REVIEW

ENVIRONMENTÁLNÍ ZDRAVÍ: NALÉHAVÉ PROBLÉMY

Environmental health: acute problems

Jiří Patočka, Friedo Zölzer

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, katedra radiologie, toxikologie a ochrany obyvatelstva

Summary

At present, the definition of the human health is not limited only to the absence of diseases or corporal disorders, it is interpreted as the state of complete corporal, mental and social well-being. To reach such a state is not easy though, and it is quite impossible to be reached without providing such environmental quality, where the concentration levels of pollution caused by human activity do not impact significantly human health, or rather they do not represent any unacceptable risks for the human health. Researches in the latest years clearly show the causal connection between human health and environmental pollution, and the impossibility to improve the health of the population without improving the environment where people live, work, rest and perform a plenty of other activities. The newly being constituted discipline of "environmental health" should deal not only with the studies of the particular environmental factors, that have a positive or a negative impact on human health, but should also deal with the evaluation of health risks. This is meant to be especially the assessment of the level and seriousness of the load the population exposed to the risk factors of the environment, work conditions and lifestyle faces. At present, there exist several exigent problems that biomedicine due to its relation to the environment should deal with, and that are related to the global environmental problems as well as to local problems.

Key words: environment – risk factors of the environment – environmental health

Souhrn

V současné době se definice zdraví člověka neomezuje jen na absenci nemocí nebo tělesných vad, ale je chápána jako stav úplné tělesné, duševní a sociální pohody. Dosáhnout takového stavu je však obtížné a rozhodně toho nelze dosáhnout bez zajištění takové kvality životního prostředí, kde hodnoty koncentrací člověkem vytvořených znečišťujících látek nemají významné dopady na lidské zdraví, resp. neznamenají pro lidské zdraví žádná nepřijatelná rizika. Výzkumy posledních let jasně ukazují, že mezi zdravím člověka a znečišťováním životního prostředí existuje kauzální souvislost a že zlepšení zdravotního stavu obyvatelstva nelze dosáhnout bez zlepšení životního prostředí, ve kterém lidé žijí, pracují, odpočívají a vykonávají řadu dalších aktivit. Nově se konstituující obor „environmentálního zdraví“ by se měl zabývat nejen studiem jednotlivých faktorů životního prostředí, které mají na lidské zdraví negativní či pozitivní účinek, ale měl by se především zabývat hodnocením zdravotních rizik. Tím se rozumí především posouzení míry závažnosti zátěže populace vystavené rizikovým

Submitted: 2012-11-23 • Accepted: 2013-01-08 • Published online: 2013-06-18

KONTAKT: XV/2: 190–202 • ISSN 1212-4117 (Print) • ISSN 1804-7122 (Online)

faktorům životních a pracovních podmínek a způsobu života. V současné době existuje několik naléhavých problémů, kterými by se měla biomedicína ve vztahu k environmentálnímu zdraví zabývat a které souvisejí jak s globálními problémy životního prostředí, tak s problémy lokálními.

Klíčová slova: životní prostředí – rizikové faktory životního prostředí – environmentální zdraví

ÚVOD

Obor environmentálního zdraví (EZ) můžeme chápat jako odnož veřejného zdraví, který se zabývá všemi aspekty přírodního a člověkem vytvořeného prostředí, jež mohou mít na lidské zdraví nějaký vliv. Vliv faktorů životního prostředí na člověka studuje podle české terminologie obor „Hygiena a epidemiologie“. Tento obor dělí faktory životního prostředí na biologické (mikroorganismy), chemické (těžké kovy, organické sloučeniny, pesticidy, aditiva v potravinách), fyzikální (vibrace, UV záření, ionizující záření) a psychologické. Tyto faktory jsou aktuální zejména v hygieně práce. Obor EZ věnuje pozornost především faktorům v běžném životním prostředí (Carpenter, Sly, 2012).

I když v České republice (ČR) není pojem EZ příliš známý, různé aspekty vlivu životního prostředí na člověka byly řešeny na řadě pracovišť. První institut, který se věnoval problematice hygieny a epidemiologie, tedy problematice faktorů životního a pracovního prostředí, vznikl v České republice, resp. tehdejší Československé republice již v roce 1924 (Státní zdravotní ústav v Praze). Tematikou působení faktorů životního a pracovního prostředí na lidské zdraví se ve svém výzkumu zabývala celá řada českých vědců, např. prof. MUDr. Vladimír Bencko, CSc., prof. MUDr. Kamil Provazník, CSc., doc. MUDr. Lumír Komárek, CSc., prof. MUDr. Jan Šejda, DrSc., a řada dalších. Tento výzkum má v ČR bohatou tradici a je na co navazovat.

Pojem EZ se v naší zemi snažil popularizovat profesor RNDr. Vladimír Srb, DrSc., bývalý vedoucí katedry hygieny a preventivního lékařství Lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Hradci Králové, který zemřel v roce 2005. Redigoval dvě knihy o této oblasti (Srb, 1998; Srb et al., 1998).

Definice

Evropská kancelář Světové zdravotnické organizace (WHO) používá pro EZ následující definici: „Environmentální zdraví zahrnuje ty aspekty

lidského zdraví a nemoci, které jsou určovány faktory přítomnými v životním prostředí. Také se týká teorie a praxe hodnocení a kontroly faktorů v životním prostředí, které mohou potenciálně ovlivnit zdraví. Zahrnuje přímé patologické účinky chemických látek, záření a některých biologických agens a účinky (často nepřímé) na zdraví a pohodu v rámci širokého fyzikálního, psychologického, sociálního a estetického prostředí.“

Tato definice se zakládá na „Evropské chartě o životním prostředí a zdraví“, která byla přijata „První evropskou konferencí o životním prostředí a zdraví“ v roce 1989. Tento dokument uvádí seznam „naléhavých problémů“, kterým by všechny země „měly věnovat zvláštní pozornost“.

Naléhavé problémy environmentálního zdraví

Dne 23. února 2005 přijal Evropský parlament drtivou většinou hlasů (576 hlasů pro a 48 proti) usnesení o zahájení evropského akčního plánu pro životní prostředí a zdraví na období let 2004–10. V té době již bylo k dispozici velké množství prací a vědeckých studií, které ve většině případů dokazovaly vztah mezi vlivy životního prostředí a lidskými nemocemi. Tento vztah byl nalezen zejména mezi čtyřmi nemocemi: astmatem a alergiemi u dětí, poruchami nervového vývoje, rakovinou a poruchami endokrinního systému. Navzdory velkému množství provedených studií ani dnes neztratila většina těchto priorit nic ze své aktuálnosti (Friis, 2011).

Globální poruchy v životním prostředí

V posledních dvou desetiletích jsme svědky významných klimatických změn, které jsou globálního charakteru a podstatným způsobem zasahují do života lidí a ovlivňují zdraví a kvalitu života milionů lidí na celém světě (Hales et al., 1997; Patza, 2011) ve všech aspektech života (Bush et al., 2011; Shonkoff et al., 2011; Houghton et al., 2012). S některými faktory člověk

bojuje, nebo se o to alespoň snaží, jako například s narušením ozonové vrstvy a s ní souvisejícím zvýšením UV záření dopadajícího na zemský povrch (Berman et al., 2012) nebo snižováním obsahu CO₂ ve vzduchu kontrolovaným spalováním fosilních paliv (Ziska, 2011).

Městský rozvoj, plánování a ochrana zdraví a podpory zdravotního stavu

V průmyslově vyspělých státech, ale i řadě rozvojových zemí dochází k významnému přesouvání obyvatel z venkova do měst. Souvisí to s řadou ekonomických faktorů, zejména však s tím, že ve městě lze snáze získat zaměstnání. V některých oblastech světa to vede k vzniku megaměst, satelitních měst, chudinských čtvrtí, bezdomovců, zhoršení životního prostředí a zvýšení zdravotních rizik (Gurjar et al., 2010; Hu, 2011). Tento problém se týká i ČR, i když zdaleka ne tak silně jako některých zemí; v poslední době i těch, které zaujímají významné místo ve světové ekonomice, včetně USA.

Ve městech je nejen snazší najít práci, ale dostupnější je i vzdělání, zdravotní péče a řada služeb. To ovšem vede ke stále stoupajícím výdajům do oblasti školství, zdravotnictví a sociální péče. Současně s tím roste i kriminalita, zneužívání drog apod. (Korff, Rothfuß, 2009).

Nezávadná pitná voda a hygienické zpracování odpadních vod

Pitná voda patří k základním životním potřebám a její odpovídající příjem je nejen podmínkou pro správné fungování všech procesů v lidském těle, ale přispívá i k duševní pohodě člověka. Podle definice je pitná voda definována jako zdravotně nezávadná voda, která ani při trvalém požívání nevyvolá onemocnění nebo poruchy zdraví přítomností mikroorganismů nebo látek ovlivňujících akutním, chronickým či pozdním působením zdraví fyzických osob a jejich potomstva, jejíž smyslově postižitelné vlastnosti a jakost nebrání jejímu požívání a užívání pro hygienické potřeby fyzických osob (zákon č. 258/2000 Sb. a vyhláška MZe ČR č. 252/2004 Sb.).

Pokud kvalita vody neodpovídá hygienickým požadavkům, může způsobit různé zdravotní problémy akutního či chronického rázu. Riziko spojené s nevhodnou kvalitou nelze vyloučit u žádné vody, bez ohledu na to, zda se jedná o vodu z vodovodu nebo studny, o vodu upra-

venou nějakým zařízením nebo vodu balenou (Baig et al., 2012).

Přístup k nezávadným zdrojům pitné vody patří mezi základní lidské potřeby. Podle průzkumu WHO a UNICEF však mají zhruba 2 miliardy lidí k pitné vodě jen omezený přístup. Celkové množství vody na Zemi je sice obrovské, ale plných 97,5 procenta z celkového objemu tvoří voda slaná či poloslaná (brakická), ve které se můžeme koupat, ale bez nákladné úpravy ji nemůžeme pít. Ale ani těch zbývajících 2,5 % sladké vody není jednoduché využívat k pití. Většina zásob sladké vody je obsažena v ledovcích, v trvalé sněhové pokrývce polárních oblastí a velehor. Nezanedbatelná část sladké vody je ukryta hluboko v podzemních rezervoárech. Prakticky využitelná část pitné vody tak tvoří pouhé 0,3 % z celkového objemu sladké vody na zemské kouli. Ovšem to, že se jedná o sladkou vodu, ještě neznamená, že se jedná také o vodu pitnou. Značná část této vody je znečištěná, a aby se dala pít, musí projít složitým procesem čištění a úpravy (Aziz, 2010).

Z uvedených čísel vyplývá, že pitná voda je vlastně velká vzácnost a existují oprávněné obavy, že brzy nebude narůstajícímu počtu lidí stačit. Každý rok přibude na Zemi přibližně 80 milionů lidí. Ti k životu potřebují asi 64 miliard metrů krychlových vody. Její zásoby ale – na rozdíl od světové populace – nerostou. Se stoupající životní úrovní v zemích, jako je Čína, se navíc zvyšuje i průměrná spotřeba vody na obyvatele. V roce 2030 bude voda chybět polovině lidstva (Anonym, 2009).

Usnesení Evropského parlamentu ze dne 15. března 2012 o 6. světovém fóru o vodě, které se konalo v Marseille ve dnech 12.–17. března 2012, vyzývá všechny země, aby si do roku 2015 stanovily kvantitativní cíle týkající se snižování chemického a biologického znečišťování, k němuž dochází působením městských odpadních vod a pozemních činností, aby bylo možné zachovat a obnovit kvalitu vody a podpořit udržitelné využívání vodních zdrojů a ekosystémů. Usnesení připomíná členským státům jejich povinnost dosáhnout do roku 2015 dobrého stavu vod, která vyplývá z rámcové směrnice o vodě a vyzývá členské státy, aby učinily veškerá nezbytná opatření a poskytly dostatečné finanční prostředky s cílem dosáhnout těchto cílů zaměřených na zlepšení kvality vody.

Situace v zásobování obyvatelstva pitnou vodou v ČR je zatím bez větších problémů, ale to neznamená, že tomu tak bude i v budoucnu. K nedostatku vody v některých oblastech může dojít již brzy upřednostňováním zájmů ochrany přírody před zásobováním obyvatel pitnou vodou z veřejných vodovodů. Česká legislativa není na déletrvající nedostatek vody pro veřejnou potřebu připravena a neřeší jej. Zásobování obyvatel vodou totiž není definováno jako veřejný zájem. Veřejným zájmem je podle § 1 odst. 2 zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích, pouze zřizování a provozování vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu, tedy budování infrastruktury a její provozování. Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení, zná pouze zásobování obyvatel pitnou vodou při krizích z jiných příčin, např. při evakuaci obyvatel z důvodů průmyslových havárií apod. Neřeší však zásobování pitnou vodou v případě mnohaletého deficitu srážek či nevratného znečištění zdrojů.

Nezbytnou součástí strategie hospodaření s pitnou vodou je také hygienické zpracování odpadních vod, aby tyto neznečišťovaly přírodní zdroje pitné vody. Proto se odpadní vody produkované v domácnostech a průmyslu odvádějí kanalizační sítí do čistíren odpadních vod. V čistírně se splašky nejprve mechanicky předčistí a zbaví makroskopických nečistot a poté je voda odvedena do aktivačních nádrží, kde se pomocí kyslíku a mikroorganismů odstraňují rozpuštěné nečistoty. Poslední fází je odstranění minerálních látek, ke kterému dochází v usazovacích nádržích. Teprve takto vyčištěná voda se vypouští zpět do přírody a není daleko doba, kdy bude znovu používána ke konzumaci (Schroeder et al., 2012). V odpadních vodách jsou ovšem přítomny i látky, které běžná čistírna neodstraní.

Kvalita povrchových, podzemních, pobřežních a rekreačních vod

Největším celosvětovým problémem povrchových vod je jejich znečištění pocházející z průmyslu i domácností. Mezi nejvýznamnějšími toxikanty nacházíme těžké kovy (O'Sullivan et al., 2012) a skupinu chemicky heterogenních látek zvaných endokrinní disruptory (Shu et al., 2012). Problémem je i narůstající množství sinic (*Cyanobacteria*), které produkují řadu toxických látek zvaných cyanotoxiny (Mátlová et al., 2004).

Těžké kovy

Těžké kovy a jejich anorganické a organické sloučeniny patří mezi významné jedy, ale současně jsou častými polutanty nacházenými v životním prostředí. Těžké kovy znečišťují především ovzduší zejména při spalování fosilních paliv, při výrobě kovů a vlivem dopravy, ale jejich nebezpečí spočívá spíše v jejich možném přechodu a akumulaci v jiných složkách životního prostředí, jako jsou voda a půda. Mezi nejdůležitější toxické kovy životního prostředí patří olovo, kadmium, rtuť a arsen (Tchounwou et al., 2012).

Olovo (Pb) se do životního prostředí dostává zejména spalováním fosilních paliv. Dříve byla nejvýznamnějším zdrojem pro životní prostředí doprava. Přechod na bezolovnatá paliva vede k jeho postupnému snižování. Zcela jsme se však olova v životním prostředí nezbavili. Organické sloučeniny olova představují větší riziko pro zdraví lidí než anorganické sloučeniny olova (Patočka, 2008). Zemědělská půda obsahuje průměrně 10 mg Pb/kg, např. v listech stromů kolem frekventovaných komunikací jsou zjišťovány hodnoty až 700 mg/kg. V přírodě je olovo všudypřítomné, včetně pitné vody (Hout, 2012). Denní dietární dávky olova zjištěné v několika studiích v evropských zemích se pohybují od 27 µg (Švédsko 1983) do 180 µg (Belgie 1983). Normální hladina olova v krvi se pohybuje v rozmezí 50–120 µg/litr. Tolerovatelná denní dávka olova činí 500 µg.

Zatímco účinnost vstřebávání olova u dospělých je jen asi 10%, dětský organismus resorbuje z potravy 40–50 % olova. Olovem jsou proto ohroženy zejména děti (Patočka, Černý, 2003). Již při hladině olova v krvi 150 µg/litr se u dětí objevuje řada nepříznivých účinků (pomalejší mentální i fyzický vývoj, nižší schopnost učení, nižší inteligence, anémie, snížená imunita). Při chronické otravě klesá množství hemoglobinu v červených krvinkách a objevuje se anémie. Vstřebané olovo je transportováno krví do jater a ledvin, kde se kumuluje. Při intoxikaci olovem mohou být poškozeny ledviny a játra, krev, nervový systém a kardiovaskulární systém. Při dlouhodobé expozici se olovo hromadí v kostech, játrech a ledvinách. Důsledkem chronického zatížení organismu olovem jsou nervové poruchy, poruchy trávení, hubnutí,

případně ochrnutí dolních končetin (Riva et al., 2012).

Kadmium (Cd). Hlavními zdroji znečištění životního prostředí kadmíem jsou těžba rud železa a zinku, spalování fosilních paliv a výroba plastů. Závažným zdrojem jsou opotřebované a nesprávně likvidované olověné akumulátory. Do půdy se může dostat jako součást nekvalitních dusíkatých a fosforečných hnojiv původem z Afriky. Kadmium se vyznačuje progresivní akumulací v životním prostředí. Ke kumulaci dochází také v čistírenských kalech, takže hnojení těmito kaly může nezanedbatelným způsobem přispívat ke kontaminaci potravního řetězce (Kah et al., 2012). Nezanedbatelné není ani množství kadmia přijímané kuřáky z tabákového kouře (Cooper, 2006). Podíl inhalační expozice kadmia u kuřáků je srovnatelný s příjmem tohoto prvku potravou (obsah Cd v tabáku je 1–2 mg/kg). Krevní hladina kadmia je u nekuřáků 0,2–3 µg/litr, u kuřáků 0,2–5 µg/litr.

Kadmium působí na organismus toxicky na mnoha úrovních (Bertin, Averbek, 2006). Mohou být poškozeny ledviny a játra, kadmium může způsobit poškození plodu a může mít karcinogenní účinky a poškozuje pohlavní orgány (Thompson, Bannigan, 2008; Krivosheev et al., 2012). Významná je zejména jeho chronická toxicita. Kadmium je jedním z nejvýznamnějších rizikových faktorů hepatocelulárního karcinomu (Satarug, 2012). Kritickým orgánem je totiž ledvina. Z trávicího traktu se kadmium resorbuje jen málo, v průměru jen kolem 6 %, ale protože jeho biologický poločas je až 30 let, jsou i malé dávky dlouhodobě přijímaného kadmia velmi nebezpečné.

Kadmium negativně ovlivňuje metabolismus vápníku a tím tvorbu vitamínu D, což může vést k osteoporóze (Youness et al., 2012). Jako důsledek působení kadmia byly popsány nekrózy a tumory pohlavních žláz, dysfunkce ledvin, resp. poruchy kardiovaskulárního systému (Son et al., 2012).

Rtuť (Hg). Ke vstupu rtuti do životního prostředí přispívají hlavně spalování uhlí, použití rtuti v průmyslu a zemědělství a manipulace s odpady, ale také vulkanická činnost. Celkové množství rtuti vstupující do atmosféry se odhaduje na 150 000 tun ročně, zhruba 2/3 připadají na při-

rozené zdroje. V nekontaminovaných půdách se koncentrace rtuti pohybují v rozmezí 0,02–0,2 mg/kg. Do rostlin přechází rtuť z půdy jen málo. Vyšší koncentrace rtuti obsahují jen některé jedlé houby, ryby a mořští měkkýši a koryši (Jardine et al., 2012). Na příjmu rtuti dietou se rozhodující měrou podílí konzumace ryb, v nichž se rtuť vyskytuje ve formě neurotoxické organické sloučeniny – methylrtuti (Murata et al., 2011). Z potravy se resorbuje v tenkém střevě jen asi 7 % rtuti a ta se kumuluje v játrech, ledvinách a mozku.

Při intoxikaci rtutí a jejími sloučeninami jsou poškozeny zejména ledviny a mozek. Při otravě methylrtutí převažují neurotoxické účinky. Akutní účinek rtuti se projevuje poruchami trávicího ústrojí, provázenými průjmy a zvýšenou salivací, poruchami ledvin a centrálního nervového systému (Boscolo et al., 2009). Při dlouhodobém příjmu i nízkých dávek Hg má za následek nervové poruchy, uvolňování a vypadávání zubů, resp. poruchy ledvin. Dochází k poruchám smyslových funkcí, poruchám řeči, objevují se morfologické změny v mozku, mentální poruchy a změna psychiky. Existuje důvodné podezření, že intoxikace rtutí by mohla být příčinou autismu (Kern et al., 2012). Methylrtuť má také teratogenní účinky (Holt, Webb, 1986). Riziko poškození plodu je vysoké a nastává již u matek, u kterých koncentrace rtuti ve vlasech dosáhne 15–20 mg/kg. Přitom příznaky otravy se u dospělých jedinců objevují až při koncentraci rtuti ve vlasech vyšších než 30 mg/kg (Stern, 1981). Proto se v některých zemích doporučuje těhotným ženám omezit konzumaci ryb.

Za rizikovou je někdy považována dokonce expozice rtutí ze zubních amalgamových výplní (Rathore et al., 2012), ale pro tuto hypotézu dosud chybí přesvědčivé důkazy (Watson et al., 2012).

Arsen (As) se v životním prostředí vyskytuje v organické i anorganické formě a nejčastěji v podobě sulfidů je součástí různých hornin a půd. Do vody se anorganický arsen dostává vymýváním z hornin, z odpadních vod a atmosférickou depozicí. Je běžnou součástí podzemních i povrchových vod. Koncentrace ve vodách se obecně pohybuje mezi 1–2 µg/l, v oblastech s přírodními zdroji však může být značně vyšší, až 12 mg/litr.

Hlavními zdroji dietárního arсенu jsou mořské produkty a maso. Denní příjem z pitné vody v ČR nedosahuje 10 µg, ale jsou země jako např. Bangladéš, kde často jediný zdroj vody, artézské studny obsahují nadlimitní množství As. Kontaminace spodních vod arsenem je problém zaznamenaný i v Argentině, Chile, Číně, Indii, Mexiku, Thajsku či USA, ale takový rozsah jako v Bangladéši není nikde jinde na světě. Miliony lidí tam nemají možnost použít jiné zdroje pitné vody. Arsenem kontaminovanou vodu tam pije a používá 25 milionů lidí (Cílek, 1998).

Akutní otrava arsenem ve vysoké dávce může proběhnout jako paralytická forma s prudkou bolestí hlavy a zhroucením krevního oběhu, smrt může nastat v několika hodinách. Při nižší dávce se objevují bolesti hlavy, závratě, pocit slabosti, pocit sucha v ústech, palčivá bolest v hrdle a po několika hodinách zvracení, prudké bolesti břicha, vodnaté a krvavé průjmy. Brzy může dojít k dehydrataci, k poklesu krevního tlaku, k selhání oběhu, k cyanóze a v křečích a hlubokém bezvědomí může postižený zemřít. Přežije-li člověk tuto akutní fázi, objeví se obvykle druhý až třetí den žloutenka a anurie. Dochází k vážnému poškození jater a ledvin.

Chronická otrava je charakterizována pestrým obrazem klinických příznaků. Jsou to projevy podráždění až zánětu kůže, vedoucí až k tvorbě hlubokých vředů. Na dlaních a chodidlech se objevuje ztlustělá kůže. Častá je ztráta vlasů a poškození nebo ztráta nehtů. Pro chronickou otravu arsenem je příznačné temné, bronzové zbarvení kůže (melanosa). Časté jsou otoky očních víček.

Bezpečnost potravin

Současné zemědělství se neobejde ani bez umělých hnojiv, ani bez různých agrochemikálií, které zvyšují produktivitu a zvyšují kvalitu zemědělských produktů. Nové generace agrochemikálií, zejména pesticidů, jsou stále šetrnější k životnímu prostředí a snižuje se i toxicita k ne-cílovým organismům. Nicméně zdravotní rizika stále existují, zejména nejsou-li dodržovány doporučené dávky nebo dojde-li k technologické nekázní při používání těchto prostředků (Su et al., 2011). Pesticidy jsou častou příčinou smrtelných otrav (Kurisaki et al., 2010).

Bezpečnost potravin je významným faktorem veřejného zdraví a zahrnuje: hygienu výroby

potravin, kontrolní mechanismy, monitoring potravních řetězců a bezpečnost krmiv. V ČR přispívají k zajištění bezpečnosti potravin státní organizace a instituce financované státem, zejména tvorbou legislativy, průběžnou a důslednou kontrolou zdravotní bezpečnosti a kvality, dlouhodobým sledováním výskytu cizorodých látek (monitoring), informováním a vzděláváním spotřebitelů. Časté případy nálezů prošlých potravin v hypermarketech a zejména „methanolová aféra“ s 30 úmrtími nás však přesvědčují, že na tomto úseku není vše v pořádku a je tedy co zlepšovat – zejména v kontrolní činnosti.

Veřejnost je přesvědčena, že kvalita potravin v ČR je nejhorší v zemích EU a dále se zhoršuje. Nadměrné používání aditiv a dalších látek v potravinách (Strunecká, Patočka, 2011, 2012) spolu s probíhajícími změnami stravovacích návyků nejsou pro zdraví lidí tím nejlepším vkladem do života.

Kvalita vnějšího ovzduší

Ve vztahu k lidskému zdraví rozumíme kvalitou vnějšího ovzduší úroveň znečištění, která může svými účinky lidské zdraví ovlivňovat. Tato úroveň je způsobena vypouštěním znečišťujících látek z různých zdrojů v důsledku lidské činnosti (např. doprava, spalování, průmyslová výroba a další). Protože znečišťující látky jsou po vypuštění ze zdroje přenášeny v atmosféře, mohou tak ovlivňovat kvalitu ovzduší nejen v nejbližším okolí samotného zdroje znečištění, ale i ve vzdálenějších oblastech. Základní právní normou upravující hodnocení a řízení kvality ovzduší je zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší.

Dopravní prostředky, zejména automobily, jsou zdrojem četných zdraví nebezpečných látek primárně zamořujících ovzduší (Jacquemin et al., 2012), ale sekundárně také vody a půdu (Napier et al., 2009). Mezi nejnebezpečnější patří polycyklické aromatické uhlovodíky, které jsou rizikovým faktorem pro vznik řady nemocí (Jung et al., 2012). Jedná se totiž o silné karcinogeny (Wang et al., 2012). Doprava je také zdrojem těžkých kovů (Zhang et al., 2012), polycyklických aromatických uhlovodíků (Kumar, Kothiyal, 2012) a dalších nebezpečných látek (Spengler et al., 2011; Ringuet et al., 2012).

Kvalita vnitřního ovzduší budov

Kvalitou ovzduší uvnitř budov rozumíme složení vnitřního ovzduší, které umožňuje uspo-

kojit požadavky na zdraví obyvatel, na jejich tepelnou pohodu, pachové pohodlí, přiměřenou vlhkost apod. Kvalita vnitřního ovzduší záleží na koncentracích plyných, kapalných a pevných složek. Některé jsou přirozeně přítomny v okolním vzduchu, mohou se však vyskytnout další složky, které se v něm přirozeně nevyskytují a které označujeme jako znečišťující: zapáchající plyny vnímané jako nepříjemné, a to jak zdraví škodlivé, tak zdraví neškodící; plyny bez zápachu zdraví škodlivé – jako oxid uhelnatý; kapalná a pevná látka zdraví škodlivé. Koncentrace znečišťujících látek musí být nižší než povolené prahové hodnoty (Bednářová, Krejsová, 2008).

Většina látek zhoršujících kvalitu vnitřního ovzduší má svůj původ v syntetických materiálech, které se nacházejí v interiéru a z nichž se těkavé organické látky uvolňují. Pro tuto skupinu škodlivin se vžil zkratka VOC (Volatile Organic Compounds).

Výrobky a přípravky uvolňující VOC

Barvy a laky – mezi nejčastěji uvolňované VOC patří toluen, styren, xylen, tetralin, aceton a další, které mají funkci ředidel či rozpouštědel, zabezpečují roztržitelnost barvy nebo laku. Po nanesení se rychle odpaří a barva nebo lak tak postupně zaschnou a ztuhnou. Při expozici těmito látkami se mohou objevit příznaky akutní otravy jako bolest hlavy, nauzea, zvracení, poruchy koncentrace, závrať apod. (Silva et al., 2003). Při dlouhodobé expozici může dojít k poškození motoriky drobných svalů končetin nebo změnám v chování. Běžné koncentrace těchto látek v bytech jsou nízké, ale zvyšují se při manipulaci s nátěrovými hmotami či jejich rozpouštědly.

Lepidla – používaná k lepení papíru, dřeva, tapet, koberec apod. uvolňují podobné VOC jako barvy a laky. Zvláštní skupinu lepidel tvoří tzv. sekundová lepidla obsahující kyanoakryláty. Vytvrzená lepidla jsou biologicky inertní a hrozí pouze nebezpečí, že si slepíme prsty. Páry kyanoakrylátů ve formě monomerů však intenzivně dráždí sliznice očí, nosu a krku. Při opakované expozici mohou páry kyanoakrylátů některé jedince senzibilizovat a pak se u nich objevují příznaky podobné chřipce. Mohou také dráždit kůži a způsobovat alergickou kožní reakci (Vintners et al., 1985).

Deodoranty a osvěžovače vzduchu – VOC se z nich uvolňují a rozptýlí po místnosti při jejich použití. Výrobky ve sprejích, aerosolové rozprašovače také používají pro vytvoření aerosolu VOC. I když dříve používané freony byly již pro riziko poškození ozonové vrstvy ve většině zemí zakázány, i mezi v současné době používanými hnacími plyny jsou látky s dopadem na lidské zdraví. Je to zejména propan-butan, dimethylether, tetrafluoroethylen a isopentan. Jinou nebezpečnou látkou, používanou v osvěžovačích vzduchu a čistících či pracích prostředcích nebo přípravcích pro osobní hygienu, je tzv. xylenové pižmo (5-*tert*-butyl-2,4,6-trinitro-*m*-xylen). Tato látka je používána jako náhražka za podstatně dražší přírodní pižmo. Pro své nebezpečné vlastnosti je však v poslední době v centru pozornosti Evropské agentury pro chemické látky (ECHA). Tato látka (a další jí podobné) používaná jako stabilizátor vůně je pravidelnou součástí našich domovů a ostatních budov (Sofuoglu et al., 2010; Kubwabo et al., 2012). Nalézáme ji však i exteriérech na místech, kde bychom ji nečekali: v pitné vodě (Wombacher, Hornbuckle, 2009), rybách (Rimkus et al., 1997) a dokonce i v mateřském mléce (Lignell et al., 2008).

Čistící a odmašťovací prostředky – VOC obsažené v těchto přípravcích jsou např. benzin, benzen, perchloretylen, trichloretylen, metylenchlorid, tetrachloretylen a některé další halogenované uhlovodíky. Ve velkém se používají v chemických čistírnách, ale i v domácnostech nacházejí časté uplatnění. Pro tyto látky je společné, že odmašťují a poškozují kůži a mohou způsobovat hypersenzitivní pneumonitidu (HP). Jedná se o granulomatózní zánětlivé onemocnění plic způsobené inhalací antigenních organických par, nanočástic či prachů (Fenclová et al., 2009).

Prostředky na mytí nádobí a sanitárního zařízení, sprchové gely, mýdla – obsahují řadu látek, z nichž mnohé patří do kategorie VOC. Jsou to zejména vonné látky, s nimiž je spojen pocit čistoty. Některé z těchto látek mohou být přírodní, jiné jsou syntetické, ale všechny mohou u citlivějších jedinců vyvolat alergické reakce (Medina-Ramón et al., 2005).

Pesticidy – látky používané v domácnosti k hubení hlodavců, nežádoucího hmyzu, pro ochra-

nu dřeva apod. Tyto přípravky bývají zdrojem sice nevysoké, zato dlouhodobé expozice VOC. Často jsou uzpůsobeny tak, aby se z nich účinná látka, např. proti komárům, uvolňovala pomalu, ale dlouhodobě. Některé k těmto účelům používané pesticidy jsou však podezřelé z karcinogenity nebo z chronického poškozování jater a ledvin (Morgan, 2012).

Nábytek, stavební prvky, tapety, závěsy, koberce a další – jsou také zdrojem četných VOC. Z těch nejnebezpečnějších látek je to zejména formaldehyd, jehož hlavním zdrojem jsou různé dřevotřískové desky lepené močovino-formaldehydovými pryskyřicemi. Prvními příznaky zvýšené koncentrace formaldehydu je podráždění sliznic horních cest dýchacích a dráždění ke kašli, podráždění spojivek, pálení očí a slzení. Podráždění očí a horních cest dýchacích může způsobit v koncentracích 0,1–1 mg/m³ (Motyka, Mikula, 2005). Vyhláška Ministerstva zdravotnictví ČR č. 6/2003 Sb. stanovuje hygienický limit pro vnitřní prostředí obytných místností pro formaldehyd na 60 µg/m³, nejvyšší přípustná koncentrace formaldehydu pro pracovní prostředí je 1 mg/m³ (nařízení vlády č. 178/2001 Sb.).

Radon

Dalším faktorem kvality ovzduší uvnitř budov, kterému se obvykle věnuje méně pozornosti než chemickým látkám, je radon. Je to vzácný plyn bez barvy, pachu a chuti, což znamená, že nemáme žádné čidlo, které by nás před ním varovalo, avšak jako zářič alfa má značný význam. Při inhalaci spolu s nadechovaným vzduchem mohou zářiče alfa poškozovat buňky bronchoalveolární tkáně a způsobovat vznik karcinomu. To je známo po dlouhou dobu, protože například horníci uranových dolů jsou na svém pracovišti vystaveni vysokým koncentracím radonu a jejich riziko vzniku karcinomu plic zřetelně koreluje s expozicí radonu (Tomasek, 2012a). Avšak naneštěstí se radon týká též obyvatel mnoha domů, které mohou, v závislosti na použitých stavebních materiálech a určitých konstrukčních vlastnostech, vykazovat koncentrace radonu několik set Bq na m³ (1 Bq je 1 radioaktivní rozpad za sekundu) (Tomasek, 2012b). Spojené studie účinků radonu prováděné v Evropě vedly k závěru, že lidé žijící v domech s koncentrací 100 Bq na m³ mají o 8 % vyšší riziko vzniku karcinomu

plic než lidé, kteří nejsou exponováni radonu (Darby, 2006). Mnohé domy mají mnohem vyšší koncentraci a odhaduje se, že v Evropě je zhruba 21 000 úmrtí na karcinom plic způsobeno ročně radonem, z toho 3 000 nekuřáků a 18 000 kuřáků, kteří se zdají být citlivější na účinky tohoto plynu. Radon je proto po kouření druhým nejdůležitějším faktorem vyvolávajícím karcinom plic (Sethi et al., 2012).

Záření

Žádný z energetických zdrojů nelze považovat za zcela bezpečný ve vztahu k EZ, ať už se jedná o štěpný radioaktivní materiál, fosilní paliva, větnou, geotermální nebo sluneční energii (Chang, Zhao, 2012; Smith et al., 2012). Každý způsob získávání energie z těchto zdrojů nese s sebou určitá rizika, která mohou mít větší nebo menší vliv na lidské zdraví (Osterholm, Kelley, 2009). Nejvýznamnějším zdrojem znečišťování životního prostředí a negativním faktorem pro lidské zdraví jsou bezesporu lokální topeniště na pevná paliva. Významným způsobem zvyšují množství polévatého prachu a nebezpečných chemikálií a podílejí se na smogových situacích (Geng et al., 2012).

Je samozřejmé, že se názory veřejnosti značnou měrou zaměřují na riziko jaderných elektráren. V roce 2007 byla v Německu věnována značná veřejná diskuse studii, která ukázala vzrůst frekvence leukemie u dětí mladších než 5 let, které žily v kratší vzdálenosti než 5 km od jaderné elektrárny (Kaatsch et al., 2008). Podobné výsledky byly obdrženy v jiných zemích, avšak překvapivě ne jenom v místech, kde byla jaderná elektrárna v provozu, ale také tam, kde byla plánována, avšak nikdy nebyla postavena. Proto, ať byla příčina pozorovaných případů leukemie jakákoliv, určitě nebyla dána zvýšenou radiací okolo jaderných elektráren (Zölzer, 2010). Mezi odborníky je široká shoda v tom, že jaderné instalace se stávají příčinou obav pouze v případě katastrofické události, jako byly Černobyl nebo Fukušima.

Určitá hladina záření je však součástí našeho každodenního přirozeného prostředí. Pro Českou republiku je průměrná roční expozice zhruba 0,4 mSv od kosmického záření, 0,5 mSv od záření zemského původu (půda a stavební materiály) a 0,3 mSv od radioaktivních složek naší potravy, celkem 1,2 mGy. K tomu musíme

přidat dalších 1,3 mSv od výše popsaného vdechování radonu, což představuje roční dávku 2,5 mSv (SURO, 2008). Nemáme žádný přímý důkaz o tom, že takové malé dávky způsobují zdravotní problémy, avšak většina radiobiologů se shoduje v tom, že můžeme stanovit riziko od výrazně vyšších dávek, kterým byli lidé vystaveni při explozích nukleární bomby v Hirošimě a Nagasaki (Preston et al., 2007). Tam bylo v případě hodnoty 1 Sv riziko úmrtí na karcinom vyvolaný zářením zhruba 10%. Pokud lze riziko pro 3 mSv extrapolovat z této hodnoty směrem dolů, potom je roční riziko osoby žijící v České republice, že zemře na karcinom vyvolaný zářením, 0,03 %, což znamená, že ročně může vzniknout zhruba 3 000 smrtelných případů nádoru následkem záření přirozeného pozadí, což je zhruba 10 % všech případů vzniku nádoru.

Předmětem obavy je též jiný druh záření: sluneční ultrafialové záření. Zatímco se v dřívějších stoletích dávala přednost bílé pleti, protože ukazovala, že vlastník nemusí pracovat venku, náš ideál krásy se změnil, takže máme rádi snědou barvu, a proto se vzrůstající měrou vystavujeme slunečnímu světlu, ať už přirozenému, či umělému, jako je tomu v soláriích. Naneštěstí tytéž paprsky, které vyvolávají pigmentaci kůže, rovněž způsobují karcinom kůže (protože zhnědnutí je v podstatě ochranná stresová reakce naší kůže) (Balk, 2011), což znamená, že následkem vyšší expozice slunečnímu záření vzrostly frekvence různých typů karcinomu kůže ve střední Evropě 5–10krát oproti dřívějším 30 letům (Stratigos et al., 2012). Naštěstí bylo dosaženo určitého pokroku při terapii karcinomu kůže, takže frekvence případů úmrtí nevzrostla dramatickým způsobem, avšak stále v České republice umírá okolo 300 osob ročně na karcinom kůže.

ZÁVĚR

Lidská společnost se na prahu 21. století ocitá před řešením otázek, které v minulosti neexistovaly nebo neměly zdaleka takovou naléhavost jako nyní. Jednou z těchto oblastí jsou otázky spojené se stavem životního prostředí a jeho vztahu k lidskému zdraví. Stále více si uvědomujeme, že mnohé faktory životního prostředí, jako je vystavení vlivu znečišťujících látek prostřednictvím vody, potravin nebo vzduchu, jsou významnými determinanty našeho zdraví. Výzkumy několika posledních desetiletí jasně ukazují, že kvalita jednotlivých složek životního prostředí, zejména ovzduší, vody a půdy, výrazným způsobem ovlivňuje kvalitu zdraví člověka. Důsledky tohoto působení se projevují nárůstem nemocnosti populace. Odhaduje se, že těmto faktorům lze připsat až šestinu všech úmrtí a nemocí dětí. I když lidé sami mohou učinit určitá rozhodnutí, která ovlivňují jejich životní styl a zdraví, ve většině případů se musí spoléhat na to, že je před ohrožením zdraví budou chránit správní orgány.

Při vymezování vztahu člověka k životnímu prostředí a zejména vymezování pojmu veřejného zdraví je třeba pojmenovat a prostudovat faktory životního prostředí, které se na zdraví člověka mohou podílet. V tomto směru však existuje řada dosud neznámých vztahů, které by měla studovat biomedicína a zejména pak nově se konstituující obor „environmentální zdraví“.

Článek byl vytvořen v rámci projektu EPZ2012_003 ZSF JU v Českých Budějovicích.

LITERATURA

1. Anonym: World faces 'perfect storm' of problems by 2030, chief scientist to warn (2009). [online] [cit. 2009-03-18]. Dostupné z: <http://www.guardian.co.uk/science/2009/mar/18/perfect-storm-john-beddington-energy-food-climate>
2. Aziz N. Water Rights – What's Wrong? (2010). [online] [cit. 2010-03-22]. Dostupné z: <http://www.grassrootsonline.org/news/blog/water-rights-whats-wrong>
3. Baig SA, Xu X, Khan R (2012). Microbial water quality risks to public health: potable water assessment for a flood-affected town in northern Pakistan. *Rural Remote Health*. 12/3: 2196.
4. Balk SJ (2011). Council on Environmental Health; Section on Dermatology. Ultraviolet radiation: a hazard to children and adolescents. *Pediatrics*. 127/3: 791–817.
5. Bednářová P, Krejsová J (2008). *Zdravé domy pro zdravé lidi, VŠTE v Českých Budějovicích*, 116 s. ISBN 978-80-903888-9-5.
6. Berman JD, Fann N, Hollingsworth JW, Pinkerton KE, Rom WN, Szema AM, Breyse PN, White RH, Curriero FC (2012). Health Benefits from Large-Scale Ozone Reduction in the United States. [online] 120/10: 1404–1410. National Institutes of Health U.S. Department of Health and Human Services. [cit. 2012-07-18]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1104851>
7. Bertin G, Averbeck D (2006). Cadmium: cellular effects, modifications of biomolecules, modulation of DNA repair and genotoxic consequences (a review). *Biochimie*. 88/11: 1549–1559.
8. Boscolo M, Antonucci S, Volpe AR, Carmignani M, Di Gioacchino M (2009). Acute mercury intoxication and use of chelating agents. *J Biol Regul Homeost Agents*. 23/4: 217–223.
9. Bush KF, Lubner G, Kotha SR, Dhaliwal RS, Kapil V, Pascual M, Brown DG, Frumkin H, Dhiman RC, Hess J, Wilson ML, Balakrishnan K et al. (2011). Impacts of climate change on public health in India: Future research directions. *Environ Health Perspect*. 119/6: 765–770.
10. Carpenter DO, Sly P (2012). New leadership for reviews on environmental health. *Rev Environ Health*. 27/2–3: 65.
11. Čílek V (1998). Arzen v podzemních vodách Bangladéše. *Vesmír*. 77/11: 607.
12. Cooper RG (2006). Effect of tobacco smoking on renal function. *Indian J Med Res*. 124/3: 261–268.
13. Darby S, Hill D, Deo H, Auvinen A, Barros-Dios JM, Baysson H, Bochicchio F, Falk R, Farchi S, Figueiras A, Hakama M, Heid I et al. (2006). Residential radon and lung cancer: Detailed results of a collaborative analysis of individual data on 7148 subjects with lung cancer and 14208 subjects without lung cancer from 13 epidemiological studies in Europe. *Scand J Work Env Health*. 32/Suppl. 1: 1–83.
14. Fenclová Z, Pelclová D, Urban P, Navrátil T, Klusácková P, Lebedová J (2009). Occupational hypersensitivity pneumonitis reported to the Czech National Registry of Occupational Diseases in the period 1992–2005. *Ind Health*. 47/4: 443–448.
15. Friis RH (2011). *Essentials of Environmental Health*. Jones & Bartlett; 2nd ed., 450 p. ISBN-13: 978-0763778903.
16. Geng C, Wang K, Wang W, Chen J, Liu X, Liu H (2012). Smog chamber study on the evolution of fume from residential coal combustion. *J Environ Sci (China)*. 24/1: 169–176.
17. Gurjar BR, Jain A, Sharma A, Agarwal A, Gupta P, Nagpure AS, Lelieveld J (2010) Human health risks in megacities due to air pollution. *Atmospheric Environment*. 44/36: 4606–4613.
18. Hales S, Weinstein P, Woodward A (1997). Public health impacts of global climate change. *Rev Environ Health*. 12/3: 191–200.
19. Holt D, Webb M (1986). The toxicity and teratogenicity of mercuric mercury in the pregnant rat. *Arch Toxicol*. 58/4: 243–248.
20. Houghton A, Prudent N, Scott JE, Wade R, Lubner G (2012). Climate change-related vulnerabilities and local environmental public health tracking through GEMSS: A web-based visualization tool. *Appl Geography*. 33: 36–44.
21. Hout JJ (2012). Lead in drinking water. *J Environ Health*. 75/1: 56; author reply 56–57.
22. Hu X, Zhang Y, Luo J, Wang T, Lian H, Ding Z (2011). Bioaccessibility and health risk of arsenic, mercury and other metals in urban street dusts from a mega-city, Nanjing, China. *Environ Pollution*. 159/5: 1215–1221.
23. Chang YC, Zhao Y (2012). The Fukushima Nuclear Power Station incident and marine pollution. *Mar Pollut Bull*. 64/5: 897–901.
24. Jardine TD, Kidd KA, Rasmussen JB (2012). Aquatic and terrestrial organic matter in the diet of stream consumers: implications for mercury bioaccumulation. *Ecol Appl*. 22/3: 843–855.

25. Jung KH, Yan B, Moors K, Chillrud SN, Perzanowski MS, Whyatt RM, Hoepner L, Goldstein I, Zhang B, Camann D, Kinney PL, Perera FP, Miller RL (2012). Repeated exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and asthma: effect of seroatopy. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 109/4: 249–254.
26. Kaatsch P, Spix C, Schulze-Rath R, Schmiedel S, Blettner M. (2008). Leukaemia in young children living in the vicinity of German nuclear power plants. *Int J Cancer.* 15: 721–726.
27. Kah M, Levy L, Brown C (2012). Potential for effects of land contamination on human health. 1. The case of cadmium. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev.* 15/5: 348–363.
28. Kern JK, Geier DA, Audhya T, King PG, Sykes LK, Geier MR. (2012). Evidence of parallels between mercury intoxication and the brain pathology in autism. *Acta Neurobiol Exp (Wars).* 72/2: 113–153.
29. Korff R, Rothfuß E (2009). Urban revolution as catastrophe or solution? Governance of Megacities in the Global South. *Die Erde.* 140/4: 355–370.
30. Krivosheev AB, Poteriaeva EL, Krivosheev BN, Kupriianova LIa, Smirnova EL (2012). Toxic effects of cadmium on the human body (literature review). [Article in Russian] *Med Tr Prom Ekol.* 6/1: 35–42.
31. Kubwabo C, Fan X, Rasmussen PE, Wu F (2012). Determination of synthetic musk compounds in indoor house dust by gas chromatography-ion trap mass spectrometry. *Anal Bioanal Chem.* 404/2: 467–477.
32. Kumar V, Kothiyal NC (2012). Distribution behavior and carcinogenic level of some polycyclic aromatic hydrocarbons in roadside soil at major traffic intercepts within a developing city of India. *Environ Monit Assess.* 184/10: 6239–6252.
33. Kurisaki E, Kato N, Ishida T, Matsumoto A, Shinohara K, Hiraiwa K (2010). Fatal human poisoning with Padan: a cartap-containing pesticide. *Clin Toxicol (Phila).* 48/2: 153–155.
34. Lignell S, Darnerud PO, Aune M, Cnattingius S, Hajslova J, Setkova L, Glynn A (2008). Temporal trends of synthetic musk compounds in mother's milk and associations with personal use of perfumed products. *Environ Sci Technol.* 42/17: 6743–6748.
35. Mátlová J, Krejčí V, Patočka J (2004). Toxiny sinic (cyanotoxiny) a jejich účinky na lidské zdraví. *Kontakt.* 6/1: 43–51.
36. Medina-Ramón M, Zock JP, Kogevinas M, Sunyer J, Torralba Y, Borrell A, Burgos F, Antó JM (2005). Asthma, chronic bronchitis, and exposure to irritant agents in occupational domestic cleaning: a nested case-control study. *Occup Environ Med.* 62/9: 598–606.
37. Morgan MK (2012). Children's exposures to pyrethroid insecticides at home: A review of data collected in published exposure measurement studies conducted in the United States. *Int J Environ Res Public Health.* 9/8: 2964–2985.
38. Motyka K, Mikula P (2005). Přehled stanovení formaldehydu a dalších karbonylových sloučenin v ovzduší. *Chem Listy.* 99: 13–22.
39. Murata K, Yoshida M, Sakamoto M, Iwai-Shimada M, Yaginuma-Sakurai K, Tatsuta N, Iwata T, Karita K, Nakai K (2011). Recent evidence from epidemiological studies on methylmercury toxicity. *Nihon Eiseigaku Zasshi.* 66/4: 682–695.
40. Napier F, Jefferies C, Heal KV, Fogg P, Arcy BJ, Clarke R (2009). Evidence of traffic-related pollutant control in soil-based sustainable urban drainage systems (SUDS). *Water Sci Technol.* 60/1: 221–230.
41. Osterholm MT, Kelley NS (2009). Energy and the public's health: making the connection. *Public Health Rep.* 124/1: 20–21.
42. O'Sullivan A, Wicke D, Cochrane T (2012). Heavy metal contamination in an urban stream fed by contaminated air-conditioning and stormwater discharges. *Environ Sci Pollut Res Int.* 19/3: 903–911.
43. Patočka J (2008). Organic lead toxicology. *Acta Medica (Hradec Kralove).* 51/4: 209–213.
44. Patočka J, Černý K (2003). Inorganic lead toxicology. *Acta Medica (Hradec Kralove).* 46/2: 65–72.
45. Patza JA (2001). Public health risk assessment linked to climatic and ecological change. *Human Ecol Risk Assessment.* 7/5: 1317–1327.
46. Preston DL, Ron E, Tokuoka S, Funamoto S, Nishi N, Soda M, Mabuchi K, Kodama K (2007). Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958–1998. *Radiat Res.* 168/1: 1–64.
47. Rathore M, Singh A, Pant VA (2012). The dental amalgam toxicity fear: a myth or actuality. *Toxicol Int.* 19/2: 81–88.
48. Rimkus GG, Butte W, Geyer HJ (1997). Critical considerations on the analysis and bioaccumulation of musk xylene and other synthetic nitro musks in fish. *Chemosphere.* 35: 1497–1507.
49. Ringuet J, Albinet A, Leoz-Garziandia E, Budzinski H, Villenave E (2012). Diurnal/nocturnal concentrations and sources of particulate-bound PAHs, OPAHs and NPAHs at traffic and suburban sites in the region of Paris (France). *Sci Total Environ.* 437: 297–305.

50. Riva MA, Lafranconi A, D'Orso MI, Cesana G (2012). Lead poisoning: historical aspects of a paradigmatic "occupational and environmental disease". *Saf Health Work.* 3/1: 11–16.
51. Satarug S (2012). Long-term exposure to cadmium in food and cigarette smoke, liver effects and hepatocellular carcinoma. *Curr Drug Metab.* 13/3: 257–271.
52. Schroeder E, Tchobanoglous G, Leverenz HL, Asano T (2012). Direct potable reuse: Benefits for public water supplies, agriculture, the environment, and energy conservatio. [online] NWRI White Paper. [cit. 2012-22-01]. Dostupné z <http://www.nwri-usa.org/documents/NWRIWhitePaperDPRBenefit-sJan2012.pdf>
53. Sethi TK, El-Ghamry MN, Kloecker GH (2012). Radon and lung cancer. *Clin Adv Hematol Oncol.* 10/3: 157–164.
54. Shonkoff SB, Morello-Frosch R, Pastor M, Sadd J (2011). The climate gap: environmental health and equity implications of climate change and mitigation policies in California – a review of the literature. *Climatic Change.* 109/Suppl. 1: 485–503.
55. Shu MW, Leong MI, Fuh MR, Huang SD (2012). Determination of endocrine-disrupting phenols in water samples by a new manual shaking-enhanced, ultrasound-assisted emulsification micro-extraction method. *Analyst.* 137/9: 2143–3150.
56. Silva GV, Vasconcelos MT, Santos AM, Fernandes EO (2003). Comparison of the substrate effect on VOC emissions from water based varnish and latex paint. *Environ Sci Pollut Res Int.* 10/4: 209–216.
57. Smith J, Nayak DR, Smith P (2012). Renewable energy: Avoid constructing wind farms on peat. *Nature.* 489/7414: 33.
58. Sofuoglu A, Kiymet N, Kavcar P, Sofuoglu SC (2010). Polycyclic and nitro musks in indoor air: a primary school classroom and a women's sport center. *Indoor Air.* 20/6: 515–522.
59. Son YO, Wang L, Poyil P, Budhbra A, Hitron JA, Zhang Z, Lee JC, Shi X (2012). Cadmium induces carcinogenesis in BEAS-2B cells through ROS-dependent activation of PI3K/AKT/GSK-3 β / β -catenin signaling. *Toxicol Appl Pharmacol.* 264/2: 153–160.
60. Spengler J, Lwebuga-Mukasa J, Vallarino J, Melly S, Chillrud S, Baker J, Minegishi T (2011). Air toxics exposure from vehicle emissions at a U.S. border crossing: Buffalo Peace Bridge Study. *Res Rep Health Effect Inst.* 158: 5–132.
61. Srb V (1998). Environmentální zdraví I. Ke stavu životního prostředí a zdraví člověka. Karolinum: Praha 130 s. ISBN 8071845027.
62. Srb V, Fiala Z, Kraják V (1998). Environmentální zdraví II. Zvládání rizik. Karolinum: Praha, 155 s. ISBN 8071845833.
63. Stern L (1981). *In vivo* assessment of the teratogenic potential of drugs in humans. *Obstet Gynecol.* 58/Suppl. 5: 3S–8S.
64. Stratigos AJ, Forsea AM, van der Leest RJ, de Vries E, Nagore E, Bulliard JL, Trakatelli M, Paoli J, Peris K, Hercogova J, Bylaite M, Maselis T et al. (2012). Euromelanoma: a dermatology-led European campaign against nonmelanoma skin cancer and cutaneous melanoma. Past, present and future. *Br J Dermatol.* 167/Suppl. 2: 99–104.
65. Strunecká A, Patočka J (2011). Doba jedová. Nakl. Triton, Praha 2011. 295 s. ISBN 978-80-7387-469-8.
66. Strunecká A, Patočka J (2012). Doba jedová 2. Nakl. Triton, Praha 2012. 367 s. ISBN 978-80-7387-555-8.
67. Su TY, Lin JL, Lin-Tan DT, Tseng HH, Yen TH (2011). Human poisoning with spinosad and flonicamid insecticides. *Hum Exp Toxicol.* 30/11: 1878–1881.
68. SURO (Státní ústav radiační ochrany) (2008). Zpráva o radiační situaci na území České republiky v roce 2008. [online] [cit. 2012-12-06]. Dostupné z: <http://www.suro.cz/cz/publikace/radsit/zprava-o-radiacni-situaci-na-uzemi-ceske-republiky-v-roce-2008/view>
69. Thompson J, Bannigan J (2008). Cadmium: toxic effects on the reproductive system and the embryo. *Reprod Toxicol.* 25/3: 304–315.
70. Tchounwou PB, Yedjou CG, Patlolla AK, Sutton DJ (2012). Heavy metal toxicity and the environment. *EXS.* 101: 133–164.
71. Tomasek L (2012a) Lung cancer mortality among Czech uranium miners-60 years since exposure. *J Radiol Prot.* 32/3: 301–314.
72. Tomasek L (2012b). Lung cancer in a Czech cohort exposed to radon in dwellings-50 years of follow-up. *Neoplasma.* 59/5: 559–565.
73. Vinters HV, Galil KA, Lundie MJ, Kaufmann JC (1985). The histotoxicity of cyanoacrylates. A selective review. *Neuroradiology.* 27/4: 279–291.

74. Wang J, Chen S, Tian M, Zheng X, Gonzales L, Ohura T, Mai B, Simonich SL (2012). Inhalation cancer risk associated with exposure to complex polycyclic aromatic hydrocarbon mixtures in an electronic waste and urban area in South China. *Environ Sci Technol.* 46/17: 9745–9752.
75. Watson GE, Evans K, Thurston SW, van Wijngaarden E, Wallace JM, McSorley EM, Bonham MP, Mulhern MS, McAfee AJ, Davidson PW, Shamlaye CF, Strain JJ et al. (2012). Prenatal exposure to dental amalgam in the Seychelles Child Development Nutrition Study: associations with neurodevelopmental outcomes at 9 and 30 months. *Neurotoxicology.* 33/6: 1511–1517.
76. Wombacher WD, Hornbuckle KC (2009). Synthetic musk fragrances in a conventional drinking water treatment plant with lime softening. *J Environ Eng (New York).* 135/11: 1192.
77. Youness ER, Mohammed NA, Morsy FA (2012). Cadmium impact and osteoporosis: mechanism of action. *Toxicol Mech Methods.* 22/7: 560–567.
78. Zhang F, Yan X, Zeng Ch, Zhang M, Shrestha S, Devkota LP, Yao T (2012). Influence of Traffic Activity on Heavy Metal Concentrations of Roadside Farmland Soil in Mountainous Areas. *Int J Environ Res Public Health.* 9/5: 1715–1731.
79. Ziska LH (2011). Climate change, carbon dioxide and global crop production: food security and uncertainty. In: Mendelsohn R, Dinar A (eds.): *Handbook on Climate Change and Agriculture*. Edward Elgar Publ Ltd. (20 Dec 2011), 544 p. ISBN-13: 978-1849801164.
80. Zölzer F (2010). Childhood leukaemia in the vicinity of German nuclear power plants – some missing links. *J Appl Biomed.* 8/2: 67–72.

✉ **Kontakt:**

Prof. RNDr. Jiří Patočka, DrSc., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, katedra radiologie, toxikologie a ochrany obyvatelstva, Emy Destinové 46, 370 05 České Budějovice
E-mail: toxicology@toxicology.cz