

MOŽNOSTI REDUKCIE HLUKU TECHNICKÝCH ZARIADENÍ BUDOV

Andrea NEUPAUEROVÁ

POSSIBILITIES OF NOISE REDUCTION FROM TECHNICAL EQUIPMENTS OF BUILDINGS



ABSTRAKT

Hluk v budovách je pri prekročení prípustných hodnôt škodlivý pre človeka, znižuje jeho pracovný výkon a ovplyvňuje pohodu prostredia. Zdrojom hluku v budovách sú najčastejšie strojové zariadenia technických zariadení budov, činnosti človeka v budove a hluk, ktorý preniká do budovy z vonkajšieho prostredia. Negatívnym javom činnosti technických zariadení budov je nežiaduci hluk, ktorý pri svojej funkcii generujú rozličné elementy vykurovacej, vzduchotechnickej a klimatizačnej sústavy. Príspevok uvádza možnosti redukcie hluku technických zariadení budov, predovšetkým riešenia znižovania hluku generovaného vykurovacou, vzduchotechnickou a klimatizačnou sústavou.

KEÚČOVÉ SLOVÁ: hluk, opatrenia, technické zariadenia budov

ABSTRACT

Higher noise level than permissible limit value decreases working feat of person and affects comfortable environment. The most frequently noise sources in buildings are machine devices of technical equipments of buildings, occupant activities in building and outdoor noise penetrating into a building. Negative effect of technical equipments in buildings is unwanted noise caused by different elements of heating, ventilation and air conditioning system. The paper introduces options of noise reduction from technical equipment of buildings, mainly from of heating, ventilation and air conditioning system.

KEY WORDS: noise, arrangements, technical equipment of buildings

ÚVOD

Medzi významné fyzikálne faktory životného prostredia patrí zvuk, ktorý pôsobí v budovách dlhodobo a opakovane, čím vo veľkej miere ovplyvňuje zdravie ich užívateľov [1]. Relatívne trvalý vplyv hluku na ľudský organizmus pôsobí negatívne predovšetkým na sluchový analyzátor, vegetatívny nervový systém a na psychiku človeka. Čím je vyššia hladina hluku a čím dlhšie je mu človek vystavený, tým je väčšie riziko poškodenia z hluku [2,3]. Hluk vo vnútornom prostredí budov sa hodnotí v prípade, ak preniká do chránenej miestnosti z vnútorných zdrojov, preniká do chránenej miestnosti z vonkajších zdrojov, napr. cez podlažie alebo konštrukcie, preniká do chránenej miestnosti z vonkajšieho prostredia a pred oknami chránenej miestnosti podľa Vyhlášky MZ SR č. 549/2007 Z.z. [4]. Stavba ako celok a najmä deliace konštrukcie po materiálnej stránke musia byť navrhované tak, aby vnútorné prostredie v chránených miestnostiach nebolo ovplyvňované hlukom, ktorý sa šíri vzduchom z exteriéru, hlukom, ktorý sa šíri zo zdrojov v interiéri budovy, impulzným hlukom zo zdrojov a hlukom, ktorý sa šíri stavebnými konštrukciami [5].

Technické zariadenia budov výrazne ovplyvňujú kvalitu vnútorného prostredia budov. Nízko-frekvenčné akustické vlnenie, t.j. zvuk, infrazvuk vo frekvenčnom pásme od 2 Hz do 160 Hz prenáša akustickú energiu vo zvýšenej miere v porovnaní s energiou vlnenia stredných a vysokých frekvencií. Zdrojom zvuku a infrazvuku tohto druhu vlnenia sú napríklad vykurovacie sústavy, priemyselná vzduchotechnika, kogeneračné jednotky, vzduchotechnické a klimatizačné zariadenia. Zvuky vo frekvenčnom rozsahu 0,1 Hz až 100 Hz môžu ohroziť život v prípade prekročenia hladiny 170 dB až 180 dB, pri prekročení 150 dB môžu spôsobiť vážnejšie zmeny

funkcií a v závislosti od dĺžky pôsobenia pri prekročení 100 dB spôsobujú nepohodu [6]. Vyhláška MŽP SR č. 532/2002 Z.z. [7] ustanovuje všeobecné technické požiadavky na stavbu a na výstavbu z hľadiska ochrany pred hlukom. Stavebno-konštrukčné riešenia v budove musia byť realizované tak, aby nevznikali akustické mosty. Návrh a realizácia deliacich konštrukcií, vrátane obvodových plášťov budov a okien musí spĺňať požiadavky na zvukovú izoláciu podľa normy STN 73 0532 [8].

Príspevok je zameraný na možnosti riešenia znižovania hluku technických zariadení budov s dôrazom na redukciiu hluku generovaného vykurovacou, vzduchotechnickou a klimatizačnou sústavou.

VYKUROVACIA SÚSTAVA AKO ZDROJ NÍZKOFREKVENČNÉHO HLUKU

Strojové zariadenia v kotolniach generujú a vyžarujú do okolia širokopásmový hluk, pričom najvýraznejší hluk generujú kotle, ktoré predstavujú stály zdroj nízkofrekvenčného hluku a mechanického kmitania. Akustické a mechanické kmitanie (vibroakustická energia), ktoré sa šíri do okolia a prenáša do stavebných konštrukcií a kotlovej sústavy (spalinovod, ekonomizér, komín) vytvára akustické prostredie s nízkofrekvenčným dunivým hlukom, ktorý je obťažujúci v blízkych chránených priestoroch.

K významným parametrom, ktoré ovplyvňujú akustické pomery v mieste zdroja hluku a v pobytovom priestore patria rozmery priestorov, akustická tvrdosť stien a ich rovnobežnosť. Pri vonkajších nízkofrekvenčných zdrojoch hluku (ústia komínov, ventilačné otvory) je to aj situovanie pobytového priestoru vzhľadom k týmto zdrojom. Vibroakustická energia sa od zdrojov hluku kotolní do imisného bodu chráneného priestoru šíri vzduchom, technologickým médiom a stavebnými konštrukciami. Z kotolní, ktoré sa nachádzajú mimo chránených priestorov sa hluk šíri do týchto priestorov vzduchom. Akustická energia sa od zdrojov hluku kotolne vyžaruje predovšetkým ústím komína, vetracími otvormi, telesom komína, montážnymi vrátami, prípadne prvkami stavebnej konštrukcie.

V akusticky nevhodne navrhnutých vnútorných priestoroch kotolne sa v dôsledku vytvorenia čiastočného stojatého vlnenia zvýši intenzita vyžarovania do okolitého priestoru najmä nízkofrekvenčnej akustickej energie. Za určitých okolností energia šíriaceho sa akustického vlnenia vybudí kmitanie, tzv. drnčanie konštrukčných prvkov akusticky chránených priestorov, ktoré je určujúcim prvkom obťažovania vyvolaného nízkofrekvenčnou akustickou energiou. Potvrdzujú túto skutočnosť aj mnohé sťažnosti obyvateľov na hluk nízkych hladín, ktorých hladina A nepresahuje 30 dB a jeho frekvenčné rozloženie je v oblasti veľmi senzitivnej pre sluchový orgán človeka. Najčastejšie je tento hluk generovaný obehovými čerpadlami zapojenými do distribučnej sústavy pre rozvod studenej a teplej vody do pobytových priestorov, klapkami, regulačnými ventilmi a ďalšími prvkami vykurovacej sústavy [6].

V pobytových priestoroch budov výrazne zaťažuje akustickú mikroklimu hluk z obehových čerpadel, ktorý sa prejavuje výraznejšie v ranných hodinách, keď sa spúšťa vykurovacia sústava a obehové čerpadlá generujú obťažujúci a rušivý hluk nízkych hladín vo vyššej frekvenčnej oblasti šíriaci sa do pobytových priestorov prostredníctvom prúdiaceho média a potrubnej sústavy. Príčinou generovania nízkofrekvenčného vlnenia môže byť aj rezonancia potrubia vykurovacej sústavy, alebo potrubia teplej vody. Potrubné sústavy sú väčšinou zavesené pod stropnú dosku pivničných priestorov, často na vibroizolačne neupravených závesoch, ktoré vytvárajú vibroakustický most. Pri neodbornej a nedostatočnej vibroizolácii potrubnej sústavy môže cez stavebné konštrukcie prenikať do chránených priestorov predovšetkým nízkofrekvenčné vibroakustické vlnenie a v interiéri tak vyvolať stojaté alebo čiastočne stojaté vlnenie, ktoré sa prejavuje ako *dunivý hluk* obťažujúci užívateľa chráneného priestoru [6].

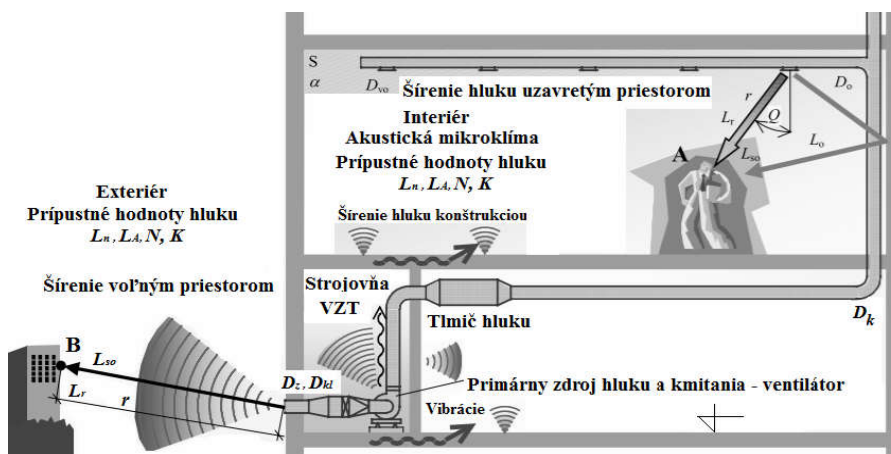
Umiestnenie výhrevní v aglomerácii rezidií môže akusticky negatívne ovplyvňovať okolité prostredie, ak hluk kotlov a kogeneračných jednotiek vo výhrevniach nie je dostatočne utlmený. Prenos akustickej energie vzduchom môže akusticky ovplyvniť najmä byty na úrovni ústia komínov alebo ventilačných otvorov, alebo ak je komín výhrevne integrovaný na bytovú jednotku.

VZDUCHOTECHNICKÁ A KLIMATIZAČNÁ SÚSTAVA AKO ZDROJ NÍZKOFREKVENČNÉHO HLUKU

Využitie vzduchotechnických a klimatizačných zariadení v stavebných objektoch prináša okrem výhod aj nevýhody, ktoré súvisia s problémami nežiaducej vibroakustickej záťaže okolitého prostredia a človeka aj

nízkočfrekvenčným hlukom. V budovách sa táto hluková záťaž prejavuje od vzduchotechnickej a klimatizačnej jednotky (VKJ) cez výstupy, potrubnú sieť, vetracie otvory a štruktúrnym vedením cez stavebné konštrukcie, predovšetkým pri nedostatočnej vibroizolácii a zvukovej izolácii vzduchotechnickej a klimatizačnej jednotky [6].

Medzi najvýznamnejšie zdroje hluku patria ventilátory, vlastný hluk elementov potrubnej siete, hluk spôsobený prúdením vzduchu v priamych kanáloch, hluk vznikajúci v kolenách potrubnej siete, hluk vznikajúci v odbočkách a oblúkoch, hluk vznikajúci v klapkách, vlastný hluk kulisových tlmičov hluku a hluk koncových elementov [9, 10]. Príklad šírenia hluku zo vzduchotechnického zariadenia znázorňuje Obr. 1.



Obr. 1 - Šírenie hluku zo vzduchotechnického zariadenia [10]

Do okolitých chránených priestorov sa šíri vibroakustická energia najmä od klimatizačných jednotiek umiestnených na strechách budov, prípadne vedľa nich. Hlavným zdrojom nízkočfrekvenčného hluku vzhľadom na okolité chránené priestory sú jednotky na výrobu chladu, pričom ich najväčším zdrojom sú skrutkové kompresory a chladiace časti pracovného média (ventilátory) chladiacej jednotky [6]. Na zvýšenie hlučnosti jednotiek na výrobu chladu má vplyv aj časový faktor. Monitoring prevádzkového stavu strojov potvrdil skutočnosť, že vibroakustická energia generovaná strojovým zariadením sa zvyšovaním počtu prevádzkových hodín zvyšuje [11]. Výsledky výskumu potvrdili [12], že v prípade, ak neexistuje pravidelné monitorovanie stavu klimatizačnej jednotky, môžu hodnoty hluku v chránených priestoroch po určitom čase prevádzky prekročiť prípustné hodnoty dané legislatívou, čo následne vedie k zvýšenému počtu sťažností ľudí.

V dôsledku nízkočfrekvenčného kmitania subtilných konštrukcií krytov, potrubných sústav a vzduchotechnických zariadení s rotačnými komponentmi sa v akusticky chránených priestoroch, bytoch, kanceláriách väčšinou zvýši hladina nízkočfrekvenčného hluku, ktorá môže prevýšiť prípustnú hodnotu v dôsledku vybudenia stojateho, alebo čiastočne stojateho vlnenia v uzatvorenom chránenom priestore. Subtilné konštrukcie tak môžu generovať tónové frekvencie, čo si vyžaduje navrhnuť riešenie pre zníženie nízkočfrekvenčného hluku, ktorý je generovaný nielen technickými zariadeniami budov, ale aj vonkajšími zdrojmi vetracích a klimatizačných jednotiek [6].

REDUKCIA HLUKU GENEROVANÉHO VYKUROVACOU SÚSTAVOU

Každý uzavretý priestor má nekonečne veľa rezonančných frekvencií a výrazná tónová frekvencia zistená v prípade kotlov a kogeneračných jednotiek môže v kotolni vybudovať nežiaduce stojaté vlnenie. Efektívne akustické úpravy priestoru haly kotolne musia rešpektovať frekvenčnú skladbu vibroakustického vlnenia, veľkosť priestoru kotolne, akustické vlastnosti, okolité prostredie a druh chránených priestorov. Nutné je vhodne nadimenzovať vibroizolácie od stavebných konštrukcií, od spalínovodnej a komínovej sústavy a rekuperačnej sústavy. Návrh vibroizolácie by mal brať do úvahy frekvenčné rozloženie kmitania a hluku kotlovej a kogeneračnej sústavy. K zníženiu hluku prispieva aj použitie väzkopružného materiálu na subtilné plechy týchto sústav [6].

Nízkočfrekvenčný hluk vyžarovaný do komínovej sústavy sa znižuje aktívnou metódou, t.j. generovaním akustického vlnenia s opačnou fázou (antihluk). V praxi je výhodnejšie aplikovať absorpčno - reflexný princíp redukcie nízkočfrekvenčného hluku. Znamená to, že do spalínovodnej sústavy sa zabuduje tlmič hluku, prípadne

nízkočfrekvenčný hluk vyžarovaný telesom kotla je možné úspešne redukovať návrhom *absorpčno - reflexných zásten* alebo *čiasťoným krytovaním* únikových otvorov vibroakustickej energie.

REDUKCIA HLUKU GENEROVANÉHO VZDUCHOTECHNICKOU A KLIMATIZAČNOU SÚSTAVOU

Pre redukciiu hluku vzduchotechnických a klimatizačných jednotiek sa často využívajú v praxi protihlukové zásteny, bariéry a čiastočne protihlukové konštrukcie, ktorých úlohou je redukovať akustickú energiu v chránenom mieste alebo oblasti. Útlm zvuku, ktorý sa dosiahne pomocou protihlukovej konštrukcie závisí od ohybu okolo hrán protihlukovej konštrukcie, od prenosu cez komponenty protihlukovej konštrukcie a od absorpcie výplne tejto konštrukcie a jej okolia. Základom pri návrhu protihlukovej konštrukcie je frekvenčné spektrum alebo spektrá výrazných zdrojov zvuku vzduchotechnických a klimatizačných jednotiek [6].

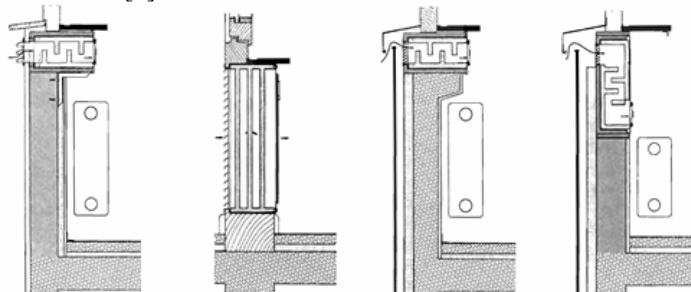
Vo frekvenčnom spektre má významné zastúpenie nízkočfrekvenčný hluk v okolí 125 Hz, ktorý je do značnej miery generovaný ventilátormi, ako aj subtlívnymi plechmi jednotky. Vo vzduchotechnických zariadeniach sa používajú *absorpčné tlmíče hluku*, pomocou ktorých je možné obmedziť šírenie zvuku ventilátora, ako aj prenos zvuku medzi jednotlivými miestnosťami v budove vzduchotechnickým potrubím. Vhodným riešením je umiestnenie tlmíčov do vzduchotechnického potrubia v blízkosti zdroja zvuku ešte v strojovni. Pri návrhu tlmíča hluku treba dbať na to, aby vlastný hluk tlmíča nebol väčší ako hladiny akustického výkonu, ktorý sa má tmiť. Tlmíče hluku je potrebné situovať mimo strojovne vzduchotechniky, alebo potrubie v strojovni za tlmíčom hluku vybaviť protihlukovou izoláciou [9].

Pre zabezpečenie požadovanej intenzity výmeny vzduchu v budovách podľa normy STN 73 0540-2/Z1 [13] je v stavebných objektoch potrebné navrhovať doplnkové vetracie zariadenia, ktoré sa osadzujú do plných častí obvodovej konštrukcie, do rámov okien alebo transparentných konštrukcií.

Vetracie pobytočných priestorov sa vykonáva najmä vetracími krídlami, vetracími klapkami, vetracími štrbinami, fasádnyimi parapetnými akustickými jednotkami s mriežkou a ventilátormi [3]. Na princípe absorpčných tlmíčov sú riešené *fasádne parapetné akustické jednotky s mriežkou*, ktoré sú umiestnené v parapetnej časti obvodovej konštrukcie budovy a ich vložný útlm môže dosahovať hodnotu 50 dB. Na základe rozdielu tlaku vzduchu sú mriežky samočinne regulované, pričom sa môžu tiež mechanicky ovládať. Na Obr. 2 sú uvedené alternatívny parapetných zvukovopohltivých vetracích jednotiek osadených v rôznych druhoch obvodových stien.

Návrh protihlukovej konštrukcie

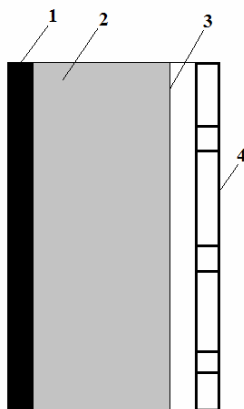
Z frekvenčných spektier sa stanoví najnižšia frekvencia, ktorej energetickú hodnotu amplitúdy hluku treba utlmiť. Vypočíta sa vlnová dĺžka nízkočfrekvenčného výrazného akustického vlnenia. Hrúbka pohltivého materiálu závisí od toho, aká najväčšia vlnová dĺžka, resp. najnižšia frekvencia sa vyžaduje utlmiť. Pri voľbe hrúbky sa vychádza z frekvenčného spektra hladín hluku kompresorovej sústavy vzduchotechnickej a klimatizačnej jednotky. Vhodným návrhom *protihlukovej konštrukcie* je možné zvýšiť útlm reflexiou, čím sa maximálny rozmer hrúbky pohltivého materiálu redukuje bez toho, že by sa významnejšie znížila jeho účinnosť pri nízkych frekvenčných zložkách [6].



Obr. 2 - Príklady parapetných zvukovopohltivých vetracích jednotiek osadených v rôznych druhoch obvodových stien [3]

Dôležitým kritériom pri návrhu konštrukcie je akustická analýza okolitého prostredia. Príklad zloženia protihlukovej konštrukcie je znázornený na Obr. 3, pričom pre uvedený návrh zloženia protihlukovej konštrukcie sa vychádzalo z frekvenčného rozloženia hluku, zo vzdialenosti akusticky chránených objektov, z minimálnych

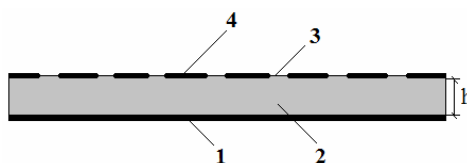
ekonomických nákladov, z konštrukčnej jednoduchosti a z prijateľnej hmotnosti [6]. Vhodné je absorpčný materiál potiahnuť minerálnou tkaninou a pred abrazívnym opotrebením chrániť perforovaným plechom, kde je voľná plocha perforácie 30 až 35 %.



Obr. 3 - Schéma prierezu protihlukovej konštrukcie [6]

1 - plech 1,5 mm prelisovaný; možno použiť aj trapézový plech alebo umelohmotné dosky 5 až 10 mm, preglejku 12 mm, drevotriesku 16 až 19 mm, 2 - Nobasil TDN hr. 140 mm, 3 - ochranná minerálna textília, 4 - oceľový rošt alebo dierovaný plech min. 30 % plochy otvorov z celkovej plochy

Akustický kryt má byť zvukotesný, tlmiaci a izolujúci zvuk. Na Obr. 4 je znázornená schéma konštrukcie steny akustického krytu.



Obr. 4 - Schéma konštrukcie steny akustického krytu [6]

1 - trapézový plech, 2 - pohltivý materiál, 3 - ochranná minerálna tkanina, 4 - oceľový rošt alebo perforovaný plech

Pre výustky ventilátorov je výhodné použiť kryt s otvorom v smere núteného prúdenia chladiaceho vzduchu. Akustický kryt sa vytvorí rovnakým spôsobom ako je na Obr. 4, pričom ak sa použije plech, je potrebné zvýšiť jeho tuhosť prelisovaním, tvarovaním alebo vystužením za účelom preladenia nosnej konštrukcie krytu do vyšších frekvencií. Tiež je možné aplikovať na nosnú plechovú konštrukciu aj izolačný materiál na báze asfaltu, prípadne použiť trapézový plech.

Protihlukové konštrukcie (zásteny, protihlukové kryty, bariéry) sa zhotovujú takým spôsobom, aby sa na ich ploche nevyskytli žiadne škáry a vibroakustické mosty a ukladajú sa vibroizolačne čo najbližšie k zdroju hluku, prípadne v blízkosti chráneného miesta (okrem krytov). Odraz a absorpcia zvuku tuhým okolitým prostredím pozdĺž cesty jeho šírenia medzi zdrojom a príjemcom je veľmi dôležitá a pri šírení zvuku vonkajším prostredím sa berie do úvahy. Zvýšená absorpcia zvuku je pri zvyšujúcej sa teplote, naopak znižuje sa s vyššou relatívnou vlhkosťou vzduchu (napr. v hmle, smogu) [6].

ZÁVER

Akustické vlnenie pôsobiace na ľudí má nebezpečné fyzikálne vplyvy na ich sluchový orgán. Nad hladinu váženú filtrom A rovnajúcu sa 85 dB fyziologické vplyvy na jeho celý organizmus, najmä na bunky a tkanivo, nad hladinu A 120 dB na vegetatívny systém, nad hladinu A 60 až 65 dB, ktoré závisia predovšetkým od intenzity akustickej energie a psychologické vplyvy, nad hladinu A 30 dB, ktoré závisia od kvalitatívnych parametrov (frekvenčné rozloženie) akustického vlnenia [6].

Významnú úlohu pri redukcii hluku plnia technické parametre, od ktorých závisí vložený útlm bariéry, zásteny alebo čiastočne otvoreného krytu. Návrh technických parametrov protihlukových konštrukcií

(geometrické rozmery, pohltivosť) závisí od frekvenčného rozloženia zvuku (hluku) zdroja, alebo viacerých výrazných zdrojov. Pri efektívnom návrhu protihlukových konštrukcií je potrebné zohľadniť, pri akej najnižšej frekvencii je potrebné redukovať nežiaducu amplitúdu akustického vlnenia.

Podľa organizácie Environmental Protection Agency (EPA) je odporúčaná prípustná prahová hladina infrazvuku s hodnotou 120 dB medzi 1 Hz a 16 Hz, ako horná hranica expozície infrazvuku, ktorá vychádza z dlhodobých výskumov a jej overenia praxou [6]. Na základe týchto poznatkov je potrebné venovať zvýšenú pozornosť monitoringu zdrojov dlhodobých účinkov nízkofrekvenčného zvuku a infrazvuku na ľudské zdravie.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] NEUPAUEROVÁ, A., 2014: Stavebné opatrenia pre minimalizáciu kmitania vzduchotechniky v budovách. In: Noise and vibration in practice: peer-reviewed scientific proceedings. Bratislava: STU, ISBN 978-80-227-4173-6, Vol. 19, s. 105-108.
- [2] SZÉKYOVÁ, M. - FERSTL, K. - NOVÝ, R., 2006: Větrání a klimatizace. Bratislava: Jaga group, s.r.o., ISBN 80-8076-037-3, 394 s.
- [3] TOMAŠOVIČ, P. - DLHÝ, D. - GAŠPAROVIČOVÁ, V. - RYCHTÁRIKOVÁ, M., 2009: Akustika budov. Stavebná a urbanistická akustika. Bratislava: STU, ISBN 978-80-227-3019-8, 398 s.
- [4] Vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 549/2007 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí.
- [5] CHMÚRNÝ, I. - TOMAŠOVIČ, P. - HRAŠKA, J., 2013: Fyzika vnútorného prostredia budov. Vybrané kapitoly základov tepelnej ochrany budov, stavebnej akustiky, denného osvetlenia a insolácie budov. Bratislava: STU, ISBN 978-80-22739-17-7, 394 s.
- [6] ŽIARAN, S., 2016: Nízkofrekvenčný hluk a kmitanie. Bratislava: STU, ISBN 978-80-227-4536-9, 316 s.
- [7] Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 532/2002 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o všeobecných technických požiadavkách na výstavbu a o všeobecných technických požiadavkách na stavby užívané osobami s obmedzenou schopnosťou pohybu a orientácie.
- [8] STN 73 0532: Akustika. Hodnotenie zvukovoizolačných vlastností budov a stavebných konštrukcií. Požiadavky.
- [9] NEUPAUEROVÁ, A., 2015: Technické riešenie útlmu hluku vzduchotechnického zariadenia v budove. In: Nové trendy akustického spektra. Zvolen: TU, ISBN 978-80-228-2759-1, s. 119-122.
- [10] HIRŠ, J. - GEBAUER, G., 2005: TZB - Vzduchotechnika. Modul BT02-11 Hluk a chvění ve vzduchotechnice. - [on-line] Available on - URL: > <http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/BT02-TZB%20III/M11-Hluk%20a%20chveni%20ve%20vzduchotechnice.pdf>
- [11] ŽIARAN, S., 2013: Technická diagnostika. Bratislava: STU, ISBN 978-80-227-4051-7, 332 s.
- [12] ŽIARAN, S., 2007: Posúdenie akustických úprav a návrh opatrení zníženia hluku v chránených priestoroch od klimatizačných jednotiek. Bratislava: TRANE RTAA 434, Výskumná správa (Slovenský rozhlas).
- [13] STN 73 0540-2/Z1: Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 2: Funkčné požiadavky.

ADRESA AUTORA

Andrea NEUPAUEROVÁ, Ing. PhD.

Technická univerzita vo Zvolene, Fakulta environmentálnej a výrobnéj techniky, Katedra environmentálnej a lesníckej techniky, Študentská 26, 960 53 Zvolen, Slovenská republika
e-mail: andrea.neupauerova@tuzvo.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.