

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
ИНЖЕНЕРСТВО НА ЖИВОТНА СРЕДИНА**



Ирена Кацарска

**МЕРЕЊЕ, АНАЛИЗА И КОНТРОЛА НА СООБРАЌАЈНАТА БУЧАВА ВО
УРБАНИ СРЕДИНИ**

-Магистерски труд-

Штип, септември 2012

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Комисија за оценка:

Ментор: Проф. д-р Тодор Делипетров

Факултет за природни и технички науки,

Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип

Член: Доц. д-р Дејан Мираковски

Факултет за природни и технички науки,

Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип

Член: Доц. д-р Горан Мијоски

Факултет за природни и технички науки,

Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип

Членови на Комисијата за оценка и одбрана:

Претседател: Доц. д-р Дејан Мираковски

Факултет за природни и технички науки,

Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип

Член: Проф. д-р Тодор Делипетров

Факултет за природни и технички науки,

Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип

Член: Доц. д-р Горан Мијоски

Факултет за природни и технички науки,

Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип

Научно поле: Техничко-технолошки науки

Научна област: Инженерство на животна средина

Датум на одбрана:

Датум на промоција:

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

ПОСВЕТА И БЛАГОДАРНОСТ

Магистерскиот труд е работен под менторство на проф. д-р Тодор Делипетров, и ја користам оваа пригода да му се заблагодарам за помошта и моралната поддршка што ми ја даде во текот на изработката на трудот.

Благодарност и до членовите на комисијата, доц. д-р Дејан Мираковски и доц. д-р Горан Мијоски.

Голема благодарност искажувам и кон моето семејство, за разбирањето, помошта и поддршката којашто постојано ми ја даваат, и без кои не би имала мотив да го завршам овој труд.

А, истовремено благодарност и на сите оние кои посредно или непосредно беа вклучени во изработката на овој труд.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

МЕРЕЊЕ, АНАЛИЗА И КОНТРОЛА НА СООБРАЌАЈНАТА БУЧАВА ВО УРБАНИ СРЕДИНИ

Краток извадок

Зголемувањето на бројот на главните патишта околу станбените згради низ целиот град, неизбежно предизвикува голема бучава и загадување на градот.

Во едноставни термини, бучавата претставува несакан звук. Звукот е една форма на енергија што се емитува од страна на вибрирачко тело и достигнува до увото каде што предизвикува преку нерв, чувство на слух. Звуците предизвикани од сите тела не се слушаат. Фреквентната граница на звучност изнесува од 20 до 20.000 *HZ*.

Во основа, во зависност од потеклото, дефинирани се два вида бучава – бучава од природни извори и бучава од вештачки извори. Природни извори на бучава се природните појави како што се грмотевица, шум на силен ветер, шум на водопад и слично. Вештачки извори на бучава се сите извори направени од човекот.

Цел на овој магистерски труд е да се процени степенот на изложеност на бучава и нејзиното влијание врз жителите кои живеат во близина на главните патишта; да се направат мерења на бучавата во најфреквентните градски сообраќајници, а потоа да се изврши анализа на добиените податоци; и секако, ќе бидат предложени соодветни мерки за нејзина контрола.

Клучни зборови: *бучава, звук, загадување од бучава, население.*

MEASUREMENT, ANALYSIS AND CONTROL OF TRAFFIC NOISE IN URBAN AREAS

Abstract

The increase in number of urban highways constructed around residential and community areas around the city, hasinevitably caused major noise pollution problems to city dwellers. The objective of the studywas to assess the level ofnoise exposure and its impact to residents residing around the vicinity of urbanhighways. Noise level recording wascarried out at selected areas to determine the noise pollution levels and the adequacy of mitigating measures that hasbeen implemented.

In simple terms, noise is unwanted sound. Sound is a form of energy which is emitted by avibrating body and on reaching the ear causes the sensation of hearing through nerves.Sounds produced by all vibrating bodies are not audible. The frequency limits of audibilityare from 20 HZ to 20,000 HZ.

Basically, depending on the origin, defines two types of noise: noise from natural sources and man-made noise sources. Natural sources of noise in natural phenomena such as thunder, sound of strong wind, the sound of waterfalls and etc. Artifical sources of noise are all man-made sources.

The purpose, of this master thesis is to assess the degree of exposure to noise andits impact on residents living near major roads, to make measurements of noise in the busiest city streets, and then analyze the data obtained and of course will be offered appropriate measures for its control.

Keywords: Noise, sound,noise pollution, population.

СОДРЖИНА

1. ВОВЕД.....	9
2. ЦЕЛИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО	10
3. ПОИМ ЗА ЗВУК.....	11
<i>Табела 3.1. Физички големини со коишто се изразуваат звукот и звучните осцилации</i>	12
<i>(Table 3.1. Physical measurements for expressing the sound and sound oscillations).</i>	12
3.1. Извори на звук и негово ширење во различни средини	13
<i>Табела 3.2. Брзината на звукот во некои цврсти материјали е:</i>	16
<i>(Table 3.2. Sound speed of some though materials)</i>	16
3.2. Енергија на звук.....	16
3.3. Моќност на звук	17
3.4. Јачина на звук	17
3.5. Единици и големини со коишто се изразува звукот	17
3.7. Историја на звукот.....	19
4. БУЧАВА.....	20
4.1. Одредување на нивото на бучава	24
<i>Табела 4.1. Оценка на густината на сообраќајот M, во зависност од дневниот проток на возила (ДПВ), и оценка на учеството на товарните возила p:</i>	27
<i>(Tabele 4.1. Average traffic density M, depending on the daily flow of vehicles (DPV), and evaluate the participation of trucks p).</i>	27
4.2. Мерење и мерни методи.....	27
4.3. Инструменти за мерење бучава.....	29
4.4. Локации на мерните станици и мерните места.....	32
<i>Табела 4.2. Според степенот на заштита од бучавата, граничните вредности за основните индикатори за бучавата во животната средина предизвикана од различни извори не треба да бидат повисоки од:</i>	34

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

(Table 4.2. The degree of protection against noise limit values for basic indicators of environmental noise caused by different sources should not be higher than)..... 34

Табела 4.3. Граничните вредности за нивото на основните индикатори за бучава внатре во просториите во коишто престојуваат луѓето, а особено каде што престојуваат чувствителните групи население, како и заради заштитата од несакани ефекти по здравјето, изнесуваат:..... 35

(Table 4.3. The limit values for the level of basic indicators of noise inside the premises where people reside, especially in staying sensitive population group, as well as for protection from adverse health effects is)..... 35

Табела 4.4. Гранична вредност за дополнителниот индикатор L_{Amax} 36

(Table 4.4. Limit values for the additional indicator L_{Amax})..... 36

Табела 4.5. Граничните вредности за нивото на бучавата во реони надвор од урбанизираны локации изнесуваат: 37

(Table 4.5. The limit values noise levels in areas outside of urbanized site is) 37

4.5. Извори на бучава во животната средина 38

Табела 4.7. Бучава што ги вознемирува луѓето 40

(Table 4.7. Noise that disturb people) 40

4.5.1. Бучава од природни извори..... 40

4.5.2. Бучава создадена од вештачки извори 41

4.5.3. Воздухопловна бучава 42

4.6. Контрола на загадувањето од бучава 42

4.7. Контрола на изворот на бучава 44

4.8. Контрола на преносниот пат 45

4.8.1. Инсталација на панели 46

4.8.2. Рефлектирачки панели 48

4.8.3. Транспарентни панели на објекти 48

4.8.4. Акустични панели 49

(Figure 4.14. Sound insulation panel 60 FTVAC)..... 50

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини	
4.8.5. Намена и употреба	50
5. ЗВУКОТ И ЧОВЕКОТ	51
5.1. Градба и функција на увото.....	55
5.1.1. Надворешно уво	55
5.1.2. Средно уво	57
5.1.3. Внатрешно уво	59
5.2. Вознемиреност од бучава.....	61
5.2.1. Растројство во сонот.....	62
5.2.2. Штетно когнитивно функционирање	63
5.2.3. Кардиоваскуларни болести	64
5.2.4. Ментална болест.....	65
5.2.5. Физиолошко и психолошко дејство на бучавата врз човекот	65
6. ЗАКОНСКА И ИНСТИТУЦИОНАЛНА РАМКА ЗА МЕРЕЊЕ И КОНТРОЛА НА БУЧАВАТА	68
6.1. Централна лабораторија за животна средина	72
7. АНАЛИЗА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД МЕРЕЊАТА НА ЦЕНТРАЛНАТА ЛАБОРАТОРИЈА	74
Останати градови.....	74
<i>Табела 7.1. (Table 7.1.)</i>	76
Табела 7.2. Мерни места (ММ) на комунална бучава	78
(Table 7.2.Measuring points (MM) of communal noise)	78
Град Скопје	80
<i>Табела 7.3. (Table 7.3.)</i>	83
<i>Табела 7.4. (Table 7.4.)</i>	85
8. ЗАКЛУЧОК.....	90
9. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА.....	92

1. ВОВЕД

Бучавата како една од негативните последици врз животната средина е проблем којшто е распространет во целиот свет и се јавува како резултат на технолошкиот развој. Најчесто е предизвикана од сообраќајните средства и машини што се користат во производните процеси, меѓутоа отстранувањето на проблемот е неизмерливо различен од земја во земја, и е многу зависен од културата, економијата и политиките на земјите. Проблемот подеднакво опстојува дури и во области во коишто се трошат огромни средства за регулирање, оценување и намалување на изворите на бучава или за создавање бариери за бучавата. На пример, огромни напори се вложуваат за намалување на сообраќајната бучава на самиот извор. Всушност, денешните автомобили се многу потивки од тие што се произведени пред 10 години, но обемот на сообраќајот порасна толку многу, што ефектот од тој напор се анулира и нивото на непријатната бучава се зголемува. Производството на потивки автомобили можеби го ублажува проблемот за одреден период, но во никој случај не го отстранува.

Прекумерната бучава сега е еден од главните проблеми во звучната заштита на просторот во којшто луѓето живеат и работат. Идентификацијата на изворот на проблеми и примената на решенија коишто ги овозможува современата технологија со материјалите за звучна изолација, овозможуваат успешно спроведување на звучна изолација и доведување на бучавата до дозволеното ниво.

Милиони луѓе во Европа се афектирани (оболени) од транспортната бучава. Транспортната бучава ги иритира и нервира луѓето, предизвикува стрес и болести коишто можат да имаат фатални влијанија. Постојат бројни, релативно евтини и лесни начини за значително намалување на бучавата од транспортот.

2. ЦЕЛИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Еден од главните проблеми со којшто се соочуваат жителите на Република Македонија е бучавата.

Зголемената фреквенција на возилата, забавните и рекреативните активности што ги нудат градовите, угостителските објекти, градската врева и слично, генерираат ниво на бучава коешто претставува сериозна закана за животната средина и за здравјето на луѓето.

Овој проблем е најмногу присутен во текот на викендите, а особено во пролетниот и летниот временски период. Зголеменото ниво на бучава има големо влијание врз квалитетот на животот на локалното население.

Основна цел на овој магистерски труд е: да се утврдат главните извори на бучава во животната средина, и да се одреди нивото на бучава на дадена локација; да се дефинираат причините за зголеменото ниво на бучава; да се направи нивна контрола, и да се систематизираат можните мерки за заштита или да се намали нивото на бучава до дозволените граници.

Истовремено, ќе се изврши и споредба со резултатите добиени од мерењата коишто се направени на територијата на Република Македонија во текот на 2003/2004 година, со што ќе се добијат податоци за нивото на бучава и за тоа како истата влијае врз животната средина.

3. ПОИМ ЗА ЗВУК

Звук е низа од механички собирања и издолжувања на лонгитудиналните бранови, што последично минуваат низ медиум од материјал што е барем малку „притислив“ (цврст предмет, течност или гас, но не и вакуум). Во звучните бранови, делови од материјата (молекули или групи молекули) се движат во правец на бранот.

Звукот има две значења – субјективно или психолошко и објективно или физичко. Во врска со првото значење, звукот е сврзан со чувството за слух, а со второто, со енергијата што се шири и тогаш кога увото не може да ја открие. Во оваа потточка ќе се задржиме на првото значење на звукот.

Согласно погоре изнесените значења, звукот се дели на слухов звук, инфразвук и ултразвук. Инфразвукот се наоѓа под долната слухова граница, а ултразвукот над горната слухова граница. Чувствителноста на звук кај човекот е индивидуално-субјективна и таа се смалува со стареењето, така што кај постарите лица горната граница на слушање паѓа од 13.000 Hz.

Звукот се дели на *прост тон*, *музички тон* и *слухов звук* или (*шум*).

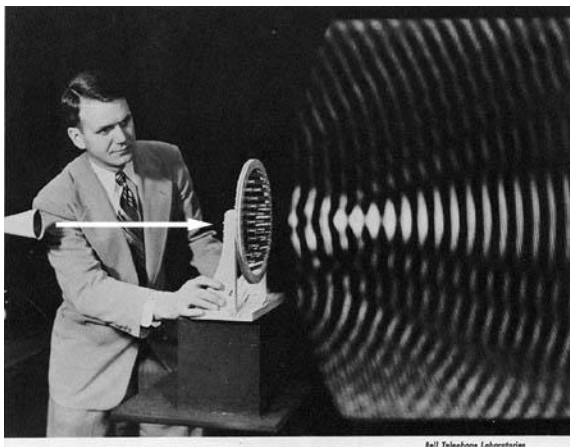
Тонот може да биде чист тон и сложен тон. Чистиот тон е најпрост звук, а настанува кога звучните извори изведуваат прости хармониски осцилации коишто графички се претставуваат со синусна или косинусна линија.

Музичкиот тон исто така настанува во периодот на движење на звучниот извор, но тоа движење е посложено и не може графички да се претстави. Сите музички инструменти даваат вакви тонови, но кај нивното сложено осцилаторно движење постојат извесни правилности.

Шумот е звук што е составен од основен хармоник – тоа е најнискиот чист тон што се слуша, и од повисоки хармоници коишто можат да бидат посилено или послабо изразени. Ако се послабо изразени тогаш сложениот тон се приближува кон чистиот. Кај него нема правилности за осцилирање на изворот, туку кај него

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини постојано се менуваат елементите што се карактеристични за звукот: амплитудата, фреквенцијата и фазата на осцилација.

Најпознатиот сложен тон е музичкиот тон. Кај него секој хармоник е производ на основниот хармоник по својата фреквенција.



Шумот е сложена звучна осцилација во смисла на фреквенција и на амплитуда.

Кај звукот и звучните осцилации најважни физички големини се:

Табела 3.1. Физички големини со коишто се изразуваат звукот и звучните осцилации

(Table 3.1. Physical measurements for expressing the sound and sound oscillations)

Големинa/ Measurement	Обележување/ Sign	Единица/ Unit
Притисок/ Pressure	P	bar
Брзина на звукот/ Sound speed	C	m/s
Брзина на осцилирање/ Oscillation speed	V	m/s
Сопствена фреквенција на осцилациите (кружна)/ Own frequency (circular)	W	s ⁻¹
Фреквенција на осцилациите/ Oscillation frequency	F	s ⁻¹
Период на осцилациите/ Period of oscillations	T	s
Бранова должина/ Wave length	λ	m
Енергија на звукот/ Sound energy	E	Ws
Јачина на звукот/ Sound intensity	I	W / m ²
Моќност/ Power	p	w

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Бранова должина е растојанието помеѓу две соседни точки на најголемото згуснување или најголемото разретчување на средината во којашто се движи бранот.

3.1. Извори на звук и негово ширење во различни средини

Звучен извор може да биде секое тело или механички осцилатор што може правилно да осцилира во опсегот на фреквенцијата на звукот.

Звучниот извор може да биде:

- Природен
- Вештачки

Природен извор е оној којшто доаѓа како последица на природните појави, како што се: шумолењето на водата, дождот, грмотевицата, звукот што го создава водата на водопадот и слично. Вештачки извори се оние коишто доаѓаат од предметите што ги направил човекот.

За да постои звук, мора да постои звучен извор и еластична средина во којашто се мери звукот. Простирањето на звукот од звучниот извор е во вид на бранови, притоа формирајќи звучно поле. Доменот на простирање на звучните бранови зависи од јачината на звучниот извор и физичките особини на средината низ којашто се простира.

Во однос на средината во којашто се простира звукот, може да се зборува за воздушен звук ако истиот се простира низ воздухот или структурален звук ако се шири во цврста средина.

Брзината на звукот зависи од средината низ којашто тој се распространува:

- Во гасовита;
- Течна;
- Цврста средина.

Изразите според коишто може да се пресмета брзината на звукот, зависно од средината на распространување се:

- Гасовита средина:

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

$$c = \sqrt{\frac{p_0 \cdot x}{\rho_0}} \text{ (m/s)} \quad 3.2.1.$$

каде што p_0 е атмосферски притисок; x е константа што се добива како однос на специфичната топлина на гасот при константен притисок и константен волумен; ρ_0 е густината на гасот.

Брзината на звукот зависи и од температурата што е изразена со равенката:

$$c = 331,4 + 0,6 \cdot t \text{ (m/s)} \quad 3.2.2.$$

каде што t е температурата на гасот во ($^{\circ}\text{C}$). Така, на температура од 20 ($^{\circ}\text{C}$) брзината на звукот ќе биде $c = 343,4 \text{ (m/s)}$, а на $-20 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$ брзината на звукот ќе биде $c = 319,4 \text{ (m/s)}$.

Брзината на звукот кај гасовите зависи од влажноста на гасот. Со зголемувањето на влажноста на гасот, брзината на звукот се намалува и има најниска вредност при влажност од 14%. Со влажност поголема од 14%, брзината на звукот се зголемува со зголемување на влажноста. Во подрачја со релативна влажност помала од 30%, порастот на брзината на звукот е линеарна.

Промената на релативната влажност на гасот не влијае многу на брзината на звукот, туку на насоката на звучните бранови при нивното ширење на големи растојанија. Над површината на водата каде што влажноста е 100%, звучните бранови се насочени нагоре.

Брзината на звукот при 20 ($^{\circ}\text{C}$) и атмосферски притисок $p_0 = 1 \text{ (bar)}$, за движење низ гасови е:

- Водород $c = 1270 \text{ (m/s)}$
- Кислород $c = 317 \text{ (m/s)}$
- Хелиум $c = 971 \text{ (m/s)}$

- Течна средина:

$$c = \sqrt{\frac{1}{k \rho_0}} \text{ (m/s)} \quad 3.2.3.$$

каде што k е компресибилност на течноста, а ρ_0 е нејзината густина.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Така, за вода на температура од 10 (°C), брзината на простирање на звукот е $c = 1440$ (m/s); за глицерин на температура од 20 (°C), брзината на простирање на звукот е $c = 1920$ (m/s); за петролеј на температура од 15 (°C), брзината на простирање на звукот е $c = 1330$ (m/s).

- Цврсто тело:

Брзината на лонгитудиналните бранови во цврсто, неограничено изотропно тело е:

$$c = \sqrt{\frac{E(1-\mu)}{\rho(1+\mu)(1-2\mu)}} \text{ (m/s)} \quad 3.2.4.$$

каде што E е модулот на еластичност, а μ е *Poisson*-овиот коефициент.

Брзината на распространување на лонгитудиналните бранови во плоча е:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho(1+\mu)}} \text{ (m/s)} \quad 3.2.5.$$

а низ профили со кружен пресек:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \text{ (m/s)} \quad 3.2.6.$$

Брзината на ширење на трансверзалните бранови за неограничено цврсто тело е:

$$c = \sqrt{\frac{E}{2\mu(1+\mu)}} \text{ (m/s)} \quad 3.2.7.$$

Кај плочите се битни брановите на свивање. За нив брзината на распространување на звукот е:

$$c = \sqrt{\omega^4 \frac{D}{m}} \text{ (m/s)} \quad 3.2.8.$$

каде што ω е кружна фреквенција, m е масата на единица површина, а

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)} \quad 3.2.9.$$

е коефициент на крутост, при што h е дебелината на плочата.

Табела 3.2. Брзината на звукот во некои цврсти материјали е:

(Table 3.2. Sound speed of some though materials)

Материјал/ Material	Брзина во (m/s)/Speed
Железо/ Iron	5.000
Алуминиум/ Aluminium	5.105
Сребро/ Silver	2.700
Олово/ Lead	1.300
Стакло/ Glas	3.490
Плута/ Cork	500
Гума/ Rubber	40 - 150

3.2. Енергија на звук

За да постои звук, мора да постои звучен извор со соодветна енергија. Звучната енергија настанува со претворање на механичката енергија на звучниот извор во акустична. Акустичната енергија се троши за придвижување на молекулите во еластичната средина. Колку е поголема енергијата на звучниот извор толку е пошироко звучното поле.

Енергијата на звукот во единица време се нарекува просторна густина на акустичната енергија. Таа претставува збир од кинетичката и потенцијалната енергија:

$$E = Ek + Ep \quad (Ws/m^3) \quad 3.3.1.$$

$$Ek = \frac{1}{2} pV^2 \quad 3.3.2.$$

$$Ep = \frac{1}{2} kp^2 \quad 3.3.3.$$

$$E = \frac{pV}{c} \quad 3.3.4.$$

E – енергија;

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

E_k – кинетичка енергија;

E_p – потенцијална енергија;

V – брзина на осцилирање;

K – модул на компресија.

3.3. Моќност на звук

Моќноста на акустичната енергија во единица време:

$$P = \frac{E v}{t} = E \cdot V \quad (W) \quad 3.4.1.$$

Ако звукот минува низ просторот со површина A и должина L , при што се изминува патот $L = C \cdot t$, изразот за моќност може да се напише како:

$$P = \frac{W}{t} = E \cdot A \cdot C \quad (W) \quad 3.4.2.$$

3.4. Јачина на звук

Од дефиницијата за акустична моќност ја определуваме јачината на звукот. Јачина на звук е онаа количина на акустична енергија којашто во единица време минува низ единица површина, нормална на правецот на простирање на звучните бранови.

$$I = E \cdot C \quad (W/m^2) \quad 3.5.1.$$

За произволен правец на звукот, кога тој со површината низ којашто поминува зафаќа агол α , јачината на звукот ќе биде:

$$I = p \cdot V (\pm \cos \alpha) \quad 3.5.2.$$

3.5. Единици и големини со коишто се изразува звукот

Звукот може да се мери во разни единици и големини, но најчест е интензитетот којшто се дефинира како проток на енергија во единица време на единица површина. Мерна единица за мерење на интензитетот на бучава е бел (B):

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

$$n = \log \frac{p_1}{p_2} \quad (B) \quad 3.6.1.$$

$$n = \log \frac{l_1}{l_2} \quad (B) \quad 3.6.2.$$

Бидејќи оваа единица е многу голема, во пракса се применува логаритамската единица децибел (dB) којашто го мери нивото на звукот. Оваа единица е изразена со равенката:

$$n = 10 \log \frac{\text{звучен притисок-интензитет}}{\text{референтен притисок-интензитет}} \quad 3.6.3.$$

n – ниво на интензитет на звук.

Други равенки преку коишто се пресметува нивото на интензитет на звукот, се:

$$n = \log \frac{w_1}{w_2} \quad (B) \quad 3.6.4.$$

$$n = \log \frac{P_1}{P_2} \quad (B) \quad 3.6.5.$$

Бидејќи интензитетот на звукот е пропорционален со квадратот на звучниот притисок, тогаш:

$$\text{Ниво на звучен притисок} = 20 \log \frac{\text{звучен притисок}}{\text{референтен притисок}} \quad (dB) \quad 3.6.6.$$

Нормален референтен притисок е $2 \cdot 10^{-5} \text{N/m}^2$, што одговара на праг на слушање на звук со фреквенција од 1 KHz.

Други единици за мерење на звук се:

- **Fon**– единица за громкост којашто покрај интензитетот ја зема предвид и фреквенцијата, и е поблиска на субјективното чувство за звук;
- **Son**– единица за гласност ($40 \text{ fona} = 1 \text{ son}$), најмногу се приближува на субјективното чувство за громкост;
- **Stid**– единица за мерење на пречки или единица за неподносливост на звукот.

3.6. Висина и боја на тонот

Кај центрифугалните машини или осовините на електричните мотори, зацврстена е кружна метална плоча на којашто се изрежани голем број кружни отвори, поставени по периферијата на концентричните кругови. На еден ред од отворите се нанесува струја со компримиран воздух што излегува низ тесна цевка којашто е споена со перници. Со вртење на плочата, воздушната струја наизменично се прекинува, и тоа во околниот воздух предизвикува промени што ги слушаме како звук. Со рамномерни и доволно брзи вртења на плочата, звукот го слушаме како тон со одредена висина. Ако се зголеми брзината на вртежите, тонот станува сè повисок. Висината на тонот зависи од бројот на отворите коишто во единица време поминуваат покрај цевката во којашто струи воздух. Со други зборови, висината на тонот зависи од фреквенцијата, т.е. од бројот на трепкање на звучниот извор во секунда. Доколку фреквенцијата на звучниот извор е поголема, тонот е посилен.

Звучните извори можат да даваат тонови со различна фреквенција, но ние сите произведени фреквенции не ги слушаме исто.

Покрај висина на тонот се разликува и боја на тонот. Тоновите со иста висина од два различни музички инструменти, на пример флејта и виолина или хармоника и клавир, не се еднакви по боја. Музичките тонови како што е спомнато, се сложени тонови. Основниот тон го следат горните хармонични тонови. Од бројот на хармониските тонови и нивната релативна јачина зависи бојата на музичкиот тон.

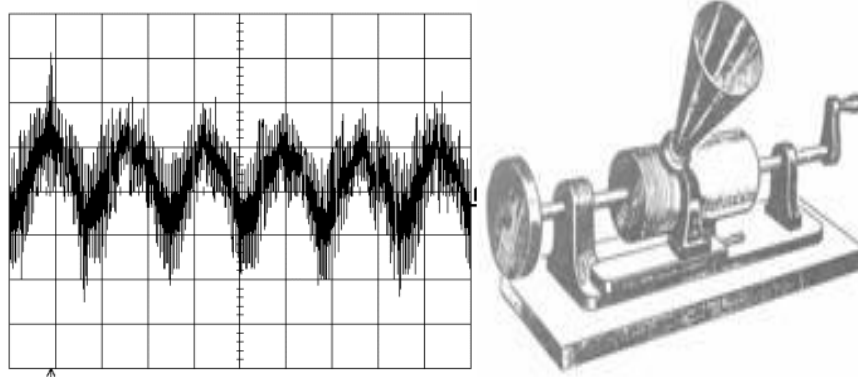
3.7. Историја на звукот

Звукот прв го снимил Томас Едисон во 1877 година. Тоа го направил со помош на апарат којшто имал валјак што се вртел со рачка. На апаратот се наоѓала конусна цевка во форма на труба, на чијшто потесен крај, како капак била прицврстена еластична мембрана и игла. Звучните бранови што влегувале во поширокиот крај на цевката, ја движеле мембраната на потесниот крај, а тоа движење таа го пренесувала на игла. Валјакот бил прекриен со тенок лист калај на којшто се потпирал врвот на иглата. Со помош на системот за пренос и

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

запченици, при вртењето на рачката полека се вртела трубата заедно со прицврстената игла по должината на валјакот. По него, иглата правела вдлабнатини во вид на спирали. Кога некој зборувал или пеел во трубата, иглата правела различни вдлабнатини во валјакот: подлабоко спуштање на иглата правело подлабока вдлабнатина и обратно. Таа различна длабочина на вдлабнатините претставувала прва слика на звукот.

За да се репродуцира снимениот звук, иглата и трубата се враќани на почетната положба, односно на почетокот на вдлабнатините на фолијата. Со движење на рачката, иглата се движела по вдлабнатината и предизвикувала треперење, односно вибрирање на еластичната мембрана во трубата. Поради тоа и воздухот во трубата се движел и го создавал истиот звук што бил снимен на почетокот на процесот.



Слика 3.1. Изглед на машината на Томас Едисон
(Figure 3.1. The machine of Thomas Edison)

4. БУЧАВА

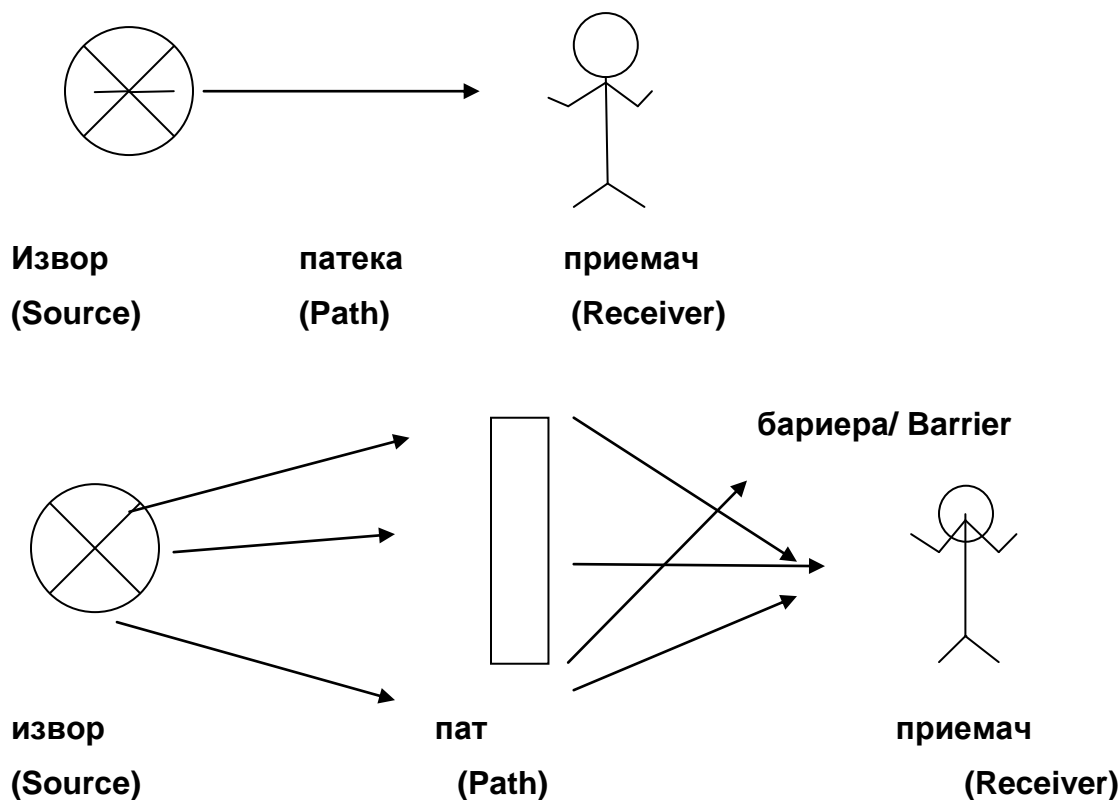
Бучавата претставува непријатен звук или звучна појава што при одреден интензитет предизвикува непријатно чувство кај човекот и влијае на неговата психофизичка состојба; ја намалува работната продуктивност; го попречува одморот и сонот и создава немир и нерасположение. Бучавата е физички агенс од животната средина со тенденција на пораст во развиените земји и во земјите во развој. Во Европската Унија, околу 30% од популацијата се изложени на

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

сообраќајна бучава со еквивалентно ниво повисоко од 55 dB(A) во текот на денот; додека 13% се изложени на еквивалентно ниво коешто надминува 65 dB(A) .

Во едноставни термини, бучавата претставува несакан звук. Звукот е една форма на енергија којашто се емитува од страна на вибрирачко тело и достигнува до увото каде што предизвикува чувство на слух, преку нерв. Звучите предизвикани од сите тела не се слушаат. Фреквентната граница на звучност изнесува од 20 HZ до 20.000 HZ .

Проблемот со бучавата обично се состои од три меѓусебно поврзани елементи: извор, приемач и преносен пат. Оваа патека обично е атмосферата преку којашто се шири звукот се шири, но може да се вклучат и градежни материјали од некои згради што содржат приемник. (слика 4.1.)



Слика 4.1. Меѓусебен однос на елементите на бучавата
(Figure 4.1. Inter-relationship between the elements of noise)

Бучавата може да биде постојана или повремена. Таа може да биде со висока или со ниска фреквенција којашто е непожелна за нормалниот слух. На

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

пример, плачот на дете произведува звук што во главно е непожелен за нормалниот слух. Поради тоа што е непријатен звук, се нарекува бучава.

Дискриминацијата и разликувањето помеѓу звукот и бучавата зависи од навиката и интересот на личноста/ видот на примачот, околината и влијанието од генерираниот звук во текот на траењето. Овде може да биде пример, одлично изрежен музички концерт што може да се почувствува како шум и одлична музика, како и на самиот концерт.

Звуците со фреквенција помала од 20Hz се нарекуваат инфрацрвени, а тие поголеми од 200.000Hz се нарекуваат ултразвук.

Звукот што пречи, иритира и може да доведе до оштетување на органот за слух се нарекува бучава.

Изворите на бучава се различни, и поради нивното категоризирање и со набљудувањето на нивното влијание врз животната средина, за секого од нив се сврзани следните три карактеристики: временска, просторна и акустична карактеристика.

Според временските карактеристики на звуците коишто произлегуваат, изворите на бучава се делат на стационарни (постојани) и повремени.

Во врска со просторната карактеристика, изворот на бучава може да биде стационарен или мобилен.

Во врска со акустичната карактеристика, изворот на бучава се карактеризира со јачина, спектар, снага и насоченост.

Во основа, во зависност од потеклото, дефинирани се два вида бучава: бучава од природни извори и бучава од вештачки извори. Природни извори на бучава се природните појави како што се грмотевицата, шумот на силен ветер, шумот на водопад и слично. Вештачки извори на бучава се сите извори направени од човекот.

Основната поделба на бучавата во урбаните средини е:

- Бучава во работната средина;
- Бучава во животната средина или комунална бучава.

Под бучава во работната средина се подразбира секој шум произведен од машина или апарат во производството или работното место.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Но, на работното место може да допира и бучава од околината, па така бучавата во работната средина се дели на:

- Бучава произведена од средството за работа со коешто работникот непосредно работи, ракува или го опслужува.
- Бучава што ја произведува средството за работа со коешто работникот не работи и не го опслужува.
- Бучава што ја прават непроизводните средства за работа како што се: уредите за вентилација, климатизација, бучава од соседните простории, од надворешниот сообраќај и слично.

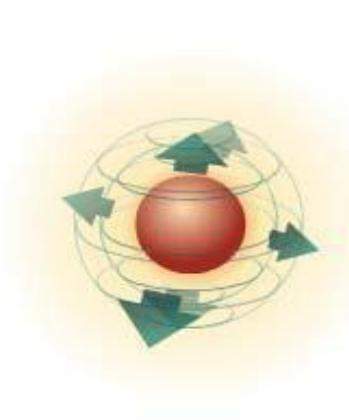
Бучавата во комуналната средина го опфаќа секој оној звук надвор од работната средина, што значи во станите, училиштата, местата за рекреација и слично. Според изворот од којшто доаѓа, таа може да се подели на:

- Сообраќајна бучава;
- Индустриска бучава во населени места;
- Улична бучава од различно потекло (озвучувања на локали, од градежни машини и слично).
- Бучава од домаќинството (од електрични уреди и апарати, од различни инсталации, од соседни станови и слично).

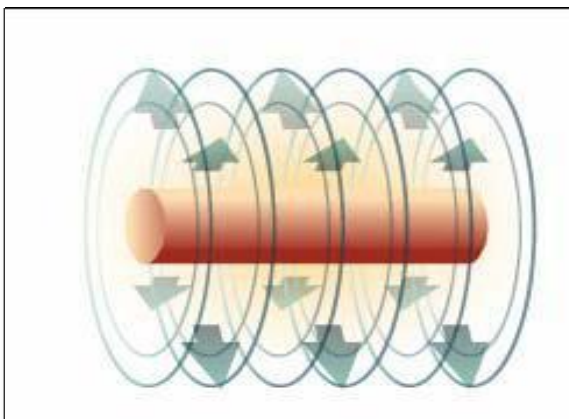
Со оглед на тоа што изворите на бучава се разновидни, поединецот често не е свесен што предизвикува неговата изложеност на бучава. Тие може да бидат поврзани со просториите во коишто работат или живеат, т.е. да бидат поврзани со производниот процес или околината во којашто живее. Во оваа група се вбројува бучавата од музиката во рестораните и разни други простории за забава. Изворите на бучава можат да бидат и надворешни и неповрзани со работните активности на луѓето. Во овој случај, најмногу се вбројува бучавата од сообраќајот којшто денеска спаѓа во најважното загадување на животната средина.

Поголемите извори на бучава од секојдневниот живот може да се поделат како кружни и линиски извори. Од кружниот извор, звукот се шири еднолично (кугласто) во сите правци (слика 4.2.), а од линискиот извор – цилиндрично (слика 4.3.).

Пример за линиски извор може да бидат патиштата набљудувани од некоја оддалеченост, додека со кружни извори на бучава редовно се претставуваат изворите на индустриската бучава.



Слика 4.2. Кружен извор
(Figure 4.2. Circular source)



Слика 4.3. Линиски извор
(Figure 4.3. Line source)

4.1. Одредување на нивото на бучава

Оптоварувањето на средината со бучава, заради патниот сообраќај се оценува со пресметување на дневното и ноќното ниво на бучава за карактеристичниот временски период од едно деноноќие.

Оценката се состои од неколку фази: определување на базичното еквивалентно ниво на бучавата од автомобилскиот сообраќај на одделни патни делници, во зависност од интензитетот и структурата на протокот на возила; корекција на еквивалентното ниво според брзината на движење, видот на патната облога, стрмноста на патот и влијанието на регулираните раскрсници.

Оценетите нивоа на бучава L_d и L_n , на овој начин се пресметуваат за долги и рамни делови на патот на коишто должината l е на секоја страна од местото за коешто се оценува нивото на бучава, поголема од трикратната раздалеченост помеѓу местото на изворот на бучава и местото за оценување на бучавата.

Интензитетот на звукот се мери со нивоа на звучен притисок (SPL), а заедничка единица на мерењето е децибел (dB). Заедницата (амбиентот) на бучавата се мери во пондериран SPL, скратено dB (A). Звуците со фреквенција од 800 до 3.000 Hz се покриени од страна на A-скалата. Ако нивото на звучниот

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

притисок L_1 во dB се мери на r_1 метар, а потоа нивото на звучниот притисок L_2 се мери во dB на r_2 метар, дава:

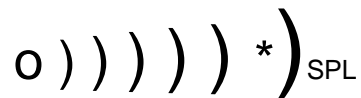
$$L_2 = L_1 - 20 \log_{10} (r_2/r_1) \quad 4.1.1.$$

Ако нивото на бучавата се мери во однос на притисокот, тогаш нивото на звучниот притисок L_p се добива од:

$$L_p = 20 \log_{10} \left(\frac{P}{P_0} \right) dB(A) \quad 4.1.2.$$

L_p се мери во однос на стандарден референтен притисок $P_0 = 2 \times 10^{-5} N/m^2$ којшто е еднаков на нула децибели.

Звучен притисок е притисокот во точка, произведен од изворот на звукот (Слика 4.4.).

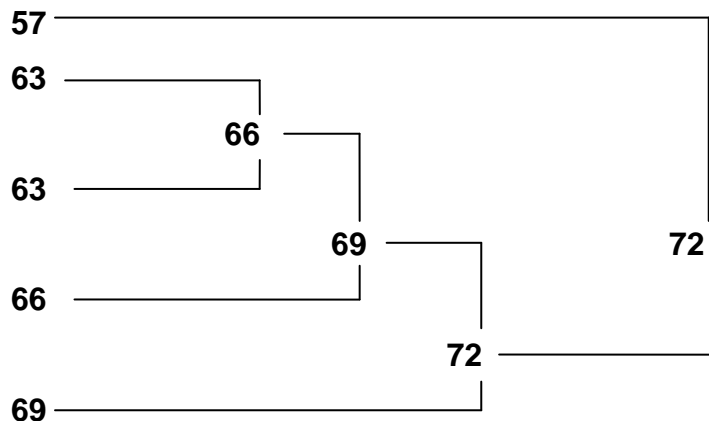


Слика 4.4. Дефиниција за звучен притисок
(Fig. 4.4. Definition of sound pressure)

Ден-ноќ еквивалентното ниво на бучава ($L_{дн}$) може да се изрази како:

$$L_{дн}, dB(A) = 10 \times \log_{10} \left[\frac{15}{24} \left(\frac{10L_d}{10} \right) + \frac{9}{24} \left(\frac{10(L_n)}{10} \right) \right] \quad 4.1.3.$$

Собирање на нивото на бучава: Ефективното ниво на бучава од два или повеќе извори, едноставно не може да се додаде алгебарски. На пример, нивото на бучава од два воздушни уреди, секој по $60 dB(A)$, не е $60 + 60 = 120 dB(A)$ туку $60 + 3 = 63 dB(A)$. Слично се нивоата на бучава од $57 dB$, $63 dB$, $63 dB$, $66 dB$, $69 dB$ и $72 dB$. Пресметката е прикажана подолу.



**Слика 4.5. Собирање на нивото на бучава
(Figure 4.5. Addition of sound levels)**

Оценетото ниво на бучава L_d се пресметува за одделни патишта-коловози и улици, за временски период од денот од 7 до 23 часот, а се изразува во $dB(A)$ и се пресметува по равенката:

$$L_d = L_d(25) + D_{брзина} + D_{стрмина} + D_{коловоз} + D_{растојание} + D_{висина} + D_{терен} + K$$

4.

4.2.2.

каде што $L_d(25)$ е просечна оценета вредност на ниво на бучава во текот на денот.

Вредностите $L_d(25)$ и $L_n(25)$ се оценето ниво на бучава што го предизвикува сообраќајот на растојание од $25m$ од средината на коловозот, и на просечна висина $hm=2,25m$, при просечна брзина на возилата од $100km/h$. Притоа, местото на изворот на бучавата е на средина на коловозот и $0,5 m$ над изабениот слој на коловозот. Просечната висина hm се одредува како просечна оддалеченост помеѓу тлото и цртата којашто ги поврзува местото на извор на бучавата со местото на бучава. На рамно тло, просечната висина hm е просечна аритметичка висинска разлика помеѓу тлото и местото на извор на бучавата, и висинска разлика помеѓу тлото и местото на бучава.

$L_d(25)$ и $L_n(25)$ се пресметуваа по равенката:

$$L_{d,n}(25) = 37,3 + 10 \log (M, (1 + 0,082 p)) \quad (dB(A)) \quad 4.2.3.$$

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

каде што:

- p е процент на сите тешки возила со вкупна тежина над 2,8 t во сообраќајот;
- M е густина на прометот – сообраќајот на разгледуваниот пат што се мери со протокот на возила на час и пресметката од табела 4.1. на овој прилог, во однос на вредноста на просечниот еднодневен проток на возила на патот и во однос на категоријата на патот. Просечниот еднодневен проток на возила се пресметува врз основа на податоците од броењето на прометот – сообраќајот или оценка за прометот – сообраќајот за цела календарска година.

Табела 4.1. Оценка на густината на сообраќајот M , во зависност од дневниот проток на возила (ДПВ), и оценка на учеството на товарните возила p :

(Table 4.1. Average traffic density M , depending on the daily flow of vehicles (DPV), and evaluate the participation of trucks p)

Категорија на возила	Ден, 6ч -22ч м. бр. На возила / n% /day	Ноќ, 22ч - 6ч м. бр. На возила / n% /night	
		0,014 ДПВ	45
Автопат, приклучна улица/ highway, street connection	0,06 ДПВ	0,014 ДПВ	45
Магистрален пат/ highway	0,06 ДПВ	0,011 ДПВ	20
Регионален пат/ regional road	0,06 ДПВ	0,008 ДПВ	10
Локален пат/ local road	0,06 ДПВ	0,011 ДПВ	3

4.2. Мерење и мерни методи

За проценка на штетното дејство на бучавата и за преземање соодветни мерки за заштита, потребно е да се располага со точни и веродостојни податоци за истите. Зависно од целта на мерењето, постојат различни постапки за мерење при коишто се следат параметрите што се најпогодни за обработка.

Во основа постојат две методи на мерење: *објективна и субјективна*.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Под **објективно мерење на вибрациите и бучавата** се подразбира определување и следење на физичките параметри важни за состојбата на средината во којашто истите се јавуваат.

Субјективниот начин на мерење се состои во примена на методи коишто го проценуваат штетното дејство на бучавата врз човекот. Во групата на тие методи спаѓаат разни анкети и начини за определување на индексот којшто го дава пореметувањето и состојбата на непријатност, и директното реагирање на човекот, на средината во којашто се јавуваат одредени вибрации и бучава.

Основни големини коишто се мерат кај бучавата се:

- Звучниот притисок;
- Интензитетот на звукот;
- Амплитудниот спектар и
- Временските промени.

При мерењето, мора да се внимава на условите при коишто се мери. Тие секогаш треба да бидат познати и еднакви. Како објективен резултат се смета оној што е добиен во серија од барем три мерења, направени во исти услови. Доколку бројот на мерењата во една серија мерења е поголем, може да се смета на поголема вистинитост на резултатот од мерењето. При сите мерења во исти услови, не се добиваат исти резултати. Како објективен резултат се зема оној што најмногу пати се повторува во една серија мерења.

Пред да се изврши мерењето, многу е важно да се изврши контрола и баждарење на мерните инструменти.

Кај мерењето на бучавата, посебно е важно да се знае каде треба да се постави соодветниот мерен инструмент, локацијата на изворот на бучава и слично.

Основно за спроведување на сите мерења е да се внимава на:

- Местото на мерење и критериумите за избор на мерното место;
- Бројот на мерењата и временскиот период на истите;
- Начинот на обработка и прикажување на резултатите;
- Улогата на човечкиот фактор при мерењето.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Мерењето на бучавата на работното место се врши врз основа на полното работно време и во нормални услови на работа, со вклучени уреди за вентилација, климатизација и слично.

Мерењето на бучавата, освен во работните простории се врши и на работното место, покрај работната машина со цел да се оцени директното дејство врз човекот.

Мерењето на бучавата од машините и апаратите се врши во специјално направени простории – глуви комори, во коишто не влегуваат други шумови. Доколку не постои глува комора, тогаш бучавата од машината може да се мери во временскиот период кога останатите машини и апарати во просторијата се исклучени, односно не работат.

4.3. Инструменти за мерење бучава

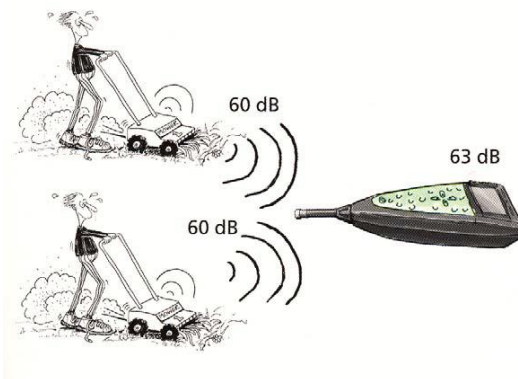
Основен инструмент за мерење на бучавата е **фонометарот** којшто уште се нарекува и букомер, шумомер и сонометар. Тој е баждарен врз основа на равенката за ниво на притисокот, односно интензитетот:

$$L = 10 \log \frac{I_1}{I_0} = 20 \log \frac{P_1}{P_0} \text{ (dB)} \quad 4.4.1.$$

Фенометрите се така конструирани што можат да мерат бучава на кое било место, а напојувањето им е батериско. Со помош на фенометарот, бучавата може да се сними на магнетофон и на тој начин трајно да се сочува. Опсегот на мерење на фенометарот е 20 - 140 (dB).

Основен дел на фенометарот е микрофонот. Задачата на микрофонот е променливиот звучен притисок да го претвори во соодветна промена на електричниот напон.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини



**Слика 4.6. Апарати за мерење бучава
(Figure 4.6. Device for measuring noise)**

Денес, најзастапен е кондензацискиот микрофон којшто всушност претставува еден плочест кондензатор за чиешто плочи е приклучен едномерен напон U_0 . Едната (првата) плоча на кондензаторот претставува мембрана на микрофонот. Таа вибрира под дејство на променливиот звучен притисок. Вибрирањето предизвикува промени во капацитетот на кондензаторот, а со тоа се менува и количината на електрицитет на неговите плочи.

За графичко презентирање на нивото на бучава, на амплитудниот спектар или некоја друга физичка големина се употребуваат *регистратори* или *пишувачи*. Тоа се многу прецизни инструменти коишто се приклучуваат на инструментот што извршува некоја функција – фонометар. Тој претставува завршен дел во низата инструменти за испитување на бучавата. Записот на регистраторот е конечен резултат на некое мерење или анализа, и служи за трајна документација.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Пишувањето се извршува на посебна хартија, при што се добива јасен и прецизен облик на сигналот што се регулира со промената на брзината на пишување на иглата.

За соодветна обработка на податоците и проценка на штетноста на бучавата, често се применуваат *анализатори за статистичка распределба*. Овие инструменти може да се користат непосредно на терен или во лабораторија. Ако се користат во лабораторија, тогаш им се доведува сигнал снимен на магнетофонска трака.

Во врска со бучавата, овие анализатори се мошне добри затоа што можат да го додадат вкупното ниво на бучава, како и кривините на вкупното ниво на бучавата коишто се неопходни за определување на класите L_{10} , L_{50} и L_{90} , како и други нивоа што се сврзани со временската застапеност.

Новата генерација на овие инструменти има опсег од 20 – 130 (dB) и за анализа може да прими и 60.000 примероци. Овие инструменти имаат сопствена меморија, можност да се приклучат на компјутер и извонредни можности за анализа.

Дозиметри на бучава – ова се инструменти коишто покажуваат колкава количина на бучава има примено работникот во текот на осумчасовното работно време. Работникот, на бучава од 90 (dB) смее да биде изложен осум часа, а на бучава од 115 (dB) само 0,5 часа. Врз основа на овие прописи што се регулирани со Правилникот за општите мерки и нормативи за заштита при работа, е конструиран дозиметарот.

Дозиметрите се обично џебни инструменти што работат на батерии. Кај нив, како 100% доза на бучава се зема изложеноста на бучава од 90 (dB) за време од осум часа. Применетата бучава се очитува директно на дозиметрот во проценти.

Магнетофони – Снимањето на бучавата може да се изврши и со магнетофони. За оваа цел може да послужи кој било магнетофон што има опсег над 50 (dB) и 20 – 2.000 (Hz), со отстапување ± 1 (dB) и со брзина на движење на траката од 9 – 19 (cm/s). На пазарот постојат и специјални магнетофони за снимање на бучавата, но истата работа можат успешно да ја извршат и обичните репортерски магнетофони што ги имаат прикажаните карактеристики.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

4.4. Локации на мерните станици и мерните места

Мерните станици и мерните места треба да бидат лоцирани во подрачја каде што е потребно да се обезбеди заштита од бучавата врз здравјето на луѓето и животната средина, и притоа да овозможат:

1. Спроведување системски набљудувања и мерење за определување на оптоварувањето со бучава во животната средина;
2. Собирање точни податоци за нанесување стратешки карти за бучава и информации за изработка на акциски планови за намалување на оптоварувањето со бучава;
3. Собирање точни податоци за изложеност на населението на бучава со коишто се врши проценка на штетните ефекти на бучавата врз здравјето на населението;
4. Размена на информации.

Локациите на мерните места и мерните станици се определуваат по подрачја, во зависност од степенот на заштита од бучава и од видот на активностите и чувствителноста на населението што престојува во нив, и се диференцирани во четири степени и тоа:

- **Подрачје со 1. степен** на заштита од бучава е подрачје наменето за туризам и рекреација, подрачје во непосредна близина на здравствени установи за болничко лекување и подрачје на национални паркови или природни резервати;
- **Подрачје од 2. степен** на заштита од бучава е подрачје коешто е примарно наменето за престој, односно станбен реон, подрачје во околината на објекти наменети за воспитна и образовна дејност, објекти за социјална заштита наменети за сместување на деца и стари лица, објекти за примарна здравствена заштита, подрачја на игралишта и јавни паркови, јавни зеленила и рекреациски површини и подрачја на локални паркови;
- **Подрачје со 3. степен** на заштита од бучава е подрачје каде што е дозволен зафат во околината, во коешто помалку ќе пречи предизвикувањето на бучава, односно трговско-деловно-станбено подрачје коешто истовремено е наменето за престој, односно каде што има објекти, заштитени простории, занаетчиски и слични дејности на производство

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

(мешано подрачје); подрачје наменето за земјоделска дејност и јавни центри каде што се вршат управни, трговски, услужни или угостителски дејности;

- **Подрачје со 4. степен** на заштита од бучава е подрачје каде што се дозволени зафати во околината, коишто можат да предизвикаат пречки со бучава, подрачје без станови, наменето за индустриски или занатчиски или други слични производствени дејности, транспортни дејности за складирање и сервисни дејности и комунални дејности коишто создаваат поголема бучава.

Покрај определувањето на локациите на мерните места и мерните станици, мерните места и мерните станици за мерење на бучавата треба да бидат лоцирани и во подрачјата коишто се во соседство на магистрални патишта, железнички линии и аеродроми.

Бројот, распоредот и конкретната локација на мерните станици и мерните места што ја сочинуваат државната и локалната мрежа за „мониторинг“ на бучава се определуваат со годишната програма за работа на државната и локалната мрежа за „мониторинг“ на бучава.

Мерните станици треба да бидат лоцирани надвор, на отворено во близина на објектите коишто треба да бидат заштитени од бучава.

Мерните места треба да бидат лоцирани надвор, на отворено или внатре во просториите на објектите коишто треба да бидат заштитени од бучава.

Внатре во просториите на становите, болничките соби, просториите за одмор на деца и ученици, спални соби во домови за стари лица и пензионери и во хотелски соби, мерното место се лоцира во средишниот простор на секоја просторија.

Во киносали, во простории за воспитно-образовна дејност, во чекални во библиотеки, во театарски и концертни сали треба да има најмалку три мерни места, доколку се работи за простории со капацитет до 500 лица или на најмалку пет мерни места во простории со поголем капацитет. Мерните места треба да бидат рамномерно распоредени за да ја покријат целата површина на просторијата, при што најмалото меѓусебно растојание треба да изнесува 1,5 метри. Мерното место се лоцира на растојание од најмалку еден метар до ѕидот,

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

најмалку 1,5 метар од прозорецот, на висина од 1,5 до 2,5 метри од подот, односно на висина од 30 сантиметри до еден метар од таванот и тоа кога прозорците и вратите се затворени.

Во подрачјата со 1. и 2. степен на заштита од бучава се поставуваат најмалку пет мерни места што се лоцираат на начин на којшто целокупната површина на подрачјето ќе биде рамномерно зафатена.

Во подрачјата со 3. и 4. степен, како и подрачјата покрај магистралните патишта и градските сообраќајници, подрачјата покрај железничките пруги и во околината на аеродромите се поставуваат најмалку десет репрезентативни мерни места што треба да ја покријат целата зона на сообраќајницата и постојаните извори на бучава. Пред објектите, мерното место се поставува на растојание од три метри пред фасадата, односно 0,5 метри пред отворениот простор.

Табела 4.2. Според степенот на заштита од бучавата, граничните вредности за основните индикатори за бучавата во животната средина предизвикана од различни извори не треба да бидат повисоки од:

(Table 4.2. The degree of protection against noise limit values for basic indicators of environmental noise caused by different sources should not be higher than)

Подрачје диференцирано според степенот на заштита од бучава / area differentiated by the degree of protection against noise	Ниво на бучава изразено во dBA/noise level expressed in dBA		
	L_d	L_b	L_n
Подрачје од прв степен/ area of first degree	50	50	40
Подрачје од втор степен/ area of second degree	55	55	45
Подрачје од трет степен/ area of third degree	60	60	55
Подрачје од четврт степен/ area of fourth degree	70	70	60

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Табела 4.3. Граничните вредности за нивото на основните индикатори за бучава внатре во просториите во коишто престојуваат луѓето, а особено каде што престојуваат чувствителните групи население, како и заради заштитата од несакани ефекти по здравјето, изнесуваат:

(Table 4.3. The limit values for the level of basic indicators of noise inside the premises where people reside, especially in staying sensitive population group, as well as for protection from adverse health effects is)

Видови простории / sort of facilities	Ниво на бучава изразена во dBA / noise level expressed in dBA		
	L_d	$L_{в}$	L_n
Болничка соба, единици за интензивна нега и оперативни сали / hospital room, intensive care, operating rooms	30	30	30
Простории во станбени објекти, простории за одмор на деца, спални соби во домови за стари лица и пензионери, хотелски соби / rooms in residential buildings, facilities for recreation of children, bedrooms in homes for fear of people and retirees, hotel rooms	35	35	30
Ординации во здравствени установи, сали за конференции, киносали, театарски и концертни сали / practices in healthcare facilities, conference halls, cinemas, theaters and concert halls	40	40	35
Училници, читални, амфитеатри, предавални, простории за научноистражувачка работа / classrooms, reading rooms, amphitheatres, lecture halls, facilities for research work	40	40	40
Работни простории во административни згради, канцеларии / operating rooms in administrative buildings, offices	50	50	50
Фоајеа на театри и кина, фризерски и козметички салони, ресторани и слаткарници / lobby of theaters and cinemas, beauty salon and hairdressing, restaurants, pastry	55	55	55

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Граничните вредности за дополнителниот индикатор L_{Amax} , коишто не треба да бидат надминати со цел да се спречат несакани ефекти по здравјето кај изложената популација, изнесуваат:

Табела 4.4. Гранична вредност за дополнителниот индикатор L_{Amax}

(Table 4.4. Limit values for the additional indicator L_{Amax})

Видови простории/ Types of permises	Ниво на бучава изразена во dBA/Noise level in dB(A)	
	L_{Amax} дење L_{Amax} day	L_{Amax} ноќе L_{Amax} night
Станбена зона (надвор)/ Residential area (outdoors)	/	60
Простории во станбени објекти, простории за одмор на деца, спални соби во домови за стари лица и пензионери, хотелски соби (внатре)/ Residential object premises, children rest premises, geriatrics bedrooms, hotel rooms (indoors)	/	45
Болници и други стационарни објекти за лекување/ Hospitals and other stationary healthcare objects	/	45
Индустриски, комерцијални, трговски и сообраќајни реони/ Industrial, commercial, trade and traffic areas	110	110
Јавни собири, фестивали, концерти, дискотеки/ Public gatherings, festivals, concerts, night clubs	110	110

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Табела 4.5. Граничните вредности за нивото на бучавата во реони надвор од урбанизираните локации изнесуваат:

(Table 4.5. The limit values noise levels in areas outside of urbanized site is)

Видови реони/ Types of areas	Ниво на бучава изразена во dBA/Noise level in dB(A)		
	L _д	L _в	L _н
Реони изложени на интензивен патен сообраќај/ Areas exposed to intensive road traffic	60	55	50
Реони изложени на интензивни железнички сообраќај/ Areas exposed to intensive railway traffic	65	60	55
Реони изложени на авионски сообраќај/ Areas exposed to air traffic	65	65	55
Реони со интензивна индустриска активност/ Areas with an intensive industrial activity	70	70	70
Тивки реони надвор од агломерациите/ Quite areas outside agglomerations	40	35	35

Гранична вредност за нивото на бучава што се создава при одржување јавни приредби, јавни собири или други јавни настани проследени со употреба на звучни и други уреди коишто доведуваат до зголемување на бучавата, не треба да надминува 85 dBA, а максималното ниво на бучава не треба да надминува 110 dBA, без оглед на времетраењето на настанот. Граничната вредност за нивото на бучава при изведување огномети или употреба на огнено оружје, не треба да надминува 140 dBA.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

4.5. Извори на бучава во животната средина

Од што се генерираат? Изворите на бучава можат да варираат во зависност од дневните активности. Можат да бидат од:

- домашни активности (движење на приборот, лупење и сечење овошје или зеленчук итн.);
- природни (бранови, птици/ функциите на животните, движење на ветерот, плимата итн.);
- комерцијални (автомобили, авиони, машини, лаборатории итн.);
- индустриски (генераторите, машините, котлите, превозните средства, пумпите итн).
- **Општи извори на бучава во животната средина**

Како општи извори на бучава во животната средина се вбројуваат:

- Индустриска, стопанска, занаетчиска или друга производна постројка или инсталација, како и друга опрема;
- Градежни активности;
- Главен пат – патна, прекуводна и железничка инфраструктура;
- Аеродром или хиподром, место за полетување и слетување;
- Полигон за потребите за заштита и спасување;
- Улична инфраструктура;
- Затворен (во објект) или отворен паркинг;
- Градби за домување и престојување на луѓе (соседство);
- Градби со спортски или други јавни приредби;
- Објект во којшто се употребуваат звучни уреди;
- Апарати за домаќинство;
- Автодроми, забавни паркови, спортски стрелишта, крајбрежни рекреативни локации и слични постројки за забава;
- Отворено или прекриено градилиште;
- Други извори на бучава од коишто се создава бучава поголема од пропишаната.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Како општ извор на бучава се смета и изведувачето јавна приредба, јавен собир и секаква употреба на звучна и друга опрема којашто предизвикува бучава, ако активността се одвива на јавно место, на отворен простор или во градба што не е наменета за таква дејност.

Нивото на бучава за некои од изворите е дадено во табелата 4.6.

Типичните истражувања во врска со загадувањето од бучавата откриваат различни извори на бучава. Резултатите од спроведеното истражување во централниот дел на Лондон од 1961 до 1962 год., откриваат присуство на бучава дури во 60-тите години. Уште тогаш патниот сообраќај е идентификуван како еден од главните извори на бучава.

**Табела 4.6. Ниво на бучава/
Table 4.6. Noise level**

Извор/ Source	Ниво на бучава(dB)A/ Noise level dB(A)	Извор/ Source	Ниво на бучава (dB)A/ Noise level dB(A)
Компресори за воздух/ Air compressors	95-104	Тивка градина/ Quiet garden	30
Дизел генератори / diesel generator	95	Часовник/ Ticking clock	30
Машина за стругање/ Lathe Machine	87	Компјутер/ Computer rooms	55-60
Фреза/ Milling machine	112	Машина за принтање/ Printing press	80
Сечење со оксидацион/ Оху- acetylene cutting	96	Спортски автомобили/ Sports car	80-95
Дробилка/ Pulveriser	92	Возови/ Trains	96
Ковање/ Riveting	95	Камиони/ Trucks	90-100
Погонско управување/ Power operated portable saw	108	Сирена на кола/ Car horns	90-105
Парни турбини/ Steam turbine	91	Полетување/ Jet takeoff	120

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Табела 4.7. Бучава што ги вознемирува луѓето

(Table 4.7. Noise that disturb people)

Бр./S.No.	Опис на бучавата/ Description of noise	Број на вознемирени лица, преку 100 анкетирани /No. of people disturbed per 100 questioned		
		Кога се дома/ When at home	Надвор/ When outdoors	На работа/ When at work
1	Сообраќај/ Road traffic	36	20	7
2	Авиони/ Aircraft	9	4	1
3	Возови/ Trains	5	1	0
4	Индустрини, градежни работи/ Industry / Construction work	7	3	10
5	Домашни апарати/ Domestic appliances	4	0	4
6	Влијанието од соседите/ Neighbors impact	6	0	0
7	Деца/ Children	9	3	0
8	Гласови/ Adult voices	10	2	2
9	Радио, ТВ/ Radio/TV	7	1	1
10	Свона, аларм/ Bells/alarms	3	1	1

Во зависност од потеклото се дефинираат два вида бучава и тоа:

- бучава од природни извори, и
- бучава од вештачки извори (создадена од човекот).

4.5.1. Бучава од природни извори

Како природни извори на бучава се јавуваат: шумолењето на водата, грмењето, пеењето на птиците и многу други природни појави коишто понекогаш може да предизвикаат мошне силен и непријатен звук или бучава. Изучувањето на природните извори на бучава и нејзиното штетно дејство врз човечкиот

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

организам, а посебно врз органот за слух – увото, до денес не е проучувано или пак сосема малку, од проста причина што нејзиното штетно влијание не ја загрозува човечката популација, туку дејствува поединично врз мошне мал број луѓе и под строго определени услови.

4.5.2. Бучава создадена од вештачки извори

Вештачки извори се сите видови бучава коишто се создадени од страна на човекот. Оваа бучава може да биде:

- **бучава во работна средина;**
- **бучава во животна средина (комунална бучава).**

Бучава во работна средина

Под бучава во работна средина или индустриска бучава се подразбира секој шум произведен од средствата за работа (апарати, машини и др.), во производството и на работното место. Бучавата има особено силен интензитет во индустриските погони и како последица на нејзиното дејствување врз човекот се јавуваат значителни нарушувања на здравјето.

Во зависност од потеклото на бучавата во работната средина, разликуваме три вида бучава:

- бучава предизвикана од средствата за работа (машини, апарати, уреди и слично) со коишто непосредно се ракува или ги опслужува работникот;
- бучава предизвикана од средствата за работа со коишто работникот не ракува непосредно;
- бучава што се создава од т.н. непроизводствени извори (уреди за климатизација и вентилација, бучава којашто допира од соседните хали, санитарни јазли, улици, сообраќај и слично).

Оваа бучава во работната средина којашто е продукт од работењето на средствата за работа во производните хали, по својот карактер е дисконтинуирана, додека нејзиниот интензитет во прв ред ќе зависи од типот на машината, бројот на машината во халата, начинот на којшто машината е прицврстена на подот, апсорпционата способност на халата и др.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Бучава во животна средина е бучава предизвикана од несакан или штетен надворешен звук создаден од човечките активности којшто е наметнат од блиската средина и предизвикува непријатност и вознемирување.

Со подобрувањето на животниот стандард на луѓето и развојот на техниката и технологијата, градовите се развија во големи индустриски центри. Со ваквата урбанизација, градовите се судрија со проблемот на бучава во животната средина. Ова особено се однесува за урбаните средини каде што комуналната бучава како загадувач на животната средина е присутна 24 часа. Неконтролираното ширење на градовите доведува до појава на населби близу до индустриските објекти или аеродромите, со што се создаваат т.н. мешовити зони.

Бучавата во животната средина може да се подели на:

1. бучава во домот;
2. бучава од блиски индустриски извори;
3. сообраќајна бучава.

4.5.3. Воздухопловна бучава

Воздухопловната бучава е опишана во однос на забележаното ниво на бучава регистрирано на скалата за шум, изразено во $pNdB$. Не постои едноставен однос помеѓу вредноста $dB (A)$ и $pNdB$ – вредноста за сите звуци, сепак вредноста $pNdB$ е за 13 единици поголема од $dB (A)$. Скалата за бучава се користи за опишување на една авионска активност, со цел да се опише изложеноста на бучава поврзана со аеродромот, а $pNdB$ вредностите се дополнуваат со такви информации како што се бројот на летови на секој тип авион, кои операции се користат за време на летот и др.

4.6. Контрола на загадувањето од бучава

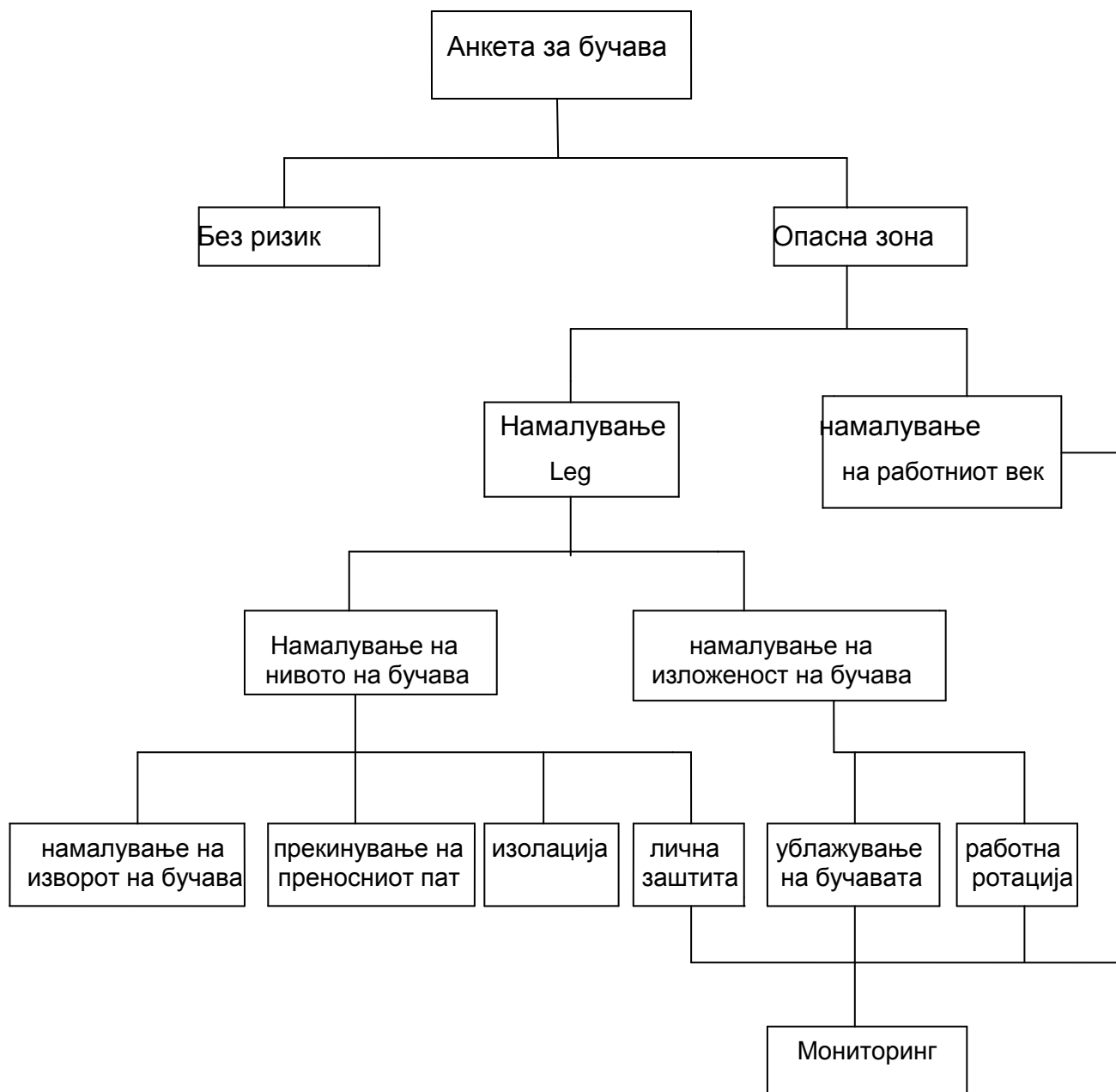
Генерално, бучавата е поврзана со повеќето од нашите дневни активности. Здравото човечко уво реагира на широк спектар на SPL – прагот на слух од нула dB , непријатни звуци од 100 – 120 dB и болни звуци од 130 – 140 dB .

Како резултат на различното влијание на бучавата врз луѓето и животната средина, бучавата треба да се контролира.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Техниката или комбинациите на техники што ги користат вработените за контрола на бучавата, зависи од степенот на шум којшто е потребен за да се намали опремата што се користи, економските аспекти и достапните техники.

Стратегијата за управување со бучавите е илустрирана на различни чекори прикажани на сликата.



**Слика 4.6. Стратегија за управување со бучава
(Fig. 4.6. Noise Management Strategy)**

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Техниката којашто се користи за контрола на бучавата може да биде класифицирана како :

- контрола на изворот;
- контрола на преносниот пат;
- користење на заштитна опрема.

4.7. Контрола на изворот на бучава

Изворот на бучавата може да се контролира со различни техники, на следниве начини:

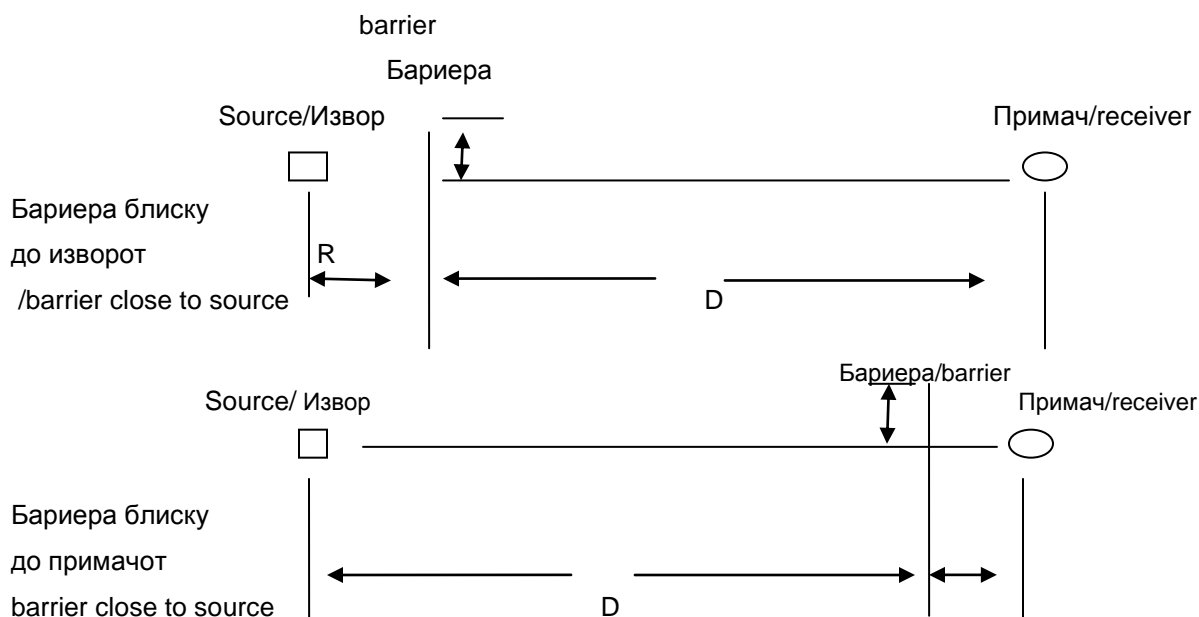
- Намалување на нивото на бучава од домашните сектори: домашната бучава доаѓа од радио-магнетофоните, телевизори, миксери, машини за перење. Со користење на килими и други апсорбирачки материјали може да се минимизира бучавата којашто се создава во домовите.
- Одржување на автомобилите: со редовно сервисирање и подесување на возилата ќе се намали нивото на бучава, а исто така и со фиксирање на придрушувачи и слично.
- Контрола на вибрации: вибрациите можат да се контролираат со поставување соодветни темели и гуми за да се намали нивото на бучава, предизвикана од вибрации.
- **Зборувањето со низок тон**, доволен за комуникација го намалува вишокот на нивото на бучава.
- **Забрана за употреба на гласни/силни звучници**: недозволување да се користат гласни звучници во населени/урбани зони, освен за важни состаноци. Администрацијата на „метро“ градовите во Индија, станува строга за користењето силни звучници.
- **Избор на машини**: оптималниот избор на машини и алати или опрема, го намалува вишокот на нивото на бучава. На пример, изборот на столица или изборот на одредени машини/опрема којашто создава помалку бучава (звук), благодарение на својата технологија е исто така важен фактор во минимизирањето на бучавата.
- **Одржување на машините**: правилното подмачкување и одржување на машините и возилата, ќе го намали нивото на бучава. На пример, за време на

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

едно патување кај многу возила доаѓа до разлабавување на одредени делови. Ако овие лабави делови не се соодветно опремени, ќе почнат да создаваат бучава којашто ќе биде неподнослива како за возачот така и за патниците. Сличен е и случајот со машините. Правилното ракување и редовното одржување е од суштинско значење не само за контрола на бучавата туку и за подобрување на животниот век на машината.

4.8. Контрола на преносниот пат

➤ **Инсталации на бариери:** инсталацијата на бариерите помеѓу изворот на бучава и приемникот може да го ублажи нивото на бучава. За бариерата да биде успешна, нејзината странична ширина треба да се прошири над линијата на видливост, барем колку што е висината (слика 4.7.). Бариерата може да биде поставена блиску до изворот на бучава или до приемникот под услов $R \ll D$, или со други зборови да се зголеми должината на преминот на звучниот бран. Исто така, треба да се напомене дека, присуството на самата бариера може да одржува звук назад кон изворот, на многу големи растојанија, бариерата станува помалку ефикасна поради можноста на рефракција на атмосферските влијанија.



Слика 4.7. Намалување на нивото на бучава со поставување бариери (Figure 4.7. Attenuation of noise levels using barriers)

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини



Слика 4.8. Заштита од бучава со поставување бариери / панели
(Figure 4.8. Protection against noise by placing barriers / panels)

4.8.1. Инсталација на панели

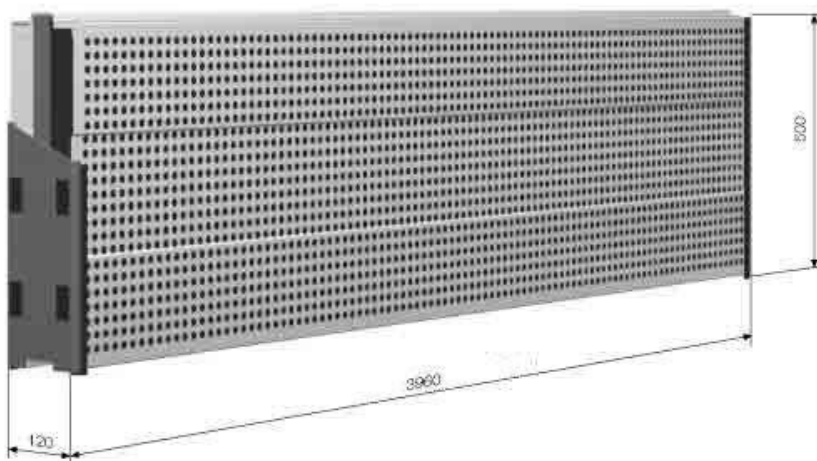
Панелите се дизајнирани да ја елиминираат бучавата од патниот и железничкиот сообраќај. Овие непробојни бариери на звук драстично ја намалуваат бучавата, што се должи на структурата на нивните метални панели коишто се перфорирани од предната страна и коишто содржат непробоен материјал на звук, внатре во панелот. Школката на металниот панел ѝ дава на структурата непробојни својства за звук, додека густоот сосема непробоен материјал на звук, ја апсорбира бучавата внатре. Европски стандарден *EN 1793 – 1* и *EN 1794*.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини



**Слика 4.9.Панели
(Figure 4.9. Panels)**

Едностраните високоапсорбирачки панели се со димензии 3960 x 500 x 120 *mm*. Меѓусебното спојување на панелите на висина од 500 *mm* се остварува преку специјални профилирани челични лимови со дебелина од 1,3 *mm*, затворени на долната и горната страна. Во составот на панелот на предната страна (од кај патот) се наоѓа апсорбирачки слој на минерална волна. На предната страна на слојот од минералната волна се наоѓа слој од стаклена волна којашто служи за заштита од дожд и слично.

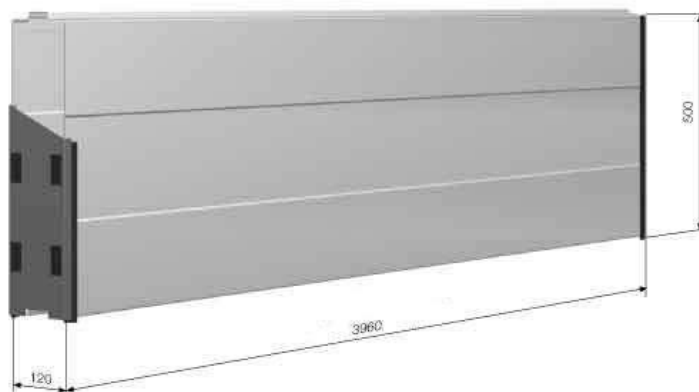


**Слика 4.10. Едностран високоапсорбирачки панел
(Figure 4.10. Unilateral high absorptive panel)**

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

4.8.2. Рефлектирачки панели

Надворешните димензии на рефлектирачките панели потполно се еднакви со оние кај едностраните високоапсорбирачки од 3960 x 500 x 120 mm. Вертикалната страна, исто така е направена од алуминиум отпорен на морската вода (EN 573 -3), со дебелина од 1,25 mm, во согласност со барањата за стабилност и отпорност на конструкцијата. Меѓусебното спојување на панелите на висина од 500 mm, се остварува преку специјални профилирани челични лимови со дебелина од 1,3 mm, затворени на врвот и на дното. Надворешната заштита на панелот се постигнува со нанесување полиестерски прав.



Слика 4.11. Рефлектирачки панели
(Figure 4.11. Reflective panels)

4.8.3. Транспарентни панели на објекти

Тие се со димензија 1960 x 500 x 120 mm.

Панелите за заштита на објектите од бучава, се состојат од транспарентни елементи од акрилно армирано стакло (PLEXIGLAS SOUNDSTOP GS-CC) од црни влакна од полиамид, со дебелина од 15 mm. Специјалната технологија гарантира дека панелот нема да се распадне при случај на удар со возило. Панелите се поставуваат во алуминиумски оквир поставен внатре, на начин којшто одговара потполно со начинот на монтажа на алуминиумските панели. Алуминиумскиот оквир исто така е заштитен со полиестерски прав.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

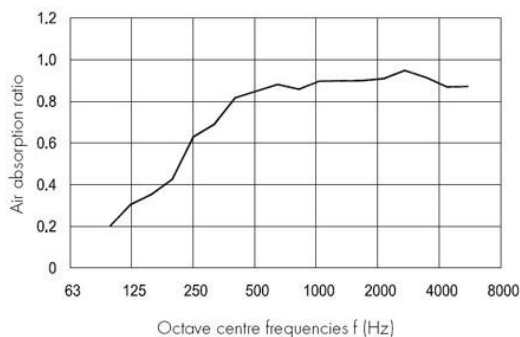


**Слика 4.12. Транспарентни панели за објекти
(Figure 4.12. Transparent panels for buildings)**

4.8.4. Акустични панели

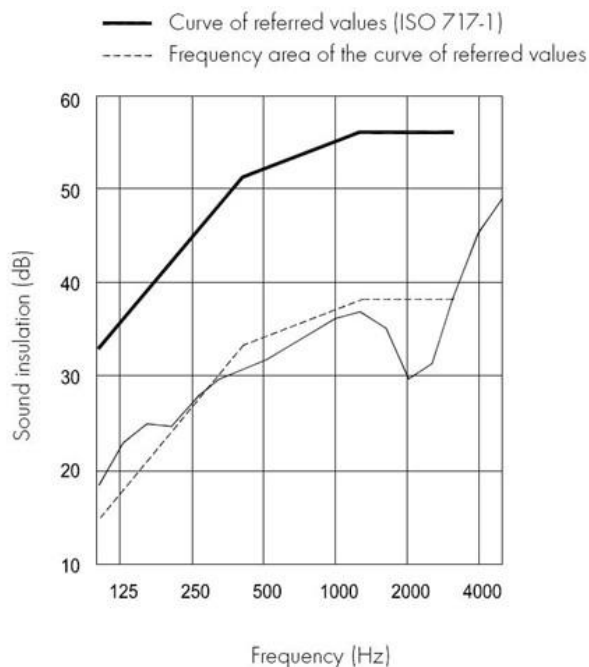
Акустичните панели служат како исклучителна заштита против генерирањето ризик од бучавата, и придонесуваат за доброто на секое окружување. Освен стандардните карактеристики, акустичните панели исто така имаат и одлични карактеристики за апсорпција на звук. Едностраната перформирана структура овозможува апсорпција на звук од $DL a = 8dB$ и звучна изолација од $34 dB$ по панел.

Акустичните панели имаат перформиран лим на едната страна, и транзитивна заштита од полиестерска волна, потпорно полнење од незапалива минерална волна и профилиран лим на надворешната страна.



Слика 4.13. Коефициент на апсорпција на звук со различни фреквенции FTV 60 акустичен панел

(Figure 4.13. Coefficient of absorption of sound with different frequencies FTV 60 acoustic panel)



**Слика 4.14. Звучна изолација FTVAC 60 панел
(Figure 4.14. Sound insulation panel 60 FTVAC)**

4.8.5. Намена и употреба

Панелите се користат во услови по проект, за заштита од звук и таму каде што постои барање за апсорпција и изолација на елементите за изградба. Мора да се земе предвид и тоа дека пропустливоста на пареа е ограничена од перформацијата, и дека поради тоа панелите се употребуваат за структурални и физички услови со помали барања. Поради нивните специфики и акустичните карактеристики во однос на дебелината, многу малку се разликуваат.

Панелите имаат поголема предност во употребата поради нивната:

- Одлична апсорпција на звук (фасадата направена од апсорбирачки панели коишто можат да го намалат нивото на бучава во просторијата, приближно за 10 dB);
- Можат да се користат за различни намени;
- Најдобри материјали;
- Едноставна и брза монтажа.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

5. ЗВУКОТ И ЧОВЕКОТ

Сообраќајната бучава има разни негативни влијанија врз здравјето на луѓето. Секој вид бучава вклучувајќи ја и сообраќајната бучава, се смета како сериозен проблем за здравјето од страна на Светската здравствена организација – СЗО.

Постојат значителни докази за тоа, дека сообраќајната бучава вознемирува за време на спиење, влијае на когнитивното функционирање (особено кај децата) и придонесува за одредени кардиоваскуларни болести, за покачен крвен притисок, за некои ментални болести и др.

Здравствените ефекти од бучавата не се шират рамномерно низ општеството. Меѓу ранливите групи како што се децата, старите лица и болните, најмногу страдаат сиромашните луѓе.

Во 2000 година, повеќе од 44% од населението во Европа (околу 210 милиони луѓе) редовно се изложени на сообраќајна бучава со интензитет над 55 (dB), којашто потенцијално влијае врз здравјето. Покрај тоа, 35 милиони луѓе (околу 7%) се изложени на железничкиот сообраќај којшто исто така е со интензитет над 55 (dB). Милиони луѓе навистина имаат последици по здравјето како резултат на сообраќајната бучава.

Прелиминарната анализа покажува дека секоја година повеќе од 245.000 луѓе во Европа се погодени од кардиоваскуларни болести, како резултат на сообраќајната бучава. Околу 20% од овие луѓе (речиси 50.000) страдаат од смртоносни удари.

Бучавата може да биде од природно или антропогено потекло. Таа може да биде присутна само во работната средина или пак надвор од работното место, во средината за одмор, рекреација, лекување или учење. Овој вид бучава со којшто се среќава човекот надвор од работното место, се нарекува комунална или резиденцијална бучава. Негативните здравствени ефекти од „стресогеното” дејство на бучавата, можат да бидат акутни и хронични, аудитивни и екстра аудитивни ефекти, во зависност од времето на експозиција, видот на бучавата и

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

од чувствителноста на индивидуата. Во однос на изложеноста на комунална бучава, вулнерабилни групи се старите лица, лицата со оштетен слух, децата што се во фаза на развој и психички лабилните личности.

Според најновите препораки на СЗО (Светската здравствена организација), препорачаната гранична вредност за ноќна бучава треба да биде 40 dB(A), а нивото од 55 dB(A) може да се толерира само како краткотрајна изложеност.

Човекот го прима звукот преку органот за слух. Тоа е орган што е способен да прима звучна енергија во широк фреквентен и интензивен опсег. Заради големата чувствителност и фината физиолошка градба, тој е сместен длабоко во коскениот дел од главата и не е во директен контакт со надворешната средина. Органот за слух е најсовремен инструмент за прием на звукот што воопшто постои. Ефикасноста за перцепција на човековото уво е околу 1000 пати поголема од ефикасноста за перцепција на најсовремениот мерен инструмент што го направил човекот.

Бучавата врз човекот влијае директно или индиректно оштетувајќи го неговото здравје, предизвикувајќи умор и смалување на работните способности, а пречи и на меѓусебното разбирање, концентрацијата, одморот и сонот. Треба да се напомене дека постојат разлики во реакцијата на бучавата, па зависно од нивото и фреквенцијата на бучавата тие можат да бидат од благи и минливи до трајни оштетувања.

Изложеноста на интензивна бучава има директно влијание врз здравјето, односно директно влијае на оштетување на слухот. Притоа, оштетувањата во почетокот настануваат во подрачја со висока фреквенција, па човекот во почетокот не е свесен за тоа. Дури кај тешките оштетувања, кога ќе се појави во подрачја со фреквенција од 1.000 до 3.000 Hz, човекот забележува тешкотии во комуницирањето, т.е. забележува дека нешто не е во ред со неговиот слух. Оштетувањето на слухот најчесто настанува поради континуирана изложеност на бучава над 90 децибелни dB (A). Меѓутоа, некои истражувања на младата популација од 1998 и 1999 година, покажале дека кај 12.000 од здравите испитаници е забележано дека веќе од 16 до 20-тата година, 11% имаат оштетен слух и тоа како последица на користење електроакустични средства односно како

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

последица на користењето петарди, ракети и други огнени оружја. Бучавата влијае на органите и телесните состави како што се нервниот систем, крвниот систем, дигестивниот и хормонскиот систем. Доаѓа до метаболички и ендокринолошки пореметувања. Исто така влијае на човековото функционирање и извршување на секојдневните активности.

Нивоата на бучава над 60 dB (A), индиректно се однесуваат на поттикнување на симпатичниот дел на автономниот нервен систем, односно на оној дел од централниот нервен систем што не зависи од волјата на човекот, а што раководи со важни животни функции.

Така, со зголемување на бучавата доаѓа до „тонус симпатикус“ којшто предизвикува забрзано чукање на срцето, зголемување на крвниот притисок, забрзано дишење, потење, пореметување на работата на дигестивниот систем особено цревата, пореметување на функциите на жлездите со внатрешно лачење и ненадејна контракција на мускулите.

Човековото уво е прилагодено да го прима звукот со фреквенција од 20 до 20.000 (Hz). Крутоста на ушното тапанче и на трансмисиониот систем, го оневозможува примањето на длабоките фреквенции под 20 (Hz), а масата и инерцијата на средното уво го спречуваат приемот на високите фреквенции над 20.000 (Hz). Со еволуцијата на човекот се покажува тенденција за стеснување на неговото слушно поле. Приемот на граничните фреквенции и чувствителноста на нив е значително намалена и некои функционални делови од ушниот апарат во тој домен на фреквенции се атрофирани. Човековото уво е најчувствително на таканаречените говорни фреквенции што се движат меѓу 1.000 и 3.000 (Hz).

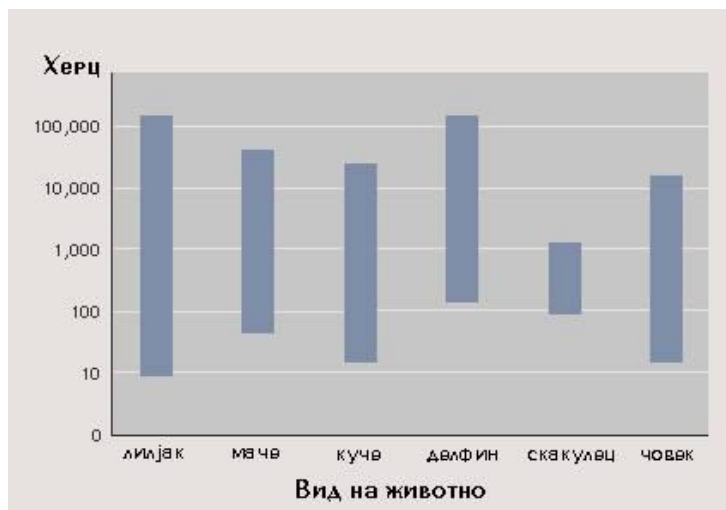
Освен преку увото, звукот до мозочните центри се пренесува и преку коските.

Човечкото уво ги прима звучните бранови со фреквенција од 16 до 20.000 Hz. Со возраста се намалува границата за слушање на високите тонови. На 35-годишна возраст, горната граница изнесува 15.000 Hz, а на 40-годишна возраст изнесува 13.000. Увото најдобро ги прима звучните бранови со фреквенција од

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

2.000 до 3.000 *Hz*. Звучите што се создаваат при нашето говорно комуницирање се движат во границата од 85 до 8.000 *Hz*.

Објаснување за ова дава резонантната теорија, според којашто базиларната мембрана има улога на резонатор. Осцилациите на базиларната мембрана зависат од два основни фактори – од еластичноста на мембраната и височината на звукот. Еластичноста на мембраната постепено се зголемува одејќи од вестибуларниот отвор кон врвот на полжавот, а дебелината на мембраната во истата насока се намалува. Поради тоа, осцилациските својства на мембраната постепено се менуваат во должина на каналот на полжавот. Проксималните делови (предел на врвот) реагираат на звучните дразби со висока фреквенција, а базалните (предел на вестибуларниот отвор) на звучните дразби со ниска фреквенција.



Острината на слушање се определува со помош на звучниот генератор – аудиометар. Со помош на овој апарат можно е точно да се регулира висината и интензитетот на звукот.

Нашето уво најдобро ги прима звучните бранови со фреквенција од 1.000 до 3.000 *Hz*, и интензитет од 60 до 80 децибели.

Губењето на слухот настанува кога слушните ќелии се оштетени со еднократно изложување на силен звук или со постојано изложување на звук со различна фреквенција во одреден временски период. Губењето на слухот настанува од звукот или интензитет од 85 *dB*, а понекогаш и на 75 *dB*

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини (правосмукалка на 1 м – 80, а мотоцикл – 90 dB). Ако звукот има 140 dB, предизвикува ужасна болка во увото. Изложеноста на силен звук дури и само една секунда може да предизвика трајно оштетување.

5.1. Градба и функција на увото

Кај човекот, функцијата на увото е да врши прием, пренос, регулација, корекција и анализа на звукот што доаѓа до него.

Органот за слух е составен од повеќе делови коишто може да се поделат врз основа на анатомските детали, специфичните функции и различните патологии, и тоа на:

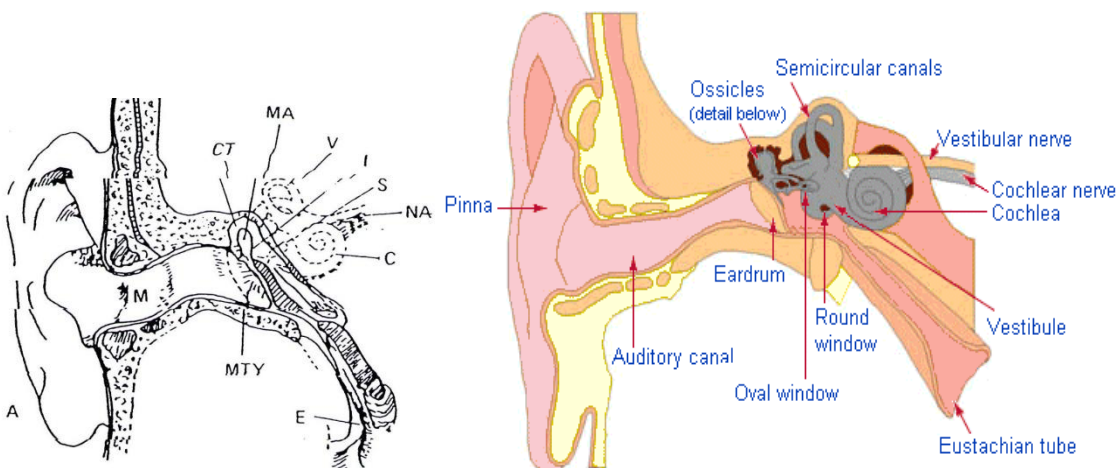
- Надворешно, средно и внатрешно уво – поделба од аспект на анатомијата.
- Трансмисионен апарат во којшто спаѓаат надворешното и средното уво: и приемен апарат во којшто спаѓаат внатрешното уво, слушниот живец, мозочните патишта и мозочните слушни центри – поделба од функционална гледна точка,
- Периферен дел што се состои од увото и слушниот живец, и централен дел којшто ги опфаќа мозочните патишта и мозочните слушни центри – поделба од топографска гледна точка.

Органот за слух претставува анализатор на звукот.

5.1.1. Надворешно уво

Надворешното уво се состои од ушна школка и надворешен ушен канал. Тоа служи за собирање и спроведување на звукот од надворешната средина до ушното тапанче коешто се наоѓа на крајот на слушниот канал.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини



Слика 5.1. А – ушна школка, М – ушен канал, МТУ – мембрана, тимпани, V – вестибуларен дел на внатрешното уво, С – кохлеа, NA – слушен живец, E - Естахиева туба

(Figure 5.1. A-Pinna, M-Auditory canal, МТУ-Eardrum, V-Vestibulare nerve, C-Cochlear nerve Cochlea, NA-Vestibule, E-Eustachian tube)

Ушната школка има релативно мал ефект во пренесувањето на звукот кај човекот. Таа е составена од ѓрскавица, а обликот што го има денес е резултат на долготрајната еволуција. Ушната школка кај човекот е неподвижна, за разлика од ушната школка кај голем број животни кај коишто е подвижна и може да се насочи кон изворот на звукот. Ушната школка има задача да:

- ја собира звучната енергија на влезот од ушниот канал;
- има улога за ориентација кон звукот во просторот;
- служи како антена за собирање на звучните бранови што преку коските се пренесуваат до внатрешното уво;
- има влијание и на подоброто забележување на временските и фазни разлики на звукот;
- има функција на резонатор;
- има улога и на влијанието и спречувањето на повратното дејство на слушање на сопствениот глас.

Слушниот канал е малку свиткана цевка со кружен напречен пресек, што кон надворешниот дел има облик на инка, кон внатрешниот дел се стеснува за повторно да се прошири на крајот. Нејзиниот облик многу потсетува на труба. Слушниот канал има напречен пресек од 30 до 50 (mm²) и должина од 25 до 27

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

(mm), а волумен од околу 1 (cm³). Набљудуван како цевка, слушниот канал е затворен на едниот крај и со тоа всушност претставува резонатор. Резонантното зајакнување на звукот е најголемо на фреквенции меѓу 3.000 и 4.000 (Hz), а над нив и под нив опаѓа.

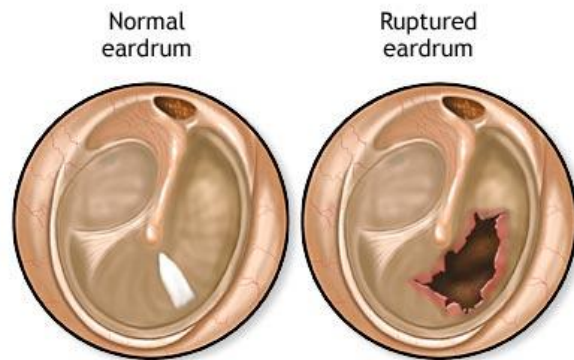
5.1.2. Средно уво

Средното уво се состои од: ушно тапанче коешто е граница меѓу надворешното и средното уво, слушните коскички, прозорот помеѓу средното и внатрешното уво и Евстахиевата туба.

Средното уво претставува комплициран и меѓусебно сврзан систем на шуплини, распоредени околу една централна призматична шуплина што се вика ушна дупка. Шуплините се исполнети со воздух што постојано се обновува преку Евстахиевата туба, преку којашто средното уво е споено со задниот дел од носната шуплина. Правилната функција на средното уво многу зависи од нормалната размена на воздух преку Евстахиевата туба. Многубројните шуплини влијаат на резонантните карактеристики на увото.

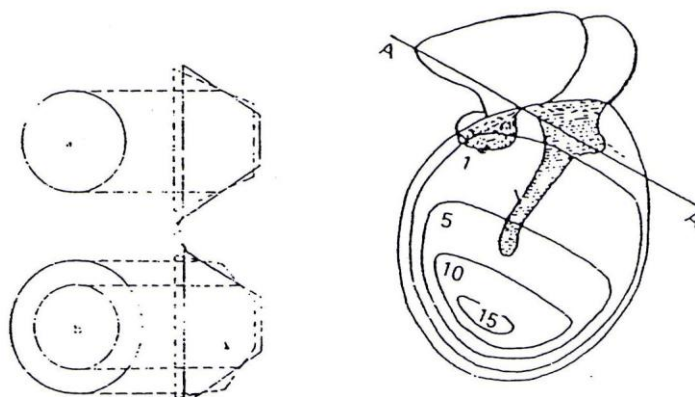
Задачата на средното уво е обезбедување пренос и зајакнување на звучниот сигнал од надворешната средина до внатрешното уво. Тоа има важна улога и во заштитата на чувствителните елементи на внатрешното уво од разни штетни влијанија, а пред сè од наглото дејство и од интензитетот на звукот.

Ушното тапанче е мембрана што има дебелина од 0,1 mm. Таа има елипсовиден облик напречно, а конусен облик во длабочина, со агол меѓу 120 и 150°.



ADAM.

**Слика 5.2. Нормално ушно тапанче, повредено ушно тапанче
(Figure 5.2. Normal eardrum, ruptured eardrum)**



Слика 5.3. Шематски приказ на вибрациите на бубната опна и релативното движење на нејзините делови

(Figure 5.3. Scheme of the movement of the eardrum and relative movement of its parts)

Во мирување, тоа е константно затегнато. Конусниот облик на мембраната овозможува подобар прием на високите фреквенции. Таа е асиметрична, така што се зголемува нејзината чувствителност. Ушното тапанче е еквивалентно на мембраната кај микрофон. Таа осцилира во ритамот на звучните бранови коишто доаѓаат до неа, со амплитуда што е пропорционална на звучниот притисок.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Во средното уво се сместени три меѓусебно сврзани коскички што се нарекуваат слушни коскички. Секоја од нив го добила името според нивната функција и облик, односно чекан, наковална и узенгија. Заедно со тапанчето тие формираат преносен систем на звукот.

Системот од слушната коскичка, со помош на мускулите се одржува во висечка положба во слушниот канал. При дејство на јаки звучни сигнали, мускулите ја имаат задачата да ја придушат звучната енергија и да го ограничат движењето на тапанчето и на слушните коскички. Значи, овие мускули вршат улога на регулатор на звучната енергија, и даваат удел во заштитата на увото од преголема бучава.

Слушните коскички се еден вид колектор на звучната енергија којашто од тапанчето се пренесува на 20 пати помалата површина на овалниот прозор. Тие се трансформатор на импеданцата којашто врши прилагодување на импеданцата на ушното тапанче и на овалниот прозор.

Во внатрешното уво се наоѓаат два прозора: овален (елипсест) и кружен. Кружниот се наоѓа пред елипсестиот и е затворен со мембрана. Елипсестиот прозор е затворен со базалната плоча на третата коскичка. Кружниот и овалниот прозор се единствени подвижни структури помеѓу средното и надворешното уво. Нивната задача е максимално да го олеснат пренесувањето на звукот до течноста на внатрешното уво.

5.1.3. Внатрешно уво

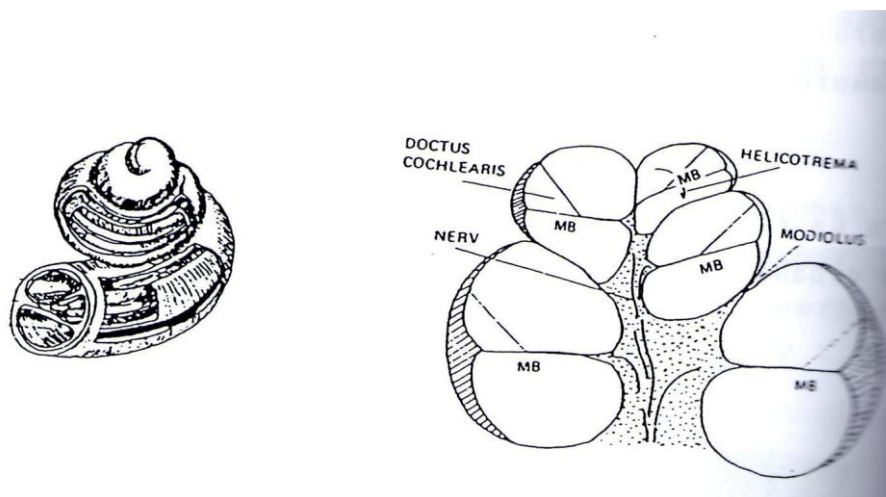
Внатрешното уво е составено од полжав, базиларна мембрана и Кортиев орган. Тоа е билошки детектор на звукот, што истовремено е приемник и предавател на механичката енергија на звучните бранови во соодветни нервни импулси. Тоа ги има сите особини на фин спектар, врши анализа и класификација на сите видови звук за да ги предаде на нервите во што попрецизен нервен импулс, за понатамошна обработка.

Освен органот за слух, во внатрешното уво е сместен и вестибуларниот апарат како периферен дел на органот за рамнотежа. Тој е анатомски и функционално поврзан со органот за слух, па на тој начин се одвиваат и многу важните реакции на ориентација преку звукот.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

За да ги задоволи и двете функции што ги има, внатрешното уво има многу комплицирана мрежа од канали што личи на лавиринт, па така и се нарекува. Во средниот дел од лавиринтот се наоѓа полжавот со периферните елементи на органот за слух, а во задниот дел е сместен вестибуларниот апарат.

Полжавот е два и половина пати свиткан коскен канал во облик на куќиште од полжав, по што и го добил името.



Слика 5.4. Полжав
(Figure 5.4. Snail)

Каналот во коската е долг просечно 35 *mm* со кружен напречен пресек што се смалува одејќи кон врвот. Каналот е делумно поделен со тенка коскена преграда по целата своја должина.

Во внатрешното уво се наоѓа течноста – ендолимфа. Под дејство на звучните бранови и вибрации коишто доаѓаат од овалното прозорче, ендолимфата вибрира. Нејзините вибрации се пренесуваат во полжавот и ја побудуваат базиларната мембрана.

Базиларната мембрана се состои од голем број влакна коишто се затегнати попречно, на должинското истегнување на полжавот. Овие влакна ја имаат улогата на мерач на фреквенциите. Влакната доаѓаат во резонанија, ако бројот на осцилациите на побудата одговара на резонантната фреквенција на влакната.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Деловите на базиларната мембрана коишто имаат пократки влакна, одговараат на повисоките фреквенции, а подолгите влакна одговараат на пониските фреквенции.

Ендолимфата со своето бранување ги побудува влакната на базиларната мембрана. Осцилирањето на влакната на базиларната мембрана и мембраната текторија којашто ги покрива ќелиите на Кортиевиот орган, ги побудуваат слушните ќелии на Кортиевиот орган. Во Кортиевиот орган се наоѓа најистанчен сплет од нервни влакна што енергијата од звучните осцилации ја претвораат во електрични импулси. Овие импулси се пренесуваат преку слушните центри на големиот мозок каде што се формира слушниот осет во вид на надразнување.

Преглед на ефектите врз здравјето

Како резултат на изложеноста на сообраќајната бучава, можеме да ги идентификуваме следните потенцијални последици врз здравјето на луѓето:

1. вознемиреност;
2. растројство во сонот;
3. вознемирено, когнитивно функционирање (за учење и разбирање);
4. кардиоваскуларни болести;
5. негативни ефекти врз менталното здравје;
6. Физиолошко и психолошко дејство на бучавата врз човекот.

5.2. Вознемиреност од бучава

Најраспространетиот проблем, предизвикан од бучавата е вознемиреноста. Таа може да се дефинира како општо чувство на незадоволство или несакана реакција предизвикана од бучавата. Во човековата околина (којашто исто така вклучува и индустрии, соседи итн.), сообраќајот е еден од најзначајните извори што предизвикуваат вознемиреност. Бучавата од авионите е повеќепати повознемирувачка отколку сообраќајната и железничката бучава. Околу 30% од населението се повеќе вознемирани од авионската бучава, 20 % од сообраќајната и околу 10% од бучавата од железничкиот сообраќај. Некои луѓе доживуваат вознемиреност и на сообраќајна бучава од 40 dB (A).

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

5.2.1. Растројство во сонот

Спиењето е неопходно за да се обнови биолошкиот процес и циклусот на спиене, а пред сè зашто го одредува ритамот на живот. Студиите за спиене откриле дека тоа се јавува во различни фази и го категоризираат како: 1, 2, 3, 4 и брзо движење на очите, врз основа на шемите видени на електроцефалографот (ЕЕГ). Можат да се разликуваат три типа ефекти коишто влијаат врз сонот: ефекти на однесување за време на спиене (примарните ефекти), ефекти врз перформансите и расположението во текот на следниот ден (секундарни ефекти) и долгорочни ефекти врз добросостојбата и здравјето.

- *Однесување за време на спиене.* Бучавата за време на ноќта може да го зголеми надразнувањето на човековите органи, односно да доведе до активирање на нервниот систем којшто може да резултира со будење или неможност на личноста да засpie. Сепак, ова однесување честопати е повеќе суптилно и од самото будење, што претставува зголемување на движењето на телото, забрзување на срцето (стрес) и промена во хормоните. Исто така, постојат некои докази дека за време на спиене, под влијание на сообраќајната бучава доаѓа до зголемување на крвниот притисок.
- *Ефекти врз перформансите и расположението во текот на следниот ден.* Растројството на сонот го намалува квалитетот на сонот и ја зголемува поспаноста, предизвикува умор и раздразливост.
- *Долгорочни ефекти врз благосостојбата.* Ноќно време, бучавата може да доведе до несоница и зголемена употреба на лекови. Тоа може да резултира со хронични заболувања. Исто така поради бучавата можна е и појава на кардиоваскуларни заболувања. Постојат и одредени најавувања дека ноќната бучава може да придонесе за ментални заболувања.

Промените меѓу фазите на спиене, движењето на телото и забрзаното чукање на срцето настануваат во нивото на бучава од околу 32 до 42 (dB) (A). Покрај тоа, на квалитетот на сонот влијае и бучавата од 40 dB. Меѓутоа, на растројството на сонот влијаат и други карактеристики освен бучавата. Луѓето стануваат почувствителни на повремената бучава, отколку на континуираната. На

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

пример, забрзувањето на автомобил може повеќе да го вознемири едно лице кое спие, од еден континуиран проток на сообраќајот. Покрај тоа, алармните функции можат да доведат до будење, дури и ако нивното ниво на бучава е ниско. Ова значи дека непознатата врева има многу поголеми шанси да го наруши спиењето отколку познатата редовна бучава.

Студијата за спиење ни помага да го разбереме нормалното спиење; како спиењето се променува со текот на возраста; покажува дека спиењето влијае на телесната хемија, однесувањето и менталниот изглед.

Бучавата е само еден од големиот број фактори коишто можат да влијаат на спиењето. Други фактори се: температурата, физичката активност, лековите, како и субјективните и индивидуалните фактори како што се мотивацијата, интересот, возраста и други.

5.2.2. Штетно когнитивно функционирање

Изложеноста на сообраќајната бучава може да го наруши когнитивното функционирање кај возрасните, да доведе до нарушување во учењето, разбирањето, обработката и примањето на податоците и др. За да се појави овој ефект, нивото на бучава треба да биде на многу високо ниво. Влијанието на бучавата на когнитивното функционирање кај едно лице, зависи од контролата и предвидливоста на бучавата.

Во принцип, ефектите што се воочени кај децата како резултат на зголемената бучава се:

- Тешкотија во одржување на вниманието;
- Тешко концентрирање;
- Осиромашена дискриминација меѓу звуците и посиромашна перцепција на говорот;
- Ниво на тешкотија во помнењето, особено на сложени прашања;
- Потешкотија во читањето, и тешкотија во училишните обврски.

Хипотезата често наложува да се објасни влијанието на сообраќајната бучава врз хроничната изложеност на когнитивниот развој кај децата, дека бучавата влијае врз комуникацијата кај децата и разбирливоста во говорот. Амбиенталниот

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

шум доведува до губење на наставата на еден наставник, а сето тоа може да доведе до проблеми со говорот и перцепцијата на јазикот кај децата. Ова пак, може да доведе до оштетување на вештините за читање, а на крајот и до други повисоки оштетувања како долгорочната меморија за комплексни прашања. Тесно поврзан со овој процес е одговорот на т.н. „надворешно штимање“, односно прилагодувањето на децата на пречките од бучавата за време на вршењето на своите активности.

Иако има малку истражувања за влијанието на намалување на шумот во овој контекст, постои доказ дека намаленото ниво на бучава може да ги ублажи когнитивните проблеми во рамките на една година (Лондон, Здравствената комисија, 2003).

5.2.3. Кардиоваскуларни болести

Изложеноста на сообраќајната бучава е поврзана со промените во крвниот притисок и зголемениот ризик од разни видови срцева болест (на пример: исхемични болести на срцето, ангина пекторис, срцев прекршок). Кардиоваскуларната болест предизвикана од бучавата се смета како последица на стрес. Како последица на бучавата, предизвикувачи за производство на стрес се хормоните како кортизол, норадреналин и адреналин. Тоа го прават така, и директно и индиректно, преку нарушување на активностите. Овие хормони можат да предизвикаат промени во вредностите на голем број биолошки фактори на ризик, како што се хипертензијата (зголемен крвен притисок), крвните липиди (на пример холестеролот) и гликозата во крвта. Овие фактори на ризик може да го зголемат ризикот од кардиоваскуларни болести (Babisch, 2006; Ising et al, 2004). Зголемената изложеност на бучава би можела да резултира со трајни промени на васкуларниот систем, со покачен крвен притисок и срцеви заболувања како потенцијални исходи. Големината на овие ефекти делумно ќе бидат дефинирани од страна на индивидуалните карактеристики, начинот на живот, однесувањето и условите на околината.

Поголем е ризикот од срцево заболување кај оние лица кои живеат на улиците каде што нивоата на бучава во просек се над 65-70 dB (A). За овие луѓе, ризикот

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

од срцеви заболувања е околу 20% повисок од оние кои живеат во помирни области. Овој ризик се зголемува со нивото на бучава. Повторно, овој ризик е исто така под влијание на личните карактеристики. На пример, *Babisch et al.* (2005) покажа дека мажите се изложени на поголем ризик од срцев удар поради сообраќајната бучава. Овој ризик освен тоа што зависи од сообраќајната бучава, зависи и од бројот на години. Колку повеќе луѓето се изложени на висок степен на сообраќајна бучава, толку е поголема веројатноста за зголемување на ризикот од срцев удар.

5.2.4. Ментална болест

Многу мал број студии презентираат ограничени докази за врската помеѓу сообраќајната и менталната бучава. Поврзаноста помеѓу вревата и вознемиреноста не мора да се претвори во сериозна врска со поголемото ментално здравје. Сепак, бучавата може да го забрза и интернира развојот на латентните ментални нарушувања. Па така, луѓето кои веќе страдаат од психички проблеми, најверојатно ќе бидат почувствителни, вознемирени од сообраќајниот шум отколку од општата популација.

5.2.5. Физиолошко и психолошко дејство на бучавата врз човекот

Индустриската револуција доведе до брз и голем развој на механизацијата, како последица на што, како спореден и несакан производ се јавува бучавата на којашто се изложени сè поголем број луѓе, било да е тоа на работното место или на местото на живеење. Денес бучавата продира во секојдневниот живот на човекот и за време на физиолошкиот одмор – ноќе. Така, времето за одмор и опоравување на слухот е сè пократко, а е од фундаментално значење за функцијата и оштетувањето на органот за слух, а со тоа и за дејствувањето на бучавата врз човековиот организам.

Влијанието врз бучавата и физиолошките и патолошките реакции на човековиот организам на бучава се бројни, и може да се систематизираат и поделат на *аудитивни, психоаудитивни и психогени*. Во врска со фреквентните карактеристики, влијанието на бучавата може да се подели на:

- Бучава од чујниот спектар;

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

- Инфразвучниот и
- Ултразвучниот спектар.

Органските и психичките реакции на организмот на бучава не се еднакви кај секој поединец. Тие зависат не само од индивидуалната чувствителност на звукот, туку и од времетраењето на изложеноста на звукот, од интензитетот на звукот, од неговиот карактер, од неговата насоченост и време на константност или променливост.

Дејствувањето на зголемената бучава над 80 (dB) врз човековиот организам, многу бргу доведува до спазми на артериолите како последица на што се покачува крвниот притисок и се намалува периферната циркулација на крвта. Како последица на тоа, се менува ритамот на дишењето, се пореметува ритамот на движењето на цревата, настануваат пречки во лачењето на ендокрините жлезди, посебно на надбубрежната жлезда и панкреасот, како последица на што се зголемува и шеќерот во крвта. Сите овие промени се пропратени со замор, психичка раздразливост и несоница. Се пореметува општиот метаболизам; Потрошувачката на енергија кај човекот расте; Концентрацијата се намалува и се создаваат можности за зголемен број повреди на работното место.

Во случаи кога бучавата не е многу силна, настапуваат адаптации на организмот. Подолготрајното дејствување на бучавата доведува до слабеење на адаптацискиот систем, и настануваат функционални и органски промени на многу органи. Бучавата предизвикува пореметување на терморегулацијата, го менува електричниот отпор на кожата, го зголемува лачењето на желудочната киселина и дејствува депресивно врз човекот.

Психолошките проблеми што настапуваат со дејствувањето на бучавата зависат субјективно, од сопствениот однос кон бучавата. Бучавата под 60 (dB) предизвикува психолошки дејства преку кората на големиот мозок, а реакцијата кај човекот е сврзана со чувството на загрозеност и страв што предизвикува пречки во нормалното одвивање на работниот процес. Заради пореметувањата во крвотокот што настапуваат како последица на дејството на зголемената бучава, се

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

јавуваат проблеми со видот во смисла на потешко приспособување на светлината, потешко распознавање на боите и забавување на визуелните ефекти.

Кај органите за варење кај луѓето изложени на поголема бучава, многу почесто се јавува чир на желудникот, пореметување во варењето на храната, болка во стомакот и пореметена столица.

Инфразвуките се јавуваат многу често во природата и не предизвикуваат штетно дејство до едно одредено ниво на интензитет. Кога се доволно јаки, тие можат да се слушнат – грмотевица, вулканска активност, бучава на водопади, бучава од вселенски летала, бучава од бродови, бучава од воздушно ладење и греење, бучава од компресор и слично. Поголем број од горенаведените симптоми се јавуваат при бучава од инфразвукот којашто има повеќе од 140 (dB), па како дозволена граница на интензитетот на инфразвукот е усвоена границата од 130 (dB). При дејството на инфразвукот, коешто обично е краткотрајно, кај човекот се забележуваат следните промени: трпки по телото, треперење на рацете и нозете, општа слабост, пад на крвниот притисок, отежнато дишење заради вибрациите на градниот кош, пореметена работа на срцето и пореметен ритам на дишење.

Ултразвукот ги опфаќа фреквенциите од $2 \cdot 10^4$ до 10^9 (Hz). Над 10^{10} (Hz) се протегаат хиперзвуките коишто сè уште не се доволно проучени. Ултразвукот тешко се пренесува преку воздухот, а лесно преку течности и тврди средини, па неговите ефекти се и најголеми во тие средини. Кај човекот, ултразвукот може да дејствува во индустријата при специјални обработки или при директен допир со некои тврди тела. Дејството на ултразвукот врз човекот, кога интензитетот му е поголем од 100 (dB) се манифестира со појава на вратоглавица, промени на *EEG*, брз замор, раздразливост, поспаност и голема чувствителност на звук. При подолготрајно дејство на ултразвукот може да дојде до појава на зголемена телесна температура и забавување на пулсот, бледило на кожата и појава на пареза – обично на дланките.

Испитувањата вршени врз животни покажуваат дека при јаки ултразвуци се јавува парализа и хипертермија, што може да доведе до смрт.

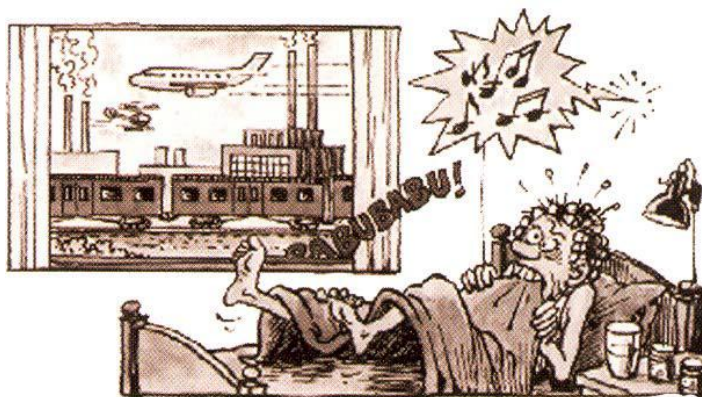
Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

6. ЗАКОНСКА И ИНСТИТУЦИОНАЛНА РАМКА ЗА МЕРЕЊЕ И КОНТРОЛА НА БУЧАВАТА

Согласно Спогодбата за стабилизација и асоцијација помеѓу Р. Македонија и Европската Унија, Националната програма за приближување на националното законодавство кон европското законодавство и препораките од Извештајот за ревизија на состојбите во животната средина (ЕПР), Владата на Република Македонија во својата програма за работа донесе обврска за донесување Закон за заштита од бучавата и соодветни подзаконски акти. Ова е една од обврските со којашто треба да се овозможи хармонизација на легислативата на Р.Македонија со легислативата на ЕУ. Министерството ја изготви првата нацрт-верзија на новиот Закон за животна средина којшто е во целост усогласен со легислативата на ЕУ и претставува основа за донесување подзаконска регулатива за бучава. За таа цел, формирана е работна група за изготвување Закон за бучава, а носител на активностите е Министерството за животна средина и просторно планирање.

Овластени институции коишто во моментот вршат мерење на нивоата на бучава во Р. Македонија се:

- Централната лабораторија за животна средина при Министерството за животна средина и просторно планирање, којашто врши само инцидентни мерења, најчесто на барање на правни или физички лица.
- Републичкиот завод за здравствена заштита при Министерството за здравство. Заводите за здравствена заштита во Скопје и Битола вршат проценка на штетното влијание на комуналната бучава над експонираното население.



Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Мерењата што се вршени од страна на овластените институции се наменети за да може непречено да се обезбеди:

- Прибирање на податоците
- Систематизација на податоците
- Обработка на податоците
- Воспоставување база на податоци, со можност за нивно користење
- Определување таканаречени „црни точки“

Сите претходни активности се преземаат со цел:

- обезбедување достапност до јасни, разбирливи и пристапни информации за бучавата во животната средина, за јавноста;
- определување на изложеноста на бучава во животната средина, преку нанесување на бучавата на стратешки карти;
- обезбедување основа за развивање мерки за намалување на бучавата што ја емитуваат поголемите извори, особено патните и железничките превозни средства и инфраструктурата, авионите, опремата што се користи на отворен простор и во индустријата и мобилната машинерија;
- спречување и намалување на бучавата во животната средина онаму каде што е неопходно, а особено онаму каде што нивоата на изложеност можат да предизвикаат штетни ефекти врз здравјето на луѓето, и да се зачува квалитетот на бучавата во животната средина, онаму каде што е тој добар;
- едуцирање на населението, особено младата популација околу проблемите со бучавата;
- добивање брзи и лесно достапни информации за нивоата на бучава;
- обезбедување потребни податоци што треба да се испраќаат до Комисијата на ЕУ и до останатите тела на ЕУ.

Добиените податоци од мерењето и следењето на бучавата во Република Македонија, не се во согласност со барањата коишто се пропишани во директивите на Европската Унија. Барањата пропишани во директивите се однесуваат на бројот на жители и станови изложени на различни нивоа на бучава, во зависност од изворот на бучава. Токму поради овие причини, потребно е да се

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

вршат повторувачки мерења на нивото на бучава, предизвикана од различни извори на целата територија на Република Македонија.

Проблематиката во однос на штетната бучава којашто се емитира во животната средина, во Република Македонија е регулирана со следната законска регулатива:

- Законот за спречување на штетната бучава („Сл. Весник на СРМ” 21/84)
Овој закон е донесен во 1984 година, не е доволно оперативен и применлив бидејќи не е во согласност со постојната регулатива на ЕУ. Врз основа на овој закон, досега не се донесени подзаконски акти за регулирање на штетната бучава, во зависност од различните извори на бучава како што се моторни возила, авиони, железнички сообраќај, градежни машини, апарати за домаќинство и други извори на бучава.

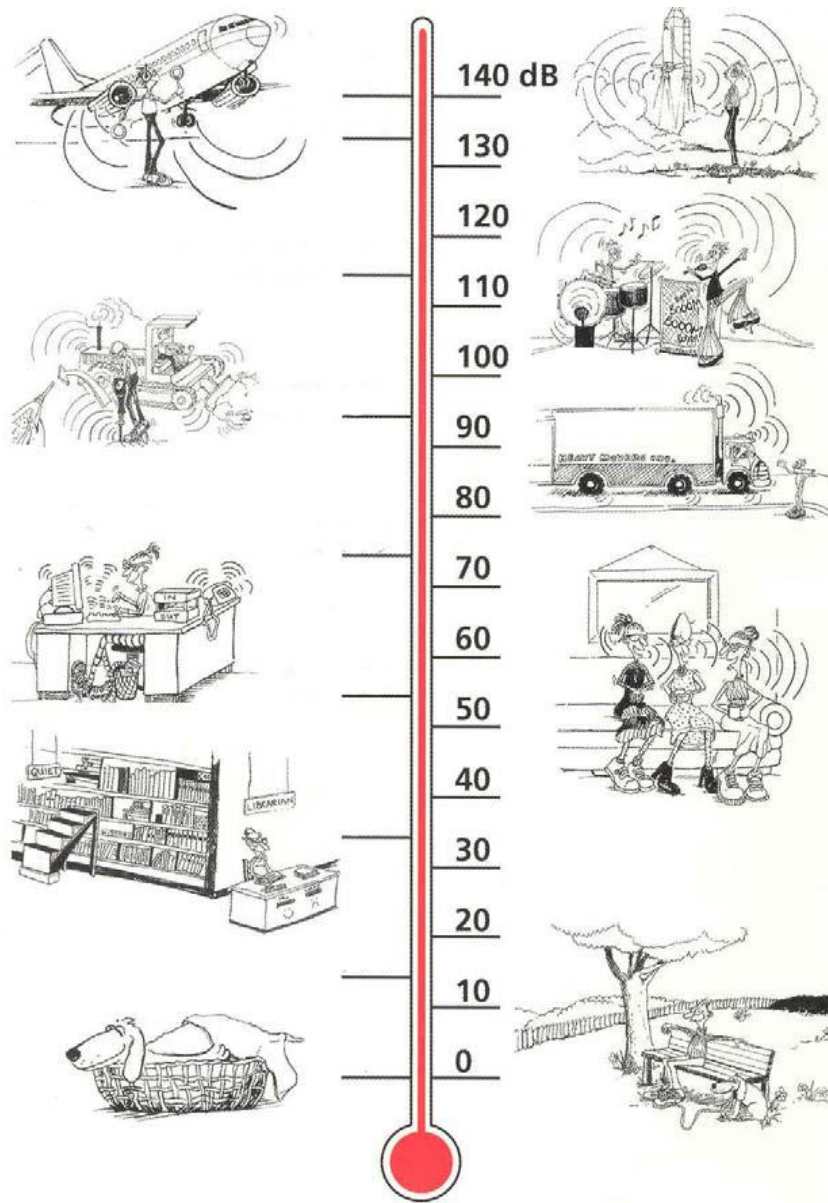
- Одлука за утврдување во кои случаи и под кои услови се смета дека е нарушен мирот на граѓаните од штетна бучава („Сл. Весник на РМ” 64/93)
Оваа одлука е донесена врз основа на Законот за прекршоци на јавниот ред и мир („Сл. Весник на СРМ” 25/72, 29/83, 34/83, 51/88, 19/90 и „Сл. Весник на РМ” 26/93).

- Наредба за задолжително атестирање (хомологација) на моторни возила со најмалку четири тркала во поглед на бучавата (“Сл. Весник на РМ” 16/97)
Оваа наредба е донесена врз основа на Законот за стандардизација („Сл. Весник на РМ” 23/95). Стандардите коишто се користат во оваа проблематика се следните:

- *ISO 3746* - ги дефинира основните термини и мерни методи за бучавата, и нивниот ефект врз човекот
- *ISO P-1999*
- *DIN 45633*
- *IEC 179* и *179a*

Согласно постојната законска регулатива, податоците од мерењето и следењето на нивото на бучава се доставуваат до Министерството за животна средина и просторно планирање и Македонскиот информативен центар за животна средина. Добиените податоци се обработуваат и така обработени, подоцна се доставуваат до релевантни институции, јавноста и останатите заинтересирани субјекти.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини



Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

6.1. Централна лабораторија за животна средина

Централната лабораторија за животна средина врши мерења на ниво на бучава предизвикана од различни извори, класифицирани според Националната класификација на дејности. Најчесто се вршат мерења на нивоа на бучава предизвикана од: преработувачка индустрија, хотели и ресторани, услужни активности, трговија и друго.

Мерењата се вршат со следната опрема:

1. Модуларен прецизен анализатор на звук тип 2260, верзија 1 и 1.1, *Bruel&Kjaer*
2. Микрофон тип 4189 со линеарна реакција на звучниот притисок и номинална чувствителност од -26 dB ReIV/Pa



Слика 6.1. Модуларен прецизен анализатор на звук тип 2260
(*Figure 6.1. Modular precision sound analyzer type 2260*)

При мерењата и нормирањето на нивоата на бучавата, изразено во $dB(A)$, се мерат следните параметри:

- *LAEQ* – Еквивалентно континуирано ниво на бучава
- *LAFmax* – Максимална вредност на бучава, детектирана за време на мерењето
- *LCPK(maxP)* – Максимална вредност на пик при импулсна бучава за време на мерење во временски интервал $> 1\text{ sec}$.

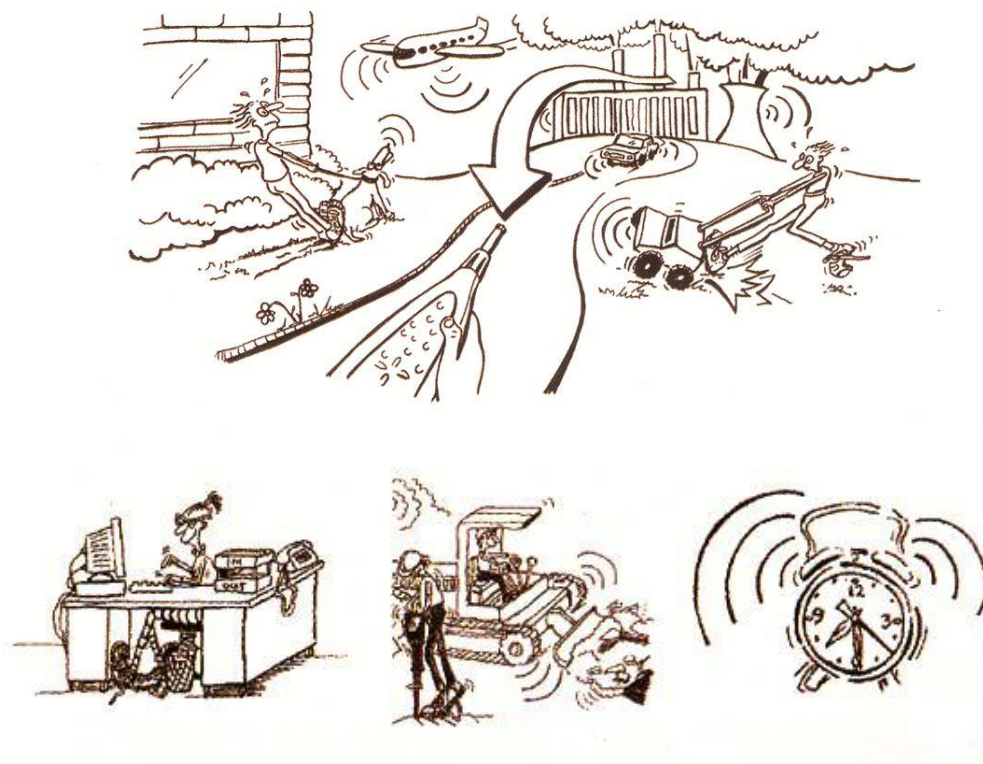
Презентираните вредности за интензитетот на бучавата важат за услови и работни процеси коишто биле во времето кога се вршени мерењата.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

При мерењата и нормирањето на нивоата на бучава изразени во $dB(A)$, се мерат следните параметри:

- L_{AEQ} – Еквивалентно континуирано ниво на бучава
- L_{max} – Максимална вредност на бучава, детектирана за време на мерењето
- L_{min} – Минимална вредност на бучава детектирана за време на мерењето
- Број на мерења при коишто нивото на бучава е над $65 dB(A)$.

Мерењата што ги врши Централната лабораторија за животна средина се инцидентни и затоа не е воспоставена мрежа на мерни места.



Слика 6.2. Мерни места
(Figure 6.2. Measuring points)

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

7. АНАЛИЗА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД МЕРЕЊАТА НА ЦЕНТРАЛНАТА ЛАБОРАТОРИЈА

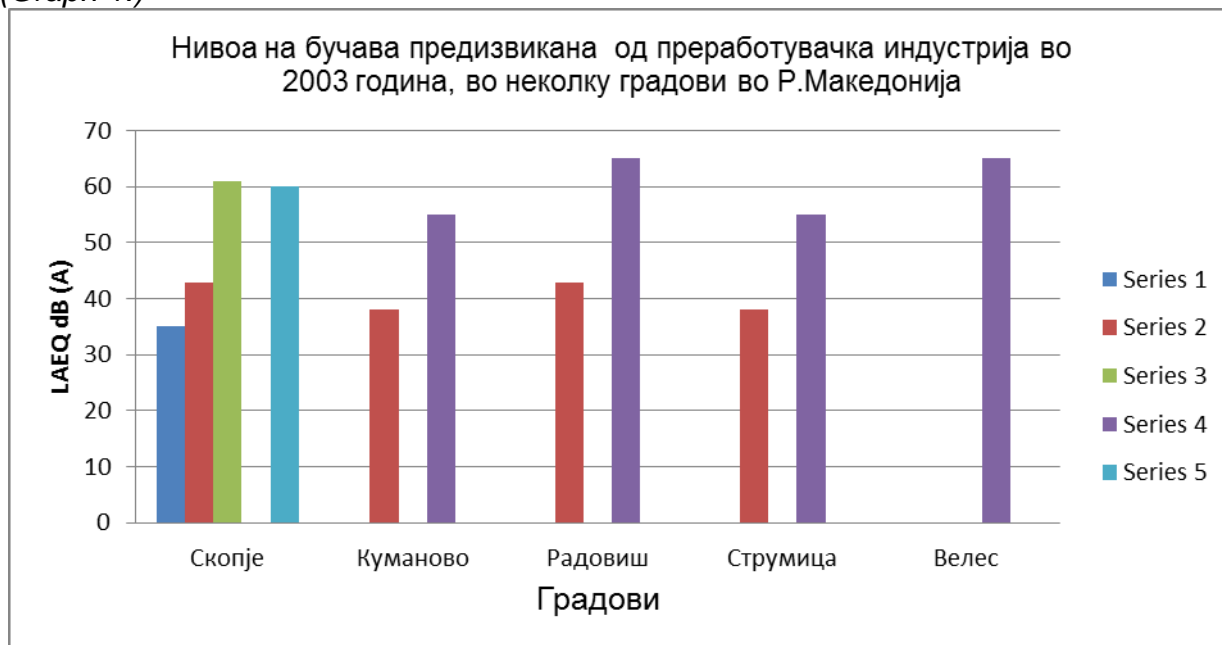
Во овој труд се презентирани мерни податоци за градот Скопје и Битола, и се дадени табели на некои останати градови во Република Македонија каде што се вршени мерења.

Сите резултати од мерењата добиени од Централната лабораторија за животна средина се обработени во Македонскиот информативен центар за животна средина согласно Националната класификација на дејности.

Останати градови

На график 1. се претставени нивоата на бучава предизвикана од преработувачката индустрија во неколку градови во Република Македонија во 2003 година. Од графикот се гледа дека нивото на бучава предизвикана од преработувачката индустрија ги надминува МДН од: 35 $dB(A)$ во Скопје, 40 $dB(A)$ во Скопје и Радовиш, 45 $dB(A)$ во Скопје и 60 $dB(A)$ во Велес. Во другите случаи, нивоата на бучава се во границите на МДН.

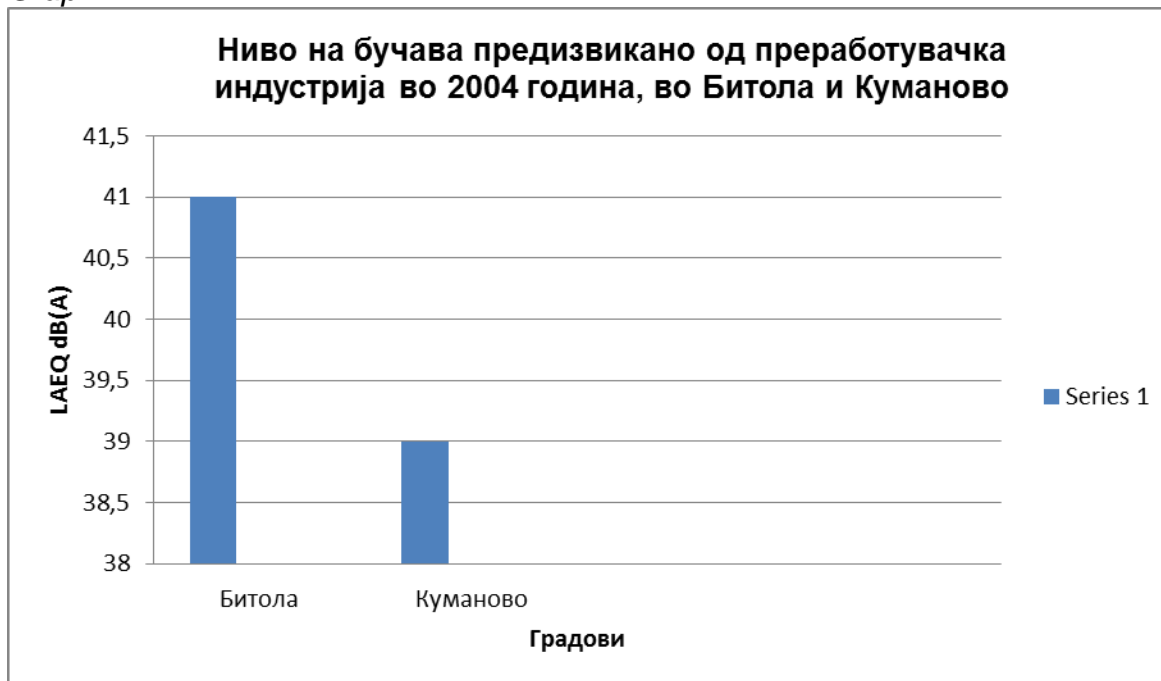
График 1.
(Graph 1.)



Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

На график 2. се претставени нивоата на бучава предизвикана од преработувачката индустрија во Битола и Куманово во 2004 година. Од графикот се гледа дека нивото на бучава во двата случаи е во границите на МДН.

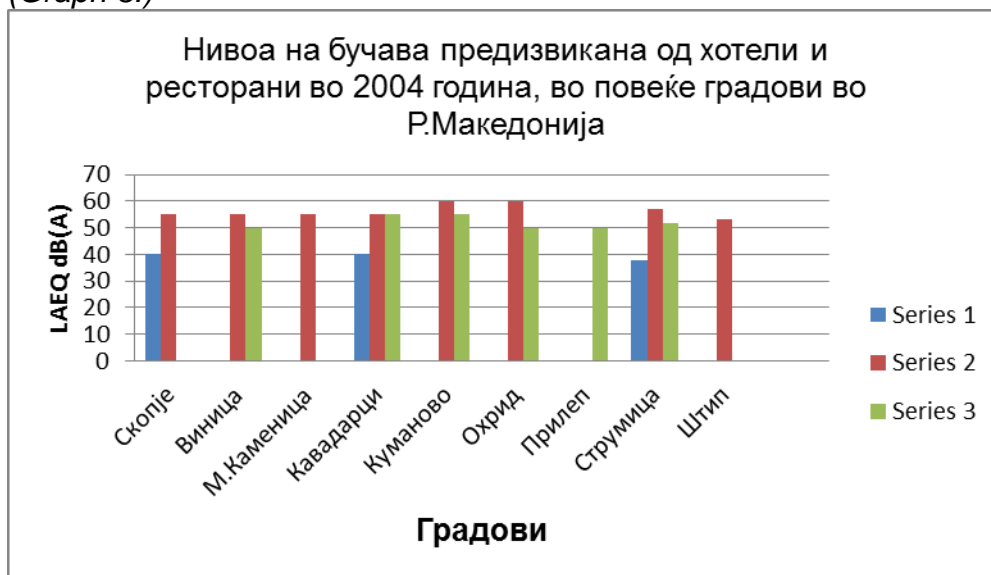
График 2.
Graph 2.



На график 3. се претставени нивоата на бучава предизвикана од хотели и ресторани, во неколку градови во Република Македонија во 2004 година. Од графикот се гледа дека нивото на бучава предизвикана од хотели и ресторани, во сите случаи се во границите на максималното дозволено ниво (МДН).

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

График 3.
(Graph 3.)



Град Битола

Заводот за здравствена заштита во Битола реализира по 50 мерења двапати во годината, на 4 мерни места дадени во следната табела:

Табела 7.1. (Table 7.1.)

Р.б	Мерно место	X	Y	Long	Lat
1	Спомен дом на културата	7 528 732	542 758	21°20'30"	41°01'38"
2	Дом на народно здравје	528 543	4 543 190	21°20'22"	41°01'53"
3	ОУ „Тодор Ангелски“	528 861	4 543 754	21°20'36"	41°02'11"
4	Нова Битола – кај технички преглед	525 963	4 542 812	21°18'32"	41°01'41"

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

БИТОЛА – Диспозиција на мерни места



Одделението по хигиена и здравствена екологија при ЈЗУ Центар за јавно здравје од Битола, врши мерења на нивото на комунална бучава во месец април и октомври од 1998 година. Во текот на 1998 година, бучавата е следена на три мерни места, во периодот од 1999 до 2004 година на четири мерни места, а од 2005 година бучавата се следи на осум мерни места (табела 7.2.).

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Табела 7.2. Мерни места (ММ) на комунална бучава

(Table 7.2. Measuring points (MM) of communal noise)

Реден број на мм	Локација	Зони и степени на заштита	МДГВ* dB(A)
1	Крстосница на ул. „Иван Милутиновиќ“ со ул. „Прилепска“ до прв станбен објект	Станбено-деловна зона Подрачје од трет степен на заштита од бучава	60
2	Крстосница кај здравствен дом ул. „Иван Милутиновиќ“ со ул. „Столарска“	Деловна зона Подрачје од трет степен на заштита од бучава	60
3	Двор на гимназија „Јосип Броз Тито“	Зона за воспитна и образовна дејност	55
4	Крстосница кај Клиничка болница ул. „Партизанска“ со ул. „АСНОМ“	Зона на здравствена установа за болничко лекување Подрачје од втор степен	55
5	Крстосница Новачки пат со ул. „Индустриска“	Индустриска зона Подрачје со четврти степен на заштита од бучава	70
6	Градски парк пред спортска сала „Младост“	Зона за рекреација и јавен парк Подрачје со втор степен на заштита од бучава	55
7	Населба Карпош детска градинка „Вангел Мајорот“ на ул. „Бранко Радичевиќ“	Зона за воспитна и образовна дејност Подрачје од втор степен	55
8	Нова Битола, над станицата за технички преглед - ул. „Јадранска“	Станбена зона Подрачје со втор степен на заштита од бучава	55

*Максимално дозволена гранична вредност

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Врз основа на Правилникот за гранични вредности на нивото на бучава во животната средина, резултатите од мерењата на комуналната бучава на наведените осум мерни места покажуваат варијации на вредностите. Со оглед на бројот на жители, густината на населеност и урбаниот развој на градот, интензитетот на бучава во станбените зони се одржува под граничната вредност. Повисоки вредности на бучава од максимално дозволената гранична вредност се измерени на мерното место 1 што се наоѓа во станбено-деловна зона. Со изградбата на обиколницата и кружниот тек, во последните две години е забележано намалување на нивото на бучава за 8 dB (A), во однос на 2005 година од кога е воведено ова мерно место, но и покрај тоа бучавата сè уште се одржува над граничната вредност од 60 dB(A).

Во 2008 година е спроведена студија за проценка на ризикот од комуналната бучава кај училишната популација. Според извршените мерења и анализи на бучавата во училишната средина и во резиденцијалната средина (средината на живеење), може да се заклучи дека училишните деца се изложени на бучава под граничната вредност од 55 dB(A). Во училишните дворови што се лоцирани во станбените зони, бучавата е 55 dB (A) или ја надминува граничната вредност за 2 до 3 dB(A), што е резултат на тековните активности на децата. Кај училишните деца кои се изложени на лесно зголемено ниво на бучава, не постојат невролошки пореметувања поврзани со стресот. Тоа зборува дека урбаниот развој на градот не предизвикал нарушување на станбените зони, а училиштата се правилно лоцирани во станбените зони.

Со оглед на урбаниот развој на градот Битола којшто се приближува кон вкупниот број од 100.000 жители, а согласно обврските што произлегуваат од Законот за заштита од бучава во животната средина, Центарот за јавно здравје од оваа година започна со мерење на бучавата во периодот ден/ вечер/ ноќ со што во иднина ќе се добијат податоци за индикаторите (Лден, Лноќ) на изложеност кај експонираната популација, како што се вознемиреноста и нарушувањето на спиењето. Во оваа насока треба да се направат дополнителни истражувања кај експонираната популација.

Врз основа на утврдената состојба се наметнува потребата од преземање соодветни превентивни мерки за редуција на нивото на комуналната бучава, на

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

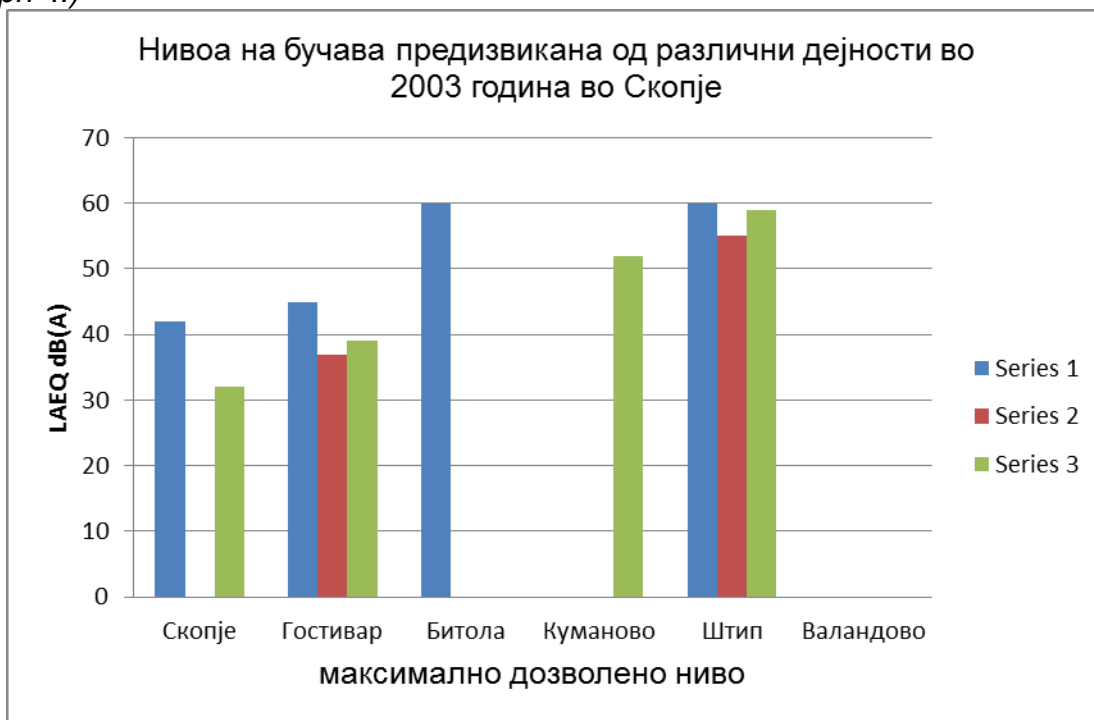
оние мерни места каде што измерените вредности на бучава се повисоки од максимално дозволените гранични вредности, сè со цел да се спречи зголемувањето на бучавата и одржување на тивките зони како такви.

Град Скопје

На график 4. се претставени нивоата на бучава предизвикана од различни дејности во Скопје, во 2003 година. Од графикот се гледа дека нивото на бучава предизвикана од преработувачката индустрија ги надминува МДН од: 35 $dB(A)$, 40 $dB(A)$ и 45 $dB(A)$, а е во граници на МДН од 60 $dB(A)$. Бучавата предизвикана од услужни дејности на хотелите и рестораните е во границите на МДН.

МДН - Максимално дозволено ниво на бучава.

График 4.
(Graph 4.)

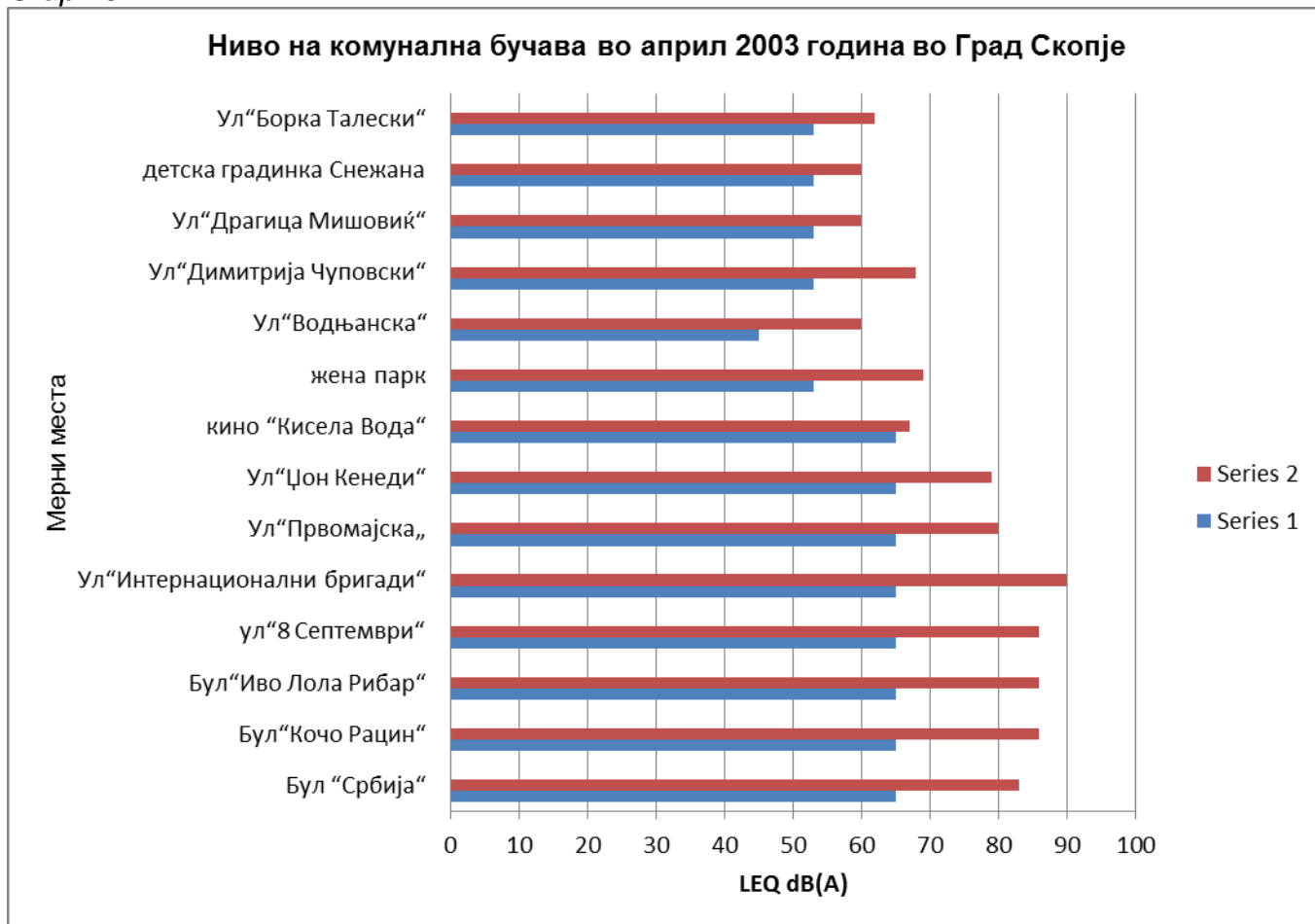


На график 5. се претставени нивоата на бучава во 2003 година. Од графикот се гледа дека на сите мерни места, нивото на комуналната бучава го надминува МДН за тоа мерно место. Најголема вредност комуналната бучава достигнала на мерното место број 5, т.е. на ул. „Интернационални бригади“ – 89 $dB(A)$, а најмала

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

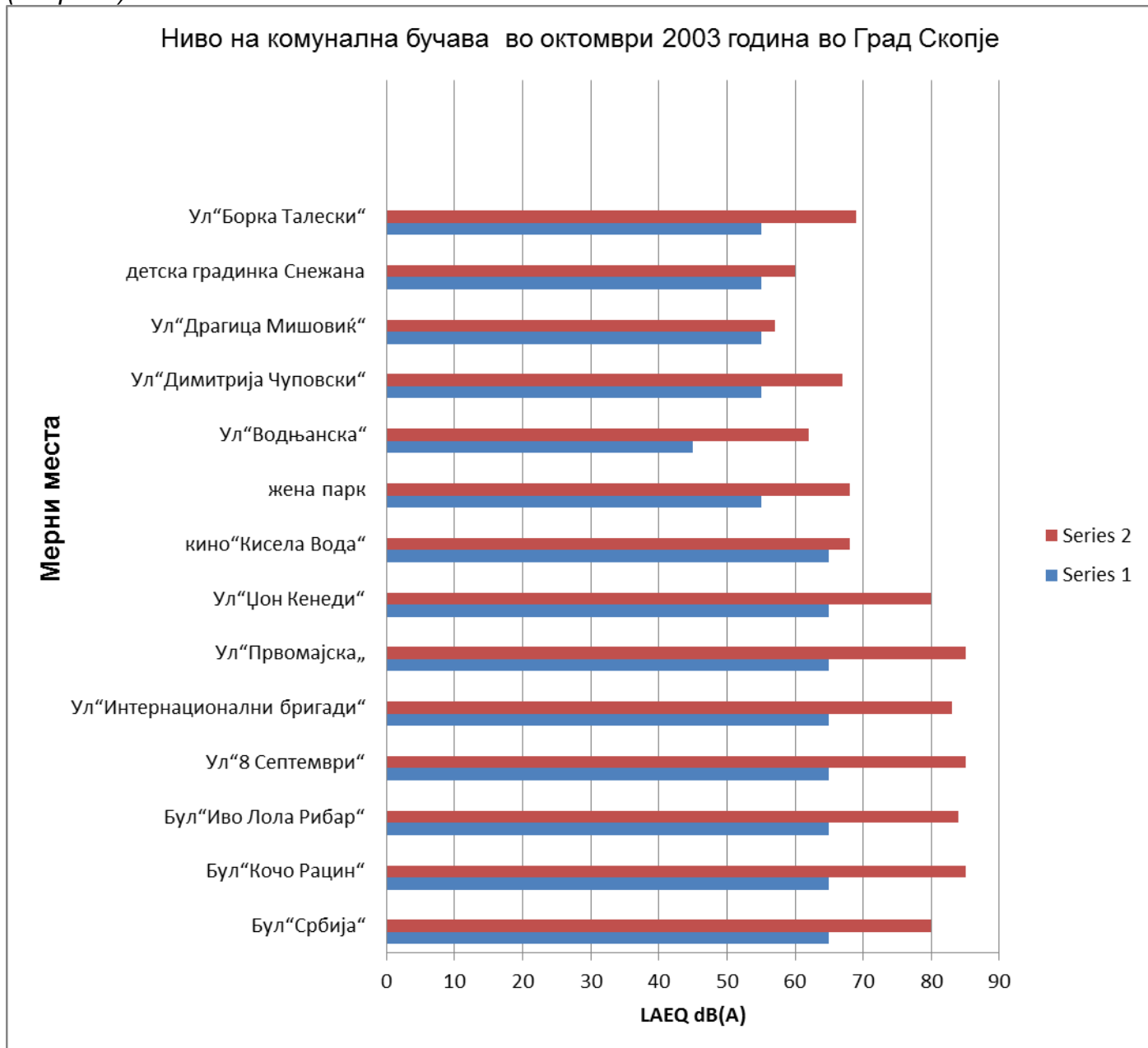
на мерното место со број 12, детската градинка „Орце Николов“ на ул.„Драгица Мишовиќ“ – 60.4 dB(A).

График 5.
Graph 5.



На график 6. се претставени нивоата на бучава во 2003 година. Од графикот се гледа дека на сите мерни места, нивото на комуналната бучава го надминува МДН за тоа мерно место. Најголема вредност, комуналната бучава достигнала на мерното место број 5, т.е. на бул. „Александар Македонски“ и ул. „Интернационални бригади“ – 84.9 dB(A), а најмала на мерното место со број 12, детската градинка „Орце Николов“, на ул.„Драгица Мишовиќ“ – 56 dB(A).

График 6.
(Graph 6.)



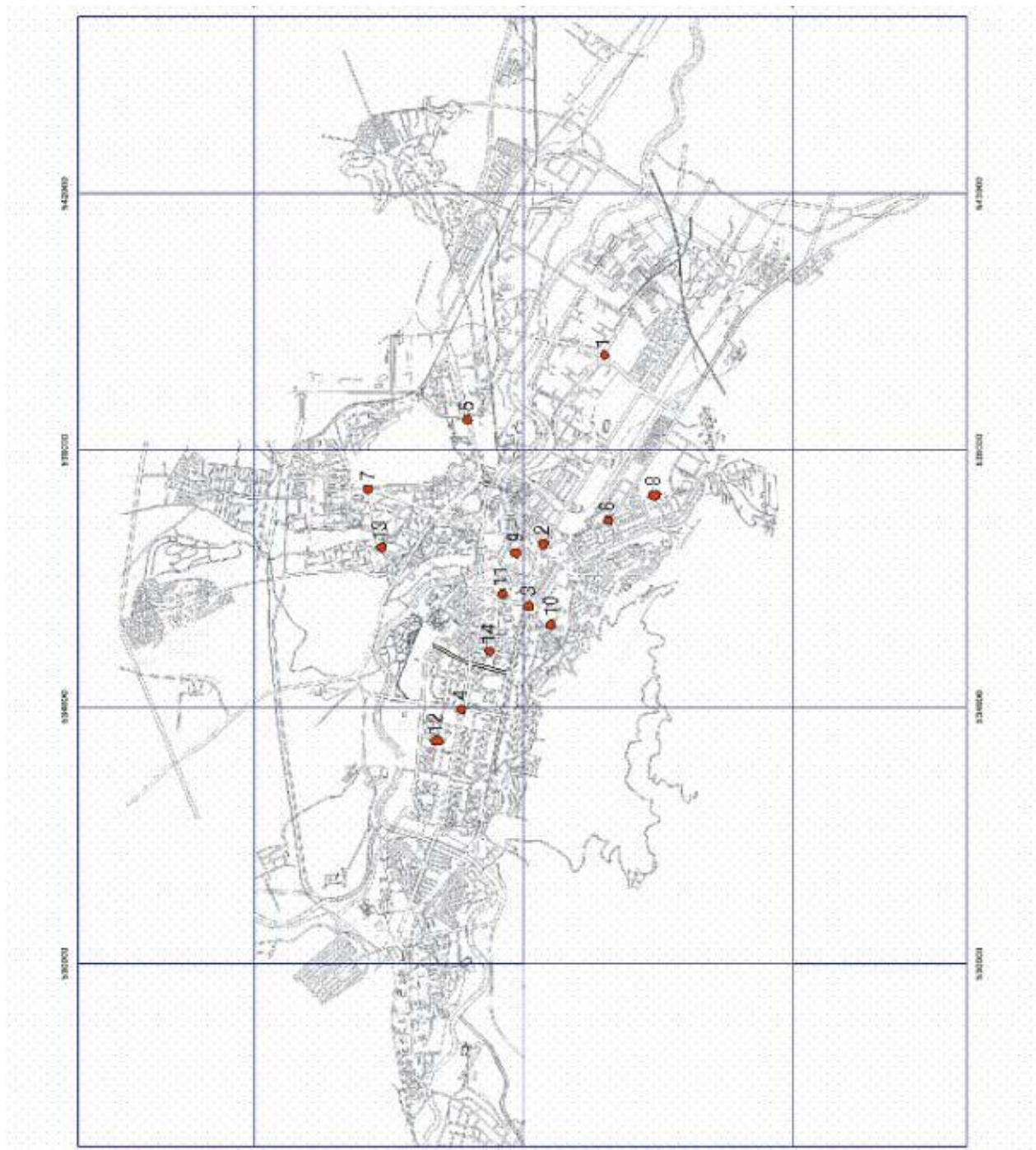
Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Заводот за здравствена заштита од Скопје реализира по 50 мерења двапати во годината, на 14 мерни места дадени во следната табела (2003 год):

Табела 7.3. (Table 7.3.)

Р.бр.	Мерно место	X	Y	Long	Lat
1	Бул. „Јане сандански“ Бул. „Србија“	539 474	4 648 746	21 28'35"	41° 58'53"
2	Бул. „Кочо Рацин“ Бул. „11 Октомври“	536 499	4 649 617	21°26'24"	41° 59'23"
3	Бул.„Климент Охридски“ Ул. „Иво Лола Рибар“	535 541	4 649 950	21°25'44"	41° 59'33"
4	Бул.„Партизански Одреди“ Ул. „8-ми Септември“	534 017	4 650 984	21°24'38"	42°00'06"
5	Бул.„Александар Македонски“ Ул.„Интернационални бригади“	538 508	4 650 772	21°27'54"	41° 59'59"
6	Ул. „Првوماјска“ Ул. „Сава Ковачевиќ“	536 896	4 648 613	21°26'43"	41° 58'49"
7	Ул. „Цветан Димов“ Ул. „Џон Кенеди“	537 338	4 652 345	21°27'03"	42°00'50"
8	Ул. „Христо Татарчев“ кино „Кисела вода“	537 235	4 647 911	21°26'57"	41° 58'57"
9	Ул. „Даме Груев“ Ул.„11-ти Октомври“ жена парк	536 364	4 649 980	21°26'20"	41° 59'33"
10	Ул. „Водњанска“, Клинички центар	535 275	4 649 605	21°25'33"	41° 59'21"
11	Ул.„Димитрија Чуповски“ гимназија Ј.Б.Тито	535 789	4 650 179	21°25'55"	41° 59'40"
12	Детска градинка „Орце Николов“ на Ул. „Драгица Мишовиќ“	533 453	4 651 441	21°24'14"	42°00'21"
13	Ул. „Џон Кенеди“ Детска градинка „Снежана“	536 552	4 652 188	21°26'29"	42°00'45"
14	Детска градинка „Н.Н. Борче“ Ул. „Борка Талески“	534 783	4 650 547	21°25'12"	41° 59'52"

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини



ГРАД СКОПЈЕ – Диспозиција на мерни места

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

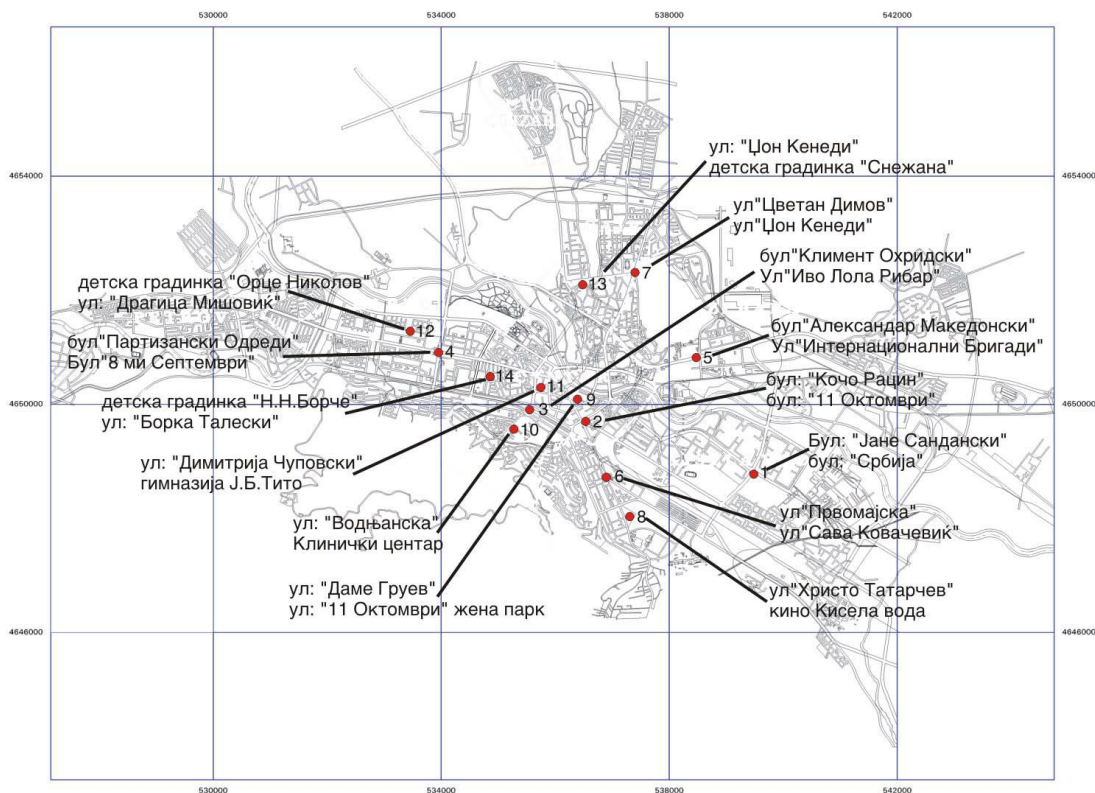
Заводот за здравствена заштита од Скопје реализира по 50 мерења двапати во годината, на 14 мерни места дадени во следната табела (2004 год.).

Табела 7.4. (Table 7.4.)

Р.бр.	Мерно место	X	Y	Long	Lat
1	Бул. „Јане сандански“ Бул. „Србија“	539 474	4 648 746	21°28'35"	41°58'53"
2	Бул. „Кочо Рацин“ Бул. „11 Октомври“	536 499	4 649 617	21°26'24"	41°59'23"
3	Бул.„Климент Охридски“ Ул. „Иво Лола Рибар“	535 541	4 649 950	21°25'44"	41°59'33"
4	Бул.„Партизански Одреди“ Ул.„ 8-ми Септември“	534 017	4 650 984	21°24'38"	42°00'06"
5	Бул.„Александар Македонски“ Ул.„Интернационални бригади“	538 508	4 650 772	21°27'54"	41°59'59"
6	Ул. „Првوماјска“ Ул. „Сава Ковачевиќ“	536 896	4 648 613	21°26'43"	41°58'49"
7	Ул. „Цветан Димов“ Ул. „Џон Кенеди“	537 338	4 652 345	21°27'03"	42°00'50"
8	Ул.„Христо Татарчев“ Кино „Кисела вода“	537 235	4 647 911	21°26'57"	41°58'57"
9	Ул. „Даме Груев“ Ул. „11-ТИ Октомври“ жена парк	536 364	4 649 980	21°26'20"	41°59'33"
10	Ул. „Водњанска“ Клинички центар	535 275	4 649 605	21°25'33"	41°59'21"
11	Ул.„Димитрија Чуповски“ гимназија Ј.Б.Тито	535 789	4 650 179	21°25'55"	41°59'40"
12	Детска градинка „Орце Николов“ Ул.„Драгица Мишовиќ“	533 453	4 651 441	21°24'14"	42°00'21"
13	Ул. „Џон Кенеди“ Детска градинка „Снежана“	536 552	4 652 188	21°26'29"	42°00'45"
14	Детска градинка „Н.Н. Борче“ Ул. „Борка Талески“	534 783	4 650 547	21°25'12"	41°59'52"

ГРАД СКОПЈЕ – Диспозиција на мерни места

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини



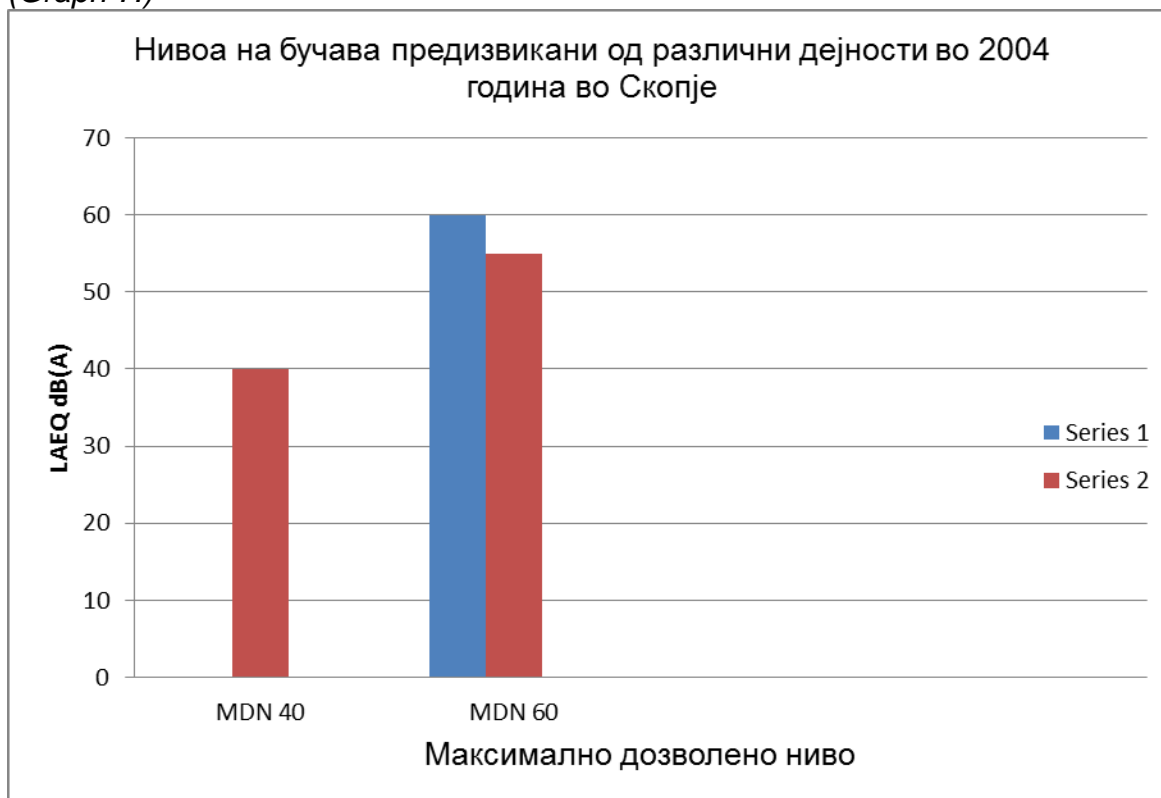
Мерењата се вршат врз основа на *ISO 3746* стандардот којшто ги дефинира основните термини и мерни методи за бучава, со основен софтвер *BZ 7210* и влезен степен *CZ 0026*. Исто така, при калибрација на опремата се користат меѓународни стандарди како *ICE 651*, *ICE 840*, *IEC 942* и *ANSI S1.40 – 1984* американски национален стандард.

Методот на мерење е следен. На секое мерно место се вршат 50 мерења на секои 15 секунди, и потоа од добиените вредности со помош на логаритамска равенка се пресметуваат еквивалентното, максималното и минималното ниво на бучава и се дава бројот на мерења над 65 dB.

На график 7. се претставени нивоата на бучава предизвикана од различни дејности во Скопје, во 2004 година. Од графикот се гледа дека нивоата на бучава предизвикана од сите дејности е во границите на МДН.

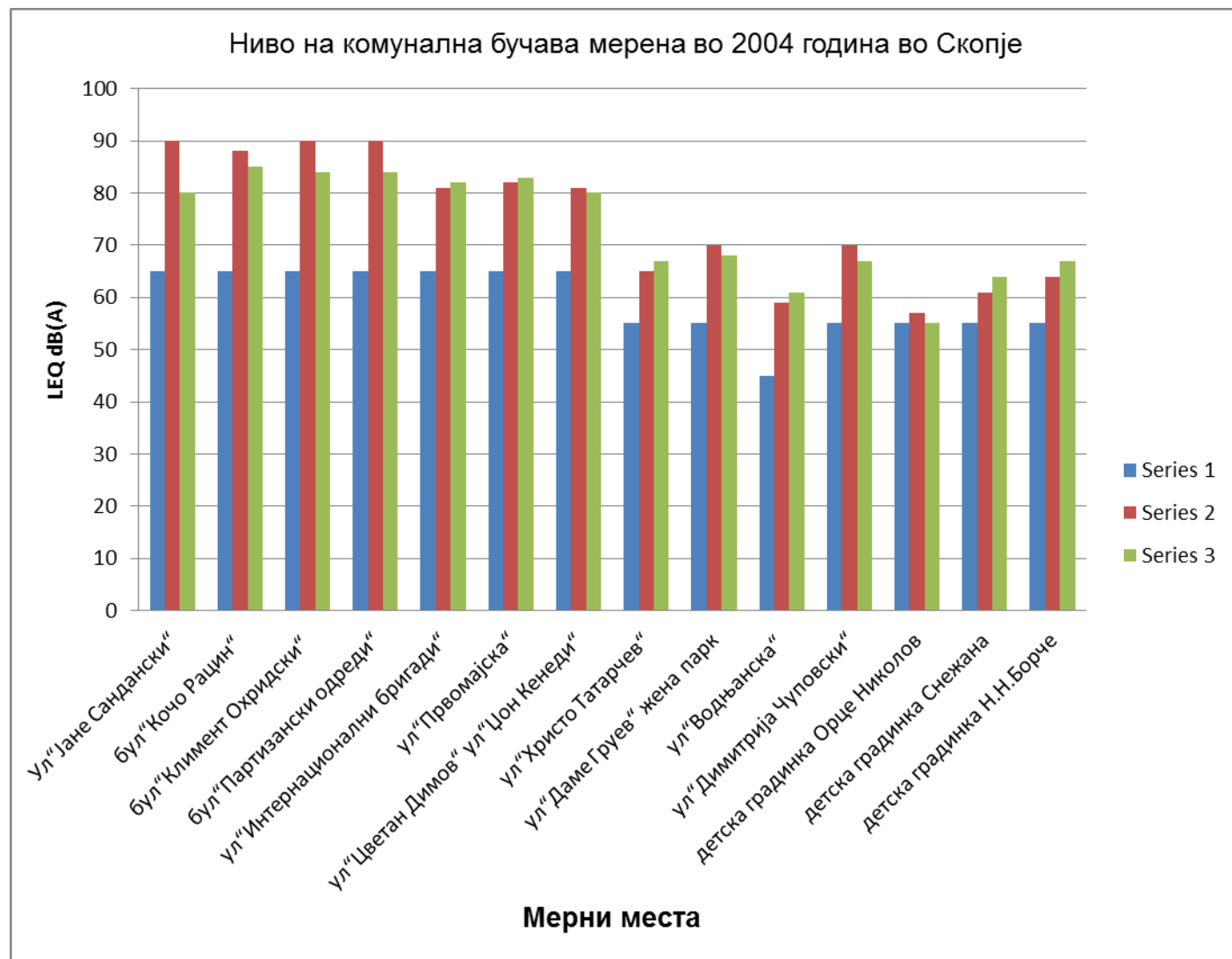
МДН - Максимално дозволено ниво на бучава

График 7.
(Graph 7.)



Во Републичкиот завод за здравствена заштита се вршени континуирани мерења на нивото на комуналната бучава во градот Скопје, во месец април и октомври 2004 година, и тоа на 14 мерни места. На графикот 8. се претставени нивоата на бучава во 2004 година. Од графикот се гледа дека на сите мерни места, нивото на комуналната бучава го надминува МДН за тоа мерно место. Најголема вредност, комуналната бучава достигнала на мерното место број 3, т.е. на бул. „Климент Охридски“ и ул. „Иво Лола Рибар“ – 90,2 dB(A), а најмала на мерното место со број 13, ул. „Џон Кенеди“ и детската градинка „Снежана“ – 61.2 dB(A).

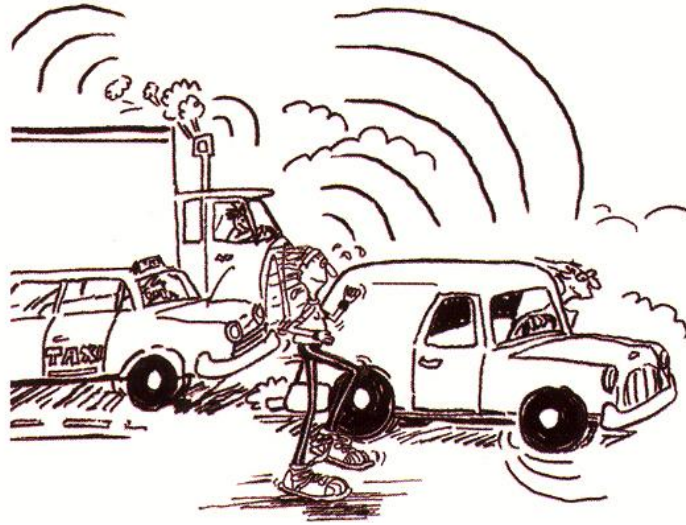
График 8.
(Graph 8.)



Сите резултати од мерењата добиени од Централната лабораторија за животна средина се обработени во Македонскиот информативен центар за животна средина, согласно Националната класификација на дејности.

Заводите за здравствена заштита во Скопје и Битола, вршат проценка на штетното влијание на комуналната бучава врз експонираното население. Добиените резултати соодветно се обработени и доставени до Македонскиот информативен центар за животна средина.

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини



8. ЗАКЛУЧОК

Шумови се викаат звуците што се состојат од голем број хармониски осцилирања со различни фреквенции и амплитуди во текот на времето. Колку повеќе фреквенции содржи акустичниот спектар на звукот, толку повеќе звукот му се приближува на шумот. Во шумови припаѓаат звуците што одговараат на непериодични осцилирања, што имаат непрекинат спектар. Шумот што се создава од некоја машина е попостојан од шумот од улицата, што се создава од колите, моторите, истовременото зборување на многу луѓе и е крајно неопределен.

Човекот во својот секојдневен живот и работа е изложен на шумови што се резултат на различни видови звуци, што истовремено допираат до неговото уво и создаваат лош звучен впечаток, познат како бучава. Бучавата има штетно дејство врз организмот на човекот: го покачува крвниот притисок, предизвикува нервни заболувања и слабеење на слухот, ја намалува работоспособноста и доведува до замор. Според тоа, бучавата претставува опасен загадувач на животната и работната средина на човекот.

Од мерењата и анализите коишто се прикажани во овој труд можеме да заклучиме дека бучавата е најмногу изразена во градот Скопје. Сето тоа е резултат на преголемата населеност и зголемениот број моторни возила, како и од изградбата на голем број фабрики и претпријатија, изградбата на патишта во близина на населените места коишто негативно влијаат како врз животната средина така и врз здравјето на човекот.

За да се заштити човекот од опасното дејство на бучавата и да ја сочува својата работоспособност се преземаат разни заштитни мерки:

Се отстрануваат или се намалуваат предизвикувачите на бучава преку рационализација на технолошките процеси и транспортните средства во работните простории;

Се преземаат мерки за да се намали ширењето на бучавата од изворите на бучава:

- Изолирање на јазлите што се извори на бучава;

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

- Поставување на бучните машини на фундаменти што имаат амортизациски приспособувања;
- Изградба на масивни или повеќеслојни ѕидови;
- Добро планирање на претпријатијата/ фабриките од акустично гледиште;
- Намалување на бучавата преку аеродинамично изнесување на бучавата од просторијата, по воздушни канали што имаат добра звучна изолација;
- Рационална распределба на работата и одморите на работниците.

Во градовите со развиен градски сообраќај, забранета е употребата на автомобилските сирени, освен во исклучителни случаи (итна помош, пожарна или полиција). Во строгите центри на големите градови, во некои главни улици, покрај училиштата и болниците се забранува движење на камиони, автомобили, мотори и други сообраќајни средства;

Поради големата бучава што ја создаваат сообраќајните средства, автопатиштата ги заобиколуваат градските населби;

Вработените во средини со честа бучава се информираат за нејзиното штетно дејство и се задолжуваат да ги почитуваат мерките за хигиенско-техничка заштита (ХТЗ мерки), како на пример: во текстилните фабрики, во електроработилниците и металските работилници, на аеродромите итн. Работниците се задолжуваат во ушната школка да носат тампони од влакнести материјали (памук, волна), коишто многу го апсорбираат звукот или да користат специјални покривки за ушните школки што се наречени антифони;

За колективна заштита од бучавата, со посебни акти во секое населено место треба да се предвидат временски интервали од деноноќието, каде што ќе владее потполн мир. Со тоа, на луѓето им се гарантира неопходниот психички и физички одмор, како подготовка за наредниот работен ден.

9. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

Acoustical Society of America. 1986a. Precision methods for the determination of sound power levels of broad-band noise sources in reverberation rooms, ANSI S1.31-1980 (R1986). Acoustical Society of America, Woodbury, NY.

Beranek, L. L. and Ver' r, I. L. 1992. Noise and Vibration Control Engineering, p. 102. John Wiley, New York.

Berglund, B., Lindvall, T. and Schwela, D. H. (eds) (1999). *Guidelines for Community Noise*. Geneva: World Health Organization.

Bies, D. A. and Hansen, C. H. (1980). Flow resistance information for acoustical design. *Applied Acoustics*, **13**, 357–391.

Brooks, T. F. and Humphreys, W. M. (2006). A deconvolution approach for the mapping of acoustic sources (DAMAS) determined from phased microphone arrays. *Journal of Sound and Vibration*, **204**, 856–879.

Beranek, L. L. and Ver' r, I. S. 1992. Noise and Vibration Control Engineering, p. 293. John Wiley and Sons, New York.

Druyvesteyn, W. F. and de Bree, H. E. (2000). A new sound intensity probe; comparison to the Bruel and Kjaer p–p probe. *Journal of the Audio Engineering Society*, **48**, 10–20.

Dutilleaux, G., Vigran, T. E. and Kristiansen, U. R. (2001). An in situ transfer function technique for the assessment of acoustic absorption of materials in buildings. *Applied Acoustics*, **62**, 555-572.

Fahy, F. J. (1995). *Sound Intensity, 2nd edition* . London: E&FN Spon.

Isei, T., Embleton, T. F. W. and Piercy, J. E. (1980): A comparison of two different sound intensity measurement principles. *Journal of the Acoustical Society of America*, **67**, 46–58.

Jacobsen, F. and de Bree, H-E. (2005): A comparison of two different sound intensity measurement principles. *Journal of the Acoustical Society of America*, **118**, 1510–1517.

Jonasson, H. and Eslon, L. (1981): *Determination of Sound Power Levels of External Sources*. Report SP-RAPP 1981: 45, National Testing institute, Acoustics Laboratory, Borus, Sweden.

Maidanik, G. 1962. Response of ribbed panels to reverberant acoustic fields. *J. Acoust. Soc. Am.* 34: 640–647.

Norton, M. P. 1989: *Fundamentals of Noise*

Randall, R. H. 1951: *An Introduction to Acoustics*. pp. 40–42. Addison-Wesley, Reading, MA. (2008).

Sandberg, U. (2001) : *Noise Emissions of Road Vehicles: Effect of Regulations*. Final Report 01-1 of the I-INCE Working Party on Noise Emissions of Road Vehicles. International Institute of Noise Control Engineering.

Sutherland, L. C., Piercy, J. E., Bass, H. E., and Evans, L. B. 1974: A method for calculating the absorption of sound in the atmosphere. 84th Meeting of the Acoustical Society of America, St. Louis, MO.

Ugural, A. C. 1999: *Stresses in Plates and Shells*, p. 257. McGraw-Hill, New York. 1994. *Fundamentals of Classical*

Мерење, анализа и контрола на сообраќајната бучава во урбани средини

Widrow, B. (2001): A Microphone Array for Hearing Aids. *Echoes, The newsletter of the Acoustical Society of America*, **11** (3) Summer 2001.

Williams, E. G. (1999): *Fourier Acoustics – Sound Radiation and Nearfield Acoustical Holography*. San Diego, CA: Academic Press.

Zander, A. C. and Hansen, C. H. (1992): Active control of higher order acoustic modes in ducts. *Journal of the Acoustical Society of America*, **92**, 244–257.

Службен весник на РМ, бр. 152 од 5.12.2008 година.

Службен весник на РМ, бр. 1 од 1.1.2009 година.

Службен весник на РМ, бр. 107 од 29.8.2008 година.

www.wordpress.com

www.zim.com.mk

www.wikipedija.com