

# **Ochrana budov pred hlukom z cestnej dopravy**

**Milan Drahoš, Ing. - Richard Drahoš, Ing.**  
D2R engineering, s.r.o., Poprad  
[d2r@d2r.sk](mailto:d2r@d2r.sk)

## **1. Úvod**

Ochrana budov na bývanie a budov vyžadujúcich tiché prostredie pred hlukom z cestnej dopravy je legislatívne upravená vo vyhláške MZ SR č. 549/2007 Z.z. v znení vyhlášky MZ SR č. 237/2009 Z.z..

Požiadavky na ochranu budov pred hlukom z cestnej dopravy sa podľa vyhlášky MZ SR č. 548/2007 Z.z. (ďalej len "vyhláška") vzťahujú na chránený vonkajší priestor a chránené vnútorné priestory v budovách, v ktorých sa zdržiavajú ľudia trvale alebo opakovane a pre ktoré sú stanovené prípustné hodnoty určujúcich veličín hluku.

Chránený vonkajší priestor podľa vyhlášky je priestor mimo budov, v ktorom sa zdržiavajú ľudia z oddychových, rekreačných, liečebných alebo iných ako pracovných dôvodov a chránené vnútorné priestory v budovách sú priestory, kde sa ľudia zdržiavajú trvale alebo opakovane dlhodobo.

Za chránený vonkajší priestor sa podľa vyhlášky považuje aj priestor pred obvodovými stenami budov na bývanie a budov vyžadujúcich tiché prostredie (ďalej len "budov").

Určujúcou veličinou na opis hluku z cestnej dopravy pred obvodovými stenami budov a v chránených vnútorných priestoroch budov je ekvivalentná hladina A akustického tlaku vzťahovaná na referenčné časové intervaly.

Optimálna akustická klíma v chránených vnútorných priestoroch budov pred hlukom prenikajúcim z vonkajšieho prostredia sa zabezpečuje zvukovou izoláciou obvodových plášťov budov. Požiadavky na zvukovoizolačné vlastností budov a stavebných konštrukcií sú ustanovené v STN 73 0532:2000.

## **2. Legislatívne požiadavky na ochrana budov pred hlukom**

Vzhľadom na funkciu územia (zón, lokalít) a dopravnú infraštruktúru v území sú v prílohe k vyhláške ustanovené kategórie územia I, II a III a z hľadiska účelu užívania vnútorných priestorov v budovách sú ustanovené kategórie priestorov A, B, C, D a E.

Prípustné hodnoty ekvivalentných hladín A akustického tlaku pre referenčné časové intervaly podľa § 6 ods. 3 vyhlášky sa:

- pred budovou vzťahujú na miesta vo vzdialenosti  $1,5 \pm 0,5$  m pred obvodovou stenou (plášťom, fasádou) budovy vo vertikálnej osi okna a vo výške  $1,5 \pm 0,2$  m nad podlahou príslušného podlažia,

- vo vnútri budovy vzťahujú na miesta v chránených miestnostiach a to vo výške  $1,5 \pm 0,2$  m nad podlahou a najmenej 0,5 m od stien miestnosti. V odôvodnených prípadoch aj v miestach hlavy pri spaní a v miestach maximálneho zvukového poľa.

Na ilustráciu ochrany budov s vnútornými priestormi kategórie B pred hlukom z cestnej dopravy sú v tabuľke č. 1 uvedené prípustné hodnoty ekvivalentných hladín A akustického tlaku pre referenčné časové intervaly vzťahované pred budovou a vo vnútri budovy.

Tab. č. 1: Prípustné hodnoty ekvivalentných hladín A akustického tlaku pre referenčné časové intervaly pred obvodovou stenou budov a vo vnútri chránených priestorov kategórie B pre hluk z cestnej dopravy

| Ref.<br>časový<br>interval<br>$T_{ref}$ | $L_{Aeq,Tref,p}$<br>dB               |                     |                                   | Poznámky                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         | Kategória<br>územia <sup>1),2)</sup> | 2 m pred<br>budovou | Vo vnútri<br>budovy <sup>3)</sup> |                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Deň<br>(06,00-18,00 h)                  | II                                   | 50                  | 40                                | 1) II - Priestor pred oknami chránených miestností v budovách<br>2) III - Priestor pred oknami chránených miestností v budovách v okolí diaľnic, ciest I a II triedy a mestských komunikácií s hromadnou dopravou<br>3) B - Obytné miestnosti, ubytovne a pod. |
|                                         | III                                  | 60                  |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Večer<br>(18,00-22,00 h)                | II                                   | 50                  | 40                                |                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                         | III                                  | 60                  |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Noc<br>(22,00-06,00 h)                  | II                                   | 45                  | 30                                |                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                         | III                                  | 50                  |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                |

### 3. Meranie hluku z cestnej dopravy

Podľa § 6 vyhlášky sa na meranie hluku z cestnej dopravy môžu použiť postupy, ktoré umožnia stanoviť "**posudzované hodnoty**" ekvivalentných hladín A akustického tlaku pre referenčné časové intervaly v chránenom vonkajšom a vnútornom priestore budov.

Všeobecné zásady merania hluku vo vonkajšom priestore a čiastočne aj vo vnútornom priestore sú uvedené v norme STN ISO 1996-2:2008 v nadväznosti na normu STN ISO 1996-1:2006. Postupy merania hluku z cestnej dopravy pred obvodovou stenou a vo vnútri budov sú podrobnejšie rozpracované napr. v akreditovaných metódach merania.

Ak účelom merania hluku z cestnej dopravy má byť posúdenie súladu zistených posudzovaných hodnôt ekvivalentných hladín A akustického tlaku pre referenčné časové intervaly pred obvodovou stenou a vo vnútri budovy s prípustnými hodnotami, potom sa meranie vykonáva v miestach, na ktoré sa vzťahujú prípustné hodnoty.

Podľa bodu 2.1, písm. c) prílohy k vyhláške sa hluk z cestnej dopravy v chránených vnútorných priestoroch budov **zistuje vtedy**, ak pred oknami chránenej miestnosti **sú prekračované** prípustné hodnoty pre kategóriu územia II a ak sa na budove vykonali protihlukové opatrenia, ktoré zohľadňujú uvedené prekročenie.

V čl. 7.2.4 normy STN ISO 1996-1:2006 je uvedené: „Ak sa musia overovať prípustné hodnoty získané meraním v blízkosti budov alebo iných veľkých odrazových objektov, potom sa má vziať do úvahy pokyn uvedený v ISO 1996-2:2008“. Podľa čl. 8.3.1 normy STN ISO 1996-2:2008 v prípade, že mikrofón je

umiestnený 0,5 m až 2 m pred odrazový povrch sa použije korekcia - 3 dB, aby sa dosiahli hodnoty pri zvukovom poli dopadajúcich lúčov, tzn. pre referenčný stav (stav bez odrazov).

V čl. 9.2 normy STN ISO 1996-2:2008 je uvedené, že pri meraní hluku prenikajúceho z vonkajšieho prostredia do chráneného vnútorného priestoru, ak je miestnosť prázdna a bez akustickej úpravy sa od nameranej hodnoty odčítajú 3 dB.

#### 4. Objektivizácia hluku z cestnej dopravy

Objektivizácia hluku z cestnej dopravy v chránenom priestore znamená stanovenie "posudzovanej hodnoty" ekvivalentnej hladiny A akustického tlaku pre referenčný časový interval.

Podľa § 6 ods. 5 vyhlášky sa posudzovaná hodnota ekvivalentnej hladiny A akustického tlaku pre zodpovedajúci referenčný časový interval stanoví pripočítaním hodnoty rozšírenej neistoty  $U$  k nameranej (vypočítanej) hodnote ekvivalentnej hladiny A akustického tlaku pre zodpovedajúci referenčný časový interval.

Ak pôsobiaci hluk má charakter napr. zvlášť rušivého hluku (premenný hluk s veľkým rozdielom hladín), potom sa posudzovaná hodnota upravuje korekciou na časový interval trvania takéhoto hluku.

Podľa bodu 2.3 prílohy k vyhláške, ak hluk z cestnej dopravy v chránenom vnútornom priestore má **zvlášť rušivý charakter**, posudzovaná hodnota ekvivalentnej hladiny A akustického tlaku pre deň a večer sa upravuje korekciou + 5 dB, ak celkové trvanie takéhoto hluku prekračuje 10 minút pre deň alebo 5 minút večer.

Podľa písm. c) poznámky k tabuľke č. 3 prílohy k vyhláške, ak hluk z cestnej dopravy preniká do chráneného vnútorného priestoru budovy v kategórii územia III, posudzovaná hodnota ekvivalentnej hladiny A akustického tlaku pre deň, večer a noc sa upravuje pripočítaním korekcie - 5 dB.

#### 5. Normované požiadavky na zvukovú izoláciu obvodových plášťov budov

Požiadavky na zvukovú izoláciu obvodových plášťov budov s chránenými vnútornými priestormi (miestnosťami) sú stanovené v časti 4 normy STN 73 0532:2000. Na dosiahnutie dostatočnej ochrany vnútorných priestorov pred hlukom prenikajúcim z vonkajšieho prostredia, musí vzduchová nepriezvučnosť obvodových plášťov (bez lodžií, a balkónov) vyhovovať minimálnym hodnotám indexu stavebnej vzduchovej nepriezvučnosti  $R'_w$ .

V tabuľke č. 2 sú pre vybrané chránené priestory (miestnosti) v budovách uvedené minimálne hodnoty indexu stavebnej vzduchovej nepriezvučnosti  $R'_w$  obvodového plášťa v závislosti na nameraných (posudzovaných) hodnotách ekvivalentných hladín A akustického tlaku 2 m pred plášťom budovy pri pôsobení hluku z cestnej dopravy.

Tab. č. 2: Požiadavky na vzduchovú nepriezvučnosť obvodových plášťov budov

| Chránený vnútorný priestor - opis miestnosti                                                                                                 | Časový interval | Minimálna hodnota indexu stavebnej nepriezvučnosti $R'_w$ v dB pri $L_{Aeq,2m}$ v dB |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
|                                                                                                                                              |                 | ≤45                                                                                  | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
| Obytné miestnosti bytov, izby v hoteloch a penziónoch, ubytovacích a detských zariadeniach, lekárske ordinácie, učebne, posluchárne, čítárne | Deň             | -                                                                                    | 30 | 30 | 30 | 35 | 38 | 43 | 48 |
|                                                                                                                                              | Noc             | 30                                                                                   | 30 | 33 | 38 | 48 | 48 | -  | -  |

Metódy meranie a postupy výpočtu vzduchovej nepriezvučnosti obvodových plášťov a ich častí (fasádnych prvkov) v budovách sú uvedené v norme STN EN ISO 140-5:2001.

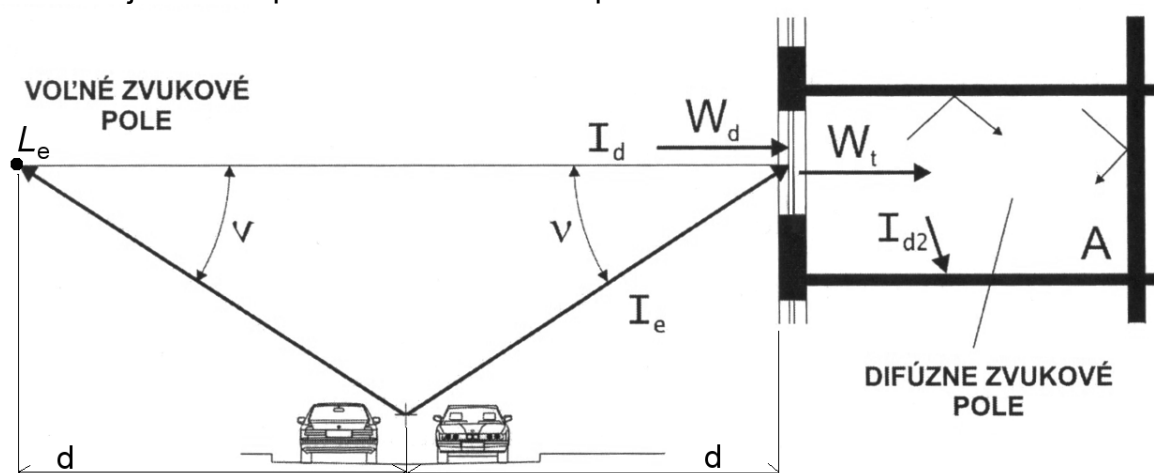
## 6. Teoretické súvislosti zvukovoizolačných vlastností obvodových konštrukcií

Vzťahy na výpočet zvukovoizolačných vlastností obvodových plášťov a ich častí, ktoré sú uvedené v norme STN EN ISO 140-5:2001, vychádzajú z teoretických súvislostí medzi vonkajším a vnútorným prostredím a akustickými parametrami týchto prostredí za určitých okrajových podmienok.

### 6.1 Metóda bez uplatnenia spätných odrazov zvuku

Pri tejto metóde posudzovania zvukovoizolačných vlastností obvodovej konštrukcie sa neuplatňuje vplyv spätných odrazov zvuku od povrchu konštrukcie, pričom sa vychádza z týchto okrajových podmienok (obrázok č. 1):

- vo vonkajšom priestore je voľné pole,
- posudzované miesto je na povrchu okna,
- miesto merania je v rovnakej výške aj pod rovnakým uhlom ale vo voľnom zvukovom poli,
- v prijímacej miestnosti je difúzne zvukové pole,
- zdroj zvuku napr. mestská cestná doprava.



Obr. č.1: Schéma posúdenia obvodovej konštrukcie s oknom, bez spätných odrazov

Pri použití akustických veličín opisujúcich akustické vlastnosti a súvislosti prostredí, výsledný vzťah pre priebeh stupňa vzduchovej nepriezvučnosti obvodovej konštrukcie:

$$R = L_e - L_i + 10 \log \left( \frac{S \cos \vartheta}{A} \right) + 10 \log 4 \quad (\text{dB})$$

kde  $L_e$  - hladina akustického tlaku v 1/3 oktávových pásmach vo vonkajšom priestore (exteriér) vo voľnom zvukovom poli v dB,

$L_i$  - hladina akustického tlaku v 1/3 oktávových pásmach v prijímacej miestnosti (interiér) v difúznom zvukovom poli v dB,

$S$  - plocha konštrukčného prvku alebo celku v  $\text{m}^2$ ,

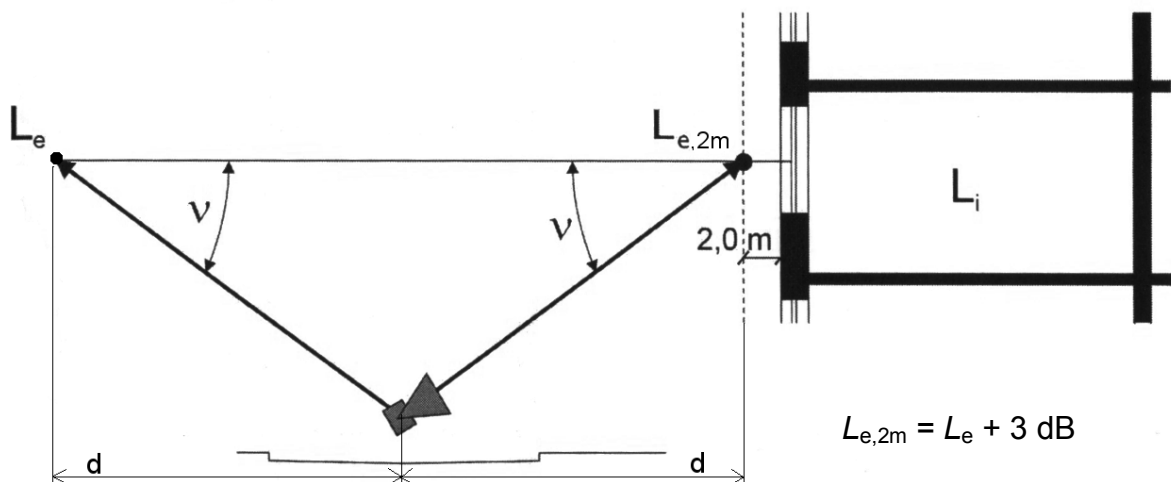
$\vartheta$  - uhol dopadu zvukových vln na posudzovaný stavebný prvok alebo stenu,

$A$  - ekvivalentná pohltivá plocha prijímacej miestnosti v  $\text{m}^2$ .

## 6.2 Metóda s uplatnením spätných odrazov zvuku

Pri tejto metóde posudzovania zvukovoizolačných vlastností obvodovej konštrukcie sa uplatňuje vplyv odrazov zvuku od povrchu konštrukcie, pričom sa vychádza z týchto okrajových podmienok (obrázok č. 2)

- vo vonkajšom priestore (exteriér) je voľné pole,
- posudzované miesto je 2 m od posudzovanej konštrukcie - okna,
- meracie miesto je v rovnakej výške aj pod rovnakým uhlom ale vo voľnom zvukovom poli,
- v prijímacej miestnosti (interiér) je difúzne zvukové pole,
- zdroj zvuku napr. smerový reproduktor (budený šumom).



Obr. č.2: Schéma posúdenia obvodovej konštrukcie s okno

Pri použití akustických veličín opisujúcich akustické vlastnosti a súvislosti prostredí, výsledný vzťah pre priebeh stupňa vzduchovej nepriezvučnosti obvodovej konštrukcie:

$$R = (L_{e,2m} - 3) - L_i + 10 \log \left( \frac{S \cos \vartheta}{A} \right) + 10 \log 4$$

kde  $L_{e,2m}$  - hladina akustického tlaku v 1/3 oktávových pásmach vo vonkajšom priestore (exteriér) 2 m pred obvodovou konštrukciou,  
 $L_i$  - hladina akustického tlaku v 1/3 oktávových pásmach v prijímacej miestnosti (interiér) v difúznom zvukovom poli,  
 $S$  - plocha konštrukčného prvku alebo celku v  $m^2$ ,  
 $\vartheta$  - uhol dopadu zvukových vln na posudzovaný stavebný prvok alebo stenu,  
 $A$  - ekvivalentná pohltivá plocha prijímacej miestnosti v  $m^2$ .

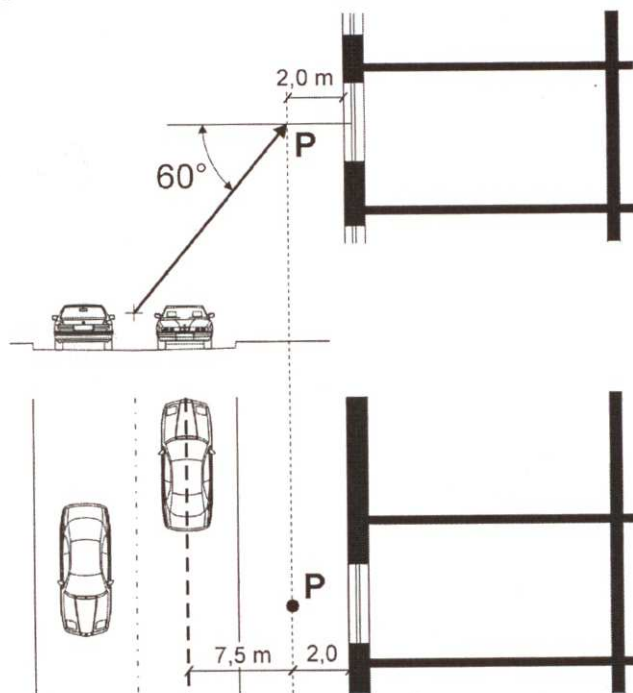
## 7. Meranie zvukovoizolačných vlastností obvodových plášťov

Na realizovaných stavbách sa meranie vzduchovej nepriezvučnosti obvodového plášťa vykonáva podľa STN EN ISO 140-5:2001. V tejto norme sú odporúčané dve skupiny metód na meranie vzduchovej nepriezvučnosti, a to celej fasády alebo jednotlivých prvkov fasády.

Vzhľadom na rôznorodé exteriérové zdroje hluku sa pri hodnotení zvukovoizolačných vlastností ako zdroj skúšobného hluku používa doprava (cestná, železničná, letecká) alebo smerový reproduktor (skúšobný signál, filtrovaný biely šum).

### 7.1 Metóda s reálnym zdrojom zvuku

Pri tejto metóde hodnotenia zvukovoizolačných vlastností obvodovej konštrukcie sa preferuje ako zdroj hluku cestná doprava. Jej použitie je aplikovateľné pri zodpovedajúcej intenzite dopravy, priamom a dostatočne dlhom dopravnom úseku (obrázok č. 3).



Obr. č. 3: Schéma posúdenia obvodovej konštrukcie pre reálny zdroj hluku

Výsledný vzťah pre index stavebnej vzduchovej nepriezvučnosti obvodovej konštrukcie:

$$R'_{tr,s} = (L_{Aeq,T,2m} - 3) - L_{Aeq,T,i} + 10 \log \left( \frac{S \cos \vartheta}{A} \right) + 10 \log 4$$

kde  $L_{Aeq,T,2m}$  - nameraná hodnota ekvivalentnej hladiny A akustického tlaku za zodpovedajúci časový interval  $T$  vo vonkajšom priestore 2 m pred obvodovou konštrukciou v dB,

$L_{Aeq,T,i}$  - priemerná hodnota ekvivalentnej hladiny A akustického tlaku za zodpovedajúci časový interval  $T$  v prijímacej miestnosti v dB,

$S$  - plocha konštrukčného prvku alebo celku v  $m^2$ ,

$\vartheta$  - uhol dopadu zvukových vln na posudzovaný stavebný prvok alebo stenu,

$A$  - ekvivalentná pohltivá plocha prijímacej miestnosti v  $m^2$ .

Poznámka: Podľa štatistických údajov prevládajúci uhol dopadu na obvodovú konštrukciu budovy z cestnej dopravy  $\vartheta = 60^\circ$ .

## 7.2 Metóda otvorené - zatvorené okno

Táto metóda má výhodu, že miesto merania je v strede prijímacej miestnosti a meranie úrovne hluku prenikajúceho z vonkajšieho prostredia sa vykonáva raz pri otvorenom okne a raz pri zatvorenom okne. V prípade že skúšobným zdrojom hluku je cestná doprava, index vzduchovej nepriezvučnosti obvodovej konštrukcie ako celku sa vypočíta podľa vzťahu:

$$R'_{tr,w} = (L_{Aeq,T,o} - L_{Aeq,T,z}) + 10 \log \left( \frac{A_o}{A_z} \right) \text{ alebo } R'_{tr,w} = (L_{Aeq,T,o} - L_{Aeq,T,z}) + 10 \log \left( \frac{T_o}{T_z} \right)$$

kde  $L_{Aeq,T,o}$  - ekvivalentná hladina A akustického tlaku za zodpovedajúci časový interval  $T$  pri otvorenom okne v dB,

$L_{Aeq,T,z}$  - ekvivalentná hladina A akustického tlaku za zodpovedajúci časový interval  $T$  pri zatvorenom okne v dB,

$A_o$  - ekvivalentná pohltivá plocha prijímacej miestnosti pri otvorenom okne v  $m^2$ ,

$A_z$  - ekvivalentná pohltivá plocha prijímacej miestnosti pri zatvorenom okne v  $m^2$ .

$T_o$  - čas dozvuku prijímacej miestnosti pri otvorenom okne v sekundách,

$T_z$  - čas dozvuku prijímacej miestnosti pri zatvorenom okne v sekundách.

## 8. Závery

Z teoretických a praxou overených postupov merania zvukovoizolačných vlastností obvodových plášťov budov vyplýva:

- vplyv spätných odrazov od obvodových stien (plášťov) do vzdialenosti 2 m od obvodovej steny sa eliminuje korekciou - 3 dB,
- na úroveň hluku prenikajúceho z vonkajšieho prostredia do nezariadených chránených vnútorných priestorov budov má vplyv ekvivalentná pohltivá plocha priestoru (čas dozvuku).

Z dôvodov akceptovania akustických podmienok šírenia hluku v reálnom vonkajšom prostredí a prenikania hluku z vonkajšieho prostredia do chránených priestorov budov je potrebné pri posudzovaní výsledkov merania hluku z cestnej dopravy:

- vo vzdialenosti  $1,5 \pm 0,5$  m pred obvodovou stenou zohľadniť vplyv spätných odrazov, tzn. od nameranej hodnoty ekvivalentnej hladiny A akustického tlaku odčítať korekciu 3 dB (čl. 8.3.1 STN ISO 1996-2:2008),
- prenikajúceho z vonkajšieho prostredia do **nezariadených** vnútorných priestorov zohľadniť vplyv ekvivalentnej pohltivej plochy priestoru (čas dozvuku), tzn. od nameranej hodnoty odčítať 3 dB (čl.9.2 STN ISO 1996-2:2008).

Uvedené poznatky o vplyve akustických podmienok šírenia hluku v reálnom vonkajšom prostredí a v chránenom priestore budov je potrebné uplatniť aj pri posudzovaní súladu výsledkov objektivizácie hluku s prípustnými hodnotami, ktoré sa vzťahujú na miesta pred obvodovou stenou (fasádou) budovy a na miesta v chránených vnútorných priestoroch budov.

## 9. Odkazy

- [1] Vyhláška MZ SR 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 v znení vyhlášky MZ SR č. 237/2009 Z.z.
- [2] Tomašovič P. a kolektív: Akustika budov. Stavebná a urbanistická akustika. STU Bratislava 2009
- [3] STN I 73 0532:2000 Akustika. Hodnotenie zvukovoizolačných vlastností budov a stavebných konštrukcií. Požiadavky
- [4] STN EN ISO 140-5: 2001 Akustika. Meranie zvukovoizolačných vlastností budov a stavebných konštrukcií. Časť 5: Meranie vzduchovej nepriezvučnosti obvodových plášťov a ich časti v budovách
- [5] STN ISO 1996-1:2006 Akustika. Opis, meranie a posudzovanie hluku vo vonkajšom prostredí. Časť 1: Základné veličiny a postupy posudzovania
- [6] STN ISO 1996-2:2008 Akustika. Opis, meranie a posudzovanie hluku vo vonkajšom prostredí. Časť 2: Určovanie hladín hluku