

ZNIŽOVANIE HLUKU V PRACOVNOM PROSTREDÍ

ZDENKA BECK - PETRA LAZAROVÁ

NOISE REDUCTION IN THE WORKING ENVIRONMENT

ABSTRAKT

Príspevok je zameraný na znižovanie hluku v pracovnom prostredí. Zaoberá sa príčinami vzniku hluku v pracovnom prostredí priemyselných prevádzok, ochrannými opatreniami na znižovanie hluku v priemysle, stratégiou znižovania hluku a nástrojmi na znižovanie hluku v priemyselných prevádzkach.

Kľúčové slová: hluk, pracovné prostredie, opatrenia.

ABSTRACT

The paper is focused on reducing noise in the work environment. It deals with causes for the noise in the working environment of industrial plants, protective measures to reduce noise in the industry, the strategy of noise reduction and noise reduction tools in industrial plants.

Key words: noise working environment measures.

ÚVOD

Zo štatistických údajov vyplýva, že hluk je dlhodobou najčastejšie sa vyskytujúcim rizikovým faktorom pracovného prostredia. Ako najčastejšie sa vyskytujúci škodlivý faktor pracovného prostredia v r. 2012 dominoval hluk. Nadmernému hluku bolo exponovaných 72 053 zamestnancov, t.j. 76,6 % zo všetkých zamestnancov vykonávajúcich rizikové práce. Z evidencie hlásených prípadov chorôb z povolania vyplýva, že porucha sluchu spôsobená hlukom je štvrtou najčastejšou príčinou chorôb z povolania. Okrem špecifických účinkov hluku sú dôležité aj jeho systémové účinky, ktoré majú vplyv na bezpečnosť pri práci. Nadmerný hluk môže prekryť výstražné akustické signály, sťažiť komunikáciu a zrozumiteľnosť reči, neočakávané zvyky môžu spôsobiť úľak a nepredvídateľné reakcie, čo v konečnom dôsledku takisto môže viesť k zvýšenému výskytu pracovných úrazov. Tieto skutočnosti sú dostatočným dôvodom na to, aby bola problematike ochrany zdravia a bezpečnosti zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou hluku venovaná náležitá pozornosť.

PRÍČINY VZNIKU HLUKU V PRACOVNOM PROSTREDÍ

Príčiny vzniku hluku všeobecne:

- vzájomný náraz alebo úder tuhých telies,
- vzájomné kĺzanie tvrdých telies, respektíve trenie medzi nimi,
- prúdenie plyných alebo kvapalných látok spôsobujúcich chvenie,
- vibrácie jednotlivých častí,
- výbuch a nárazové uvoľnenie stlačených plynov. [4]

Príčiny vzniku hluku vo výrobných prevádzkach:

- nedostatočné riešenie akustickej záťaže v štádiu návrhu, respektíve vytvárania pracoviska,
- projektové riešenie s nimi počítalo, ale v realizačnej fáze sa vynechali (z finančných dôvodov) akustické úpravy pracoviska,
- vibroakustické údaje o zdrojoch hluku nie sú často dostupné (najmä hladiny akustického výkonu L_w , väčšinou pri starších strojoch), čím vznikajú chybné návrhy riešenia pri šírení hluku na pracoviskách,
- použité stroje ako zdroje hluku sa časom opotrebúvajú a zvyšuje sa ich hlučnosť (poškodia sa ložiská v rotujúcich strojoch, vzniká tzv. vôľa v posuvných kinematických dvojiciach a podobne), príčinou čoho je aj nedostatočná údržba strojov,
- nevhodné konštrukcie strojov ako zdrojov hluku (zlé osadenia, nezariadenie tlmičov do sústavy...),
- nepresná výroba finálnych produktov, respektíve ich osadenie priamo na konštrukciu (absencia pružného uchytenia),
- nevhodné usporiadanie strojov a zariadení ako zdrojov hluku na pracoviskách a zmeny vyvolávané reštrukturalizáciou výroby a podobne. [4]

Akustické faktory hlukovej záťaže pracovníka sú:

- intenzita, respektíve hladina akustického tlaku,
- výška frekvencie vyžarovaného hluku,
- tónové zložky frekvenčného spektra zvuku,
- frekvenčné spektrum a jeho jednotlivé zložky,
- časový interval pôsobenia,
- frekvencia prerušovania hluku a rozdiel hladín medzi hlukom zdroja a hlukom pozadia,
- kumulácia dávok hluku. [4]

K neakustickým faktorom patrí:

- subjektívny vzťah k zdroju hluku,
- čas vnímania hluku subjektom (deň, noc, ročné obdobie) a momentálna dispozícia človeka,
- nevyhnutnosť hluku spojená s aktivitami človeka,
- spoločenské postavenie,
- skúsenosti s hlukom z minulosti,
- ekonomická závislosť od zdroja hluku,
- ekonomické a technické možnosti zamestnávateľa vytvárať optimálnu akustickú klímu na pracovisku,
- disciplinovanosť pracovníkov pri aplikácii ochranných prostriedkov. [4]

OCHRANNÉ OPATRENIA NA ZNIŽOVANIE HLUKU V PRACOVNOM PROSTREDÍ

Najúčinnjšou formou znižovania hluku je riešenie tejto problematiky technickými prostriedkami už v štádiu projektovania výrobných technológií a objektov. Kvalifikovaný prístup vychádza z využitia poznatkov technickej, stavebnej a priestorovej akustiky vrátane aplikácie konštrukčných úprav priamo na zdroji hluku. V závislosti od prostredia prenosu a šírenia zvuku sa technické prostriedky delia na:

- znižujúce prenos zvuku vzduchom,
- znižujúce prenos zvuku konštrukciami strojov a stavebnými prvkami. [5]

Východiskovým podkladom pre návrh súboru protihlukových opatrení v konkrétnom výrobnom priestore je určenie predpokladaného rozloženia akustickej energie v priestore. Po výpočte hladín akustického tlaku v sieti bodov rozložených v priestore sa môže pristúpiť k návrhu cielených opatrení.

Ak sa pri riešení postupuje v smere od zdroja hluku do pracovného priestoru, zníženie hluku sa môže realizovať pomocou rôznych technických opatrení:

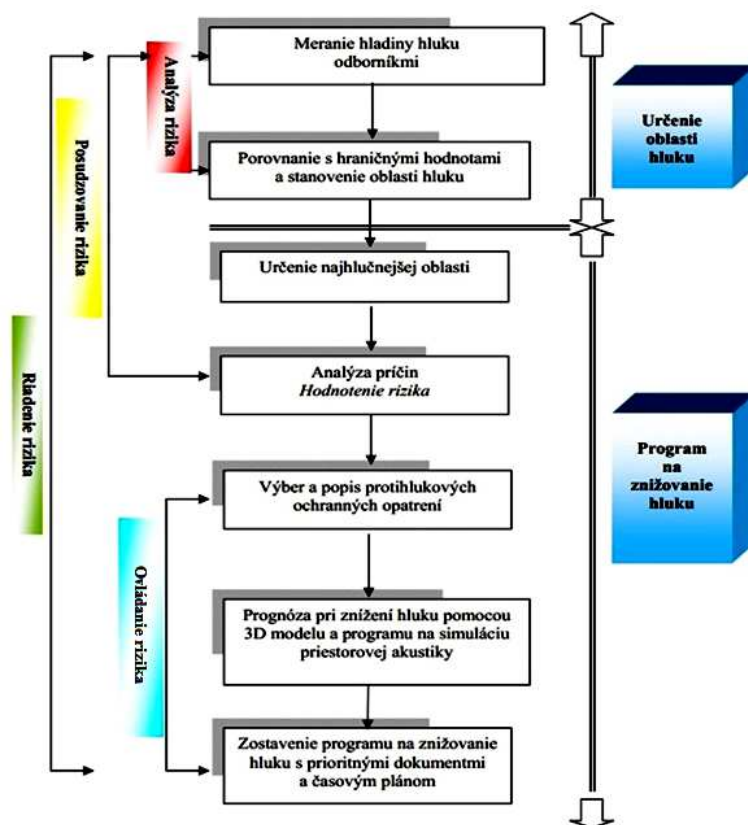
- konštrukčné úpravy priamo na zdroji hluku – zníženie vyžarovania akustickej energie zdroja (napr. strojov, pracovných procesov a postupov),
- odstránenie zdroja hluku, jeho premiestnenie alebo nahradenie iným strojom alebo navrhnutie inej technológie,
- pružné uloženie strojov,
- aplikácia protihlukových krytov, clôn, zástien, pohltivých obkladov a tlmivých hluku – zníženie hluku zvýšením útlmu pri jeho šírení,
- aplikácia akustických deliacich stien a zástien v priestore a zvuko-izolačných kabín - zníženie hluku v stanovených miestach,
- aplikácia zvukopohltivých materiálov na steny – zvýšenie pohltivosti vnútorných plôch priestoru. [1]

Technické opatrenia na znižovanie hluku sa majú aplikovať tak, aby sa zohľadňoval súčasný stav techniky v oblasti znižovania hluku. Preto je nevyhnutné porovnávať a stanovovať účinnosť týchto opatrení. Na to sa používajú akustické veličiny. Popisujú akustické vlastnosti zdrojov hluku, zníženie hluku dosiahnuté na pracovisku, keď sú zdroje zvuku v prevádzke, a po realizácii opatrení. [5]

Ďalšie opatrenia:

- vyhýbanie sa rizikám,
- prispôbovanie práce technickému pokroku,
- rozvíjanie súvislej a komplexnej politiky prevencie,
- prednosť kolektívnych ochranných opatrení pred individuálnymi,
- zmena organizácie práce (napr. obmedzenie trvania a úrovne expozície hluku, zmena harmonogramu prác,...),
- návrh a rozloženie pracovísk a pracovných miest,
- určenie pracovísk s rizikom expozície hluku a ich označenie,
- informovanosť a praktický výcvik zamestnancov,
- programy údržby pre pracovné zariadenia, pracoviská a ich systémy,
- osobné ochranné pracovné prostriedky (OOPP),
- legislatívou podmienené emisné limity strojov a zariadení,
- ekonomické opatrenia: dane a poplatky za vystavovanie pracovníkov nadmernému hluku. [7]

Pri navrhovaní ochranných opatrení je možné postupovať podľa nasledujúcej štruktúry algoritmu na zníženie hluku (obr.1).



Obr. 1 - Algoritmus manažérstva rizika v oblasti akustiky. [6]

Opatrenia na znížovanie hluku môžu podstatne zmeniť okolie stroj – človek. Preto sa odporúča, aby všetky zainteresované strany využili každý návrh opatrení a aktívne sa zúčastnili na jeho príprave. Zúčastniť sa môžu, resp. mali by predstavitelia, ktorý vykonávajú rôzne funkcie: manažment, plánovači, nákupné oddelenie, komisie pre hygienu a bezpečnosť práce, údržba, technologické a výrobné oddelenia, technický personál, odbory, aj samotní pracovníci. V mnohých prípadoch sa odporúča zapojiť aj externé strany: orgány hygieny, bezpečnosti a ochrany práce, odborníkov z akustiky, ergonómie a pod. Na zaistenie efektívnej účasti všetkých zainteresovaných strán je nevyhnutné, aby tomu predchádzali vhodné informácie a školenia. Takáto spolupráca medzi predstaviteľmi spoločnosti a externými stranami zaisťuje, že pri výbere opatrení na znížovanie hluku sa vezmú do úvahy všetky špecifické väzby pre riešený projekt. Úspech plánovania znížovania hluku závisí od aktívneho a záväzného zapojenia predstaviteľov manažmentu spoločnosti. [3]

STRATÉGIA ZNIŽOVANIA HLUKU

Účinné zníženie hluku sa dosiahne len vtedy, ak sa problém rieši systematicky. Pri formulovaní stratégie znížovania hluku a pri realizácii opatrení na zníženie hluku na nových a existujúcich pracoviskách by sa malo postupovať podľa nasledujúcich krokov.

- Stanovenie cieľov a spracovanie kritérií.
- Posúdenie hluku identifikovaním dotknutých oblastí – zahŕňa meranie a monitorovanie hlučnosti:
- imisie na pracovných miestach,
- vplyv rôznych zdrojov hluku k imisii na pracovných miestach,
- expozície osôb,
- emisie zdrojov hluku, aby sa určilo poradie ich významnosti,
- Vytvorenie programu znížovania hluku,
- Realizovanie vhodných opatrení,
- Pravidelné monitorovanie a kontrolovanie účinnosti zavedených opatrení. [5]

Ciele znížovania hluku majú vychádzať z toho, že hluk sa má znížiť na najnižšie možné hladiny. Hlavné ciele sa môžu vyjadriť pomocou imisných hladín hluku a/alebo expozičných hladín hluku. Zvyčajne sa berú do úvahy hodnoty s vážením A pre emisie hluku a/alebo expozície hluku, ktoré nemajú prekročiť tieto hodnoty uvedené v Nariadení vlády č.115/2006 Z.z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou hluku. [3]

NÁSTROJE K ZNÍŽENIU VYSTAVENIA HLUKU

A. Výskum a vývoj

Vedecký výskum vplyvov hluku zo životného prostredia, metódy znižovania hladiny hluku, málo hlučné techniky a vývoj zvláštnych málo hlučných výrobkov sú často životne dôležitým produktom k zlepšeniu a vedú k stavu zníženia hluku. Finančná podpora pilotných projektov je užitočná pre ukázanie výhod technických a plánovacích opatrení k zníženiu vystavenia občanov hluku.

B. Legislatívne a normatívne dokumenty

Emisné normy

Boli všeobecne stanovené vládou a pozostávajú z hodnôt emisných limitů uplatnených na individuálnych zdrojoch a zahrnutých do postupov pre schvaľovanie typov, aby sa zistilo, že nové výrobky sú v dobe výroby v súlade s hlučnými limitami.

Imisné normy

Imisné normy spočívajú na kvalitatívnych kritériách alebo smerných hodnotách pre vystavenie hluku.

C. Plánovacie opatrenia

Postupy plánovania sú jedným z prostriedkov uvedených imisných regulatív do praxe a sú kľúčovým nástrojom pre zníženie hluku. Plánovanie je jedným z najefektívnejších ciest znižovania hluku, pretože môže byť použité k predchádzaniu vzniku nových problémov.

D. Ekonomické nástroje

Typy ekonomických opatrení, ktoré sú a mohli by byť použité v politike boja s hlukom zahŕňujú dane a poplatky na hlučné emisie, ekonomické podnety k podnieteniu zníženia hluku a vývoj málo hlučných produktov, a platenie náhrad ľuďom dotknutých hlukom.

F. Prevádzkové postupy

V zásade sú dve široké kategórie opatrení k znižovaniu hluku: tie, ktoré umožňujú prenos hluku: protihlukové steny, tunely, zárezy, pasívna ochrana budov izolácií a tie, ktoré prispievajú k zníženiu hluku u zdrojov.

G. Informácie a vzdelávanie

Vzdelávanie a výsledné činnosti sú dôležité na podporu prijateľnosti a súladu s protihlukovými regulatívami pre podnietenie zmien v chovaní. Môžu byť tiež využité v ich vlastných právach na podporu zníženia hluku a narastajúceho podvedomia tých, ktorých sa navrhnuté opatrenia týkajú. Informovanosť a praktický výcvik zamestnancov je nutný pre úspešné aplikovanie navrhovaných opatrení do praxe.

H. Simulácia priestorovej akustiky pomocou 3D programov

Východiskovým podkladom pre návrh súboru protihlukových opatrení v konkrétnom výrobnom priestore je určenie predpokladaného rozloženia akustickej energie v priestore. Po výpočte hladín akustického tlaku v sieti bodov rozložených v priestore sa môže pristúpiť k návrhu opatrení. [5]

Dobrým podkladom pre návrh zlepšenia akustiky v priestore sú 3D programy na simuláciu priestorovej akustiky.

Takéto programy slúžia na:

- podrobnú analýzu interiéru, kontrolu účinnosti navrhnutých úprav, detailné mapovanie parametrov priestorovej akustiky vo všetkých miestach priestoru,
- v rámci simulácie priestorovej akustiky umožňujú nové softvéry vizualizáciu šírenia hluku v priestore, t.j. vytvorenie videa v reálnom čase so znázorneným šírením hluku v uzavretom priestore. To všetko v pôdoryse, perspektíve, či v rezoch priestorom,
- posúdenie návrhu geometrie uzavretého priestoru, akustické vlastnosti obkladových materiálov a ich vplyv na zvukové pole v miestnosti. [5]

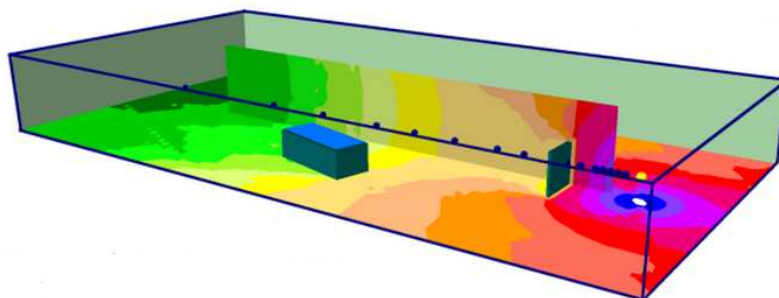
Pre správne posúdenie akustickej kvality priestoru sú potrebné tieto údaje:

- rozmery zdrojov hluku, informácie o emisii hluku zo zariadenia, ich jednotlivé akustické výkony (tzn. hluk pri zaťažení) – väčšinou sú uvedené v technických listoch,
- namerané hodnoty ekvivalentnej hladiny A zvuku, hodnoty hladín akustického tlaku v určitých miestach,
- rozmery objektu, celková stavebná situácia (napr. pôdorys), z ktorej je zrejmé umiestnenie jednotlivých zdrojov hluku, zariadenie priestoru, umiestnenie priečok, okenných a dverových rámov a svetlíkov a so znázornením pracovných zón zamestnancov,
- stavebný materiál jednotlivých obvodových stien, priečok v interiéri vrátane stropu (strechy), typ okien a dverí, materiál použitý na svetlíky a pod.,
- koeficienty pohltivosti a odrazivosti povrchu, tieto možno zaokrúhliť podľa teoretických hodnôt,
- počet pracovných zmien.

Výsledkom je mapa imisii hluku zložená z viacerých zdrojov a odrazov od stien. Na výpočet expozície sú takisto potrebné časy expozície na rozličných stanoviskách pracoviska.

Pre vytvorenie kvalitne a objektívne posúdennej akustickej situácie daného priestoru je veľmi dôležitá metodika a postup merania. Od merania závisí správnosť nameraných hodnôt, teda kvalita vstupných dát. Počas priebehu merania je nutné dbať na dokumentáciu o meraní, dôkladne zaznamenávať miesta merania a k nim prislúchajúce namerané hodnoty. Výstupom z 3D softvérových programov na vizualizáciu akustickej situácie priestoru môžu byť hladiny akustického tlaku v určitých bodoch, hlučné mapy alebo parametre pohltivosti v miestnosti. Výsledkom je imisia založená na viacerých zdrojoch emisie

a odrazoch zo stien. Na výpočet vystavenia budú takisto potrebné časy vystavenia na rozličných stanoviskách pracoviska. Po takomto zvizualizovaní akustickej situácie je možné pristupovať k návrhom opatrení a porovnávať s predošlým stavom. Na obr. 2 je zobrazený výstup z modelovania akustického prostredia a simulácie priestorovej akustiky v programe SoundPLAN.



Obr. 2 - Príklad 3D zobrazenia akustickej situácie haly pomocou softvéru SoundPLAN. [8]

ZÁVER

V zmysle platných legislatív sú zamestnávateľia, ktorí prevádzkujú alebo používajú zariadenia, ktoré sú zdrojom hluku, povinní zabezpečiť technické, organizačné a ďalšie opatrenia, ktoré vylúčia alebo znížia na najnižšiu možnú dosiahnuteľnú mieru expozíciu zamestnancov hluku a tým zabezpečia ochranu ich zdravia a bezpečnosti. Požiadavka na vykonanie opatrení vychádza predovšetkým z hodnotenia rizík, vykonávanie ktorého patrí medzi základné povinnosti zamestnávateľov. Posudzovanie rizika z expozície hluku je založené na porovnávaní s určujúcimi veličinami normalizovanej expozície hluku a vrcholovej hladiny C akustického tlaku, s predpísanými limitnými a akčnými hodnotami. Ak sa na základe posúdenia rizík zistí prekročenie horných a dolných akčných hodnôt, zamestnávateľ je povinný vykonať opatrenia na elimináciu expozície hluku, predovšetkým je povinný dbať na všeobecné zásady prevencie.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] HAJE, D.: Lärmarm konstruieren XVII. Entwicklung eines Informationssystems zur Konstruktion lärmarmen Produkte, Wirtschaftsverlag NV, Verlag für Neue Wiss., 1997, str. 11-30, ISBN 3-89429-892-8
- [2] SCHMIDTKE, H. - BUBB, H. - RÜHMANN, H. - SCHAEFER, P.: Lärmschutz im Betrieb, Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Arbeit, Familie und Sozialordnung, München, 1991, str. 7-15, 27-48.
- [3] STN EN ISO 11690-2 (01 1651) Akustika. Odporúčané postupy na navrhovanie nízkohlučných pracovísk ybavených strojovými zariadeniami. Časť 2: Opatrenia na znižovanie hluku, 1999.
- [4] FLIMEL, M.: Pracovné prostredie a hluk vo vybraných stavbách. Bezpečná práca, č. 1. [online]. Knihovna BOZP, 2005. [cit. 2013-11-20]. Dostupné na internete: <http://bozpinfo.cz/knihovna-bozp/citarna/clanky/ochrana_zdravi/hluk_stavby050207.html>.
- [5] BALÁŽIKOVÁ, M.: Metodológia predikcie hluku na pracoviskách. [online]. Košice: Katedra bezpečnosti a kvality produkcie SJF v Košiciach, 2008. [cit. 2013-11-20]. Dostupné na internete: <http://bozpinfo.cz/knihovna-bozp/citarna/tema_tyodne/hluksk08081117.html>.
- [6] ŠOLC, M.: Hluk z pracovného prostredia ako jeden z významných faktorov ovplyvňujúcich kvalitu života človeka. In: Prevence úrazů, otrav a násilí. 2011, 7/1 s. 85-91. KIM, HF Technická univerzita v Košiciach. ISSN 1804-7858.
- [7] Znižovanie rizika vzniku chorôb z povolania, FACTS 59/SK, 2005, ISSN 1725-7085, [online] [cit. 2013-11-05] Dostupné na internete: <<http://osha.europa.eu/sk/publications/factsheets/59>>.
- [8] SoundPLAN International LLC. *Industrial Noise Indoors/outdoors* [online]. [cit. 2011-01-10]. Dostupné na internete: <<http://www.soundplan.eu/start.php?kat=2&ukat1=10&ukat2=34&>>.

ADRESY AUTOROV:

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

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

RECENZENT:

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