satelitní snímky zachycují Černý trojúhelník v letech 1975 a 2000 v atlasu změn životního prostředí One Planet Many People, který v roce 2005 vydal Program OSN pro životní prostředí.<sup>22</sup>

Americký environmentální historik J. R. McNeill oblast vymezuje geograficky šířeji – Drážďanami, Prahou a Krakovem – a pojmenovává ji jako The Sulfuric Triangle.<sup>23</sup> Ovzduší v Praze a dalších velkých městech v srdci Evropy nebylo o nic lepší.

Obrazně shrnuto: Žili jsme v pekle...

### **Veřejnost, trh, politika, věda**

Na nebývalé znečišťování ovzduší ve druhé půli 20. století a na sílící ekologické vědomí reagovaly v souvislosti s ropnou krizí v roce 1973 naftařské a energetické společnosti. Jejich reakce asi byla efektivnější než reakce politiků, protože firmy si byly vědomy obchodní příležitosti a potenciálních zisků z přechodu od pevných paliv k ropě a plynu. (Doufejme, že obdobný skok se připravuje v podhoubí nyní v oblasti využívání obnovitelných zdrojů energie a úsporných technologií. Nečekaně rychlý rozvoj větrné energetiky, který konstatují zprávy z počátku roku 2006, naznačuje, že by se mohl takový trend vyklubat.) Změněnými technologiemi postupně začali naftaři odstraňovat až 70 % síry obsažené v surové ropě. Odsiřovat se začalo i v uhelných elektrárnách a například Francie situaci řešila příklonem k jaderné energetice.

---

<sup>18</sup> Desatero, str. 116

<sup>19</sup> Podle: ŽP ČR, Academia Praha 1990, str. 159

<sup>20</sup> Podle: ŽP ČR, Academia Praha 1990, str. 57

<sup>21</sup> Podle: Pozdní poučení z včasných varování: princip předběžné opatrnosti 1896-2000, EEA Kodaň 2001. Český překlad, MŽP 2002

<sup>22</sup> One Planet Many People, str. 48-49

<sup>23</sup> McNeill, Something New under the Sun, str. 89

Problém, a to především politického rázu, byl s blokem komunistických států. Ekonomicky se tyto země rozvíjely ve stalinistickém duchu s důrazem na kvantitu produkce. Vysoká energetická náročnost průmyslu se sytila především spalováním nekvalitního uhlí. Důsledkem bylo, že emise oxidu siřičitého stouply v Československu, NDR a Polsku mezi léty 1960 a 1985 desetinásobně. Jen samy tyto země tehdy produkovaly více oxidu siřičitého než všechny ostatní v severozápadní Evropě dohromady. Politické vztahy mezi Východem a Západem byly v době studené války napjaté. Ale právě v oblasti dálkového přenosu znečištění v ovzduší se v době, kdy očividně v jeho důsledku hynuly lesy, podařilo začít vyjednávat na půdě Evropské hospodářské komise OSN. Posléze se ve spolupráci začal dálkový přenos znečištění monitorovat v rámci Programu pro monitorování a vyhodnocování dálkového přenosu znečišťujících látek v Evropě (EMEP) a v roce 1977 následovala Úmluva o dálkovém znečištění ovzduší, přesahujícím hranice států (CLRTAP), která v rámci EHK OSN deklarovala úmysl emise redukovat.<sup>24</sup> Československo ji podepsalo v roce 1984.<sup>25</sup>

### **Kritická zátěž**

„V tomto stadiu již bylo v pohotovosti veřejné mínění i tisk. Kyselé deště a zabíjení ryb ve vzdálených jezerech a řekách byly identifikovány v Severní Americe stejně jako v Evropě,“<sup>26</sup> píše Arne Semb. Veřejnosti bylo ohrožení zřejmé, řešení zůstávalo na bedrech politiků a vědců. Pro omezování emisí museli zvolit vhodný postup. Panovaly obavy, že snížení emisí oxidu siřičitého by nemuselo viditelně situaci zlepšit, a to by ohrozilo důvěryhodnost environmentální politiky. Nicméně v roce 1985 tzv. Třicetiprocentní klub severovýchodních zemí, Nizozemí, Švýcarska a Rakouska a posléze i západního Německa, vypracoval protokol k úmluvě o dálkovém znečištění, který zavazoval ke snížení emisí síry o 30 %.

Racionální základ pro jednání poskytla koncepce kritické zátěže.<sup>27</sup> Je to, stručně řečeno, nejvyšší přípustná míra ukládání škodlivých látek v důsledku lidské činnosti, tedy například síry a dusíku, která ještě nemění ekosystémy nepřijatelným způsobem. Kritická zátěž se zjišťuje pomocí výzkumů půdy či chemického složení vody. V případě jezer a řek musí být kyselý vstup menší, než je vyluhování základních kationtů v povodí. Velikost kritické kyselé hodnoty závisí také na charakteru půdy. Pro Evropu byly zpracovány na počátku 90. let 20. století mapy kritických zátěží, při jejichž překročení hrozí nebezpečí nevratných změn.<sup>28</sup>

Koncepce kritické zátěže pomohla při vyjednávání nového přísnějšího protokolu CLRTAP v roce 1994, který nejen zamířil k dalšímu snižování emisí oxidu siřičitého, ale také posunul důraz na vzájemné vztahy mezi znečišťujícími látkami, jako jsou oxidy dusíku, čpavek a těžké organické látky, dále okyselujícím dopadem ukládání síry a dusíku, eutrofizací z dálkového přenosu dusíku a utváření fotochemického smogu.<sup>29</sup>

### **Kompromisy...**

Při vyjednáváních se musely hledat kompromisy. Bylo nutno minimalizovat nepříznivé dopady emisí a zároveň co nejspravedlivěji rozdělit ekonomické náklady na realizaci technických a dalších opatření. Cena za „absolutní“ vyčištění vzduchu by byla nereálně vysoká.

Arne Semb však ve své studii trpce konstatuje: „...jakákoli činnost byla zahajována až na základě důkazů nade všechnu rozumnou pochybnost... Ke změnám mohlo dojít, až když byl

<sup>24</sup> Podle: Pozdní poučení z včasných varování: princip předběžné opatrnosti 1896-2000, EEA Kodaň 2001. Český překlad, MŽP 2002

<sup>25</sup> Mnohostranné mezinárodní úmluvy I. Ovzduší. MŽP ČR, Praha 1996

<sup>26</sup> Pozdní poučení z včasných varování: princip předběžné opatrnosti 1896-2000, EEA Kodaň 2001. Český překlad, MŽP 2002

<sup>27</sup> Podle: Pozdní poučení z včasných varování: princip předběžné opatrnosti 1896-2000, EEA Kodaň 2001. Český překlad, MŽP 2002

<sup>28</sup> S použitím: <http://www.czp.cuni.cz/Osoby/Moldan/Publikace/t056.htm>

<sup>29</sup> Podle: Pozdní poučení z včasných varování: princip předběžné opatrnosti 1896-2000, EEA Kodaň 2001. Český překlad, MŽP 2002

problém povznesen na mezinárodní úroveň... V průběhu časné historie znečišťování oxidem siřičitým a kyselých dešťů byl přístup předběžné opatrnosti naprosto nepřítomný především proto, že zákonodárci byli schopni tento problém chápat pouze do určité míry. Metoda vysokých komínů byla jasným příkladem toho, jak odmítali přijmout následky, které přesahovaly meze bezprostředních, viditelných dopadů.<sup>30</sup> Za důležitý moment, který záležitostmi pohnul, se považuje vstup Evropské hospodářské komise OSN do vyjednávání a také politický tlak německé strany Zelených.

Klíčový byl „vynález“ koncepce kritického zatížení. Už se nemusely donekonečna dokazovat a vypočítávat škody způsobené kyselými dešti. Stačilo relativně jednoduše rozhodnout, do jaké úrovně ukládání síry ještě nenastávají viditelné chemické změny ve složení půdy. Byl to způsob, jak se racionálně vypořádat s nejistotami ohledně dopadů na životní prostředí.<sup>31</sup>

Také kolaps komunistických režimů ve střední Evropě se spojuje s neefektivním rozvojem spotřeby energie a jeho katastrofálními ekologickými důsledky.

Arne Semb si všiml též, „že velice významnou vzdělávací úlohu ve schopnosti obyvatel Evropy pochopit plné dopady emisí látek znečišťujících ovzduší, hrají populace pstruhů a lososů, přestože z ekonomického hlediska nejsou významné.“<sup>32</sup> Chce tím říci, že v současné Evropě lidské soucítění s ostatními živými tvory může být silnější argument než peníze?

### ...a výsledky

Evropané se tedy přes všechny komplikace dohodli... Na konci 20. století byly emise oxidu siřičitého ve Skandinávii nižší o více než polovinu v porovnání s maximem v roce 1980, v britských městech koncentrace klesly o více než 70 %.<sup>33</sup> Také kyselá jezera a řeky podle norské studie na konci 90. let vykazovaly pomalé, ale soustavné zotavování a v téže době se zdálo, že životaschopnost lesů se začíná obnovovat.<sup>34</sup>

Za světový unikát se někdy označuje snížení emisí v Česku. V roce 1985 u nás celkové emise oxidu siřičitého byly 2 161 tisíc tun, v roce 2001 už „jen“ 251 tisíc tun.<sup>35</sup> Český odsiřovací „zázrak“ přišel do značné míry jako vedlejší produkt politicko-ekonomických změn.

Ohromující procenta úspěchu jsou částečně „výsledkem“ extrémního objemu emisí v době vrcholného znečišťování, dále přispěl propad výroby v důsledku politického převratu a restrukturalizace těžkého průmyslu. Podstatné bylo i zavedení nových zákonů přibližujících se západoevropské normě a český stát také investoval hodně do zlepšení životního prostředí, na čelném místě do snižování emisí síry.

Přes všechny úspěchy Česká republika se svým imisním poškozením lesů patřila na přelomu tisíciletí stále mezi nejpostiženější země Evropy. Zdravotní stav málo poškozených lesů se dokonce nadále mírně zhoršoval.<sup>36</sup>

Jinou cestou šli v USA. V rámci programu Acid Rain zavedli obchodování s emisemi SO<sub>2</sub>. V celých Spojených státech se ho účastní přes 2000 velkých, především energetických zdrojů emisí. „Systém se v praxi osvědčil a jeho výsledkem byla nejen velmi výrazná redukce koncentrace oxidu siřičitého na celém území USA, ale především to, že této situace bylo

<sup>30</sup> Pozdní poučení z včasných varování: princip předběžné opatrnosti 1896-2000, EEA Kodaň 2001. Český překlad, MŽP 2002. Kap. 10.3

<sup>31</sup> Podle: Pozdní poučení z včasných varování: princip předběžné opatrnosti 1896-2000, EEA Kodaň 2001. Český překlad, MŽP 2002, kap. 10.3

<sup>32</sup> Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896-2000, EEA, Copenhagen 2001. str. 106

<sup>33</sup> Podle: Pozdní poučení z včasných varování: princip předběžné opatrnosti 1896-2000, EEA Kodaň 2001. Český překlad, MŽP 2002

<sup>34</sup> Hůnová, Janoušková, str. 34

<sup>35</sup> Zpráva o životním prostředí ČR 2001, www.env.cz, II. Složky životního prostředí, str 1–2

<sup>36</sup> Zpráva o ŽP ČR 2001, www.env.cz, str. 11

dosaženo za značně nižších nákladů než předpokládaly všechny analýzy,“ shrnuje Tomáš Chmelík z MŽP ČR.<sup>37</sup>

### **Acid Rain 2005**

Situaci v oblasti kyselých dešťů důkladně zhodnotila sedmá mezinárodní konference Acid Rain 2005, která se konala v Praze. Zúčastnilo se jí více než 600 vědců ze 40 států světa, kteří konstatovali, že cesta k úplnému odstranění problému je stále dlouhá. Obnova je pomalá a na mnohých místech, jako jsou třeba středoevropské horské lesy, je komplikovaná dalšími faktory. Pokles oxidů dusíku nebyl tak výrazný jako v případě oxidů síry a v automobilové dopravě jejich emise rostou.

Mimo Evropu a východ Severní Ameriky znečišťování ovzduší sílí, emise síry a dusíku rychle rostou. Nebezpečí poškození lidského zdraví, sladkých vod a ekosystémů je dnes největší zvláště v Číně, Japonsku a na Indickém poloostrově. Zdejší úroveň emisí z roku 1990 by se mohla do roku 2010 ztrojnásobit.<sup>38</sup> Převládající vzdušné proudění odtud odnáší masy znečištěného vzduchu dále na východ, třeba nad Severní Ameriku, takže znovu hrozí problémy s dálkovým přenosem, jaké již severní polokoule zažila, pokud prudce se rozvíjející asijské ekonomiky nepřistoupí k podobným opatřením, jaká přijala Evropa a Severní Amerika o 20 let dříve.<sup>39</sup>

„Za prozkoumáním komplikovaných detailů kyselého deště a jeho účinků jsou roky pečlivé mravenčí vědecké práce,“ říká se v tiskové zprávě z konference Acid Rain 2005, „klíčem k pochopení se stal dobře organizovaný, harmonizovaný a kvalitní monitoring ovzduší, deště, vod, půdy a lesů... Roste obava z role změn klimatu, stejně jako dalších typů narušení ekosystémů a ze synergických účinků několika druhů znečišťujících látek působících najednou. Příběh kyselého deště ukazuje, jak může dobrá vědecká práce sloužit jako základ pro dobrou politiku.“<sup>40</sup>

### **Vinen prach, ne síra?**

Některé nové vědecké studie, jak upozorňují čeští vědci Jiří Skorkovský a František Kotěšovec, označují oxid siřičitý pouze za indikátor znečištění ovzduší. Za zvýšení denní úmrtnosti v souvislosti s narůstajícím znečištěním jsou podle těchto studií odpovědné jemné částice prachu, které vdechujeme.<sup>41</sup>

Dokonce ani označení „prach“ už dnes nestačí. Můžeme se setkat s řadou pojmů, kterými se rozumí nejrůznější částice rozptýlené v ovzduší, jako například tuhé znečišťující látky, pevný aerosol, tuhý aerosol, polévatý prach, suspendované částice nebo také černý kouř, který vystupoval vedle oxidu siřičitého v londýnské smogové epizodě v prosinci 1952.<sup>42</sup> V běžném životě, například v hlášeních meteorologů, se nyní nejvíc používá pojem prašný aerosol. Je to směs částic původem ze zdrojů jak přírodních tak z lidské činnosti, jejichž velikost se pohybuje od tisícín mikrometru až po viditelná zrnka. Tato směs rovněž obsahuje prach z půdy, emise ze spalování či třeba otěr azbestových brzdových destiček a podobně; to je primární aerosol. Sekundární aerosol vzniká reakcemi různých látek v atmosféře. Bioaerosol, se skládá z virů, bakterií, spór, pylových zrn, čili částic pocházejících z organismů.<sup>43</sup> Vše dohromady vytváří zatím jen málo prozkoumaný mikrokesmír částic vířících v ovzduší.

<sup>37</sup> Ing. Tomáš Chmelík (MŽP ČR), 2004: Obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů. Výzva nebo hrozba pro český průmysl? <http://www.infoklub.cz/kluby/clanek.aspx?a=0&prmKod=HOME.NAVIGACE.153.177.203>

<sup>38</sup> One Planet Many People. str. 82

<sup>39</sup> One Planet Many People. str. 82

<sup>40</sup> www.env.cz, Tisková zpráva: 17. června 2005, Mezinárodní konference Acid Rain 2005 je u konce

<sup>41</sup> Skorkovský, Kotěšovec, Ochrana ovzduší 5-6/2005, str. 32

<sup>42</sup> S použitím: [http://www.khsova.cz/obcanum/znecesteni\\_ovzdusi\\_prachem.php](http://www.khsova.cz/obcanum/znecesteni_ovzdusi_prachem.php)

<sup>43</sup> Podle: Hůnová, Janoušková, str. 61

Prašný aerosol je v poslední době předmětem intenzivního výzkumu. „Jemné částice jsou důležité z hlediska vlivu na zdraví, větší částice mají nepříznivý vliv na vegetaci,“<sup>44</sup> píše v užitečné publikaci Úvod do problematiky znečištění venkovního ovzduší autorky Iva Hůnová a Svatava Janoušková. Při londýnském smogu v roce 1952 se ještě odebíraly vzorky celkového prachu. Dnes už většina zemí přešla od původního měření imisí prašného aerosolu bez rozlišení velikosti na frakci o velikosti do 10 $\mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>) a je tendence měřit ještě jemnější frakce PM<sub>2,5</sub> nebo dokonce PM<sub>1</sub>. Platí zřejmě, že čím menší částice, tím významnější dopady na zdraví. Jemný prach o velikosti do 2,5  $\mu\text{m}$  se totiž při dýchání dostává až do plicních sklípků a veškeré škodliviny, které aerosol může obsahovat, tak vstupují přímo do lidského těla. Přitom imisní limity zatím v Evropě existují pouze pro prašný aerosol do velikosti 10 $\mu\text{m}$ . Pro nebezpečnější částice menší než 2,5  $\mu\text{m}$  se teprve v současné době usiluje o přijetí imisních limitů. (Více v Bedrníku 6/2005.)

Čeští vědci především v rámci výzkumného programu Teplice zjistili, že podstatný pokles znečištění ovzduší u nás byl následován poklesem věkově standardizované úmrtnosti. Ale: „Zdá se, že tento optimistický vývoj se zastavil od roku 2001,“<sup>45</sup> říká Radim Šrám, jedna z vůdčích vědeckých osobností programu. Nepříznivý obrat dává do souvislosti i s tím, že lidé se v reakci na zvýšené ceny energií někdy vracejí k nekvalitním pevným palivům a – co je horší – také ke spalování domácích odpadů. Dalším podstatným důvodem je sílící automobilová doprava.

Znečištění se v rámci tohoto rozsáhlého, mezinárodně významného výzkumu měří v Teplicích, Prachaticích a na dvou místech v Praze. Roční koncentrace oxidu siřičitého, které v 80. letech dosahovaly i několika set  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , jsou nyní o dva řády níž<sup>46</sup> a zpravidla není problém s překračováním imisních limitů. Koncentrace jemného prachu do velikosti 2,5  $\mu\text{m}$  (PM<sub>2,5</sub>) na stejných monitorovacích místech pomalu vzrůstají.

Součástí tohoto jemného prachu, který vdechujeme, jsou i těkavé organické látky, z nichž řada je karcinogenní. Nejznámější je benzo[a]pyren, jehož koncentrace v posledních letech rovněž spíše vzrůstají. Míru zdravotního rizika spojeného s celoživotním vystavením této látky v emisích, pocházejících převážně ze spalování, umějí odborníci vyjádřit matematicky, jak se dočteme v časopisu Ochrana ovzduší č 5-6/2005: „Při 1 200 000 obyvatel Prahy a průměrné roční koncentraci 1,6  $\text{ng}/\text{m}^3$  benzo[a]pyrenu by v Praze bylo díky koncentraci B[a]P v ovzduší ohroženo vznikem rakoviny navíc 167 lidí.“<sup>47</sup>

### **Losangeleský smog**

Ani po zápasu s „pekelnou“ sírou se ale neumenšila škodlivost ovzduší ve městech. Je jen trochu jiná. Přibylo oxidů dusíku, těkavých organických látek a dalších zdraví ohrožujících látek především z dopravy, která je nadále živelným fenoménem.

Pro oblasti s hustým automobilovým provozem je typický letní smog zvaný též losangeleský, fotochemický nebo oxidační. Poprvé byl popsán v Los Angeles. Nejsnáze vzniká v prostředí silně znečištěném výfukovými plyny za teplého slunečního počasí a bezvětří. Jeho typickou součástí je nadměrné množství přízemního ozónu, který vzniká chemickými reakcemi za přítomnosti slunečního záření z oxidů dusíku a těkavých organických látek.<sup>48</sup> Přízemní ozón – na rozdíl od ozónu v horních vrstvách atmosféry 10–12 km nad povrchem Země – působí jako jed.

---

<sup>44</sup> Hůnová, Janoušková, str. 63

<sup>45</sup> Radim Šrám, Ovlivňuje znečištěné ovzduší naše zdraví? In: Ochrana ovzduší 5-6/2005, str. 7

<sup>46</sup> Ivan Beneš, Jiří Skorkovský, Znečištění ovzduší v Praze, Teplicích a v Prachaticích v posledních 5 letech. In: Ochrana ovzduší 5-6/2005, str. 13

<sup>47</sup> Ivan Beneš, Jiří Skorkovský, Znečištění ovzduší v Praze, Teplicích a v Prachaticích v posledních 5 letech. In: Ochrana ovzduší 5-6/2005, str. 13

<sup>48</sup> Podle: Kazmarová (~Vzduch jako jeden z živlů; Hůnová, Janoušková (Úvod...))

V předprůmyslové době byla průměrná koncentrace ozónu ve vzduchu 20–40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dnes se na severní polokouli pohybuje od 80 do 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , za nepříznivých povětrnostních podmínek v létě vystupuje vysoko nad 250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Člověk může ozón ucítit při horní hranici původní přirozené koncentrace. Díky adaptaci dnes už tuto koncentraci vlastními smysly nevnímáme, ale náš organismus na ozón reaguje. Po hodině pobytu v koncentraci kolem 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  přicházejí u některých lidí bolesti hlavy a podráždění očí. Od 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  se aktivuje imunitní systém. V ČR jsou stanoveny imisní limity 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pro celodenní průměrnou koncentraci a 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pro celoroční.<sup>49</sup> Ozón nepříznivě ovlivňuje i rostliny, snižuje zemědělskou produkci zejména brambor, vinná révy, hrachu a fazolí.<sup>50</sup> Současné denní průměrné koncentrace ozónu v Evropě jsou více než dvojnásobně vyšší než v padesátých letech. Limitní hodnotu emisí oxidů dusíku a těkavých organických látek, kterou stanovila WHO, překračuje přibližně 95 % monitorovaných lokalit ve Spojených státech a v Japonsku a 90 % lokalit v západní Evropě. Nadlimitním hodnotám ozónu je vystaveno na 330 miliónů lidí v Evropě. Odborné odhady ukazují, že koncentrace budou v Severní Americe a na eurasijském kontinentu nadále stoupat. To jsou údaje ze zemí, kde se znečištění pravidelně monitoruje. Odhady pro velké části světa nejsou dostupné...<sup>51</sup>

### **Nejhustší monitoring na světě**

První měření některých znečišťujících látek v ovzduší na našem území jsou již z období padesátých let 20. století. Některá pravidelná měření, především umělé radioaktivity, se provádějí od počátku šedesátých let. Monitorovací sítě pro měření oxidu siřičitého a prachu se začaly budovat především při meteorologických stanicích od konce 60. let a postupně vznikla u nás tak hustá síť na sledování imisí oxidu siřičitého, že co do počtu stanic na rozlohu státu neměla ve světě obdoby. Také už v roce 1972 přispívaly československé stanice Svatouch a Chopok do celosvětové sítě sledování pozadového znečištění ovzduší a o pět let později začaly přispívat do programu monitorování dálkového znečištění EMEP. Začátkem osmdesátých let vznikla Národní síť pro sledování kvality srážek, tedy i kyselých dešťů. Poté se hlavně rozšířovalo spektrum sledovaných látek, zdokonalovaly se metody odběru vzorků i chemické analýzy.<sup>52</sup>

Dnes zabezpečuje provoz celostátní sítě měření znečištění ovzduší v naší republice Český hydrometeorologický ústav především sítí 97 stanic automatizovaného imisního monitoringu. Na měření znečištění se podílejí ještě další organizace, například Hygienická služba. Veškeré údaje se shromažďují v centrální databázi Informačního systému kvality ovzduší (ISKO) ČHMÚ. Centrální laboratoř imisí je umístěna v areálu ČHMÚ Praha-Libuš; často můžeme slyšet hlášení z Libuše v televizních relacích o počasí. Naměřené údaje se nepřetržitě předávají ke zpracování a také se objevují aktuálně na internetových stránkách ČHMÚ, kde jsou ke srovnání i tabulky platných imisních limitů.

Nejvyšší koncentrace škodlivých látek, jako je například oxid siřičitý, v ovzduší se vyskytují v zimním období v topné sezoně při nepříznivých rozptylových podmínkách, tedy za bezvětří a teplotní inverze. Koncentrace oxidů dusíku jsou zvýšené, zvláště ve městech v těsné blízkosti dopravních tepen, prakticky v průběhu celého roku.<sup>53</sup> Emise do ovzduší je možné podle druhu, místa a znečišťovatele pohodlně vyhledávat v Integrovaném registru znečištění, který provozuje Ministerstvo životního prostředí na [www.irz.cz](http://www.irz.cz).

Znečištění našeho území a různých lokalit se hodnotí pro jednotlivé škodliviny zvlášť porovnáním naměřených koncentrací s imisními limity. Je i snaha vyjádřit i celkové znečištění ovzduší. V současné době Státní zdravotní ústav používá pro roční vyhodnocení

<sup>49</sup> STEP

<sup>50</sup> Desatero, str. 12

<sup>51</sup> Podle: Outlook OECD, str. 186-7

<sup>52</sup> Podle: Hůnová, Janoušková, str. 84-87

<sup>53</sup> Podle: [www.chmi.cz](http://www.chmi.cz)

kvality ovzduší index kvality ovzduší, který se z ročních, denních nebo krátkodobých koncentrací různých emisí. Výsledky se vyjadřují pomocí kategorií: I. čisté nebo téměř čisté ovzduší, II. mírně znečištěné ovzduší, III. znečištěné ovzduší, IV. silně znečištěné ovzduší, V. velmi silně znečištěné ovzduší. Jiný způsob hodnocení pomocí indexu kvality ovzduší používá ČHMÚ.

### **Globální smog**

Od dob slavného londýnského smogu poznání pokračuje a prohlubuje se, a to nejen o emisích, ale také třeba o zákonitostech rozvoje dopravy. To je základní předpoklad, abychom emise postupně mohli snižovat. U některých emisí a v některých částech světa jsme to dokázali.

Celkově se však zatím nedá říci, že bychom znečištění atmosféry dostali pod kontrolu...

„...vše od starých bot až po akumulátory od auta mizí v ohních, v nichž stoupají k nebi temné chuchvalce dýmu,“ líčí Jaroslav Petr prostředí v hlavním městě Indonésie Jakartě. Zde ovzduší samozřejmě zahušťují především výfuky aut, motorek a autobusů, v nichž se přepravuje 12 miliónů obyvatel města a další 2 milióny dojíždějících za prací. Pro Evropana nepředstavitelné prostředí. Ještě v roce 2001 mělo 35 % žáků základních škol v Jakartě nadlimitní obsah olova v krvi. Jak se technický stav vozidel pomalu zlepšuje, olovo v krvi však „nahrazuje“ benzen z bezolovnatých paliv.<sup>54</sup>

Konstantní složkou ovzduší center velkých měst všude na světě je asi také tabákový kouř.

Přítom pasivní kouření je už od roku 1993 americkou agenturou pro ochranu životního prostředí EPA označeno za lidský karcinogen kategorie A. Odhaduje se, že samo kouření ročně způsobuje úmrtí kolem 4 miliónů lidí. V městské směsici škodlivin může tabákový kouř reagovat s dalšími látkami.<sup>55</sup> Ale to už je vlastně téma na jindy – znečištění vnitřního ovzduší.

Smog vyvolaný obrovským množstvím emisí z vysoce industrializovaných a hustě osídlených oblastí se stal globálním jevem a podstatně mění chemické složení nižších vrstev atmosféry.<sup>56</sup>

Před znečištěným vzduchem se dnes nedá nikam utéct, ani na pól, ani na Mount Everest.

Stačilo vlastně jediné století průmyslové civilizace, aby se problém stal globálním.

Zhruba čtvrtina světové populace je vystavena potenciálně škodlivým koncentracím oxidu siřičitého, přízemního ozónu a prašného aerosolu. UNEP uvádí, že asi polovina chronických respiračních chorob se podle současných poznatků dává do souvislosti se znečištěním ovzduší.<sup>57</sup>

Dlouhodobé účinky dramatické změny složení vzduchu na lidi a ekosystémy zatím neumíme odhadovat...

To ale neznamená, že se s tím nedá nic dělat. Minuly doby čištění vzduchu pomocí výstavby vysokých komínů, ba i doby, kdy se přednostně nasazovaly na komíny filtry. Dnes se průmysl pomalu zaměřuje na prevenci znečištění integrovanou do všech technologických postupů. A problém emisí z dopravy – a nejen z dopravy - je dnes už možná více než záležitostí techniky záležitostí osobní volby každého jednoho z uživatelů. Jet autem, či nejet? Dát přednost ekologicky kvalitnímu produktu před levnějším a méně šetrným? Nebo se něčeho úplně zříci? Jak řekl kontroverzní Daniel Landa, ve zcela jiné souvislosti, ale působivě: Kdo za to může? Já. Milionkrát já.<sup>58</sup>

*Hana Kolářová*

*Spolupráce RNDr. Iva Hůnová, CSc., Český hydrometeorologický ústav a Přírodovědecká fakulta UK Praha*

<sup>54</sup> Podle: Jaroslav Petr, Velkoproblémy velkoměsta. In: VTM-Science, 12/2005, str. 36

<sup>55</sup> Podle: Expozice předškolních dětí tabákovému kouři. In: Ochrana ovzduší 5-6/2005, str. 20-21

<sup>56</sup> Podle: Outlook OECD, str. 186-7

<sup>57</sup> Podle: One Planet, Many People, UNEP, Nairobi 2005, str. 81

<sup>58</sup> Třináctá komnata Daniela Landy, ČT1 10. 1. 2006

*Tento text vznikl v únoru 2006. V mírně zkrácené podobě, bez pracovních poznámek pod čarou, zato s grafy a obrázky vyšel v časopisu Bedrník 1/2006. Najdete ho na <http://www.pavucina-sev.cz/bedrnik.htm> spolu s dalšími články k tématu VZDUCH, včetně didaktických a návodných. Bedrník, časopis pro ekogramotnost, je určen především pro učitele, ale i další zájemce o udržitelný rozvoj, životní prostředí a příbuznou tematiku.*