

# ANKETA

## Co si myslí přední čeští odborníci o ochraně ovzduší?

Jednou z nejdůležitějších složek životního prostředí je bezesporu ovzduší. Vdechovaný vzduch a vše, co obsahuje, se dostává až do nitra lidského těla, a přímo tak působí, ať už pozitivně či negativně, na zdraví člověka. Proto je zajištění odpovídající kvality ovzduší věnována značná pozornost. Ochranou ovzduší se rozumí předcházení znečišťování ovzduší a snižování úrovně znečišťování na přijatelnou míru, tedy tak, aby byla omezena jak rizika pro lidské zdraví způsobená znečištěním ovzduší, tak snížena zátěž životního prostředí látkami vnášenými do ovzduší a poškozujícími ekosystémy a vytvořeny předpoklady pro regeneraci složek životního prostředí postižených v důsledku znečištění ovzduší. Znečištění ovzduší bylo u nás dlouhodobě vnímáno jako zásadní problém životního prostředí již od sedmdesátých a osmdesátých let dvacátého století, zejména v souvislosti se zkrácením očekávané délky života v tzv. postižených oblastech i s rozpadem lesních ekosystémů a odlesněním značné části některých našich pohoří v důsledku tzv. imisních těžeb. Dnes se situace v mnohém zlepšila, stále však lze u nás stejně tak jako prakticky v celé Evropě jako značný problém vnímat nadlimitní koncentrace aerosolu, přízemního ozonu a benzo[a]pyrenu. Je to především jemný aerosol, na který se vážou karcinogenní látky i toxické těžké kovy, který řadí některé regiony v České republice k nejvíce znečištěným částem Evropy.

A protože je kvalita ovzduší jedním ze tří oborů pěstovaných v Českém hydrometeorologickém ústavu, obrátila se redakce Meteorologických zpráv na přední české odborníky s otázkou, které problémy pokládají v současné době pro nás za zásadní a jak by bylo možné/vhodné je podle jejich názoru řešit. Odpovědi těch, kteří našli odvahu se veřejně podělit o své názory, zde předkládáme v abecedním pořadí. Hodnocení jednotlivých pohledů necháváme na čtenářích. Názory nevyjadřují postoje redakce.

## **prof. RNDr. Jan Bednář, CSc.**

Katedra fyziky atmosféry,  
Matematicko-fyzikální fakulta,  
Univerzita Karlova, Praha



Problémy ochrany ovzduší před antropogenním znečišťováním vykazují velkou a trvalou dynamiku, některé se daří alespoň dílčím způsobem úspěšně řešit, objevují se však stále nové. Tyto problémy souvisejí s celkovým stavem společnosti a tvoří součást širokého spektra ekonomických, politických, hygienických, obecně environmentálních, ale i filozofických a morálních společenských vztahů. Jsou tedy jako celek součástí komplexního problémového okruhu, který namnoze vyplývá z dominantně spotřebního charakteru soudobé společnosti tzv. západního typu. Ta se v dnešním vyústění dosavadního historického vývoje stala jakýmsi prototypem moderního fungování celé lidské civilizace. Hypertrofovaná spotřeba nepochybně do značné míry představuje kořen všeho narušování přírodního a veškerého životního prostředí, současně však působí jako základní zdroj vývoje a rozvoje celé současné společnosti, a to tak, že její jakékoli zásadnější omezování je za dnešní situace nejen politicky neúnosné, ale vedlo by nakonec ke zhroucení celého systému soudobé ekonomiky. Faktické problémy ochrany čistoty ovzduší tedy nelze v jakýchkoli hlubších souvislostech řešit atomizovaně a bez širokého kontextu života soudobé lidské civilizace zahrnujícího velmi dramatické rozpory a zřejmá znepokojující rizika. Dnes se již setkáváme s mnoha impulsy svědčícími o tom, že naše civilizace bude muset, má-li si zachovat svoji základní životaschopnost, podstoupit hlubokou reformu svých idejí, svého celého ekonomického a politického systému. Tento gigantický úkol nám ve svých obrysech již zřetelně vystupuje nad obzor, ale jeho praktická realizace dosud nabízí poněkud mlhavý pohled. Zcela evidentní je však skutečnost, že bude náročným a bolestivým procesem omezujícím nároky moderního

člověka na pohodlí a nelimitovanou spotřebu materiálních i nemateriálních statků. Ve svém anketním příspěvku však nemohu nějak blíž zpracovávat tak široké a dnes objektivně dosud nikoli zcela jednoznačně a definitivně zformulované téma. Omezím se proto na odborné úkoly a výzvy, které dnes zřejmě stojí před problematikou studia a hodnocení antropogenního znečišťování ovzduší a jejichž řešení směřuje k zajištění co nejširších a důvěryhodných odborných informací a podkladů adresovaných odborným, správním a politickým autoritám, ekonomické sféře, ale i celé občanské společnosti a široké veřejnosti. Pokusím se tyto úkoly pro přehlednost formálně rozčlenit do čtyř tematických okruhů.

(1) Hluboké změny, které nepochybně v relativně blízké době čekají naši společnost, a především její technickou a ekonomickou oblast, budou mít zřejmě značný dopad, a to z kvantitativního i kvalitativního hlediska, na emise antropogenních příměsí znečišťujících ovzduší a pocházejících z průmyslu, dopravy, zemědělství i celé komunální sféry. Odborný sektor ochrany čistoty ovzduší se proto bude muset vypořádat s velkými nároky na monitoring širokého rozsahu. Nepochybně vyvstane nutnost nových metod měření imisí i vyhodnocování emisí, zřejmě vstoupí do hry nově aktuální příměsí, některé naopak ztratí nebo omezí svůj současný význam. Trvalejší význam bude mít měření a sledování látek ohrožujících ozonoféru, a zejména celého souboru látek skleníkového charakteru. Vazby k celé problematice klimatických změn budou zřejmě mít rostoucí trend. Můžeme takřka s jistotou očekávat velké nároky na inovované metody měření, na přístrojové vybavení, způsoby zpracování a archivace dat, jejich transfery apod. To vše bude evidentně klást nové a značné nároky na inovace znalostí a kompetencí obsluhujícího personálu, na technické vybavení a v neposlední řadě nutno počítat i s novými nároky na finanční a organizační zajištění.

(2) V rámci celého posunu na relativně vyšší informační úroveň bude zřejmě třeba věnovat odpovídající pozornost modelování všech procesů souvisejících s transportem, prostorovou difúzí a všemi transformacemi znečišťujících látek v atmosféře. Nepochybně se budou nadále prohlubovat a všestranně rozvíjet vnitřní vazby a vztahy uvnitř triády sektorů matematického modelování v meteorologii, vytvářené modely pro obecnou předpověď počasí, pro vývoj klimatického systému a klimatické změny, nakonec pak modely zaměřenými na problémy ochrany čistoty ovzduší. Pokud jde o další vývoj naposled právě zmíněných modelů, bude zřejmě přednostně zaměřen na podrobnější a realističtější zahrnutí složitých procesů turbulentní difúze a formování struktury proudění nad složitým terénem.

(3) Významný pokrok se již dnes rýsuje a v blízké budoucnosti bude evidentně pokračovat v oboru atmosférické chemie. V současné době dochází k podstatnému prohlubování pochopení vzájemných vztahů a vazeb mezi chemií přirozené (přírodní) atmosféry a chemií antropogenních příměsí. Lze očekávat např. růst znalostí ohledně fotochemických reakcí souvisejících se vznikem přízemního a troposférického ozonu, transformací těkavých organických látek včetně těch biogenního původu, reakcí metanu, atd. Značný význam třeba přisuzovat heterogenním reakcím produkujícím jemné aerosolové částice. V širších souvislostech je zde možno zmínit pozornost věnovanou aerosolové složce znečištění ovzduší. Zde nepochybně existují komplexní vztahy k celkové fyzice a chemii atmosférického aerosolu, které se aktuálně nabízejí jako objekt specializovaného výzkumu s dopady směřujícími mj. k fyzice oblaků a srážek. Z hlediska zdravotních a obecně environmentálních rizik bude zřejmě velká pozornost věnována problematice mikročástic a nanočástic.

(4) Úkoly ochrany čistoty ovzduší ve smyslu, jenž odpovídá souboru činností příslušejících dnešnímu ČHMÚ a s ním blíže kooperujícím organizacím a institucím, se budou nepochybně nadále kvantitativně i kvalitativně prohlubovat a rozvíjet do podoby zásadně důležité a obsahově široké veřejné služby. Tato služba dnes má a nadále evidentně bude mít prohlubující se charakter masivního poskytování odborně kvalifikovaných, v maximální možné míře vědecky ověřených, důvěryhodných a pro daný účel srozumitelně formulovaných informací. Dnes není sporu o tom, že základní a primární princip ochrany čistoty ovzduší nemůže spočívat v ničem jiném než v omezování emisí antropogenních znečišťujících příměsí, ať již jde o radiačně aktivní látky (skleníkové plyny), látky ohrožující ozonoféru, či nejrůznější škodliviny nebezpečné zdravotně nebo z hlediska mnoha dalších environmentálních vlivů. Rozhodnutí o způsobech omezování nebo přímo eliminace emisí, o tom, kterým třeba případně věnovat přednostní pozornost, v jakém rozsahu, s využitím jakých technických a ekonomických prostředků apod. samozřejmě spadá do ekonomické, správní a politické sféry. Přísluší odpovědným orgánům a institucím státního, popř. komunálního charakteru. Úkolem odborné části ochrany čistoty ovzduší je pak přijmout v plném rozsahu odpovědnost za to, že k takovýmto rozhodnutím budou mít příslušné orgány vždy kvalifikované a pro dané okolnosti úplné informace umožňující volit v daných souvislostech co nejúčinnější strategie a způsoby realizace redukování emisí. Součástí těchto informací musí vždy být zcela systematické upozorňování na všechna rizika související v daných okolnostech se znečišťováním ovzduší. Nelze přitom opomíjet soustavné informování směrem k veřejnosti a přímo do občanské sféry. Toto informování nesmí zamlčovat nebo jakkoli umenšovat veškerá hrozící rizika, musí probíhat v duchu předběžné opatrnosti, ale na druhé straně musí mít, a to především v zájmu svojí obecné důvěryhodnosti, vždy racionální povahu a nemělo by zbytečně nabíhat do hysterizujících tónů. Při veškeré odborné náročnosti a serióznosti musí být sdělování informací pro veřejnost srozumitelné a přesvědčivé, neboť politici dnes nakonec vždy utilitárně sledují to, co si veřejnost přeje, tzn. o čem se jí v tomto případě podařilo seriózně přesvědčit. Rozvíjení takovéto veřejné služby evidentně představuje kontinuální úkol pro odborné útvary ochrany čistoty ovzduší. Ke všemu tomu, co bylo právě naznačeno, nutno ovšem trvale a efektivně rozvíjet vědecký výzkum, a to především ve směrech, jež byly zmíněny v předchozích bodech.

### **RNDr. Václav Čílek, CSc.**

Geologický ústav AV ČR, v. v. i. Praha



Za tři základní problémy současného klimatu a prostředí můžeme považovat běžně diskutované dopady klimatických změn. Patří mezi ně (1) oteplování planety, které mění teplotní podmínky zejména mezi oceánem a pevninou, a tím i planetární hydrologický cyklus, (2) acidifikace oceánů a (3) nitrifikace či obecněji eutrofizace prostředí. Pojdme se zastavit u posledního bodu, jehož dopady jsou méně známé. Nitrifikace mění mykorhizní přenos. Zjednodušeně můžeme říct, že v lese mykorhiza nejenom dodává živiny a někdy i vodu, ale také chrání stromy před jinými houbami. Jeden z důsledků nitrifikace způsobené „napůl“ hnojením a „napůl“ provozem automobilů je další oslabení lesa. Na poli nitrifikace ničí edafon, který je nositelem přirozené úrodnosti půd a vyžaduje nutnost další chemizace. Jedním z mnoha dopadů je biochemické ztužení podorničí a vznik dešťové pasti,

tedy slehlé polohy, kde došlo ke zničení původní drobtovité půdní struktury a tvorbě pevnějšího, pro vodu špatně prostupného horizontu. Tady už je obtížné hovořit o nějakém škodlivém aspektu, protože se jedná o synergickou kombinaci více pohrom. Eutrofizace i acidifikace půdního prostředí a oceánů má jako při dřívějších krizích (silur, devon aj.) schopnost rozvrátit mikrobiální kolébky, který udržují stabilitu ekosystémů a jsou zodpovědné za biogeochemické cykly prvků včetně uhlíku. Oslabujeme podpůrnou síť planetárního života, samotný základ biosféry.

Druhá velká skupina faktorů, které nepřejí řešení problémů, jsou psychologické. Z dřívějších studií (Mary Norgaard a další) víme, že když se v životě komunity objevuje nějaký problém, tak dochází k jeho popření (viz *Psychology of Denial*). Norgaardová pozorovala, že když možnost klimatické změny byla spíš teoretická, tak na ni věřilo víc lidí, než když se začala hmatatelně projevovat. Čím je problém chroničtější a hůře řešitelný, tak na něj „věří“ méně lidí. Vědci se někdy domnívají, že kdyby lidé lépe věděli, jak např. funguje globální oteplování, tak by víc slyšeli na kroky vedoucí k nápravě. To je jen částečná pravda, protože lidé přijímají fakta nikoliv jen podle svého vzdělání či inteligence, ale podle vlastního hodnotového žebříčku nebo podle emoční matrice (E. Fromm). Vysvětlit veřejnosti klimatickou změnu proto vyžaduje nejenom práci s fakty, ale také s emocemi. Podle studií dřívějších krizí hodně pomáhá soucit a otevřenost ke světu, což jsou vlastnosti, které strach uzavírá. A toho je dnes hodně.

Toto současné období proto považuji za kompozitní krizi, spletenou z více zdánlivě nesouvisejících pramínek – k ekonomické krizi roku 2008 se v roce 2020 přidává koronavirus a zároveň dozrává (či v některých regionech dozrála) klimatická krize a zřejmě se dají čekat další sociální a ekonomické dopady, jako je chudoba. Cestu k nápravě vnímám nejprve jako návrat běžné vědecké racionality např. v energetice založené na energetické návratnosti (EROEI) s přihlédnutím k Jevonsovu paradoxu či Khazzoom-Brookesově postulátu a v životě obecně k výpočtu uhlíkové stopy. Zatím to nikde na světě není politicky průchozí, ale hodně zvažuji koncepci Václava Smila o „energetice dobrého života“. To je situace, kdy máme k dispozici takové bohatství, jež nám umožňuje vést dobrý život, ale neničí přitom živý základ planety, který udržuje biogeochemické procesy, a tím má vliv na klima a chod celého zemského systému.

V polovině 60. let byla v tehdejším Československu spotřeba vody kolem 260 litrů na osobu a den a očekávalo se, že kolem roku 1990 může dosáhnout americkou úroveň kolem 500 litrů na osobu a den, ale ve skutečnosti následkem nečekaně vysokých cen v 90. letech klesla na 80–100 litrů na osobu a den, aniž bychom to pociťovali jako nějakou újmu na osobním pohodlí. V chudých zemích se uvažuje o systému, kdy spotřeba dejme tomu 50 litrů na osobu a den bude brána jako právo člověka na vodu a ta bude laciná, zatímco při vyšší spotřebě dojde k progresivnímu zdražení cen vody. Podobně je nutné začít se dívat na energetickou spotřebu či na potraviny do určité míry jako na právo člověka a teprve od určité míry jako na přepych, který ohrožuje dobrý život ostatních lidí. V. Smil odhaduje, že k dobrému životu je zapotřebí 100 GJ na osobu a rok, ale nové technologie mohou tuto spotřebu dál snížit. Naše civilizace zatím spíš počítá s téměř neomezenou spotřebou laciné energie, ale to je právě cesta vedoucí k systémovým problémům v životním prostředí, klimatickým změnám a obecně k vytváření dluhu, který splácí příroda, chudší část populace a budoucí generace. Cílem je spíš určit, kolik energie (vody, potravin, výrobků) máme při šetrném vztahu ke světu k dispozici, a podle toho s ní hospodařit.

## prof. RNDr. Ivan Holoubek, CSc.

RECETOX, Přírodovědecká fakulta,  
Masarykova univerzita, Brno  
CzechGlobe, Ústav výzkumu  
globální změny AV ČR. v. v. i., Brno



Možná stojí za to se znovu zamyslet nad tím, proč vlastně máme problémy s chemickými látkami v prostředí, proč vlastně máme problémy s chemickým znečištěním prostředí a jeho složek včetně ovzduší. Jistě jedním z hlavních problémů první poloviny 20. století byla neexistence odpovídající legislativy chránící prostředí před znečišťováním a chránící živé organismy včetně člověka. To vedlo ke skutečnosti, že vyrábíme a používáme velké množství chemických látek, jejich směsí a materiálů. Chemické znečištění prostředí a jeho složek je proto oprávněně považováno za lokální, regionální i globální hrozbu vyžadující urychlená řešení. Díky výrobě a použití se do prostředí dostávalo/dostává velké množství průmyslových chemikálií, zemědělské chemikálie, farmaceutické a veterinární, antibiotika, zpomalovače hoření, plastifikátory, nověji nanomateriály, plasty a mikroplasty.

Chemické látky se tedy mohou dostávat do jednotlivých složek prostředí z velkého množství různých zdrojů a aplikací, a to jak přírodních, tak i antropogenních. Mohou být transportovány ve složkách, kam byly primárně emitovány, mohou přecházet přes mezifázové rozhraní do dalších složek prostředí, během tohoto svého transportu mohou být chemicky transformovány a vytvářet sekundární znečištění.

Potenciál k dálkovému transportu stabilních chemických látek, kovů, částic vede k planetární distribuci, kdy se tyto látky dostávají z míst, kde se vyráběly a používaly, do míst, kde se nikdy nevyráběly a nepoužívaly. Dochází tedy nejen k lokální kontaminaci okolí zdrojů, ale také k distribuci znečištění na regionální, kontinentální a globální úrovni. Mnohé z nich mohou být přijímány živými organismy a mohou se v nich kumulovat nebo vyvolat negativní účinky až smrt. Kontaminace prostředí a živých organismů různými chemickými látkami a jejich směsí představuje tedy vysoké a často dlouhodobé riziko pro lidské zdraví a přírodní prostředí.

Myslím, že je velmi důležité si stále klást otázku, proč tomu tak je. Klíčové pro posouzení chování chemických látek v prostředí či živých organismech je jejich struktura. Ve struktuře chemické látky jsou zakódovány její fyzikálně-chemické vlastnosti, možnost reakcí, to, jak se bude chovat v prostředí, jak se bude chovat v živých organismech. Chování chemických látek v prostředí charakterizuje jejich osud v prostředí – vstup z různých zdrojů přírodních nebo antropogenních, transport složkami prostředí, mezifázové přechody z jedné složky prostředí do druhé a možné transformace v prostředí. Každá složka prostředí má svá specifika, jak pokud jde o možné transportní procesy, tak pokud jde o možné transformace a reakce.

A všechny problémy spojené s chemickým znečištěním prostředí souvisí s tím, že jsme v době, kdy jsme tu či onu látku nebo jejich směs začali vyrábět a používat, neznali – a tím pádem nerespektovali – vztah mezi strukturou a osudem v prostředí. Co se stane, když je látka přítomna v určitém množství v některé ze složek prostředí, co se s ní děje, zda reaguje nebo je naopak stabilní a kumuluje se v prostředí nebo živých organismech, zda mohou reakcemi v prostředí z látek primárně do prostředí vnášených vznikají sekundární a často nebezpečnější produkty, jak dlouho v prostředí setrvávají, jak jejich přítomnost v prostředí ovlivňují přírodní procesy. Kdybychom tomuto vztahu rozuměli ve dvacátých letech minulého století, nedošlo by během ná-

sledujících dekád k tolika problémům na lokální, regionální či globální úrovni a nebylo by jejich současné řešení tak složité a hlavně drahé.

Seznam zdrojů chemických látek a jejich směsí je velmi dlouhý, takže i řešení problémů s nimi spojených je velmi složité. Z těchto četných zdrojů se dostávají do prostředí a živých organismů často vysoká množství různých chemických látek a často také velmi složité směsi chemických látek různých problémových vlastností. O účincích těchto směsí látek na živé organismy máme stále relativně omezené informace přes desetiletí trvající intenzivní výzkum.

Chemické látky se tedy dostávají do prostředí z různých zdrojů. Výsledkem je distribuce chemické látky v prostředí, její koloběh prostředím, možný globální výskyt a možné vlivy na organismy, jejich populace, společenstva a ekosystémy.

Například v atmosféře se chemické látky mohou vyskytovat jednak v plynné fázi, jednak rozpuštěné v různých formách atmosférické vody a jednak vázané na povrch tuhých částic vnášených do atmosféry z různých zdrojů nebo v atmosféře vznikajících. Atmosféra je nepohyblivější složkou prostředí, látky se díky jejímu pohybu mohou dostávat tisíce kilometru od místa původního vstupu. Díky přítomnosti intenzivního slunečního záření a vysokých koncentrací kyslíku jsou dominantními reakcemi fotolýza a fotochemická oxidace. To vede k velké rozmanitosti chemických reakcí, které mohou transformovat primárně emitované látky na jiné, představujících sekundární znečištění.

Potenciál k dálkovému transportu atmosférou závisí na stabilitě látek. Reaktivní látky z atmosféry díky rychlosti reakcí vymizí v řádově minutách či hodinách. Látky s dlouhou dobou života v atmosféře se v ní mohou vyskytovat desítky let jako např. tzv. freony. Tyto jejich vlastnosti umožňují cirkulaci mezi jednotlivými ekosystémy, přičemž ovzduší je hlavní složkou, v němž k přenosu dochází. Vzhledem k převládajícímu charakteru globálního atmosférického proudění, možnému vytékávání z kontaminovaných složek prostředí, vazbě na částice půdy, které mohou být větrnou erozí unášeny atmosférou, dochází k systematické migraci látek do chladnějších zeměpisných oblastí bez ohledu na umístění původních zdrojů. Atmosférická depozice je pak převládající cestou mnoha těchto polutantů do moří a oceánů.

To vše je důležité pro pochopení souvislosti mezi chemickými látkami a jejich směsmi vstupujícími do atmosféry a prostředí z nejrůznějších zdrojů a procesy probíhajícími v prostředí, které vedou k distribuci na regionální nebo globální úrovni, přechodům mezi složkami prostředí nebo jejich kumulaci v prostředí nebo živých organismech anebo přeměnám a následným reakcím přeměňujícím původně vnesené látky na jiné, často problémovější nebo škodlivější.

Je také nutné chápat souvislosti mezi procesy v prostředí – např. mezi osudem chemických látek v prostředí a možnými změnami klimatu. Ty mohou mít vliv na osud chemických látek v prostředí, především změny intenzity zpětného vypařování z povrchu do atmosféry ze sekundárních zdrojů, změny větrných polí a rychlosti větru, srážek, oceánických proudů, tání polárních a horských ledovců. Osud chemických látek v prostředí ovlivňuje také vyšší frekvence extrémních událostí.

Pokud jde o možnost dopadu dalších faktorů globální změny na znečištění prostředí v ČR, budou hrát roli: (1) Zvýšení pohyblivosti látek dlouhodobě deponovaných v půdách, sedimentech, na skládkách v důsledku možného nárůstu teploty, intenzity srážek, výskytu extrémních událostí, jako jsou povodně, sucho, nárůst eroze. (2) Zvýšení atmosférického transportu z území/na území ČR z emisních oblastí v důsledku vyšší rychlosti větrů. (3) Změny v průběhu a rychlosti degradace a biodegradace chemických

látek vedoucí ke vzniku potenciálně toxičtějších produktů transformací. (4) Změny v charakteristice atmosférické depozice v důsledku změn v intenzitě srážek.

Dalším problémem spojeným se znečištěním ovzduší jsou možné vlivy na lidské zdraví. V uplynulých desetiletích v řadě zemí včetně ČR podstatně klesly emise mnoha látek znečišťujících ovzduší, což vedlo ke zlepšení kvality ovzduší v celém regionu. Řada problémů však přetrvává zvláště v regionech s vysokou koncentrací průmyslových zdrojů, jako je u nás například ostravský region. Největší problémy jsou spojeny v současnosti především se znečištěním ozonem, oxidem dusičitým a jemnými atmosférickými částicemi, zvláště pokud mají na svém povrchu sorbovány toxické látky vznikající především při spalovacích procesech. Dlouhodobá nebo maximální expozice těmto znečišťujícím látkám může mít na lidské zdraví různě závažný vliv, od poškození dýchací soustavy až po předčasné úmrtí. Negativní vlivy znečištění ovzduší na lidské zdraví potvrzuje řada epidemiologických studií z řady zemí.

Řešení problémů znečištění ovzduší započalo v šedesátých letech minulého století a představovalo a představuje složitý problém jednak technicky, ale hlavně finančně. Mezinárodní spolupráce vedla k řadě dohod s jasně pozitivními výsledky. Zlepšování kvality ovzduší nejde vždy stejným tempem jako celkový pokles antropogenních (způsobených lidskou činností) emisí látek znečišťujících ovzduší. To má více příčin: (1) Neexistuje vždy jasná přímá úměra mezi poklesem emisí a koncentrací znečišťujících látek zjištěných v ovzduší. (2) Zvyšuje se význam dálkového přenosu látek znečišťujících ovzduší z jiných zemí severní polokoule do Evropy. Většina část průmyslových zdrojů bylo v podstatě díky mezinárodním úmluvám a zpřísnující se národní legislativě vybavena zařízeními pro zachycování emisí. V průmyslu a v dopravě můžeme změnit paliva, eliminovat vysoce znečišťující technologie například přechodem na nízkouhlíkové technologie.

Důležitou otázkou je efektivita přijímaných opatření a zajištění kontrolních mechanismů spojených s dodržováním existující legislativy. Toho může být dosaženo např. v dopravě omezením rychlosti, či zlepšením plynulosti provozu. To lze realizovat u každé skupiny zdrojů znečištění ze staveb, plynovodů, teplovodů, vodních staveb, a souvisejícími právními předpisy. Samozřejmě existuje řada opatření na úrovni měst a obcí vedoucích ke zlepšování znečištění ovzduší např. výsadbou a péčí o rostliny, které spotřebovávají oxidy uhlíku a produkují kyslík do ovzduší, výsadbou a péčí o lesy, které zadržují vodu, zpomalují procesy vysychání krajiny a související zvyšování prachu v ovzduší.

Mezinárodní spolupráce, technický pokrok, a především vysoké finanční vstupy významně snížil problémy znečištění ovzduší během minulých 50 let. Snad nebude trvat dalších 50 let, než se problémů znečištění ovzduší – a prostředí – zbavíme.

### RNDr. Bohumil Kotlík, Ph.D.

Národní referenční centrum pro vnitřní a venkovní ovzduší, Centrum zdraví a životního prostředí, Státní zdravotní ústav, Praha



Anketní otázka je vlastně docela záludná. Předpokládá všeobecnou znalost situace a jejího vývoje, schopnost a hlavně možnost anticipovat široký rozsah problematiky, mít povědomí o možných a reálných technologiích a o existenci lidí, kteří jsou schopni a ochotni používat i svůj (selský) rozum.

Jsem v oboru už asi 35 let, takže jsem opravdu začínal s logaritmickým pravítkem a následně levnou kalkulačkou na mokré chemii – na klasických absorpčních postupech, některé do dneška svůj význam neztratily – jsou jenom pracné a integrální. Měli jsme už AAS, GC, polarografy a UV-VIS, absorberý, impingery, první elektrochemické analyzátory. Bylo to takové to předvěké/pravěké období, kdy si chemik myl nádoby sám, byl schopen a někdy nucen si přístroje sám kalibrovat (tenkrát opravdu neexistovala ČIA) a opravovat. Sám si vzorkoval a sám pak měřil a vyhodnocoval (a taky sám za všechno odpovídal). Byla to však krásná chemie nebo elektrochemie v plenkách. Mělo to jednu nepopíratelnou výhodu. Jeden věděl, jak konkrétní číslo vzniklo a jaká je jeho možná chyba, a tak nebyl pro něj celkem problém toto číslo interpretovat. Znal dobře odběrovou lokalitu – vždyť si často sám odebíral vzorek nebo jeho odběr řídil. A pokud náhodou pracoval na správném místě, byl schopen výsledky hodnotit nejenom ve vazbě na tehdy spíše nedodržované limity, ale i vzhledem k tehdy známým možným dopadům na zdraví. To, že lokálně měřené hodnoty v řádu jednotek miligramů u SO<sub>2</sub> nebo hodnoty TSP na úrovni 250 µg/m<sup>3</sup> ročního průměru tenkrát nikoho na vyšších místech zase tak moc netrápily a že to bylo dlouho utajováno, není už teď podstatné.

Po roce 1989 se všechno změnilo, životní prostředí se dostalo téměř na piedestal zájmu. Pro venkovní a vnitřní (pracovní a nepracovní) ovzduší máme odborníky, velmi dobré modeláře a statistiky, máme výkonné počítače, všespasitelný software, vyvíjejí se stále dokonalejší analyzátory a analytické přístroje a starý vtíp „jestli to umí vařit i kafe“ tak už ztratil pointu. Umíme měřit stále více látek při stále nižších koncentracích a víme o nich stále víc a víc, a to že si někdy odporujeme, vyplývá jen a jenom z vývoje poznání a z toho, že máme kontakty se zahraničními pracovišti.

### Takže je vše v pořádku? ... Nebo snad ne?

Máme totiž taky aktivní „aktivisty“ a „erudované“ media, máme „rozhodující“ politiky, privátní laboratoře, také velmi aktivní výrobce s kvalitní PR. A abych nezapomněl na strýčka Googla, máme vševědoucí internet, a z toho vyplývající nárůst odborníků a konspiračních teorií u laické veřejnosti. Ročně se pořádá řada specializovaných konferencí a seminářů, vychází celá plejáda odborných periodik (část z nich zaplevelených nevýznamnými sděleními; k čemu jsou nám/mi proboha výsledky měření ovzduší ve škole v Číně nebo vyhodnocení vlivu spolupůsobících zdrojů znečištění ovzduší v Panamě?).

**Jo a máme pořádek víc a víc práce a méně lidí.** Noví sice průběžně přichází z různých škol, ale většinou se to, proti jejich přesvědčení a vysoké hladině sebevědomí, musí nějakou dobu učit. No, a když to umí, tak často odejdou s dobrou referencí jinam, většinou za vyšším platem. No, a starší ročníky to pak musí nějak zachraňovat, zaplatpámbu za ně. Začíná se nám tu ale prosazovat Murphyho posloupnost:

1. čím více toho víme, tím dražší a složitější přístroje potřebujeme,
2. čím dražší a složitější přístroj, tím dražší a náročnější provoz, údržba a obsluha,
3. čím vyšší nároky na pracovníka, tím užší specializace,
4. čím užší specializace, tím, až na světlé výjimky, užší nadhled a přehled,
5. čím užší přehled, tím větší podíl manažerského řízení a technicistního přístupu,

Jsme dlouhodobě podfinancovaní, a to nejenom v platové sféře. Vyboxovat si nový přístroj (dnes v cenové relaci většinou v řádu milionů) není nic jednoduchého. Všechno se musí řešit formou grantů a přitom splnění požadovaných náležitostí všechny zúčastněné až neúměrně zatěžuje. Přijmout nového pracovníka, který přichází s představou nástupního platu na úrovni dnešního vedoucího odboru s dvaceti lety praxe, není možné. Když mu možný nástupní plat oznámíte, většinou se při odchodu usměje a nezanechá na sebe ani kontakt. A to nemluvíme o několikaměsíčním souběhu nového a „starého“ pracovníka, když už se nechá někdo zlomit.

Uvědomme si, že měříme stále kontaminaci prostředí a hodnotíme jak případné překročení limitů, tak odhadujeme možné dopady na zdraví. Dáváme informace veřejnosti a příslušným orgánům. A všechny postupy modelování, vyhodnocení a interpretace dat mají výrazně větší nejistotu než konkrétní analytická metoda. Je tedy v pořádku se primárně starat jen o tu 5 až 10procentní chybu analytické metody (to se samozřejmě musí taky řešit) a neřešit chybu vzorkování či snad dokonce reprezentativnost odběru vzorku? (A že ta je opravdu důležitá). Je správné se ve vyhodnocení omezovat na prostou, až na kost ořezanou deskripci? Je dobře, když analytik není schopen posoudit, zda je jeho výsledek vůbec možný? Je správné v rámci vyšší medializace realizovat plošné měření, které potvrdí jen to, co všichni dávno vědí a je již několikrát potvrzeno? Je opravdu nutné provádět politické zakázky, které jen zřídka dávají smysl? Je správné, podle aktuální potřeby, výsledky bagatelizovat nebo demonizovat?

### Nebo jsou všechny výše uvedené případy jenom součástí doby a postupně se to urovná?

Protože obor se stále rozvíjí. Nejedná se pouze o nějaké limitované škodliviny ve vyhlášce, nařízení, směrnici či v zákonu. Hledáme vazby, souvislosti a indikátory. Narůstá počet senzorových měřidel. V pracovním, ale i ve vnitřním prostředí se rozvíjí nanotechnologie, ve venkovním ovzduší začínáme měřit částice v řádu jednotek nanometrů. Velmi populárními tématy se stala elektromobilita, SMART CITIES nebo GREEN CITIES. Začínají se využívat satelitní data. Na internetu lze dohledat přešel různých indexů kvality ovzduší, získáváme informace o nových látkách nebo nové informace o tom, co již dlouho sledujeme, vyvíjejí se bezemisní technologie, všichni diskutují uhlíkovou stopu...

**Takže ještě jednou: „Které problémy pokládáte v současné době pro nás za zásadní a jak by bylo možné/vhodné je podle Vašeho názoru řešit?“** Není a nebude to jednoduché. Zkusím to shrnout:

- **Lidé** – potřebujeme nadšence, ale pokud je potřeba platem pokrýt základní potřeby – stane se to určitě pro životního partnera/partnerku, rychle problémem.
- **Škodliviny** – už dlouho nestačí měřit jen to, co má limit, ale musíme dál rozvíjet identifikace, modelová zpracování ...
- **Čím a jak měřit** – tady narážíme na obsluhy černých skříňek (Black box operator) s častou neznalostí principů metody a jejich záludností
- **Vyhodnocení** – nejde jen vysypat z mašiny na papír nebo do souboru čísla a rychle nahodit další šarži. Musí se na to někdo podívat, verifikovat, správně interpretovat a srozumitelně prezentovat – a zase jsme u přehledu a selského rozumu.
- **Média** – jakákoli interpretace chce příslušný nadhled, to je asi to, co nejvíce chybí. Umět publikovat tak, aby to bylo jednak pro odborníky a jednak srozumitelné pro lidi.

Řešení je vlastně jediné, dát dohromady ty správné lidi/nadšenec a srdcaře, podpořit je a rozvíjet jejich možnosti a schopnosti. Bude to pracné, někdy sisyfovské, ale jenom manažeři, zákony a normy nás nezachrání.

## RNDr. Jan Macoun, Ph.D.

Český hydrometeorologický ústav, Praha



Člověk svojí činností nepříznivě ovlivňuje kvalitu ovzduší v podstatě od té doby, co začal využívat oheň. S rozvojem řemesel a později průmyslové výroby zasahovalo znečištění ovzduší čím dál tím větší území a rostly i koncentrace znečišťujících látek v ovzduší. Nejhorší situace byla v polovině minulého století, kdy došlo k řadě nechvalně známých smogových epizod provázených extrémním nárůstem koncentrací. V důsledku silného znečištění docházelo ke zvýšenému počtu úmrtí a těž poškození ekosystémů. Příkladem katastrofální situace byla známá londýnská smogová epizoda z roku 1952, při které zemřelo podle odhadů až 4000 lidí, nebo tzv. kyselá dešť, které v druhé polovině minulého století poničily rozsáhlé lesní ekosystémy v Evropě.

Jednotlivé vlády si postupně uvědomovaly závažnost situace a svoji pozornost začaly obracet i k problematice snižování emisí, zpočátku samostatně, postupem doby v široké mezinárodní spolupráci. Prvním právně závazným dokumentem, jehož účelem bylo řešit problémy spojené se znečišťováním ovzduší společně, byla v roce 1979 Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší přecházejícím hranice států (CLRTAP).

V posledních desetiletích bylo na poli snižování znečišťování ovzduší vykonáno velké množství práce a emise znečišťujících látek skutečně poklesly. Snižování emisí věnuje značnou pozornost i Evropská unie a další rozvinuté státy. Přesto situace stále není ideální a mnoho ještě zbývá udělat, a to nejen v rozvojovém světě. Zvýšené koncentrace znečišťujících látek stále způsobují předčasná úmrtí, přispívají ke vzniku širokého spektra nemocí a poškozují vegetaci a ekosystémy. To vše vede také k velkým ekonomickým ztrátám. Další snižování emisí zátěže ovzduší vyžaduje nejen spolupráci na široké mezinárodní úrovni, ale také zapojení široké veřejnosti.

Jak bylo řečeno výše, znečištěné ovzduší provází člověka v podstatě celou historii. Z počátku se do ovzduší dostávaly především produkty spalování z otevřených ohnišť, která lidé využívali k vaření a topení, později též při řemeslné výrobě. Stejným problémem zůstaly exhalace uvolňované do ovzduší při hoření ve starověku i středověku. I v současnosti představují emise znečišťujících látek vzniklé při spalování fosilních paliv, zejména v lokálních topeništích, velmi významný zdroj škodlivých příměsí.

Emise z průmyslové výroby a energetiky jsou do značné míry legislativně regulovány a jednotlivé podniky jsou nuceny ke snižování své emisní zátěže.

Jiná situace je v emisích produkovaných v rámci lokálních kotlů, které provozují přímo jednotliví občané. Tyto zdroje jsou významné zejména v menších obcích. Měření prováděná Českým hydrometeorologickým ústavem ukazují, že kvalita ovzduší ve venkovských sídlech není dobrá, přestože se ve vybraných lokalitách nenacházejí žádné významnější zdroje. Problematické jsou zde zejména nadlimitní koncentrace benzo[*a*]pyrenu, který je produktem nedokonalého spalování při teplotách 300 až 600 °C. Jedná se o látku, která je karcinogenní a mutagenní. Stát

investuje prostřednictvím dotací do obnovy kotlů v rodinných domech nemalé finanční prostředky, reálný dopad těchto aktivit je ovšem silně ovlivněn chováním konkrétních občanů.

Další oblastí, ve které se přímo promítají modely chování jednotlivých lidí, je doprava. V řadě případů je volba mezi individuální dopravou a hromadnou dopravou věcí osobního pohodlí, přičemž doprava představuje další významný zdroj znečištění. I v oblasti dopravních emisí je vyvíjen silný legislativní tlak zejména na vývoj nízkoemisních nebo bezemisních vozidel, nicméně bezemisní není žádné auto. Znečišťující látky včetně skleníkových plynů jsou uvolňovány ať už přímo při provozu vozidla nebo nepřímo při jeho výrobě.

Emise znečišťujících látek spojené s činností jednotlivých občanů je velmi obtížné regulovat pomocí direktivních opatření. Efektivnější cesta je výchovou a ovlivněním myšlení lidí tak, aby přizpůsobili vzorce svého chování požadavkům na snižování emisní zátěže.

Cesty k tomu, jak snižovat individuální dopad působení každého člověka na kvalitu ovzduší jsou známé. V oblasti spotřeby energie je to omezování vlastní energetické náročnosti například využíváním energeticky úsporných spotřebičů, vytápění obydlí na nižší teplotu, než jsme zvyklí, je-li to možné výstavbou a využíváním obnovitelných zdrojů energie. Nepochybně mezi tato opatření patří i výběr vhodného paliva, které odpovídá použitému kotli. Obrovský rozdíl v emisích je mezi spalováním vyschlého dřeva a dřeva mokrého, mezi tím, zda topíme v optimálním režimu kotle nebo oheň dusíme. Samostatnou kapitolou je spalování materiálů, které do domovního kotle na pevná paliva v žádném případě nepatří (např. umělé hmoty, guma, oleje smíchané s uhelným prachem).

Do oblasti snižování dopravních emisí patří preference hromadné dopravy, volba ekologicky šetrného způsobu pohonu vozidel, ale i upřednostňování lokálních výrobků a sezónních potravin, které není třeba přepravovat na velké vzdálenosti.

Domnívám se, že před vládami jednotlivých států, ale i před odborníky a pedagogy stojí velký úkol výchovy lidí k ekologicky šetrnému chování. Relativně malou změnou chování lidí můžeme výrazným způsobem snížit emisní zátěž a přispět ke zdravějšímu životnímu prostředí.

## prof. RNDr. Ing. Michal V. Marek, DrSc.

CzechGlobe, Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i., Brno



Lidská společnost byla, je a bude vždy vystavena změnám, které probíhají na naší planetě a jsou víceméně na naší civilizaci nezávislé. Naopak my jsme na těchto změnách velmi silně závislí a mnohdy důsledky těchto změn jsou až pro nás fatální. V současné době, ale zjevně razantní působení způsobené právě existencí naší civilizace, které mnohdy až razantně zasahuje do zmíněných procesů.

Za této situace, stavu, naší civilizace se prosazuje, a to velmi silně, nový významný fenomén, fenomén Globální změny (GZ). Pojem GZ se často zužuje pouze na pojem „Globální změna klimatu“, či ještě úžeji „Globální oteplování“, které je součástí globální změny. Co je pro tento fenomén významné a činí jej tak bezprecedentním je to, že je úzce spojován s činností člověka, tedy bytím naší civilizace. Tato vazba je tak silná, že lze dokonce akceptovat tvrzení, že GZ je přímo důsledkem lidské činnosti. Globální změ-

na je výrazně odlišná od minulých lokálních environmentálních problémů. GZ má bezprecedentní globální charakter. Působí na vše a všude. Obecně tento vliv je tak silný, že hovoříme o epoše „antropocénu“. Epocha, kdy globální prostředí planety Země je výrazně určováno činností člověka.

Většina z nás vnímá, že míra našeho působení na okolní svět je už tak velká, že ovlivňujeme fungování planety Země. Naše civilizace se neustále vyvíjí a je tedy logické, že její dopad na globální ekosystém planety Země je evidentní. Hlavním hybatelem je nesporně neustále se navyšující velikost lidské populace. Populační růst je silný a navíc nárůst populace je nerozměrně distribuován mezi jednotlivými kontinenty a mezi regiony s různým stupněm rozvoje. Chudší regiony vykazují větší explozi populačního růstu. Prudce se rozvíjející populace zvyšuje své nároky na potraviny, vodu, energii, spotřební zboží a celkové „well-being“.

V současnosti prožíváme situaci, kdy obecným životním stylem je přístup „carpe diem“. To samozřejmě neplatí pro celou naši civilizaci, ale opět to přispívá k její diferenciaci. Lze konstatovat, že obecně touha po požitku, spotřebě a individualistickému chápání světa naprosto převládá. Konzumní společnost to je zřetelný, masivní a globální trend. Tyto trendy životního stylu najdeme jak ve vyspělých západních společnostech, tak i v rozvojovém světě. Mimo tyto trendy samozřejmě existují i alternativní přístupy k životu reprezentované různými typy náboženství, dobrovolnou změnou životního stylu, komunitními aktivitami apod. Ale trendy konzumního stylu v současném světě převládají.

Lze konstatovat, že převládá obecný postoj: budoucnost – vzdálený bod, který nemusíme „řešit nyní“. Je to jistá analogie k našemu postoji ke smrti. Víme, že konec našeho život nastane, přesto ale náš současný denní život to neovlivňuje. Jako by naše společnost byla ovládána fenoménem zvaný „despotický antropocentrismus“ (Papež František 2015). Takže vysoce aktuální je otázka typu: „kam až jsme ochotni zajít“, „v čem se omezit“. Současná globální společnost žije „dluhovou mentalitou“. Jedni odkládají manželství, druzí si půjčují víc, než můžou splácet, a další víc kácejí, než sázejí. Narůstá trend postupného zvyšování chronických problémů, které, když překročí nějakou hranici stability, způsobí dokonalé zhroutilí systému.

GZ je tak v centru pozornosti jak odborné, tak i laické veřejnosti a stala se nejen ekologickým, sociologickým a technickým problémem současnosti, ale má i výraznou „politickou dimenzi“ s globálním dosahem. To významně ztěžuje racionální rozhodování. Politické aspekty vnímání GZ jsou neuvěřitelně silné a mnohdy jsou příčinou dělení společnosti. Současnost ale přináší důkazy o tom, že zájem veřejnosti o problematiku GZ stoupá, souvisí to jak s mírou osvěty, tak i se zcela evidentními důkazy toho, že se „něco děje“. GZ se stává celosvětovým politickým problémem. Co je asi s ohledem na vztah společnosti k problémům s GZ to nejpodstatnější? Určitě to, jaký bude zvolen k tomuto problému přístup. Tedy, buď bude GZ uchopena ve smyslu adaptace a mitigace, nebo bude onálepkována jako „zelený, levičácký -ismus“. Takže, s ohledem na toto štěpení v nastavení osobního morálního postoje společnosti ke GZ, je na místě si položit čtyři základní otázky: (1) Je současný globální ekonomický systém připraven, ochoten či schopen efektivně reagovat na globální změnu, respektive globální klimatickou změnu (GKZ)? (2) Potřebujeme nový politicko-ekonomický systém, jenž umožní růst společnosti na „low carbon resp.“ „zero fossil“ bázi? (3) Jsme jako současná civilizace na tyto změny připraveni? (4) Jak budou reagovat lidská společenství s rozdílným životním stylem, náboženskou orientací či morálními pravidly?

Při hledání odpovědí je nutné připomenout jednu zásadní skutečnost. S ohledem na GZ nelze najít zásadní rozdíly mezi tzv.

socialismem a kapitalismem. Mezi systémy autoritářskými a demokracií. Každý tento ekonomicko-politický systém proklamuje jako svůj cíl dosažení maximální životní úrovně populace. K tomu cíli směřují tyto systémy svou orientací na ekonomický výkon s cílem dosažení trvalého ekonomického růstu, prosperity. Ztráta ekonomického růstu, to je něco, co tento ekonomický a následně politický systém nemůže tolerovat. Tudíž je maximálně alarmující otázka typu: Lze tento trend dosahovat do nekonečna? Je problém měnicího se světa, devastace přírodního prostředí a přírodních zdrojů tak zásadní, že ohrožuje naši civilizaci?

Úroveň naší civilizace je v současné době extrémně silně postavena na spotřebě fosilních paliv. Je až neuvěřitelné, jak silná tato vazba je. Markantní je využívání fosilních paliv v produkci energie, dopravě, průmyslové výrobě a zemědělství. Obrovské procento produktů jak denní či dlouhodobé spotřeby naší civilizace má svůj původ ve fosilních zdrojích, které za svůj původ vděčí fotosyntetické aktivitě autotrofních organismů (rostliny, řasy, sinice) před miliony let. Fotosyntetická produkce vždy využívala jako substrát oxid uhličitý a základním produktem této unikátní činnosti je formování uhlovodíků, tedy látek obsahující uhlík. Proto spotřeba těchto látek, tj. jejich „spálení“, je spojeno s produkcí CO<sub>2</sub> – významného „hráče“ ovlivňujícího skleníkový efekt atmosféry. Na tomto místě je vhodné upozornit i na to, že činnost naší civilizace významně ovlivňují i jiné součásti našeho prostředí. Jsou to klasické polutanty, které rovněž souvisí s lidskou činností. Mnohdy za svůj původ „vděčí“ fosilním palivům. Je třeba připomenout, že problém „air pollution“ rozhodně není minulostí.

Závislost na fosilních zdrojích je v globálním světě rozdílná z důvodů rozdílné ekonomické síly a produkce. Opět se jedná o diferenciaci mezi tzv. vyspělým a rozvojovým světem. V důsledku silícího tlaku na omezování množství emisí skleníkových plynů, tedy především CO<sub>2</sub>, dochází k novému jevu: přemísťování fosilně závislé výroby, z vyspělých zemí do rozvojových oblastí. Tímto se fiktivně bohaté země dostávají do „vlídnější“ polohy, neboť omezují svou produkci emisí. Tento tzv. „uhlíkový kolonialismus“ problém globálního světa ale vůbec neřeší. Evropa má poměrně nízké emise. Jendou z příčin je to, že dováží produkty z energeticky drahých ekonomik. Např. v Číně až jedna třetina CO<sub>2</sub> emisí je spojena s produkcí energeticky „špinavých“ výrobků, které jak USA, tak Evropa ve velkém využívají (Newell, Paterson 2010).

Historie fosilní ekonomiky ukazuje na to, že se obecně zvyšuje efektivita využití těchto zdrojů. Na jeden kg uhlí se vyprodukuje více elektrické energie, automobily spotřebují méně paliva při stejném či vyšším výkonu, efektivnější využívání energie v průmyslu a domácnostech a dopravě. Ovšem je vhodné na tomto místě uvést, že toto nemusí platit vždy. Je potřeba upozornit na tzv. Jevonsův paradox, Jevons (1865), který lze považovat, za jeden z největších paradoxů environmentální ekonomie. Jev, kdy technologický pokrok přinášející větší efektivitu při využívání určitého zdroje neboli účinnost paradoxně zvyšuje spotřebu tohoto zdroje kvůli větší poptávce místo očekávaného poklesu spotřeby.

Při akceptování toho, že není jiné alternativy než postupně opouštět fosilní ekonomiku cestou, pak před námi stojí skutečně obrovská výzva. Pro tento přístup se výrazně protlačuje termín „Carbon Capitalism“ (Newell, Paterson 2010), tedy ekonomicko-politický systém, který je postaven na „dekarbonizaci“ ekonomiky. Svět založený nejen na nových technologiích, ale i na neotřelých hodnotových prioritách. Přístup osobního chování určeném alternativním rozumným zmírňováním našich



požadavků na životní úroveň, změn modelu spotřeby – to bude dominantní imperativ lidské civilizace v nejbližší budoucnosti. To bude spojeno i s postupnou změnou obecného morálního dogmatu naší civilizace. Ochrana životního prostředí a péče o něj – nedílná součást lidské morálky, jejího bazálního společenského intelektu. To znamená nejen zavedení pojmu „*ekologická ctinnost*“, ale i skutečnou inkorporaci tohoto pojmu do společenského morálního konsensu.

**prof. RNDr. Bedřich Moldan, CSc.**

Centrum pro otázky životního prostředí, Univerzita Karlova, Praha



Termín ochrana ovzduší nemá zcela jednoznačný význam. Záleží především na tom, jaké měřítko máme na mysli: globální, lokální či vnitřní ovzduší budov, a rovněž je nutné vědět, před čím ovzduší chráníme, jaký je cíl ochrany. Pokud jde o měřítko globální, ovzduší zejména chráníme před škodlivými vlivy skleníkových plynů ovlivňujícími zemské klima a látek poškozujících stratosférickou ozonovou vrstvu. Do této kategorie patří i důsledky emisí aerosolů a plynů spojených se znečištěním ovzduší velkých průmyslových či městských aglomerací nebo s rozsáhlými lesními požáry, jež nepříznivě ovlivňují chemické rovnováhy, fyzikální i biologické vlastnosti atmosféry ve velkých geografických měřících včetně globálního rozsahu. Rockström a kol. (2009) určili devět zásadních planetárních mezí, které by neměly být překročeny, pokud lidstvo chce zachovat bezpečný prostor pro své aktivity. Celá třetina výčtu těchto mezí se přímo týká ovzduší: klimatu, ozonové vrstvy a atmosférického aerosolu. Autoři stanovili indikátory jednotlivých mezí, jako např. zvýšení radiačního výkonu atmosféry o 1–1,5 Wm<sup>-2</sup> nebo maximální hodnota 275 Dobsonových jednotek.

V užším smyslu máme obvykle na mysli ochranu ovzduší před znečištěním ohrožujícím lidské zdraví ve spíše lokálním měřítku. Lokální měřítko znamená, že projevy znečištění se bezprostředně projevují v daném místě nebo oblasti, ovšem v úhrnu může jít o problém globální, pokud je široce rozšířen. Pro znečištění ovzduší škodlivinami, látkami škodícími lidskému zdraví, to plně platí, předpokládá se, že působí ročně 6,5 milionů předčasných úmrtí. Největší počet připadá na účinky vnitřního ovzduší zejména v chudých rozvojových zemích, udává se 4,3 mil. předčasných úmrtí ročně. Vyspělé státy jsou na tom lépe, ale nikoliv dobře, pro Evropu se udává více než 400 000 a v České republice přes 10 000 předčasných úmrtí ročně. Stále platí, že tento jev znamená největší přímý vliv na lidské zdraví a životy vůbec ze všech environmentálních parametrů.

V České republice platí toto hodnocení v plné míře. Před listopadem 1989 mělo znečištěné ovzduší katastrofální rozsah, statistika vlivu na morbiditu a mortalitu sice není přesně známá, ale vliv byl nepochybně mimořádně vysoký a lidé si tohoto ohrožení byli vědomi, zejména v nejvíce postižených lokalitách. Nejvýznamnější škodlivinou byl oxid siřičitý, jehož koncentrace dosahovaly v extrémech hodnot až tisíců mikrogramů/m<sup>3</sup>. V současnosti nás tato látka tolik netrápí, i když ji nemůžeme zcela zanedbat. Je dostatečně známo, že nejzávažnější škodlivinou jsou jemné aerosolové částice, zejména s velikostí pod 2,5 mikrometrů (PM<sub>2,5</sub>), které navíc mnohdy obsahují toxické organické látky, jako je například benzo[*a*]pyren. Nebezpečný je rovněž přizemní ozon jako součást tzv. letního smogu.

Díky široce založenému monitoringu je u nás k dispozici dostatek dat o kvalitě ovzduší i o negativních zdravotních vlivech a stále platí, že jde o velmi vážné ohrožení lidského zdraví, ale i životního prostředí v širším slova smyslu. Přesto, že po listopadu 1989 došlo k velmi pronikavému zlepšení kvality ovzduší, zůstává Česká republika a zejména některé její části, jako je Moravskoslezský kraj, mezi nejvíce znečištěnými oblastmi Evropy. V posledních letech se bohužel situace nelepší.

Jedním z programů, které by měly vést k výraznému zlepšení, jsou tzv. kotlíkové dotace. Jde o součást operačního programu Životní prostředí a v jeho rámci jsou poskytovány poměrně vysoké dotace (až 127 500 Kč) a celkově prostředky v řádu miliard Kč. Ministerstvo životního prostředí pro dotační titul na výměnu neekologických kotlů připravilo 9 miliard korun, kvůli zájmu přidalo dalších 1,5 miliardy Kč. Prostředky jsou určeny na účinné zdroje vytápění zejména rodinných domů, za které se považují tepelná čerpadla a moderní kotle. Mezi kotle jsou zařízení spalující zemní plyn, což sice může znamenat zlepšení z hlediska kvality ovzduší, ale zároveň přispívá k pokračování závislosti na fosilním palivu a nežádoucích emisích skleníkových plynů. V začátečních fázích byly dotace dokonce i na kotle na uhlí.

Velmi problematická je ovšem podpora kotlů na jakákoliv pevná paliva. Z hlediska mitigace změny klimatu je přínosné, že se dotuje spalování různých typů biomasy, avšak pro kvalitu ovzduší může být – a nepochybně skutečně je – moderní kotel přínosem, celkově to však není dobré řešení. Podle mnoha studií, které se zabývají emisemi z různých typů zařízení na pevná paliva, v praxi neexistuje spolehlivý postup, jak zabránit emisím aerosolových částic. Samozřejmě záleží na typu zařízení, výběru paliva či způsobu topení, ale k menší nebo větší zátěži kvality ovzduší dochází vždy. Vysoké částky, které jsou a budou na kotlíkové dotace uvolněny, nepřinesou výrazné snížení znečištění nebezpečnými škodlivinami PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>.

**RNDr. Rudolf Přibil, CSc.**

Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha



Život na zemi je bezprostředně ovlivňován ději v troposféře a stratosféře. Stratosféra má nezastupitelnou roli v ochraně Země před nebezpečným UV zářením díky ozonosféře, ve které vzniká a zaniká přírodními procesy ozón. Jeho kolísající koncentraci ovlivňuje člověk tím, že emituje plyny (freony, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) dostatečně stálé v atmosféře, které difundují přes tropopauzu do stratosféry, kde ničí ozón. Tento problém byl zdá se úspěšně vyřešen v roce 1987 přijetím Montrealského protokolu a jeho pozdějších doplňků.

Když přejdeme od celoplanetárních problémů k situaci v ČR, je nutno ocenit výrazné zlepšení ovzduší v posledních 25 letech způsobené radikálním odsířením uhelných elektráren. Problémem jsou dnes lokální zdroje znečištění koncentrující se do některých oblastí, jako je Ostravsko, těžební oblasti v severních Čechách a Praha s okolím.

Velkým problémem jsou u nás emise z dopravy, částečně způsobené vysokým průměrným stářím automobilového parku. Tento problém je umocněn nedostatečnou kontrolou produkce emisí zejména automobilů s dieslovým motorem. Emise hlavně v Praze rostou i díky vzrůstající oblíbenosti velkých a těžkých au-

tomobilů SUV s velkou spotřebou paliva. Jednoznačným doporučením je trvat na striktním dodržování předpisů regulujících emise automobilů a dramatické zvýšení pokut za jejich porušování. Ověřovat správnost měření emisí na stanicích STK a uplatněním vydáváním falešných emisních testů trestat jako podvod.

Dalším pozitivním počinem jsou tzv. kotlíkové dotace, které míří na zlepšení ovzduší ve venkovských oblastech. Představy o zdravém venkovském vzduchu jsou podle mých zkušeností, zejména v zimě, zcela iluzorní. Řadu dalších dotací považuji za zcela nevhodnou a nesmyslné utrácení peněz. V první řadě jsou to dotace na instalaci fotovoltaických panelů na střechách domů za účelem snížení uhlíkové stopy obyvatel. Je to finanční eldorádo pro nespočet soukromých firem nabízejících své služby při prodeji a instalaci panelů podepřené státní dotací. I s vydatnou dotací je návratnost investice velmi problematická vzhledem k omezené životnosti fotovoltaických panelů a nepatrné produkci energie v zimním období.

Tím se dostáváme k obrovským dotačním výdajům, které mají v tomto roce dosáhnout 46 miliard Kč, za účelem snížení emisí oxidu uhličitého do atmosféry. Od roku 2010 stát vyplatil cca 260 miliard Kč na podporu obnovitelných zdrojů hlavně fotovoltaiky. Za tuto sumu bychom mohli mít postavený další jaderný blok v Dukovanech. V době, kdy 1 kWh silové elektřiny stála něco přes 1 Kč, si zločinci v našem parlamentu před deseti lety odhlasovali výkupní cenu této energie na 13,20 Kč s dodatkem, že může být snižována ročně o pouhých 5 %. Někteří komentátoři toto rozhodnutí považují za nejdražší omyl parlamentu v dějinách ČR, který bude zatěžovat státní rozpočet po řadu dalších let. Miliardové výnosy z tohoto lukrativního byznysu, vlastněného z velké části zahraničními firmami odchází v nemalé míře do zahraničních daňových rájů. Proč naši neohrožení investigativní novináři nezveřejní seznam našich zastupitelů, kteří v parlamentu tehdy hlasovali pro zmíněný návrh? Jaderné elektrárny jsou povinny ukládat ze svých zisků předepsanou část na uhrazení nemalých nákladů spojených s jejich bezpečnou likvidací po skončení provozu. Existuje takové opatření i pro fotovoltaické elektrárny, které po cca 20 letech života po sobě zanechávají hromadu nebezpečného a obtížně recyklovatelného odpadu?

Podle údajů Energetického regulačního úřadu (ERÚ) se v r. 2019 fotovoltaika podílela na celkové výrobě brutto elektřiny v ČR pouhými 2,42 % a celoroční průměrný koeficient využití instalovaného výkonu je pouze 11 %. Obdobná situace je v sektoru větrných elektráren, kde jejich výroba představovala pouze 0,79 % celostátně vyrobené brutto elektřiny. Vodní elektrárny včetně přečerpávacích vyrobily 1,91 TWh brutto energie tedy 2,18 % celkové výroby v ČR. Ve vykazování podílu obnovitelných zdrojů energie (OZE) na výrobě elektřiny se všechny státy EU snaží uvádět co nejvyšší hodnoty. V našem případě ERÚ vykazuje produkci přečerpávacích elektráren jako obnovitelnou energii zřejmě na základě primitivní úvahy: elektrickou energii přece produkuje proudící voda, tak to je OZE. Nebere se v potaz, že využívaná voda byla před tím napumpována do výše položené nádrže s použitím většího množství elektrické energie, než vyprodukuje při opačném procesu (celková účinnost se udává hodnotou 0,71). Jedná se tudíž o vhodný, i když nákladný způsob skladování elektrické energie, při kterém se ovšem 29 % energie uložené ztrácí.

Slunce je pro život na zemi nejdůležitější zdroj energie. V ČR dopadne v současnosti v celoročním průměru 1050 kWh sluneční energie na 1 m<sup>2</sup>. Toto množství energie je rozhodující nejen pro fotovoltaické panely a i další OZE včetně využívání energie biomasy probíhající buď jejím přímým spalováním,

nebo přepracováním na jiná biopaliva. Potíž je v poměrně nízké energetické účinnosti fotosyntetického procesu, který má v našem klimatickém pásu hodnotu přibližně 0,36 % tedy 0,0036. Je nutno zdůraznit, že jakýmkoliv dalším zúšlechťením biomasy na bioplyn či kapalná biopaliva se nezbytně část původní energie biomasy ztrácí např. jako CO<sub>2</sub> apod.

Bývalý ministr zemědělství pan Marian Jurečka prohlásil svého času v televizi, že v Česku je možno energeticky využít biomasu pěstovanou na jednom milionu hektarů zemědělské půdy, aniž by tím bylo ohroženo zásobování obyvatelstva potravinami. Vezmeme-li v úvahu současnou 22 % účinnost elektráren spalujících biomasu pouhým vynásobením čtyř hodnot uvedených v tomto textu, zjistíme, že by se vyrobilo 8,3 TWh za ideálních podmínek, tedy necelá desetina roční produkce tuzemské brutto elektřiny. Tento příklad ukazuje, že veškeré naděje vkládané do fytoenergetiky jsou pouhou chimérou neinformovaných politiků a nevzdělaných zelených aktivistů.

Před řadou let paní Dana Drábová, ředitelka Úřadu pro jadernou bezpečnost, se podle mého názoru, velmi výstižně vyjádřila k budoucnosti OZE. Dovoluji si velice volně parafrázovat její názor: „Pokud nedojde k nějakému naprosto epochálnímu objevu ve fyzice, něco jako bylo štěpení atomu, který by umožnil skladovat levně a bezpečně velká množství energie, obnovitelné zdroje energie naleznou jen omezené uplatnění“.

Řešení problémů dneška spatřuji v urychleném přechodu na využívání jaderné energie, která řeší problémy s atmosférickými emisemi i bezuhlíkovou produkcí energií. Jak toho dosáhnout? Postupně zrušit veškeré státní dotace na stavbu a provozování obnovitelných zdrojů energie a ušetřené prostředky investovat do nových jaderných bloků.

### prof. Michal Vojtíšek, M.S., Ph.D.

Centrum vozidel udržitelné mobility, Fakulta strojní, ČVUT, Praha



Za zásadní pokládám samotný problém znečištění ovzduší – to je např. na první desítku příčin předčasného úmrtí – dále pak relativně netečný přístup velké části občanů i státní správy, bagatelizaci rizik v různých zprávách, studiích a rozhodnutí veřejné správy, a tzv. technologickou nekázeň, kdy například motory nebo spalovací zařízení jsou provozovány tak, že mají výrazně – to jest násobně, řádově – vyšší emise, než by měly být. Není to jen otázka závady či opotřebení zařízení, ale, bohužel, se tak často děje cíleně, emisní legislativu různými způsoby obcházejí výrobci, provozovatelé, v případě lokálních topenišť někdy i dodavatelé paliv a řekl bych, že často s vědomím různých akreditovaných laboratoří, a s vědomím orgánů státní správy, které na výrobce, provozovatele, akreditované laboratoře a další mají dohlížet. Za problematické zdroje považuji spalovací motory, které jsou provozovány přímo uprostřed ulic, a lokální topeniště, zejména v chudších čtvrtích, kde každý topí tím, na co má. Větší průmyslové zdroje jsou dále od obytné zástavby, mají vyšší komíny, a většina z nich odpovědně používá poměrně účinné technologie na snižování emisí.

Z pohledu dopadu na zdraví vidím jako nejvíce rizikové částice, včetně na ně navázaných toxických, mutagenních, a jinak rizikových látek, a oxidy dusíku, včetně souvisejících dalších reaktivních sloučenin dusíku a včetně přizemního ozonu, kte-

rý by se bez oxidů dusíku v atmosféře běžně (kromě blesků) nevytvořil. Větší částice rychleji padají na zem a zachytávají se v nose, zatímco menší částice zůstávají v ovzduší déle. Ty nejmenší, které ani nejsou okem vidět, protože jejich průměr je výrazně menší než vlnová délka světla, se účinně zachycují v plicních sklípcích – nejvyšší účinnost zachytu mají částice o průměru deseti až nízkých desítek nanometrů – ty rovněž dle odborníků mají schopnost pronikat do krevního oběhu a také schopnost pronikat podél čichového nervu do mozku. Malých částic ve městě nadýcháme desítky milionů až jednotky, někdy i desítky miliard každou minutu, záleží na fyzické aktivitě a hlavně na vzdálenosti od zdroje, nejvyšší koncentrace jsou jednotky až desítky metrů od frekventovaných silnic, stavenišť, běžících fukarů a podobné techniky.

Oxidů dusíků (NO<sub>x</sub>) je více, měří se zpravidla suma oxidů dusnatého (NO) a dusičitého (NO<sub>2</sub>), případně jen NO<sub>2</sub>, který je zdravotně rizikovější. NO vzniká při vysokých teplotách ze vzdušného kyslíku a dusíku, to jest při spalování čehokoli při vysoké teplotě s přebytkem vzduchu, od plynových sporáků a kotlů po spalovací motory. V atmosféře oxiduje na nahnědlý, dráždivý NO<sub>2</sub>. NO<sub>2</sub> si ale vyrábějí, z NO, i novější naftové motory, aby s ním vypalovaly saze nashromážděné ve filtru částic. NO a NO<sub>2</sub> se pak mají redukovat v redukčních katalyzátorech, do kterých se vsřikuje vodný roztok močoviny, v Evropě známý jako AdBlue. Problém je, když ten poslední člen řetězce katalyzátorů někdo odpojí, aby ušetřil trochu AdBlue, nebo jej nemusel tak často doplňovat. Pak máme vysoké emise NO<sub>2</sub> přímo v ulicích, a jak bylo řečeno, NO<sub>2</sub> je výrazně škodlivější než NO. Nový naftový motor, není-li redukce NO<sub>x</sub> ošetřena, je pak paradoxně horší pro zdraví lidí v ulicích než starý, který vypouštěl sice stejně NO<sub>x</sub>, ale převážně méně škodlivý NO.

Co se týče technologické nekázně, nemyslím tím to, že někdo jezdí starým autem, nebo topí ve starých kamnech, protože na nové nemá, ale to, že topí elektrárenským uhelným prachem s vysokým obsahem síry, odpadky, nebo alespoň mokřým dřevem, kamna přidušují, nevymetají kamna ani komíny, motoristé pak zanedbávají údržbu a opravy, jezdí s nadměrně opotřebenými motory, a provádějí různé pokoutné úpravy, takže relativně nové auto je horším rizikem než historická ojetina.

Typickým příkladem je majitel poměrně silného velkého automobilu s naftovým motorem, který se výkonově přibližuje motoru osmnáctimetrového kloubového autobusu SOR, které jezdí alespoň po Praze docela svižným tempem. Ani tak velký výkon mu však nestačí a nechá si motor takzvaně přečipovat, bohužel poměrně amatérským způsobem, který spočívá v ošálení řídicí jednotky, že do motoru jde méně paliva než ve skutečnosti. Řídicí jednotka zvýší dávku paliva, výkon motoru se sice zvýší, ale díky palivu navíc má motor málo vzduchu a kouří. Je-li vybaven filtrem částic, jako jsou téměř všechny naftové motory vyrobené v poslední dekádě, pak se filtr částic logicky zanele, protože nestihá spalovat takové množství sazí. Zmíněný motorista tedy filtr částic odstraní, vyřízne jej celý nebo vytluče jeho vnitřek, takže to při prohlídce není vidět, je to však poznat podle očázené karosérie a zejména při rozjezdu, kdy za vozem je černý, někdy i hnědý kouř. Řídicí jednotka motoru si funkci filtru částic hlídá, a aby nic nepoznala, motorista ji ošálí nějakou úpravou nebo osazením speciální krabičky. S takovým vozem pak jde každé dva roky na technickou kontrolu, kterou by správně neměl projít, ale projde, protože výsledek měření je zfalšován. Děje se to asi ve velkém, protože systém technických kontrol zachytí – orientačně – jen asi každé desáté nevyhovující vozidlo. Kontrolní orgán, který by na to měl dohlížet, stejně tak jako orgán státní správy, který by na něj měl dohlížet, to buď nevidí, nebo to nechce vidět, protože se

to děje i přes upozornění dál. Dle mého odhadu – podloženém například měřením emisí částic několika tisíc vozidel v Praze během běžného provozu – produkuje polovinu všech částic pět až deset procent vozidel.

Pokud vybírám řešení jako technik, to jest, aby bylo proveditelné, co nejlevnější, a co nejrychleji vedlo ke zlepšení situace, pak navrhuji, abychom všichni v nějaké rozumně krátké době dali do pořádku své (technologické spalovací) hříchy. Seřídili motory, vrátili jim chybějící filtry a katalyzátory, vyčistili kamna, obstarali si sušené bukové dřevo a PET lahve plněné vyjetým olejem a pilinami, a další lahůdky, nechali Malešické spalovně, tedy pardon, zařízení pro energetické využití odpadu, která si s nimi poradí. Tím se v řádu měsíců zbavíme nejhorších znečišťovatelů. Měli bychom také přestat zhoršovat problém přeplněných silnic tím, že nebudeme povolovat záměry náročné na silniční dopravu, které nepřinášejí žádný závratný ekonomický, společenský či jiný užitek, jako např. logistické parky, montovny a obchodní centra.

Co se týče zmíněných záměrů – většinou mají kladné posudky EIA, které považují za stejně úsměvné jako to, že technickou kontrolou procházejí nevyhovující motory. Zde by se měla státní správa vzbudit a zvláště chybné EIA exemplárně zrušit a jejich zpracovatelům odebrat autorizace pro jejich zpracování.

Během na delší trať je postupná obměna topenišť a vozového parku, spojená vzhledem ke klimatickému závazku také přechodem na klimaticky (uhlíkově) neutrální zdroje energie. Kapalná paliva pro spalovací motory se budou nahrazovat obtížně, protože pokročilá biopaliva jsou zatím drahá, a nástup elektromobilů pomalý – zatím jediné dva typy masově dostupných elektrických pohonů jsou kolejová vozidla napájená z trakčního vedení (vlak, metro, tramvaje, trolejbusy) a malá bateriová vozítka, zejména elektrokola. Pozitivní zprávou je, že prudce narůstá počet cestujících v dálkové železniční dopravě, což má na snížení emisí daleko větší vliv než všechna v současnosti registrovaná elektroauta. Zcela určitě bude někdo brblat, že přechodem na hromadnou dopravu trpí automobilový průmysl – takovým připomeňte, že v naší zemi má dlouhou tradici výroba autobusů, trolejbusů, tramvajů, lokomotiv, příměstských jednotek, elektrických pohonů, kolejnic, trakčních rozvodů a dalšího příslušenství a že drážní vozidla budou jezdit ne na dováženou ropu, ale na u nás vyrobenou elektrickou energii vyrobenou v elektrárnách postavených a vlastněných převážně našimi podniky.

Adaptačním řešením je pak omezení času stráveného v blízkosti zdrojů znečištění ovzduší. Příkladem může být omezení vjezdu a parkování v blízkosti škol (a odpovědí na četná brblání tím, že chůze je pro děti zdravá), nebo svobodná rozhodnutí jedinců např. výběrem tras, po kterých se pohybujeme, a míst, která navštěvujeme.

#### Literatura:

- NEWELL, P., PATERSON, M., 2010. *Climate Capitalism. Global Warming and the Transformation of the Global Economy.* Cambridge Univ. Press.
- PAPEŽ FRANTIŠEK, 2015. *Laudato Si. Encyklika papeže Františka o péči o společný domov.* Praha: Paulinky. 978-80-7450-280-4.
- ROCKSTRÖM, J. et al., 2009. *A Safe Operating Space for Humanity.* *Nature*, Vol. **461**, s. 472–475.
- SMIL, V., 2017. *Energy and Civilisation: A History.* MIT Press. Cambridge. USA. ISBN 9780262338301.
- YORK, R., 2006. *Ecological Paradoxes: William Stanley Jevons and the paperless office.* *Human Ecology Review*, Vol. **13** (2), s.143–147.