KAROLINUM

Tomáš Cajthaml, Jan Frouz, Bedřich Moldan (ed.): Environmentální výzkum a hrozby 21. století

ENVIRONMENTÁLNÍ TEXTY 5

Environmentální výzkum a hrozby 21. století

Tomáš Cajthaml, Jan Frouz,
Bedřich Moldan (ed.)

———

Recenzenti:
doc. Ing. Vladimír Kočí, Ph.D.
doc. RNDr. Tomáš Kučera, Ph.D.

Foto na obálce Naja Bertold Jensen.

Vydala Univerzita Karlova,
Nakladatelství Karolinum
Praha 2022
Redakce Lenka Ščerbaničová
Grafická úprava Jakub Kovařík
Sazba DTP Nakladatelství Karolinum
První vydání

© Univerzita Karlova, 2022
© Tomáš Cajthaml, Jan Frouz,
Bedřich Moldan (ed.), 2022

Kniha vznikla za podpory programu
Progres Q16 Environmentální výzkum

ISBN 978-80-246-4954-2
ISBN 978-80-246-4983-2 (pdf)

Ukázka elektronické knihy

Univerzita Karlova
Nakladatelství Karolinum

www.karolinum.cz
ebooks@karolinum.cz

Autorský kolektiv:
Jana Boháčková (jana.holecova@biomed.cas.cz), Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova; Laboratoř environmentální biotechnologie, Mikrobiologický ústav AV ČR, v. v. i.
Tomáš Cajthaml (cajthaml@biomed.cas.cz), Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova; Laboratoř environmentální biotechnologie, Mikrobiologický ústav AV ČR, v. v. i.
Alexander M. Čelko (martin.celko@lf3.cuni.cz), Ústav epidemiologie a biostatistiky, 3. lékařská fakulta, Univerzita Karlova
Milena Černá (milena.cerna@lf3.cuni.cz), Ústav hygieny, 3. lékařská fakulta, Univerzita Karlova
Milan Damohorský (damohors@prf.cuni.cz), Katedra práva životního prostředí, Právnická fakulta, Univerzita Karlova
Jana Dáňová (jana.danova@lf3.cuni.cz), Ústav epidemiologie a biostatistiky, 3. lékařská fakulta, Univerzita Karlova
Tereza Fabšíková (fabsikot@prf.cuni.cz), Katedra práva životního prostředí, Právnická fakulta, Univerzita Karlova
Jan Frouz, *Jaroslava Frouzová*, Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova
Tomáš Hák (tomas.hak@czp.cuni.cz), Centrum pro otázky životního prostředí, Univerzita Karlova; Katedra psychologie a věd o životě, Fakulta humanitních studií, Univerzita Karlova
Tomáš Halenka (tomas.halenka@mff.cuni.cz), Katedra fyziky atmosféry, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova
Adéla Holubová Šmejkalová (adela.holubova@chmi.cz), Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova; Úsek kvality ovzduší, Observatoř Košetice, Český hydrometeorologický ústav
Iva Hůnová (hunova@chmi.cz), Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova; Oddělení informačního systému kvality ovzduší, Český hydrometeorologický ústav
Alena Chaloupková, Katedra práva životního prostředí, Právnická fakulta, Univerzita Karlova
Kateřina Jančaříková (katerina.jancarikova@pedf.cuni.cz), Katedra biologie a environmentálních studií, Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova
Svatava Janoušková (svatava.janouskova@czp.cuni.cz), Centrum pro otázky životního prostředí, Univerzita Karlova; Katedra učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova

Ukázka elektronické knihy

Tereza Kopřivová Herotová (tereza.koprivova@lf3.cuni.cz), Ústav hygieny, 3. lékařská fakulta, Univerzita Karlova
Radek Lhotka (lhotka@icpf.cas.cz), Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova; Oddělení chemie a fyziky aerosolů, Ústav chemických procesů AV ČR, v. v. i.
Václav Matoušek (matousek@fhs.cuni.cz), Katedra sociální a kulturní ekologie, Fakulta humanitních studií, Univerzita Karlova
Bedřich Moldan (bedrich.moldan@czp.cuni.cz), Centrum pro otázky životního prostředí, Univerzita Karlova
Vlastimil Nečas (vlastimil.necas@fsv.cuni.cz), Katedra mediálních studií, Fakulta sociálních věd, Univerzita Karlova
Adam Novák, Katedra práva životního prostředí, Právnická fakulta, Univerzita Karlova
Marek Petráš (vakciny@icloud.com), Ústav epidemiologie a biostatistiky, 3. lékařská fakulta, Univerzita Karlova
Vojtěch Stejskal (stejskal@prf.cuni.cz), Katedra práva životního prostředí, Právnická fakulta, Univerzita Karlova
Jan Weinzettel (jan.weinzettel@czp.cuni.cz), Centrum pro otázky životního prostředí, Univerzita Karlova
Naděžda Zíková (nada.zikova@natur.cuni.cz), Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova; Oddělení chemie a fyziky aerosolů, Ústav chemických procesů AV ČR, v. v. i.

Obsah

Úvodem (*Bedřich Moldan*) 9

1. BIOMONITORING ČLOVĚKA JAKO NÁSTROJ PRO PŘÍMÝ ODHAD EXPOZICE ENVIRONMENTÁLNÍM POLUTANTŮM. SOUČASNÝ STAV A OČEKÁVANÝ VÝVOJ V BUDOUCNOSTI
Milena Černá 11

2. ENVIRONMENTÁLNÍ DOPAD OČKOVÁNÍ
Marek Petráš, Jana Dáňová, Alexander M. Čelko 21

3. ZÁVISLOSTNÍ CHOVÁNÍ U STUDENTŮ VYSOKÝCH ŠKOL
Tereza Kopřivová Herotová 29

4. MIKROPLASTY
Jana Boháčková, Tomáš Cajthaml 38

5. KLIMATICKÁ ZMĚNA A JEJÍ HROZBY
Tomáš Halenka 60

6. ZNEČIŠTĚNÍ V ČISTÉM VZDUCHU – KVALITA OVZDUŠÍ NA POZAĎOVÝCH STANICÍCH
Naděžda Zíková, Iva Hůnová, Radek Lhotka, Adéla Holubová Šmejkalová 80

7. ODCIZOVÁNÍ PŘÍRODĚ. STRACH Z PŘÍRODY JAKO MODELOVÝ PŘÍKLAD ODCIZOVÁNÍ PŘÍRODĚ
Kateřina Jančaříková 108

8. INDIKÁTORY UDRŽITELNÉHO ROZVOJE JAKO PROSTŘEDEK VZDĚLÁVÁNÍ VEŘEJNOSTI A KOMUNIKACE
Svatava Janoušková, Tomáš Hák, Bedřich Moldan, Vlastimil Nečas 129

9. PŘESUNY ENVIRONMENTÁLNÍ ZÁTĚŽE MEZINÁRODNÍM OBCHODEM
Jan Weinzettel 149

10. FAKTORY URČUJÍCÍ VLIV ZEMĚDĚLSTVÍ NA EKOSYSTÉMY
Jan Frouz, Jaroslava Frouzová 160

11. PŘÍKLADY PROMĚNY ČESKÉ KRAJINY V DŮSLEDKU ROZVOJE VILOVÝCH A VILO-CHATOVÝCH KOLONIÍ VE DRUHÉ POLOVINĚ 19. A PRVNÍ POLOVINĚ 20. STOLETÍ: STARÁ ŘEKA, VELKÁ ŘEKA, ZLATÁ ŘEKA
Václav Matoušek 183

12. ZDROJE OHROŽENÍ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ Z POHLEDU PRÁVA
Milan Damohorský, Vojtěch Stejskal, Tereza Fabšíková, Alena Chaloupková, Adam Novák 204

Summary 250
Příloha

Ukázka elektronické knihy

Úvodem

BEDŘICH MOLDAN

Tato knížka je dalším svazkem v rámci edice environmentálních textů Nakladatelství Karolinum (první měla titul Příležitosti a výzvy environmentálního výzkumu, 2015). Vychází z výsledků výzkumu v rámci rozsáhlého projektu Univerzity Karlovy PRVOUK – Programy rozvoje vědních oblastí Univerzity Karlovy (2012–2016) a navazujícího obdobného projektu PROGRES (2016–2021). Environmentální výzkum byl v obou případech předmětem jednoho z nejrozsáhlejších programů obou projektů, na němž se podílela pracoviště sedmi fakult a součástí univerzity: Ústavu pro životní prostředí Přírodovědecké fakulty UK, Centra pro otázky životního prostředí UK, Fakulty humanitních studií UK, Katedry fyziky atmosféry Matematicko-fyzikální fakulty UK, Katedry práva životního prostředí Právnické fakulty UK, Centra environmentálního vzdělávání a výchovy Pedagogické fakulty UK a Katedry hygieny, epidemiologie a preventivního lékařství 3. lékařské fakulty UK.

Předmětem environmentálního výzkumu je životní prostředí převážně vnímané jako životní prostředí člověka, které zahrnuje abiotické i biotické složky zemského ekosystému a jejich interakce s lidskou společností. Jeho náplň je dána výběrem témat spíše než metodologií, která je obvykle převzata z jednotlivých jiných vědních oborů. Významným aspektem je spolupráce přírodních a společenských věd zajišťující provázanost sledovaného prostředí s činností a chováním člověka a lidské společnosti. Pokrývá spektrum od disciplín výrazně přírodovědných, zabývajících se chováním abiotických či biotických složek ekosystému, jakými jsou například studie chování atmosféry, pohybu polutantů v různých prostředích, přes studie sledující dopad kvality různých složek životního prostředí na život člověka až po široké spektrum společenskovědních otázek. Interakce oborů s různými metodologickými přístupy umožňuje hlubší pochopení problematiky témat, jako jsou biodiverzita, antropogenní zátěž, environmentální chování, a to včetně postojů lidské společnosti a nástrojů, jimiž lze toto chování regulovat, např. environmentální výchova a vzdělávání či právní nástroje. Program PROGRES

zahrnoval kombinaci současných přístupů a metodik založených na technologicky pokročilých instrumentacích a sofistikovaných statistických postupech aplikovaných na studium chování biotických a abiotických složek ekosystémů a jejich interakcí s lidskou společností studovanou řadou moderních postupů včetně pokročilých metod matematického modelování, tvorby a implementace různých scénářů vývoje společnosti a dalších pokročilých metod na straně humanitních věd.

Obsahem následujícího textu je 12 kapitol předkládajících výsledky a témata výzkumu všech zúčastněných pracovišť. Vybrané studie poskytují ve svém celku dobrý přehled o šíři environmentálních témat řešených na Univerzitě Karlově a dokumentují jeho multioborový charakter. První tři kapitoly autorů z 3. lékařské fakulty se zabývají aktuálními tématy biomonitoringu a environmentálními dopady očkování, doplňuje je zajímavá studie o chování vysokoškolských studentů. Autoři z Ústavu pro životní prostředí Přírodovědecké fakulty ve spolupráci s kolegy z dalších pracovišť se zabývají rovněž velmi naléhavými tématy mikroplastů (kap. 4) a podrobným hodnocením kvality ovzduší v České republice neovlivněné přímým působením místních nebo průmyslových zdrojů (kap. 6). Široce koncipovaný environmentální výzkum se rozhodně nemůže obejít bez tématu současné globální změny klimatu, která je prezentována v páté kapitole (Matematicko-fyzikální fakulta). Autorka z Pedagogické fakulty předkládá výsledky výzkumu vztahu k přírodě (kap. 7 o odcizování se přírodě). Důležitým metodologickým příspěvkem jsou dvě další kapitoly z Centra pro otázky životního prostředí, které dobře demonstrují multioborový přístup environmentálního výzkumu. Jsou věnovány indikátorům jako prostředku komunikace (kap. 8), dosud málo zkoumané otázce významu mezinárodního obchodu (kap. 9) a mimořádně naléhavé problematice vlivu zemědělského hospodaření na živou přírodu a krajinu (kap. 10). V nedávné historii hledá poučení o vztahu urbanizace na českou krajinu kap. 11 (FHS). Celý soubor uzavírá příspěvek z Právnické fakulty (kap. 12) předkládající rozbor současné právní situace u nás.

Důležitým společným rysem všech studií je jejich aktuálnost, důkladné a nové analýzy velmi vážných současných environmentálních problémů. Mnohé poznatky přesahují oblast vědeckého výzkumu v širokém slova smyslu a jsou důležitými součástmi diskurzu ve veřejném prostoru. Zjištění a závěry zpracovaných textů by se měly stát významným podkladem pro moderní pojetí „evidence-based“ politiky.

Biomonitoring člověka jako nástroj pro přímý odhad expozice environmentálním polutantům. Současný stav a očekávaný vývoj v budoucnosti

MILENA ČERNÁ

1.1 Úvod

Environmentální výzkum je pojem nesmírně široký a zahrnuje celou řadu problémů. Z hlediska medicínského sem patří především výzkum vlivu faktorů prostředí na zdraví lidské populace, tedy v podstatě vliv na veřejné zdraví. Tato oblast byla a je tradičně doménou oboru hygieny jako vědy o uchování zdraví a předcházení nemocem.

Člověk je nedílnou součástí prostředí a je s jeho složkami v neustálé interakci, ať již se jedná o přírodní prostředí nebo prostředí budované a vytvářené člověkem. Složkám prostředí, abiotickým i biotickým, jsme vystaveni většinou nedobrovolně, kontakt s nimi a expozici jednotlivým faktorům prostředí nemůžeme dost dobře ovlivnit vlastním rozhodnutím. O to větší je potřeba jejich regulace a limitace vlivu na zdraví za použití legislativních prostředků (zákony, nařízení vlády, vyhlášky, limity apod.) ve spolupráci prakticky všech resortů. Regulace nepříznivých dopadů složek prostředí na veřejné zdraví je problém jak odborný, tak politický.

Tak jak v rozvinutých státech ustupuje (doufejme, že setrvale) do pozadí problematika mikrobiálního znečištění prostředí a hromadný výskyt přenosných onemocnění, nabývá na významu znečištění chemickými látkami, které mohou prostupovat prakticky všemi složkami prostředí (ovzduší venkovní i v interiérech, vody, půdy, flóry i fauny). Chemické látky jsou používané v průmyslu, zemědělství, vznikají v průběhu spalování nejenom fosilních paliv, ale i odpadu (zejména plastového) v domácích topeništích a mohou se uvolňovat do prostředí i z různých výrobků (plasty), v nichž jsou chemické látky obsaženy.

K expozici člověka těmto látkám znečišťujícím prostředí dochází obecně inhalací, ingescí či pasáží kůží a sliznicí. Některé znečišťující látky jsou do-

konce schopny překonat bariéru placenty a nepříznivě ovlivnit fetální vývoj (zejména organické sloučeniny olova či rtuti, dioxiny, ftaláty a další). Přestože hlavním zdrojem polutantů jsou nejčastěji produkty spalovacích procesů, samotná inhalační expozice neznamená hlavní expoziční cestu. V průběhu pohybu polutantů mezi složkami prostředí dochází mezi nimi k interakci a za spolupůsobení dalších faktorů (UV záření, přízemní ozon, prašné částice) se mohou vytvářet i struktury nové, pronikající do dalších médií prostředí. Regulace průniku polutantů vznikajících v průběhu spalovacích procesů do prostředí je proto na prvním místě v preventivních opatřeních.

První hrozba z hlediska znečištění prostředí vyplývá tedy z nedostatečné regulace chemických látek vstupujících do prostředí v důsledku spalovacích procesů, ať již se jedná o průmysl používající fosilní paliva, spalování odpadů, lokální topeniště či provoz motorových vozidel. Toxické produkty spalovacích procesů (polycyklické aromatické uhlovodíky, dioxiny aj.) jsou adsorbovány na prašné částice, dopadají na povrch půdy a vody, ukládají se ve vodním sedimentu a představují tak rezervoár pro další expoziční cestu prostřednictvím potravních řetězců. Respirabilní prašné částice včetně adsorbovaných polutantů vstupují do alveolů a posléze i do plicního intersticia a krevního oběhu a mohou zahajovat vznik zdravotních poškození. Tuto skutečnost si společnost ne vždy plně uvědomuje. Jakmile se znečišťující látka dostane do všech složek prostředí, je už mnohdy na účinnou regulaci pozdě. Názorně to demonstrovala situace v 70.–80. letech s průnikem persistentních chlorovaných organických látek (DDT, polychlorované bifenyly – PCB a dalších) do všech složek prostředí (Carpenter et al. 2011). Důležitá je proto regulace polutantů již při první možnosti vstupu chemických látek do prostředí. K tomu účelu existuje nařízení EU REACH (registrace, hodnocení, povolování a omezení chemických látek), které vyžaduje, aby podniky nebo jednotlivci, kteří během své průmyslové nebo profesní činnosti používají určitou chemickou látku, a to samostatně nebo ve směsi, předávali příslušné informace výrobcům a dodavatelům chemických látek nebo Evropské agentuře pro chemické látky (ECHA). Tímto nařízením je umožněno získat informace o látkách, které by se mohly v blízké budoucnosti v prostředí očekávat. Realizace preventivních kroků je pak zaměřena především na nově používané chemické látky vstupující do prostředí, jimž může být populace exponována bezprostředně poté, jakmile se začnou vyrábět a používat.

Problematiku zátěže populace již dříve existujícími chemickými látkami však REACH zcela neřeší. Přitom expozice populace, zejména pak zvýšeně zranitelných (vnímavých) populačních skupin (malé děti, těhotné, ženy v re-

produkčním věku) je rozhodující pro kvalitu populace následných generací. Vyvolání nežádoucích zdravotních účinků se může projevit nejen na současně žijící populaci, ale i u populace, která se má teprve narodit. Některé chemické kontaminanty jsou schopny procházet placentální bariérou a svými neurotoxickými efekty negativně ovlivnit vývoj centrální nervové soustavy plodu se všemi negativními důsledky u exponované populace, které se mohou projevit či jsou již prokazovány řadou epidemiologických studií. Epidemiologické studie vyžadují co nejpřesnější odhad zátěže populace z médií prostředí. Proto je důležité sledovat:

1) zda a v jakém množství jsou tyto kontaminující látky prokazatelné ve složkách prostředí,
2) zda je potvrzeno, že sledované látky vstoupily do lidského organismu (interní expozice) a mají tak šanci vyvolat nežádoucí zdravotní účinky,
3) zda výše expozice přesahuje zdravotně významné limitní hodnoty,
4) zda exponovaná populace vykazuje na základě epidemiologických studií sledovaná zdravotní poškození.

Mluvíme-li o dopadu expozice, který se může projevit na populační úrovni, pak se pozornost soustřeďuje především na následující okruhy zdravotních problémů, které se mohou plíživě a nenápadně promítnout do zdravotního stavu populace:

1) genotoxicita a karcinogenita,
2) neurotoxicita, poruchy chování a schopnosti učení,
3) poruchy reprodukce,
4) hormonální nerovnováha (štítná žláza, pohlavní hormony, diabetes mellitus).

Zmíněné nežádoucí účinky vznikající na základě environmentální expozice jsou většinou na úrovni jedince či malých skupin obtížně rozpoznatelné. Je však možno je identifikovat na velkých souborech pomocí metod epidemiologických šetření. Sedmý program environmentálních akcí (EAP) EU je proto zaměřen na minimalizaci zdravotních rizik pocházejících z nebezpečných chemických látek do roku 2020. To je i cílem evropského projektu HBM4EU (Human Biomonitoring for Europe) v rámci Horizon 2020, na jehož řešení se podílí 27 evropských zemí včetně České republiky. Filozoficky vychází biomonitoring člověka z tradic pracovního lékařství, kdy se používaly (a stále

používají) biologické expoziční testy BET (*Biological Exposure Indices*) pro ověření pracovní zátěže pracovníků toxickými látkami, s nimiž při své práci přicházejí do kontaktu (Teisinger a Fišerová-Bergerová 1965). Tento přístup se posléze aplikoval i na sledování expozice běžné populace a biomonitoring člověka se tak postupně rozšířil v řadě států jako určitý způsob monitorování zátěže populace chemickými látkami z prostředí v USA a v Německu (CDC 2013; Schulz et al. 2009; Angerer et al. 2011) již od 80. let minulého století. V České republice se tento model stal již od roku 1994 nosnou součástí celostátního projektu s názvem „Monitorování zdravotního stavu české populace ve vztahu k prostředí" (Kliment et al. 2000; Černá et al. 2007; Černá et al. 2017; www.szu.cz).

Projekt HBM4EU byl zahájen v prosinci 2016; ukončen v r. 2021. Navazuje na předchozí mezinárodní aktivitu států EU Democophes (Becker et al. 2014; den Hond et al. 2015; Forysová et al. 2017), zahrnuje však podstatně širší spektrum činností hodnotících expozici populace a možná zdravotní poškození tak, aby na těchto znalostech mohla být formulována politická rozhodnutí směřující k hodnocení a snížení (minimalizaci) zdravotních rizik. Projekt je zaměřen rovněž na problematiku hodnocení multifaktoriální expozice, tedy směsice chemických látek, které je populace exponována. Nesmírným pozitivem projektu je jednotný metodický postup ve všech krocích (výběr populace v dotazníkovém řízení, analýza vzorků, hodnocení výsledků a jejich interpretace).

Cílem projektu je minimalizace environmentálních rizik z používání nebezpečných chemických látek a zajištění odborných podkladů pro politická rozhodnutí.

Biomonitoring člověka (*Human biomonitoring – HBM*) tvoří v podstatě přechodovou část mezi interní expozicí environmentálním znečišťujícím složkám a jejími nežádoucími zdravotními důsledky. Parametry, které jsou pro tyto účely používány, slouží jako indikátory interní expozice, tedy jako průkaz a kvantifikace dané látky, jejích metabolitů či dalších ukazatelů souvisejících s expozicí v tělních tekutinách a tkáních. Výběr tělních tekutin je dán charakteristikou a biotransformací sledované látky, popř. její depozicí v organismu. Obvykle se jedná o moč, krev/serum, u lipofilních látek pak mateřské mléko.

Prokázaná přítomnost sledovaných chemických látek v tělních tekutinách člověka potvrzuje, že daná látka skutečně vstoupila do lidského organismu, byť z různých expozičních zdrojů a různými expozičními cestami. Neznamená to však, že tato skutečnost automaticky signalizuje zdravotní poškození.

Ukázka elektronické knihy

Tento údaj je především základem pro statistické šetření a vztahuje se k populační skupině definované dostatečným počtem náhodně vybraných osob, (uvádí se minimálně 120 jedinců) charakterizované dobou odběru vzorků, věkem, pohlavím, lokalitou bydliště, životním stylem a socioekonomickými podmínkami. Na základě těchto údajů je pak možno definovat tzv. referenční hodnotu (95. percentil naměřených hodnot), která charakterizuje zátěž populace ze všech expozičních zdrojů (agregovanou expozici) za daných podmínek.

Pro stanovení referenčních hodnot je nutno splnit následující kritéria:

Jsou platná pro převážnou část populace v daném čase a geografické oblasti. Tomu musí odpovídat reprezentativní výběr osob pokrývající základní populační skupiny (muži – ženy, dospělí – děti). Analytické výsledky musejí být založeny na správném odběru vzorků (je nezbytné vyloučit externí kontaminaci nebo naopak ztrátu analytu při manipulaci se vzorky), na použití vhodné, dostatečně citlivé analytické metody, na dostatečně velkém počtu údajů s nadpoloviční většinou hodnot nad limitem kvantifikace a na statistickém zpracování získaných dat. Vzhledem k tomu, že se expozice populace mění v čase, je nezbytné zhruba po 5 letech referenční hodnoty revidovat. Při stanovení referenčních hodnot je nutno zohlednit, zda pro danou látku mohou existovat rozdíly dané věkem (děti, dospělí), pohlavím (muži, ženy) nebo životními zvyklostmi (kuřáctví).

Referenční hodnoty jsou důležitou součástí zdravotní politiky, pomáhají řídicím složkám a politikům porozumět hodnocení zdravotních rizik, objektivizovat jejich rozhodování v preventivních programech a sledovat efektivitu uskutečněných preventivních opatření. Referenční hodnoty jsou důležité i z hlediska mezinárodního porovnání zátěže populace. K jednotným referenčním hodnotám pro evropskou populaci porovnatelným s jinými kontinenty směřuje i projekt HBM4EU.

Referenční hodnoty jsou v podstatě statistickým údajem charakterizujícím (na základě hodnoty 95 % percentilu a jeho intervalu spolehlivosti) zátěž populace nebo definované populační skupiny chemickou noxou z prostředí, nicméně neposkytuje relevantní informaci o zdravotním riziku této expozice. K tomu jsou používány zdravotně významné limitní hodnoty odvozené na základě toxikologických a epidemiologických postupů. Jsou k dispozici zatím jen pro některé environmentální noxy, ale jejich spektrum se stále rozšiřuje (Apel et al. 2017).

Dlouhodobě navrhuje a ověřuje zdravotně významné limitní hodnoty Komise pro biologický monitoring v SRN (Schulz et al. 2007), která udává

Ukázka elektronické knihy