

EXPOZÍCIA ENVIRONMENTÁLNEHU HLUKU A JEHO VPLYV NA ZDRAVIE OBYVATEĽSTVA

ENVIRONMENTAL NOISE EXPOSURE AND ITS EFFECT ON POPULATION HEALTH

ALEXANDRA FILOVÁ, MARTIN SAMOHÝL, ĽUBICA ARGALÁŠOVÁ

Univerzita Komenského v Bratislave, Lekárska fakulta, Ústav Hygieny, Bratislava

SÚHRN

Rastúci vplyv expozície environmentálnemu hluku a jeho vplyv na zdravie, patrí k významným problémom súčasnej doby. Týka sa to predovšetkým obyvateľstva, žijúceho v mestských aglomeráciách s vysokou hladinou environmentálneho hluku. Príčinou tohto nežiaduceho javu je najmä narastajúca doprava a priemysel. Hladiny hluku narastajú nielen v niektorých typických pracovných prevádzkach, ale obťažujú ľudí už aj pri rekreácii, oddychu, či spoločenských aktivitách. Tento negatívny faktor životného prostredia sa odlišuje od iných škodlivín tým, že sa jeho hladiny stále zvyšujú a pôsobí na človeka neustále, teda aj v čase určenom na relaxáciu ako napríklad pri spánku. Z verejno-zdravotníckeho hľadiska je významné, že rušivé pôsobenie environmentálneho hluku sa prejavuje neskôr rastúcim rizikom chronických ochorení, ktoré majú priamu súvislosť s poruchami spánku a iných funkcií vo vegetatívnej, endokrinnnej a regulačnej sfére. Cieľom tejto prehľadovej práce je zosumarizovať aktuálne poznatky o škodlivých sluchových a nesluchových účinkoch environmentálneho hluku, ktoré bude možné využiť pri kvantifikácii rizika ako aj pri plánovaní preventívnych opatrení.

Kľúčová slova: hluk – expozícia, prevencia hluku, prostredie životné – vplyv na zdravie

SUMMARY

The growing impact of environmental noise exposure on health is a major problems of our times. It particularly concerns the urban population living in areas with high levels of environmental noise. Increased levels of traffic and industrial activity are the major causative factors of this phenomenon. Increased noise levels cause interpersonal problems not only in occupational settings, but during recreation, leisure, and social activities. This negative environmental factor differs from others in specifically affecting sleep and relentlessly increasing. In terms of public health, the disturbing effects of environmental noise manifest in increased risk of chronic diseases directly associated with sleep disorders and other vegetative, endocrine and regulatory functions. The aim of this review is to summarize current knowledge about the harmful auditory and non-auditory effects of environmental noise, which can be used in the risk quantification and planning of preventive measures.

Key words: noise – exposure, noise prevention, environment – health effects

Úvod

Hluk vždy predstavoval dôležitý problém životného prostredia. Hodnotenie rizika hlukovej expozície predstavuje mimoriadne naliehavý problém v dôsledku enormného nárastu akustickej energie. V porovnaní s inými znečisťujúcimi látkami hluk nepôsobí okamžite, jeho hladiny sa neustále zvyšujú a pôsobí na človeka neustále, teda aj v čase určenom na relaxáciu. Kontrola environmentálneho hluku bráni spoločenská nenahraditeľnosť dopravy a to, že v mnohých prípadoch neexistujú technické možnosti, ako účinne tlmiť hluk.

Hluková záťaž populácie pochádza z 40 % z pracovného a 60 % z mimopracovného prostredia. V sídelných aglomeráciách v mimopracovnom prostredí prevažuje hluk z dopravy, pričom hladiny tohto tzv. komunálneho hluku sa pohybujú v rozmedzí hladín A 60 až 90 dB. Hluk v denných hodinách vo veľkých mestách vykazuje výrazne kontinuálny charakter bez fenoménu tzv. dopravnej špičky. Jeho hladiny neustále narastajú a dosahujú hodnoty hladín hluku v priemysle (1, 2).

V krajinách Európskej únie je približne 40 % populácie exponovanej dopravnému hluku s ekvivalentnou hladinou A presahujúcou 55 dB a 20 % obyvateľstva dopravnému hluku s ekvivalentnou hladinou A presahujúcou 65 dB počas dňa. V nočných hodinách je viac ako 30 % populácie exponovanej ekvivalentnej hladine hluku A presahujúcej 55 dB, čo má rušivý vplyv na spánok (1–3).

Hluk môže mať sluchové a nesluchové účinky. Hlukom indikované straty sluchu sú rozšírené najmä v pracovnom prostredí. Existuje niekoľko povolání, pre ktoré je vývoj porúch sluchu z hluku typický, ako napríklad kováči, železničiari, kotlári, strojáři z textiliek, delostrelci, zamestnanci letísk, alebo piloti (4). K pracovným faktorom začala pribúdať aj sociálna expozícia hluku, napríklad prostredníctvom osobných hudobných prehrávačov (OHP), alebo podujatí s vysokou hlukovou intenzitou (3). Dlhotrvajúca niekoľko ročná expozícia pri hladinách A environmentálneho hluku (najmä hluku z dopravy) v rozmedzí 60–90 dB môže vyvolať nešpecifické reakcie celého organizmu, hlavne v sfére vegetatívnej, endokrinnnej a regulačnej a s tým súvisiace poru-

chy. Nesluchové účinky hluku sú výsledkom stimulácie vegetatívneho nervového systému, retikulárnej formácie, kôrových a podkôrových mozgových centier. Hluk pôsobí na organizmus ako stresor, aktivuje všetky mechanizmy stresovej reakcie organizmu. Vegetatívne reakcie vznikajú už pri nízkych hladinách intenzity hluku od 35 dB nezávisle od toho, ako človek vníma hluk subjektívne. Po dlhotrvajúcom pôsobení hluku na centrálny nervový systém sa môžu objaviť príznaky neurotizácie organizmu (5). Cieľom tejto prehľadovej práce je zosumarizovať aktuálne poznatky o škodlivých sluchových a nesluchových účinkov environmentálneho hluku, ktoré bude možné využiť pri kvantifikácii rizika ako aj pri plánovaní preventívnych opatrení.

Hluk v životnom prostredí

Environmentálny (komunálny) hluk, najmä z cestnej dopravy je aktuálny najmä v posledných desaťročiach ako jeden z hlavných nepriaznivých faktorov životného prostredia. Socioekonomická transformácia v Čechách a na Slovensku od roku 1990 priniesla rýchly rozvoj intenzity dopravy a nové problémy vo vzťahu k environmentálnemu hluku. Hluk z cestnej dopravy predstavuje vo veľkých mestách po celom svete neustále narastajúci rizikový environmentálny faktor.

V Európskej únii, okolo 56 miliónov ľudí (54 %) býva v aglomeráciách s viac ako 250 000 obyvateľmi, ktorí sú vystavení hluku z cestnej dopravy s priemerne vyššími L_{den} ako 55 dB za rok, čo je už považované za rizikové pre zdravie (2, 6, 7).

Rozsah populácie vystavenej hluku z cestnej dopravy ďaleko prevyšuje expozície zo železničných a leteckých zdrojov dohromady. Nie je to prekvapujúce, pretože podľa The Vehicles Technologies Office (2012) pripadá na 1 000 ľudí v západnej Európe 587 vozidiel. V Spojených štátoch je to 812 a v Kanade 626, zatiaľ čo v strednej a južnej Amerike je to 150 vozidiel na 1 000 osôb. Hluk z dopravy sa neustále zvyšuje, a v roku 2000, asi 44 % z populácie v EÚ (25 z 27 krajín EÚ), bolo vystavených

hladine hluku z cestnej dopravy nad 55 dB za deň pričom 55 dB je smerná hodnota WHO pre vonkajšie hladiny hluku a prah pre ochranu pred obťažovaním (2, 8).

Železničná doprava je vo všeobecnosti považovaná za najšetrnejší spôsob dopravy k životnému prostrediu, avšak nie je úplne bez chýb a na základe EU Noise Green Note Paper možno povedať, že hlavným dôvodom kritiky verejnosti na železničnú dopravu je nadmerný hluk, ktorý produkuje. Železničný hluk je druhým najdominantnejším zdrojom hluku vo vonkajšom prostredí. V EÚ je približne 9 miliónov ľudí vystavených hladine hluku A nad 50 dB v noci (1, 2).

Hluk z leteckej dopravy ovplyvňuje oveľa menšie množstvo obyvateľov v porovnaní s hlukom z bežnej cestnej dopravy. Získava si však stále väčšiu pozornosť, pretože je považovaný za najneprijemnejší a najrušivejší hluk, a práve preto je najčastejšie uvádzaným dôvodom proti rozširovaniu letísk. V roku 2006, bola svetová populácia vystavená leteckému hluku s 55 L_{dn} a očakávame nárast vo výške 0,7 až 1,6 % ročne (9).

Zvukovú, prípadne hlukovú kulisu v životnom prostredí tvoria okrem cestnej dopravy, železníc a letísk aj iné antropogénne činnosti či stavby, a taktiež aj pre prírodu sú typické určité zvuky. Do tejto kategórie zaraďujeme zvuk z fyzikálnych procesov (ako napr. prúde vody, vietor), hluk z vnútorných bytových konštrukcií (ako napr. čerpadlá, kotle) a hluk z fauny (ako napr. brechot psov, kvákanie žiab). Príklady hladín zvuku v prostredí zobrazuje tabuľka 1 (10).

Hluk generovaný v súvislosti s bývaním spôsobujú technické zariadenia budov ako napr. čerpadlá, výmenníkové stanice, kotolne, výtahy, vzduchotechnika, ventilátory, domáce spotrebiče a sanitárne vybavenie bytu. Orientačný prehľad hladín hluku od vybraných spotrebičov a určitých činností uvádza tabuľka 2 (11).

Sluchové účinky hluku

Spôsob poškodenia zo špecifickej expozície hluku závisí od frekvenčnej charakteristiky, intenzity, dĺžky pô-

Tab. 1. Príklady hladín zvuku prostredia, v ktorom sa človek pohybuje

L_{Aeq} (dB)	Prostredie
25	Tichá miestnosť v noci
40	Tichý rozhovor, tichá kancelária, konverzácia tichým hlasom
50	Auto s tichým chodom, zavreté okná otočené na rušnú ulicu
60	Hlasitý rozhovor, rušný úrad, interiér spojený otvorenými oknami s rušnou ulicou
70	Priečelie obytného bloku oproti autostráde, hluk živej konverzácie, bežná premávka
80	Rušná križovatka, strojárnska výrobná hala
90	Prejazd nákladného auta (7,5 m od osi krajného dopravného prúdu), ulica s dopravnými prostriedkami, rušná fabrika, verejné zhromaždenie, zbijačka
100	Klasický signál klaksónom vo vzdialenosti 5–7 m, kamiónová súprava
110	Strelná zbraň, pneumatické kladivo, uhlová brúska (rozbrusovačka), beatový koncert
120	Automobilová siréna, hukot traktora pracujúceho vo vzdialenosti 1 m, vzlet lietadla vo vzdialenosti 100 m
122	Diskotéka
130	Štart prúdového lietadla

Zdroj: Šolc M. 2011 (10)

Tab. 2. Orientačné hladiny hluku od vybraných spotrebičov a činností v domácnosti

Spotrebič alebo činnosť	L_{Aeq} (dB)	Meracie miesto
Vysávač prachu v činnosti	70–75	Uprostred miestnosti
Mixér	až 84	1 m od zdroja
Televízor, optimálna hlasitosť	64–68	2,5 m od zdroja
Detský plač	až 78	Uprostred miestnosti
Konverzácia viacerých osôb	60–68	Uprostred miestnosti
Elektrická vŕtačka	83–88	1 m od zdroja
Umývačka riadu	45–60	2 m od zdroja

Zdroj: Žiaran S. 2008 (11)

sobenía, druhu hluku a taktiež individuálnej vnímavosti sluchového orgánu postihnutého jedinca. Pri poškodení sluchu hlukom dochádza k poškodeniu vláskových buniek Cortiho orgánu, tie majú ektodermálny pôvod, preto sa každý defekt hojí reparačnou náhradou menej cenným tkanivom. Okrem toho kochlea má terminálne krvné zásobovanie, preto všetky anatomicke či funkčné poruchy mikrocirkulácie majú za následok ireverzibilné poškodenie vláskových buniek (5).

Akútne poškodenie sluchu (akútna akustická trauma – akutrauma) vzniká pôsobením nadmerného krátkotrvajúceho zvuku (nad 120 dB) ako napr. pri explózii, keď v dôsledku pôsobenia veľkej zvukovej energie dochádza k preťaženiu vláskových buniek Cortiho orgánu. Môže nastať poškodenie bubienka stredoušných kostičiek i vnútorného ucha s roztrhnutím Cortiho orgánu a kapilár pod Cortiho orgánom, s krvácaním a nekrozou sluchových buniek. Zvyčajne vzniká percepčno-prevodová porucha sluchu. Ohlušenie trvá niekoľko hodín až dní, ak je poškodenie vláskových buniek reverzibilné, ale môže viesť tiež k trvalej strate sluchu. Akútne poškodenie sluchu nevzniká po dlhšom čase od spúšťacej udalosti. Dôležitým faktorom pre celkový stupeň poškodenie sluchu akutraumou je individuálna vnímavosť. Starší ľudia a ľudia s poškodeným vnútorným uchom sú na akutraumu podstatne vnímavejší ako iní jedinci (12, 13).

Častejšie dochádza ku chronickej poruche sluchu z hluku, ktorá vzniká pomaly, takmer vždy symetricky v oboch ušiach, po dlhoročnej expozícii nadmernému hluku (roky i desaťročia). Intenzita a hladina hluku je nižšia ako pri akútnej akustickej traume, presahuje $L_{Aeq,24h}$ 70 dB (1). Stredné a vyššie frekvencie v spektre hluku sú škodlivejšie ako nízke, tento typ nedoslýchavosti sa označuje aj ako bazokochleárny, pretože najskôr a najviac narušené bunky pre percepciu vysokých frekvencií sú umiestnené v bazálnom závite slimáka sluchového orgánu. Postupne narastá percepčná vnútroušná porucha sluchu (kochleárna) s poklesom sluchu v rozsahu 2–6 kHz. Typický je pokles sluchu s frekvenciou 4 kHz. Prvé príznaky poruchy sluchu sa prejavujú nepočutím vysokých tónov, čo však neovplyvňuje významnejšie komunikačné možnosti postihnutého jedinca. Až neskôr sa rozširuje porucha sluchu na celé sluchové pole (13).

Epidemiologické štúdie u adolescentov a mladých dospelých, ktorí neboli vystavení pracovnému hluku, poukazujú na zvýšený počet merateľných nezvratných poškodení vnútorného ucha. Je to v dôsledku širokého rozšírenia hlučných zábavných predmetov ako sú napríklad pištole, ohňostroje ale aj dlhodobé vystavenie elek-

tronicky zosilňovanej hudby (14). Aj keď možnosti liečby sú limitované, existuje niekoľko modifikovateľných zdravotných návykov, ktoré by mali ohrození jedinci začať pestovať už od detstva a môžu tým zabrániť alebo oddialiť nástup porúch sluchu. K nemodifikovateľným faktorom patrí vek, genetické faktory, mužské pohlavie a rasa. K modifikovateľným rizikovým faktorom patrí dobrovoľné vystavenie hluku, nepoužívanie osobných ochranných prostriedkov, fajčenie, nedostatok pohybu, zlé stravovacie návyky, strata zubov, diabetes a kardiovaskulárne ochorenia. U mladých dospelých a detí stúpa dobrovoľná expozícia hluku (15). K najčastejším zdrojom dobrovoľnej expozície hluku vo vonkajšom prostredí patrí celoročne hluk z diskotiek a klubov a sezónne z open-air koncertov, festivalov, zo športových podujatí a náboženských osláv (16). Tieto podujatia produkujú vysoké hladiny hluku a v závislosti od udalosti sa opakujú s väčšou alebo menšou frekvenciou. Okrem toho, sa niektoré podujatia konajú aj v noci, takže obťažujú vyšší počet ľudí, ktorí sa z roka na rok stále viac sťažujú. Sezónne udalosti je možné rozdeliť na dve kategórie a to, činnosti, ktoré sa konajú každý víkend v blízkosti rekreačných oblastí a občasných činností, konajúce sa raz za sezónu ako napríklad hudobné festivaly (16).

Podľa najnovšieho prehľadu ICBEN (The International Commission on Biological Effects of Noise) (17) k najvýznamnejším zdrojom hluku, pôsobiacim vo voľnom čase patria nočné kluby. Podľa výskumov z Veľkej Británie z 300 študentov až u 88 % z nich sa vyskytlo hučanie v ušiach po opustení nočného klubu, a 66 % malo znížené počutie až do nasledujúceho rána. Najvyšší výskyt trvalej straty sluchu bol zistený u študentov populárnej hudby. Výsledky audiometrických vyšetrení u mladých britských hudobníkov ukázali audiometrický zárez na 4–6 kHz u takmer polovice z nich (47 %). Okrem toho, 16 % študentov vykazovalo mieru stratu sluchu podľa britských smerníc pre ochranu zdravia pri práci.

Pracovníci Národného referenčného laboratória pre komunálny hluk pri Zdravotnom ústave so sídlom v Pardubiciach merali a hodnotili vonkajšiu hudobnú produkciu na hudobných festivaloch Open Air v Trutnove v roku 2008 a Hip Hop festivale v Hradci Králové v roku 2009. Podľa výsledkov tohto hodnotenia je nízkofrekvenčný hluk z festivalov závažným komunálnym a sociálnym problémom. V štúdiu sa potvrdilo, že problémy s rušením v okolí festivalov môžu byť prioritne spôsobené nízkofrekvenčným tonálnym zvukom a pri viacerých rovnako intenzívnych zdrojoch nie je možné jednotlivé zvuky v plnej miere separovať (18).

Nesluchové účinky hluku

Ako je uvedené v úvode tieto účinky sú výsledkom stimulácie vegetatívneho nervového systému, retikulárnej formácie a kôrových a podkôrových mozgových centier. Hluk pôsobí na organizmus ako stresor, aktivuje všetky mechanizmy stresovej reakcie organizmu. Najvýraznejšie sú reakcie kardiovaskulárneho systému (napr. zmeny krvného tlaku, hlavne zvyšovanie diastolického tlaku, zvyšovanie periférneho odporu, zmeny pulzovej frekvencie, zmeny na elektrokardiograme), zmeny dychovej frekvencie, tvorby tráviacich štiav a motility gastrointestinálneho traktu, galvanickej kožnej reakcie, vylučovania hormónov a zloženia krvi (19). Vegetatívne reakcie vznikajú už pri nízkych hladinách intenzity hluku (od 35 dB) nezávisle od toho, ako človek vníma hluk subjektívne. Po dlhotrvajúcom pôsobení hluku na CNS sa môžu objaviť príznaky neurotizácie organizmu. Rušivé účinky hluku v psychickej oblasti sa prejavujú najmä v skupine duševne pracujúcich. U vnímavějších jedincov môže hluk spôsobovať poruchy psychickej rovnováhy, zvyšuje dráždivosť, vyvoláva depresie, ťažkosti pri zaspávaní, bolesti hlavy, ovplyvňuje práceschopnosť znižovaním výkonnosti, pozornosti, zvyšovaním únavy, negatívne ovplyvňuje proces učenia a zapamätávania. V hlučnom prostredí sa znižuje zrozumiteľnosť reči, zhoršuje sa komunikácia pracovníkov, zvyšuje úrazovosť a práceneschopnosť (5, 11, 20, 21).

V posledných rokoch boli pri sledovaní kardiovaskulárneho rizika v dôsledku hlukovej expozície publikované výsledky merania hladín stresových hormónov – adrenalínu, noradrenalínu a kortizolu. Endokrinné poruchy prejavujúce sa na prvom mieste v reťazci príčin a následkov pri vnímanej hlukovej záťaži možno teda detekovať v populácii počas relatívne krátkeho obdobia expozície tomuto faktoru. Stresové hormóny sú užitočné indikátory stresu, ale pokiaľ ide o posúdenie rizika, výklad endokrinných účinkov hluku je skôr kvalitatívny ako kvantitatívny. Stresové hormóny možno použiť v hlukových štúdiách pri študovaní mechanizmov fyziologických reakcií na hluk a identifikovaní ohrozených skupín populácie (22).

Hluk a obťažovanie

Najvšeobecnejšou odpoveďou obyvateľstva na prekročenie prípustných hladín hluku býva obťažovanie (annoyance). Je to psychický stav, ktorý vzniká pri mimovoľnom vnímaní vplyvov alebo pri podriaďovaní sa okolnostiam, ku ktorým má jedinec zamietavý postoj, pretože rušia jeho súkromie, prekážajú vo vykonávaní činnosti alebo ovplyvňujú kvalitu odpočinku. Reakciou na to sú pocity odporu, podráždenosť a v niektorých prípadoch psychosomatické poruchy (3). Stupeň celkového obťažovania (annoyance) spolu s citlivosťou na hluk (tzv. noise sensitivity) sa často využíva ako indikátor expozície hluku vo vzťahu k jeho extraaurálnym účinkom (najmä v oblasti kardiovaskulárneho systému) (23).

Obťažovanie je považované za najvýznamnejší z nežiaducich účinkov hluku a je sprevádzané rušením, obmedzením pohody a stresom. Je to primárna emocionálna reakcia, môže však vznikáť nielen priamym vnímaním hluku ale aj druhotne, v dôsledku toho, že hluk

interferuje s vykonávanou alebo zamýšľanou činnosťou, alebo vyvoláva neprijemné pocity (24–26).

Možno konštatovať, že obťažovanie hlukom je subjektívne a jedinci sa fyziologicky líšia v citlivosti na hluk. Inak povedané, rôzni ľudia môžu byť viac či menej obťažovaní rovnakou intenzitou zvuku. Neakustické faktory ako sú vek, socioekonomické ukazovatele a strach, hrajú tiež významnú úlohu pri určovaní individuálnych reakcií na hluk (27). V dôsledku toho smernica EÚ 2002/49/EC odporúča hodnotenie expozície environmentálnemu hluku na základe odhadovaného obťažovania hlukom. WHO vo svojej správe z roku 2011, uvádza, že v Európe obťažuje hluk počas dňa jedného z troch jedincov. Odhaduje sa, že okolo 57 miliónov ľudí (12 % populácie) v 25 krajinách EÚ obťažuje hluk z cestnej dopravy, z toho približne 24 miliónov (42 %) extrémne obťažuje. Hluk zo železničnej dopravy obťažuje asi 5,5 milióna ľudí (1% európskej populácie), z toho 2 milióny extrémne obťažuje (2).

Stupeň obťažovania zistujeme pomocou dotazníka, v ktorom respondenti subjektívne popisujú, do akej miery ich hluk obťažuje podľa rôznych škál (troj- až dvánásťstupňových). Fields a kol. (28) navrhli pre hodnotenie obťažovania (annoyance) jednotnú päťstupňovú škálu. Vzhľadom na to, že ide len o subjektívny indikátor, dôležité sú objektívne merania hlukovej expozície v určených oblastiach.

Vplyvom hluku z cestnej dopravy na rušenie obyvateľstva sídlisk sa zaoberali aj autori zo Slovenska a Čiech (21, 29, 30, 31–34). V štúdiách Argalášovej-Sobotovej a kol. (31, 32, 34) autori analyzovali trendy hlukovej záťaže obyvateľstva s odstupom 10, 15 a 25 rokov a rozpracovali metódu hodnotenia rizika expozície hluku v životnom prostredí s ďalšími možnosťami využitia aj pri iných fyzikálnych faktoroch. Objektívne zistili kontinuálny nárast záťaže vybraných skupín obyvateľstva dopravným hlukom v intervale desiatich rokov v r. 1989–1999, obdobie politických, sociálnych a ekonomických zmien v štáte s dopadom aj na dopravu a jej riadenie, v rokoch 2004 a 2014 záťaž environmentálnym hlukom narastá, nie však už tak prudko. Autori pozorovali nárast hodnoty rizík obťažovania dopravným hlukom u respondentov v intervale 10 a 15 rokov, po 25 rokoch došlo k zníženiu rizika obťažovania dopravným hlukom pri zachovanej signifikantnosti vzťahu. Autori toto zistenie pripisujú habituácii a prítomnosti iných skresľujúcich faktorov v danom súbore (rekonštrukcia dopravnej infraštruktúry a stavebné úpravy budov) alebo obťažovaniu hlukom z iných zdrojov (hluk zo zábalných podnikov, hluk zo susedných bytov a z vnútorných konštrukcií budovy).

V Českej republike sa uskutočňuje monitorovanie hluku v rámci Systému monitorovania zdravotného stavu obyvateľstva ČR vo vzťahu k životnému prostrediu vo vybraných mestských aglomeráciách už od roku 1993 ako subsystém Zdravotné dôsledky a rušivé účinky hluku (30, 33, 35). Prebiehajú tu periodické merania, postupne doplnované o akustické štúdie. Dotazníkové štúdie v týchto lokalitách charakterizujú obyvateľov z hľadiska ich zdravotného stavu a postojov k hluku. Monitorovanie hluku sa uskutočňuje periodicky každé dva až tri roky na základe 24 hodinových meraní hluku a hodnotenia jeho vývoja od roku 1994 až do roku 2011 najprv v 19 mestách ČR a v roku 2011 v 9 mestách. V každom

meste boli vybrané lokality s rozdielnou hlučnosťou; relatívne tichá a relatívne hlučná. Za časové obdobie od roku 1994–2011 pri celkovom hodnotení všetkých monitorovaných lokalít nebol zistený významný trend vývoja hlučnosti, k medziročnej zmene hluku o viac než 4 dB došlo v troch prípadoch mestských dlhodobosídlených lokalít vo vnútri zástavby, ktoré nemožno celostátne zovšeobecňovať (33). Na základe analýzy výsledkov dotazníka „Hluk a zdravie“ na súbore 4 987 respondentov z roku 2007 (návrtnosť dotazníka 51 %) bolo dopravným hlukom mierne obťažovaných 52,7 % respondentov, stredne obťažovaných 32,1 % respondentov a silno obťažovaných 15,2 % respondentov. Podobne to bolo aj pri obťažovaní hlukom od susedov. Vyšší výskyt uvedenej lekárom diagnostikovanej hypertenzie bol asociovaný s vyššou úrovňou obťažovania hlukom z dopravy, odds ratio = 1,57 (95 % IS = 1,27–1,93), ale aj od susedov, odds ratio = 1,31 (95 % IS = 1,03–1,67) (33, 36). Pri porovnaní výsledkov získaných v rokoch 2007 a 2013 došlo ku štatisticky významnému poklesu respondentov v jednej zo 6 lokalít sledovaných v roku 2013, ktorí považovali svoj byt za hlučný, zastúpenie obťažovaných osôb kleslo z 97 % na 55 %. Zistený bol pokles skóre pre obťažovanie hlukom z dopravy, na hranici štatistickej významnosti bol pokles u hluku zo stavebnej činnosti, u hluku od susedov neboli zistené štatisticky významné zmeny (37).

V súčasnej dobe je aktuálny proces hodnotenia zdravotných rizík (HRA) a posudzovanie vplyvov na verejné zdravie (PVZ) u expozície hluku z cestnej dopravy. Odporúčané sú rôzne metodiky, najmä však metodika European Environmental Agency (EEA) – Good practice guide on noise exposure and potential health effect (38). Žiadna pracovná metodika však neuvádza požiadavky na charakter vstupných údajov celého procesu, ktoré by zahŕňali kvalitatívny a kvantitatívny popis úrovne expozície posudzovanej populácie a rozloženie expozičnej záťaže v posudzovanom území. Požiadavky na štruktúru vstupných informácií sú preto v súčasnosti formulované na základe odborných skúseností a osobného prístupu spracovateľa HRA (39).

Hluk a poruchy spánku

Ľudia sa čoraz viac sťažujú na poruchy spánku, ktoré prevažne poukazujú na súvisiace zdravotné problémy. Avšak, stále väčší počet týchto problémov je spôsobených stimulmi zo životného prostredia, medzi ktorými hluk dominuje (40).

Hluk mení nielen kvalitu spánku, ale aj fyziologickú odozvu organizmu v podobe zmien krvného tlaku, srdcovej frekvencie alebo dychovej frekvencie. S nedostatočným spánkom sú následne spojené aj ďalšie prejavy: poruchy koncentrácie, zvýšená únava, zmeny nálady, bolesti hlavy a podobne. Ako poukazujú viaceré štúdie, i keď si človek na hlučné okolie zdanlivo dokáže zvyknúť, ku skutočnej adaptácii organizmu na hluk nedochádza ani po mnohých rokoch (41, 46).

Poruchy spánku sú považované za jeden z najškodlivejších účinkov hluku. Najviac sa vyskytujú u ľudí žijúcich v blízkosti letísk, ulíc s vysokou intenzitou dopravy, pozdĺž železničných tratí a v priemyselných oblastiach (40). Spánok tvorí asi tretinu ľudského života, do-

statočný a nerušený spánok je nevyhnutný pre udržanie výkonu počas dňa a tak isto pre celkové zdravie. Spánok je štruktúrovaný podľa sekvencií do troch až štyroch cyklov, pričom každý trvá 90–100 minút, ktoré sa vyznačujú postupným zvyšovaním a znižovaním hĺbky spánku a sú ukončené rýchlym pohybom očí (REM-fáza). Ľudský organizmus rozpoznáva, vyhodnocuje a reaguje na vonkajšie zvuky aj v spánku. Tieto reakcie sú súčasťou integrálneho procesu aktivizácie organizmu a vyjadrujú sa napríklad, zmenami v štruktúre spánku alebo zvýšením tepovej frekvencie. Hoci sú reakcie na hluk prirodzené (a často nevyhnutné), predpokladá sa, že podstatné zvýšenie týchto účinkov, môže spôsobiť poruchu zdravia. Hluk vo vonkajšom prostredí môže znížiť regeneračnú silu spánku pomocou opakujúcich sa aktivít (tzv. fragmentáciou spánku). Akútne a chronické obmedzenie spánku alebo fragmentácia má preukázaný vplyv na psychomotoriku, konsolidáciu pamäte, tvorivosť, rizikové správanie, pracovný výkon a zvyšuje riziko nehôd (40).

V poslednom období stúpol záujem o krátkodobé účinky hluku na spánok (prebúdzanie alebo prebudenie sa) ako aj o epidemiologické štúdie zamerané na zdravotné dopady nočnej expozície hluku. Hume (43) potvrdil vo svojom výskume, že prebúdzanie vyvolávajú už relatívne nízke úrovne expozície z rôznych zdrojov hluku ako sú napríklad letecká, cestná, železničná doprava, susedia, kostolné zvony, obytné, nemocničné alebo laboratórne prostredie.

Existujú subjektívne a objektívne dôkazy vplyvu hluku na spánok (42). Hluk môže pôsobiť primárne počas spánku, alebo sekundárne ako následok expozície nadmernému komunálnemu hluku v období noci.

Sekundárne následky rušenia spánku sú: znížená subjektívna kvalita spánku, zvýšenie únavy, depresívna nálada alebo narušený pocit pohody, prípadne znížená výkonnosť. Na to, aby bol spánok dobrý a ničím nerušený, podľa Svetovej zdravotníckej organizácie by ekvivalentná hladina hluku nemala prekročiť 30 dB pri ustálenom hluku. Jednotlivé hlukové udalosti by nemali prekročiť 45 dB pri prerušovanom hluku. Rušivým býva nielen hluk z dopravy, ale aj hluk zo zariadení domu, zo susedných bytov a zo zábavných podnikov v blízkom okolí. Nepríjemný býva aj nízkofrekvenčný hluk alebo hluk kombinovaný s vibráciami (44).

Vzhľadom na nové poznatky v tejto oblasti WHO nedávno navrhla nové odporúčania pre hlukové hladiny počas noci, ako indikátor poruchy spánku. Tieto odporúčania sú aplikovateľné pre všetky členské štáty EÚ. Podľa Svetovej zdravotníckej organizácie je cieľovou hladinou hluku v noci 40 dB. Táto hladina hluku by mala chrániť aj najcitlivejšie skupiny populácie (deti, chronicky chorých, starých ľudí) (1).

Hluk a kognitívne funkcie

Podľa experimentálnych aj epidemiologických štúdií môže hluk ovplyvňovať aj výkon kognitívnych úloh, hlavne u detí a pracovníkov. Hoci hluk môže pôsobiť ako stimulátor pri jednoduchých a kratších úlohách, pri komplexnejších úlohách sú kognitívne schopnosti zhoršené. Najviac ovplyvňuje čítanie, pozornosť, riešenie problémových situácií a zapamätávanie. Hluk môže ne-

gativne ovplyvniť výkon aj po určitej dobe. Na školách v okolí letísk výskumníci pozorovali znížené schopnosti žiakov pri čítaní, pri skladaní puzzle, pri testovaní motivačných schopností. Deti v hlučnejších oblastiach majú zvýšenú aktivitu sympatika, zvýšenú hladinu stresových hormónov a zvýšený pokojový tlak krvi. Nadmerný hluk sa podieľa na zhoršení pracovného výkonu a zvýšenom výskyte chýb a pracovných úrazov (44, 40, 45).

Hluk ovplyvňuje aj zrozumiteľnosť ľudskej reči. Akustická energia reči je vo frekvenčnom pásme 100–6 000 Hz, hlavne medzi 300–3 000 Hz. Interferencia s rečou je v podstate maskovací proces, kde je simultánny interferujúci hluk zodpovedný za nezrozumiteľnosť ľudskej reči. Environmentálny hluk môže maskovať aj iné akustické signály dôležité pre každodenný život, ako sú zvonenie zvonov, telefónne signály, budíky, požiarne sirény a iné výstražné zvuky, ako aj hudbu (44).

Hluk a kardiovaskulárny systém

Hluk možno podľa najnovších poznatkov a prehľadov epidemiologických štúdií považovať za jeden z rizikových faktorov kardiovaskulárnych ochorení. Okrem zvyšovania tlaku krvi dochádza aj k zvyšovaniu hladín krvných lipidov, čo sa môže neskôr prejaviť manifestnými ochoreniami (hypertenzia, koronárna artériová choroba) (3, 46–48). Chronický hlukom indikovaný stres urýchľuje starnutie myokardu, a tým zvyšuje riziko vzniku infarktu myokardu. Chronické vystavenie hluku u zvierat na diéte so suboptimálnym obsahom horčička vedie k zvýšeniu vápnika, a zníženiu horčička v myokarde. Tieto zmeny boli spojené s noradrenalinom a normálnym starnutím. Posmrtné štúdie srdca obetí ischemických chorôb srdca potvrdili, že posuny Ca/Mg sú dôležité aj u ľudí. Epidemiologické štúdie podporujú význam hluku ako rizikového faktora ochorení srdca a ciev, najmä infarktu myokardu (49). Krivka hodnotenia rizika (dávka – odpoveď) medzi expozíciou hluku z cestnej dopravy a incidenciou infarktu myokardu, ktorá bola odvodená z výsledkov metaanalýz naznačila, že expozícia pod hladinou A 60 dB počas dňa nie je spojená s nárastom incidencie chorobnosti na infarkt myokardu. Pri hladinách A hluku nad 60 dB riziko vzniku infarktu myokardu kontinuálne narastá s rizikom od 1,1–1,5 (50). Posledná metaanalýza poukázala na 8% nárast rizika (relatívne riziko 1,08 (95 % IS = 1,04–1,13) pri každom náraste váženej hladiny A hluku počas dňa a noci L_{dn} o 10 dB v expozíčnej kategórii 52–77 dB (51, 52). Argalášová-Sobotová a kol. (53) použili metódu kvantifikácie skóre kardiovaskulárneho rizika čo umožnilo vyjadriť nesluchové účinky hluku komplexným spôsobom. Štúdia uskutočňujúca sa v prirodzenom prostredí človeka pomohla získať nové dôkazy o existencii vzťahu medzi environmentálnym hlukom a rizikom vzniku srdcovocievnych ochorení. Prispela k problému združovania, vzájomného prepojenia a kombinácie a multiplikácie ďalších environmentálnych rizikových faktorov srdcovocievnych ochorení. Stanovenie celkového kardiovaskulárneho rizika umožňuje komplexnejšie posúdiť riziko vo vzťahu k environmentálnemu hluku a jeho opodstatnenie spočíva aj v odstupňovaní preventívnych opatrení a v intervencii.

V celoeurópskej štúdii HYENA (Hypertension and Exposure to Noise near Airports), ktorá sa uskutočnila

s cieľom zhodnotiť súvislosti medzi leteckým hlukom a hlukom z cestnej dopravy v blízkosti letísk hlavných európskych miest (Londýn, Berlín, Amsterdam, Stockholm, Miláno, Atény), autori objavili významný vzťah „dávka a odpoveď“ medzi expozíciou nočnému leteckému hluku a dennému hluku z cestnej dopravy a rizikom vzniku hypertenzie. Pri cestnom dopravnom hluku bol vzťah silnejší u mužov a hodnota rizika (relatívnej pravdepodobnosti – odds ratio) bola 1,54 (95 % IS = 0,99–2,40) v najvyššej kategórii hlukovej expozície > 65 dB (45, 49).

Manažment rizika hlukovej expozície

Klasifikácia hluku podľa Svetovej zdravotníckej organizácie slúži ako základ pre manažment rizika hlukovej expozície a tvorbu celosvetových limitných odporúčaní. Stav úplnej telesnej, duševnej a sociálnej pohody zodpovedá $L_{Aeq} = 30$ dB, resp. $L_{Amax} = 45$ dB. Tieto hladiny zvuku v našom civilizovanom a pretechnizovanom svete možno dosiahnuť len v niektorých oblastiach a vo výnimočných situáciách.

V obytných oblastiach by hladiny zvuku A nemali prekročiť 55 dB, prípadne 50 dB. Pri vyšších hladinách zvuku už môže dôjsť k narušaniu zdravia. Ide skôr o psychologické a sociálne reakcie (ako interferencia so spánkom, rozmrzenosť alebo annoyance, poruchy komunikácie a spánku). Za prahovú hladinu pre „annoyance“ a poruchy komunikácie sa považuje hodnota $L_{Aeq} = 55$ dB (vo vonkajšom aj vo vnútornom prostredí budov). Hladiny zvuku počas večera a noci by mali byť o 5–10 dB nižšie ako počas dňa. Vážne obťažovanie a rozmrzenosť sa pozorovali pri dlhodobej expozícii ekvivalentnej hladine zvuku nad 65 dB. Preto sa hladina $L_{Aeq} = 65$ dB považuje za kritickú pre negatívne psycho-fyziologické účinky hluku. Tolerovanou hladinou hluku pre celkové ohrozenie zdravia je podľa WHO $L_{Aeq} = 75$ dB počas dňa. Pre poruchy sluchu je stanovená kritická hladina $L_{Aeq} = 85$ dB a pre extraaurálne preťaženie hladina $L_{Amax} = 99$ dB (54). Nová smernica WHO uvádza v súvislosti s incidenciou infarktu myokardu vo vzťahu k cestnému dopravnému hluku prahovú hodnotu 60 dB pre $L_{den,16h}$ (dennú ekvivalentnú hladinu akustického tlaku), odvodenú na základe deskriptívnych a analytických štúdií. Pri vyššej hlukovej expozícii sa riziko kontinuálne zvyšuje až k OR 1,2 pri $L_{den,16h} 70$ dB (1, 2, 48).

Záver

Hluk zaujíma zvláštne postavenie medzi mnohými negatívnymi faktormi životného prostredia. Zatiaľ čo pri iných fyzikálnych, chemických a biologických faktoroch nebýva ťažké určiť mieru škodlivosti a odozvu ich pôsobenia na ľudský organizmus, pri hluku tomu tak nie je. Najzávažnejším faktorom je však neštandardnosť podmienok, nakoľko hluk ako noxa zvyčajne pôsobí v komplexe mnohých ďalších exogénnych a endogénnych faktorov.

Straty sluchu spôsobené hlukom sú najčastejšou príčinou hluchoty a sluchových postihnutí. Aj keď možnosti liečby sú limitované, pre väčšinu ľudí trpiacich hlukom indikovanou stratou sluchu, existuje niekoľko modifi-

kovateľných zdravotných návykov, ktoré by sa mali začať pestovať už od detstva a môžu zabrániť alebo odhaliť nástup poruchy sluchu. Vzhľadom k poškodeniu sluchu u mladých dospelých a detí, stúpa sociálna alebo dobrovoľná hluková expozícia (15).

V našom prehľadovom článku sme zosumarizovali aktuálne poznatky o škodlivých sluchových aj nesluchových účinkoch environmentálneho hluku. Z nesluchových účinkov sme špeciálnu pozornosť venovali obťažovaniu, poruchám spánku, vplyvu hluku na kognitívne funkcie a kardiovaskulárny systém. Osobitne sa venujeme prahovým hodnotám ako aj manažmentu rizika hlukovej expozície.

Z výsledkov doterajších výskumov škodlivosti hluku rôznych intenzít vychádzajú kritériá najvyšších prípustných hodnôt v pracovnom a v životnom prostredí. Potreby praxe si však v súčasnosti vyžadujú ďalšie poznatky o účinkoch hluku v prirodzenom prostredí človeka a jeho vplyve na zdravie. Riešenie spočíva v hľadani exaktných postupov pre kvantifikáciu rizika a efektívne preventívne opatrenia.

Podakovanie:

Táto práca bola realizovaná s finančnou podporou grantu UK/132/2015.

LITERATÚRA

- Hurtley C, editor. Night noise guidelines for Europe. Geneva: WHO Regional Office for Europe; 2009.
- Fritsch L, Brown Lex A, Kim R, Schwela D, Kephapoulos S, editors. Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe. Geneva: WHO Regional Office for Europe; 2011.
- Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. Lancet. 2014 Apr;383(9925):1325-32.
- Profant M, et al. Otolaryngológia. Bratislava: ARM 333; 2000.
- Ševčíková I, et al. Hygiena. Bratislava: Univerzita Komenského; 2006.
- Salomons EM, Janssen SA. Practical ranges of loudness levels of various types of environmental noise, including traffic noise, aircraft noise, and industrial noise. Int J Environ Res Public Health. 2011 Jun;8(6):1847-64.
- Lekaviciute J, Argalasova-Sobotova L. Environmental noise and annoyance in adults: research in Central, Eastern and South-eastern Europe and newly independent states. Noise Health. 2013 Jan-Feb;15(62):42-54.
- Gidlöf-Gunnarsson A, Ögren M, Jerson T, Öhrström E. Railway noise annoyance and the importance of number of trains, ground vibration, and building situational factors. Noise Health. 2012 Jul;14(59):190-201.
- Hume KH, Brink M, Basner M. Effects of environmental noise on sleep. Noise Health. 2012 Nov-Dec;14(61):297-302.
- Šolc M. Hluk z pracovného prostredia ako jeden z významných faktorov ovplyvňujúcich kvalitu života človeka. Prev Úrazů Otrav Násilí. 2011;7(1):85-91.
- Žiaran S. Ochrana človeka pred kmitaním a hlukom. Bratislava: Vydavateľstvo STU; 2008.
- Plath P. Lärmschaden des Gehörs und ihre Begutachtung. Hannover: Schlütersche Verlagsanstalt; 1991. (In German.)
- Buchancová J, et al. Pracovné lekárstvo a toxikológia. Martin: Vydavateľstvo Osveta; 2003.
- Maassen M, Babisch W, Bachmann KD, Ising H, Lehnert G, Plath P, et al. Ear damage caused by leisure noise. Noise Health, 2001;4(13):1-16.
- Daniel E. Noise and hearing loss: a review. J Sch Health. 2007 May;77(5):225-31.
- Ballesteros MJ, Fernández MD, Ballesteros JA. Acoustic evaluation of leisure events in two mediterranean cities. Appl Acoustics. 2015 Mar;89:288-96.
- Basner M, Brink M, Bristow A, de Kluizenaar Y, Finegold L, Hong J, et al. ICBEN review of research on the biological effects of noise 2011-2014. Noise Health. 2015 Mar-Apr;17(75):57-82.
- Junek P, Potužníková D, Hellmuth T, Píša L, Kučera I. Nízko-frekvenční hluk z venkovní produkce hudby a jeho vliv na zdraví nezúčastněných osob v okolí. Hygiena. 2011;56(1):11-7.
- Fass R, Naliboff BD, Fass SS, Peleg N, Wendel C, Malagon IB, et al. The effect of auditory stress on perception of intraesophageal acid in patients with gastroesophageal reflux disease. Gastroenterology. 2008 Mar;134(3):696-705.
- Martinik K, Optová L. Human nonspecific response to sound stimulation. J Hyg Epidemiol Microbiol Immunol. 1986;30(2):139-44.
- Ághová I, Voleková J, Jurkovičová J, Šítar J. Psychohygienické aspekty hlukovej záťaže v urbanizovanom prostredí. In: Kováč D, Potašová A, editors. Psychológia v riešení ekologických problémov. Bratislava: Ústav experimentálnej psychológie SAV; 1992. s. 63-6.
- Babisch W. Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise. Noise Health. 2003 Jan-Mar;5(18):1-11.
- Paunović K, Jakovljević B, Belojević G. Predictors of noise annoyance in noisy and quiet urban streets. Sci Total Environ. 2009 Jun 1;407(12):3707-11.
- Guski R, Felscher-Suhr U, Schuemer R. The concept of noise annoyance: how international experts see it. J Sound Vib. 1999 Jun 17;223(4):513-27.
- Řiháček T. Rozmrzelost z hluku: konceptualizace a prediktory psychosociální povahy. Českoslov Psychol. 2007;51(2):117-28.
- Schreckenbergh D, Griefahn B, Meis M. The associations between noise sensitivity, reported physical and mental health, perceived environmental quality, and noise annoyance. Noise Health. 2010 Jan-Mar;12(46):7-16.
- Murphy E, King AE. Environmental noise pollution: noise mapping, public health, and policy. Amsterdam: Elsevier; 2014.
- Fields JM, de Jong RG, Gjestland T, Flindell IH, Job RF, Kura S, et al. Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: research and recommendation. J Sound Vib. 2001 May;242(4):641-79.
- Radulov Š, Rolný D. Hluk v životnom prostredí niektorých miest SSR a rušenie obyvateľstva. Acta Hyg Epidemiol Microbiol. 1988;Suppl 3:120-7.
- Šišma P. Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku. Zdraví a životní prostředí. In: 1. konference Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí; 12.-14.3.1996; Brno. Praha: Státní zdravotní ústav; 1996. s. 243-52.
- Sobotová I, Jurkovičová J, Voleková J, Ághová I. Community noise annoyance risk in two surveys. Int J Occup Med Environ Health. 2001;14(2):197-200.
- Sobotová I, Jurkovičová J, Štefániková Z, Ševčíková I, Ághová I. Community noise annoyance assessment in an urban agglomeration. Bratisl Lek Listy. 2006;107(5):214-6.
- Vandasová Z, Vencálek O, Dobšík O. Dvě desetiletí monitorování hluku: vývoj hluku v městských lokalitách České republiky. Hygiena. 2013;58(3):100-5.
- Argalášová I, Jurkovičová J, Ševčíková I, Štefániková Z, Hirošová K, Babjaková J, et al. Environmental noise and annoyance in the urban area at different time intervals. Appl Mech Mater. 2014 Aug;617:110-5.

35. Sisma P. Health significance of data on annoyance by ambient noise. In: Internoise 2000: Proceedings of the 29th International Congress on Noise Control Engineering; 2000 Aug 27-30; Nice, France. Washington, D.C.: Institute of Noise Control Engineering; 2000. p. 2107-11.
36. Dobisík O, Puklová V, Vandasová Z, Vencálek O. Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku. In: Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí. Souhrnná zpráva za rok 2012. Praha: Státní zdravotní ústav; 2013. s. 94.
37. Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí. Subsystem III Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku. Odborná zpráva za rok 2013. Praha: Státní zdravotní ústav; 2014.
38. European Environmental Agency. Good practice guide on noise exposure and potential health effect. Technical report No. 11/2010. Copenhagen: EEA; 2010.
39. Potužníková D, Hellmuth T, Bednarčík P, Fiala Z. Zkušenosti z hodnocení zdravotních rizik expozice hluku ze silniční dopravy. Hygiena. 2012;57(3):100-4.
40. Griefahn B. Noise and sleep. In: Prasher D, Luxon L, editors. Noise and its effects. New York: John Wiley and Sons; 2007. p. 567-87.
41. Stansfeld SA, Matheson MP. Noise pollution: non-auditory effects on health. Br Med Bull. 2003 Dec;68(1):243-57.
42. Ristovska G, Gjorgjev D, Polozhani A, Kocubovski M, Kendrovski V. Environmental noise and annoyance in adult population of Skopje: a cross-sectional study. Arh Hig Rada Toksikol. 2009 Sep;60(3):349-55.
43. Hume KH, Brink M, Basner M. Effects of environmental noise on sleep. Noise Health. 2012 Nov-Dec;14(61):297-302.
44. Berglund B, Lindvall T, Schwela HD, editors. Guidelines for community noise [Internet]. Geneva: WHO; 1999 [cited 2015 Sep 10]. Available from: <http://www.who.int/docstore/peh/noise/Comnoise-1.pdf>.
45. Jarup L, Babisch W, Houthuijs D, Pershagen G, Katsouyanni K, Cadum E, et al. Hypertension and exposure to noise near airports: the HYENA Study. Environ Health Perspect. 2008 Mar;116(3):329-33.
46. Belojevič G, Sarič-Tanasković M. Prevalence of arterial hypertension and myocardial infarction in relation to subjective ratings of traffic noise exposure. Noise Health. 2002 Jul;4(16):33-7.
47. Babisch W. Transportation noise and cardiovascular risk. Review and synthesis of epidemiological studies: dose-effect curve and risk estimation. WaBoLu-Hefte 01/06. Berlin: Umweltbundesamt; 2006.
48. Jarup L, Babisch W, Houthuijs D, Pershagen G, Katsouyanni K, Cadum E, et al. Hypertension and exposure to noise near airports: the HYENA study. Environ Health Perspect. 2008 Mar;116(3):329-33. Erratum in: Environ Health Perspect. 2008 Jun;116(6):A241.
49. Ising H, Babisch W, Kruppa B. Noise-induced endocrine effects and cardiovascular risk. Noise Health. 1999 Jul;1(4):37-48.
50. Babisch W. Road traffic noise and cardiovascular risk. Noise Health. 2008 Jan-Mar;10(38):27-33.
51. Babisch W, Swart W, Houthuijs D, Selander J, Bluhm G, Pershagen G, et al. Exposure modifiers of the relationships of transportation noise with high blood pressure and noise annoyance. J Acoust Soc Am. 2012 Dec;132(6):3788-808.
52. Babisch W. Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: a meta-analysis. Noise Health. 2014 Jan-Feb;16(68):1-9.
53. Sobotová I, Jurkovičová J, Štefániková Z, Ševčíková I, Ághová L. Community response to environmental noise and the impact on cardiovascular risk score. Sci Total Environ. 2010 Feb 15;408(6):1264-70.
54. Jansen C. Health concepts and noise effects: critical aspects of comfort, well-being, health and disease as basic conditions for standards and regulations. In: Carter N, Job RF, editors. Noise Effects '98: 7th International Congress on Noise as a Public Health Problem; 1998 Nov 22-26; Sydney, Australia. Sydney: Noise Effects '98 Pty; 1998. p. 697-702.

Došlo do redakce: 23. 4. 2015

Přijato k tisku: 14. 10. 2015

Mgr. Alexandra Filová

Lékařská fakulta UK

Špitálska 24

813 72 Bratislava

E-mail: alex.filova@gmail.com