

RADIM J. ŠRÁM, BLANKA BINKOVÁ

Demonstrace za čistý vzduch a Program Teplice

Pánevní oblasti severních Čech byly (právem) koncem osmdesátých let považovány za jednu z nejznečištěnějších oblastí Evropy. Zdravotní potíže dospělých i dětí se staly zdrojem politické nespokojenosti obyvatel a růstu jeho ekologického uvědomění. Ve dnech 10.–12. listopadu 1989 se v Teplicích konaly první demonstrace proti totalitnímu režimu. Brzy na to odstartoval také Program Teplice.

Nárůst výskytu vrozených vývojových vad, spojovaný s výstavbou tepelných elektráren a zvyšujícím se znečištěním ovzduší, jsme pozorovali od roku 1972 v okrese Ústí n. L., později i v Děčíně.

V zahraničí již tehdy byly publikovány experimentální práce, prokazující vliv mutagenů na vývoj plodu i možnost přenosu změn indukovaných v pohlavních buňkách na potomstvo.

Původně jsme v okresech Teplice, Ústí n. L. a Jablonci n. N. začali v letech 1982–1986 studovat, jak jsou novorozenci ovlivněni léky podávanými v průběhu těhotenství. Pozorovali jsme zhruba dvojnásobný výskyt vrozených vývojových vad v Teplicích a Ústí n. L. (zejména anomálie kardiovaskulárního, močového a pohlavního systému). A také počet dětí s porodní váhou pod 2500 gramů byl šedesát procent nad celostátním průměrem.

Díky tomu, že byly tyto studie vyhodnoceny zrovna koncem listopadu 1989, už směly být zveřejněny.

Nemoci dýchacích cest, alergie

Rozbor nemocnosti dětí v pánevních okresech ukázal oproti ostatnímu Československu šestkrát vyšší výskyt onemocnění dýchacích cest u předškolních dětí, významně vyšší výskyt alergií a kožních onemocnění. Průměrná délka přežití u mužů v okrese Teplice byla v roce 1988 o tři roky kratší, u žen o dva roky, zejména kvůli zvýšené úmrtnosti na nádorová a kardiovaskulární onemocnění.

Na základě těchto alarmujících výsledků jsme spolu s MUDr. Františkem Kotěšovcem a prof. Richardem Jelínkem iniciovali na Ministerstvu životního prostředí ČR přípravu projektu, který měl analyzovat situaci a odhalit jmenovité příčiny tohoto stavu.

Jako modelovou oblast jsme vybrali okres Teplice a jako srovnávací oblast okres Prachatice. Na základě usnesení české vlády z roku 1990 o řešení problémů pánevních oblastí severních Čech vznikl program Důsledky znečištění životního prostředí na zdravotní stav populace (Program Teplice).

Výsledky monitorování ovzduší

Kontinuálně byly monitorovány SO₂, NO, NO₂, NO_x, CO, O₃, PM_{2,5}, PM₁₀ a PAU (polycyklické aromatické uhlovodíky – představitel je prokázaný lidský karcinogen benzo[a]pyren – B[a]P). Teplice a Prachatice byla patrně první dvě místa, kde byla od roku 1993 v Evropě denně stanovována koncentrace PM_{2,5} a PAU.

Během inverze v lednu až únoru 1993 dosahovaly koncentrace SO₂ až 700 µg/m³, PM₁₀ 1100 µg/m³. Dr Robert Stevens z US EPA přirovnal situaci k meteorologickým podmínkám v Londýně v prosinci 1952, které významně zvýšily úmrtnost.

Pracovníci US EPA analyzovali zdroje znečištění. Nebyla-li inverze, nejvýznamnější podíl na frakci PM₁₀ v Teplicích měla ze sedmdesáti procent lokální topeniště (včetně spalování odpadků), tepelné elektrárny pouze 15 procent. Na základě těchto poznatků vláda ČR uvolnila v roce 1994 šest miliard korun na plynofikaci pánevních okresů.

Srovnání úmrtnosti za období 1982–1994 proti 1995–2004 ukázalo, že díky této investici zemřelo v druhém období o 150 mužů a 920 žen méně, než kdyby se plynofikace neuskutečnila.

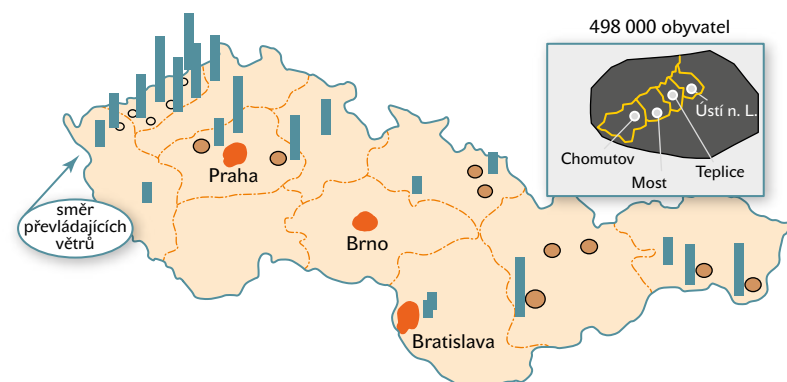
Po odsíření a odprašnění elektráren i systematické likvidaci lokálních topenišť poklesla od roku 1995 koncentrace oxidu siřičitého a polévatého prachu ve frakcích PM_{2,5} a PM₁₀ i polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU).

Sledovali jsme i koncentrace ve vnitřním a vnějším prostředí. Zjistili jsme, že v našich klimatických podmínkách tráví obyvatelé převažující část života (90–95 %) ve vnitřním prostředí, kde je znečištění výrazně ovlivněno životním stylem členů domácnosti, zejména kouřením. Kupříkladu, jak vyplývá z hodno-

MUDr. Radim Šrám, Dr.Sc., (1939) vystudoval Lékařskou fakultu UK v Praze. Dlouhodobě se zabývá studiem chemické mutageny, v Ústavu experimentální medicíny AV ČR molekulární epidemiologií a vlivem znečištěného ovzduší na genetický materiál.

RNDr. Blanka Binková, CSc., (1943) vystudovala Přírodovědeckou fakultu UK v Praze. V Ústavu experimentální medicíny AV ČR se zabývá studiem peroxidace lipidů a stárnutí, vlivem PAU v ovzduší na tvorbu DNA aduktů.

Rozložení hlavních zdrojů emisí v Československu.

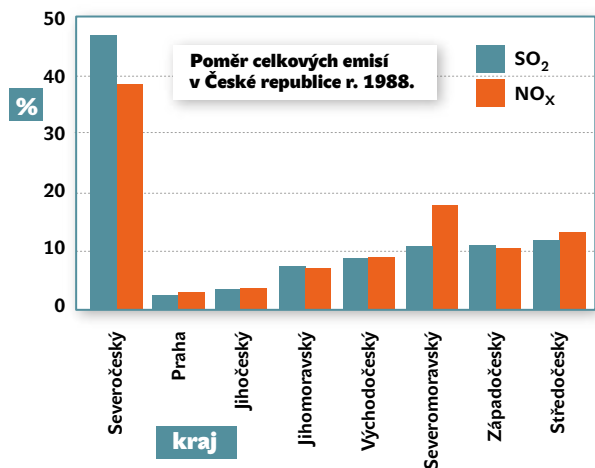


cení expozice PM10, zátěž v nekuřáckém bytě představuje cca 60 procent koncentrací ve vnějším ovzduší, zatímco v kuřáckém bytě to mohou být i násobky těchto koncentrací.

Genotoxicita ovzduší, reprodukce

Analýza vzorků extraktů z prachových částic z Teplic a Prachatic ukázala zvýšenou mutagenní aktivitu PM10 v ovzduší. Binková et al. (1999) prokázali, že biologicky nejaktivnější skupinou látek vázanou v ovzduší na prachové částice jsou karcinogenní PAU.

V období 1992–1994 jsme studovali vztah mezi koncentrací PAU a biomarkery expozice. Při sledování třiceti žen pracujících venku (poštačky a zahradnice) v Teplicích ve



srovnání s Prachaticemi jsme zjistili vysokou korelaci mezi expozicí respirabilním prachovým částicím (PM2,5) a karcinogenním PAU. Expozice karcinogenním PAU korelovala s metabolity PAU v moči, mutagenitou močí a stanovením DNA aduktů.

Výsledky těhotenství

Sledovali jsme také vliv znečištěného ovzduší na výsledky těhotenství. Získali jsme originální výsledky, které prokazují nepříznivý vliv respirabilních prachových částic a karcinogenních PAU, projevující se nízkou porodní hmotností a nitroděložní růstovou retardací. Pro vznik takového poškození je rozhodující období prvního měsíce těhotenství, pravděpodobně zejména období kolem početí. Jeho výskyt se zvyšuje, když koncentrace PM10 během prvního měsíce těhotenství překročí 40 µg/m³ a v případě karcinogenních PAU překročí koncentrací 15 ng/m³ (B[a]P 2,8 ng/m³). Takové průměrné měsíční koncentrace PM10 a PAU nejsou výjimkou v průmyslových oblastech a ve většině měst ČR v zimním období.

Těhotné ženy a děti již od počátku početí představují velmi citlivou populaci. Důsledky znečištění ovzduší se mohou projevovat při vývoji plodu v průběhu těhotenství, zvýšenou nemocností v dětském věku, ale i zvýšením výskytu hypertenze, kardiovaskulárních onemocnění a diabetu ve středním věku. Význam vlivu znečištěného ovzduší na vývoj plodu v prvním měsíci těhotenství byl náš zcela nový poznatek (Dejmek et al. 1999,

POMOC SVĚTA

Základním cílem Programu Teplice bylo ověřit, zda alarmující údaje jsou skutečně věrohodné a tak závažné, zhodnotit zdravotní stav populace na základě přísně objektivních a kvantitativních dat, získaných mezinárodně přijatelným způsobem.

Od počátku přípravy programu bylo jasné, že vlastní síly nám nestačí. I díky stanovisku expertů MMF z června 1990, že znečištění životního prostředí a z toho plynoucí poškození zdravotního stavu populace může být limitujícím faktorem restrukturalizace průmyslu v pánevních oblastech, byl proto program koncipován jako mezinárodní.

Představitelé DG XII CEC (Direktorátu XII pro vědu, výzkum a vývoj Komise Evropských společenství) doporučili, aby měl charakter longitudoální studie, protože pouze tak bude možné zhodnotit účinnost přijímaných opatření. Od počátku jsme úzce spolupracovali s US Environmental Protection Agency (US EPA).

Vláda ČSFR zařadila Program Teplice mezi projekty PHARE II, podpora CEC umožnila zakoupit potřebné přístroje pro zúčastněná pracoviště. K jeho plnění se v České republice spojilo 20 pracovišť, zejména okresních a krajských hygienických stanic ze severních, středních a jižních Čech, výzkumných ústavů a univerzit. V Ústavu experimentální medicíny AV ČR v roce 1991 vznikla laboratoř genetické ekotoxikologie.

V ČR jsme tak vůbec poprvé zahájili intenzivní monitorování znečištěného ovzduší, byly připraveny studie zdravotního stavu, projekty zaměřené na studium výsledků těhotenství, kvality lidských spermií, poruch dýchacích a neuropsychických funkcí u dětí a biomarkery expozice karcinogenům.

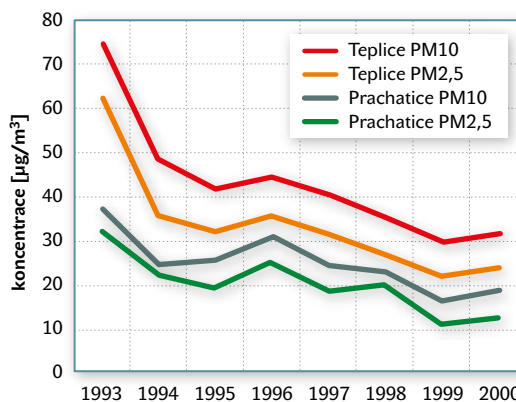
Spolupráce s americkou stranou přinesla nejen nové technologie, ale i možnost neustálého ověřování kvality práce jednotlivých pracovišť a pracovníků.

Program byl rozdělen na dvě části: Program Teplice I (období 1991–1996) a Program Teplice II (1997–1999). Spolupráce s US EPA byla intenzivní zejména v období 1991–1996. Cílem Programu Teplice II pak bylo určit, které chemicky definované složky vzdušných kontaminantů jsou odpovědné za prokázaný genotoxický a embryotoxický účinek, zhodnotit účinek znečištění ovzduší na výsledky těhotenství v modelových okresech a určit, jak se celkové zlepšení místní situace i společenského klimatu projevuje v indikátorech zdravotního stavu populace (úmrtnost).

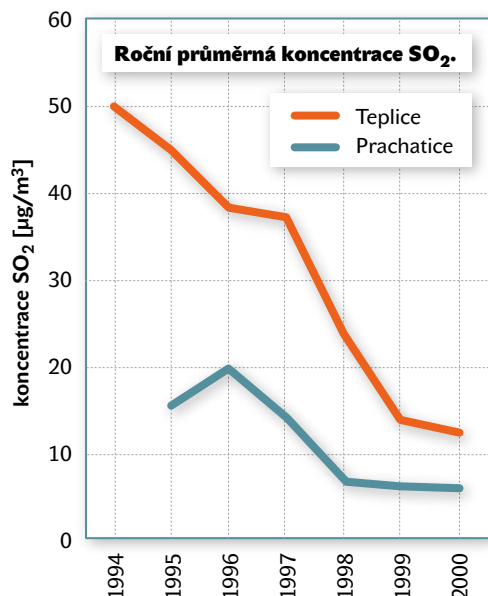
2000). Nová byla i zjištění ohledně závislosti počtů v prvním nechráněném menstruačním cyklu na koncentraci SO₂ i koncentraci PM10 v období 60–31 dnů před početím.

S využitím biomarkerů jsme prokázali i souvislost znečištěného ovzduší s tvorbou DNA aduktů v placentě a s buněčnou imunitou. V Teplicích jako znečištěné oblasti byla zvýšená tvorba DNA aduktů v placentě závislá na genotypu matky, odpovědném za schopnost nebo neschopnost detoxikace metabolitů PAU. Nedostatky genetické výbavy se projevily pouze při zvýšené zátěži z prostředí, kdy se z nositelů nevýhodných genotypů rekrutují citlivé subpopulace. Vůbec poprvé jsme prokázali vliv znečištěného ovzduší a vnitřního prostředí na nitroděložní růstovou retardaci i schopnost k oplození.

Rovněž jsme zkoumali vliv expozice vysoké koncentrace kontaminantů v ovzduší na



Částice PM2,5 a PM10 (respirabilní prachové částice <2,5 a <10 µm) v Teplicích a Prachaticích v letech 1993–2000.



muže, proces spermiogeneze a kvalitu spermií. Rubeš et al. (2000) vyšetřili 325 osmnáctiletých mužů žijících v okrese Teplice a Prachatice. V období vysokého znečištění ovzduší v zimě 1993 a 1994 vykazovaly vzorky z Teplic významné zvýšení abnormální morfologie spermií, tvaru hlaviček spermií, spermií s abnormální strukturou chromatinu a snížení pohyblivosti spermií.

Výrazné alterace pohyblivosti a morfologie spermií bývají spojovány s neplodností. Srovnání zimních odběrů z let 1993, 1994 a 1998 však vede k potěšitelnému závěru, že parametry kvality semene, jako je zvýšení koncentrace spermií a procenta pohyblivých spermií, se zlepšily.

Dětské nemoci

Na podzim 1992 a zimě 1993 jsme vyšetřovali děti z 2., 5. a 8. tříd. Vitální kapacita plic byla u teplických dětí významně snížena. Při analýze výskytu symptomů chorob dýchacího traktu (kašel, zahlenění, dušnost, sípání) jsme zjistili vyšší prevalenci všech příznaků u dětí ze znečištěné oblasti, dále u dětí z kuřáckých rodin a u dětí, jejichž matka kouřila před těhotenstvím. U teplických dětí byl zjišťován i vyšší výskyt alergických onemocnění a chronických bronchitid.

Předpokládali jsme také, že expozice *in utero* znečišťujícím látkám v ovzduší indukuje funkční změny nervového systému, které se projevují jako poruchy vývoje CNS nebo poruchy chování a učení. Srovnání přibližně 2300 dětí z různých okresů dle intenzity znečištění ovzduší (Teplice, Prachatice, Znojmo) ukázalo horší reaktivitu a častější poruchy učení u dětí z Teplic.

Úmrtnost

I standardizovaná úmrtnost mužů sledovaná v období 1982 až 1998 v okrese Teplice, pánevních okresech severních Čech (Chomutov, Most, Teplice, Ústí n. L. a Děčín), okresech jižní Moravy s nízkou úrovní znečištění ovzduší (Třebíč, Vyškov, Zlín, Brno-venkov a Blansko), Praze a celé ČR prokázala nej-

vyšší úmrtnost u obou pohlaví v okrese Teplice a pánevních okresech. Celková úmrtnost a úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění (60 %) u obou pohlaví ve sledovaném období ve všech oblastech klesala. Průměrný věk osob zemřelých na tato onemocnění v pánevních okresech je o tři až čtyři roky nižší u obou pohlaví. Nádory je podmíněno 22–25 procent všech úmrtí. Úmrtnost na nádory dýchacího ústrojí u mužů se významně snižovala, naopak úmrtnost na nádory u žen se zvyšovala a toto zvýšení se významněji projevuje v pánevních okresech.

Ve srovnání s ČR také do současnosti přetrvává o dva roky kratší předpokládaná délka života při narození u obou pohlaví v okrese Teplice a pánevních okresech.

Vyšší úmrtnost v pánevních okresech je ovlivňována více faktory než jen znečištěným ovzduším, také socioekonomickým postavením, nízkou úrovní vzdělání populace, relativně velkou romskou menšinou, nezdravým životním stylem, vysokým výskytem kouření a nedostatky ve výživě.

Pokud hodnotíme zdravotní rizika kontaminantů ovzduší PM₁₀, SO₂, NO_x, kovů, těžkých organických látek a polycyklických aromatických uhlovodíků v Teplicích, pak je jisté, že k nepříznivému ovlivnění zdravotního stavu obyvatelstva minimálně do konce roku 1994 přispěly zvýšené koncentrace SO₂ a PM₁₀. PAU představují hlavní riziko pro zdraví populace v pánevních okresech.

Závěr

Znečištění ovzduší způsobilo především spalování hnědého uhlí, na němž se výrazně podílely lokální zdroje. Ty byly také hlavním producentem polycyklických aromatických uhlovodíků s prokázanou mutagenní a embryotoxickou aktivitou. V průběhu Programu Teplice významně poklesly koncentrace obligátních kontaminantů ovzduší jako SO₂, polétavý prach a PAU. Získané poznatky ukazují na nové faktory, se kterými by se mělo při hodnocení zdravotního rizika pro člověka a při tvorbě nových standardů pro znečištěné ovzduší do budoucna počítat.

Poděkování:
Program Teplice I a II byl financován z prostředků MŽP ČR (VaV 340/1/1997) a CEC (PHARE II, EC/HEA/18/CZ). Spolupráce s US EPA umožnila zavést v ČR moderní monitorování znečištěného ovzduší, metody molekulární epidemiologie a metody reprodukční epidemiologie. Při závěrečném vyhodnocení výsledků studie představitelé US EPA opakovaně zdůrazňovali, že Program Teplice představoval jejich nejúspěšnější spolupráci se zahraničními partnery. Byl to pravděpodobně vůbec nejrozsáhlejší výzkum tohoto typu v Evropě.

