

HODNOTENIE VPLYVU VYBRANÝCH FYZIKÁLNYCH FAKTOROV NA ZDRAVIE

Alexandra GOGA BODNÁROVÁ - Zdenka BECK - Petra LAZAROVÁ

IMPACT ASSESSMENT OF SELECTED PHYSICAL FACTORS ON HEALTH

Abstrakt

Príspevok je venovaný problematike hodnotenia vplyvu fyzikálnych faktorov na zdravie zamestnancov pri práci. V príspevku sú prezentované výsledky experimentálnych meraní expozície hluku a vibrácií realizovaných v konkrétnych podmienkach praxe.

Kľúčové slová: expozícia hluku, expozícia vibráciám, zdravie, pracovné prostredie

Abstract

The article is dedicated to the issue of the impact assessment of physical factors on the health of employees at work. In the article are presented results of experimental measurements of exposure to noise and vibration implemented in actual conditions of practice.

Key words: exposure of noise, exposure of vibration, health, work environment

ÚVOD

Zdravie je kľúčovým faktorom rozvoja spoločnosti. Otázka ochrany zdravia nadobúda čoraz väčší význam. Keďže človek strávi približne polovicu života v práci, kde je vystavený pôsobeniu mnohých faktorov, dá sa povedať, že z väčšej časti jeho zdravie ovplyvňujú práve tie faktory, ktoré na neho pôsobia počas vykonávania pracovných činností.

V každej pracovnej oblasti, sú ľudia vystavení pôsobeniu rôznych faktorov prostredia. Existuje však niekoľko pracovných oblastí, kde je zvýšené riziko vplyvu týchto faktorov, ktoré môžu mať trvalejšie následky na zdravie a spôsobiť tzv. choroby z povolania. Rýchly rozvoj strojárstva a iných odvetví výroby priniesol množstvo pozitív v oblasti rozvoja a výroby technológií, prístrojov a nástrojov. Pokrok v oblasti inovácií strojov a nástrojov uľahčuje a zjednodušuje zamestnancom hlavne ťažkú manuálnu prácu. Avšak práve tieto stroje a zariadenia, ktoré na jednej strane pozitívne slúžia a uľahčujú zamestnancom prácu, na druhej strane môžu byť práve oni zdrojom negatívnych vplyvov, ktoré môžu vážne poškodiť ich zdravie.

1 VPLYV PRACOVNÉHO PROSTREDIA NA ZDRAVIE

1.1 Verejné zdravie

Súčasná definícia hovorí, že verejné zdravie je zdravotný stav obyvateľstva a jeho skupín. Tento zdravotný stav je určený súhrnom prírodných, životných, pracovných podmienok a spôsobu života. Systémom, ktorý je zameraný na ochranu, podporu a rozvoj verejného zdravie je podľa zákona, verejné zdravotníctvo. Verejné zdravotníctvo je multidisciplinárny vedný odbor, zaoberajúci sa zdravím populácie a spôsobmi ako predchádzať chorobám, predlžovať život a posilňovať zdravie prostredníctvom organizovaného úsilia spoločnosti. Je to organizačný a riadiaci systém, ktorý sa snaží komplexne, konzistentne, kompetentne a efektívne o zlepšovanie zdravotného stavu obyvateľstva pomocou podpory a rozvoja zdravia, ochranou zdravia a prevenciou pred ochoreniami.

Pod pojmom ochrana a podpora verejného zdravia sa rozumie súhrn opatrení spočívajúcich v predchádzaní vzniku a šírenia ochorení v obmedzovaní ich výskytu a iných porúch zdravia, v zlepšovaní zdravia prostredníctvom starostlivosti o zdravé životné a pracovné podmienky, zdravý spôsob života a vo výkone zdravotného dozoru [1].

1.2 Pracovné prostredie

Pojem pracovné prostredie reprezentuje súhrn prírodných a umelých podmienok, za ktorých zamestnanec vykonáva pracovnú činnosť, ktoré na neho pôsobia a sú podmienené úrovňou rozvoja ľudskej spoločnosti. Ovplyvňuje ho organizácia práce, pracoviska, stav technického rozvoja, architektonické riešenie pracovných interiérov a exteriérov, fyzikálne faktory pracoviska a hygienická úroveň prevádzok a práce.

Každé pracovné prostredie reprezentujú faktory, ktoré pôsobia na zdravie zamestnancov. Rizikovými faktormi pracovného prostredia sú fyzikálne, chemické a biologické činitele, fyzická záťaž, záťaž teplom a chladom, psychická a zraková záťaž a ďalšie faktory, ktoré majú alebo môžu mať vplyv na zdravie.

Významným činiteľom pracovného prostredia ovplyvňujúcim vznik chorôb z povolania sú fyzikálne faktory prostredia. Ich rizikovosť závisí od typu pôsobiacej energie, jej intenzity, frekvencie a dĺžky.

Úloha pracovného prostredia z hľadiska vplyvu na zdravie, je veľmi významná, práve preto, lebo človek trávi v práci viac ako tretinu svojho denného času. Riziká, ktoré sa v pracovnom prostredí vyskytujú, sú dôležitým determinantom zdravia. Počet rizikových sektorov a s nimi aj počet výskytu chorôb z povolania, má postupne klesajúci trend. Avšak aj napriek tomu je potrebné venovať čoraz väčšiu pozornosť danej problematike [1].

2 HODNOTENIE EXPOZÍCIE ZAMESTNANCOV HLUKU A VIBRÁCIÁM

2.1 Príprava merania hluku

Pri realizácii merania sa v prípade hluku postupovalo podľa normy STN ISO 9612: 2009 Pokyny na meranie a hodnotenie hlukovej expozície v pracovnom prostredí.

Merací mikrofón bol pri meraní expozície hluku pilčíka umiestnený na prilbe zamestnanca.

Pri stanovení normalizovanej hladiny expozície hluku $L_{AEX,8h}$ zamestnanca, ktorý vykonával hodnotenú profesiu sa vychádzalo zo vzoriek expozície hluku pri vykonávaní jednotlivých pracovných činností a z celkového trvania pracovných činností za pracovnú zmenu.

V prípade vykonaných meraní boli zamestnanci vystavení hluku nepretržite a pracovali len na jednej pracovnej pozícii. Meraním sa získala „vzorka“ imisii hluku vyjadrená ekvivalentnou hladinou A akustického tlaku, $L_{Aeq,T}$, potom z údajov o trvaní pôsobenia hluku za pracovnú zmenu T_e sa normalizovaná hladina expozície hluku $L_{AEX,8h}$ vypočítala podľa vzťahu:

$$L_{AEX,8h} = 10 \log \frac{T_e}{T_0} + L_{Aeq,T}$$

kde:

$L_{Aeq,T}$ - ekvivalentná hladina A akustického tlaku za časový interval merania T, ktorá charakterizuje úroveň osobnej expozície v priebehu pracovnej zmeny,

T_e - celkové trvanie pôsobenia hluku za pracovnú zmenu v minútach,

T_0 - menovitý časový interval - 480 minút.

Akčné hodnoty

Z hľadiska špecifických účinkov počuteľného hluku na sluch zamestnanca sú v prílohe č. 2 NV SR č. 115/2006 Z. z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou hluku ustanovené tieto určujúce veličiny expozície hluku:

- normalizovaná hladina expozície hluku $L_{AEX,8h}$ pre menovitý časový interval 8 hodín,
- vrcholová hladina C akustického tlaku $L_{CPk,T}$.

Na ochranu zdravia zamestnancov sú stanovené akčné hodnoty týchto veličín nasledovne:

- dolné akčné hodnoty expozície $L_{AEX,8h,DA} = 80$ dB a $L_{CPk} = 135$ dB,
- horné akčné hodnoty expozície $L_{AEX,8h,HA} = 85$ dB a $L_{CPk} = 137$ dB [2, 5].

2.2 Príprava merania vibrácií

Merania veľkosti zrýchlenia vibrácií boli vykonané pri bežných prevádzkových podmienkach. Pri meraniach sa postupovalo v súlade s normami STN EN ISO 5349-1:2003, 5349-2:2003 a STN ISO 2631-1. Meranie zrýchlenia vibrácií bolo vykonané pri pracovnej činnosti s použitím uvedeného ručného náradia. V prípade uchopenia ručného náradia oboma rukami boli vykonané merania zrýchlenia vibrácií pre obe ruky.

Veľkosť vibrácií je vyjadrená hodnotami ekvivalentného váženého zrýchlenia vibrácií $a_{weq,T}$ v jednotlivých súradnicových osiach (a_{xweq} , a_{yweq} , a_{zweq}), ako aj hodnotou výsledného ekvivalentného zrýchlenia vibrácií a_v vypočítaného podľa vzťahu:

$$a_v = \left[(k_x \cdot a_{xweq})^2 + (k_y \cdot a_{yweq})^2 + (k_z \cdot a_{zweq})^2 \right]^{1/2}$$

kde:

a_{xweq} , a_{yweq} , a_{zweq} - hodnoty ekvivalentného váženého zrýchlenia vibrácií v súradnicových osiach (x,y,z).
 k_x , k_y , k_z - hodnotiace faktory v smere súradnicových osí pre vibrácie prenášané na ruky ($k_x = 1$, $k_y = 1$, $k_z = 1$), pre vibrácie prenášané na celé telo ($k_x = 1,4$, $k_y = 1,4$, $k_z = 1$),

Následne je ekvivalentné vážené zrýchlenie vibrácií prepočítané na normalizované zrýchlenie vibrácií $a_{weq,Tn}$ v závislosti podľa trvania pracovnej zmeny podľa vzťahu:

$$a_{weq,Tn} = (T / T_n)^{1/2} \cdot a_{weq,T}$$

Pre výpočet hodnoty normalizovaného zrýchlenia vibrácií sme použili namerané hodnoty pri jednotlivých meraniach. Hodnoty normalizovaného zrýchlenia vibrácií sú následne porovnané s akčnými a limitnými hodnotami expozície vibráciám. Na posúdenie rizika pre zdravie a bezpečnosť zamestnancov v pracovnom prostredí je určujúcou veličinou pre vibrácie prenášané na ruky výsledné normalizované zrýchlenie vibrácií vo frekvenčnom rozsahu 5,6 Hz až 1400 Hz (váhový filter na ruky w_h). Pre výsledné posúdenie je potrebné brať do úvahy hodnoty pre ruku s vyššími nameranými hodnotami [3, 4, 6].

2.2 Posudzovaná pracovná pozícia

Posudzovanou pracovnou pozíciou, pri ktorej bola meraná expozícia hluku a vibráciám zamestnanca, bol pilčík, ktorý obsluhoval reťazovú pílu STIHL.

Pracovná náplň pilčíka počas zmeny spočíva vo vykonávaní merania, značenia kmeňov a rezania kmeňov pomocou motorovej reťazovej píly v exteriéri. Pri svojej činnosti sa pohybuje medzi kmeňmi dreva, ktoré sú uložené vedľa seba a prerezáva ich na kratšie časti.

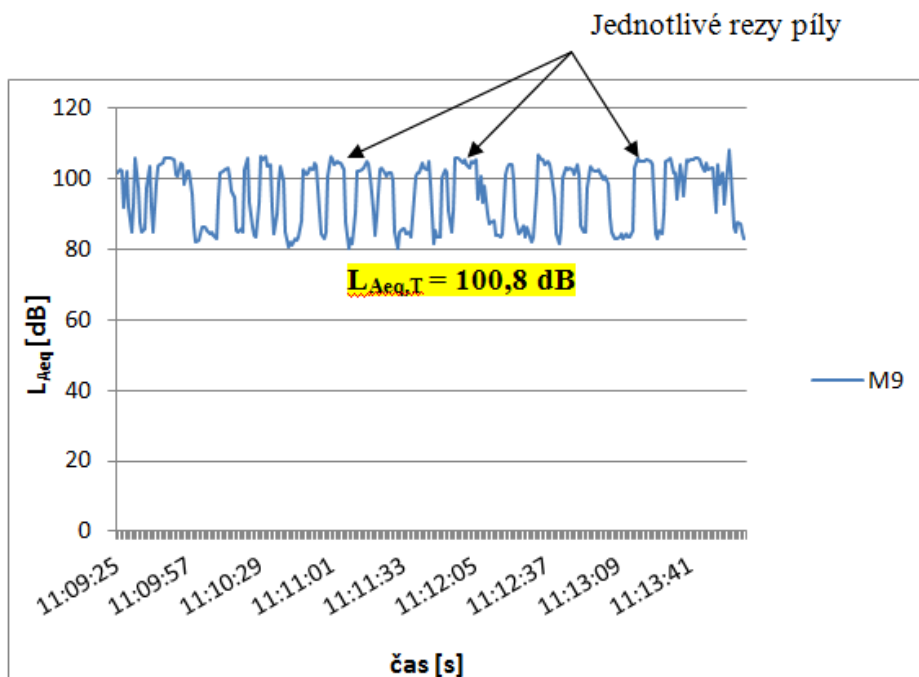
Dĺžka pracovnej zmeny pilčíka v prevádzke bola 8 hodín, z čoho majú zamestnanci 30 minút prestávok. Zamestnanec vykonáva obsluhu motorovej reťazovej píly každý deň po dobu 7 hodín.

3 VYHODNOTENIE NAMERANÝCH HODNÔT HLUKU

V tab. 1 sú uvedené výsledky merania expozície hluku zamestnanca M1. Z uvedených výsledkov je zrejmé, že posudzovaná hladina expozície hluku pri meraniach pilníka pracujúceho s motorovou pilou STIHL, prekračuje hornú aj dolnú akčnú hodnotu určujúcich veličín hluku, t.j. dolnú akčnú hodnotu 80 dB a hornú akčnú hodnotu 85 dB. Hodnota L_{Cpk} nie je prekročená.

Tab. 1 Výsledky merania expozície hluku zamestnanca

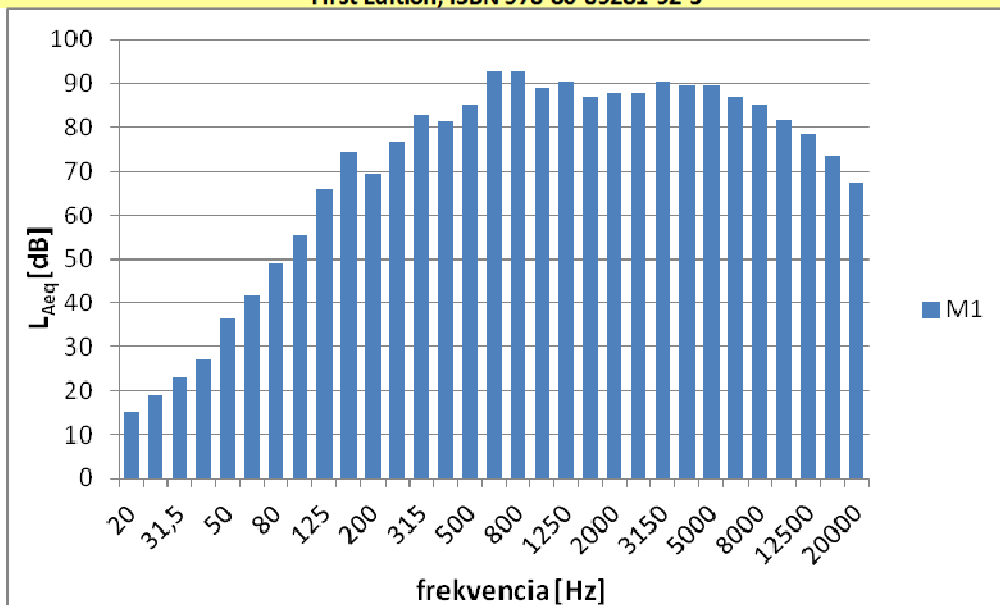
Meranie	Trvanie merania	Ekvivalentná hladina A akustického tlaku	Trvanie expozície	Normalizovaná hladina expozície hluku za pracovnú zmenu	Posudzovaná hladina normalizovanej hladiny expozície hluku	Vrcholová hladina C akustického tlaku	Posudzovaná hodnota vrcholovej hladiny C akustického tlaku
	$\frac{T}{\text{min}}$	$\frac{L_{Aeq,T}}{\text{dB}}$	$\frac{T_e}{\text{min}}$	$\frac{L_{AEX,8h}}{\text{dB}}$	$\frac{L_{R,AEX,8h}}{\text{dB}}$	$\frac{L_{Cpk,T}}{\text{dB}}$	$\frac{L_{R,Cpk}}{\text{dB}}$
M1	4:44	100,8	420	99,6	101,5	122,9	124,8



Obr. 1 Priebeh ekvivalentnej hladiny akustického tlaku v čase pre meranie M1

Na základe časového priebehu na obr. 1 je možné konštatovať, že časový priebeh je relatívne konštantný, počas merania sa neuskutočnili okolnosti, ktoré by významne ovplyvnili priebeh a výsledok merania.

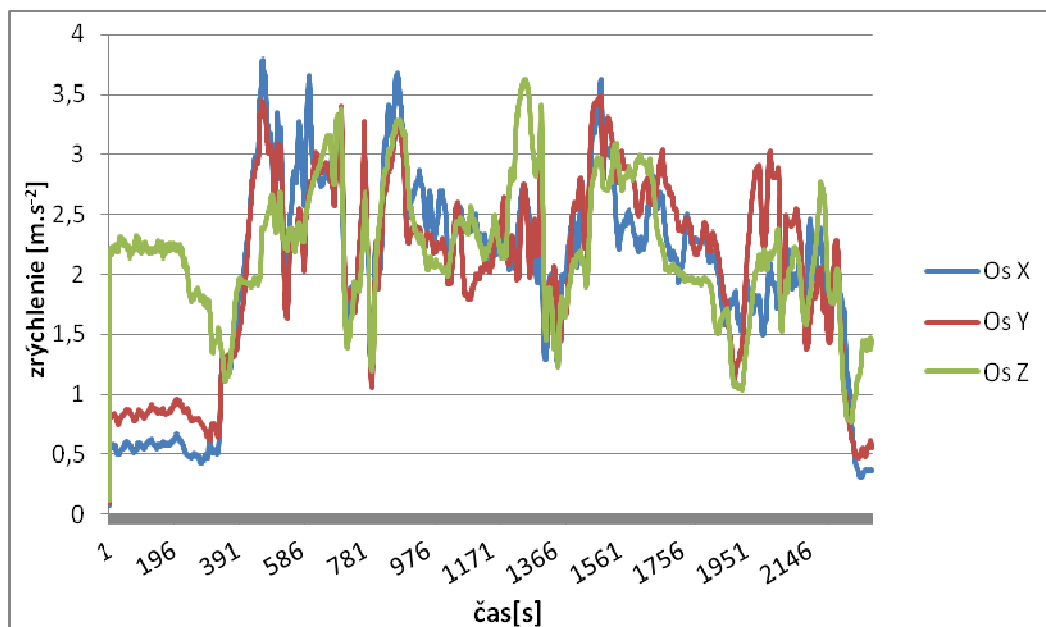
Na obr. 2 je znázornená frekvenčná analýza ekvivalentnej hladiny akustického tlaku pre meranie M1.



Obr. 2 Frekvencná analýza ekvivalentnej hladiny akustického tlaku pre meranie M1

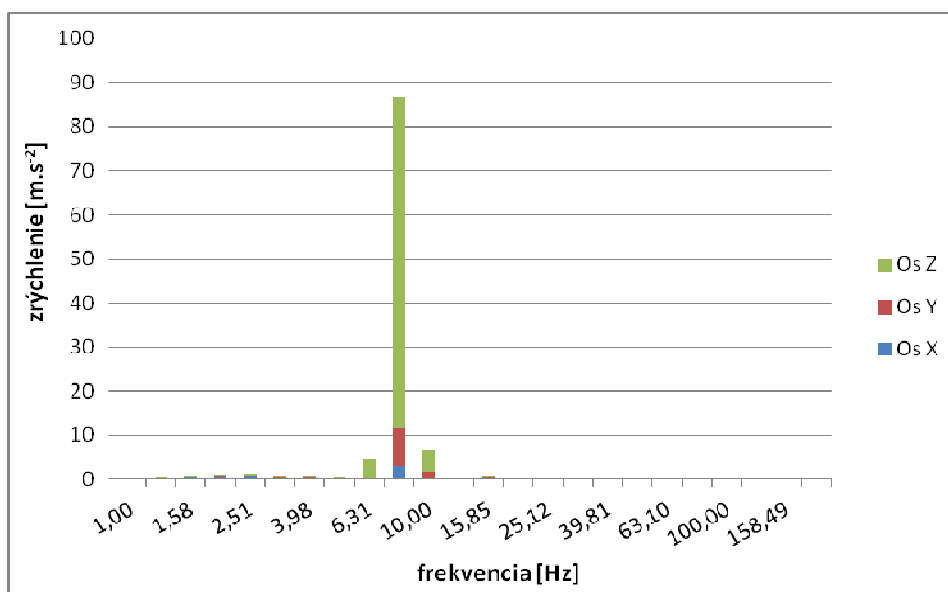
4 VYHODNOTENIE NAMERANÝCH HODNÔT ZRÝCHLENIA VIBRÁCIÍ PRENÁŠANÝCH NA RUKY ZAMESTNANCA

Na obr. 3 je znázornený priebeh meraného zrýchlenia prenosu vibrácií na ruky zamestnanca v priebehu času. Konkrétne v tomto prípade prvých 7 sekúnd pri prvom reze išla píla na voľnobeh, otáčky boli konštantné. Všetky tri osi majú rovnaký priebeh, nie sú medzi nimi výrazné výchylky.



Obr. 3 Priebeh zrýchlenia vibrácií prenášaných na ruky zamestnanca v čase

Na obr. 4 je znázornené zrýchlenie vibrácií v jednotlivých frekvenciách.



Obr. 4 Zrýchlenie vibrácií prenášaných na ruky zamestnanca v závislosti na frekvencii

Z frekvenčnej analýzy zrýchlenia vibrácií prenášaných na ruky zamestnanca je možné konštatovať, že zvýšené hodnoty zrýchlenia vibrácií sa vyskytujú pri frekvenciách v rozsahu 6,5 - 10 Hz. Ostatné hodnoty zrýchlenia vibrácií pri nižších frekvenciách sú proti nim zanedbateľné.

Tab. 2 Výsledky zrýchlenia vibrácií prenášaných na ruky pilčička

Výsledky merania vibrácií prenášaných na ruky					
Ruka	Dĺžka merania s	$\frac{a_{xweq}}{m.s^{-2}}$	$\frac{a_{yweq}}{m.s^{-2}}$	$\frac{a_{zweq}}{m.s^{-2}}$	$\frac{a_v}{m.s^{-2}}$
Pravá	60	5,39	2,76	1,71	6,29
Ľavá	60	4,53	2,30	1,83	5,4
Normalizovaná hodnota zrýchlenia vibrácií pre profesiu pilčička $\frac{a_{weq,8h}}{m.s^{-2}}$					2,22
Posudzovaná hodnota vibrácií prenášaných na celé telo $\frac{a_{weq,8h} \text{ rozšírené o neistotu (22\%)}}{m.s^{-2}}$					2,71
Akčná hodnota normalizovaného zrýchlenia vibrácií prenášaných na celé telo $\frac{a_{v,8h,a}}{m.s^{-2}}$					2,5
Limitná hodnota normalizovaného zrýchlenia vibrácií prenášaných na celé telo $\frac{a_{v,8h,L}}{m.s^{-2}}$					5

Na základe výsledkov uvedených v tab. 2 je možné skonštatovať, že nebola prekročená limitná hodnota normalizovaného zrýchlenia vibrácií prenášaných na ruky zamestnanca avšak bola prekročená akčná hodnota normalizovaného zrýchlenia vibrácií.

Zamestnávateľ je v tomto prípade povinný zostaviť a realizovať program technických alebo organizačných opatrení s cieľom znížiť expozíciu vibráciám a spolupôsobiacie riziká na najnižšiu možnú úroveň.

ZÁVER

Na základe vyhodnotených výsledkov, časových priebehov a frekvenčných analýz je možné konštatovať:

- v prípade merania zrýchlenia vibrácií prenášaných na ruky zamestnanca, k prekročeniu akčnej hodnoty normalizovaného zrýchlenia vibrácií prenášaných na ruky,
- v prípade merania expozície hluku zamestnanca došlo k prekročeniu oboch limitných hodnôt určujúcich veličín hluku, t.j. dolnej akčnej hodnoty 80 dB a hornej akčnej hodnoty 85 dB. Hodnota L_{Cpeak} nie je prekročená.

Pod'akovanie

Tento príspevok bol podporovaný Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0432-12

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] ROVNÝ, Ivan: Verejné zdravotníctvo včera, dnes a zajtra. I., Bratislava: Ultra Print, 2010. 144 s.: ISBN 978-80-7159-206-8.
- [2] STN EN ISO 9612:2009, Akustika – Stanovenie expozície hluku v pracovnom prostredí – Technická metóda.
- [3] STN ISO 5349-1:2001, Mechanické kmitanie – Meranie a hodnotenie expozície človeka prenosom kmitania na ruky – časť 1: Všeobecné požiadavky.
- [4] STN EN ISO 5349-2:2001, Meranie a hodnotenie expozície človeka prenosom kmitania na ruky – časť 2: Praktický pokyn na meranie na pracovnom mieste.
- [5] Nariadenie vlády SR č. 115/2006 Z. z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou hluku.
- [6] Nariadenie vlády SR č. 416/2005 o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou vibráciám.

ADRESY AUTOROV

Ing. Alexandra GOGA BODNÁROVÁ, Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky, Park J.A. Komenského 5, 042 00 Košice, e-mail: alexandra.bodnarova@tuke.sk.

Ing. Zdenka BECK, Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky, Park J.A. Komenského 5, 042 00 Košice, e-mail: zdenka.kluknavska@tuke.sk.

Ing. Petra LAZAROVÁ, Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky, Park J.A. Komenského 5, 042 00 Košice, e-mail: petra.lazarova@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.