VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

MECHANIKOS FAKULTETAS

MAŠINŲ GAMYBOS KATEDRA

Lina Narbutienė

# TRIUKŠMO TYRIMAS VGTU SPECIALIOSE LABORATORIJOSE

# NOISE RESEARCH IN SPECIAL LABORATORIES OF VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY

Baigiamasis magistro darbas

Pramonės inžinerijos studijų programa

Pramonės technologijų specializacija

Pramonės inžinerijos mokslo kryptis

Vilnius, 2008

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

MECHANIKOS fakultetas

MAŠINŲ GAMYBOS KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

_____

(Parašas)

doc. dr. M. Jurevičius

(Vardas, pavardė)

_____

(Data)

**Lina Narbutienė**

# TRIUKŠMO TYRIMAS VGTU SPECIALIOSE LABORATORIJOSE

# NOISE RESEARCH IN SPECIAL LABORATORIES OF VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY

**Baigiamasis magistro darbas**

Pramonės inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 62408T204

Pramonės technologijų specializacija

Pramonės inžinerijos mokslo kryptis

**Vadovas** prof. habil. dr. Vladas Vekteris _____ _____
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

**Konsultantė** lekt. Angelika Petrėtienė _____ _____
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

**Konsultantas**_____ _____ _____
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Vilnius, 2008

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
**Mechanikos** fakultetas
**Mašinų gamybos** katedra

ISBN ISSN
Egz. sk.: 2
Data 2008-06-03

**Pramonės inžinerijos** studijų programos baigiamasis magistro darbas
Pavadinimas **Triukšmo tyrimas VGTU specialiose laboratorijose**
Autorius **Lina Narbutienė** Vadovas prof. habil. dr. **Vladas Vekteris**

**Kalba**
[X] lietuvių
[ ] užsienio

**Anotacija**

Baigiamajame darbe nagrinėjamas Vilniaus Gedimino technikos universiteto specialiose laboratorijose esančių įrengimų skleidžiamas triukšmas bei jo atsiradimo dėsningumai. Garso lygiui išmatuoti buvo atlikti eksperimentiniai matavimai. Garso lygiai matuoti ir rezultatai įvertinti pagal higienos normoje HN 33–1:2003 pateiktus reikalavimus. Rezultatai pateikti grafiškai ir atlikta jų analizė.

Baigiamajame darbe taip pat pateikta apibendrinta keliamos problematikos analizė, triukšmą mažinančių priemonių apžvalga ir analizė, pasiūlytos triukšmą mažinančios priemonės tiriamose laboratorijose. Išnagrinėjus ir nustačius triukšmo šaltinių keliamo garso lygį ir jo atsiradimo dėsningumus, pateikiamos baigiamojo magistro darbo išvados ir pasiūlymai.

Darbą sudaro penkios dalys: įvadas, apžvalginė – metodinė dalis, tiriamoji dalis, išvados ir pasiūlymai, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis: 46 p. teksto be priedų, 29 iliustr., 2 lent., 18 bibliografinių šaltinių.

**Prasminiai žodžiai:** triukšmas, garso lygis, laboratorija.

Vilnius Gediminas Technical University
**Mechanics** faculty
**Car production** department

ISBN ISSN
Copies No. 2
Date 2008-06-03

**Industrial engineer** study programme master thesis

Title: **Noise research in special laboratories of Vilnius Gediminas technical University**

Author: **Lina Narbutienė** Academic supervisor: **prof. habil. dr. Vladas Vekteris**

**Thesis language**

[X] Lithuanian
[ ] Foreign (English)

**Annotation**

Noise outspread originated from machines located in laboratories of Transport engineering and Construction engineering faculties of Vilnius Gediminas Technical University and its origination consistency is being investigated in this article. To evaluate the level of sound there was taken experimental measurements. The level of sound measuring and the measurement results evaluation have been made according to requirements prescribed in Lithuanian hygiene standart HN 33 – 1:2003. Investigation results have been presented graphically, their analysis has been made with drawn inferences.

There is summarized arisen problem analysis represented in this graduation work. Moreover it is presented review and analysis of noise abatement means, suggested these means implementation possibilities into laboratories. After investigation of the level of sound produced from noise origin and after determination of its originating consistency, conclucions and suggestions have been represented in this final graduation work.

This work consists of five parts: introduction, methodical – review part, research part, conclusions and suggestions, list of literature.

The amount of work: 46 pages of text without appendixes, 29 figures, 2 tables, 18 bibliographikal entries.

Keywords: level of sound, noise.

# TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS.....6
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....7
ĮVADAS.....9
1. APŽVALGINĖ – METODINĖ DALIS.....10
1.1. Triukšmas ir jo normavimas.....10
1.2. Triukšmo poveikis žmogaus sveikatai ir darbo kokybei.....13
1.4. Triukšmą mažinančios priemonės.....16
2. TIRIAMOJI DALIS.....22
2.1. Problemos formulavimas.....22
2.2. Tyrimo objektas.....22
2.3. Tyrimo metodika.....26
2.4. Triukšmo lygių matavimo vietų išsidėstymo schemos.....28
2.5. Triukšmo lygių matavimų rezultatai ir jų analizė.....32
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....43
LITERATŪRA.....45

# LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Leidžiami garso lygiai darbo aplinkoje.....11
2 lentelė. Pagrindiniai garso slėgio lygiai.....12

# PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Darbuotojų, dirbančių triukšmingomis sąlygomis, procentinis pasiskirstymas.....15
1.2 pav. Mineralinė vata.....18
1.3 pav. Putų polistirenas.....18
1.4 pav. Garsą izoliuojančių pertvarų, iš gipso kartono ir mineralinės vatos, pavyzdžiai.....19
1.5 pav. Daugkartiniai ausų kištukai.....20
1.6 pav. Vienkartiniai ausų kištukai.....20
1.7 pav. Ausinės.....20
1.8 pav. Ausinės, tvirtinamos prie šalmo.....20
2.9 pav. Variklio traukos tikrinimo stendas.....23
2.10 pav. Medžio apdirbimo salė.....24
2.11 pav. Metalo apdirbimo salė.....24
2.12 pav. Vibracinė betono sutankinimo mašina.....25
2.13 pav. Vibracinės betono sutankinimo mašinos.....25
2.14 pav. Garso lygių matavimo vietų schema Vidaus degimo variklių mokomojoje laboratorijoje.....28
2.15 pav. Garso lygių matavimo vietų schema Automobilių eksploatacijos laboratorijoje.....29
2.16 pav. Garso lygių matavimo vietų schemos Įrangos ir bandinių laboratorijoje medžio apdirbimo salėje ir metalo apdirbimo salėje.....30
2.17 pav. Garso lygių matavimo vietų schema Gelžbetoninių ir mūrinių konstrukcijų laboratorijoje.....31
2.18 pav. Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika Vidaus degimo laboratorijoje prie veikiančio dyzelinio variklio taške M1.....33
2.19 pav. Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika Vidaus degimo laboratorijoje prie veikiančio dyzelinio variklio taške M2.....33
2.20 pav. Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika Vidaus degimo laboratorijoje prie veikiančio benzininio variklio taške M3.....34
2.21 pav. Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika Vidaus degimo laboratorijoje prie veikiančio benzininio variklio taške M4.....34
2.22 pav. Ritininis variklio traukos tikrinimo stendas.....36

2.23 pav. Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika Automobilių eksploatacijos laboratorijoje prie variklio traukos tikrinimo stendo taške M1.....36
2.24 pav. Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika Automobilių eksploatacijos laboratorijoje prie variklio traukos tikrinimo stendo taške M2.....37
2.25 pav. Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika medžio apdirbimo salėje taške M2.....38
2.26 pav. Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika metalo apdirbimo salėje taške M1.....39
2.27 pav. Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika taške M1 prie pirmos vibracinės mašinos.....41
2.28 pav. Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika taške M2 prie antros vibracinės mašinos.....41
2.29 pav. Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika taške M3 prie trečios vibracinės mašinos.....42

# ĮVADAS

Triukšmas yra visuotinė problema, apimanti visas žmogaus gyvenimo ir darbo sritis. Triukšmo keliamos problemos ypač aktualios įmonėse, kuriose dirbama su įvairiais technologiniais įrengimais, taip pat kai kuriose technologinėse laboratorijose, statybose, miestuose, gatvėse, klubuose, baruose ir kt. Neigiamas triukšmo poveikis dažniausiai yra susijęs su darbo procesų mechanizacija ir automatizacija, naujų, didelio našumo įrengimų naudojimu, jų greitaeigiškumo didinimu. Triukšmo šaltiniai gali būti varikliai, kompresoriai, turbinos, pneumatiniai ir elektriniai įrankiai, staklės, centrifugos ir kiti įrengimai, turintys judančias detales.

Paskutiniu metu triukšmas tapo vienas iš pavojingų veiksnių. Ilgalaikis jo poveikis kenkia ne tik mūsų klausai, bet ir visam organizmui. Triukšminga aplinka darbo metu vargina, sukelia ir nervinę įtampą, mažina judesių spartą, lėtina mąstymą. Dėl minėtų veiksnių krenta darbo našumas bei nukenčia darbo atlikimo kokybė. Triukšmas darbo vietose padidina nelaimingų atsitikimų grėsmę ir netgi žalą dar negimusiems darbuotojų vaikams. Milijardai eurų išleidžiami kompensacijoms bei kitoms išlaidoms, susijusioms su sumažėjusiu darbingumu ar įvykus nelaimingiems atsitikimams darbe dėl triukšmo poveikio.

Europos Sąjungos direktyvos ir Lietuvos Respublikos atitinkami dokumentai sudaro pakankamą teisinę ir normatyvinę bazę akustinio triukšmo problemai spręsti ir jo poveikio žmogui mažinimui. Pastaruoju metu skelbiamos įvairios programos, kurios nukreiptos į minėtos problemos sprendimą.

Vilniaus Gedimino technikos universitete yra daug laboratorijų, kuriose studentai atlieka tyrimus dirbdami su įvairiais technologiniais įrengimais: metalo apdirbimo staklėmis, suvirinimo įranga, reduktoriais, varikliais, statybinėmis mašinomis ir kt. Didelė dalis šių įrengimų sukelia triukšmą, kuris neigiamai veikia ne tik studentų ir laboratorijose dirbančių darbuotojų sveikatą, bet ir trukdo jų atliekamam darbui. Šio darbo pagrindinis tikslas yra išmatuoti keliamo triukšmo lygį bei nustatyti jo atsiradimo dėsningumus specialiose VGTU laboratorijose.

# 1. APŽVALGINĖ – METODINĖ DALIS

## 1.1. Triukšmas ir jo normavimas

Triukšmas – tai atsitiktiniai, netvarkingi, nepageidaujami garsai, ultragarsai arba jų kompleksas. Jie skiriasi tarpusavyje dažniu, intensyvumu, kitimu bėgant laikui bei sklidimo kryptimi. Fiziologiniu požiūriu triukšmas – tai bet koks garsas, kuris trukdo normaliam žmogaus darbui ir poilsiui bei kenkia sveikatai [1].

Žmogus girdi garsus, kurių dažnis yra nuo 16 Hz iki 20 000 Hz. Žmogaus klausa jautriausia 1000 – 3000 Hz garsams. Mažesnio kaip 16 Hz dažnio virpesių – infragarso žmogus negirdi, o junta kaip atskirų organų arba viso organizmo sukrėtimus. Didesnio kaip 20 000 Hz garso bangos vadinamos ultragarsu. Jų žmogus taip pat negirdi, tačiau jos pasižymi biologiniu poveikiu.

Pagrindiniai triukšmo šaltiniai yra transporto priemonės, statybos mašinos bei mechanizmai, technologiniai įrengimai (kompresoriai, betono maišyklės, elektriniai ir pneumatiniai instrumentai, staklės, štampai, elektros varikliai ir t. t.) ir kt.

Pagal šaltinio rūšį triukšmas skirsomas į:

- mechaninį, atsirandantį judant įvairių mašinų detalėms arba mazgams;
- smūginį, kurį skleidžia tam tikri technologiniai procesai;
- aerodinaminį, atsirandantį judant dujų arba oro srovėms dideliu greičiu;
- sprogimo impulsinį, atsirandantį dirbant vidaus degimo varikliams ir kt.

Žmogaus klausa nevienodai jautri įvairaus dažnio garsams. Girdimumo diapazone, priklausomai nuo garso lygio, žmogus geriausiai girdi vidutinio (400–1000 Hz) ar aukšto (1250–4000 Hz) dažnio garsus, o mažiausiai jautrus – žemutinėje diapazono dalyje (100–315 Hz). Dydis, apibūdinantis klausos organų garso pojūtį, vadinamas garsumu. Tai psichofizinis garso intensyvumo atitikmuo. Reikia pažymėti, kad tarp garso intensyvumo ir garsumo nėra tiesinės priklausomybės. Garsumas priklauso ne tik nuo garso stiprumo, bet ir nuo virpesių dažnio ir formos. Siekiant suderinti dažnio ir klausos jautrumo priklausomybę nuo garso lygio, buvo įvesta triukšmomačio skalė A (vertės pateikiamos dB(A)) [7].

Žmogus, kurį veikia intensyvus triukšmas, sunaudoja vidutiniškai 10–20 daugiau fizinių ir protinių jėgų, kad galėtų išlaikyti tokį pat išdirbį, pasiektą esant triukšmo lygiui mažesniam nei 70

dBA. Lėtinį profesinį klausos pažeidimą paprastai sukelia didesnis kaip 85 dBA darbo aplinkoje veikiantis triukšmas.

Europos Sąjunga ir Lietuvos Respublikos Vyriausybė skiria nemaža dėmesio aktualios triukšmo mažinimo problemos sprendimui. Yra pakankamai neblogai sutvarkyta normatyvinė bazė, paruošta nemažai norminių dokumentų ir teisės aktų, kaip antai, Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos, taip pat Lietuvos Respublikos „Triukšmo valdymo įstatymas“, higienos norma HN 33–1:2003. Šių teisės aktų paskirtis yra numatyti kompleksinius ir koordinuotus veiksmus siekiant valdyti triukšmą ir mažinti jo poveikį visuomenės sveikatai, taip pat suformuoti aplinkos triukšmo prevencijos sistemos pagrindus, nustatyti aplinkos triukšmui jautrias vietas (mokyklas, ligonines), kuriuose triukšmas viršija didžiausią leistiną lygį, ir įdiegti jose prevencijos priemones aplinkos triukšmui mažinti.

Triukšmo mažinimo problemoms Lietuvoje spręsti buvo parengta ir vykdoma keletas programų bei projektų (pvz. Europos savaitė 2005 „Mažinkime triukšmą“), kurių galimybėmis būtina pasinaudoti siekiant konkrečių triukšmo problemos sprendimo aspektų.

Baigiamajame darbe triukšmo lygiui įvertinti naudosiuos Lietuvos higienos norma HN 33–1:2003 „Akustinis triukšmas. Leidžiami lygiai gyvenamojoje ir darbo aplinkoje. Matavimo metodikos bendrieji reikalavimai“. Leidžiamus garso lygius darbo aplinkoje, kurie yra nustatyti higienos normoje, pateikiu žemiau esančioje 1 lentelėje. 2 lentelėje pateikti leistini garso lygiai vidutinių dažnių oktavų juostose.

1 lentelė. Leidžiami garso lygiai darbo aplinkoje [9]

| **Objekto pavadinimas** | **Garso lygis ir ekvivalentinis garso lygis, dBA** |
|---|---|
| 017 Projektavimo ir konstravimo biurų patalpos | 50 |
| 018 Skaičiuotojų darbo vietos | 50 |
| 019 Administracijos patalpos | 50 |
| 020 Raštinės | 60 |
| 021 Dispečerinės tarnybos patalpos | 65 |
| 022 Stebėjimo ir nuotolinio valdymo telefoniniu ryšiu kabinos | 65 |
| 023 Stebėjimo ir nuotolinio valdymo be telefoninio ryšio kabinos | 75 |
| 024 Telefono ir telegrafo stotys | 65 |
| 025 Eksperimentinių darbų laboratorijos | 60 |
| 026 Teorinių darbų ir duomenų apdorojimo laboratorijos | 50 |
| 027 Laboratorijos su triukšmą keliančiais įrenginiais | 75 |
| 028 Kompiuterių programuotojų darbo vietos | 50 |
| 029 Darbo vietos, skirtos kompiuterių įrenginių priežiūrai | 70 |

| | |
|---|---|
| 030 Gamybos padalinių valdymo aparato patalpos | 60 |
| 031 Meistrų patalpos | 65 |
| 032 Tiksliojo surinkimo barai | 65 |
| 033 Medicinos punktai gamyklose | 50 |
| 034 Kitos darbo vietos ir zonos įmonių (pramonės, žemės ūkio, statybos, energetikos, transporto, tarp jų oro uostai ir kt.) gamybinėse patalpose ir teritorijose | 85 |

2 lentelė. Pagrindiniai garso slėgio lygiai [9]

| **Garso lygis** | **Garso slėgio lygiai, dB, oktavų juostose, kai vidutinis geometrinis dažnis, Hz** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **L, dB(A)** | **31,5** | **63** | **125** | **250** | **500** | **1000** | **2000** | **4000** | **8000** |
| **20** | 66 | 47 | 35 | 26 | 19 | 15 | 12 | 9 | 7 |
| **40** | 79 | 63 | 52 | 45 | 39 | 35 | 32 | 30 | 28 |
| **60** | 93 | 79 | 70 | 63 | 58 | 55 | 52 | 50 | 49 |
| **80** | 107 | 95 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 |
| **100** | 120 | 111 | 105 | 101 | 98 | 95 | 93 | 92 | 90 |

Šių devynių norminių oktavų garso slėgių visuma kartais vadinama ribiniu spektru (RS). Garso lygis skalėje *A* su šiuo parametru siejamas apytiksliu ryšiu. Pagrindiniai garso slėgio lygiai pateikti 2 lentelėje [9].

## 1.2. Triukšmo poveikis žmogaus sveikatai ir darbo kokybei

Triukšmo poveikis žmogui yra dvejopas:

- triukšmas kenkia klausai ir visam organizmui;
- triukšmas daro neigiamą įtaką žmogaus veiklai.

Žmogaus klausa blogėja vyresniame amžiuje ir be triukšmo poveikio. Kiekvieno vyresnio kaip 50 metų žmogaus klausa aukštiems garso dažniams sumažėja po 2 decibelus kasmet. Tačiau, jeigu žmogus dirba triukšmingoje aplinkoje, klausa, laikui bėgant, dar labiau sumažėja. Triukšmo poveikis sveikatai priklauso nuo jo lygio ir poveikio trukmės. Klausos pažeidimas dėl triukšmo poveikio darbe sukelia daugiau nei trečdalį visų profesinių ligų. Kai žmogų veikia triukšmas, palyginti nedaug viršijantis leidžiamą lygį, klausa pažeidžiama pamažu, nepastebimai. Dažniausiai klausa susilpnėja, kai yra aukšti apie 4000 Hz dažniai [2].

Trumpalaikis triukšmo, viršijančio leistinas ribines vertes, poveikis gali lemti trumpalaikį klausos netekimą. Neilgai pabuvus triukšmingoje darbo vietoje, galima pastebėti, kad blogiau girdime arba ima spengti ausyse. Spengimas ausyse ar klausos susilpnėjimo pojūtis praeina išėjus iš triukšmo poveikio zonos ar praėjus kuriam laikui. Tačiau, ilgiau pabuvus triukšmingoje aplinkoje, gali prireikti net kelių valandų klausai atstatyti.

Ilgalaikis triukšmo, viršijančio leistinas ribines vertes, poveikis gali sukelti negrįžtamą klausos pakenkimą ir net praradimą. Jeigu žmogų ilgai veikė triukšmas, klausa gali neatsistatyti ir pažeidimas gali tapti negrįžtamu. Šis klausos pažeidimas gali atsirasti nuo ilgalaikio didelio triukšmo, arba tam tikrais atvejais, nuo trumpalaikio labai intensyvaus triukšmo poveikio [16].

Triukšmo sukeltas klausos pažeidimas vadinamas klausos nervo uždegimu – klausos neuritu arba klausos neuropatija. Anksčiau nukenčia klausa aukšto (2000–6000 hercų) dažnio garsams. Šio sutrikimo žmogus nepastebi, nes kalbinis bendravimas vyksta gerokai žemesniame garsų dažnio diapazone. Kalbinio dažnio garsų suvokimas nusilpsta vėliau, kai klausos receptorių pažeidimas jau toli pažengęs [2].

Dėl triukšmo poveikio nukenčia ne tik klausa. Veikdamas ilgą laiką triukšmas sutrikdo daugelio organų darbą. Labiausiai pažeidžiama nervų sistema – atsiranda nuovargis, silpnumas, irzlumas, nemiga, padidėja nervinis jautrumas, gali atsirasti kiti nerviniai ir psichiniai sutrikimai. Triukšmas, kaip lėtinis stresas, sukelia patologinių pakitimų ir širdies bei kraujagyslių sistemoje. Įrodyta, kad ilgą laiką triukšmo sąlygomis dirbantys žmonės dažniau serga hipertonine liga, taip pat

ir hipotonija, išemine širdies liga bei ateroskleroze. Triukšmas slopina skrandžio sulčių sekreciją ir jų rūgštingumą, ilgainiui gali išsivystyti gastritas ir opaligė. Šie pakitimai dažnai išsivysto anksčiau, negu sutrinka klausa.

Triukšmas neigiamai veikia ir kitų analizatorių funkcijas: blogėja akių šviesinė adaptacija, regos ir klausos sensomotorinės reakcijos, vibracinis jautrumas, judesių koordinacija ir raumenų jėga. Blogėja ryškaus matymo pastovumo funkcija, informacijos apdorojimo greitis bei daugumas kitų psichofiziologinių funkcijų [1].

*Triukšmo, pagal jo intensyvumą, poveikis organizmui yra toks:*

I laipsnis (40–50 dB) – atsiranda psichinės reakcijos,

II laipsnis (60–80 dB) – atsiranda vegetacinės nervų sistemos pakitimų,

III laipsnis (90–110 dB) – išsivysto klausos netektis,

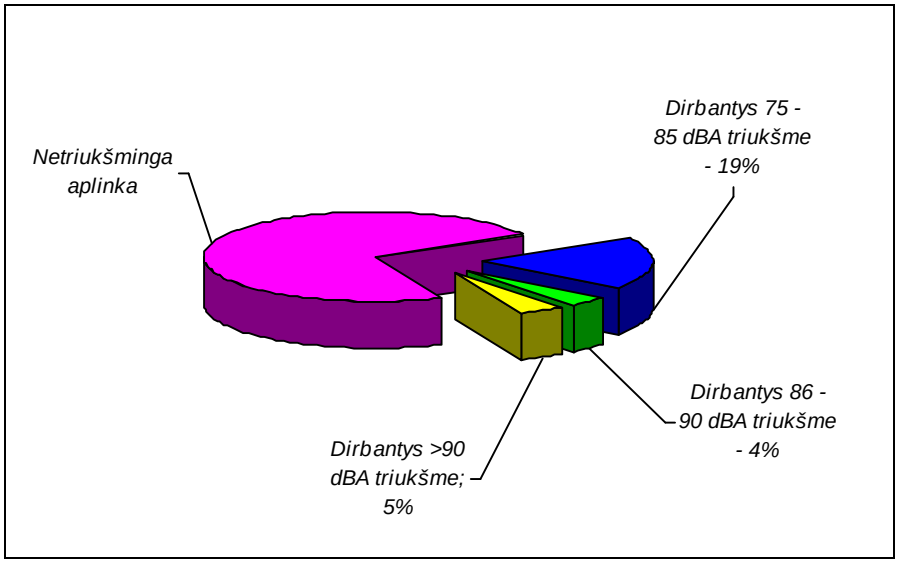
IV laipsnis (daugiau negu 120 dB) – išsivysto klausos organo pakenkimas.

Nustatyta, kad triukšmo poveikis priverčia žmogaus organizmą būti nuolatinės gynybinės būsenos – nuo jo mažėja žmogaus imunitetas, pakyla kraujo spaudimas, sutrinka skydliaukės veikla, didėja nervinis išsekimas, silpnėja regėjimas ir klausa. Kaltė dėl ankstyvos senatvės apie 30 proc. priskiriama triukšmui. Esant dideliam triukšmui žmogus negali susikaupti, greitai pavargsta. Nustatyta, kad dienos metu 55 dBA jau gana stipriai erzina suaugusiuosius, vaikus trikdo ir 45 dBA. Kai triukšmas pasiekia 40 dBA, nubunda apie 10 proc., kai 70 dBA – apie 60 proc. žmonių.

Žmogus, dirbdamas triukšmingomis sąlygomis, išeikvoja daug energijos (ypač, jei reikia atlikti įtempto dėmesio reikalaujančius darbus), greičiau pavargsta, suserga triukšmalige. Triukšmas mažina darbininko darbingumą, darbo našumą, atidumą, didina traumų tikimybę. Triukšmingoje aplinkoje sunku bendrauti, girdėti garsinius signalus, įsiminti svarbią informaciją, susikaupti. Dėl minėtų priežasčių nukenčia darbo atlikimo kokybė. Triukšmas gali tapti net nelaimingo atsitikimo darbe priežastimi, nes darbuotojas dėl triukšmo gali neišgirsti įspėjamųjų signalų ir pan. Triukšmo neigiamas poveikis sveikatai taip pat didina ir darbuotojo nedarbo dėl ligų dienų skaičių.

Triukšmo lygis patalpose yra normuojamas atsižvelgiant į atliekamo darbo specifiką – kuo didesnė protinė ir emocinė įtampa, tuo tylesnė turi būti darbo vieta. Todėl, projektuojant įvairius technologinius procesus, dėstant darbo vietas bei eksploatuojant veikiančius agregatus turi būti siekiama mažinti vidinį triukšmą.

Visuomenės sveikatos centras (VSC) atliko tyrimą, kurio metu buvo tiriama 12 000 darbuotojų. Atlikus tyrimą paaiškėjo, kad 27 % apklaustųjų dirba triukšmingoje aplinkoje. Tyrimo rezultatai pateikti grafiškai 1.1 pav. [12].




1.1 pav. Darbuotojų, dirbančių triukšmingomis sąlygomis, procentinis pasiskirstymas (Visuomenės sveikatos tyrimo centro tyrimo rezultatai) [12]

**Išvada**. Triukšmas yra kenksmingas aplinkos faktorius, sukeliantis klausos ir kitus patologinius pakitimus beveik visose žmogaus organizmo sistemose. Klausos praradimas neigiamai veikia gyvenimo kokybę, kadangi jis tampa socialinės izoliacijos priežastimi. Dirbant triukšmingoje aplinkoje greičiau pavargstama, mažėja atidumas, didėja nervinis išsekimas, todėl sumažėja darbo našumas bei darbo atlikimo kokybė.

## 1.4. Triukšmą mažinančios priemonės

Triukšmą būtina aktyviai kontroliuoti siekiant sumažinti jo neigiamą poveikį. Yra trys pagrindiniai žingsniai, apsaugantys darbuotojus nuo žalingo triukšmo poveikio [17]:

- įvertinti triukšmo riziką;
- remiantis triukšmo vertinimo rezultatais, imtis priemonių rizikai kontroliuoti;
- nuolat stebėti ir peržiūrėti darbo vietoje naudojamų priemonių veiksmingumą.

Nustačius triukšmo keliamą riziką, ji turi būti šalinama arba kiek įmanoma sumažinama. Pastebėjus, kad darbo procese triukšmo sukeliama rizika yra nepriimtina, darbdavio įgaliotas asmuo darbuotojų saugai ir sveikatai organizuoja techninių, organizacinių ir kitų priemonių, skirtų triukšmo keliamai rizikai kuo labiau sumažinti, parengimą ir įgyvendinimą [8]:

- taikant darbo metodus, leidžiančius sumažinti triukšmo veikimą, iš jų trumpinant darbuotojų, kuriuos veikia triukšmas, darbo laiką ir numatant specialias poilsio pertraukas;
- informuojant darbuotojus apie darbo vietas ir darbo priemones, keliančias triukšmo riziką, bei apmokant saugiai naudoti darbo priemones;
- įrengiant pagalbinę įrangą, sumažinančią akustinio triukšmo veikimą: naudojant skydus, aptvarus, garsą sugeriančias dangas; triukšmas statiniuose sumažinamas garsą slopinant arba izoliuojant;
- parengiant ir įgyvendinant darbo priemonių, darbo vietų ir darbo vietų sistemų priežiūros programas ir priemones.

Triukšmo rizikai išvengti arba pašalinti naudojamų būdų hierarchija [10]:

- triukšmo šaltinio pašalinimas;
- triukšmo mažinimas jo kilimo šaltinyje;
- kolektyvinės reguliavimo priemonės, tobulinant darbo organizavimą, darbo vietos išplanavimą;
- asmeninės apsaugos priemonės.

**Triukšmo šaltinio pašalinimas.** Įrangos, keliančios nedidelį triukšmą, įgijimas ir naudojimas yra efektyviausias būdas išvengti triukšmo problemų. Siekiant išvengti rizikos

darbuotojams, šį būdą reikia visada įvertinti, planuojant naują darbo įrangą ar darbo vietas. Pavyzdžiui, diskinių metalo ar medienos pjovimo staklių neabejotinas privalumas – didelis darbo našumas, tačiau net ir naujausi įrenginiai į aplinką spinduliuoja leistinas normas viršijančius triukšmų lygius. Taip pat sunku kovoti i su statybose naudojamų vibracinių betono tankinimo mašinų triukšmu.

**Triukšmo mažinimas šaltinyje.** Triukšmo mažinimas šaltinyje arba jo kelyje iki darbuotojo darbo vietos turi būti pagrindinis triukšmo valdymo programų, įvertinančių tiek įrangą, tiek darbo vietą tikslas, kuriam pasiekti naudojamos įvairios inžinerinio valdymo priemonės:

- šaltinio izoliavimas, sumontuojant jį ant vibracijas slopinančių atramų, pakeičiant vietą ar atskiriant jį pertvara;
- triukšmo sumažinimas šaltinio vietoje arba jo kelyje naudojant atitvaras ir ekranus, triukšmo barjerus ar slopintuvus;
- pjovimo įrankių, staklių įtaisų, ventiliatorių ar kitų įrenginių darbo režimų optimizavimas;
- triukšmingų mechanizmų pakeitimas arba modifikavimas;
- tylesnį darbą užtikrinančių medžiagų (pvz. guma padengtų detalių) panaudojimas;
- prevencinė įrenginių techninės būklės priežiūra, savalaikis pjovimo įrankių, susidėvėjusių dalių ar mazgų keitimas.

Keičiant bet kurią techninę įrangą, visada reikia atsižvelgti į tokių pakeitimų ergonominį poveikį su šia įranga dirbančiam darbuotojui.

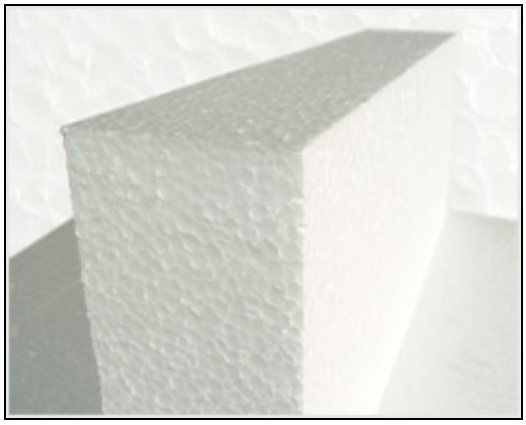
**Kolektyvinės reguliavimo priemonės**. Jei nėra galimybių sumažinti triukšmą šaltinyje, reikia imtis tolesnių veiksmų mažinti triukšmo poveikį darbuotojams. Kolektyvinės apsaugos nuo triukšmo priemonės gali būti architektūrinės, akustinės ir organizacinės. Akustinės priemonės grindžiamos garso izoliavimu, garso sugėrimu bei slopinimu. Įgyvendinant minėtas priemones, reikia diegti šiuos pakeitimus [9–10]:

- darbo vietose naudoti daugiau garsą absorbuojančių ar izoliuojančių medžiagų (pvz., įdiegti garsą sugeriančias lubas ar sienas);
- taikyti naujus triukšmą mažinančius darbo organizavimo metodus ir būdus, leidžiančius sumažinti triukšmo poveikį darbuotojams (pvz., izoliuojant triukšmingą darbo zoną ir apribojant įėjimą į ją);
- keisti darbo įrangą ir jos sumontavimo vietas, galinčias turėti didelę įtaką darbuotojų patiriamam triukšmo poveikiui (pvz., mažinti metalo smūgius į metalą) ir kt.

*Garso absorbcija*. Šis kovos su triukšmu būdas remiasi medžiagų geba sugerti garsą. Visur, kur įmanoma, įrengiant sienas, lubas, grindis turi būti naudojamos garsą absorbuojančios (sugeriančios) medžiagos. Garsą sugeriančios medžiagos – tai lengvos akytosios medžiagos, kurių akutės pripildytos oro (mineralinė vata (žr. 1.2 pav.), veltinis, putų polistirenas (žr. 1.3 pav.), porolonas ir kt.). Oras, virpėdamas medžiagos akutėse, dėl trinties į akučių sieneles garso energiją paverčia šiluma. Garso energijos virtimas šiluma dėl vidinės trinties vadinamas garso sugertimi. Garso sugerties koeficientas – tai santykis tarp sugertos ir kintančios energijos [4].



1.2 pav. Mineralinė vata



1.3 pav. Putų polistirenas

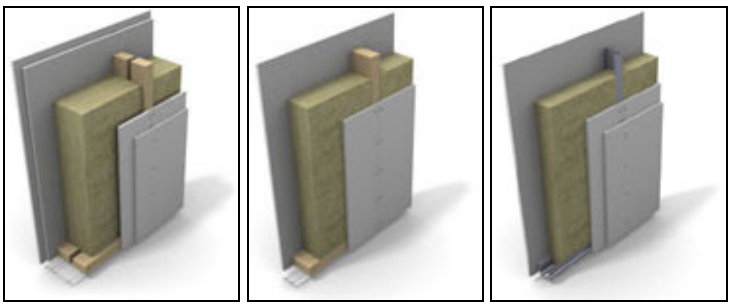
Garsą sugeriančios medžiagos naudojamos dviem tikslais. Vienu atveju siekiama sumažinti garso slėgio lygį, kitu atveju tokiomis medžiagomis koreguojama aidėjimo trukmė. Medžiagos struktūra būtinai turi būti akyta, kad garso bangos lengvai įsiskverbtų gilyn į sugeriantį sluoksnį.

Labai gerai garsus slopina akytoji mineralinė vata. Jos aktyvumas siekia 95…98%.

*Garso izoliacija.* Garsą izoliuojančios priemonės – tai garsą izoliuojančios pertvaros (žr. 1.4 pav.), kabinos, gaubtai, akustiniai ekranai. Jas tikslinga naudoti tada, kai reikia gerokai sumažinti tiesioginio garso intensyvumą darbo vietoje.

Triukšmingą įrenginį ar jo mazgus (krumpliaračio reduktoriai, grandininės ir kitos pavaros, varikliai ir pan.) galima uždengti gaubtais, o darbuotoją nuo triukšmo apsaugoti ekranais, pertvaromis. Garsą izoliuojančios pertvaros, tai sienos, perdengimai, stiklinės pertvaros, langai, durys ir kt. Praktikoje plačiai naudojamos įvairių medžiagų vienasluoksnės ir dvisluoksnės atitvarinės konstrukcijos. Nuo atitvaros struktūros priklauso garso perėjimo po ją pobūdis. Garsą izoliuojančioms atitvaroms reikalingos kietos tankios medžiagos. Garsą izoliuojančių gaubtų naudojimas yra efektyvus, paprastas ir pigus triukšmo darbo vietoje sumažinimo būdas. Didžiausias

efektas gaunamas tada, kai gaubtas uždengia visą triukšmą skleidžiantį įrenginį. Akustiniai ekranai naudojami gamybinėse patalpose darbo vietų apsaugai nuo įrengimų skleidžiamo tiesioginio triukšmo, siekiant sumažinti atviro šaltinio poveikį administracinėms patalpoms ir šalia esantiems gyvenamiesiems rajonams. Gaubtai ir ekranai gaminami iš metalo, plastmasės, stiklo, medžio Vidinė jų pusė padengiama triukšmą sugeriančiomis medžiagomis. Ploni metaliniai gaubtai iš lauko ar vidaus padengiami virpesius sugeriančiomis medžiagomis (mastikomis, plastmasėmis). Sugeriančios medžiagos storis lygus dviem gaubto sienelės storiams. Kad virpesiai nepersiduotų gaubtui, tarp jo ir įrenginio negali būti standaus ryšio. Gaubtas statomas ant virpesius izoliuojančio tarpiklio [3, 4, 17].



1.4 pav. Garsą izoliuojančių pertvarų, iš gipso kartono ir mineralinės vatos, pavyzdžiai:

*Organizacinės administracinės priemonės* įgyvendinamos naudojant netriukšmingus technologinius procesus, keičiant gamybos technologiją ar apdirbimo metodus, įdiegiant distancinį arba automatinį triukšmingų įrengimų valdymą ir kt. Prie minėtų priemonių dar priskiriamas ir darbuotojo buvimo triukšmingoje aplinkoje ribojimas (pertraukos, darbo pobūdžio keitimas ir pan.); tylos oazių sudarymas (patalpų, izoliuotų nuo triukšmo ir skirtų darbuotojams pailsėti, įrengimas); asmeninis monitoringas (nuolatinis medicininis tyrimas ir profilaktika); darbuotojų, ypač jautrių triukšmui ar turinčių klausos organų pažeidimų, perkėlimas į mažiau triukšmingą darbą ir pan. [4].

**Asmeninės apsaugos nuo triukšmo priemonės (AAP).** Asmeninės apsaugos priemonės gali būti naudojamos kaip paskutinė priemonė, kai jau išnaudotos visos galimybės pašalinti triukšmo šaltinį arba sumažinti triukšmą. Asmeninėms apsaugos nuo triukšmo priemonėms priskiriami: ausų kamščiai (žr. 1.5 pav., 1.6 pav.) ir ausinės (žr. 1.7 pav., 1.8 pav.). Ausų kamščiai yra įkišami į ausies kanalą. Jie gali būti pagaminti iš įvairių medžiagų (gumos, plastmasės ar kt.) ir plėsdamiesi pilnai uždaro ausies kanalą. Ausų kamščiai neturėtų būti pirmo pasirinkimo priemonė, nes jie neužtinkrina efektyvios apsaugos nuo triukšmo, o kai kuriais atvejais, ypač jei jie įdedami

nešvariomis rankomis, gali sukelti ausies landos infekcinius susirgimus. Neturėtų būti naudojami kamščiai iš medvilnės (vatos). Ausų kamščiai garso lygį sumažina 5 – 40 dB [4].



1.5 pav. Daugkartiniai ausų kištukai



1.6 pav. Vienkartiniai ausų kištukai

Ausinės yra geriau negu ausų kamščiai, ypač jei jos tinkamai dėvimos. Tačiau dažnai jos nesirenkamos dėl to, jog jas dėveti trukdo akiniai, ilgi plaukai. Ausinės triukšmą sumažina 10 – 40 dB.



1.7 pav. Ausinės



1.8 pav. Ausinės, tvirtinamos prie apsauginio šalmo

Naudojant AAP, reikia atsižvelgti į šias aplinkybes:

- įsitikinti, kad pasirinktos tinkamos AAP, įvertinus triukšmo lygį. Jos turi būri suderintos su kitomis apsaugos priemonėmis;
- darbuotojas privalo turėi galimybę pasirinkti tinkamas jų darbui klausos apsaugos priemones;
- AAP turi būti tinkamai laikomos ir prižiūrimos;

- organizuojamuose mokymuose turi būti aiškinama, kaip reikia naudotis AAP, jas saugoti ir prižiūrėti.

Asmeninių apsauginių priemonių naudojimas turi nemažai trūkumų: triukšmas darbo aplinkoje išlieka – jis nėra sumažintas, karštose ar drėgnose darbo vietose darbuotojai renkasi prieštriukšminius kamščius (jie mažiau efektyvūs), nes naudojantis ausinėmis kaista po ausinėmis ausys, darbuotojai negali bendrauti tarpusavyje ir gali negirdėti įspėjamųjų signalų. Todėl, įmonėse, prieš pradedant naudoti asmenines triukšmo apsaugos priemones reikia peržiūrėti technines galimybes sumažinti triukšmą bent keliais decibelais.

**Išvada.** Triukšmo lygis darbo vietose turi būti kontroliuojamas. Tai yra svarbu ne tik dėl teisinės darbdavio atsakomybės, tačiau ir dėl kitų interesų. Kuo saugesnė ir sveikesnė darbo aplinka, tuo darbuotojas geriau ir greičiau atlieka savo darbą, taip pat mažėja darbuotojo neatvykimo į darbą dėl ligų dienų skaičius. Racionalu, diegiant triukšmo mažinimo priemones, pirmiausia įdiegti inžinerinius triukšmo slopinimo elementus. Tačiau, jei įdiegus minėtas priemones, triukšmo lygio iki leistinų normų sumažinti nepavyksta, tada darbuotojai turi būti aprūpinami asmeninėmis apsaugos nuo triukšmo priemonėmis.

# 2. TIRIAMOJI DALIS

## 2.1. Problemos formulavimas

Lietuvoje kasdien tūkstančiai darbuotojų patiria triukšmo darbe poveikį ir visą su juo susijusią riziką. Nors triukšmas yra akivaizdžiausia problema įvairiose pramonės šakose, pavyzdžiui, gamyboje ir statyboje, tačiau jis yra taip pat rimta problema ir mokymo įstaigų techninėse laboratorijose, pavyzdžiui, Vilniaus Gedimino technikos universiteto laboratorijose. Daugumoje šių laboratorijų yra dirbama su įvairiais įrengimais, kurie taip pat naudojami ir gamyboje, statyboje ar kitose įmonėse. Nemaža dalis laboratorijose esančių įrengimų kelia triukšmą, kuris neigiamai veikia kenkia ne tik laboratorijose dirbančių studentų bei dėstytojų sveikatai, tačiau taip pat trukdo studentams susikaupti atliekant užduotis, o dėstytojui – kalbėti. Triukšmas laboratorinių darbų metu gali tapti net ir nelaimingo atsitikimo priežastimi. Iškeltai problemai spręsti, buvo atlikti garso lygių matavimai VGTU specialiose laboratorijose prie pagrindinių triukšmo šaltinių. Išnagrinėti triukšmo laboratorijose atsiradimo dėsningumai. Matavimo rezultatai palyginti su HN pateiktomis leistinomis normomis.

## 2.2. Tyrimo objektas

Garso lygio matavimams atlikti pasirinktos Vilniaus Gedimino technikos universiteto Transporto inžinerijos fakulteto Vidaus degimo variklių ir Automobilių eksploatacijos laboratorijos, taip pat Statybos fakulteto Įrangos ir bandinių laboratorija bei Gelžbetoninių ir mūrinių konstrukcijų laboratorija.

Transporto inžinerijos fakulteto *Vidaus degimo variklių laboratorijoje* yra atliekami bandymai dirbant su dviem vidaus degimo varikliais – benzininiu ir dyzeliniu. Dyzelinis variklis yra automobilio „Audi 80“ variklis 1Z, kurio galingumas 66 kW (90 AJ). Benzininis variklis – automobilio „Nissan Sunny“. Jo galingumas 55 kW (74,8 AJ).

Laboratorijoje atliekami bandymai labai įvairūs, pavyzdžiui, variklių apkrovos charakteristikų nustatymas, tuščiosios eigos charakteristikų nustatymas, variklių degalų sąnaudų matavimas, degalų siurblio bandymai, švaistiklinio mechanizmo detalių matavimai, skirstymo mechanizmo tyrimai ir t. t. Papildomą triukšmą kelia virš variklių įrengti ventiliatoriai, reikalingi varikliams aušinti. Garso lygis šioje laboratorijoje matuotas keturiuose taškuose. Garso lygių matavimo vietų išsidėstymo schema pateikta 2.14 pav.

*Automobilių eksploatacijos laboratorijoje*, esančioje Transporto inžinerijos fakultete, atliekami ne tik laboratoriniai darbai, tačiau dar ir teikiamos paslaugos automobilių savininkams, norintiems pasitikrinti automobilio techninę būklę, taip pat laboratorijoje atliekamos eismo įvykių ekspertizės ir kt. Laboratorijoje dirbama su įvairiais įrengimais: bendrajam automobilio diagnozavimui naudojamu elektromagnetiniu sūkurinių srovių MAHA LPS 2000 ritininiu traukos stendu, tūrinėms degalų sąnaudoms matuoti reikalingu prietaisu – AIC-BC 2022, AVL dyzelinio variklio tikrinimo stendu, amortizatorių tikrinimo stendu, stabdžių tikrinimo stendu.

Kadangi variklio traukos tikrinimo stendas (žr. 2.9 pav.) yra triukšmingiausias, tai prie jo ir buvo atlikti garso lygio matavimai. Šiame stende galima išmatuoti automobilio variklio galią, normatyvines degalų sąnaudas arba deginių toksiškumą (prijungiant papildomą prietaisą - AIC-BC 2022). Variklio traukos stende automobiliui imituojamos eismo sąlygos, panašios į natūralias eismo sąlygas kelyje. Automobilis nejuda, judėjimą įgyja „kelias“, tai yra stendo ritiniai. Nustatomi pagrindiniai diagnostiniai parametrai: varančiųjų ratų traukos jėga, esant tam tikram pasirinktam greičiui; automobilio įsibėgėjimo laikas arba nueitas kelias nuo pasirinktų pradinio iki galinio riedėjimo greičių; automobilio laisvojo riedėjimo laikas arba nueitas kelias nuo pasirinktų didžiausiojo pradinio iki mažiausiojo galinio riedėjimo greičių; kontrolinė degalų sąnauda Q (l/100 km) įvairiais variklio darbo režimais. Jeigu atlikus bandymą gauti automobilio galios ir ekonominiai rodikliai žemesni už normatyvinius techniškai tvarkingo automobilio rodiklius, tai tokiam automobiliui reikia atlikti nuodugnų diagnozavimą.



2.9 pav. Variklio traukos tikrinimo stendas

Matavimo vietų išsidėstymo Automobilių eksploatacijos laboratorijoje schema pateikta 2.15 pav.

Statybos inžinerijos fakulteto *Įrangos ir bandinių laboratorijoje* yra gaminami įvairūs bandiniai, reikalingi laboratoriniams darbams atlikti. Šiai laboratorijai priklauso dvi salės: medžio apdirbimo ir metalo apdirbimo. Medžio apdirbimo salėje yra tik vienas įrenginys – medžio apdirbimo staklės, kuriomis mediena pjaunama, obliuojama. Metalo apdirbimo salėje yra dirbama su diskinės metalo pjovimo staklėmis. Garso lygio matavimai buvo atlikti viename taške prie medžio apdirbimo staklių pjaunant medieną ir viename taške prie metalo pjovimo staklių pjaunant metalą. Matavimo vietų išsidėstymo schemos Įrangos ir bandinių laboratorijoje pateiktos 2.16 pav.

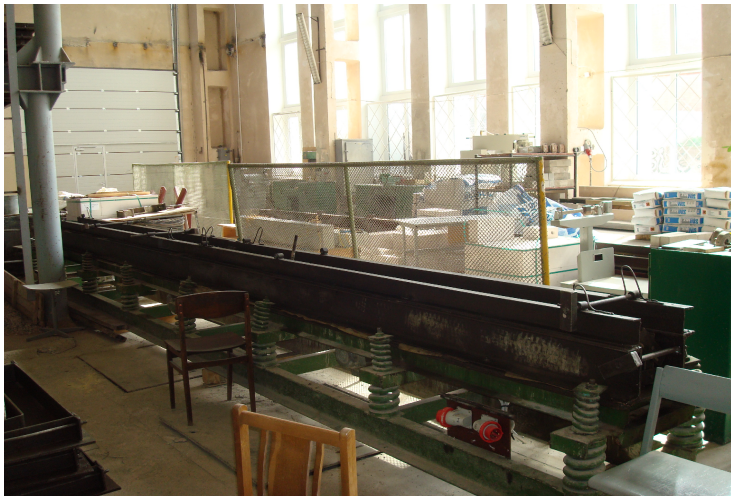



2.10 pav. Medžio apdirbimo salė



2.11 pav. Metalo apdirbimo salė

Statybos inžinerijos fakulteto *Gelžbetoninių ir mūrinių konstrukcijų laboratorijoje* laboratoriniams darbams atlikti naudojamos įvairios statybinės mašinos: vibracinės betono sutankinimo mašinos, betono maišyklės. Vibracinėmis betono sutankinimo mašinomis yra tankinamas betono mišinys, gaminant gelžbetoninius gaminius. Laboratorija turi tris vibromašinas, kurios ir yra pagrindiniai triukšmo šaltiniai (žr. 2.12 pav., 2.13 pav.). Visų šių vibracinių mašinų konstrukcija yra labai panaši. Jos skiriasi tik tuo, kad forma ir mišinys turi skirtingų tipų judesius. Pagrindiniai vibracinių mašinų elementai yra standus rėmas, pritvirtintas ant tamprių atramų, ir vibratorių sistema. Skirtingų konstrukcijų vibracinės aikštelės turi įvairius svyravimo dažnius bei amplitudes ir tankina skirtingo standumo mišinius



2.12 pav. Vibracinė betono sutankinimo mašina





2.13 pav. Vibracinės betono sutankinimo mašinos

Laboratorijoje esančios betono maišyklės naudojamos betono mišiniui pagaminti. Kadangi betono maišyklės didelio triukšmo nesukelia, todėl garso lygio matavimai buvo atlikti keturiuose taškuose prie vibracinių betono sutankinimo mašinų. Garso lygių matavimo vietų išsidėstymo schema Gelžbetoninių ir mūrinių konstrukcijų laboratorijoje pateikta 2.17 pav.

## 2.3. Tyrimo metodika

Norint išmatuoti akustinę taršą, reikia tam tikrų prietaisų, matavimo metodikos. Matavimai atlikti pagal bet kokias metodikas negali būti teisingai įvertinti. Įvairūs matavimo metodikos nesutapimai gali iškraipyti rezultatus. Todėl norint atlikti triukšmo tyrimus ir pasiekti tai, kad jie būtų teisingai traktuojami, yra parengta triukšmo matavimo metodika, kuri galioja Lietuvoje ir atitinka Tarptautinės Standartų Organizacijos (ISO) reikalavimus.

Šiame baigiamajame magistro darbe garso lygių matavimai atlikti remiantis higienos norma HN 33–1:2003. Triukšmo matavimo metodika, pateikta higienos normose, skirta naudoti bet kokių šaltinių (atskirai ar kartu veikiančių nagrinėjamame taške) triukšmui matuoti.

Tiriant bet kokio objekto triukšmą, pirmiausia būtina nustatyti triukšmo pobūdį. Jį galima nustatyti matuojant akustinio triukšmo kitimą laike bei taikant triukšmo pobūdžio apibrėžimus, pateiktus higienos normose HN 33–1:2003. Prieš matavimą nustatomas triukšmo pobūdis. Tam tikslui triukšmo matuoklio dažninės charakteristikos jungiklis nustatomas skalės A padėtyje, o trukmės – S padėtyje. Nustatomas vidutinis prietaiso rodmuo ir rodmenų svyravimų ribos per 25–30 minučių. Jeigu svyravimų ribos ne didesnės kaip 5 dBA, triukšmas laikomas pastoviu, jeigu didesnis kaip 5 dBA – nepastoviu. Triukšmo pobūdis gali būti dar ir nuolat kintantis ir pertrūkstantis, kurie taip pat nustatomi pagal HN pateiktus apibrėžimus.Visose tirtose laboratorijose nustatytas triukšmo pobūdis yra nepastovus.

Objektyviam triukšmo įvertinimui naudojami triukšmo matuokliai – triukšmomačiai. Pastovaus triukšmo garso lygiai ir garso slėgio lygiai matuojami I arba II klasės triukšmo matuokliais su vidiniais arba išoriniais 1/1 oktavos pločio juostos filtrais. Nepastovaus triukšmo parametrai matuojami integruojančiu triukšmo matuokliu. Leidžiama naudoti pagalbinius prietaisus (magnetofonus, garso lygio savirašius, oscilografus ir kt.). Naudojami kiti prietaisai turi atitikti standartizacijos norminius dokumentus. Asmuo, atliekantis matavimus, privalo kalibruoti prietaisus prieš triukšmo matavimą ir išmatavus pagal prietaisų naudojimo instrukciją. Jeigu kalibravimo rezultatai skiriasi daugiau kaip 2 dB, triukšmo matavimus reikia pakartoti. Šiame darbe garso lygio matavimai buvo atliekami firmos „Briul and Kjaer“ aparatūra. Triukšmui matuoti buvo panaudotas 3533 komplektas – tai precizinis triukšmomatis 2230, filtras – 1625 ir mikrofonas 4155.

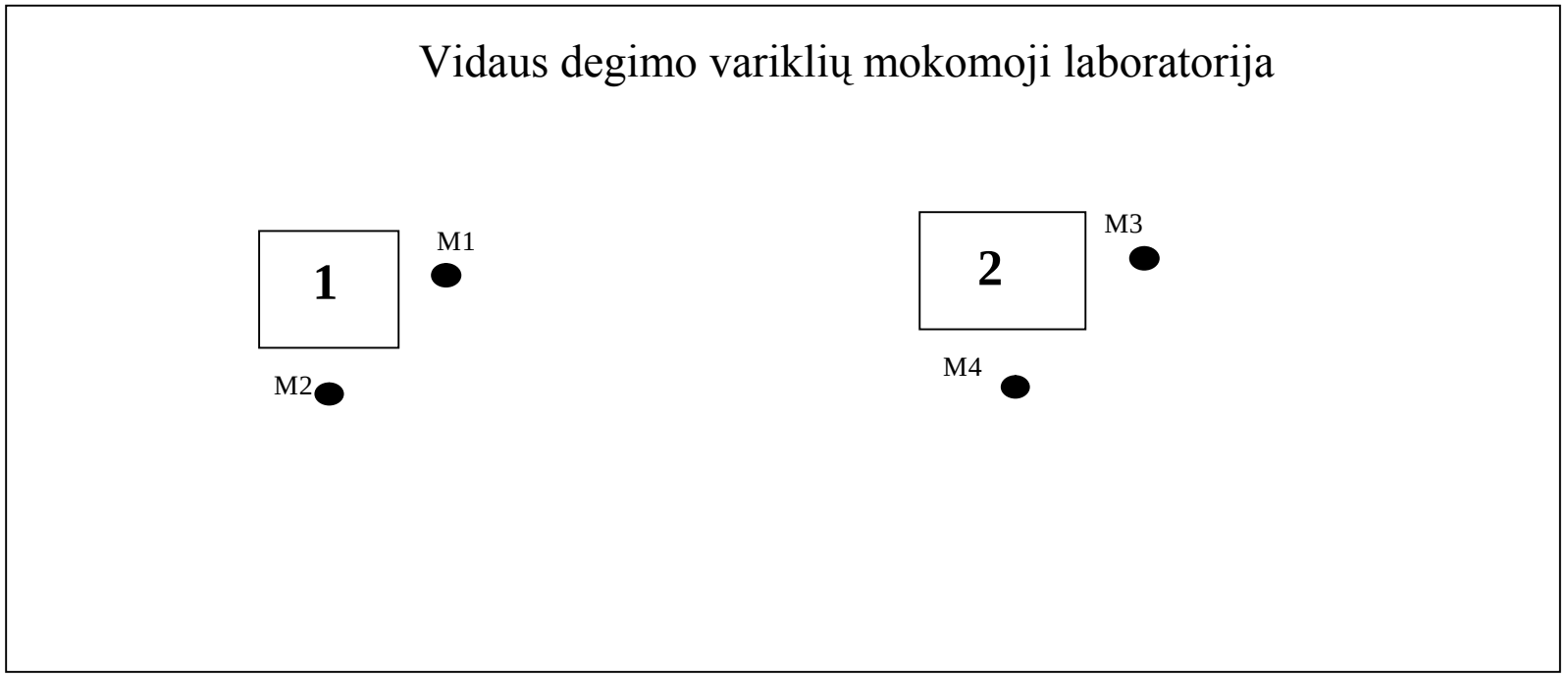
*Matavimo sąlygos*. Triukšmo matavimo metu patalpų langai ir durys buvo uždaryti. Matavimo metu patalpose buvo tik darbuotojai, atliekantys matavimus. Matavimo taškai pasirinkti taip, kad galima būtų kuo efektyviau išmatuoti šaltinių skleidžiamą triukšmą. Garso lygiai matuoti

ne arčiau kaip 1 m nuo patalpos sienų ir ne arčiau kaip 1,5 m nuo langų, 1,5 m aukštyje nuo grindų ir 1 m … 1,3 m atstumu nuo šaltinio zonoje (žr. 2.14 pav., 2.15 pav., 2.16 pav., 2.17 pav.).

Pirmiausia buvo išmatuotas patalpų akustinis fonas, kai įrengimai išjungti. Toliau matuojamas ekvivalentinis garso lygis, taikant A dažninę charakteristiką, kiekviename pasirinktame taške dirbant įrengimams. Pasirinktuose taškuose atlikti garso lygių matavimai esant vidutiniams geometriniams dažniams 31,5–8000 Hz.

Triukšmo lygiai žmonių gyvenamojoje ir darbo aplinkoje įvertinami matavimo rezultatais, palyginant juos su atitinkamomis leidžiamo triukšmo lygio vertėmis (žr. 1.1 lentelė). Pastovus triukšmas vertinamas pagal garso lygį, papildomai gali būti vertinamas pagal garso slėgio lygį. Nepastovus triukšmas vertinamas pagal ekvivalentinį garso lygį.

## 2.4. Garso lygių matavimo vietų išsidėstymo schemos

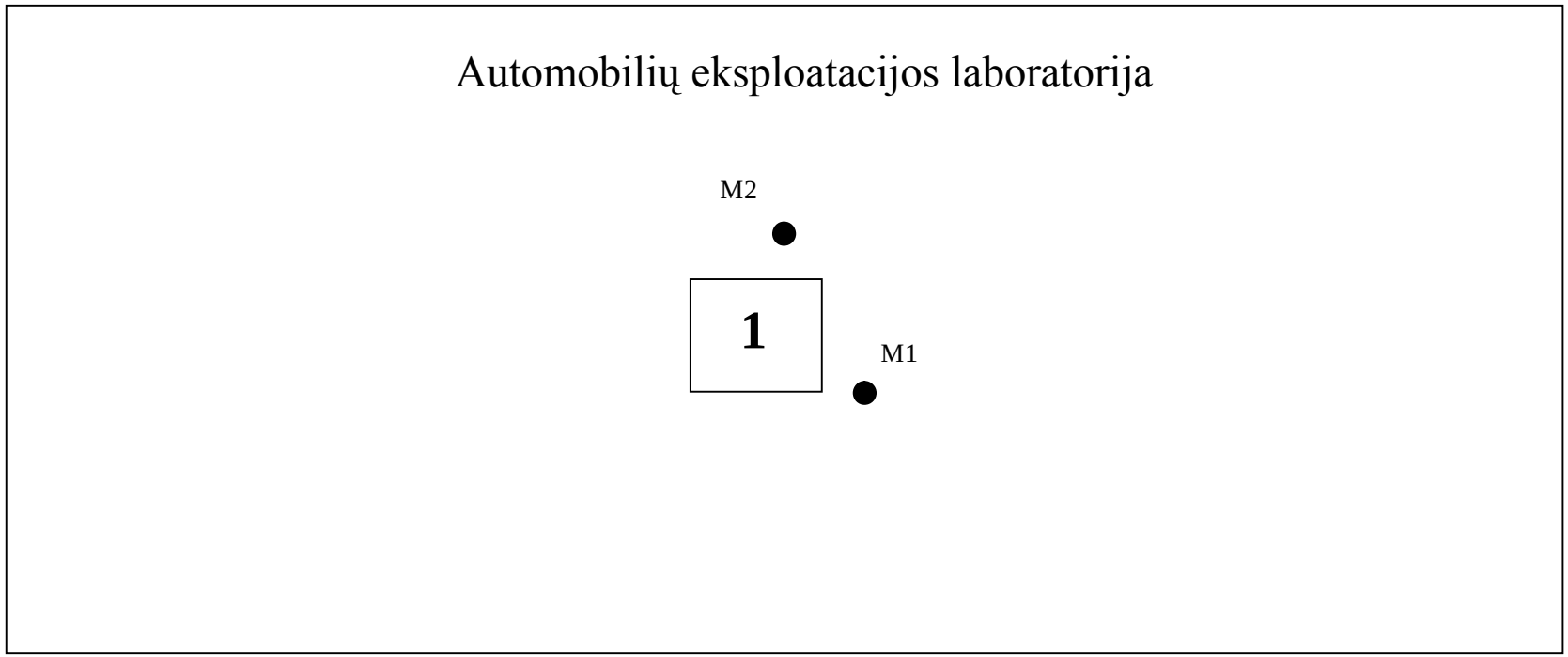



**1** – dyzelinis variklis;

**2** – benzininis variklis;

M1 ● – garso lygių matavimo vietos.

2.14 pav. Garso lygių matavimo vietų schema Vidaus degimo variklių mokomojoje laboratorijoje




**1** – variklio traukos tikrinimo stendas;

M1 ● – garso lygių matavimo vietos.

2.15 pav. Garso lygių matavimo vietų schema Automobilių eksploatacijos laboratorijoje

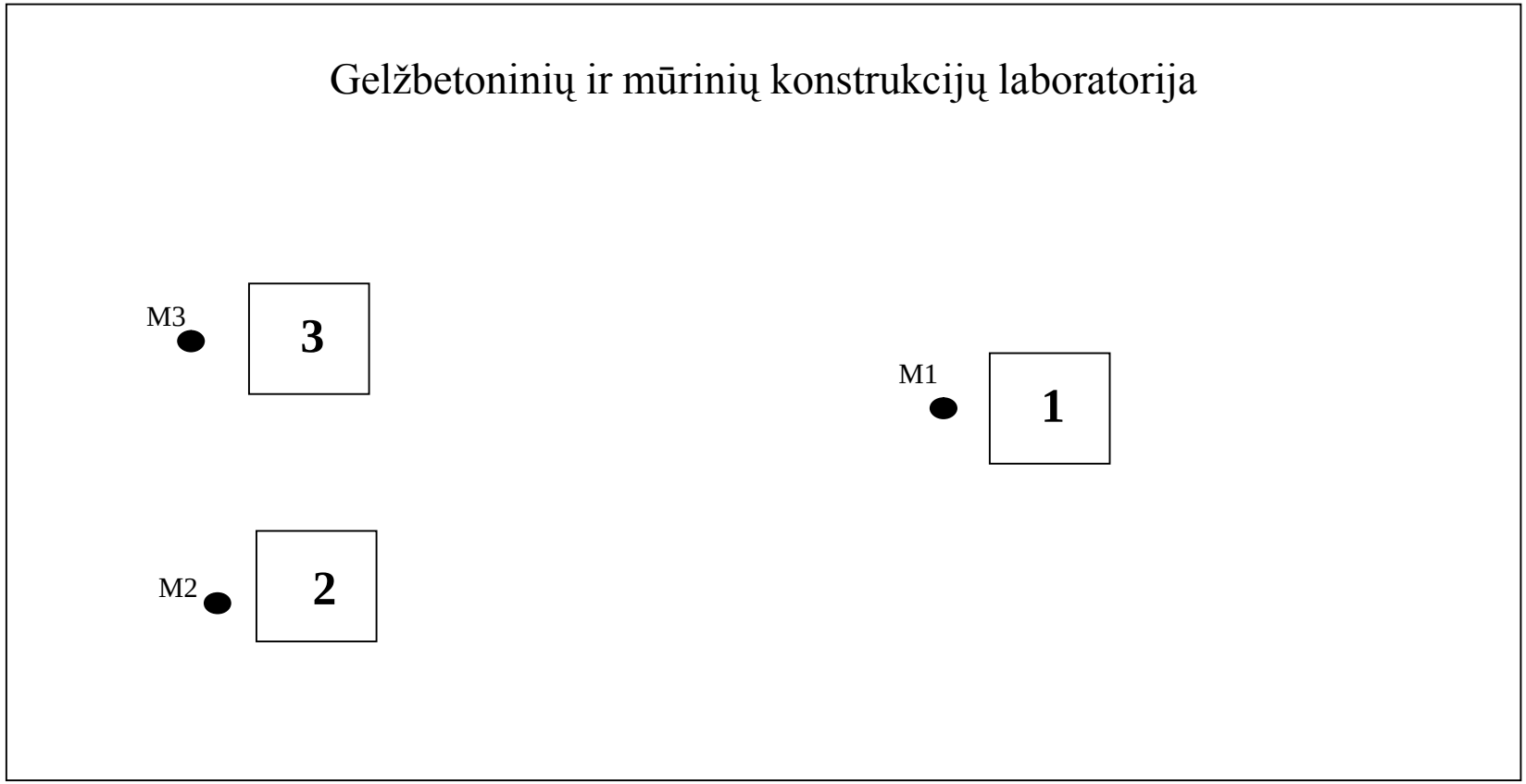



1 – diskinės metalo pjovimo staklės;

2 – medžio apdirbimo staklės;

M1 ● – garso lygių matavimo vietos;

2.16 pav. Garso lygių matavimo vietų schemos Įrangos ir bandinių laboratorijoje medžio apdirbimo salėje ir metalo apdirbimo salėje




1, 2, 3 – vibromašinos;
M1 ● – garso lygių matavimo vietos.

2.17 pav. Garso lygių matavimo vietų schema Gelžbetoninių ir mūrinių konstrukcijų laboratoijoje

## 2.5. Triukšmo matavimų rezultatai ir jų analizė

**Vidaus degimo variklių laboratorija.** Vidaus degimo variklių laboratorijoje pagrindiniai triukšmo šaltiniai yra dyzelinis ir benzininis vidaus degimo varikliai. 2.18 pav., 2.19 pav., 2.20 pav., 2.21 pav. pateiktos garso lygių verčių priklausomybės nuo dažnių dirbant šiems varikliams. Taip pat grafikuose pateiktos leistinos garso lygių normos remiantis Lietuvos higienos norma HN 33 – 1 : 2003. Pagal šią normą, garso lygis laboratorijose su triukšmą keliančiais įrenginiais yra 75 dBA.

Išmatuotas laboratorijos akustinis fonas, kai įrengimai išjungti yra 0 dBA.

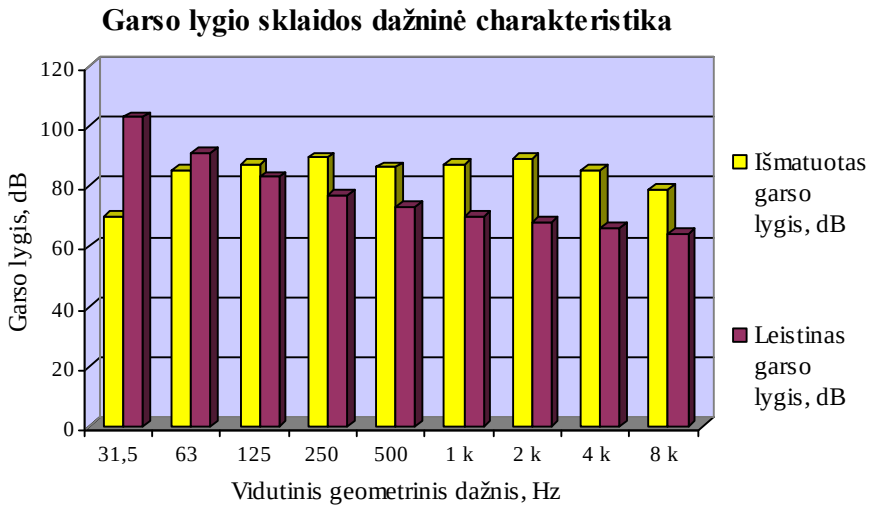
Dirbant vidaus degimo varikliams, kokios nors rūšies energija (dujos, benzinas, dyzelinas) yra keičiama mechaniniu darbu. Vykstant energijos pasikeitimui, variklio detalės (vožtuvai, stūmoklis, alkūninis velenas ir kt.) juda ir sukelia virpesius. Šie virpesiai per variklio elementus triukšmo pavidalu perduodami aplinkai. Triukšmą varikliuose taip pat sukelia ir dujų tekėjimas (išmetamųjų dujų ir šviežio oro mišinio), suspausto kuro sprogimas, dėl to triukšmas vidaus degimo varikliuose yra aerodinaminės kilmės. Didesni tarpeliai tarp detalių sukelia virpesius, „klegesį“. Atsiranda atspindžio garsų, bangų. To priežastis gali būti detalių dilimas. Todėl svarbu laiku ir gerai aptarnauti variklius, nes blogai prižiūrimi jie gali tapti didelio triukšmo ir virpesių šaltiniu.Vožtuvinio mechanizmo dangtis iš skardos sustiprina triukšmą.

Triukšmas ir vibracija didėja išsilaisvinus tvirtinimams, išsibalansavus elementams. Triukšmo intensyvumas taip pat priklauso ir nuo variklio galios.

Vidaus degimo variklių laboratorijoje ir dyzelinis, ir benzininis varikliai yra neuždengti kapotu, o be to jie yra mažoje patalpoje, todėl skleidžiamas triukšmas, kaip matyti iš žemiau pateiktų matavimo rezultatų, yra gana didelis.

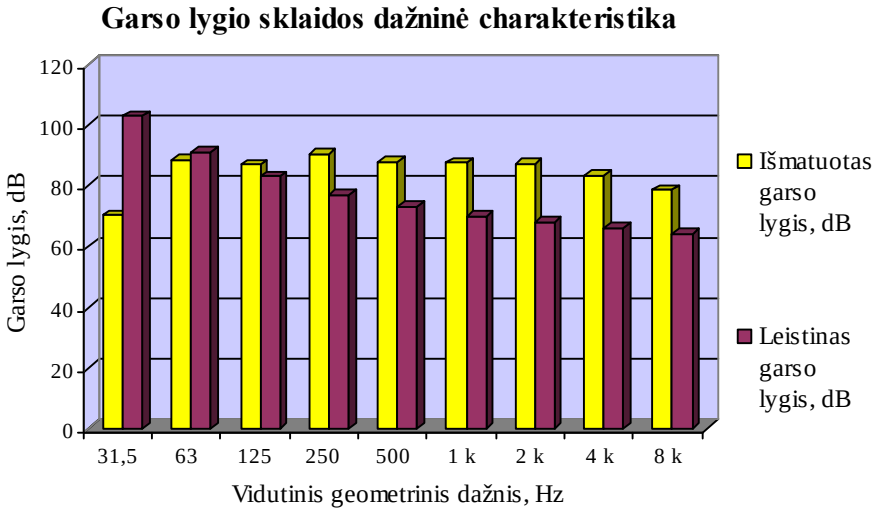
Vidaus degimo variklių skleidžiamas triukšmas priklauso ir nuo variklio tipo. Pavyzdžiui, yra žinoma, jog dyzeliniai varikliai dėl didelio slėgio cilindruose, yra triukšmingesni nei benzininiai. Ekvivalentinis garso lygis dirbant dyzeliniam varikliui - 94,1 dBA, o dirbant benzininiam varikliui – 92,3 dBA. Matuojant garso lygius oktavos dažnių juostose, didžiausi garso lygiai yra esant vidutiniams ir aukštiems dažniams.

Iš 2.18 pav. matyti, jog dirbant dyzeliniam varikliui didžiausi garso lygiai yra esant vidutiniams ir aukštiems – 250–8000 Hz dažniams. Esant šiems dažniams jie siekia iki 89,4 dB. Išmatuotą garso lygį lyginant su HN leistinomis normomis pastebimas normų viršijimas 125–8000 Hz diapazone, kuris siekia iki 17,3 dB.




**2.18 pav.** Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika Vidaus degimo laboratorijoje prie veikiančio dyzelinio variklio taške M1. Ekvivalentinis garso lygis 94,1 dBA

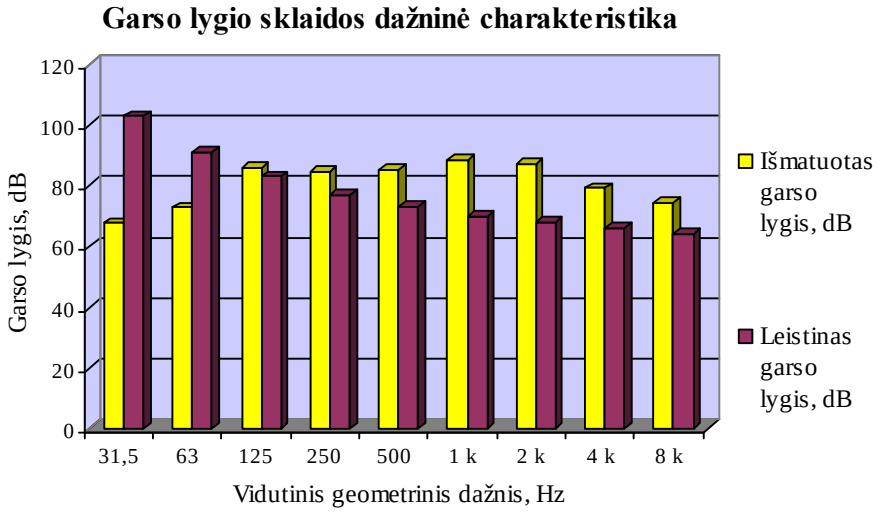
2.19 pav. parodyti garso lygių reikšmių kitimai dirbant dyzeliniam varikliui taške M2. Kaip matome iš grafiko, maksimalus garso lygis yra esant vidutinam – 250 Hz dažniui ir siekia 90,5 dB. Higienos normų viršijimas pastebimas 125–8000 Hz dažnių diapazone ir siekia iki 19,3 dB.




**2.19 pav.** Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika Vidaus degimo laboratorijoje prie veikiančio dyzelinio variklio taške M2. Ekvivalentinis garso lygis 92,2 dBA

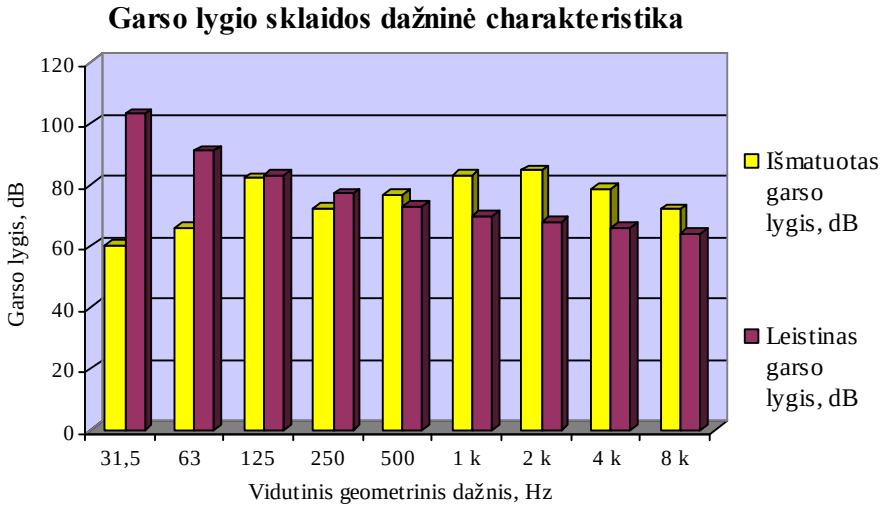
Iš 2.20 pav. pateiktos dažninės garso lygio sklaidos charakteristikos matyti,jog didžiausi garso lygiai yra 125–2000 Hz dažniuose ir siekia iki 88,6 dB. Esant žemiems dažniams 63–250 Hz,

leistinos normos viršijamos prie 125 Hz ir 250 Hz, viršijimas siekia iki 7,7 dB. Esant vidutiniams ir aukštiems dažniams higienos normos viršijamos net iki 19,3 dB.




**2.20 pav**. Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika Vidaus degimo laboratorijoje prie veikiančio benzininio variklio taške M3. Ekvivalentinis garso lygis 91,5 dBA

Taške M4 išmatuotų garso lygių dažninė charakteristika (žr. 2.21 pav.) rodo, jog didžiausias garso lygis yra 84,7 dB, kai vidutinis geometrinis dažnis 2000 Hz, o mažiausias garso lygis – 60,5 dB, kai vidutinis geometrinis dažnis žemas – 31,5 Hz. Matavimo metu gautos reikšmės viršija higienos normas 500–8000 Hz dažnių diapazone iki 16,7 dB.



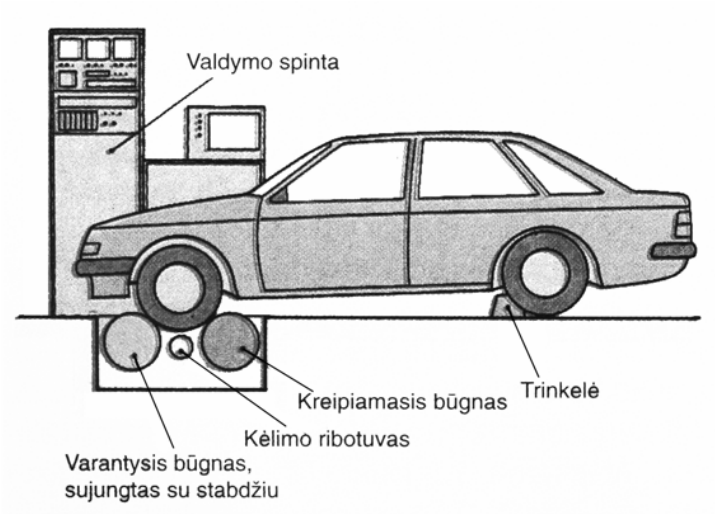

**2.21 pav**. Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika Vidaus degimo laboratorijoje prie veikiančio benzininio variklio taške M4. Ekvivalentinis garso lygis 92,3 dBA

Vidaus degimo variklių laboratorijoje higienos normos yra viršijamos, todėl joje būtina įdiegti triukšmą mažinančias priemones. Triukšmas šioje laboratorijoje neigiamai veikia ne tik dirbančių studentų ir dėstytojo sveikatą, tačiau dar ir trukdo studentams išgirsti dėstytoją, o taip pat trukdo normaliai, nerėkiant, kalbėti dėstytojui. Dirbat triukšme, didėja nelaimingų atsitikimų tikimybė, pvz., laboratorinių darbų metu, iškilus pavojui, studentas gali neišgirsti dėstytojo perspėjimo.

Triukšmui vidaus degimo varikliuose mažinti kartais naudojami slopintuvai. Žinomi tokie: slopintuvas – rezonatorius, absorbcinis slopintuvas, mišrusis slopintuvas. Tačiau varikliams bet koks slopintuvas mažina efektyvią naudingą galią.

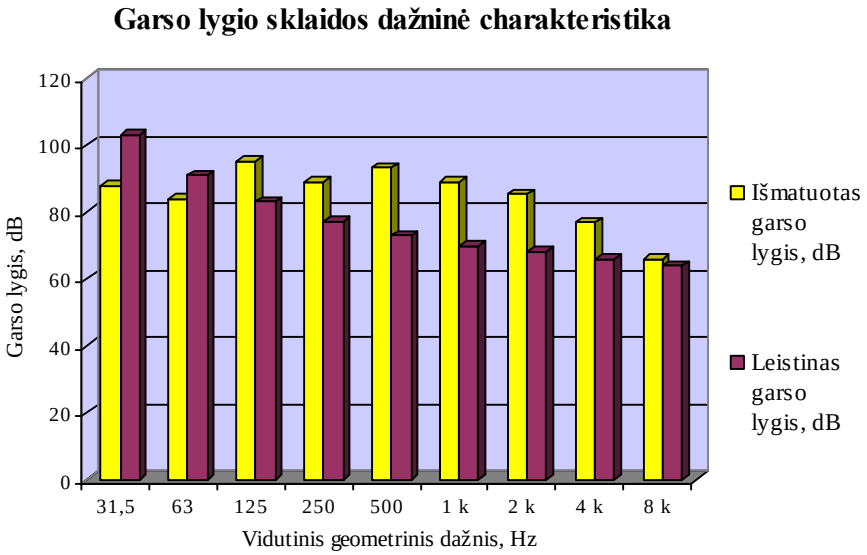
Šiuo metu laboratorijoje apsaugai nuo triukšmo darbuotojas naudoja ausines, tačiau studentai lieka be apsaugos priemonių. Asmeninių apsaugos nuo triukšmo priemonių naudojimas studentams šioje laboratorijoje nebūtų geriausia išeitis, kadangi jie, užsidėję ausines, gali negirdėti dėstytojo. Dažnai, izoliuojant vidaus degimo variklių triukšmą, naudojami garsą izoliuojantys gaubtai. Tačiau, šioje laboratorijoje įrengtas gaubtas trukdytų tyrimams. Dėl to, mano nuomone, vidaus degimo variklių skleidžiamam triukšmui sumažinti, efektyviausia būtų įrengti permatomas, garsą sugeriančias pertvaras, kurios atskirtų variklį ir darbo vietas prie kompiuterio. Tokiu atveju, dirbantiems laboratorijoje, tik trumpais laiko momentais reikėtų būti kenksmingoje aplinkoje (pvz. užvedant variklį, jį išjungiant ir pan.), kitą laiko dalį jie dirbtų izoliuotose, apsaugotose nuo triukšmo poveikio darbo zonose.

**Automobilių eksploatacijos laboratorija.** Automobilių eksploatacijos laboratorijoje pagrindinis triukšmo šaltinis yra ritininis variklio traukos tikrinimo stendas (žr. 2.22 pav.). Šiame stende automobiliui yra imituojamos eismo sąlygos, panašios į natūralias eismo sąlygas kelyje. Automobilis nejuda, judėjimą įgyja „kelias“, t.y. stendo ritiniai. Didžiausias triukšmas susidaro, kai matuojama variklio galia, imituojant automobilio judėjimą, kuomet yra didinanamas automobilio greitis. Matuojant variklio galią, automobiliu išvystomas greitis iki 120 km/h ir specialiame duomenų išvesties įrenginyje fiksuojama didžiausia traukos jėga. Taigi, šioje laboratorijoje triukšmas susidaro ir dėl veikiančio stendo, ir dėl „važiuojančio“ automobilio. Garso bangas važiuojančiame automobilyje skleidžia variklis, įsiurbimo ir išmetimo sistemos, transmisijos agregatai. Padangų sąveika su kelio paviršiumi, t.y. ritiniais, taip pat skleidžia garso bangas. Visa šių garso bangų visuma sudaro bendrąjį automobilio keliamą triukšmą.




2.22 pav. Ritininis variklio traukos tikrinimo stendas

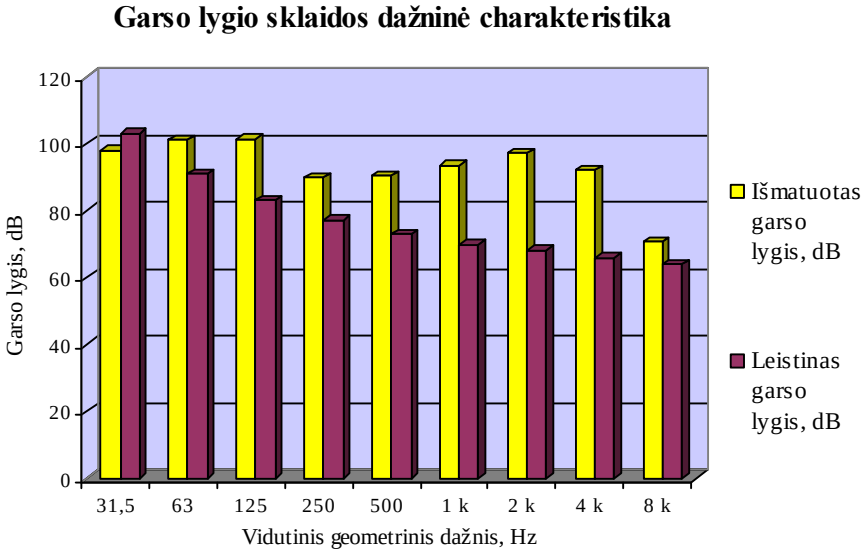
2.23 pav. ir 2.24 pav. pateiktos leistinų ir išmatuotų garso lygių dažninės charakteristikos. Išmatuotas laboratorijos akustinis fonas 0 dBA. Pagal higienos normoje pateiktus normatyvus, leistinas garso lygis imamas 75 dBA.




**2.23 pav.** Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika Automobilių eksploatacijos laboratorijoje prie variklio traukos tikrinimo stendo taške M1. Ekvivalentinis garso lygis 96,8 dBA

Iš 2.23 pav. pateikto grafiko matome, jog didžiausios garso lygių reikšmės yra 125–2000 Hz dažnių diapazone ir siekia iki 95 dB. Leistinos normos viršijamos 125–8000 Hz dažniuose.

Maksimalus viršijimas siekia net 20,2 dB esant 500 Hz dažniui. Žemiausi garso lygiai yra prie aukštų 4000 Hz ir 8000 Hz dažnių – 76,8 dB ir 66 dB.




**2.24 pav.** Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika Automobilių eksploatacijos laboratorijoje prie variklio traukos tikrinimo stendo taške M2. Ekvivalentinis garso lygis 97 dBA

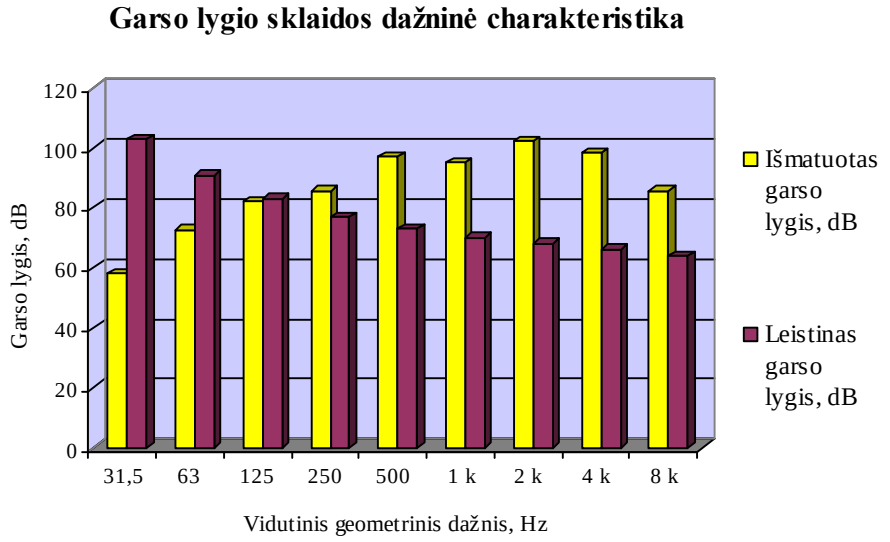
M2 matavimo taške (žr. 2.24 pav.) maksimalios garso lygių reikšmės yra esant žemiems – 63 ir 125 Hz dažniams ir siekia net 101,4 dB. Higienos normas viršija beveik visuose dažniuose, išskyrus 31,5 dažnį. Maksimalus viršijimas siekia 29,2 dB esant 2000 Hz dažniui.

Kadangi higienos normos šioje laboratorijoje yra gerokai viršijamos – iki 22 dBA, reikia triukšmą mažinti. Apsaugai nuo triukšmo šioje laboratorijoje siūlyčiau įrengti garsą izoliuojančią kabiną su langu ir durimis ir toje kabinoje įrengti darbuotojo darbo vietą.

**Įrangos ir bandinių laboratorija.** Įrangos ir bandinių laboratorijoje pagrindiniai triukšmo šaltiniai – diskinės metalo pjovimo staklės ir medžio apdirbimo staklės. 2.25 pav. grafiškai pateiktos išmatuotų ir leistinų garso lygių reikšmės prie pagindinio triukšmo šaltinio - medžio apdirbimo staklių. Išmatuotas patalpos akustinis fonas 0 dBA.

Veikiant medžio apdirbimo staklėms, triukšmą sukelia virpantis pjūklo diskas, oro sūkuriai dantyse, pjaunamos medžiagos virpesiai, elektros variklis. Triukšmo intensyvumas priklauso nuo disko skersmens ir storio, disko galandymo, apdirbamos medžiagos tipo ir storio, pjovimo bei pastūmos greičio, pjūklo konstrukcijos, subalansavimo. Didėjant diskinio pjūklo apsisukimų

skaičiui, daugiausia įtakos triukšmo lygiui turi tai, kaip išlankstyti disko danteliai. Esant netinkamai išlankstytiems danteliams, atsiranda išlenkimai, raukšlės ir kiti defektai, sukeliantys triukšmą.



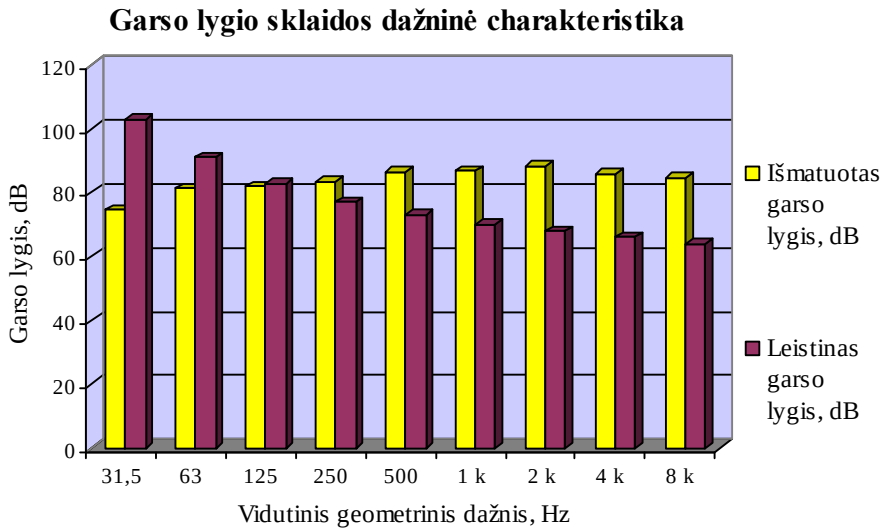

**2.25 pav.** Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika

Medžio apdirbimo salėje taške M2. Ekvivalentinis garso lygis - 93,7 dBA

Iš 2.25 pav. pateikto garso lygių prie įvairių dažnių kitimo, matome, jog išmatuotų garso lygių reikšmės esant žemiems dažniams yra labai nedidelės – 58 dB, o didėjant dažniams jos taip pat didėja pasiekdamos maksimumą – 102,3 dB prie 2000 Hz. Higienos normos ypač viršijamos 500–8000 Hz dažnių diapazone. Viršijimas svyruoja nuo 21,8 dB iki 34,3 dB. Žemiausia išmatuota garso lygio reikšmė yra 58 dB esant 31,5 Hz dažniui.

Norint sumažinti triukšmą veikiant medžio apdirbimo staklėms, būtina iki minimumo apriboti tarpus ir mušimą, subalansuoti pjūklo diską, garantuoti gerą galandinimą. Diskinių pjūklų debalansas pašalinamas, padidinant tarpdančių įdubimus. Disko virpesiai sumažinami, pritvirtinant varines arba veltines slopinančias plokšteles. Jos apriboja virpesius diskinio pjūklo vidurinėje dalyje. Visos šios priemonės sumažina triukšmą 10–20 dB. [3] Be išvardintų triukšmą mažinančių būdų, darbuotojui, dirbančiam prie medžio apdirbimo staklių būtina naudoti asmenines apsaugos nuo triukšmo priemones (ausines arba kištukus).

2.26 pav. parodytas garso lygių reikšmių kitimas metalo apdirbimo salėje, dirbant metalo pjovimo staklėms. Pjaunant metalą, didžiausi garso lygiai yra 500–4000 Hz dažnių diapazone ir siekia 85,7 dB. Mažiausi garso lygiai yra prie žemų dažnių. Higienos normos viršijamos 250–8000 Hz dažniuose ir viršijimas siekia iki 20,5 dB.




**2.26 pav.** Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika

Metalo apdirbimo salėje taške M1. Ekvivalentinis garso lygis – 94 dBA

Svarbiausi garso šaltiniai metalo pjovimo staklėse yra elektros variklis, besisukantis pjūklas, pavaros (diržinės, krumpliaratinės ir kt.). Metalo pjovimo staklėse intensyvus triukšmas atsiranda taip pat ir dėl atskirų detalių gamybos netikslumų. Padidintą triukšmą gali sukelti neišbalansuotos besisukančios dalys, įlinkiai, sukimosi velenų virpesiai, rutuliniai guoliai, ypač jei jie išdilę.

Kad triukšmas sumažėtų metalo pjovimo staklėse reikia: slenkamąjį – grįžtamąjį judesį pakeisti sukamuoju, sumažinti inercijos jėgas, taikyti besmūgius procesus, metalines detales pakeisti detalėmis iš neskambių medžiagų, mechaniniu būdu sujungti jas su medžiagomis, turinčiomis didelę vidinę trintį, sumažinti didelių paviršių detalių garso skleidimą, padengiant jų paviršių specialiomis absorbuojančiomis medžiagomis, naudoti tamprius tarpiklius ir amortizatorius, tepti vieną su kita smūgiuojančias detales, gaminti detales su mažiausiomis tolerancijomis, atlikti statinį bei dinaminį balansavimą ir t.t. Kadangi didelį triukšmą sukelia elektros variklis, jį galima uždengti garsą izoliuojančiu gaubtu.

Kovoti su medžio apdirbimo ir metalo pjovimo staklių skleidžiamu triukšmu yra sudėtinga. Net ir pačios moderniausios staklės į aplinką spinduliuoja leistinas normas viršijančius triukšmo lygius. Todėl, dirbant prie metalo ir medžio apdirbimo staklių, būtina naudotis asmeninėmis apsaugos nuo triukšmo priemonėmis.

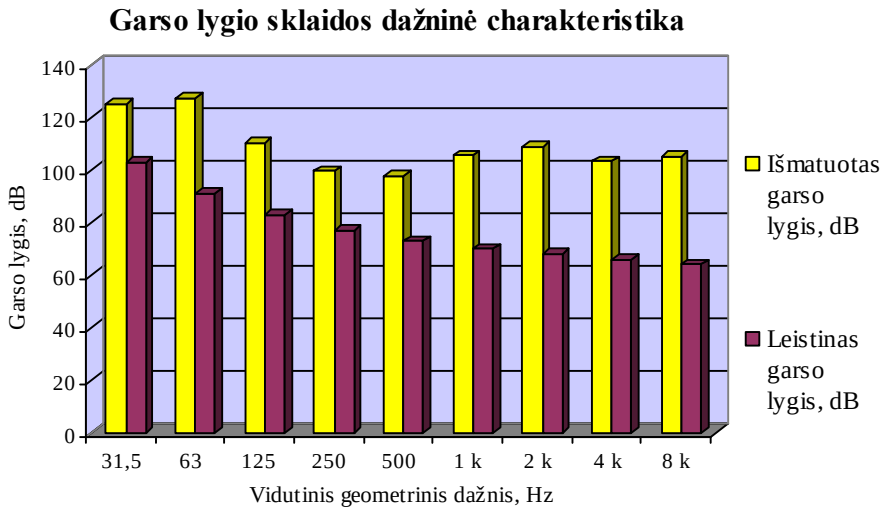
**Gelžbetoninių ir mūrinių konstrukcijų laboratorija**. 2.27 pav., 2.28 pav., 2.29 pav. pateikti Gelžbetoninių ir mūrinių konstrukcijų laboratorijos garso lygių matavimo rezultatai prie pagrindinių triukšmo šaltinių – trijų vibromašinų, skirtų betonui tankinti gaminant gelžbetoninius gaminius. Grafikuose pateiktos taip pat ir higienos normose nustatytos leistinos normos. Leistinas garso lygis imamas lygus 75 dBA. Išmatuotas patalpos akustinis fonas yra 0 dBA.

Didžiausią triukšmą dirbant vibromašinai sukelia apatinėje jos dalyje esantis vibratorius, kuris yra standžiai pritvirtintas prie metalinių formų. Jis sužadina virpesius, atitinkančius gamybos proceso reikalavimus. Virpančios aikštelės stalo su gaminių formomis virpesiai, taip pat elektros variklis, sukelia papildomą triukšmą. Didelės įtakos virpančių aikštelių triukšmui turi formų tvirtinimo būdai. Blogai pritvirtinus, girdimas didelio dažnumo triukšmas (skambesys). Be to, gaunamas blogai paruoštas skiedinys. Norint to išvengti, reikia visas formas pritvirtinti mechaniniu (spyruoklėmis) arba pneumatiniu būdu.

Vibracinių tankinimo mašinų triukšmo spektrui didelės reikšmės turi pats formavimo režimas. Triukšmas bei virpesiai didėja, didėjant virpančio formavimo intensyvumui. Todėl, atliekant virpantį gelžbetonio formavimą, reikia tiksliai laikytis technologijos nustatytų virpesių normų (virpesių amplitudė 0,3–0,5 mm, dažnumas 50–300Hz). Pasikeitus virpesių režimui, padidėja triukšmas ir naudojamas galingumas.

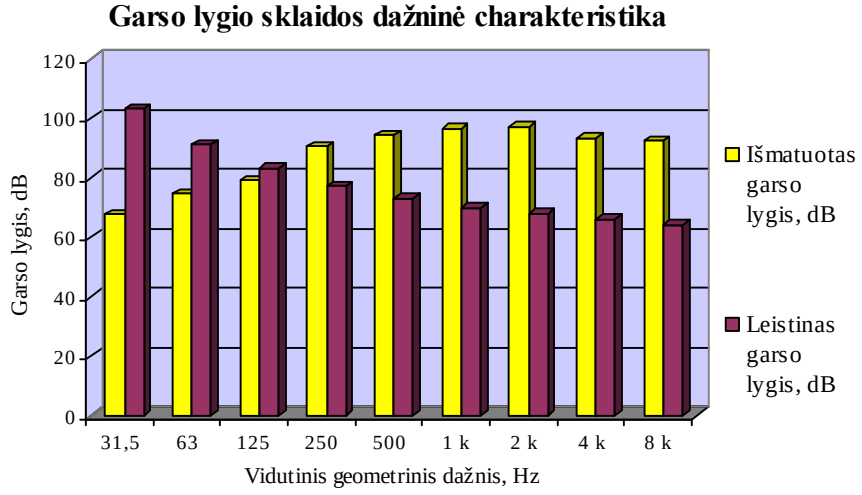
Gelžbetoninių ir mūrinių konstrukcijų laboratorijoje esantys įrengimai yra triukšmingiausi iš visų tirtų laboratorijų. Todėl triukšmą būtina mažinti iki leistinų normų. Tačiau, kovoti su vibromašinų keliamu triukšmu yra sunku ir sudėtinga. Triukšmas nežymiai sumažėja pačiame šaltinyje, sureguliavus debalansą, gerai pritvirtinus vibratorius bei spyruokles, pakeitus sudilusias detales naujomis, o metalines plastmasinėmis ir t. t. Apsaugai nuo triukšmo šioje laboratorijoje siūlau įrengti garsą sugeriančias pertvaras su langais.

Iš 2.27 pav. pateiktos garso lygių verčių priklausomybės matyti, jog garso lygiai visose oktavose yra labai dideli ir žymiai viršija higienos normas. Maksimalios garso lygių reikšmės yra esant žemiems 31,5 Hz ir 63 Hz iki 127,2 dB, nors leistinos normos esant žemiems dažniams yra didesnės nei prie aukštų. Prie šios vibracinės betono tankinimo mašinos išmatuoti garso lygiai yra didžiausi iš visų matuotų ir labiausiai viršija leistinas normas.

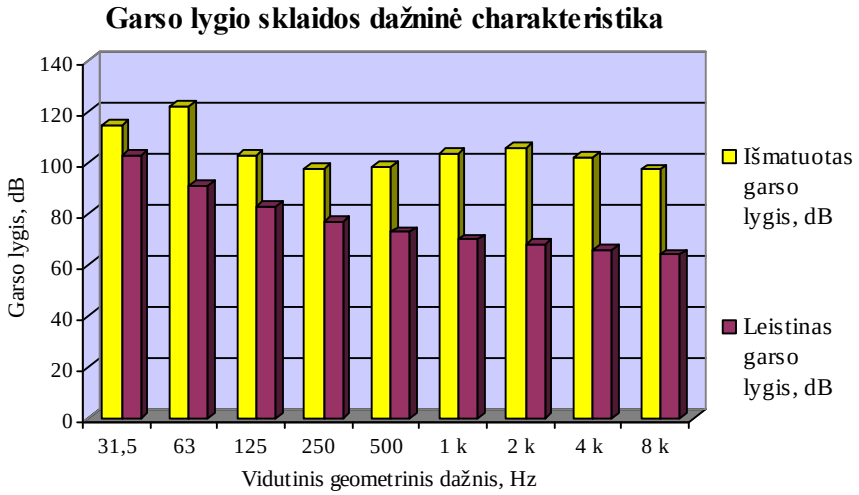



**2.27 pav.** Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika M1 taške prie pirmos vibracinės aikštelės. Ekvivalentinis garso lygis – 115,4 dBA

2.28 pav. pateikta dažninė charakteristika prie antros vibracinės aikštelės. Ši aišktelė, kaip matyti iš matavimo rezultatų, kelia mažiausią triukšmą iš visų trijų. Didžiausi garso lygiai yra 250–4000 Hz dažniuose ir siekia iki 97,1 dB.




**2.28 pav.** Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika M2 taške prie antros vibracinės aikštelės. Ekvivalentinis garso lygis – 96,3 dBA




**2.29 pav.** Garso lygio sklaidos dažninė charakteristika M3 taške prie trečios vibracinės aikštelės. Ekvivalentinis garso lygis – 108,1 dBA

Iš 2.29 pav. matyti, jog išmatuotos garso lygių reikšmės yra labia didelės ir siekia net 121,9 dB esant 63 Hz dažniui. Nors prie žemų dažnių leistinosios normos yra didesnės, tačiau šiuose dažniuose jos yra viršijamos iki 30,9 dB. Labiausiai normos viršijamos esant 2000 Hz ir 4000 Hz dažniams ir viršijimas siekia iki 37,8 dB.

# IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

Atliktas triukšmo triukšmo tyrimas VGTU specialiose laboratorijose leidžia daryti šias išvadas:

1. Visose tirtose VGTU specialiose laboratorijose išmatuotas ekvivalentinis garso lygis dirbant įrengimams viršija higienos normose nustatytą garso lygį – 75 dB.

2. Vidaus degimo variklių laboratorijoje pagrindiniai triukšmo šaltiniai yra du atviri vidaus degimo varikliai – dyzelinis ir benzininis. Vidaus degimo variklių triukšmas yra aerodinaminės kilmės, nes jis kyla dėl dideliu greičiu judančių dujų ir oro mišinio. Taip pat triukšmo intensyvumas, dirbant vidaus degimo varikliams, priklauso nuo variklio techninės būklės, darbo režimo, galios, variklio tipo.

3. Išmatuotas ekvivalentinis garso lygis vidaus degimo variklių laboratorijoje yra 94,1 dBA ir higienos normas viršija 19,1 dBA. Tačiau, matuojant garso lygius kiekvienoje oktavoje, maksimalus viršijimas siekia iki 21,3 dB esant aukštiems dažniams. Kadangi leistinos normos laboratorijoje yra viršijamos, todėl triukšmą būtina mažinti. Triukšmui mažinti, siūlyčiau, vidaus degimo variklius nuo nuolatinių darbo vietų prie kompiuterių atskirti garsą sugeriančiomis stiklinėmis pertvaromis. Tokiu būtu darbuotojai tik trumpą laiką būtų triukšme, o didesnę laiko dalį praleistų netriukšmingoje zonoje.

4. Automobilių eksploatacijos laboratorijoje triukšmo šaltinis yra ritininis variklio traukos tikrinimo stendas. Triukšmas, veikiant šiam stendui, kyla dėl judančių stendo ritinių ir dėl „važiuojančio“ automobilio. Evivalentinis garso lygis šioje laboratorijoje siekia 97 dBA ir higienos normas viršija 22 dBA. Atlikus matavimus esant įvairiems dažniams, garso lygiai normas viršija ir prie žemų, ir prie aukštų dažnių. Triukšmo apsaugai automobilių eksploatacijos laboratorijoje siūlau sumontuoti garsą izoliuojančią kabiną, kurioje įrengti darbuotojo darbo vietą.

5. Įrangos ir bandinių laboratorijoje pagrindiniai triukšmo šaltiniai yra medžio apdirbimo staklės ir metalo pjovimo staklės. Triukšmas, dirbant šiomis staklėmis, yra mechaninės kilmės ir atsiranda dėl mechanizmų virpesių. Triukšmą, medžio ir metalo apdirbimo staklėse, labiausiai kelia elektros varilis, besisukančio disko sukeliami virpesiai, apdirbamos medžiagos virpesiai, taip pat oro sūkuriai pjūklo dantyse.

6. Išmatuotas ekvivalentinis garso lygis prie medžio apdirbimo staklių pjaunant medį yra 94 dBA ir leistinąjį lygį viršija 19 dBA. Pjaunant metalą metalo pjovimo staklėmis, ekvivalentinis

garso lygis viršija leistinąjį 18,7 dBA. Kadangi kovoti su minėtų staklių triukšmui yra sunku ir net modernios staklės į aplinką spinduliuoja didelius triukšmus, tai darbuotojų apsaugai nuo keliamo triukšmo, siūlau naudoti asmenines apsaugos nuo triukšmo priemones.

7. Didžiausi garso lygiai, iš visų tirtų laboratorijų, išmatuoti Gelžbetoninių ir mūrinių konstrukcijų laboratorijoje. Pagrindiniai triukšmo šaltiniai – trys vibracinės betono sutankinimo mašinos. Dirbant vibracinei tankinimo mašinai, didžiausią triukšmą aukelia apatinėje jos dalyje esantis vibratorius, elektros variklis, papildomą triukšmą kelia stalas su gaminių formomis. Didžiausias išmatuotas ekvivalentinis garso lygis siekia net 115,4 dBA ir higienos normas viršija 40,4 dBA.

# LITERATŪRA


1. KAULAKYS, Juozas. *Fizinė technologinė aplinkos tarša. Triukšmas ir vibracijos:* mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 1999. 100 p.
2. AŠMENSKAS, Juozas ir kt. *Aplinkos medicina*. Vilnius: Avicena, 1997. 488 p.
3. RIMOVSKIS, Sergėjus; RAMONAS, Zenonas. *Apsauga nuo triukšmo:* mokomoji knyga. Šiauliai: Šiaulių universiteto leidykla, 2005. 76 p.
4. ČYRAS, Petras ir kt. *Profesinė sauga ir sveikata. Ergonomikos principai:* vadovėlis. Vilnius: Technika, 2003. 404 p.
5. NAINYS, Vytautas. *Virpesiai ir triukšmas pramonėje*. Vilnius: Mintis, 1972. 108 p.
6. ŠUKYS, Ritoldas ir kt. *Žmonių sauga darbe:* laboratoriniai darbai. Vilnius: Technika, 2000. 110 p.
7. STAUSKIS Vytautas Jonas. *Statybinė akustika*: vadovėlis. Vilnius: Technika, 2005. 266 p.
8. Darbuotojų apsaugos nuo triukšmokeliamos rizikos nuostatai. SADM. Įsakymas Nr. A1–103/V–265, 2005 04 15. 6 p.
9. HN 33–1:2003. Akustinis triukšmas. Leidžiami lygiai gyvenamoje ir darbo aplinkoje. Matavimo metodikos ir bendrieji reikalavimai. Vilnius: LR Sveikatos apsaugos ministerija, 11 p.
10. LST EN ISO 11690–1:2002. Akustika. Rekomendacijos, kaip įrengti netriukšmingas darbo vietas šalia mašinų. 1 dalis. Triukšmo mažinimo strategija.
11. LST EN ISO 11690–2:2002. Akustika. Rekomendacijos, kaip įrengti netriukšmingas darbo vietas šalia mašinų. 2 dalis. Triukšmo mažinimo priemonės.
12. *Triukšmas* [interaktyvus]. Vilnius: Visuomenės sveikatos tyrimo centras (VSC). [žiūrėta 2007 10 15]. Prieiga per internetą: <http://www.vilniausvsc.lt/aplinka/3_triuksmas.htm>
13. *Aplinkos triukšmo tyrimai ir modeliavimas*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 02 20]. Prieiga per internetą: <http://www.matl.lt/Src/Triuksmas06elekt.pdf>
14. Europos Parlamento Tarybos direktyva 2003/10/EB. [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 03 15]. Prieiga per internetą: <http://www.ueanet.com/facts/directive/doc/lituanien/ftxtdirective%20noise2-lt.pdf>.
15. *Akustika*. [interaktyvus]. dr. D.Mickaičio internetinis puslapis [žiūrėta 2008 03 15]. Prieiga per internetą: <http://www.akustika.lt/indexTri.html>.

16. *Triukšmo darbe poveikis*. [interaktyvus]. Europos saugos ir sveikatos darbe agentūra. [žiūrėta 2008 02 27]. Prieiga per internetą: < http://osha.vdi.lt/PDF/topics/Faktai/LT_-_Factsheet_57.PDF>.
17. *Ttriukšmo mažinimas ir kontrolė*. [interaktyvus]. Europos saugos ir sveikatos darbe agentūra. [žiūrėta 2008 02 27]. Prieiga per internetą: <http://osha.vdi.lt/PDF/topics/Faktai/LT_-_Factsheet_58.pdf>
18. *Akustika*. [interaktyvus]. Akustikos konspektas. [žiūrėta 2008 04 19]. Prieiga per internetą: <http://www.vsdk.lt/biblioteka/metodiniaidarbai/akustikos_konspektas.pdf>.