

MODELOVANIE ŠÍRENIA HLUKU V INTERIÉRI PRIEMYSELNÝCH PREVÁDZKOCH

MODELING OF NOISE PROPAGATION IN INDOOR INDUSTRIAL PLANTS

Zdenka KLUKNAVSKÁ – Zuzana FARKAŠOVSKÁ

ABSTRAKT

Príspevok je zameraný na metodiku merania a modelovanie šírenia hluku v interiéri priemyselných prevádzok. Zaoberá sa modelovaním šírenia hluku v pracovnom prostredí softvéru NoiseAtWork. Pomocou vstupných dát a počítačového spracovania týmto softvérom je vytvorená hluková mapa závodu Magneti Marelli v Kechneci. Na záver rieši návrh metodiky pre tvorbu hlukových máp priemyselných interiérov.

Kľúčové slová: hluk, hlukové mapy interiéru, metodika tvorby hlukových máp

ABSTRACT

The paper is focused on the methodology of measurement and modeling of noise propagation in indoor industrial plants. It deals with modeling of noise propagation in the work environment using NoiseAtWork software. Using the input data and computer processing in this software is designed noise map Magneti Marelli plant in Kechnec. Finally solves a methodology for creating noise maps industrial interiors.

Key words: noise, noise maps, methodology of creating noise maps

ÚVOD

Technickým podkladom pre vyhodnocovanie akustickej situácie v exteriéri alebo interiéri sú hlukové mapy, ktoré sú prezentáciou údajov či už existujúcej alebo budúcej hlukovej situácie. Hlukové mapy sú vhodným vizuálnym ukazovateľom prekročenia limitných hodnôt, ukazovateľom počtu osôb vystavených hluku a zároveň sú dobrým prostriedkom pre simuláciu, modelovanie a navrhovanie protihlukových riešení.

Cieľom tohto príspevku je navrhnúť vhodnú metodiku pre tvorbu hlukových máp interiéru v priemyselných prevádzkach. V príspevku je vytvorená hluková mapa pomocou softvéru NoiseAtWork pre zhodnotenie akustickej situácie vo výrobnnej hale závodu Magneti Marelli v Kechneci.

POSTUP MERANIA

Meranie hladiny akustického tlaku A , L_{Aeq} bolo vykonané vo výrobnnej hale závodu Magneti Marelli (v priemyselnom parku Kechnec), ktorý vyvíja a vyrába pokrokové systémy a komponenty pre automobilový priemysel.

Meradlá, zariadenia a pomôcky na meranie

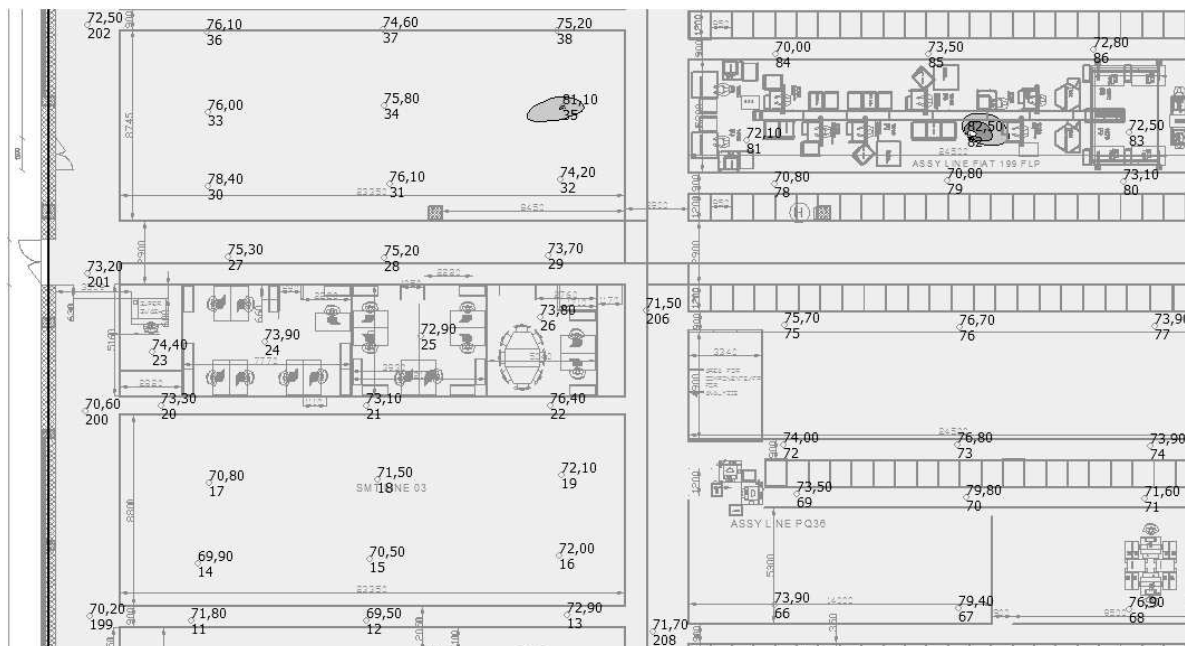
Použité meracie prístroje a zariadenia:

- prístroje na meranie hladiny akustického tlaku od firmy Norsonic NOR-140 (trieda presnosti I) – 3ks,
- prístroj na kalibráciu od firmy Norsonic NOR-1251 (trieda presnosti I) – 1 ks.

Meracia sústava zvukomer - mikrofón sa kalibruje pomocou mikrofónového kalibrátora vždy pred začiatkom merania a po skončení merania.

Meranie

Meranie bolo vykonané v 200 meracích bodoch rovnomerne rozvrhnutých po celej výrobnnej hale prevádzky. Výrobná hala sa skladá z niekoľkých výrobných a montážnych liniek. Keďže tieto pracovné linky sú prevažne rovnakého tvaru a rovnomerne rozmiestnené po prevádzke, tak pre každú linku boli rozvrhnuté väčšinou 3 meracie body pozdĺž stredu výrobných liniek a 3 meracie body z jednej aj druhej strany krajných častí linky. Rozmiestnenie meracích bodov je možné vidieť na obr. 1. Niekoľko meraní bolo vykonaných aj medzi prechodovými uličkami medzi jednotlivými výrobnými linkami a na krajoch výrobných hál kvôli zohľadneniu odrazov a vytvoreniu relevantných výsledkov vhodných pre tvorbu hlukovej mapy.



Obr. 1 - Ukážka rozvrhnutia meracích bodov v prevádzke.

Pri meraní bol zvukomer upevnený na statíve vo výške 1,5 m a umiestnený na zvolené miesto merania, pričom hlavná os citlivosti (mikrofónu) bola orientovaná kolmo k zdroju hluku a najmenej 0,5 m od stien miestnosti. Súčasné imisie hluku na meranom mieste boli zisťované priamym meraním metódou in situ.

Jednotlivé merania boli vykonávané približne 30 sekúnd pokiaľ sa neustálila hladina akustického tlaku. Každú nameranú hodnotu a jej meracie miesto bolo zaznamenávané do dokumentácie v podobe vytlačeného pôdorysu prevádzky v AutoCade.

Pri tomto meraní sú zachytené všetky zdroje hluku v okolí meracieho miesta. Pri meraní boli v maximálnej miere filtrované náhodné a atypické zvuky priamo pri meraní.

Namerané hodnoty ekvivalentnej hladiny A akustického tlaku - L_{Aeq} sa pohybovali v rozsahu 63 až 87 dB.

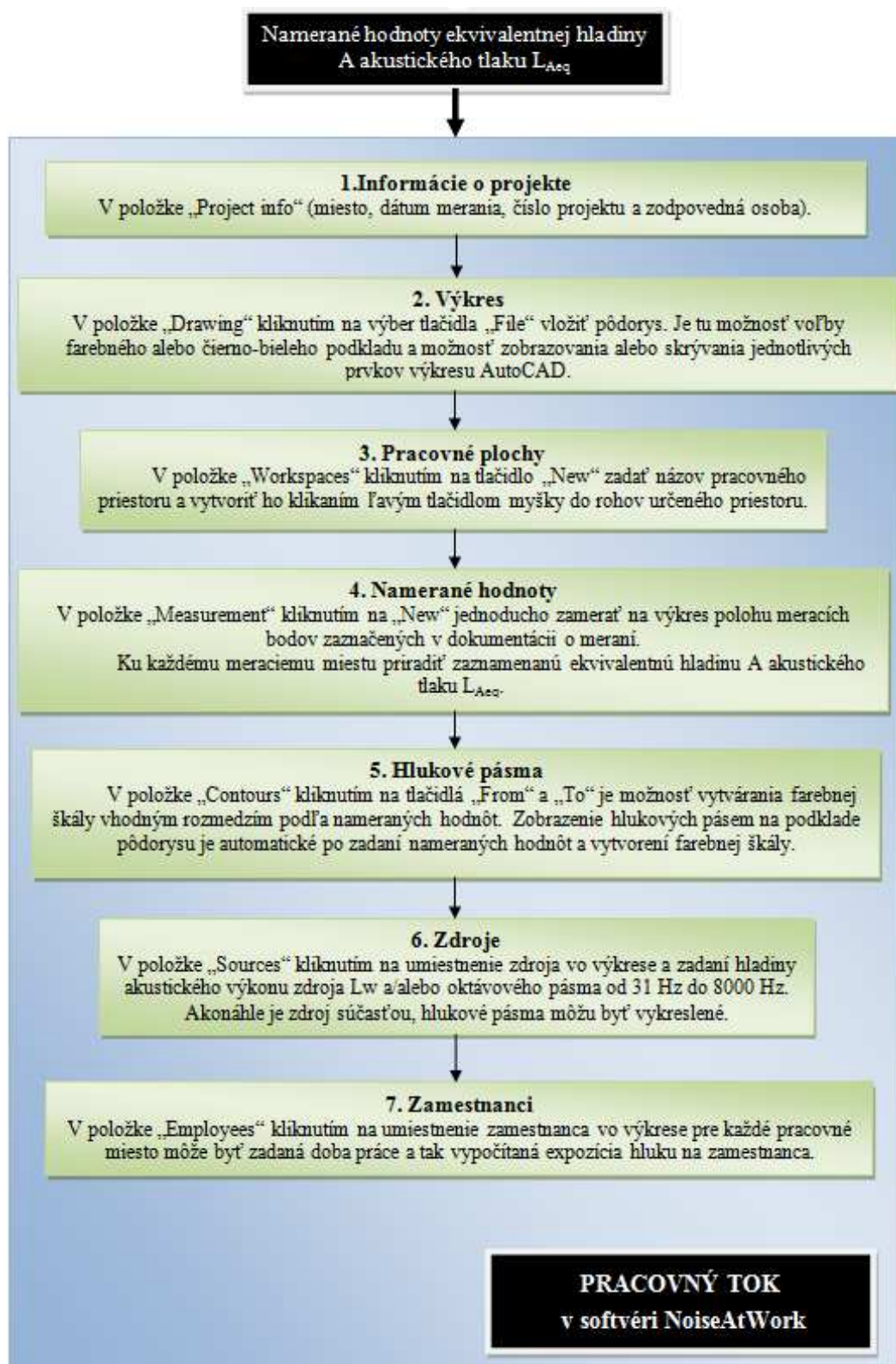
TVORBA HLUKOVEJ MAPY INTERIÉRU

Pre vytvorenie objektívne spracovaných hlukových máp interiéru v priemyselných prevádzkach sú potrebné tieto podklady:

- rozmery objektu,
- celková stavebná situácia (napr. pôdorys), z ktorej je zrejmé umiestnenie jednotlivých zdrojov hluku, priečok, okenných a dverových rámov, svetlíkov so znázornením pracovných miest zamestnancov,
- stavebný materiál jednotlivých obvodových stien, priečok v interiéru vrátane stropu (strechy), typ okien a dverí, materiál použitý na svetlíky a pod.,
- namerané hodnoty ekvivalentnej hladiny A akustického tlaku,
- rozmery zdrojov hluku a ich jednotlivé akustické výkony (tzn. hluk pri zaťažení - L_w) – väčšinou sú uvedené v technických listoch,
- prevádzkové hodiny závodu (počet zmien),
- ostatné vstupné dáta vyplývajúce z konkrétnej situácie.

POSTUP TVORBY HLUKOVEJ MAPY INTERIÉRU POMOCOU SOFTVÉRU NOISE AT WORK

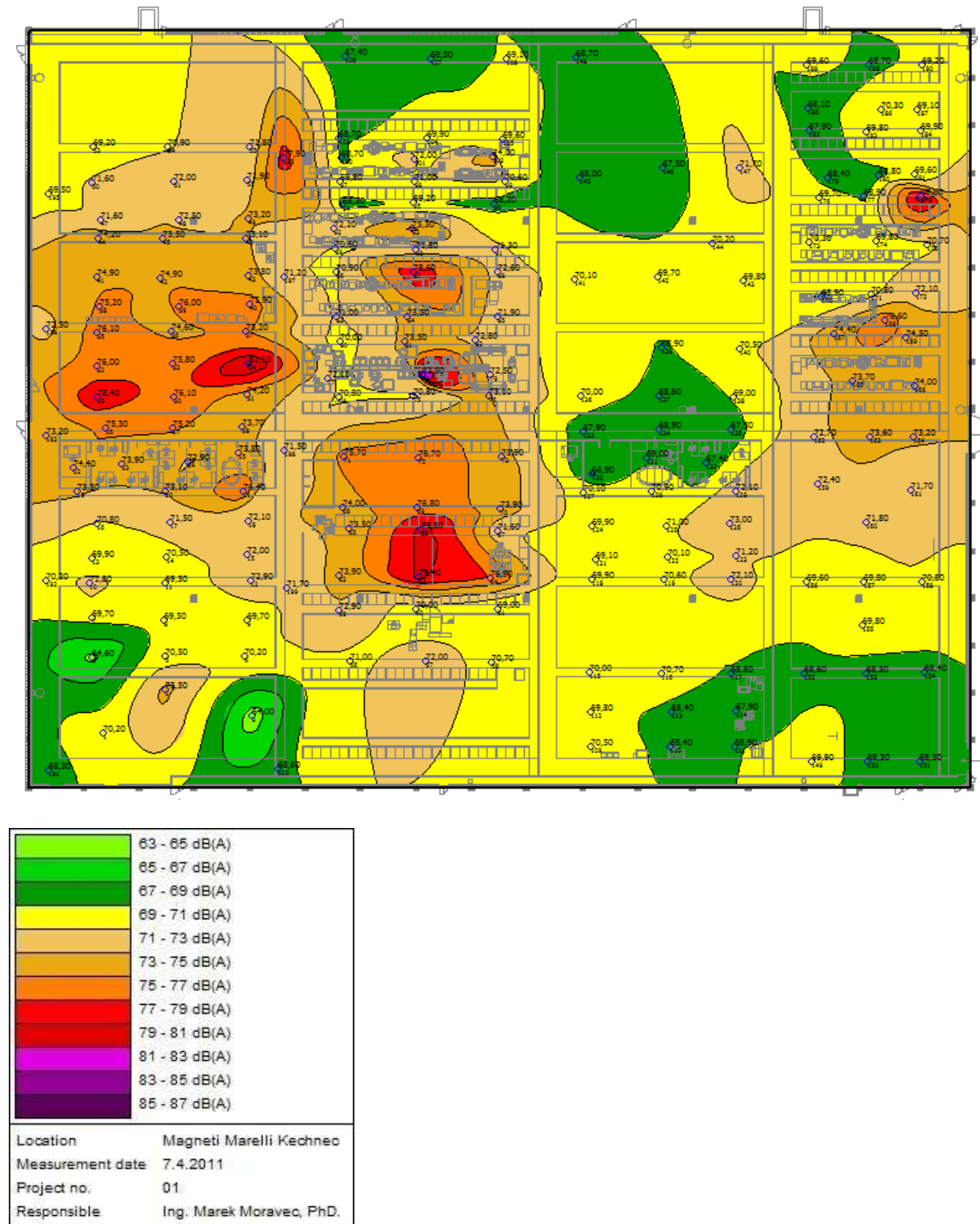
V nasledujúcej schéme je uvedený postup tvorby hlukovej mapy interiéru v priemyselných prevádzkach softvérom NoiseAtWork (obr. 2).



Obr. 2 - Schéma tvorby hlukovej mapy v pracovnom prostredí softvéru NoiseAtWork. [3]

HLUKOVÁ MAPA VÝROBNEJ HALY ZÁVODU MAGNETI MARELLI V KECHNECI

Konečné vykreslenie hlukovej situácie výrobné haly v závode Magneti Marelli v Kechneči v pracovnom prostredí softvéru NoiseAtWork je znázornené na obr. 3



Obr. 3 - Hluková mapa výrobné haly v závode Magneti Marelli.

NÁVRH METODIKY MERANIA HLUKU INTERIÉROV PRE TVORBU HLUKOVÝCH MÁP

Pre vytvorenie kvalitne a objektívne spracovanej hlukovej mapy je veľmi dôležitá metodika a postup merania. Od merania závisí správnosť nameraných hodnôt. Príprava pred meraním je neoddeliteľnou súčasťou merania a počas priebehu merania je nutné dbať na dokumentáciu o meraní.

Dôkladne zaznamenané miesta merania a k nim prislúchajúce namerané hodnoty, a taktiež dokumentácia ostatných vstupných údajov potrebných pre tvorbu hlukovej mapy sú tým najlepším podkladom pre vytváranie objektívnych hlukových máp interiéru priemyselných prevádzok.

Dokumentácia merania

Meranie sa dokumentuje záznamom, ktorý sa podľa potreby doplní inými dokladmi z merania a protokolom z merania. Údaje sa v týchto dokumentoch uvedú tak podrobne, aby sa na ich základe dal s dostatočnou spoľahlivosťou rekonštruovať postup a podmienky merania. Dokumentácia sa vedie tak, aby nevznikli pochybnosti o korektnosti záznamov. Do záznamu z merania sa uvedie dátum, čas, miesto merania a mená osôb zúčastnených na meraní. Zaznamenávajú sa namerané hodnoty a všetky potrebné údaje, zisťované pri meraní (podmienky pri meraní, nastavenie prístrojov, informácie od užívateľov meraného priestoru, informácie o zariadeniach v priestore a o ich činnosti počas merania a ďalšie). Zaznamenáva sa hodnota rozšírenej neistoty merania. Ak sa k určeniu neistoty vykoná dodatočný výpočet, uvedú sa okolnosti, ktoré ovplyvnili určenie rozšírenej neistoty merania. K dokumentácii sa priložia potrebné grafické a alfanumerické záznamy z meracích prístrojov.

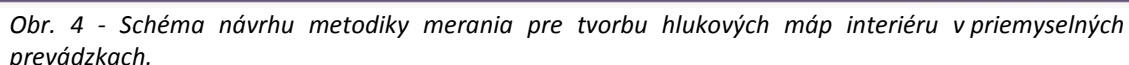
Ako dokumentácia môže slúžiť aj samostatný výpis z meracieho prístroja, softvérový výstup z počítača, projektová dokumentácia alebo iné doklady, dôležité z hľadiska výsledkov merania. Tieto doklady sa chránia proti možnosti falšovania, napríklad podpismi pracovníkov a zodpovedných osôb zúčastnených pri meraní za stranu objednávateľa.

O priebehu a výsledkoch merania sa vyhotoví protokol, ktorý obsahuje presné, jasné a jednoznačné výsledky meraní alebo hodnotení ako aj všetky podstatné informácie o meraní. [1]

Obsah dokumentácie o meraní:

- a) Opis miesta výkonu meraní
- b) Opis pracovnej činnosti
- c) Opis technologického a pracovného procesu
- d) Opis zdroja / zdrojov
- e) Použité prístroje
- f) Metóda merania
- g) Podmienky merania
- h) Výsledky merania a výpočtov spolu s jednotkami merania a neistotami výsledkov

Príprava pred meraním a meranie hluku pre tvorbu hlukovej mapy interiéru priemyselných prevádzok sú znázornené na obr. 4.



- prítomnosťou cudzieho, niekedy ústretovo ladeného personálu na mieste merania, niekedy aj so snahou ovplyvniť výsledok merania,
- psychickým tlakom (stresom) z možných chýb pri meraní, najmä pri obmedzenej možnosti opakovania merania,
- rušivým vplyvom prostredia a technologického zariadenie, hlukom, nedostatočným osvetlením a pod.

- účel merania,
- rozmery pracoviska a účel pracovných priestorov,
- konštrukčné riešenie prevádzky (pravouhlé, nepravidelné tvary posudzovanej miestnosti, rozmiestnenie priečok, polopriečok a pod.),
- rozmiestnenie zdrojov hluku (dominantné zdroje hluku),
- rozmiestnenie pracovných plôch, výrobných a montážnych liniek a pracovných pozícií.

Dĺžka merania sa určí na základe účelu merania a charakteru hluku (ustálený, premenlivý, tónový, impulzný). Pre objektívne výsledky je odporúčané merať aspoň 30 sekúnd pokiaľ sa neustáli meraná hladina hluku.

Postup merania sa dostatočne popíše v dokumentácii z merania. Pri nejasnostiach sa postupuje podľa usmernenia, ktoré poskytne metodicky nadriadené pracovisko (národné referenčné centrum, ak bolo pre danú oblasť zriadené alebo Úrad verejného zdravotníctva Slovenskej republiky).

Merania sa zúčastňujú najmenej dvaja pracovníci, pričom jeden z nich je držiteľom osvedčenia o odbornej spôsobilosti na meranie hluku.

Pri nepriaznivých okolnostiach sa meranie preruší a pokračuje sa až po odstránení stresujúcich faktorov. Meranie sa nevykoná, ak vznikne odôvodnené podozrenie z ovplyvňovania priebehu merania, ktoré by mohlo viesť k nesprávnej objektivizácii s výsledkom neumožňujúcim spoľahlivé posúdenie hodnoteného faktora, napríklad vykonávaním neštandardných činností, zatajovaním skutočností, ktoré sú predmetom objektivizácie, nevykonávaním problematických pracovných úkonov. Meranie sa vykoná až po odstránení prekážok. Ak prekážky nie je možné odstrániť, uvedú sa všetky podstatné okolnosti v dokumentácii o meraní. [1]

ZÁVER

V tomto príspevku je vytvorená hluková mapa pre analýzu akustickej situácie interiéru výrobné haly priemyselného závodu Magneti Marelli v Kechneci pomocou nameraných hodnôt ekvivalentnej hladiny A akustického tlaku. Na základe postupu merania a tvorby hlukovej mapy pomocou počítačového spracovania softvérom NoiseAtWork je navrhnutá metodika merania hluku pre tvorbu hlukových máp interiéru v priemyselnej prevádzke. Vytvorená hluková mapa výrobné haly prevádzky Magneti Marelli v Kechneci poukazuje na akustickú situáciu v týchto priestoroch a je informatívnym typom mapy o hlukovej situácii tohto závodu. Je vhodným podkladom pre ďalšiu prácu, napr. pre informatívne zistenie expozícií hluku zamestnanca priradením časového zdržania v mieste posudzovaného pracovného miesta a následné porovnanie s limitnými hodnotami expozície, s akčnými hornými a dolnými hodnotami expozície a s akčnými hodnotami pre skupiny prác. V žiadnom prípade to ale nenahrádza meranie expozície hluku, ktoré vychádza z presných postupov metodík na meranie a hodnotenie hlukovej expozície.

Pre vytvorenie hlukových máp sú najdôležitejším faktorom objektívne vstupné dáta, čo je možné dosiahnuť vhodným postupom pri zbere vstupných dát, najčastejšie meraním. Pred meraním je nutná príprava a počas merania postup podľa metodiky merania vo vnútornom prostredí so zameraním na tvorbu hlukovej mapy. Najdôležitejším prvkom počas merania hluku pre tvorbu hlukových máp je dokumentácia v ktorej je možné zachytiť čo najviac údajov priebehu merania, podmienok a hlavne presné zaznamenanie miesta merania a nameraných hodnôt. Navrhovaná metodika tvorby hlukových máp v interiéri zahŕňa prípravu merania, meranie v interiéri priemyselnej prevádzky a už samotný postup počítačového spracovania získaných údajov z merania pomocou programového balíka softvéru NoiseAtWork alebo akéhokoľvek iného softvéru.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] OOFŽP-7674/2010: 2011, Odborné usmernenie Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky, ktorým sa upravuje postup pri objektivizácii fyzikálnych faktorov životného prostredia a pracovného prostredia.
- [2] Vyhláška č. 549/2007 Z.z. Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky zo 16. augusta 2007, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí.
- [3] Softnoise GmbH. 2012. NoiseAtWork. Software for measurement and prediction of noise at workplace [online]. 2012. [cit. 2012-02-25]. Dostupné na internete: < <http://www.softnoise.com/naw.htm> >.

ADRESY AUTOROV

Zdenka KLUKNAVSKÁ, Ing., Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky, Park Komenského 5, 042 00 Košice, Slovenská republika, e-mail: <zdenka.kluknavska@tuke.sk>

Zuzana FARKAŠOVSKÁ, Ing., PhD., Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky, Park Komenského 5, Košice, Slovenská republika, e-mail: zuzana.farkasovska@tuke.sk

RECENZENT

Ervin LUMNITZER, prof., Ing., PhD., Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky, Park Komenského 5, 042 00 Košice, Slovenská republika, e-mail: ervin.lumnitzer@tuke.sk