

**Ministerstvo dopravy a výstavby SR  
Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií**

*TP 052*

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

účinnosť od: 01.06.2021

## OBSAH

1	Úvodná kapitola .....	3
1.1	Vzájomné uznávanie .....	3
1.2	Predmet technických podmienok (TP) .....	3
1.3	Účel TP .....	3
1.4	Použitie TP .....	3
1.5	Vypracovanie TP .....	3
1.6	Distribúcia TP .....	3
1.7	Účinnosť TP .....	4
1.8	Nahradenie predchádzajúcich predpisov .....	4
1.9	Súvisiace a citované právne predpisy .....	4
1.10	Súvisiace a citované normy .....	4
1.11	Súvisiace a citované technické predpisy .....	5
1.12	Použitá literatúra .....	5
1.13	Použité skratky .....	5
2	Všeobecne .....	6
2.1	Úvod do problematiky .....	6
2.2	Základné pojmy a definície .....	6
3	Stanovenie hlukovej záťaže z cestnej dopravy .....	8
4	Posúdenie hlukovej záťaže z cestnej dopravy .....	9
4.1	Objektívizácia hluku z cestnej dopravy v zmysle legislatívy .....	9
4.2	Kritériá pre návrh a realizáciu protihlukových opatrení .....	9
5	Návrh a členenie protihlukových opatrení .....	10
5.1	Členenie protihlukových opatrení .....	10
5.1.1	Urbanisticko-architektonické protihlukové opatrenia .....	10
5.1.2	Urbanisticko-dopravné protihlukové opatrenia .....	10
5.1.3	Dopravno-organizačné protihlukové opatrenia .....	11
5.1.4	Stavebno-technické protihlukové opatrenia .....	11
6	Prekážky na dráhe šírenia zvuku .....	12
6.1	Protihlukové steny .....	13
6.1.1	Umiestnenie protihlukovej steny .....	14
6.1.2	Dĺžka PHS .....	15
6.1.3	Odrazy od PHS .....	15
6.1.4	Redukcia výšky PHS .....	18
6.1.5	Šírenie zvuku cez otvory v PHS .....	18
6.1.6	Overovanie akustických vlastností PHS .....	18
6.1.7	Únikové východy, únikové cesty .....	18
6.2	Hmotné objekty a zemné valy .....	19
6.3	Galérie a tunely .....	20
6.4	Vegetácia .....	21

## 1 Úvodná kapitola

### 1.1 Vzájomné uznávanie

V prípadoch, kedy táto špecifikácia stanovuje požiadavku na zhodu s ktoroukoľvek časťou slovenskej normy ("Slovenská technická norma") alebo inej technickej špecifikácie, možno túto požiadavku splniť zaistením súladu s:

- (a) normou alebo kódexom osvedčených postupov vydaných vnútroštátnym normalizačným orgánom alebo rovnocenným orgánom niektorého zo štátov EHP a Turecka;
- (b) ktoroukoľvek medzinárodnou normou, ktorú niektorý zo štátov EHP a Turecka uznáva ako normu alebo kódex osvedčených postupov;
- (c) technickou špecifikáciou, ktorú verejný orgán niektorého zo štátov EHP a Turecka uznáva ako normu; alebo
- (d) európskym technickým posúdením vydaným v súlade s postupom stanoveným v nariadení Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 305/2011 z 9. marca 2011, ktorým sa ustanovujú harmonizované podmienky uvádzania stavebných výrobkov na trh a ktorým sa zrušuje smernica Rady 89/106/EHS v platnom znení.

Vyššie uvedené pododseky sa nebudú uplatňovať, ak sa preukáže, že dotknutá norma nezaručuje náležitú úroveň funkčnosti a bezpečnosti.

„Štát EHP“ znamená štát, ktorý je zmluvnou stranou dohody o Európskom hospodárskom priestore podpísanej v meste Porto dňa 2. mája 1992, v aktuálne platnom znení.

“Slovenská norma” (“Slovenská technická norma”) predstavuje akúkoľvek normu vydanú Úradom pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky vrátane prevzatých európskych, medzinárodných alebo zahraničných noriem.

### 1.2 Predmet technických podmienok (TP)

Predmetom týchto TP je stanovenie postupov, možností, navrhovania a posudzovania opatrení na zníženie hlukovej záťaže v dotknutom vonkajšom chránenom prostredí okolia cestných komunikácií (CK).

### 1.3 Účel TP

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

### 1.4 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 CK. Postupy uvedené v týchto TP je možné aplikovať aj na miestne a účelové komunikácie.

### 1.5 Vypracovanie TP

Tieto TP na základe objednávky Slovenskej správy ciest (SSC) vypracovala spoločnosť EUROAKUSTIK, s.r.o., Letisko M.R. Štefánika 63, 822001 Bratislava, tel. č. 02/33002441, e-mail: euroakustik@euroakustik.sk.

Zodpovedný riešiteľ: Ing. Milan Kamenický, riešitelia Ing. Peter Zaťko, Ing. Eduard Rojko, CSc. a Ing. Beata Benčová, PhD.

### 1.6 Distribúcia TP

Elektronická verzia TP sa po schválení zverejní na webovom sídle SSC: [www.ssc.sk](http://www.ssc.sk) (Technické predpisy rezortu).

## 1.7 Účinnosť TP

Tieto TP nadobúdajú účinnosť dňom uvedeným na titulnej strane.

## 1.8 Nahradenie predchádzajúcich predpisov

Tieto TP nahrádzajú TP 052 Návrh a posúdenie protihlukových opatrení pre cestné komunikácie, MDVRR: 2011 v celom rozsahu.

## 1.9 Súvisiace a citované právne predpisy

- [Z1] Zákon NR SR č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v platnom znení
- [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 platnom znení,
- [Z3] Zákon NR SR č. 135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (cestný zákon) v platnom znení, v platnom znení
- [Z4] Zákon NR SR č. 129/1996 Z. z. o niektorých opatreniach na urýchlenie prípravy výstavby diaľnic a ciest pre motorové vozidlá, v platnom znení
- [Z5] Zákon NR SR č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v platnom znení
- [Z6] Zákon NR SR č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny, v platnom znení
- [Z7] Zákon NR SR č. 24/2006 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v platnom znení
- [Z8] Zákon NR SR č. 133/2013 Z. z. o stavebných výrobkoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v platnom znení
- [Z9] Vyhláška FMV č. 35/1984 Zb., ktorou sa vykonáva zákon o pozemných komunikáciách (cestný zákon), v platnom znení
- [Z10] Zákon NR SR č. 8/2009 Z. z. o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v platnom znení
- [Z11] Vyhláška MV SR č. 29/2020 Z. z. , ktorou sa vykonáva zákon o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov; v platnom znení;
- [Z12] Zákon NR SR č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v platnom znení
- [Z13] Zákon NR SR č. 343/2015 Z. z. o verejnom obstarávaní a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v platnom znení
- [Z14] Zákon č. 2/2005 Z. z. o posudzovaní a kontrole hluku vo vonkajšom prostredí a o zmene zákona Národnej rady Slovenskej republiky č. 272/1994 Z. z. o ochrane zdravia ľudí v znení neskorších predpisov, v platnom znení

## 1.10 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 akustického tlaku
STN EN 1793-1 (73 6041)	Zariadenia na zníženie hluku z cestnej dopravy. Skúšobné metódy určovania akustických vlastností. Časť 1: Charakteristiky zvukovej pohltivosti pod difúznym zvukovým poľom
STN EN 1793-2 (73 6041)	Zariadenia na zníženie hluku z cestnej dopravy. Skúšobná metóda na určovanie akustických vlastností. Časť 2: Vlastné charakteristiky vzduchovej nepriezvučnosti v podmienkach rozptýleného zvukového poľa
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 EN 1793-4 (73 6041)	Zariadenia na zníženie hluku z cestnej dopravy. Skúšobná metóda na stanovenie akustických vlastností. Časť 4: Vlastné charakteristiky. Hodnoty zvukovej difrakcie in situ
STN EN 1793-5 (73 6041)	Zariadenia na zníženie hluku z cestnej dopravy. Skúšobná metóda na stanovenie akustických vlastností. Časť 5: Vnútorné charakteristiky. Určenie hodnôt odrazu in situ v podmienkach priameho zvukového poľa
STN EN 1793-6	Zariadenia na zníženie hluku z cestnej dopravy. Skúšobná metóda na

(73 6041)	určovanie akustických vlastností. Časť 6: Vlastné charakteristiky. Hodnoty in-situ vzduchovej nepriezvučnosti v podmienkach priameho zvukového poľa
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+AC (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 6144)	Zariadenia na zníženie hluku z cestnej dopravy. Špecifikácie
STN EN 14389-1 (70 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: 2020)
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	Elektroakustika. Zvukomery. Časť 1: Špecifikácie
STN 73 6100	Názvoslovie pozemných komunikácií
STN 73 6101	Projektovanie ciest a diaľnic
STN 73 6110	Projektovanie miestnych komunikácií

### 1.11 Súvisiace a citované technické predpisy

[T1]	TP 038	Základná mapa diaľnice a rýchlostnej cesty. Vyhotovenie, údržba a obnova, MDVRR SR: 2016 + Dodatok č. 1., MDV SR: 2020
[T2]	TP 050	Príručka monitoringu vplyvu cestných komunikácií na životné prostredie, MDVRR SR: 2011
[T3]	TP 051	Použitie, kvalita a systém hodnotenia protihlukových stien; MDV SR: 2021
[T4]	TP 066	Stanovenie hlukovej záťaže spôsobenej dopravou po cestných komunikáciách, MDV SR: 2021
[T5]	TKP 0	Všeobecne, MDVRR SR: 2012
[T6]	TKP 29	Protihlukové clony, MDV SR: 2021

### 1.12 Použitá literatúra

[L1]	PUŠKÁŠ, J. a kol.: Znižovanie hluku v pozemných stavbách. ALFA Bratislava, 1988
[L2]	SALAIOVÁ, B., MANDULA, J., KOVALÁKOVÁ, M.: Vybrané kapitoly z cestných a železničných stavieb. Hluk z dopravy, Košice 2001, ISBN 80-7099-704-4.
[L3]	VAVERKA, J. a kol.: Stavební fyzika 1. Urbanistická, stavební a prostorová akustika. VUT Brno, 1998.

### 1.13 Použité skratky

Skratka	Vysvetlivka
CK	cestná komunikácia
PK	pozemná komunikácia
EK	Európska komisia
EN	európska norma
ES	Európske spoločenstvo
EÚ	Európska únia
MDPT	Ministerstvo dopravy, pôšt a telekomunikácií
MDVRR	Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja
PD	projektová dokumentácia
PHC	protihluková clona
PHS	protihluková stena

PHV	protihlukový val
STN EN	európska norma prevzatá do sústavy STN
STN P ENV	predbežná európska technická norma prevzatá do sústavy STN
CEN/TS	technická špecifikácia vydaná CEN, s povinnosťou členských krajín zverejniť ju rovnakým spôsobom ako EN
TP	technické podmienky

## 2 Všeobecne

### 2.1 Úvod do problematiky

Návrh opatrení na zníženie hlukovej záťaže z pôsobenia cestnej dopravy po sledovanej CK, sa vykonáva na základe zistenia úrovne tejto záťaže, v jej dotknutom vonkajšom chránenom prostredí.

Hlukovú záťaž vo vonkajšom prostredí okolia cestných komunikácií je možné určiť meraním alebo pomocou výpočtu s použitím matematického modelovania šírenia zvuku medzi zdrojom zvuku a miestom príjmu.

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 legislatívou [Z2], 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, 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 výpočtové 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 výpočet v spojení s matematickým modelovaním vhodnejší pri návrhu protihlukových opatrení aj na existujúcich cestných komunikáciách. Merania sú v takomto prípade vhodné na overenie sledovaných hodnôt popisujúcich hlukovú záťaž výpočtom, kalibráciu modelu a celého postupu stanovenia hlukovej záťaže výpočtom. Takáto metóda je vhodná aj pri optimalizácii protihlukových opatrení z pohľadu efektívneho využívania navrhovaných opatrení. Stanovenie hlukovej záťaže spôsobovanej cestnou dopravou po cestných komunikáciách, v ich dotknutom vonkajšom prostredí, pre účely týchto TP, je podrobne uvedené a popísané v [T4].

V týchto TP sú uvedené zásady a možnosti na zníženie hlukovej záťaže vo vonkajšom chránenom priestore okolia CK.

Stavebno-akustickými opatreniami, ktoré sa vykonávajú na objektoch zaťažovaných hlukom z cestnej dopravy po CK, sa tento predpis nezaobera. Požiadavky na ich konštrukčné a akustické vlastnosti sú uvedené v iných technických normách a predpisoch.

### 2.2 Základné pojmy a definície

Na účely týchto TP sa používajú nasledujúce pojmy a definície:

- cestná komunikácia** - pozemná komunikácia určená na premávku cestných vozidiel prevažne v extraviláne, ktorej charakteristickým znakom je spevnená vozovka s krajnicou (STN 73 6100);
- most** - objekt na pozemnej komunikácii, určený na premávku cestných vozidiel, preklenujúci prekážku;
- zvuk** - 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];
- počuteľný zvuk** - zvuk vo frekvenčnom rozsahu tretinovo-oktávových pásiem s menovitou strednou frekvenciou 20 Hz až 20 kHz (STN EN ISO 266);
- hluk** - každý rušivý, obťažujúci, nepríjemný, nežiaduci, neprimeraný alebo škodlivý zvuk;
- dotknuté okolie** – priestor v okolí CK, v ktorom je identifikovateľný vplyv pôsobenia hluku z cestnej dopravy po sledovanej CK;
- hluková záťaž** - všeobecné pomenovanie pôsobenia zvuku (hluku) v prostredí; môže byť popísaná (kvantifikovaná) rôznymi veličinami (napr. ekvivalentnou hladinou  $A$  zvuku  $L_{Aeq,T}$ , maximálnou hladinou  $A$  zvuku SLOW  $L_{ASmax}$  a inými), pre stanovenia hlukovej záťaže z pozemnej dopravy sa používa  $L_{Aeq,T}$  za definovaný časový interval  $T$ ;

- h) **plošná hluková záťaž** – pôsobenie zvuku (hluku) na ploche dotknutého územia sledovaného zdroja zvuku (hluku); obvykle sa popisuje hlukovou mapou; v prípade cestnej dopravy je veličinou používanou na sledovanie pôsobenia hluku  $L_{Aeq,T}$  za definovaný časový interval  $T$ ;
- i) **hladina akustického tlaku** - ( $L_p$ ) - priebežná hladina akustického tlaku je veličina určená vzťahom:

$$L_p = 10 \cdot \log \left( \frac{p^2}{p_0^2} \right) \quad (\text{dB}) \quad (1)$$

kde:  $p$  je akustický tlak (Pa);  
 $p_0$  je referenčný akustický tlak,  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Pa.

Obecne sa používa značka:  $L$ ,  $L_s$ , jednotka (dB).

- j) **hladina A zvuku** - (hladina akustického tlaku s vážením A,  $L_pA$ ) - hladina akustického tlaku s frekvenčným vážením A, je priebežná hladina akustického tlaku, ktorá je korigovaná frekvenčnou váhovou funkciou A podľa STN EN 61672-1;

Značka:  $L_A$ , (pri časovom vážení S bude  $L_{AS}$ ), jednotka: (dB);

- k) **ekvivalentná hladina A zvuku (ekvivalentná hladina akustického tlaku s vážením A,  $L_{Aeq}$ )** - veličina definovaná vzťahom:

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

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

$T$  je integračný interval,  $T = t_2 - t_1$  (s),

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

Značka:  $L_{Aeq}$  základná jednotka: (dB);

v prípade použitia časového váženia IMPULZ je značka  $L_{Aeq}$

- l) **určujúca veličina** - 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 zvuku, podľa bodu k;
- m) **posudzovaná hodnota** - 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;
- n) **referenčný časový interval** - 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).
- o) **prípustná hodnota určujúcej veličiny** - dohodnutý limit, ktorého neprekročovanie sa považuje za dostatočné zabezpečenie ochrany verejného zdravia podľa súčasného stavu poznania a ekonomickej úrovne spoločnosti; označenie:  $L_{Aeq,d,p}$ ,  $L_{eq,v,p}$ ,  $L_{Aeq,d,p}$ ;
- p) **hluk pozadia** - šum pozadia (reziduálny zvuk podľa 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;
- q) **merací časový interval** - časový interval, v ktorom sa meraním zisťuje hodnota určujúcej veličiny pre sledovaný zdroj hluku;
- r) **súčtová hladina zvuku** - hladina, zložená zo zvukového signálu posudzovaného zdroja hluku (CK) a hluku pozadia (reziduálneho zvuku);
- s) **chránený priestor** - vnútorné alebo vonkajšie prostredie, v ktorom sa zdržujú ľudia trvale alebo opakovane a pre ktorý sú stanovené prípustné hodnoty hluku (pozri bod o);

- t) **protihlukové opatrenie** - opatrenie, ktorého realizovaním sa dosiahne zníženie hlukovej záťaže spôsobenej sledovaným zdrojom hluku (napr. cestnou dopravou) v sledovanom mieste alebo území;
- u) **protihluková clona (PHC)** - stavebno-technické dielo, zabraňujúce priamemu prenikaniu zvuku z cestnej dopravy do príľahlého okolia;
- v) **protihluková stena (PHS)** - prekážka na ceste šírenia zvuku od zdroja zvuku k miestu príjmu, ktorá je charakterizovaná rádivým rozdielom medzi výškou a dĺžkou na jednej strane a hrúbkou na strane druhej;
- w) **hmotný objekt** - prekážka na ceste šírenia zvuku od zdroja zvuku k miestu príjmu, ktorej výška, dĺžka a hrúbka sú približne rovnaké (domy, garáže, sklady a pod.);
- x) **zemný val** - umelo vytvorená prekážka, na ceste šírenia zvuku od zdroja zvuku k miestu príjmu, ktorá bola vytvorená navŕšením zeminy;
- y) **efektívna výška clony** - najkratšia vzdialenosť (kolmica) vrcholu clony od spojnice zdroja zvuku s miestom príjmu
- z) **vegetácia** - prekážka na ceste šírenia zvuku od zdroja zvuku k miestu príjmu, tvorená pásom kompaktného vegetačného porastu;
- aa) **vložený útlm protihlukovej clony** - rozdiel hladín akustického tlaku v mieste príjmu pred inštalovaním clony (bez clony) a po jej inštalovaní (pozri aj STN ISO 10847);
- bb) **verifikačné a kalibračné merania** – merania hlukovej záťaže spôsobenej sledovaným zdrojom hluku, cestnou dopravou, určené predovšetkým na overenie hodnôt získaných výpočtom s využitím matematického modelovania, zisťovanie technicko-akustických parametrov povrchu vozoviek a dopravného prúdu na sledovaných úsekoch CK, overenie modelu používaného pri výpočtoch pomocou matematického modelovania;.

### 3 Stanovenie hlukovej záťaže z cestnej dopravy

Stanovenie hlukovej záťaže z cestnej dopravy vo vonkajšom prostredí okolia CK, je získanie hodnôt veličín, ktorými sa popisuje pôsobenie hluku z cestnej dopravy na okolie CK. Hodnoty sa môžu stanoviť meraním alebo výpočtom. Podrobne je stanovenie hlukovej záťaže z pôsobenia cestnej dopravy po CK, v jej dotknutom vonkajšom prostredí, uvedené a popísané v [T4].

Pri plánovaní novej CK sa plošná hluková záťaž stanovuje pre situáciu bez uvažovania a s uvažovaním navrhovaných protihlukových opatrení.

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

1. navrhovaný stav riešenej cestnej komunikácie (všetky variantné riešenia), s uvažovaním protihlukových opatrení a bez nich, pre tieto časové horizonty:
  - a) v roku odovzdania stavby do prevádzky;
  - b) 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 PD v prípade, ak je potrebné urobiť analýzu zmeny hlukovej záťaže zo sledovaného zdroja hluku v sledovanom území, pre dokladovanie významu realizácie výstavby navrhovanej CK, napr. pre spracovanie technickej štúdie realizovateľnosti, posudzovanie vplyvov na životné prostredie (EIA);
  - b) v roku odovzdania do stavby do prevádzky
  - c) 10. rok po odovzdaní stavby do prevádzky.

Ak sa výpočtom preukáže opodstatnenosť realizácie protihlukových opatrení pre stav prevádzky na hodnotenej CK do 10 rokov po jej odovzdaní do užívania (podľa bodu 1.b), navrhne sa realizácia protihlukových opatrení pri realizácii stavby CK. V prípade, ak stanovenie hlukovej záťaže z pôsobenia cestnej dopravy po sledovanej CK preukáže ich opodstatnenosť až vo výhľadovom období, t.j. desať a viac rokov od uvedenia CK do prevádzky, ponechá sa pri cestnej komunikácii priestor na ich neskoršiu realizáciu. Protihlukové opatrenia sa navrhnu až na základe výsledkov monitoringu hlukovej záťaže v dotknutom chránenom priestore okolia navrhovanej CK alebo na základe iných skutočností, ktoré môžu byť dôvodom pre ich realizáciu (napr. zmena územného plánu a s tým súvisiaci vznik nového chráneného priestoru - napr. výstavba nových stavieb na bývanie alebo školských a zdravotníckych areálov, rekreačných území; zmena legislatívy a iné).



## 4 Posúdenie hlukovej záťaže z cestnej dopravy

### 4.1 Objektivizácia hluku z cestnej dopravy v zmysle legislatívy

Hodnotenie 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 objektivizáciou a hodnotením hluku, infrazvuku a vibrácií vo vonkajšom a vnútornom prostredí [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  $1,5 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$  nad terénom. Ak ide o chránený priestor budov, vzťahujú sa na priestor pred chránenými miestnosťami vo vzdialenosti  $1,5 \text{ m} \pm 0,5 \text{ m}$  od obvodovej steny budovy vo výške  $1,5 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$  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 bod 2.1 prílohy [Z2]). Hluk z dopravy sa vo vnútornom prostredí budov hodnotí vo výške  $1,5 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$  nad podlahou príslušnej miestnosti, pričom mikrofón musí byť aspoň  $0,5 \text{ m}$  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 CK 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; realizáciou 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 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 tretinooktávových pásmach v počutelnom frekvenčnom rozsahu.*

## 5 Návrh a členenie protihlukových opatrení

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

Navrhované protihlukové opatrenia musia spĺňať akustické a neakustické požiadavky (pozri [T4], [T6]). Podrobnosť návrhu protihlukových opatrení sa prispôsobuje stupňu PD.

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,
- 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,
- z doterajšieho posudzovania a hodnotení hluku v súlade so znením [Z14], pokiaľ sú takéto hodnotenia k dispozícii.

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]. Doplnujúcimi 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.

#### 5.1.1 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, s maximálnym uplatnením ochrany tichých oblastí, ak sú vyhlásené v zmysle znenia [Z14],
- vo vhodnej dislokácii objektov podľa ich účelu,
- vo vhodnom dispozičnom riešení budov,
- vo vhodnom výškovom riešení urbanizovaného prostredia,
- vo vhodnom architektonickom riešení budov,

#### 5.1.2 Urbanisticko-dopravné protihlukové opatrenia

Proces návrhu a realizácie dopravného systému musí zabezpečovať podmienky zníženia hlukovej záťaže urbánneho 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 budov, s chráneným vonkajším priestorom pred vnútorným chráneným priestorom, resp. ich plánovanej výstavby a v dostatočnej vzdialenosti od vonkajšieho chráneného priestoru,
- 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.

### 5.1.3 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.

### 5.1.4 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 PD CK 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 (poprípade 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 rádoým 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:

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

### Opatrenia na budovách

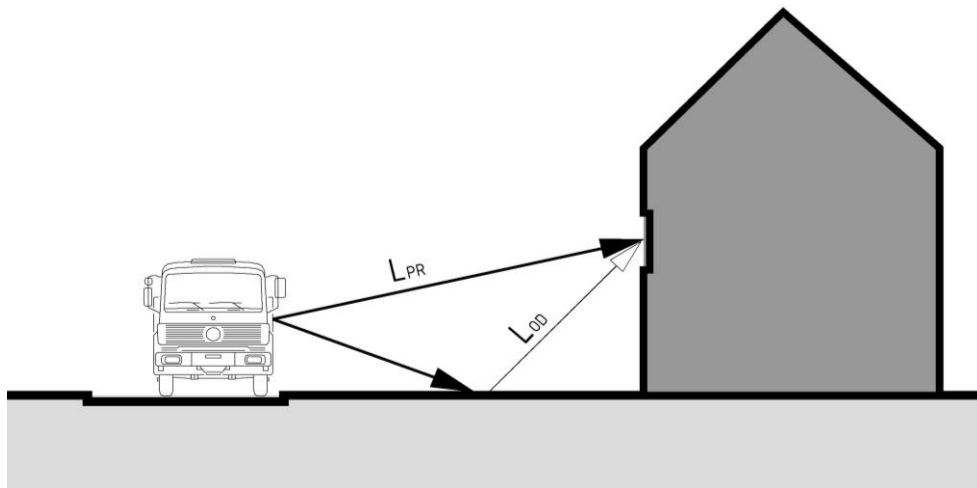
Jedná sa o zvýšenie vzduchovej nepriezvučnosti obalových konštrukcií chránených budov. Z hľadiska ochrany vnútorných priestorov proti vonkajšiemu hluku majú rozhodujúcu funkciu výplňové konštrukcie otvorov. Pri navrhovaní protihlukových opatrení na budovách je potrebné rešpektovať požiadavky na vnútorné prostredie budov uvedené v [Z1], [Z2].

## 6 Prekážky na dráhe šírenia zvuku

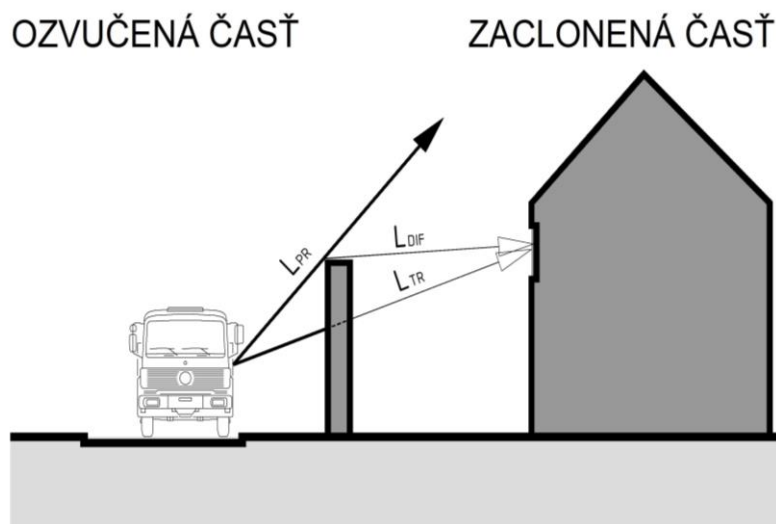
V dopravných stavbách, ako v stavbách líniového charakteru, kde prevláda dĺžkový parameter, je najčastejšie používaným opatrením na zníženie hlukovej záťaže protihluková clona. V praxi najčastejšie používanými druhmi clôn sú steny, zemné valy, hmotné objekty a za určitých podmienok aj vegetácia.

Protihlukové clony sa navrhujú v súlade so znením [T5], [T6], 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



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

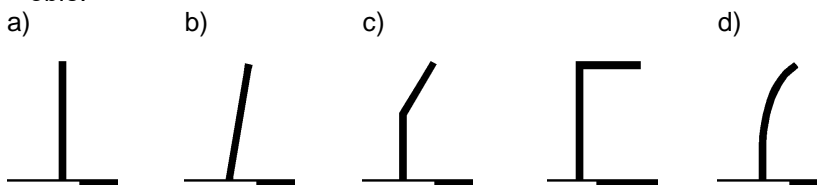
Protihlukové steny (PHS) sú prekážky na ceste šírenia zvuku od zdroja zvuku k príjemcovi, ktoré sú charakterizované rádovým rozdielom medzi výškou a dĺžkou na jednej strane a hrúbkou na strane druhej.

PHS sú zvyčajne realizované kombináciou prvkov, ktoré môžu byť:

- drevené,
- betónové,
- tehlové,
- kovové,
- gabionové,
- plastové,
- akrylátové,
- z recyklovaných materiálov (napr. guma, textil, plasty a iné),
- 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

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,
- podporná, alebo nosná konštrukcia,
- základy, resp. spodná stavba.

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 takmer 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 aplikované úpravy povrchu, ktoré zabraňujú usadzovaniu nečistôt a zabezpečujú samočistenie dažďom.

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

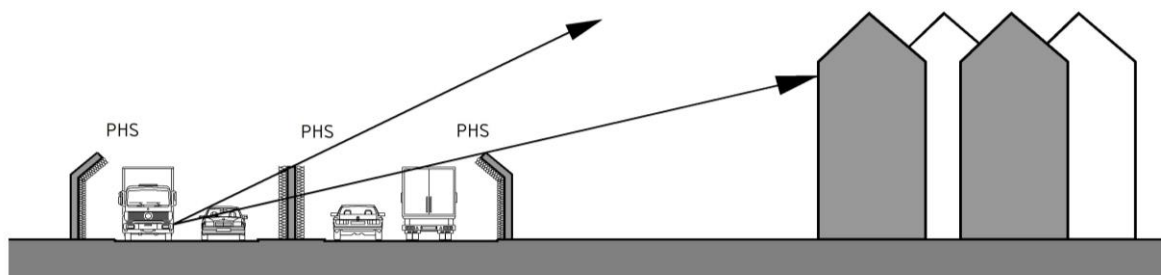
### 6.1.1 Umiestnenie protihlukovej steny

Účinok protihlukovej steny (PHS) clonením je najefektívnejší, 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 CK 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:

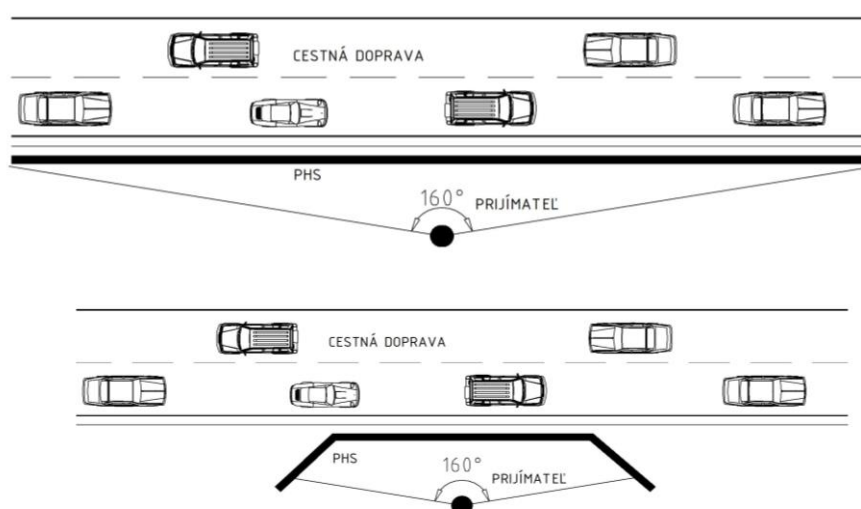
- cesty, CK, so stredným deliacim pásmom,
- situácie, kde sú príjemcovia umiestnení nad úrovňou cesty.



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.



Obrázok 5 - Redukovanie dĺžky clony lomením koncov smerom od cesty

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).

### 6.1.3 Odrazy od PHS

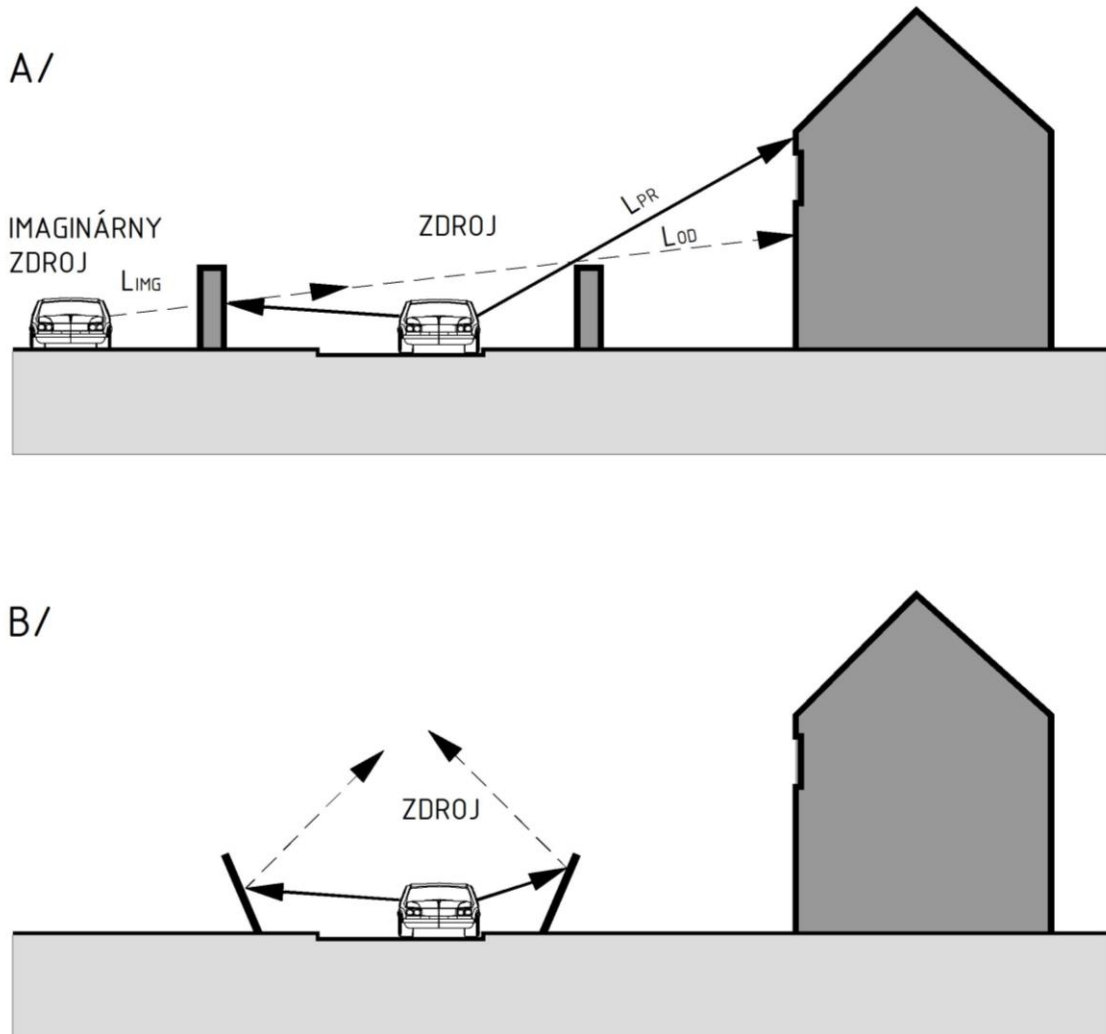
Umiestnenie jednoduchej steny významne utlmí zvuk šíriaci sa priamo od zdroja k príjemcovi (Obrázok 1 -  $L_{PR}$ ). Zvuková energia dopadajúceho na stenu sa odrazí, pohltí a malá časť stenu prejde (Obrázok 2 -  $L_{TR}$ ).

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 spôsobom riešenia 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.

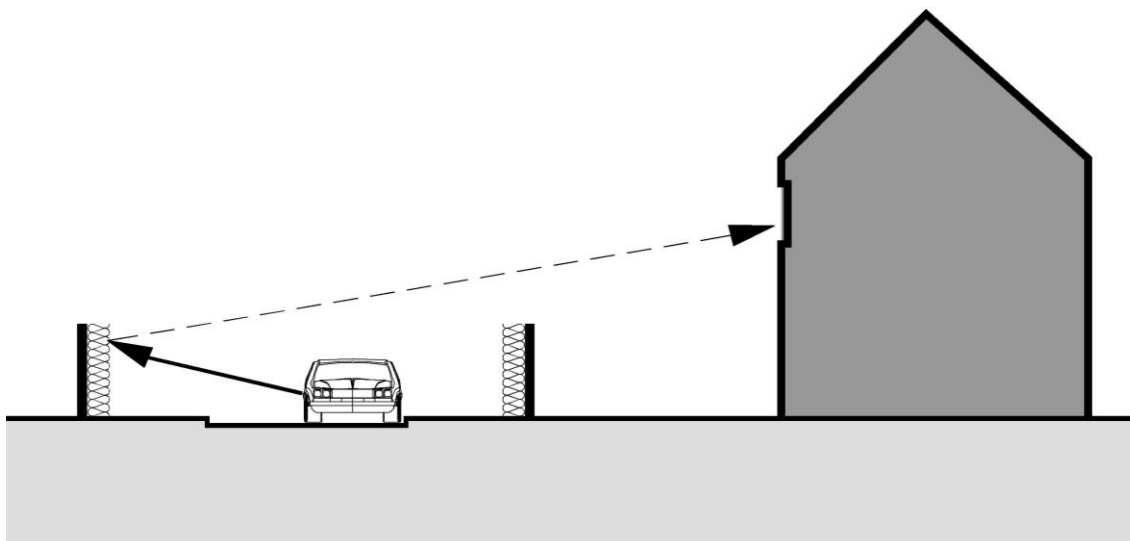
Možným riešením je sklopenie steny smerom von od cesty, aby sa zvuk odrážal nie priamo k príjemcovi (Obrázok 6B). Požadovaný uhol sklonu s narastajúcou vzdialenosťou PHS od príjemcu klesá od  $15^\circ$  do  $3^\circ$ . Takéto riešenie môže mať nepriaznivý vplyv na šírenie zvuku od zdroja k príjemcovi ponad PHS. Preto použité takého 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 zdroja zvuku. 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.





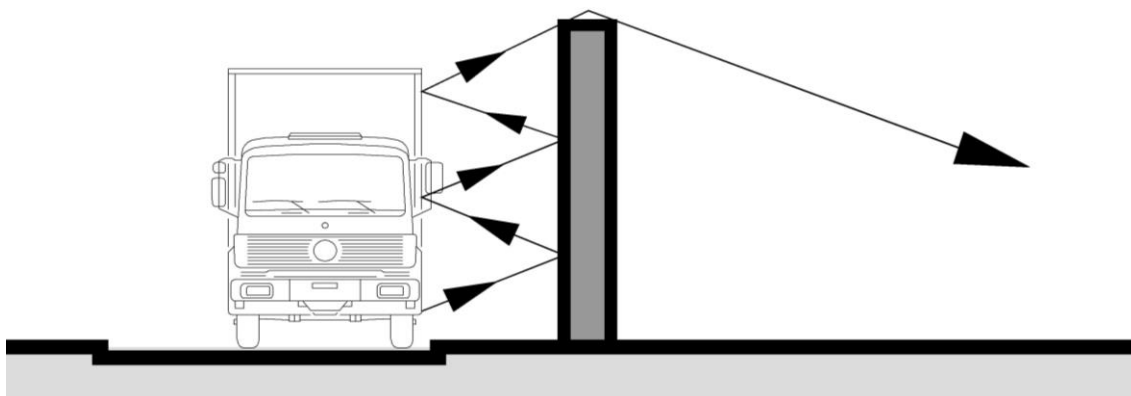
Obrázok 7 - Schéma šírenia zvuku odrazom od PHS s absorpčným materiálom

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 vonkajších vplyvov 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 súběžnou PHS, obzvlášť pri vysokých vozidlách (pozri Obrázok 8), 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 8 - 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 PHS, ktoré sú realizované z viac ako jedného druhu materiálu závisí jej celkový účinok od prenosového útlmu zvuku každého prvku, od pomeru plôch týchto prvkov a od spôsobu ich vzájomného spojenia. Otvory a škáry 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 vhodnými tesniacimi materiálmi.

Zlepšenie akustických vlastností PHS v mieste medzery je možné dosiahnuť vyhotovením paralelnej prekryvajúcej steny rovnakej výšky za touto medzerou. Jedna strana prekryvu musí byť pokrytá zvuk absorbujúcim 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 pre potreby kategorizácie PHS. Obidva postupy umožňujú stanoviť pre PHS jednočíselnú veličinu vypočítanú pomocou normalizovaného spektra dopravného hluku (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 na základe merania podľa STN ISO 10847. Útlmové a absorpčné (reflexné) vlastnosti sa určujú podľa STN EN 1793-5 (absorpčné vlastnosti), resp. STN EN 1793-6 (útlmové vlastnosti). Podľa postupov uvedených v týchto normách je možné získať údaje obdobné ako pri laboratórnych skúškach podľa STN EN 1793-1, STN EN 1793-2. Difrakčné vlastnosti existujúcich PHS sa určujú v súlade s normou STN EN 1793-4.

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 [T4].

Celé PHS a jednotlivé konštrukčné prvky PHS musia spĺňať požiadavky na akustické a neakustické vlastnosti v súlade s [T3].

Overenie účinku PHS na zníženie hlukovej záťaže v dotknutom okolí výpočtom s využitím matematického modelovania sa robí postupom uvedeným v [T4].

#### 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 kľúčkou zo strany úniku a samozatváračom. Dvere musia byť zabezpečené proti

nežiadacemu 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 upozorňujúcich na polohu únikového východu. Tieto značky musia byť osadené kolmo na PHS. Veľkosti dopravných značiek sa volia v závislosti od druhu cestnej komunikácie podľa STN 01 8020.

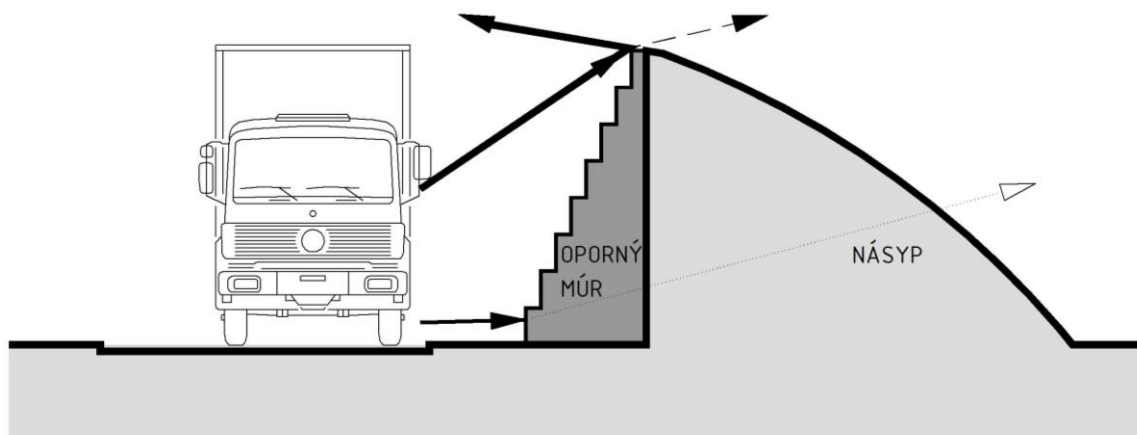
## 6.2 Hmotné objekty a zemné valy

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 a hrúbka sú približne rovnaké, pričom prevažuje dĺžkový rozmer prekážky. 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 – Obrázok 9. 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.



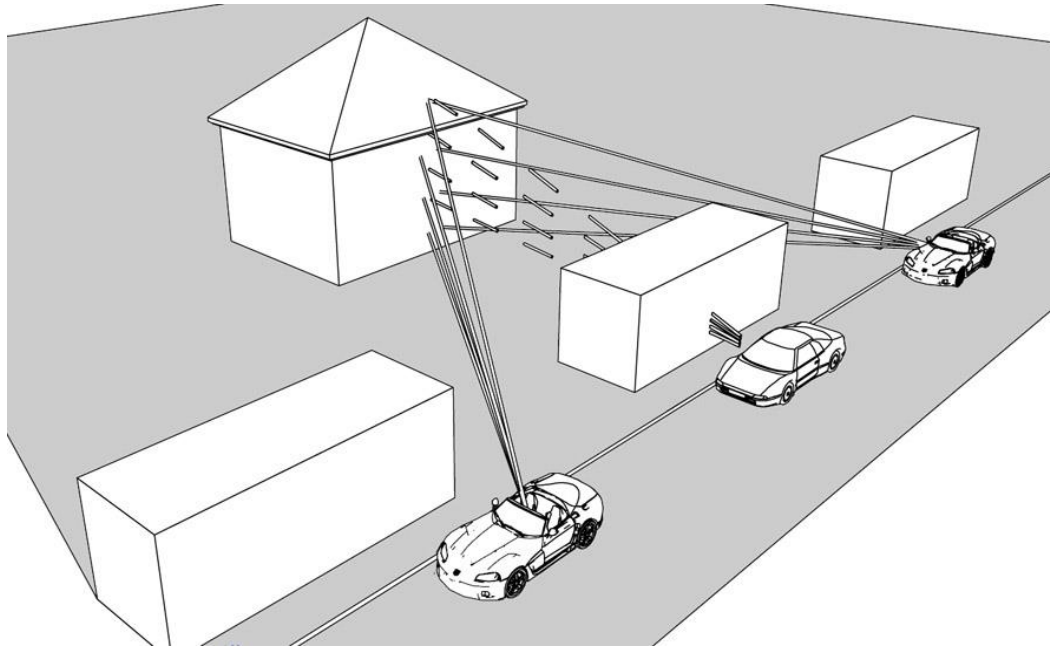
Obrázok 9 - Schematické znázornenie zemného valu pri zástavbe

Niekedy sa zemný val dopĺňa oporným múrom, na ktorý môže mať rôzny tvar a konštrukciu – (pozri Obrázok 10). 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 10 - 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 11. 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 11 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 zeminy 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 [T4]. 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 [T3] a podľa STN EN 1793-5.

Overenie účinku hmotných objektov a zemných valov na zníženie hlukovej záťaže v dotknutom okolí výpočtom s využitím matematického modelovania sa robí postupom uvedeným v [T4].

### 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 12.



Obrázok 12 - 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 výpočtom s využitím matematického modelovania postupom uvedeným v [T4]. Výpočet je často

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 metrov 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 protiahlymi krajmi 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 [T4]. Overenie vplyvu vegetácie na zníženie hlukovej záťaže spôsobovanej cestnou dopravou je veľmi problematické. Výsledky takto získané veľakrát nezodpovedajú reálnemu stavu. Rozdiely medzi výpočtom získanými údajmi o hlukovej záťaži z pôsobenia dopravy po CK a priamym meraním sú vo viacerých prípadoch 10 a viac dB. 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.