

RIZIKOVÉ FAKTORY KVALITY OVZDUŠIA A ICH VPLYV NA ZDRAVIE ĽUDÍ

Miroslav BADIDA - Marián HURAJT - Radoslav RUSNÁK

RISK FACTORS OF AIR QUALITY AND THEIR IMPACT ON HUMAN HEALTH

ABSTRAKT

Faktory kvality ovzdušia v dnešnej dobe je nevyhnutné monitorovať a sledovať najväčšie riziká, ktoré môžu svojim pôsobením poškodiť samotnú činnosť prostredia. Hlavnými objektmi, ktoré sú vystavené riziku, sú človek a životné prostredie, ktoré zahŕňa flóru a faunu, ekosystém, vzduch, vodu a pôdu v okolí energetického a technologického zariadenia.

Kľúčové slová: ovzdušie, faktory, znečisťujúce látky.

ABSTRACT

Factors qualities atmospheres today be unavoidable monitor and follow biggest hazards, who possibly your effect damage single activities settings. Primary objective objects, who are they put at risk, are they man and environment, who involves flora and fauna, ecosystem, air, water and soil in the surrounding energetic and technological devices.

Key words: atmosphere, factors, polluting matters.

ÚVOD

Zdravie a pohoda ľudí bývajú ovplyvňované znečistením ovzdušia. V posledných rokoch došlo k zintenzívnieniu výskumu v oblasti dôležitosti čistoty ovzdušia aj vo vnútri budov. Dnes su už jasné známky toho, že častice (predovšetkým jemné a ultrajemné častice) dokážu spôsobovať problémy, a to ako v krátkodobej, tak aj v dlhodobej perspektíve. Plyny a výpary môžu, v závislosti od úrovne koncentrácie, spôsobovať podráždenie či dokonca akútne problémy. Typickými príkladmi týchto plyných znečisťujúcich látok sú ozón, NO₂ a VOC (prchavé organické zlúčeniny). Preto je čerstvý a čistý vzduch pre ľudský organizmus a zdravie je nevyhnutný a nenahraditeľný.

Faktory ovzdušia je možné rozdeliť do dvoch skupín:

- Chemické, mikrobiologické a biologické faktory-zapríčiňujú nevyhovujúcu kvalitu ovzdušia,
- Fyzikálne faktory-ovplyvňujú mikroklimu vnútorného a vonkajšieho prostredia –teplota vzduchu, vlhkosť vzduchu, prúdenie vzduchu, výmena vzduchu.

V súčasnosti sú miesta, kde koncentrácia znečistenia ovzdušia v SR je alarmujúca a preto je nutné zaoberať sa produkciou emisií z priemyslu, energetiky a taktiež aj z dopravy.

Medzi z najzávažnejšie rizikové faktory znečistenia ovzdušia patria:

- tuhé častice (obr. 1),
- oxid uhoľnatý (obr. 2),
- oxidy dusíka,
- organické látky.



Obr. 1 Znečistenie ovzdušia tuhými časticami v SR [1]

Tuhé znečisťujúce látky

Znečistené ovzdušie je zložené zmesou pevných a tekutých častíc, ktorých veľkosť sa môže pohybovať od niekoľkých nanometrov [nm] do desiatok mikrometrov [μm]. Prašné častice v ovzduší pôsobia ako kondenzačné jadrá, čo má veľmi významný vplyv na výskyt smogu. V mestskom prostredí dochádza ku kondenzácii vodných pár podstatne ľahšie ako mimo mestského prostredia. Je to dané značnou prašnosťou i vysokou produkciou exhalátov a prispieva k tomu aj fakt, že v skorých ranných hodinách sú podmienky pre vznik hmly najpriaznivejšie z dôvodu nárastu dopravnej špičky a zvýšenej produkcie dymu z lokálnych kúrenísk.

Účinok prachových častíc na živý organizmus je závislý na zložení, tvare a veľkosti častíc. Čím menšie sú častice, tým sú nebezpečnejšie. Väčšie častice (nad $100\ \mu\text{m}$) sa usádzajú veľmi rýchlo a do dýchacích ciest sa prakticky nedostanú. Častice s veľkosťou od 100 do $10\ \mu\text{m}$, sú zvyčajne zachytené v horných cestách dýchacích a častice menšie než $10\ \mu\text{m}$ (PM10) prenikajú do spodných častí dýchacích ciest, kde zaťažujú samočistiacu schopnosť pľúc [1], [2].

Rozdelenie častíc polietavého prachu podľa schopnosti prenikať do respiračného systému človeka - častice s priemerom:

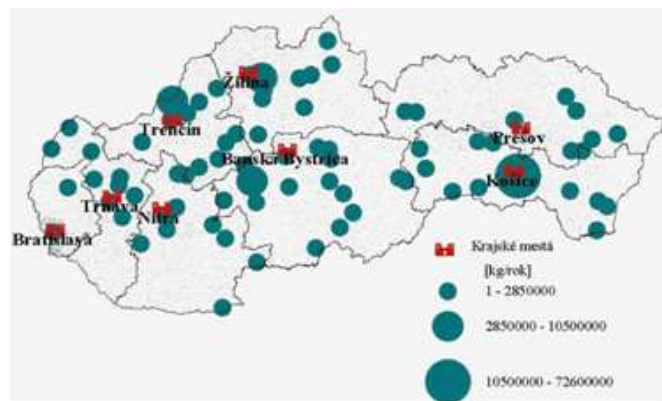
- nad $11\ \mu\text{m}$ neprenikajú do dýchacích ciest,
- $7-11\ \mu\text{m}$ zasahujú oblasť nosa,
- $4,7-7\ \mu\text{m}$ prenikajú do hrtana,
- $3,3-4,7\ \mu\text{m}$ prenikajú do priedušnice a primárnych priedušiek,
- $2,1-3,3\ \mu\text{m}$ prenikajú do sekundárnych priedušiek,
- $1,1-2,1\ \mu\text{m}$ prenikajú do terminálnych priedušiek,
- $0,65-1,1\ \mu\text{m}$ prenikajú do pľúc,
- $0,43-0,65\ \mu\text{m}$ sa dostávajú až do pľúcnych alveol.

Najjemnejšie častice s priemerom pod $2,5\ \mu\text{m}$ (PM_{2,5}) sú považované za príčinu najväčšieho poškodzovania ľudského zdravia. Usadzujú sa hlboko v pľúcach a blokujú reprodukciu buniek. Tým môžu vzniknúť vhodné podmienky pre rozvoj vírusových a bakteriálnych respiračných infekcií, ako aj postupný prechod akútnych zápalových zmien do chronickej fázy za vzniku chronickej bronchitídy. Najpočetnejšie, ultrajemné častice, ktoré sú menšie než $100\ \text{nm}$, majú v úhrne veľký povrch a ľahko penetrujú do pľúc. Dlhodobá expozícia pritom môže nezvratne poškodiť tkanivo, pretože tieto častice môžu byť vstrebané do tkanív ciev a krvného obehu, kde následne pôsobia toxicky [1].

Oxid uhoľnatý

Oxid uhoľnatý je jednou z najbežnejších a široko rozšírených látok znečisťujúcich ovzdušie. V atmosfére je oxid uhoľnatý veľmi stabilný a oxidácia na oxid uhličitý vyžaduje niekoľko mesiacov až rokov. Jedná sa o toxický plyn, ktorý preniká dýchacím traktom do krvi a viaže sa na červené krvné farbivo. V dôsledku toho vzniká tzv. karboxyhemoglobín, ktorý stráca schopnosť prenosu kyslíka, následkom čoho je do tkanív privádzané nižšie množstvo kyslíka.

Koncentrácie prírodného pozadia oxidu uhoľnatého v ovzduší sú v rozsahu $0,01$ až $0,23\ \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ($0,008$ až $0,184\ \text{ppm}$, $1\ \text{ppm} = 1,256\ \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$). Koncentrácie oxidu uhoľnatého v ovzduší v mestských oblastiach závisia na intenzite dopravy, na meteorologických podmienkach a na vzdialenosti od spaľovacích zariadení. Priemerná osemhodinová koncentrácia býva obvykle nižšia ako $20\ \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ($16\ \text{ppm}$). Príležitostne však boli zaznamenané maximálne priemerné osemhodinové koncentrácie až $60\ \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ($48\ \text{ppm}$) [3].

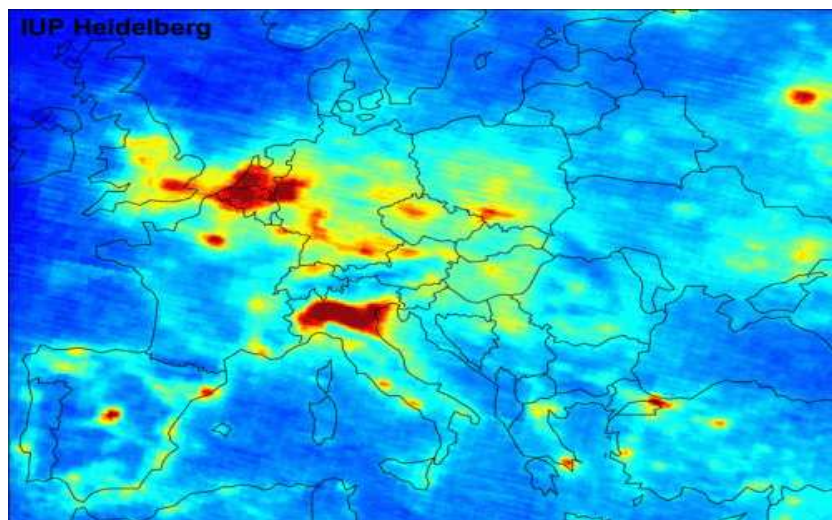


Obr. 2 Bodové zdroje uvoľňovania chemických látok do ovzdušia, vôd a vo forme odpadov, klasifikovaných ako "poškodzujúce reprodukciu" podľa Prílohy I. k smernici EÚ 67/548/EE (oxid uhoľnatý, sírouhľík, niektoré zlúčeniny olova) [5]

Oxid uhoľnatý je plyn bez farby a zápachu ktorý reaguje 210 krát silnejšie s krvným hemoglobínom ako kyslík a tvorí sa karboxyhemoglobín. 1-2 % hladiny karboxyhemoglobínu nie sú nebezpečné a sú normálne pre nefajčiace dospelé osoby. Príznaky nežiadúcej expozície sa objavujú pri hladinách málo zvýšených, napr. pri hladinách 2,3–4,3 %.

Oxidy dusíka

Hlavným zdrojom antropogénnych emisií oxidov dusíka do ovzdušia je spaľovanie fosílnych palív v stacionárnych emisných zdrojoch (pri vykurovaní a v elektrárňach) a v motorových vozidlách (spaľovacie motory). Vo väčšine prípadov je emitovaný do ovzdušia oxid dusnatý (NO), ktorý je transformovaný na oxid dusičitý. Oxidy dusíka spôsobujú fotochemický smog, ktorý vzniká v mestských oblastiach vplyvom slnečných lúčov, a ktorého súčasťou sú prevažne vysoké koncentrácie prízemného ozónu. Podľa niektorých vedeckých a odborných prác, je oxidu dusnému pripisovaný podiel na tvorbe skleníkového efektu i narušovanie ozónovej vrstvy v atmosfére v dôsledku reakcií ozónu s NO_x [4]. Fotochemickou oxidáciou sa oxidy dusíka transformujú až na kyselinu dusičnú. Koncentrácia NO_x je v niektorých oblastiach porovnateľná s koncentráciou SO₂, alebo aj vyššia, a z tohto dôvodu dochádza v posledných rokoch k zmene priorit týkajúcich sa acidifikácie prostredia. Dominujúcou príčinou vzniku kyslých dažďov (acidifikácie) sa stávajú zlúčeniny dusíka a nie zlúčeniny síry.



Obr. 3 Rozloženie koncentrácie oxidov dusíka v Európe [7]

Oxid dusičitý existuje v životnom prostredí ako plyn, preto jedinou relevantnou cestou expozície ľudí je vdychovanie. Krátke expozície oxidu dusičitému v časovom rozsahu 10 až 15 minút pri koncentráciách 3000 až 9400 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (1,4616 až 4,58 ppm) vyvolávajú zmeny funkcie pľúc u zdravých jedincov aj u bronchitických pacientov. Astmatici uvádzali subjektívne ťažkosti pri koncentrácii 900 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (0,4385 ppm), zatiaľ čo zdraví jedinci tieto ťažkosti uvádzali až pri koncentrácii 1880 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (0,916 ppm). Malé, ale štatisticky významné vratné účinky boli preukázané u pacientov s miernou astmou po 30-minútových expozíciách pri koncentrácii 560 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (0,3 ppm). Následky opakovaných expozícií týchto subjektov nie sú známe. Avšak u pokusných zvierat vyvolávajú 1 až 6 mesačné expozície oxidu dusičitému pri koncentráciách v rozsahu 190 až 940 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (0,1 až 0,5 ppm) zmeny štruktúry i metabolizmu pľúc a znižujú ich antibakteriálnu obranyschopnosť [1].

Organické látky

Jedným z najnebezpečnejších sú polycyklické aromatické uhľovodíky, ktoré spôsobujú vážne ochorenia u ľudí, pretože sú silno stabilné a prenášajú sa na veľmi veľké vzdialenosti vo forme nahromadených zŕn a to hlavne zo spaľovacích motorov. Prítomnosť polychlorovaných dibenzo-p-dioxínov (PCDD) a polychlorovaných dibenzofuranov (PCDF) v životnom prostredí, vzhľadom k vysokej toxicite niektorých predstaviteľov tejto skupiny látok, je považovaná za významný ekologický problém. Vzhľadom k vysokej stabilite pretrvávajú PCDD a PCDF v prostredí dlhý čas. Celková perzistencia vzrastá s rastúcim počtom atómov chlóru v molekule. Napr. polčas rozpadu 2,3,7,8-tetrachlórdiben-zodioxínov, ktorý sa pokladá za karcinogénny, je v ľudskom tele približne 7 rokov [1], [2], [3], [5].

K neprofesionálnej expozícii populácie môže z 90 % dochádzať požitím potravy (hlavne cez kontaminované rybie mäso, tuky a mlieko), nasleduje dýchanie (1 až 5 %) a prestup cez kožu. Do potravy sa PCDD a PCDF dostávajú predovšetkým emisiami a následnou depozíciou do pôdy a vody, kde dochádza k bioakumulácii v potravinovom reťazci.

Najdôležitejším a najrozšírenejším zdrojom expozície VOC je používanie benzínu v motoroch áut. Dôležité sú pritom základné zložky benzínu, ktoré sa uvoľňujú prcháním počas tankovania benzínu a z horúcich motorov v garážach, ako aj čiastočne oxidované zlúčeniny z výfukových plynov. Medzi aktivity človeka, ktoré ovplyvňujú koncentrácie VOC vo vnútornom prostredí je možné zaradiť:

- maľovanie, natieranie, lepenie (xylén, etylbenzén, dekan, dodekan a benzén),
- čistenie domácností, návšteva čistiarne (1,1,1 – trichlóretan a tetrachlóretylén),
- používanie dezodorantov, ošetrovanie, starostlivosť o telo (dichlórbenzén),
- kontrola výskytu škodcov (fungicídy, herbicídy, naftalíny),



Nebezpečenstvo nemetánových organických zlúčenín spočíva v ich reaktivite, ktorá však nie je u všetkých druhov rovnaká, čo spôsobuje rôzne zdravotné dopady a tiež rôznu dobu zotrvania v atmosfére a vplyv na rôzne vrstvy atmosféry. V ovzduší reagujú s ďalšími znečisťujúcimi látkami, napr. s oxidom dusnatým a produkujú prízemný ozón a oxid dusičitý, čím dochádza k vzniku fotochemického smogu. Dlhodobejšie vdychovanie niektorých látok môže spôsobiť podráždenie zmyslových orgánov, bolesť hlavy, stratu koordinácie, poškodenie pečene, pľúc alebo centrálneho nervového systému. U niektorých látok je podozrenie na karcinogénne účinky, u niektorých sú karcinogénne účinky preukázané (benzén).

ZÁVERY

Predpokladané zväčšovanie celosvetovej spotreby energie, stav svetových zásob zdrojov fosílnych palív a snaha o zlepšenie kvality ovzduší sú príčinou hľadania obnoviteľných energetických zdrojov, ktoré by mohli aspoň čiastočne fosílny zdroje energie nahradiť a súčasne i určitým podielom prispieť ku zníženiu emisnej záťaže, najmä potom ku zníženiu emisií skleníkových plynov. Medzi obnoviteľné zdroje energie je možné zaradiť vodnú, veternú, slnečnú a geotermálnu energiu a biomasu.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol na základe získania poznatkov KEGA č. 049TUKE-4/2012.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] JANDAČKA, J. - MALCHO, M. - MIKULÍK, M.: Ekologické aspekty záměny fosílnych palív za biomasu. Jozef Bulejčík, 010 01 Mojš 94, Žilina 2008, 228 s., ISBN 978-80-969595-5
- [2] Müllerová, J.: Pohonné hmoty pre motorové vozidlá, MULTIPRINT s.r.o., Košice 2008, 82 s.
- [3] OCHODEK, T. - KOLONIČNÝ, J. - BRANC, M.: Ekologické aspekty záměny fosílnych palív za biomasu, VŠB TU Ostrava, 2007, ISBN 978-80-248-1595-4
- [4] ŠENOVSKÝ, M. - BARTLOVÁ, I.: Nebezpečné látky. 3. přepracované vydání skript. Fakulta bezpečnostního inženýrství, TU-VŠB Ostrava 2006
- [5] [on-line] Available on - URL: <http://www.sazp.sk/slovak/periodika/sprava/sprava99/rizika/chemlat.htm>
- [6] [on-line] Available on - URL: <http://www.hlavnespravy.sk/takmer-tretina-obyvatelov-europskych-miest-dycha-znecistene-ovzdušie/32129/>
- [7] [on-line] Available on - URL: <http://www.irz.cz/node/79>
- [8] BADIDA M. – LUMNITZER, E. – LUKÁČOVÁ, K. – SZABÓ, R.: PEVNÉ AEROSÓLY.KVANTITATÍVNE HODNOTENIE PRAŠNOSTI V ŽIVOTNOM PROSTREDÍ . ELFA s. r. o., Košice, 2010, 94s, ISBN 978-50-8086-161-2
- [9] DESEDA, I. – SCHWARZ, M. – BADIDOVÁ, D.: TOXIKOLÓGIA A AKOTOXIKOLÓGIA. Košice, 2009, 209s., ISBN 978-80-553-0227-0
- [10] LUMNITZER, E. – BADIDA, M. – ROMANOVÁ, B.: HODNOTENIE KVALITY PROSTREDIA. SĽ TUKE, 2007, 277s., ISBN 978-80-8073-836-5

ADRESY AUTOROV:

Dr. h.c. prof. Ing. Miroslav BADIDA, PhD., Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky Park Komenského č. 5, 042 00 Košice, Slovenská republika, e-mail: miroslav.badida@tuke.sk

Ing. Marián HURAJT, Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky Park Komenského č. 8, 042 00 Košice, Slovenská republika, marian.hurajt@tuke.sk

RNDr. Radoslav RUSNÁK, PhD., Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky Park Komenského č. 5, 04200 Košice, Slovenská republika, radoslav.rusnak@tuke.sk

RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.