

**Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR
Sekcia cestnej dopravy, pozemných komunikácií a investičných projektov**

TP 15/2011

TECHNICKÉ PODMIENKY

**NÁVRH A POSÚDENIE PROTIHLUKOVÝCH OPATRENÍ
PRE CESTNÉ KOMUNIKÁCIE**

účinnosť od: 01.12.2011

August 2011

OBSAH

1	Úvodná kapitola	3
1.1	Predmet technických podmienok (TP).....	3
1.2	Účel TP	3
1.3	Použitie TP.....	3
1.4	Vypracovanie TP	3
1.5	Distribúcia TP	3
1.6	Účinnosť TP.....	3
1.7	Nahradenie predchádzajúcich predpisov	3
1.8	Súvisiace a citované právne predpisy	3
1.9	Súvisiace a citované normy	4
1.10	Súvisiace a citované technické predpisy.....	4
1.11	Súvisiaca a citovaná literatúra a iné predpisy týkajúce sa tejto problematiky.....	5
2	Všeobecne	5
2.1	Úvod do problematiky	5
2.2	Základné pojmy a definície.....	5
3	Stanovenie hlukovej záťaže z cestnej dopravy.....	8
3.1	Meranie hluku z cestnej dopravy pre návrh protihlukových opatrení.....	8
3.2	Predikcia hlukovej záťaže z cestnej dopravy pre návrh protihlukových opatrení	8
4	Posúdenie hlukovej záťaže z cestnej dopravy	10
4.1	Objektívizácia hluku z cestnej dopravy v zmysle legislatívy	10
4.2	Kritériá pre návrh a realizáciu protihlukových opatrení	11
5	Návrh a členenie protihlukových opatrení	11
5.1	Členenie protihlukových opatrení.....	12
5.2	Urbanisticko-architektonické protihlukové opatrenia.....	12
5.3	Urbanisticko-dopravné protihlukové opatrenia	12
5.4	Dopravno-organizačné protihlukové opatrenia.....	12
5.5	Stavebno-technické protihlukové opatrenia.....	13
6	Prekážky na dráhe šírenia zvuku	14
6.1	Protihlukové steny	15
6.1.1	Umiestnenie protihlukovej steny	16
6.1.2	Dĺžka PHS	17
6.1.3	Odrazy od PHS	17
6.1.4	Redukcia výšky PHS	20
6.1.5	Šírenie zvuku cez otvory v PHS.....	20
6.1.6	Overovanie akustických vlastností PHS.....	20
6.1.7	Únikové východy, únikové cesty	21
6.2	Hmotné objekty a zemné valy.....	21
6.3	Galérie a tunely	23
6.4	Vegetácia	23

1 Úvodná kapitola

1.1 Predmet technických podmienok (TP)

Predmetom týchto TP je stanovenie postupov na zistenie a posudzovanie hlukovej záťaže z cestnej dopravy pre potreby navrhovania a posudzovania opatrení na zníženie hlukovej záťaže v dotknutom okolí cestných komunikácií (CK).

1.2 Účel TP

TP slúžia pre návrh a posúdenie opatrení na zníženie hlukovej záťaže z cestnej dopravy v chránenom prostredí okolia CK.

1.3 Použitie TP

Tieto TP sú určené investorom, spracovateľom technických podkladov a projektovej dokumentácie (PD) pre výstavbu a plánovanie cestných komunikácií. TP sú ďalej určené dotknutým pracoviskám štátnej správy, stavebným úradom, orgánom verejného zdravotníctva a všetkým orgánom a organizáciám, ktoré posudzujú vplyv týchto stavieb na životné prostredie. Používajú sa pri tvorbe akustických (hlukových) štúdií cestných komunikácií. Postupy uvedené v týchto TP je možné aplikovať aj na miestne a účelové komunikácie.

1.4 Vypracovanie TP

Tieto TP na základe objednávky Slovenskej správy ciest (SSC) vypracovala spoločnosť EUROAKUSTIK, s.r.o., tel. č. 02/33002441, e-mail: euroakustik@euroakustik.sk.
Zodpovedný riešiteľ: Ing. Milan Kamenický, riešitelia Ing. Peter Zaťko a Ing. Peter Rybár. Na konečnej úprave textu sa spolupodieľali aj Ing. Milan Drahoš a Ing. Ján Šimo, CSc.

1.5 Distribúcia TP

Elektronická verzia TP sa po schválení zverejní na webovej stránke SSC: www.ssc.sk (technické predpisy) a na webovej stránke MDVRR SR: www.mindop.sk (doprava, cestná doprava, cestná infraštruktúra, legislatíva, technické predpisy).

1.6 Účinnosť TP

Tieto TP nadobúdajú účinnosť dňom uvedeným na titulnej strane.

1.7 Nahradenie predchádzajúcich predpisov

Tieto TP nahrádzajú TP SSC 09/2002 Návrh a posúdenie protihlukových opatrení pre cestné komunikácie, SSC z roku 2002 v celom rozsahu.

1.8 Súvisiace a citované právne predpisy

- [Z1] Zákon č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z2] 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 neskorších predpisov;
- [Z3] zákon č. 135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (cestný zákon) v znení neskorších predpisov;
- [Z4] zákon č. 129/1996 Z. z. o niektorých opatreniach na urýchlenie prípravy výstavby diaľnic a ciest pre motorové vozidlá, v znení neskorších predpisov;
- [Z5] zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov;
- [Z6] zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov;

- [Z7] zákon č. 24/2006 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov,
- [Z8] vyhláška MVRR SR č. 558/2009 Z. z., ktorou sa ustanovuje zoznam stavebných výrobkov, ktoré musia byť označené, systémy preukazovania zhody a podrobnosti o používaní značiek zhody;
- [Z9] zákon č. 90/1998 Z. z. o stavebných výrobkoch (v úplnom znení vyhlásený zákonom č.69/2009 Z. z.) v znení neskorších predpisov;
- [Z10] vyhláška FMV č. 35/1984 Zb., ktorou sa vykonáva zákon o pozemných komunikáciách (cestný zákon) v znení neskorších predpisov;
- [Z11] zákon č. 8/2009 Z. z. o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z12] vyhláška MV SR č. 9/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z13] zákon č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;

1.9 Súvisiace a citované normy

STN ISO 1996 -1 (01 1621)	Akustika. Opis, meranie a posudzovanie hluku vo vonkajšom prostredí. Časť 1: Základné veličiny a postupy posudzovania
STN ISO 1996 -2 (01 1621)	Akustika. Opis, meranie a posudzovanie hluku vo vonkajšom prostredí. Časť 2: Určovanie hladín hluku
STN EN 1793-1 (73 6041)	Zariadenia na zníženie hluku z cestnej dopravy. Skúšobné metódy určovania akustických vlastností. Časť 1: Určenie zvukovej pohltivosti
STN EN 1793-2 (73 6041)	Zariadenia na zníženie hluku z cestnej dopravy. Skúšobné metódy určovania akustických vlastností. Časť 2: Určenie vzduchovej nepriezvučnosti
STN EN 1793-3 (73 6041)	Zariadenia na zníženie hluku z cestnej dopravy. Skúšobné metódy určovania akustických vlastností. Časť 3: Normalizované spektrum dopravného hluku
STN ISO 10847 (01 1674)	Akustika. Stanovovanie vloženého útlmu vonkajších protihlukových bariér všetkých typov na mieste trvalého uloženia (in situ)
STN EN ISO 11819-1 (73 6040)	Akustika. Meranie vplyvu povrchu vozoviek na dopravný hluk. Časť 1: Štatistická metóda pri prejazde (ISO 11819-1: 1997)
STN EN 1794-1 (73 6042)	Zariadenia na zníženie hluku z cestnej dopravy. Neakustické vlastnosti. Časť 1: Mechanické vlastnosti a požiadavky na stabilitu
STN EN 1794-2 (73 6042)	Zariadenia na zníženie hluku z cestnej dopravy - Neakustické vlastnosti. Časť 2: Všeobecná bezpečnosť a požiadavky týkajúce sa životného prostredia
STN EN 14388 (73 6044)	Zariadenia na zníženie hluku z cestnej dopravy. Špecifikácie
STN EN 14389-1 (73 6043)	Zariadenia na zníženie hluku z cestnej dopravy. Metódy hodnotenia dlhodobej účinnosti. Časť 1: Akustické vlastnosti
STN EN ISO 80000-8 (01 1301)	Veličiny a jednotky. Časť 8: Akustika (ISO 80000-8: 2007)
STN IEC 60050-801 (33 0050)	Medzinárodný elektrotechnický slovník. Kapitola 801: Akustika a elektroakustika
STN EN ISO 266 (01 1601)	Akustika. Normalizované frekvencie (ISO 266: 1997)
STN EN 61672-1 (36 8813)	Elektroakustika. Zvukomery. Časť 1: Technické požiadavky
STN 73 6100	Názvoslovie pozemných komunikácií
STN 73 6101	Projektovanie ciest a diaľnic
STN 73 6110	Projektovanie miestnych komunikácií

1.10 Súvisiace a citované technické predpisy

- [Z14] TKP časť 0 Všeobecne, MDPT SR: 2009;
- [Z15] TKP časť 29 Protihlukové clony, MDVRR SR: 2011;

- [Z16] TP 13/2011 Príručka monitoringu vplyvu cestných komunikácií na životné prostredie, MDVRR SR: 2011;
- [Z17] TP 14/2011 Použitie, kvalita a systém hodnotenia protihlukových stien, MDVRR SR: 2011;
- [Z18] TP 07/2010 Základná mapa diaľnice. Vyhotovenie, údržba a obnova, MDPT SR: 2010.

1.11 Súvisiaca a citovaná literatúra a iné predpisy týkajúce sa tejto problematiky

- [Z19] CEN/TS 1793-5 Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Part 5: Intrinsic characteristics - In situ values of sound reflection and airborne sound insulation. [Zariadenia na zníženie hluku z cestnej dopravy – Skúšobná metóda určovania akustických vlastností – Časť 5: Skutočné (reálne) vlastnosti – Určenie zvukovej odrazivosti a zvukovej nepriezvučnosti v mieste umiestnenia (in – situ)]
- [Z20] Vestník MZ SR čiastka 55-60/2005, Odborné usmernenie Úradu verejného zdravotníctva Slovenskej republiky, ktorým sa upravuje postup pri vypracovaní strategických hlukových máp číslo: OŽPaZ/5459/2005 zo dňa 28.11.2005
- [Z21] SALAIOVÁ, B., MANDULA, J., KOVAĽAKOVÁ, M.: *Vybrané kapitoly z cestných a železničných stavieb. Hluk z dopravy*, Košice 2001, ISBN 80-7099-704-4.
- [Z22] PUŠKÁŠ, J. a kol.: *Znižovanie hluku v pozemných stavbách*. ALFA Bratislava, 1988.
- [Z23] VAVERKA, J. a kol.: *Stavební fyzika 1. Urbanistická, stavební a prostorová akustika*. VUT Brno, 1998.

2 Všeobecne

2.1 Úvod do problematiky

Návrh opatrení na zníženie hlukovej záťaže, spôsobenej cestnou dopravou, sa vykonáva na základe zistenia úrovne tejto záťaže v dotknutom chránenom prostredí okolia cestných komunikácií. Hlukovú záťaž v okolí cestných komunikácií je možné určiť meraním alebo pomocou predikcie.

Meraním sa stanovuje hluková záťaž, resp. určujú hodnoty určujúcich veličín hluku z cestnej dopravy v lokálnom, presne definovanom mieste. Pre potreby objektivizácie hlukovej záťaže z cestnej dopravy z hľadiska ochrany zdravia sú stanovené postupy a spôsoby získavania údajov o hluku dané príslušnou legislatívou, na ktoré sa odvolávajú aj tieto TP. Pri meraní sa postupuje aj s ohľadom na skutočnosti uvedené v normách, ktoré sa zaoberajú touto problematikou – STN ISO 1996-1 a STN ISO 1996-2. Pre potreby návrhu protihlukových opatrení, najmä v procese návrhu nových dopravných trás, nových cestných komunikácií, resp. v procese ich projektovej prípravy, sa pre stanovenie hlukovej záťaže používajú predikčné metódy s využitím matematického modelovania. Pomocou týchto metód pri vhodnom výpočtovom nástroji, je možné stanoviť plošnú hlukovú záťaž v okolí sledovanej cestnej komunikácie. Na základe takto stanovenej hlukovej záťaže je možné vhodnejšie navrhovať opatrenia na jej zníženie v širšom dotknutom území. Z uvedeného dôvodu je predikcia v spojení s matematickým modelovaním vhodnejšia pri návrhu protihlukových opatrení aj na existujúcich cestných komunikáciách. Merania sú v takomto prípade vhodné na overenie predikovaných hodnôt, kalibráciu modelu a celého postupu stanovenia hlukovej záťaže predikciou. Takáto metóda je vhodná aj pri optimalizácii protihlukových opatrení z pohľadu efektívneho využívania navrhovaných opatrení.

2.2 Základné pojmy a definície

Na účely týchto TP sa používajú nasledujúce pojmy a definície:

- cesta** je pozemná, resp. cestná komunikácia, určená na premávku cestných vozidiel, ktorej charakteristickým znakom je spevnená vozovka s krajinami
- zvuk** je mechanické vlnenie prostredia, ktoré vyvoláva u človeka zvukový vnem; základnou fyzikálnou veličinou popisujúcou zvuk je akustický tlak (značka p , p_s , jednotka (Pa)) a kmitočet, resp. frekvencia (označenie f , jednotka (Hz)), podrobnejšie pozri [Z2], STN ISO 1996-1 a STN ISO 1996-2
- počuteľný zvuk** je zvuk vo frekvenčnom rozsahu tretinooktávových pásiem s menovitou strednou frekvenciou 20 Hz až 20 kHz (STN ISO 266)

- d) **hluk** je každý rušivý, obťažujúci, nepríjemný, nežiaduci, neprimeraný alebo škodlivý zvuk
- e) **hluková záťaž** je všeobecné pomenovanie pôsobenia zvuku (hluku) v prostredí, môže byť vyjadrená (kvantifikovaná) rôznymi veličinami (napr. ekvivalentnou hladinou A zvuku, maximálnou hladinou A zvuku SLOW a inými), pre stanovenia hlukovej záťaže z pozemnej dopravy sa používa ekvivalentná hladina A akustického tlaku (zvuku) za definovaný časový interval
- f) **plošná hluková záťaž** je pôsobenie zvuku (hluku) na ploche dotknutého územia sledovaného zdroja zvuku (hluku) kvantifikovaná hodnotami sledovanej veličiny vo zvolenom rastru; zobrazovanie plošnej hlukovej záťaže sa robí pomocou izofón (kriviek spájajúcich body s rovnakými hodnotami určenej veličiny) alebo formou farebne odlišených pásiem s vhodne zvoleným intervalom hodnôt sledovanej veličiny (obvykle sa interval hodnôt volí 1 dB alebo 5 dB); v prípade pozemnej dopravy je veličinou používanou na sledovanie pôsobenia hluku ekvivalentná hladina A akustického tlaku (zvuku) za definovaný časový interval
- g) **hladina akustického tlaku** je priebežná hladina akustického tlaku, veličina určená vzťahom

$$L = 10 \cdot \log \left(\frac{p}{p_0} \right)^2$$

kde: p je akustický tlak v (Pa)

p_0 je referenčný akustický tlak, $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa

obecne sa používa značka: L , L_S , jednotka (dB)

- h) **hladina A zvuku** je hladina akustického tlaku s frekvenčným vážením A , je priebežná hladina akustického tlaku podľa bodu e, ktorý je korigovaný frekvenčnou váhovou funkciou A podľa STN EN IEC 61672-1
značka: L_A , (pri časovom vážení S bude L_{AS}), jednotka: (dB)
- i) **ekvivalentná hladina A akustického tlaku (zvuku)** je veličina definovaná vzťahom

$$L_{Aeq} = 10 \cdot \log \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left[\frac{p_A}{p_0} \right]^2 dt$$

kde: $p_A(t)$ je časová funkcia okamžitého akustického tlaku váženého frekvenčnou váhovou funkciou A ,

T je integračný interval, $T = t_2 - t_1$ v s,

p_0 je referenčný akustický tlak, $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa

značka: L_{Aeq} , základná jednotka: (dB)

- j) **určujúca veličina** je fyzikálna veličina, ktorá kvantitatívne a kvalitatívne charakterizuje hluk, a ktorá sa používa na hodnotenie nepriaznivých účinkov hluku, z hľadiska ochrany verejného zdravia. V prípade hluku generovaného prevádzkou po cestných komunikáciách, cestnou dopravou, je to ekvivalentná hladina A akustického tlaku (zvuku), podľa bodu f
- k) **posudzovaná hodnota** je hodnota, ktorá sa porovnáva s prípustnou hodnotou; je to nameraná hodnota alebo z nameranej hodnoty odvodená hodnota určujúcej veličiny zväčšená o hodnotu neistoty merania, upravená korekciami a stanovená vzhľadom na referenčný časový interval; v prípade predikcie hluku je to predpokladaná hodnota určujúcej veličiny vrátane príslušnej neistoty
označenie: $L_{R,Aeq,d}$, $L_{R,Aeq,v}$, $L_{RAeq,n}$, (pre jednotlivé referenčné časové intervaly); v STN ISO 1996-1 sa na posudzovanie hluku používa termín hodnotiaci hladina
- l) **referenčný časový interval** je časový interval, na ktorý sa vzťahujú údaje o zvuku; v prípade objektivizácie je to časový interval, na ktorý sa vzťahuje posudzovaná alebo prípustná hodnota; referenčný časový interval pre deň je od 06.00 h do 18.00 h (12 h), pre večer od 18.00 h do 22.00 h (4 h) a pre noc od 22.00 h do 06.00 h (8 h)
- m) **prípustná hodnota určujúcej veličiny** je dohodnutý limit, ktorého neprekročenie sa považuje za dostatočné zabezpečenie ochrany verejného zdravia podľa súčasného stavu poznania a ekonomickej úrovne spoločnosti
označenie: $L_{Aeq,d,p}$, $L_{eq,v,p}$, $L_{Aeq,d,p}$
- n) **hluk pozadia** je šum pozadia (reziduálny zvuk STN ISO 1996-1) je zvuk alebo iné vplyvy registrované meracím prístrojom (pri meraní zvuku) aj vtedy, ak zvuk, ktorý sa meraním

- sleduje nepôsobí; pre prípad predikcie je to zvuk, ktorý je stanovený výpočtom v danom mieste alebo území pri nezohľadnení sledovaného zdroja hluku
- o) **merací časový interval** je časový interval, v ktorom sa meraním zisťuje hodnota určujúcej veličiny pre sledovaný zdroj hluku
 - p) **súčtová hladina zvuku** je hladina, zložená zo zvukového signálu posudzovaného zdroja hluku (cestnej komunikácie) a hluku pozadia (reziduálneho zvuku)
 - q) **chránený priestor** je vnútorné alebo vonkajšie prostredie, v ktorom sa zdržujú ľudia trvale alebo opakovane a pre ktorý sú stanovené prípustné hodnoty hluku (pozri bod j)
 - r) **protihlukové opatrenie** je opatrenie, ktorého realizovaním sa dosiahne zníženie hlukovej záťaže spôsobenej sledovaným zdrojom hluku (napr. cestnou dopravou) v sledovanom mieste alebo území
 - s) **protihluková clona (PHC)** je stavebno-technické dielo, zabraňujúce priamemu prenikaniu zvuku z cestnej dopravy do príslušného okolia
 - t) **protihluková stena (PHS)** je prekážka na ceste šírenia zvuku od zdroja zvuku k miestu príjmu, ktorá je charakterizovaná rádovým rozdielom medzi výškou a dĺžkou na jednej strane a hrúbkou na strane druhej
 - u) **hmotný objekt** je prekážka na ceste šírenia zvuku od zdroja zvuku k miestu príjmu, ktorej výška, dĺžka a hrúbka sú približne rovnaké (domy, garáže, sklady a pod.)
 - v) **zemný val** je umelo vytvorená prekážka, na ceste šírenia zvuku od zdroja zvuku k miestu príjmu, ktorá bola vytvorená navŕšením zeminy
 - w) **efektívna výška clony** je najkratšia vzdialenosť (kolmica) vrcholu clony od spojnice zdroja zvuku s miestom príjmu
 - x) **vegetácia** je prekážka na ceste šírenia zvuku od zdroja zvuku k miestu príjmu, tvorená pásom kompaktného vegetačného porastu
 - y) **vložený útlm protihlukovej clony** je rozdiel hladín akustického tlaku v mieste príjmu pred inštalovaním clony (bez clony) a po jej inštalovaní (pozri aj STN ISO 10847)
 - z) **kalibračné merania** je meranie hlukovej záťaže spôsobenej sledovaným zdrojom hluku, cestnou dopravou, určené predovšetkým na overenie predikovaných hodnôt získaných výpočtom s využitím matematického modelovania; pri týchto meraniach sa miesto merania volí tak, aby hodnoty určujúcich veličín, charakterizujúce sledovaný zdroj zvuku, neboli výrazne ovplyvňované hlukom pozadia (reziduálnym hlukom) – rozdiel medzi hodnotou určujúcej veličiny hluku generovaného sledovaným zdrojom a hodnotou veličiny, ktorou popisujeme reziduálny hluk, by mal byť väčší než 10 dB. V prípade ak je rozdiel menší ako 10 dB, ale väčší ako 3 dB, je možné hodnotu určujúcej veličiny, ktorá bude charakterizovať sledovaný zdroj, získať pripočítaním korekcie na hluk pozadia, pozri STN ISO 1996-1,2 a [Z2] (takúto korekciu je vhodné urobiť minimálne pre hodnoty určujúcich veličín zistených v oktávových pásmach počuteľnej časti frekvenčného spektra zvuku); kalibračné merania je možné vykonávať aj v iných časových intervaloch ako sú referenčné časové intervaly, vhodné sú jednohodinové časové intervaly; pri meraniach je nutné súčasne sledovať aj intenzitu a skladbu dopravy (minimálne rozdelenie na osobné a nákladné vozidlá), priemernú rýchlosť jednotlivých druhov vozidiel pohybujúcich sa po sledovanom úseku CK, popísať povrch vozovky a začleniť ho do jednej z kategórie uvedenej v [Z21]. Pri meraniach je potrebné sledovať meteorologické parametre vonkajšieho prostredia – teplotu, smer a rýchlosť vetra, vlhkosť, popísať zrážky, vhodné je zaznamenať aj barometrický tlak; merania sa majú vykonávať pre stav povrchu vozovky a meteorologické podmienky, pre ktoré sa bude vykonávať predikcia.

3 Stanovenie hlukovej záťaže z cestnej dopravy

3.1 Meranie hluku z cestnej dopravy pre návrh protihlukových opatrení

Merania hluku z dopravy pre potreby týchto TP sa používajú na zistenie a hodnotenie súčasnej hlukovej záťaže (akustickej situácie) v okolí cestných komunikácií, na preukazovanie potreby návrhu protihlukových opatrení, pre potreby ich navrhovania a na hodnotenie účinnosti realizovaných protihlukových opatrení. V prípade, že sa merania vykonávajú pre potreby zisťovania, posudzovania a návrh protihlukových opatrení súvisiacich s ochranou a podporou verejného zdravia (v zmysle príslušného právneho predpisu) je potrebné, aby osoba, resp. osoby vykonávajúce takéto merania, boli držiteľia „Odbornej spôsobilosti na kvantitatívne a kvalitatívne zisťovanie faktorov životného prostredia na účely posudzovania ich možného vplyvu na zdravie – meranie hluku“, vydanéj v zmysle [Z1].

Postup merania hluku z dopravy, výber a počet meracích miest, času merania a meracích časových intervalov, použité meracie prístroje sa vykonáva podľa [Z17], STN ISO 1996-1, STN ISO 1996-2 a STN EN 61672-1. Posúdenie výsledkov merania s ohľadom na ochranu zdravia je podľa kritérií uvedených v [Z2].

Pri meraní je potrebné zisťovať aj meteorologické podmienky prostredia – rýchlosť a smer vetra, teplotu vzduchu, relatívnu vlhkosť vzduchu, intenzitu a trvanie zrážok, poprípade barometrický tlak.

Veličinou, ktorou sa hodnotí hluk z dopravy, je ekvivalentná hladina A zvuku alebo ekvivalentná hladina akustického tlaku v zlomkooktávovom (najčastejšie tretinooktávovom) pásme za časový interval. V prípade potreby je možné použiť aj distribučné rozloženie hladín A zvuku alebo percentné hladiny A zvuku.

Ekvivalentná hladina A zvuku sa vzťahuje k príslušnému referenčnému časovému intervalu tak, aby boli pokryté zmeny v pôsobení sledovaného zdroja, resp. zdrojov hluku z dopravy v dennom, večernom a nočnom čase. V niektorých prípadoch je možné stanoviť ekvivalentnú hladinu A zvuku pre požadovaný referenčný interval aj na základe merania hladiny A zvukovej expozície zvukových udalostí spôsobovaných prejazdom jednotlivých vozidiel. V takomto prípade je potrebné urobiť merania všetkých druhov, resp. typov vozidiel, ktoré charakterizujú zloženie dopravy na sledovanom úseku cestnej komunikácie a referenčnom časovom intervale. Pri meraní sa postupuje podľa STN ISO 1996-1 a STN ISO 1996-2, resp. [Z17]. Výhodné je pri takýchto meraniach hladinu A zvukovej expozície stanoviť na základe merania časového priebehu hladín akustického tlaku v tretinooktávových alebo oktávových pásmach v počuteľnej oblasti spektra, pozri 2.2 bod b) týchto TP.

Hluk pozadia (reziduálny zvuk) pozdĺž existujúcej cestnej komunikácie sa meria pred meraním alebo po meraní zvuku posudzovaného zdroja (cestnej dopravy) pri zhodných podmienkach, napr. umiestnenie mikrofónu, čas merania, poveternostné podmienky. Reziduálny zvuk a zvuk sledovaného zdroja spolu vytvárajú súčtovú hladinu A zvuku v danom mieste.

Pozdĺž navrhovanej (plánovanej) cestnej komunikácie je možné namerať len hluk pozadia, zvuk generovaný plánovanou cestnou komunikáciou neexistuje.

Monitoring hluku z cestnej dopravy pre účely návrhu protihlukových opatrení, po odovzdaní cestnej komunikácie do prevádzky, je potrebné vykonávať podľa [Z17].

3.2 Predikcia hlukovej záťaže z cestnej dopravy pre návrh protihlukových opatrení

Návrh a posúdenie protihlukových opatrení na navrhovaných (plánovaných) a existujúcich cestných komunikáciách sa vykonáva pomocou predikcie s využívaním matematického modelovania. Hluková záťaž sa určí výpočtom hodnôt určujúcej veličiny, ekvivalentnej hladiny A zvuku, pre stanovené referenčné intervaly v požadovaných miestach hodnotenia. Výhodné je stanoviť výpočtom určujúcu veličinu vo viacerých miestach alebo na dostatočne veľkej ploche dotknutého územia (plošná hluková záťaž) v okolí sledovanej cesty. Počet miest výpočtu, resp. výpočtový raster je potrebné zvoliť s ohľadom na veľkosť posudzovanej plochy a požadovanú presnosť stanovenia hodnôt. Výška bodov rastra nad úrovňou zeme sa volí s ohľadom na požiadavky stanovenia hlukovej záťaže. Bežne sa volí výška 1,5 m alebo 4 m nad terénom. V prípade, ak posudzované miesta sú v iných výškach (napr. pred oknami chránených miestností obytných budov), volí sa výška miest výpočtu aj v iných výškach.

V prípade, ak je to potrebné, môže sa výpočtový raster zvoliť aj vo vertikálnej alebo inej rovine s ohľadom na pôdorysnú rovinu priemetu cesty.

Výsledky výpočtu plošnej hlukovej záťaže sa znázorňujú vo forme izofón (izočiar vypočítaných hodnôt určujúcej veličiny, ekvivalentnej hladiny A zvuku, pre jednotlivé referenčné časové intervaly stanovené v zmysle legislatívy [Z2]), prípadne formou farebne odlišených pásiem s vhodne zvoleným intervalom hodnôt sledovanej veličiny (obvykle sa používa interval 1 dB alebo 5 dB). K takto vypracovanému grafickému výstupu musí byť pripojená legenda, ktorá udáva priradenie vypočítaných hodnôt k farebnému zobrazeniu a informácia o výške nad terénom, pre ktorú je plošná hluková záťaž zobrazená.

Stanovenie hlukovej záťaže v okolí cestných komunikácií, spôsobenej cestnou dopravou, výpočtom pri využívaní matematického modelovania sa robí postupom podľa NMPB Route 96 s adaptáciou pre použitie v SR, ktorý je uvedený v [Z21]. V tejto literatúre je uvedený postup výpočtu hodnôt veličín, popisujúcich hlukovú záťaž z cestnej dopravy, v bodoch rastra.

V prípade, ak sa na stanovenie hlukovej záťaže z cestnej dopravy v okolí CK použije iný postup ako je uvedený v [Z21], potom musí byť tento postup popísaný (vrátane matematických vzťahov použitých vo výpočte) v správe, resp. dokumente, v ktorom sa pre príslušnú CK resp. jej úsek robí návrh a posúdenie protihlukových opatrení. Tiež tu musia byť popísané použité emisné hlukové údaje zdrojov hluku (úsekov CK) použitých vo výpočte a ich vzťah (matematické vyjadrenie) k emisným údajom v postupe uvedenom v [Z21]. Popis a stanovenie všetkých použitých vstupných údajov musí byť urobený tak, aby umožnil realizovať výpočet aj postupom podľa [Z21] a výsledky výpočtu hlukovej záťaže v bodoch toho istého rastra boli zhodné.

Výpočet je potrebné realizovať pri použití modelu územia (na ploche ktorého sa počítajú hodnoty určujúcej veličiny), ktorý umožňuje výpočet priestorového šírenia zvuku aj so zohľadnením výšky prekážok na ceste šírenia zvuku. Pre potreby návrhu protihlukových opatrení je výpočet potrebné realizovať na modeli, ktorý je vytvorený z geometrických údajov určených s presnosťou 0,5 m.

Model územia je tvorený modelom terénu a modelom budov a ďalších objektov a plôch, ktoré môžu ovplyvňovať šírenie zvuku v prostredí.

Pre potreby predikcie hlukovej záťaže z cestnej dopravy s využitím matematického modelovania je možné použiť trojdimenzionálny alebo tzv. 2.5 dimenzionálny model.

Trojdimenzionálny model terénu je tvorený priestorovými plochami, ktoré v príslušnej mierke zobrazujú reálne tvary terénu modelovaného územia. Trojdimenzionálny model budov a ďalších objektov je tvorený údajmi o ich geometrických rozmeroch, na základe ktorých sa vytvorí v príslušnej mierke model tvaru všetkých objektov v sledovanom území.

2.5-dimenzionálny model terénu je vytvorený z vrstevníc (izočiar s rovnakou nadmorskou výškou, alebo výškou voči zvolenému výškovému referenčnému bodu) alebo výškovými bodmi a zlomovými čiarami. Z týchto údajov sa vytvorí vo vhodnom programovom prostriedku priestorový model terénu zohľadňujúci reflexné a difrakčné účinky reálneho terénu. Budovy a ostatné objekty sú zadané obrysou čiarou obvodového plášťa, vytvoreného uzatvoreným polygónom, a údajom o výške jednotlivých zlomových bodov polygónu (niekedy je postačujúca aj hodnota výšky atiky a hodnota apexu budovy, resp. objektu). PHS a iné „plošné“ prekážky, ktoré môžu ovplyvňovať šírenie zvuku v priestore, sú zadané polygónom, s uvedením charakteristických výšok voči referenčnému bodu alebo terénu v zlomových bodoch polygónu.

Pre všetky objekty musia byť k dispozícii údaje o ich absorpčných, resp. reflexných vlastnostiach.

Pri tvorbe modelu sa používajú georeferencované údaje v súlade s požiadavkami uvedenými v [Z19].

Vytvorený model územia v okolí jestvujúcich CK je potrebné overiť kalibračnými meraniami. V prípade stanovenia predpokladanej hlukovej záťaže spôsobenej navrhovanou CK je možné kalibračné merania vykonať v miestach jej napojenia na existujúce CK. V prípade, ak nie je možné kalibračné merania vykonať, je potrebné podrobne popísať zdrojové emisné údaje použité pri výpočte pre jednotlivé úseky sledovanej CK, popísať použitý model územia v okolí CK (vrátane protihlukových opatrení) tak, aby bolo možné po uvedení CK do prevádzky výpočet overiť meraním.

Výpočet hlukovej záťaže z cestnej dopravy sa vždy realizuje pre tieto parametre stanovené na sledovaných úsekoch cestnej komunikácie:

- danú intenzitu a skladbu dopravy (minimálne rozdelenie na osobné, nákladné vozidlá) v stanovených referenčných časových intervaloch;

- rýchlosti zohľadnených druhov vozidiel (osobné, nákladné);
- šírku vozovky (počet a šírka jazdných pásov);
- povrchov vozoviek v zmysle kategorizácie a stanovenia hlukových emisných hodnôt podľa [Z15]
- sklon vozovky.

Plošná hluková záťaž sa stanovuje pre situáciu bez uvažovania a s uvažovaním navrhovaných protihlukových opatrení.

V prípade návrhu novej cestnej komunikácie sa predpokladaná, očakávaná, plošná hluková záťaž stanovuje (pri uvedení parametrov pre jednotlivé úseky CK uvedené v predošlom) pre:

1. navrhovaný stav riešenej cestnej komunikácie (všetky variantné riešenia), s uvažovaním protihlukových opatrení a bez nich, pre tieto časové horizonty:
 - a) rok po odovzdaní stavby do prevádzky;
 - b) 5. a 10. rok po odovzdaní stavby do prevádzky.
2. pôvodný stav cestných komunikácií v sledovanom území (tzv. nulový variant, bez uvažovania realizácie navrhovanej cestnej komunikácie), pre časové horizonty:
 - a) v roku spracovania projektovej dokumentácie (PD);
 - b) v prognóze v rovnakých rokoch ako v navrhovanom stave - 1.a), 1.b).

Ak sa výpočtom preukáže opodstatnenosť realizácie protihlukových opatrení do 5 rokov od odovzdania stavby do prevádzky, vykonajú sa protihlukové opatrenia už v rámci realizácie stavby. V prípade, ak hluková štúdia preukáže ich opodstatnenosť až vo výhľadovom období od 6 do 10 rokov, ponechá sa pri cestnej komunikácii priestor na ich realizáciu. Protihlukové opatrenia sa navrhnu až na základe výsledkov monitoringu hlukovej záťaže v dotknutom chránenom priestore okolia navrhovanej cesty.

4 Posúdenie hlukovej záťaže z cestnej dopravy

4.1 Objektivizácia hluku z cestnej dopravy v zmysle legislatívy

Posúdenie hlukovej záťaže (situácie) v chránenom prostredí okolia cestných komunikácií sa vykoná porovnaním nameraných, resp. vypočítaných hodnôt hladín určujúcich veličín pre všetky uvažované situácie a referenčné časové intervaly s prípustnými hodnotami určujúcich veličín hluku z pozemnej dopravy. Prípustné hodnoty sú ustanovené v právnom predpise zaoberajúcom sa ochranou verejného zdravia pred hlukom – v čase spracovania tohto predpisu v [Z2].

V tomto právnom predpise sú prípustné hodnoty určujúcej veličiny hluku z dopravy stanovené pre rôzne kategórie územia v závislosti od jeho využitia, od určenia sledovanej cestnej komunikácie, polohy chráneného priestoru voči sledovanej CK a od referenčných časových intervalov. Prípustné hodnoty určujúcich veličín hluku z cestnej dopravy sa vo vonkajšom prostredí mimo budov vzťahujú na miesta, kde sa zdržiavajú ľudia z oddychových, rekreačných, liečebných alebo iných ako pracovných dôvodov a to vo výške 1,5 m \pm 0,2 m nad terénom. Ak ide o chránený priestor budov, vzťahujú sa na priestor pred chránenými miestnosťami vo vzdialenosti 1,5 m \pm 0,5 m od obvodovej steny budovy vo výške 1,5 m \pm 0,2 m nad podlahou príslušného podlažia.

V prípade, ak sú prípustné hodnoty určujúcej veličiny hluku vo vonkajšom prostredí prekročené, je možné hluk z cestnej dopravy posudzovať aj vo vnútornom prostredí budov (pozri príloha [Z2], bod 2.1). Hluk z dopravy sa vo vnútornom prostredí budov hodnotí vo výške 1,5 m \pm 0,2 m nad podlahou príslušnej miestnosti, pričom mikrofón musí byť aspoň 0,5 m od stien miestnosti.

Ak špecifické požiadavky merania nevyžadujú iné podmienky, objektivizujú sa hodnoty určujúcich veličín hluku pri suchej vozovke, nezasneženom teréne s uplatnením príslušných korekcií.

V špeciálnych prípadoch je možné posudzovať hluk z cestnej dopravy aj pri rôznych meteorologických podmienkach (napr. pri zdroji po vetre, proti vetru, rôznej rýchlosti vetra a pod.). Je to dôležité najmä vtedy, keď zmena meteorologických podmienok môže výrazne ovplyvniť hodnotu určujúcej veličiny hluku v mieste príjmu alebo v posudzovanom chránenom území. Pre potreby územného plánovania je možné vykonať objektivizáciu aj v inej výške a pozícii posudzovaného miesta.

4.2 Kritériá pre návrh a realizáciu protihlukových opatrení

Rozhodujúcim kritériom návrhu a realizácie protihlukových opatrení v okolí sledovanej cestnej komunikácie je prekročenie prípustnej hodnoty určujúcej veličiny pre jednotlivé referenčné časové intervaly, spôsobenej prevádzkou po príslušnom úseku sledovanej CK. Pri návrhu a voľbe protihlukových opatrení sa vychádza z princípov uvedených v kapitole 5 týchto TP.

Ak pre príslušný časový interval a sledované územie alebo miesto, rozdiel medzi súčtovou hodnotou hladiny zvuku (ekvivalentnou hladinou A zvuku) a hodnotou určujúcej veličiny pre hluk z cestnej dopravy (ekvivalentnou hladinou A zvuku) zistenou meraním, resp. predikciou pre sledovaný úsek cestnej komunikácie je:

- a) menší ako 3 dB, hluk spôsobovaný dopravou po sledovanom úseku CK ovplyvňuje akustickú situáciu v hodnotenom mieste, resp. území výrazne; doprava po sledovanom úseku CK determinuje hlukovú záťaž v jej dotknutom okolí; realizáciu vhodných protihlukových opatrení je možné dosiahnuť výrazné zníženie hlukovej záťaže v sledovanom území;
- b) v intervale od 3,1 dB do 10 dB, hluk spôsobovaný dopravou po sledovanom úseku CK ovplyvňuje akustickú situáciu v hodnotenom mieste, resp. území; realizácia protihlukových opatrení v okolí sledovanej CK ovplyvní hlukovú záťaž v jej dotknutom okolí;
- c) v intervale 10,1 dB do 19,5 dB, hluk spôsobovaný dopravou po sledovanom úseku CK ovplyvňuje akustickú situáciu v hodnotenom mieste, resp. území minimálne; realizácia protihlukových opatrení v okolí sledovanej CK zníži hlukovú záťaž v jej dotknutom okolí minimálne;
- d) väčší ako 19,6 dB, hluk spôsobovaný dopravou po sledovanej CK ovplyvňuje hlukovú záťaž v hodnotenom mieste, resp. území zanedbateľne; realizácia protihlukových opatrení v okolí sledovaného úseku CK neovplyvní hlukovú záťaž v dotknutom území.

Poznámka: Uvedené platí, ak súčtová hodnota hladiny zvuku a hodnota určujúcej veličiny pre sledovaný úsek CK je determinovaná zvukovým signálom s podobným frekvenčným rozložením zvuku. V opačnom prípade treba uvedené rozdiely sledovať minimálne pre hodnoty zistené v tretínooktávových pásmach v počutelnom frekvenčnom rozsahu.

5 Návrh a členenie protihlukových opatrení

Ochrana prostredia pred hlukom z cestnej dopravy si vyžaduje koncepčné riešenie projektovej dokumentácie (PD) v okolí cestných dokumentácií. Dôvodom pre návrh protihlukových opatrení je prekročenie prípustných hodnôt určujúcich veličín hluku v posudzovanom chránenom prostredí. Prekročenie je možné zistiť priamym meraním hluku z dopravy alebo predikciou.

Navrhované protihlukové opatrenia musia spĺňať akustické a neakustické požiadavky (pozri [Z16], [Z18]). Podrobnosť návrhu protihlukových opatrení sa prispôsobuje stupňu projektovej dokumentácie.

Aký princíp riešenia opatrenia na zníženie hlukovej záťaže v dotknutom okolí sledovanej cestnej komunikácie sa použije (pozri kapitola 6 týchto TP) závisí od viacerých faktorov.

Pri voľbe princípu riešenia protihlukových opatrení v ovplyvnenom chránenom území, kde treba znížiť hlukovú záťaž, sa vychádza z:

- veľkosti sledovaného územia,
- spôsobu využitia územia (rekreácia, oddych, bývanie, zdravotná starostlivosť, pracovná činnosť),
- počtu obyvateľov, ktorí žijú v tomto území,
- z veľkosti budov v ktorých žijú (prízemné, viacpodlažné),
- priestorového usporiadania budov (osamelé objekty, súbor objektov, sídelný útvar),
- konštrukčného riešenia objektov, ktoré treba chrániť pred hlukom,
- konfigurácie okolia sledovanej cesty v území,
- súčasnej aj predpokladanej intenzity a skladby dopravy po sledovanej CK,
- pozície objektov, ktoré treba chrániť, vzhľadom k sledovanej ceste.

Návrh opatrení sa robí vo viacerých variantoch. Navrhované varianty môžu byť z tej istej skupiny (členenej podľa kapitoly 6 týchto TP) alebo aj z rôznych skupín, prípadne ich kombináciou.

Výber konečného variantu riešenia sa robí posudzovaním viacerých návrhov. Rozhodujúcim kritériom je splnenie prípustných hodnôt určujúcej veličiny pre danú kategóriu chráneného územia a referenčného časového intervalu [Z2]. Doplňujúcimi kritériami pre výber vhodného variantu sú stavebno-technické podmienky a možnosti, ekonomické a estetické hľadiská, akceptácia navrhovaného riešenia obyvateľmi dotknutého územia a iné.

5.1 Členenie protihlukových opatrení

Z pohľadu princípu riešenia opatrení na zníženie hlukovej záťaže z cestnej dopravy môžeme protihlukové opatrenia rozdeliť nasledovne:

- urbanisticko-architektonické,
- urbanisticko-dopravné,
- dopravno-organizačné,
- stavebno-technické.

Jednotlivé opatrenia sa môžu navzájom kombinovať. Pri realizácii konkrétnej cesty sa používajú vo väčšine prípadov stavebno-technické opatrenia.

5.2 Urbanisticko-architektonické protihlukové opatrenia

Urbanisticko-architektonické protihlukové opatrenia sa uplatňujú pri návrhu výstavby aj rekonštrukcii obytnej zástavby v rámci územného plánovania v snahe dosiahnuť čo najmenšie znehodnotenie urbanistického prostredia dopravným hlukom.

Hlavné zásady týchto opatrení spočívajú:

- v komplexnom riešení obytných súborov z hľadiska funkčného usporiadania a vo vzťahu k dopravnému systému,
- vo vhodnej dislokácii objektov podľa ich účelu,
- vo vhodnom dispozičnom riešení budov,
- vo vhodnom výškovom riešení urbanizovaného prostredia,
- vo vhodnom architektonickom riešení budov.

5.3 Urbanisticko-dopravné protihlukové opatrenia

Proces návrhu a realizácie dopravného systému musí zabezpečovať podmienky zníženia hlukovej záťaže urbanistického prostredia a to dodržiavaním týchto zásad:

- optimalizovať prepravné nároky,
- racionalizovať prepravné vzťahy v riešenom území,
- komunikačný systém riešiť tak, aby sa z centra a obytných zón vylúčila tranzitná doprava,
- rýchlostné komunikácie a veľmi zaťažené miestne komunikácie, ale aj estakády či mimoúrovňové križovatky viesť mimo obytnej a historickej zóny a areálov s vyššími nárokmi na hlukovú ochranu,
- v blízkosti obytných súborov vylúčiť ťažkú nákladnú dopravu,
- jednotlivé druhy dopravy sústrediť do hlavných trás s možnosťou vytvorenia protihlukových opatrení (dodržať ochranné pásma),
- trasy komunikácií viesť v dostatočnej vzdialenosti od obytných budov, resp. ich plánovanej výstavby,
- v mestách vytvoriť podmienky pre preferenciu mestskej hromadnej dopravy,
- dopravné plochy, ako parkoviská, odpočívadlá a predstaničné priestory navrhovať v dostatočnej vzdialenosti od obytných, zdravotných, školských a rekreačných zón,
- v centrách miest a sídlisk organizovať ukludnené zóny s vylúčením automobilovej dopravy a s časovým obmedzením vjazdov vozidiel pre zásobovanie.

5.4 Dopravno-organizačné protihlukové opatrenia

Obmedzenie dopravy organizačno-legislatívnymi opatreniami spravidla vždy vedie k zníženiu výkonnosti cestnej komunikácie. Aj napriek tomu je táto alternatíva účinným a v husto osídlených územiach aj jediným realizovateľným prostriedkom ochrany proti hluku z cestnej dopravy.

Sem patria predovšetkým tieto opatrenia:

- obmedzenie rýchlosti všetkých alebo len nákladných vozidiel,
- obmedzenie rýchlosti jazdy vozidiel v nočnom čase,
- zníženie intenzity dopravy zákazom vjazdu nákladných vozidiel, zriaďovaním obchádzok a určením jednosmerných ulíc,
- zlepšenie plynulosti dopravy koordinovaním svetelne riadených križovatiek s dynamickým cyklom, vypnutím signalizačných zariadení počas noci,
- vyčlenenie osobitného dopravného pruhu pre určité druhy vozidiel, napr. autobusy,
- dômyselné umiestnenie zastávok hromadnej dopravy a parkovacích plôch.

5.5 Stavebno-technické protihlukové opatrenia

Ak nie je možné vyriešiť zníženie hlukovej záťaže v okolí sledovaných ciest opatreniami uvedenými v kapitolách 6.1, 6.2 a 6.3 týchto TP, je potrebné v projektovej dokumentácii cestnej komunikácie urobiť návrh stavebno-technických protihlukových opatrení, pričom je možné uvažovať s týmito opatreniami:

- a) opatrenia na zdroji hluku (valenie kolies cestných vozidiel v interakcii s povrchom vozovky),
- b) opatrenia na dráhe šírenia hluku,
- c) opatrenia na budovách.

Opatrenia na zdroji hluku

Usporiadanie cestnej komunikácie v interakcii s pohybujúcimi sa dopravnými prostriedkami má významný podiel na hlukovú záťaž (situácii) v okolí CK.

Vhodné riešenia, ktoré znižujú hlučnosť zdroja hluku sú:

- zabezpečenie podmienok pre plynulý pohyb vozidiel,
- mierny pozdĺžny sklon nivelety cestnej komunikácie - väčšie stúpanie je treba navrhovať mimo obytných a chránených objektov,
- realizácia krytov, obrusných vrstiev, vozovky z materiálov, ktoré v interakcii s valením kolies cestných vozidiel generujú menej akustickej energie,
- vedenie trasy cestnej komunikácie v záreze,
- zámerné využívanie konfigurácie terénu (napr. pri vedení trasy údolím hluk zasiahne úbočie a jeho odraz prakticky celý nechránený údolný priestor),
- vedenie trasy v tuneli (popríklad aj v umelo vytvorenom napr. čiastočným umelým zárezom a presypaním vrchnej časti zeminou), pri zohľadnení nárastu hladín hluku pri portáloch tunela,
- vedenie trasy galériou,
- vedenie trasy na moste, viadukte či estakáde.

Opatrenia na dráhe šírenia zvuku

Akusticky dostatočne nepriezvučné prekážky postavené na dráhe šírenia zvukových vln, znižujú hlukovú záťaž vytváraním „zvukového tieňa“ za prekážkou. Vhodným riešením je vytváranie prekážok (pozri kapitolu 6 týchto TP), ktorými sú:

- steny, charakterizované rádivým rozdielom medzi výškou a dĺžkou na jednej strane a hrúbkou na strane druhej,
- hmotné objekty, ktorých výška, dĺžka a hrúbka sú približne rovnaké (domy, garáže, sklady a pod.)
- zemné valy,
- vegetácia.

Kombináciou uvedených protihlukových prekážok sa môže zvýšiť ich vplyv na zníženie hlukovej záťaže v dotknutom okolí a dosiahnuť ich lepšie začlenenie do urbanizovaného prostredia.

Protihlukové opatrenia nesmú rušiť alebo iným negatívnym spôsobom ovplyvňovať:

- rozhládové pomery na cestnej komunikácii,
- rozhládové pomery na prejazdoch a priechodoch.

Opatrenia na budovách

Jedná sa o zvýšenie vzduchovej nepriezvučnosti obalových konštrukcií chránených budov. Z hľadiska ochrany vnútorných priestorov proti vonkajšiemu hluku majú rozhodujúcu funkciu výplňové

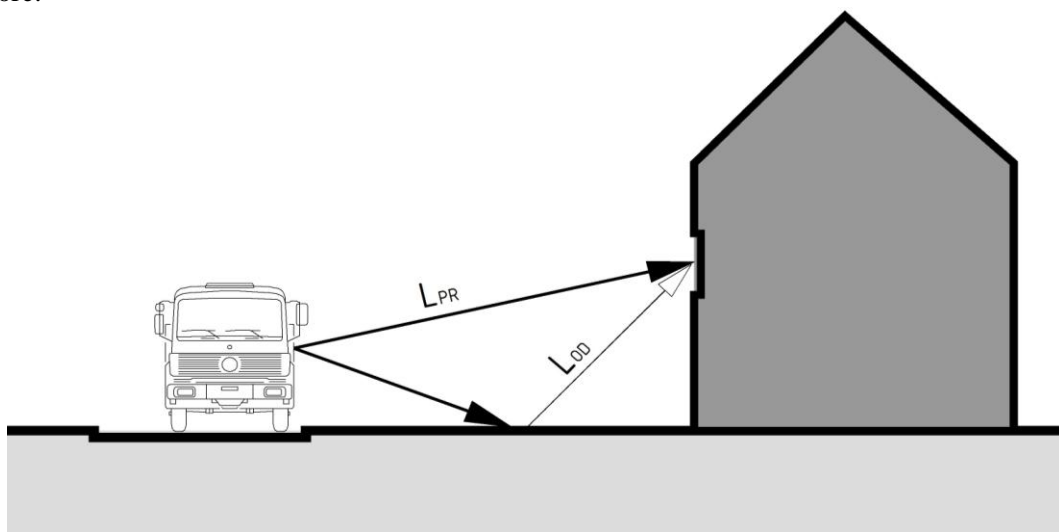
konštrukcie otvorov. Pri navrhovaní protihlukových opatrení na budovách je potrebné rešpektovať požiadavky na vnútorné prostredie budov uvedené v [Z1], [Z2].

6 Prekážky na dráhe šírenia zvuku

V dopravných stavbách ako v stavbách líniového charakteru, kde prevláda dĺžkový parameter, je najčastejšie používaným opatrením na zníženie hlukovej záťaže protihluková clona. V praxi najčastejšie používanými druhmi clôn sú steny, zemné valy, hmotné objekty a za určitých podmienok aj vegetácia.

Protihlukové clony sa navrhujú podľa [Z16], STN EN 1794-1, STN EN 1794-2 ako samostatné stavebné objekty.

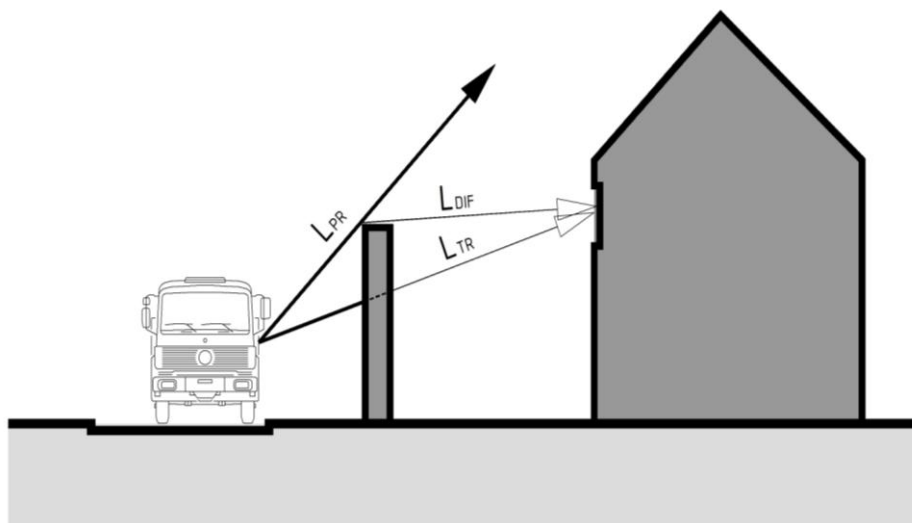
Protihlukové clony znižujú hlukovú záťaž v blízkosti cestných komunikácií vytváraním „zvukového tieňa“ clonením. Zjednodušené znázornenie clonenia zdroja zvuku je na obrázku 1 a 2. Toto zjednodušenie je analógiou clonenia svetla preneseného na clonenie zvuku šíreného vo voľnom priestore.



Obrázok 1 Schematické znázornenie šírenia zvuku pre neclonený zdroj hluku

OZVUČENÁ ČASŤ

ZACLONENÁ ČASŤ



Obrázok 2 Schematické znázornenie šírenia zvuku pre clonený zdroj hluku

Na obrázkoch 1 a 2 predstavuje L_{PR} kvantifikáciu zvuku, ktorý sa šíri od zdroja k príjemcovi priamo, bez odrazov a bez zníženia akustickej energie (ak sa neuvažuje s útlmom na dráhe šírenia). L_{OD} je kvantifikácia časti zvuku, ktorý sa k príjemcovi šíri nepriamo od zdroja, prostredníctvom odrazu od reflexných plôch v blízkosti zdroja. L_{DIF} je kvantifikácia časti zvuku, ktorý sa šíri k príjemcovi okolo clony (aj difrakciou). L_{TR} je kvantifikácia časti zvuku, ktorá sa k príjemcovi šíri od zdroja priamym prestupom cez clonu (transmisný zvuk).

Protihlukové clony musia mať takú vzduchovú nepriezvučnosť, aby zvuková energia šíriaca sa od zdroja (cestnej dopravy) k príjemcovi priamo cez materiál realizovanej clony (transmisný zvuk) bola zanedbateľná v porovnaní s akustickou energiou šíriacou sa od zdroja k miestu príjmu okolo clony. Geometrické parametre protihlukovej clony, ktoré majú zabezpečiť požadovaný vložený útlm protihlukovej clony, sa v procese jej návrhu stanovujú výpočtom.

Rozdelenie protihlukových clôn podľa spôsobu realizácie:

- protihluková stena,
- hmotný objekt,
- zemný val,
- galérie a tunely,
- vegetácia.

6.1 Protihlukové steny

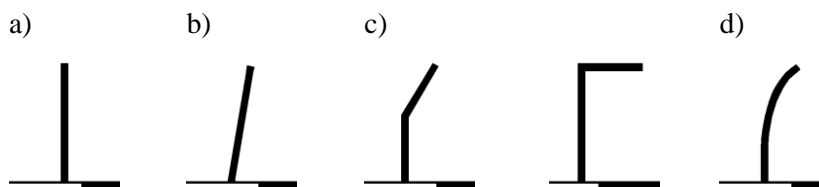
Protihlukové steny (PHS) sú prekážky na ceste šírenia zvuku od zdroja zvuku k príjemcovi, ktoré sú charakterizované rádoým rozdielom medzi výškou a dĺžkou na jednej strane a hrúbkou na strane druhej.

Podľa použitého materiálu rozdeľujeme protihlukové steny na:

- drevené,
- betónové,
- tehlové,
- kovové,
- gabionové,
- plastové,
- akrylátové,
- kombinované.

Podľa geometrie tvaru sa protihlukové steny (obrázok 3) rozdeľujú na:

- a) zvislé,
- b) šikmé,
- c) lomené, konzolové,
- d) oblé.



Obrázok 3 Schematické znázornenie tvarov protihlukových stien

Podľa princípu znižovania akustickej energie rozdeľujeme protihlukové steny na:

- reflexné (odrazivé),
- absorpčné (pohltivé),
- kombinované.

Reflexné protihlukové steny sú z tvrdých materiálov, ktoré odrážajú zvuk. Absorpčné steny sú z materiálov, ktoré pohlcujú zvuk. Pretože žiaden materiál nemá takú vlastnosť, že by zvuk len odrážal alebo len pohlcoval, rozdelenie je urobené na základe toho, ktorá vlastnosť je prevládajúca.

Morfológia stien alebo klasifikácia foriem a štruktúr nie je zložitá, pretože vo všeobecnosti sú protihlukové steny vyrobené z malého počtu základných častí.

Jednotlivé časti sú:

- horná časť,
- stredná časť,
- dolná časť.

Protihluková stena pozostáva aj z týchto konštrukčných častí:

- horný okraj, ktorý vytvára siluetu oproti pozadiu,
- spodný okraj, ktorý sa dotýka podkladu,
- podpornú konštrukciu,
- základy.

O výbere protihlukových stien rozhodujú akustické požiadavky, treba však vziať do úvahy aj technicko-stavebné vlastnosti, ich architektonický vzhľad, bezpečnosť cestnej premávky a stabilitu akustických vlastností počas životnosti.

Pre každý typ materiálu je mnoho charakteristík, ktoré môžu ovplyvňovať vzhľad a návrh stien. Dôležitým faktorom protihlukovej steny je aj trvanlivosť. Požaduje sa životnosť 40 rokov, pričom sa s údržbou uvažuje až po dvadsiatom roku od jej postavenia. Výnimkou sú protihlukové steny kombinované s vegetáciou, ktoré vyžadujú priebežnú údržbu.

Absorpčné protihlukové steny sú vždy nepriehľadné. Reflexné protihlukové steny môžu byť nepriehľadné alebo priehľadné.

Priehľadné steny umožňujú úplný alebo čiastočný výhľad cez stenu. Na zníženie priehľadnosti sa používajú rôzne postupy (leptanie, lepenie fólií, farbenie povrchu a pod.) Priehľadné steny vyžadujú častejšie čistenie, ak nie sú neaplikované úpravy povrchu, ktoré zabraňujú usadzovaniu špiny a zabezpečujú samočistenie dažďom.

Protihluková stena sa musí navrhovať ako celok, vrátane konfigurácie terénu a zahrnutia násypových či zárezových svahov, zemných valov a oporných či zárubných múrov. Môže pozostávať z jednotnej fasády (z jediného materiálu), ale to, čo je pod stenou, hlavne podklad alebo terén, dotvára úplnú protihlukovú prekážku.

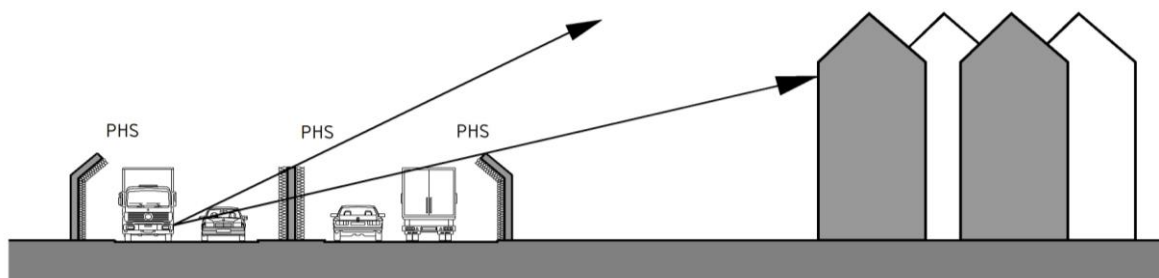
6.1.1 Umiestnenie protihlukovej steny

Účinnosť protihlukovej steny (PHS) clonením je najefektívnejšia, ak sa umiestni čo najbližšie k cestnej komunikácii. Ak sa z dôvodu terénnych prekážok nedá realizovať návrh pri ceste, môže sa stena umiestniť aj k príjemcovi, ak sa nachádza v izolovanej skupine domov. Vhodnosť tohto riešenia je potrebné preveriť s ohľadom na vlastnícke vzťahy územia, kde sa bude realizovať PHS.

Pravidlo, že PHS by mala byť umiestnená čo najbližšie k zdroju alebo príjemcovi neplatí v prípade, ak je cestná komunikácia v záreze alebo ak ich oddeľuje terénna vyvýšenina. V tomto prípade je najlepšie umiestniť PHS na vrchole svahu, alebo zárezu.

Hlukovú záťaž na strane príjemcu najviac ovplyvňuje najvzdialenejší dopravný prúd od PHS. Jednoduché zväčšenie výšky nezmení dominantný vplyv hluku, spôsobovaného na strane príjemcu, najvzdialenejšieho dopravného prúdu. Zvyšovanie PHS pre elimináciu tohto vplyvu môže viesť k neprijateľne vysokým stenám. V takýchto situáciách môže byť výhodné použitie druhej PHS, umiestnenej medzi dopravnými pásmi, pretože dve steny sú umiestnené čo najbližšie k dvom zdrojom hluku (pozri obrázok 4). Táto technika dovoľuje, aby celková výška PHS bola minimalizovaná a je zvlášť prínosom pre:

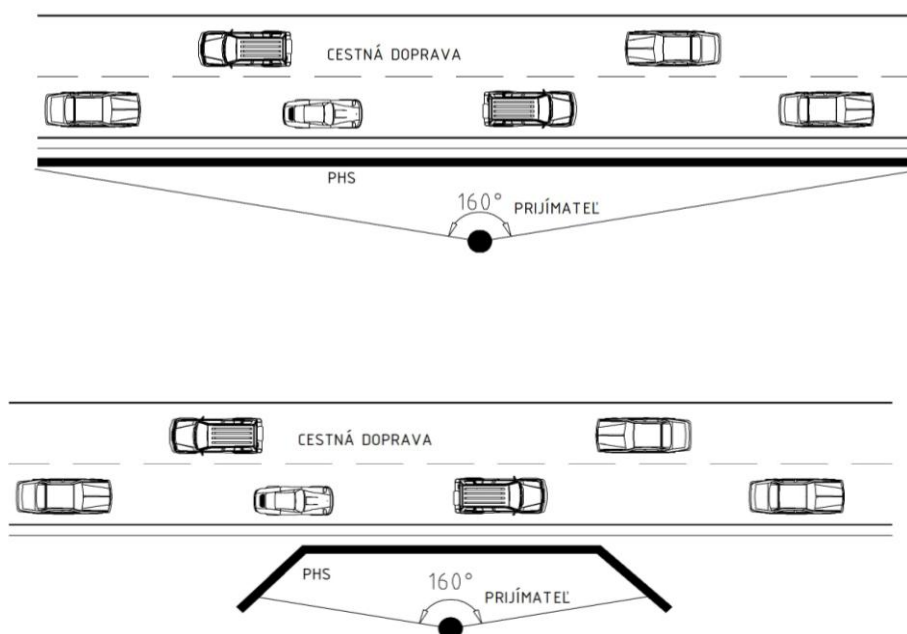
- a) cesty, cestné komunikácie, so stredným deliacim pásom,
- b) situácie, kde sú príjemcovia umiestnení nad úrovňou cesty.



Obrázok 4 Schéma použitia PHS medzi dvoma dopravnými pásmi na zlepšenie clonenia

6.1.2 Dĺžka PHS

K rozptylu zvuku nedochádza len na vrchole PHS, ale tiež na jej koncoch. Preto celkové zníženie hlukovej záťaže PHS závisí nielen na jej výške a umiestnení medzi zdrojom hluku a príjemcom, ale aj na jej dĺžke. Zvuk, ktorý sa rozptyľuje na koncoch PHS, má menší význam ako zvuk rozptýlený na vrchnom okraji, pretože táto dráha prechodu bude stále zvýhodnená absorpčným účinkom terénu. Ak je dostatok priestoru a je potrebné znížiť hlukovú záťaž na menšom území alebo dokonca na obmedzenom priestore, môže sa dĺžka PHS zredukovať zalomením jej koncov smerom od cesty (pozri obrázok 5).



Obrázok 5 Redukovanie dĺžky clony lomením koncov smerom od cesty

6.1.3 Odrazy od PHS

Umiestnenie jednoduchkej steny významne utlmí zvuk šíriaci sa priamo od zdroja k príjemcovi (pozri obrázok 1 - L_{PR}). Zvuková energia dopadajúceho na stenu sa odrazí, pohltí a malá časť stenou prejde (pozri obrázok 2 - L_{TR}).

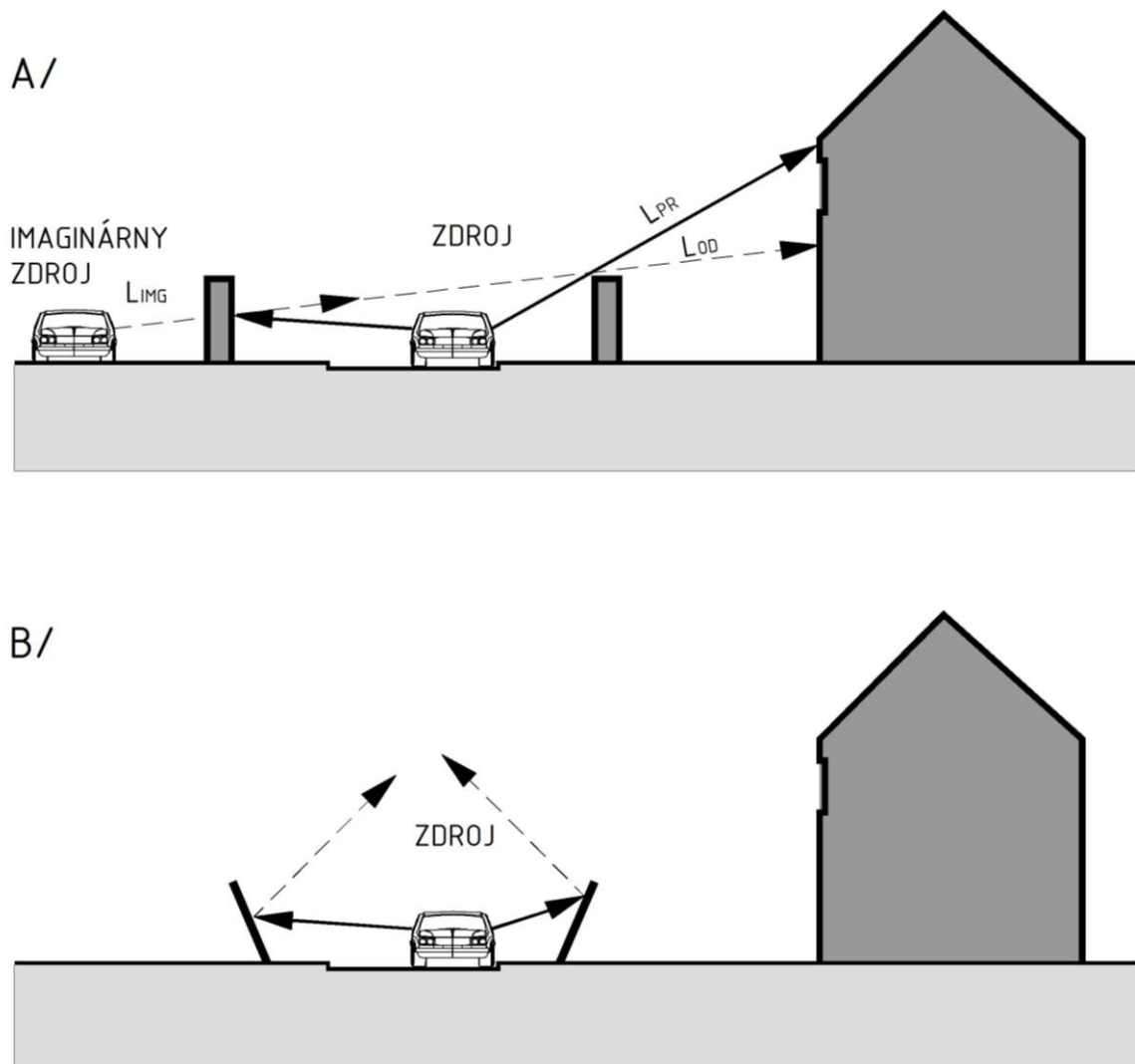
PHS vyrobené z pevných homogénnych materiálov ako je stavebné drevo, sklo alebo betón možno klasifikovať ako akusticky reflexné, pretože väčšina dopadajúcej energie zvuku sa odrazí.

Zvuk odrazený od PHS, si je možné predstaviť, ako zvuk vychádzajúci z imaginárneho zdroja, umiestneného v tej istej vzdialenosti ako zdroj od steny, ale na opačnej strane PHS. Aj keď tento

imaginárny zdroj je ďalej od príjemcu ako skutočný zdroj, je potrebné s ním uvažovať a overiť potrebu clonenia „tohto imaginárneho“ zdroja hluku (pozri obrázok 6A - L_{IMG}).

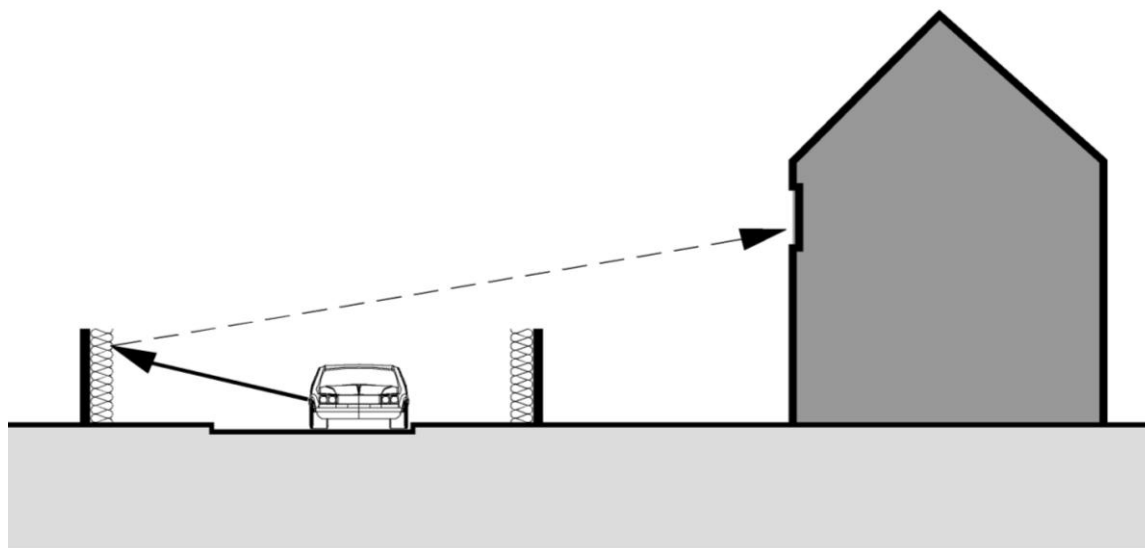
Najjednoduchším riešením na riešenie problému odrazeného zvuku od protiľahlej PHS je zväčšenie výšky PHS príľahlej k príjemcovi. Toto riešenie môže ale podstatne zvýšiť náklady na realizáciu PHS a môže mať aj neprijateľný vizuálny efekt.

Možným riešením je sklopenie steny smerom von od cesty, aby sa zvuk odrážal nie priamo k príjemcovi (pozri obrázok 6B). Požadovaný uhol sklonu s narastajúcou vzdialenosťou PHS od príjemcu klesá od 15° do 3° . Takéto riešenie môže mať nepriaznivý vplyv na šírenie zvuku od zdroja k príjemcovi ponad PHS. Preto použité takéto riešenia treba dôkladne zvážiť a preveriť aj možné negatívne účinky takéhoto riešenia na akustickú situáciu v okolí takto riešenej steny.



Obrázok 6 Schéma šírenia zvuku odrazom od PHS

Riešením problému odrazu zvuku je použitie PHS s povrchom absorbujúcim zvuk na strane smerom k doprave. Tento povrch zabezpečí, že veľká časť akustickej energie dopadajúcej na PHS je absorbovaná a odrazená akustická energia je len málo významná z pohľadu hlukovej záťaže na mieste príjmu (pozri obrázok 7). Tento princíp znižovania akustickej energie je frekvenčne závislý od použitých materiálov a ich akustických vlastností.



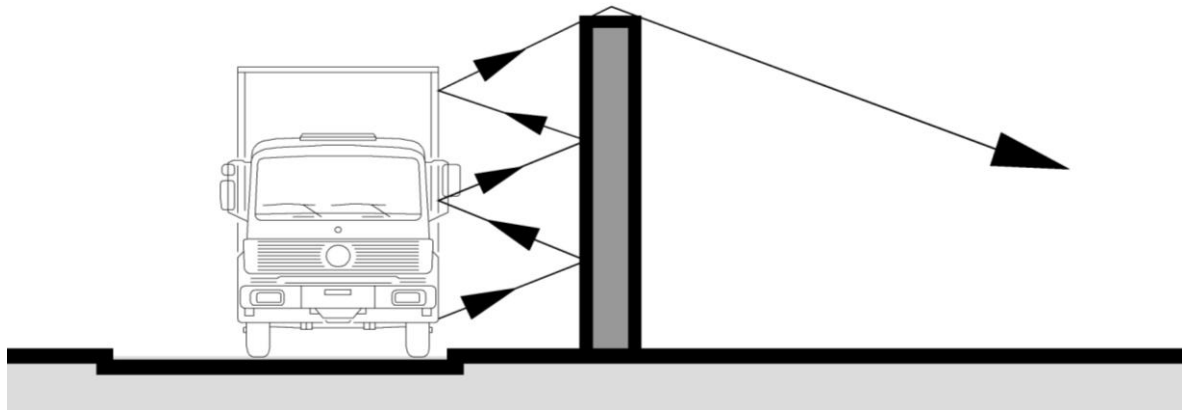
Obrázok 7 Schéma šírenia zvuku odrazom od PHS s absorpčným materiálom

Okrem PHS s absorpčnými materiálmi na povrchu sa v niektorých prípadoch používajú aj panely s dutinami, ktoré znižujú akustickú energiu na princípe Helmholtzovho rezonátora. Tieto systémy sú väčšinou účinné len pri diskretných frekvenciách, ktoré sú determinované geometriou otvorov a dutín. Rozsah frekvencií, pri ktorých dochádza k zníženiu akustickej energie, sa môže zvýšiť umiestnením vrstvy pórovitého, zvuk absorbujúceho materiálu, do dutiny – utlmený rezonátor.

Absorpčné PHS pozostávajú z pórovitých prvkov, ktoré pohlcujú zvuk. Pohltivé materiály, ako napr. minerálna vlna, sú chránené a niekedy uzavreté v obale (puzdre), ktorého plocha vystavená pôsobeniu zvuku môže byť perforovaná. Tieto puzdrá môžu byť vyrobené z dreva, ocele, plastov, hliníka alebo keramiky. Časti vystavené priamemu pôsobeniu vonkajším vplyvom sú opatrené ochrannou vrstvou, ktorá môže znížiť ich absorpčné vlastnosti.

Ďalšou možnosťou kontroly odrazeného zvuku je použitie PHS s profilom, ktorý rozptyľuje zvuk, t.j., odráža zvuk rôznym smerom. Hoci pozitívne účinky môžu byť významné pre jednotlivé vozidlo, kumulatívne účinky rozptýleného zvuku z prúdu vozidiel majú za následok veľmi malé celkové zlepšenie v porovnaní s plochými reflexnými stenami.

Odrazy zvuku medzi stenami vozidiel a súbežnou PHS, obzvlášť pri vysokých vozidlách (pozri obrázok 7), môžu negatívne ovplyvniť jej akustickú účinnosť. Viacnásobnými odrazmi môže dôjsť k situácii, kedy sa ponad horný okraj PHS môže k miestu príjmu šíriť viac zvuku.



Obrázok 7 Mnohonásobné odrazy medzi clonou a vysokým vozidlom

V takomto prípade sa odporúča používať PHS s absorpčnou vrstvou na strane privrátenej k zdroju hluku.

6.1.4 Redukcia výšky PHS

V prípade požiadavky na redukcii výšky PHS, pri zachovaní jej akustických parametrov, je možné upraviť geometriu jej hornej časti.

Vlastnosti vertikálnej clony sú závislé aj od charakteru rozptylu zvuku na jej hornom okraji.

Používajú sa nasledované úpravy horného okraja:

- clony v tvare T,
- clony s mnohonásobnými okrajmi,
- clony v tvare Y,
- absorpčné prvky na hornej hrane,
- fázovo interferenčné zariadenia,
- iné.

6.1.5 Šírenie zvuku cez otvory v PHS

Pri strene postavenej z viac ako jedného druhu materiálu závisí jej celkový účinok od prenosového útlmu zvuku každého prvku a od pomeru plôch rôznych prvkov. Otvory v PHS spôsobujú zníženie jej účinnosti. Otvory, ktoré sú nutné z nevyhnutných prevádzkových dôvodov je potrebné navrhnuť ako rozmerovo čo najmenšie, prípadne ako utlmené.

Úzke škáry spôsobené nedokonalým spájaním panelov s nosnou konštrukciou, alebo medzi samotnými panelmi sa správajú ako preferenčné frekvenčné filtre - pre väčšinu frekvencií prenosový útlm narastá, ale pri určitých frekvenciách sa môže vyskytnúť pokles prenosového útlmu.

Zvukové pole v blízkosti PHS s prázdnyimi škárami sa narúša kvôli zvýšenému prenosu diskretných frekvencií. Na zamedzenie tohto javu je potrebné škáry utesniť tesniacimi materiálmi.

Zlepšenie akustických vlastností PHS v mieste medzery je možné dosiahnuť postavením paralelnej prekryvajúcej steny rovnakej výšky za touto medzerou. Jedna strana prekryvu musí byť pokrytá zvuk absorbujuúcim materiálom. Prekryvajúca časť by mala byť 2 až 4 krát dlhšia ako horizontálna vzdialenosť medzi dvomi PHS.

6.1.6 Overovanie akustických vlastností PHS

Skúšobné metódy na zisťovanie akustických vlastností protihlukových PHS pre potreby ich kategorizácie sú uvedené v STN EN 1793-1 a STN EN 1793-2. Tieto normy stanovujú metódy laboratórneho skúšania na zisťovanie vzduchovej nepriezvučnosti a zvukovej pohltivosti. Obidva postupy umožňujú stanoviť pre PHS jednočíselnú veličinu vypočítanú pomocou normalizovaného

spektra dopravného hluk (pozri STN EN 1793-3) a zaradiť ju podľa zistenej hodnoty sledovaného parametra do jednej z kategórií podľa kategorizácie uvedenej v STN EN 1793-1 a STN EN 1793-2.

Pri existujúcich PHS sa ich vložený útlm stanovuje z meraní podľa STN ISO 10847. Útlmové a absorpčné (reflexné) vlastnosti sa určujú podľa [Z20]. Podľa postupu uvedeneho v tejto technickej špecifikácii je možné získať údaje obdobné ako pri laboratórnych skúškach podľa STN EN 1793-1, STN EN 1793-2.

Reálny účinok PHS z pohľadu zníženia hlukovej záťaže v dotknutom okolí sledovanej cesty je možné určiť len na základe merania určujúcej veličiny hluku z cestnej dopravy, ekvivalentnej hladiny A zvuku, v mieste príjmu alebo inom definovanom mieste. Postup je uvedený v kapitole 3.1 tohto predpisu a v [Z16].

Konštrukčné prvky PHS musia spĺňať akustické požiadavky v súlade s STN EN 1793-1 a STN EN 1793-2 a neakustické požiadavky v súlade s STN EN 1794-1 a STN EN 1794-2 a musia mať "Certifikát o preukázaní zhody". Všetky požiadavky na skúšanie sú uvedené v [Z18].

Overenie účinku PHS na zníženie hlukovej záťaže v dotknutom okolí pomocou predikcie s využitím matematického modelovania sa robí postupom uvedeným v kapitole 3.2 týchto TP.

6.1.7 Únikové východy, únikové cesty

V PHS s dĺžkou viac ako 300 m sa navrhujú únikové východy spravidla vo vzájomnej vzdialenosti najviac 300 m. Väčšia vzájomná vzdialenosť sa pripustí v prípade, ak vo vzdialenosti 300 m od susedného únikového východu alebo okraja PHS nie je možný únik na voľné priestranstvo (napr. na moste, na okraji zvýšeného/zníženého terénu, z ktorého nie je možný ďalší únik prekonateľný chôdzou a pod.). V miestach únikových východov musia byť osadené dvere otvárateľné v smere úniku osôb, vybavené kľučkou zo strany úniku. Dvere musia byť zabezpečené proti nežiaducemu vstupu osôb do dopravného priestoru. Svetlá šírka dvier je najmenej 800 mm, svetlá výška dvier je najmenej 1970 mm.

Chodníky, ktoré vedú k únikovým východom musia mať šírku najmenej 825 mm. Nad každým únikovým východom musí byť osadená dvojica informatívnych dopravných značiek č. II 19a, b z prílohy č. 1, [Z12]. Tieto značky musia byť osadené kolmo na PHS. Vo vzdialenostiach najviac každých 75 m od únikového východu musí byť na PHS osadená informatívna dopravná značka č. II 20c z prílohy č. 1, [Z12]. Veľkosti dopravných značiek č. II 19a, b a II 20c sa volia v závislosti od druhu cestnej komunikácie podľa STN 01 8020.

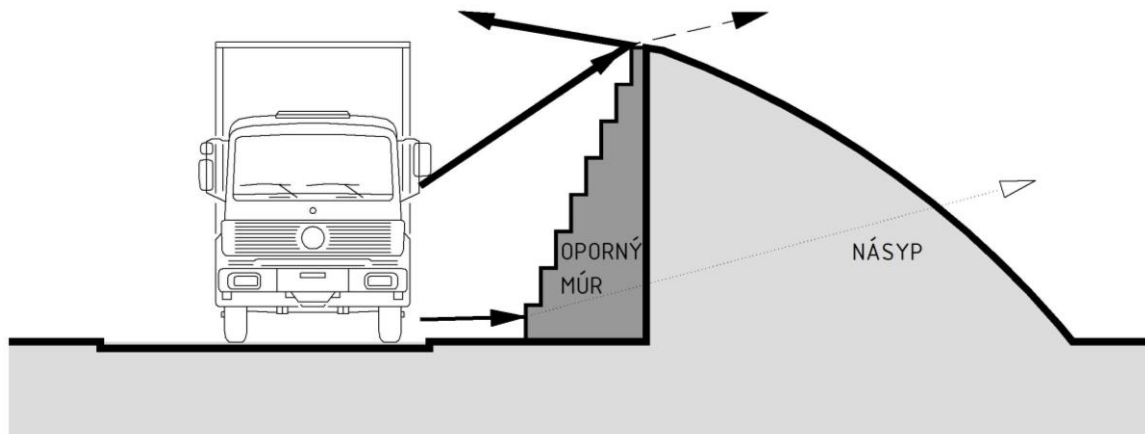
6.2 Hmotné objekty a zemné valy

Prekážky na ceste šírenia zvuku od zdroja zvuku (cestnej dopravy) k príjemcovi sú aj hmotné objekty a zemné valy. Charakteristickým znakom hmotného objektu je jeho geometrický tvar, jeho rozmery, kde výška, dĺžka a hrúbka sú približne rovnaké. Sú to rôzne objekty, ktorých rozmery sú väčšie ako základné rozmery primárneho zdroja cestnej dopravy, osamelého vozidla. Zemný val je prekážka na ceste šírenia zvuku od zdroja k príjemcovi, vytvorená navýšením zeminy pozdĺž sledovanej cesty (pozri obrázok 8). Geometria zemného valu je daná jeho výškou a šírkou v päte a korune. Výška sa volí s ohľadom na ďalšiu konfiguráciu terénu dotknutého územia a geometriu objektov, ktoré treba chrániť pred hlukom z dopravy.



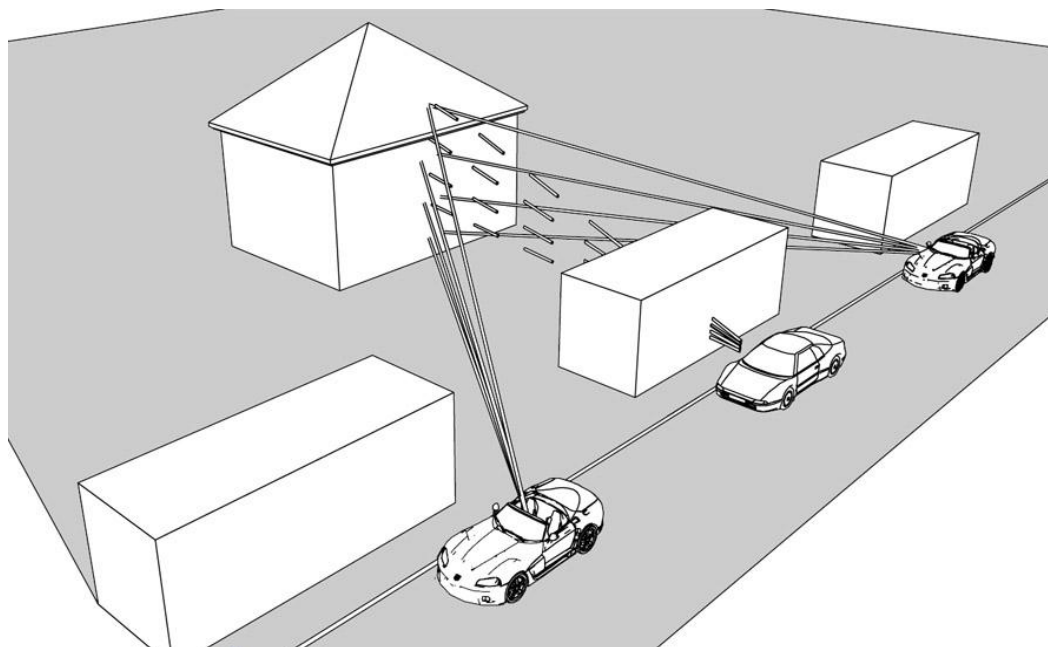
Obrázok 8 Schematické znázornenie zemného valu pri zástavbe

Niekedy sa zemný val doplní oporným múrom, na ktorý môže mať rôzny tvar a konštrukciu (pozri obrázok 9). Výšku zemného valu je možné ovplyvniť aj použitím protihlukovej steny na korune valu. Dĺžka zemného valu je navrhovaná s ohľadom na veľkosť územia, kde je potrebné znížiť hlukovú záťaž.



Obrázok 9 Zemný val s oporným múrom so štruktúrou na zníženie viacnásobných odrazov

Prieluky a medzery medzi hmotnými objektmi, prerušenie zemných valov na križovatkách a odbočkách z cesty môže spôsobiť zníženie ich účinku na zníženie hlukovej záťaže (pozri obrázok 10). Pretože sa pri praktickom riešení ochrany prostredia pred hlukom z dopravy v sledovanom území týmto prípadom nedá vyhnúť, odporúča sa za medzery a prieluky umiestňovať ďalšie prvky na zníženie hlukovej záťaže (napr. PHS, objekty občianskej vybavenosti a podobne).



Obrázok 10 Schéma šírenia zvuku z dopravy v prielukách hmotných objektov

Kritériom na použitie zemného valu, ako prvku na zníženie hlukovej záťaže, je aj možnosť jeho vizuálneho zakomponovania do územia, dostatočný priestor na jeho realizáciu alebo dostupnosť zeme na jeho realizáciu. Ak je možné tieto kritériá splniť, je použitie zemného valu výhodnejšie ako protihlukovej steny najmä z dôvodu lepšej účinnosti pri znižovaní hluku a časovej stability jeho

akustických vlastností. Na zlepšenie akustického aj vizuálneho účinku sa odporúča zemný val vysadiť vegetáciou.

Overenie zníženia hlukovej záťaže v dotknutom okolí sledovanej cesty použitím zemného valu a hmotného objektu, priamym meraním, je možné len na základe merania určujúcej veličiny, ekvivalentnej hladiny A zvuku, v mieste príjmu alebo inom definovanom mieste. Postup je uvedený v kapitole 3.1 tohto predpisu a v [Z16]. Vložený útlm zemného valu (v niektorých prípadoch aj hmotného objektu) je možné stanoviť postupom uvedeným v STN ISO 10847. Absorpčné vlastnosti zemného valu a hmotného objektu, v mieste umiestnenia (in-situ), je možné stanoviť postupom uvedeným v [Z16] a [Z20].

Overenie účinku hmotných objektov a zemných valov na zníženie hlukovej záťaže v dotknutom okolí predikciou s využitím matematického modelovania sa robí postupom uvedeným v kapitole 3.2 týchto TP.

6.3 Galérie a tunely

Prvky s najvyššou účinnosťou tlmenia hluku z dopravy clonením sú galérie a tunely. Schéma ich tvarového riešenia je uvedená na obrázku 9.



Obrázok 9 Tvarové riešenie galérie a tunela

Vzhľadom na ich tvarové riešenie majú jednotlivé konštrukčné prvky veľkú nepriezvučnosť danú použitými materiálmi a skutočnosťou, že sa mnohokrát používajú ako prvky zapustené, alebo čiastočne zapustené, pod úroveň terénu. Zvýšenú pozornosť pri ich navrhovaní treba venovať portálom tunelov a okrajom galérií z dôvodu generovania prídavného hluku v týchto miestach. Z uvedeného dôvodu sa odporúča aplikovať absorpčné materiály v miestach ústia tunelov a okrajov galérií. Znižovanie hlukovej záťaže v okolí ciest tunelmi a galériami je stavebno-technicky a finančne náročné. Pri ich vhodnom návrhu predstavujú ideálne riešenie umiestnenia cesty s takýmto protihlukovým opatrením najmä v urbánnom území.

Overenie účinku galérií a tunelov na zníženie hlukovej záťaže v dotknutom okolí je vhodné urobiť pomocou predikcie s využitím matematického modelovania postupom uvedeným v kapitole 3.2. Predikcia je veľakrát jedinou možnosťou overenia vplyvu týchto prvkov na zmenu hlukovej záťaže v dotknutom území cesty pri ich aplikácii.

6.4 Vegetácia

Za samostatný prvok protihlukovej ochrany sa považuje za určitých podmienok aj špeciálny vegetačný porast. Vo väčšine prípadov musí byť jeho šírka minimálne 20 m – 30 m. Výrazný efekt zníženia hluku je možné dosiahnuť veľmi hustým porastom so šírkou pásu cca 100 m a primeranej dĺžky pozdĺž sledovanej cesty. Hrúbka kmeňa porastu by mala byť viac ako 10 cm a raster výsadby by mal byť taký, aby nebolo možné vytvoriť spojnicu medzi protiľahlými kraji pásu pomocou priamky (aby nebolo cez porast vidieť). Takýto vegetačný porast je možné získať až po niekoľkých rokoch od jeho výsadby.

Predpokladaný účinok navrhovaného vegetačného pásu na zníženie hlukovej záťaže v dotknutom okolí ciest je veľakrát ťažko odhadnuteľný a neexistujú jednoznačné a exaktné spôsoby pre jeho stanovenie. Vplyv na zníženie hlukovej záťaže je veľakrát závislý od vegetačného obdobia (listnaté stromy a kríky). Výrazný vplyv na zníženie hluku je možné očakávať až po niekoľkých rokoch od výsadby porastu. Z uvedeného dôvodu sa vegetácia používa hlavne ako doplnok k ostatným opatreniam na zníženie hluku z cestnej dopravy. Vegetácia sa používa najmä v kombinácii so zemnými valmi a protihlukovými stenami.

Z dôvodov záberu pozemkov, vlastníckych vzťahov a údržby sa vegetácia ako samostatný prvok na zníženie hluku pozdĺž cestných komunikácií väčšinou nenavrhuje. Odporúča sa však využiť

existujúcu vegetáciu zriadenú v ochrannom pásme cestnej komunikácie.

Overenie vplyvu vegetácie na zníženie hlukovej záťaže, spôsobovanej dopravou po sledovanej ceste, v dotknutom okolí je možné určiť na základe merania určujúcej veličiny, ekvivalentnej hladiny *A* zvuku, v mieste príjmu alebo inom definovanom mieste. Meranie je vhodné urobiť vo viacerých miestach súčasne pozdĺž sledovanej cesty a v priečnom reze. Postup merania je uvedený v kapitole 3.1 týchto TP a v [Z16]. Overenie vplyvu vegetácie na zníženie hlukovej záťaže spôsobovanej cestnou dopravou je veľmi problematické. Výsledky takto získané veľakrát nezodpovedajú reálnemu stavu. Rozdiely medzi predikciou a priamym meraním sú vo viacerých prípadoch 10 dB aj viac decibelov. Preto vo viacerých výpočtových postupoch sa s útlmom vegetáciou ani neuvažuje a jej vplyv na útlm sa zahrňuje do útlmu na ceste šírenia zvuku a povrchom terénu.