Rīgas 64. vidusskola

**Skaņas piesārņojums Rīgas centrā**

Zinātniskās pētniecības darbs fizikas nozarē

Darba autors:

Rīgas 64. vidusskolas 12. klases skolniece Ieva Irmeja.

Darba vadītāja:

Rīgas 64. vidusskolas fizikas skolotāja Līga Zaķe.

Rīga, 2024

**Saturs**

[**Ievads** 3](#_Toc184833349)

[**1.** **Teorētiskā daļa** 4](#_Toc184833350)

[**1.1.** **Skaņas piesārņojums** 4](#_Toc184833351)

[**1.1.1.** **Skaņas piesārņojuma jēdziens** 4](#_Toc184833352)

[**1.2.** **Skaņas izplatīšanās principi** 4](#_Toc184833353)

[**1.2.1.** **Skaņas fizika** 4](#_Toc184833354)

[**1.2.2.** **Skaņas atstarošanās** 5](#_Toc184833355)

[**1.2.3.** **Skaņas izplatīšanās pilsētas vidē** 5](#_Toc184833356)

[**1.3.** **Skaņas piesārņojuma ietekme uz apkārtējo vidi** 5](#_Toc184833357)

[**1.3.1.** **Ietekme uz cilvēkiem** 5](#_Toc184833358)

[**1.3.2.** **Ekoloģiskā ietekme** 6](#_Toc184833359)

[**2.** **Praktiskā daļa** 7](#_Toc184833360)

[**2.1.** **Metodikas apraksts** 7](#_Toc184833361)

[**2.2.** **Datu analīze** 7](#_Toc184833362)

[**2.2.1.** **Skaļākās un klusākās dienas** 9](#_Toc184833363)

[**2.2.2.** **Skaļākās un klusākās stundas** 9](#_Toc184833364)

[**2.2.3.** **Klusāko un skaļāko stundu analīze** 10](#_Toc184833365)

[**2.3.** **Salīdzinājums ar Rīgas domes veidoto trokšņu karti** 11](#_Toc184833366)

[**Secinājumi.** 12](#_Toc184833367)

[**Literatūras saraksts.** 13](#_Toc184833368)

[**Pielikums** 14](#_Toc184833369)

# **Ievads**

Skaņas piesārņojums ir nevēlamas skaņas, kas rodas no apkārtējās vides un negatīvi ietekmē cilvēku un citu dzīvo organismu labsajūtu. Cilvēkiem tas rada miega problēmas, paaugstina stresu un var radīt dzirdes problēmas. Dzīvnieki skaņas izmanto, lai atrastu medījumu, partnerus, uz daži pat, lai orientētos apkārtējā vidē, bet skaņas piesārņojums viņiem liedz veikt šīs funkcijas. Mūsdienās tēma par skaņas piesārņojumu ir ļoti aktuāla, it īpaši saistībā ar troksni, ko rada automašīnas. Lielpilsētās šī tēma ir visaktuālākā sakarā ar lielo  iedzīvotāju skaitu un nepārtraukto satiksmes plūsmu.

Rīga ir Latvijas galvaspilsēta, kur dzīvo aptuveni viena trešdaļa no Latvijas iedzīvotājiem. Rīgas centrā uzturas daudzi cilvēki un satiksme ir liela, kas sekmē lielu skaņas piesārņojumu. Ir daudzas darba vietas, lielveikali un pieejami pakalpojumu, kas paaugstina arī iebraucēju skaitu no lauku teritorijām, palielinot satiksmes plūsmu. Tur skaņas piesārņojumu var novērot visvairāk, par cik tur ikdienā uzturas ļoti daudz cilvēku. Brīvības iela ir viena no Rīgas galvenajām ielām, ko cilvēki katru dienu izmanto lai pārvietotos starp galamērķiem, tāpēc var novērot augstu skaņas piesārņojumu, ko izraisa satiksmes plūsma.

**Mērķis:** Noskaidrot, cik liels skaņas piesārņojums ir Rīgas centrā.

**Hipotēze:** Skaņas piesārņojums pārsniegs ieteicamo, kas būtu optimāls cilvēku veselībai, īpaši sastrēguma stundās.

**Darba uzdevumi:**

1. Ievākt datus par skaņas līmeni Brīvības ielā, Rīgā.
2. Apkopot un analizēt ievāktos datus par skaņas piesārņojumu Brīvības ielā, Rīgā. Analizēt to, kā ievāktie dati atbilst ieteicamajām skaņas līmeņa normām.
3. Salīdzināt iegūtos datus ar Rīgas domes veidoto trokšņu karti.

**Izmantotās metodes:**

1. Teorētiskā metode – literatūras analīze, lai noskaidrotu kā veidojas skaņas piesārņojums, tā ietekmi uz apkārtējo vidi un ieteicamajiem skaņas līmeņiem ikdienā.
2. Datu ievākšana – Ievākt datus par skaņas piesārņojumu uz Brīvības ielas Rīgā, izmantojot mobilo aplikāciju “DecibelX”.
3. Datu apkopošana – Apkopot ievāktos datus, lai veidotu secinājumus par skaņas piesārņojumu.
4. Salīdzināšanas metode – Salīdzināt iegūtos datus ar Rīgas domes veidoto trokšņu karti.

# **Teorētiskā daļa**

## **Skaņas piesārņojums**

### **Skaņas piesārņojuma jēdziens**

Skaņas piesārņojums tiek definēts kā nevēlams troksnis, kas rodas no apkārtējās vides un negatīvi ietekmē cilvēku un citu dzīvo organismu labsajūtu. Troksnis galvenokārt rodas cilvēku ikdienas darbību rezultātā un turpinās ilgstošākā laika periodā, piemēram, no būvdarbiem un transporta. Galvenie parametri, kas nosaka to, cik skaņa ir kaitīga ir tās skaļums jeb intensitāte (dB), frekvence un laiks, cik ilgi šai skaņai cilvēks tiek pakļauts. (Berg, Nathanson)

Pasaules veselības organizācija norāda, ka dienas laikā troksnis, kas pārsniedz 65 dB tiek uzskatīts par skaņas piesārņojumu. Naktī tas samazinās līdz 45 dB apdzīvotās vietās, taču ieteicamais iekštelpās būtu zem 40 dB. Pasaules veselības organizācija iesaka nepieļaut to, ka satiksmes izraisītais troksnis pārsniedz 53 dB, jo no tā brīža var sākt manīt trokšņa ietekmi uz cilvēka veselību. (World health organisation, 2024)

Resursi par skaņas intensitāti, no kuras tā tiek uzskatīta par piesārņojumu, ir diezgan limitēti, par cik tas ir atkarīgs no apstākļiem (nakts vai diena, pilsēta vai lauki, u.c.).

## **Skaņas izplatīšanās principi**

### **Skaņas fizika**

Skaņa ir enerģijas veids, kas veidojas no vibrācijām, kas pārvietojas un veido viļņveida svārstības elastīgās vielās. Skaņu raksturo tās viļņa garums, kas tiek apzīmēts ar periodu(T), kas norāda uz to, cik daudz laika vienam vilnim aizņem pārvietoties pa telpu, un viļņu frekvence(Hz), kas nosaka viļņu daudzumu sekundē. Cilvēkiem dzirdamā frekvence sniedzas no 20Hz līdz 20000Hz, un skaņas ārpus šim diapazonam var būt kaitīgas. Viļņa garums nosaka frekvenci, un, ja palielinās frekvence, viļņa garums samazinās. To var aprēķināt skaņas viļņa ātrumu dalot ar frekvenci (Berg):

Viļņu amplitūda nosaka skaņas skaļumu un intensitāti, kas tiek mērīts decibelos(dB). Jo skaļāks ir troksnis, jo lielāka ir skaņas viļņa amplitūda. Decibeli tiek mērīti logaritmiskā skalā, kas nozīmē, ka katrs 10 dB pieaugums ir 10 reizes stiprāks nekā iepriekšējais, piemēram, 40 dB ir 10x skaļāki par 30 dB, un 40 dB ir 10x skaļāki par 50 dB, un tā tālāk, kas nozīmētu, ka 50 dB ir 100x skaļāki par 30 dB (National park service, 2018):

(Berg)

### **Skaņas atstarošanās**

Skaņas vilnim izplatoties pa telpu, tas atsitas pret cietu virsmu ar tādu pašu leņķi, kādu tas veidoja ar virsmu ietriekšanās brīdī. Skaņas atstarošanās turpinās līdz brīdim, kad visa skaņa tiek apslāpēta. No tā arī veidojas atbalss efekts. (Indiana University)

Skaņas vilnis var mijiedarboties ar citiem skaņas viļņiem un rodas interference jeb pārklāšanās, kas var skaņas vilņus pastiprināt un padarīt tos skaļākus nekā sākumā, vai, pretējā gadījumā, tie var slāpēt viens otru, ja atstarošanās notiek pretēji cita viļņa kustības virzienam. Stāvviļņi veidojas tad, ja skaņas vilnis pret virsmu atstarojas ar 90° leņķi. Viļņi apvienojas un paliek nekustīgi telpā, taču to svārstības turpinās. (Fizmix)

Tas, kā virsma atstaros skaņu ir cieši saistīts ar atstarojošā materiāla blīvumu un biezumu. Materiāli ar lielāku blīvumu skaņu atstaro efektīvāk, piemēram betons vai koks, taču materiāli ar mazāku blīvumu skaņas viļņus spēj vairāk absorbēt, troksni apslāpējot, piemēram, korķis. Materiāla biezums ir ļoti nozīmīgs faktors skaņas absorbēšanā. Biezāki materiāli skaņu absorbē efektīvāk nekā plāni, kā arī biezākiem materiāliem ir spēja absorbēt lielāku frekvenču klāstu nekā plānākiem. Tekstūra un gludums ir būtiski faktori materiāla spējā atstarot skaņu. Teksturēta materiāla virsma spēj labāk absorbēt skaņu nekā pilnīgi gluda, pat ja pats materiāls nav īpaši efektīvs skaņas absorbcijā. Tajā pašā laikā uzklāta krāsa var samazināt materiāla spēju absorbēt skaņu. (Clark, 2018)

### **Skaņas izplatīšanās pilsētas vidē**

Galvenais, kas pilsētas vidē rada troksni ir transporta līdzekļi, īpaši uz lielajiem ceļiem. Būtiska ietekme uz apkārtējo akustisko vidi ir vilcienu un lidmašīnu satiksmei, taču, atšķirībā no auto satiksmes, tiem nav pakļauta tik liela daļa no vietējiem iedzīvotājiem. (European environment agency, 2019)

Apbūvētās vietās, kur apkārtnē aug koki skaņas piesārņojums ir novērots mazāk, jo tie absorbē troksni un neļauj tam tikt tālāk, piemēram, māju pagalmi ar dzīvžogu. Rudens un ziemas periodos skaņas līmenis paaugstinās, jo kokiem nobirst lapas. Zaļās zonas bez apbūves ļauj troksnim izplatīties tālāk, jo nav ēkas, pret ko skaņas viļņiem atstaroties. (Margolina, Veselov, 2020)

## **Skaņas piesārņojuma ietekme uz apkārtējo vidi**

### **Ietekme uz cilvēkiem**

Skaņas piesārņojums būtiski ietekmē dzirdes veselību, it īpaši cilvēkiem, kas ikdienā ilglaicīgi ir pakļauti vismaz 85 dB skaļam troksnim. Troksnis bojā auss gliemežnīcu, kas atbild par skaņas signālu pārveidi impulsos, ko interpretē cilvēka smadzenes. Jo augstāka ir skaņas frekvence, jo negatīvāka ietekme tai ir uz auss orgāniem (Jariwala, Syed, Pandya, u. c., 2017). Kad cilvēkam pasliktinās dzirde, sākotnēji tas atklājas ar grūtībām uztvert augstas frekvences, kas var apgrūtināt runas izpratni, kas rada problēmas ar komunikāciju. Daži ir ģenētiski pakļautāki dzirdes traucējumiem, bet ir iespēja izmantot aizsargājošus līdzekļus, lai to saglabātu. (Wallhagen, 2013)

Skaņa ne tikai negatīvi ietekmē cilvēka dzirdi, bet arī neiroloģisko veselību. Visvairāk tā var ietekmēt miega kvalitāti, kad skaņa pārsniedz 50 dB skaļumu iekštelpās. Ja miegs tiek iztraucēts var tikt paaugstināts pulss un asinsspiediens, kā arī grozīšanās miegā, kā rezultātā garastāvoklis tiek ietekmēts arī nomodā, neizgulēšanās rezultātā. Miega trūkums paaugstina stresu un trauksmainību. Asinsspiediena paaugstināšanās nav veselīga sirdsdarbībai, un cilvēkiem, kas ikdienā ir apkārt vismaz 85 dB augstam skaņas līmenim ir novērots augstāks asinspiediens arī neatrodoties trokšņa klātbūtnē. Tas var izraisīt galvassāpes un saspringumu, kas sekojoši negatīvi ietekmē dzīves labklājību, piemēram, celtnieki, kas savu ikdienu pavada skaļos būvobjektos ir vairāk pakļauti skaņas piesārņojumam, līdz ar ko paaugstinās iespēja uz tā dēļ izraisītām veselības problēmām. (Stansfeld, Mathenson, 2003)

Aptuveni 20% no Eiropas populācijas dzīvo zonās, kur skaņas līmeņi var negatīvi ietekmēt veselību. Katru gadu aptuveni 48000 cilvēkiem tiek atklātas sirds saslimšanas un 12000 cilvēkus piemeklē priekšlaicīga nāve sakarā ar ilglaicīgu atrašanos trokšņa pakļautībā. (European environment agency, 2019)

Ir grūti pateikt, cik ļoti tas ietekmē psiholoģisko veselību, par cik pētījumos ir atrasta maza korelācija starp skaņas piesārņojumu un garīgo veselību. Neskatoties uz to, tas izraisa aizkaitinājumu, kas var negatīvi ietekmēt garastāvokli un attieksmi pret citiem cilvēkiem, un apgrūtināt ikdienas darbību veikšanu. (Stansfeld, Mathenson, 2003)

### **Ekoloģiskā ietekme**

Skaņas piesārņojums negatīvi ietekmē dažādas dzīvnieku sugas. Būtiska ir dzīvnieku savstarpējā komunikācija, piemēram, lai sasauktu partnerus un radītu pēcnācējus, kas nodrošina sugas turpināšanos. Ja apkārtējā vide ir ļoti skaļa, tas šo komunikāciju apgrūtina un dzīvniekiem ir jāpielāgo savi saucieni, lai tie kļūtu uztverami arī skaļās vidēs, mazinot to efektivitāti un kvalitāti, apdraudot sugas turpināšanos. Šis attiecas arī uz izvairīšanos no plēsējiem. Lai pielāgotos, daži dzīvnieki, piemēram, brieži, kļūst aktīvāki naktīs, lai izvairītos no cilvēku ikdienas aktivitāšu radītā trokšņa.

Ja trokšņa avots atrodas tuvu dzīvniekam ir iespēja, ka var tikt bojāta dzirde. Jūras dzīvniekiem var tikt bojāti arī citi iekšējie orgāni un pārmērīgi skaļš troksnis var radīt iekšēju asiņošanu. Līdzīgi kā cilvēkiem, arī dzīvniekiem skaņas piesārņojuma ietekmē rodas stress un grūtības koncentrēties, kas samazina izdzīvošanas iespējas.

Kaut arī daži dzīvnieki šiem apstākļiem ir spējīgi pielāgoties, lielākoties tie izvēlas pārcelties uz klusākām vietām, kas būtiski ietekmē sugu bioloģisko daudzveidību dažādos rajonos. (Slabbekoorn, 2019)

# **Praktiskā daļa**

## **Metodikas apraksts**

Praktiskajā daļā tika iegūti dati par skaņas līmeni Rīgas centrā, Brīvības ielā. Mērījumu veikšanai tika izmantota mobilā aplikācija “DecibelX”. Lai nodrošinātu datu precizitāti tika pieslēgts ārējais mikrofons un novietots loga ārpusē 4. stāvā. Precīza lokācija datu mērijumu veikšanai tika izvēlēta koordinātās 56.96823480527935, 24.150495155605565. (skat. 1.attēls)

Ikdienā iela ir ļoti aktīva. Tā stiepjas 5 joslu platumā un ved līdz Rīgas centram, kas to padara par iecienītu maršrutu. Pa ielu regulāri kursē Rīgas satiksmes sabiedriskais transports kas sevī ietver 7 trolejbusu maršrutus, 2 autobusu maršrutus, 3 mikroautobusu maršrutus un 7 starppilsētu autobusu maršrutus. Pa Brīvības ielu ir aizliekts pārvietoties smagajām kravas automašīnām.

An aerial view of a city

Description automatically generated

1. attēls – Ekrānšāviņš no lietotnes “Google maps” ar autora atzīmētu mērīšanas vietu

Datu apstrādei tika izmantota datorprogramma “Excel”. Mērījumi tika ievākti 7 dienu garumā, 24 stundu intervālā, kur skaņas līmenis tika piefiksēts ik pa 0.2 sekundēm, un no iegūtajiem datiem tika aprēķināta katras stundas vidējā, lielākā un mazākā vērtība (skat. pielikumā) sākot ar 28.11.2024 pulkstens 0:00.

## **Datu analīze**

Datu analīzē autors apskata vidējo skaļumu katru stundu nedēļas garumā un salīdzina iegūtos rezultātus. Tika izveidots grafiks, lai ilustrētu vidējo skaņas līmeni katru dienu, parādot datus laika posmā no 28. novembra līdz 4. decembrim, dažādos diennakts laikos.

A graph of different colored lines

Description automatically generated

1. grafiks – Autora veidots grafiks, kas parāda vidējo skaņas piesārņojumu katru stundu 7 dienu periodā

Pētot grafiku (skat. 1. grafiks), tika novērotas izteiktas tendences uz to, kā skaļums mainās konkrētos laikos. Nakts stundās (0:00 – 5:00) vidējais trokšņa līmenis ir ievērojami zemāks. Rīta stundās (6:00-8:00) tas pieaug un pa dienu (9:00-13:00) paliek salīdzinoši nemainīgs. Pēcpusdienā (14:00 – 18:00) tika novērotas būtiskas fluktuācijas un vidējais skaļuma līmenis paaugstinās konkrētās stundās. Piektdienā, sestdienā un otrdienā būtiski paaugstinās skaļums arī vakara stundās (19:00 – 23:00), kamēr parējās dienās tas lēnām samazinās.

Autors novēroja, ka katru dienu vidējais skaļums ir krietni augstāks par Pasaules Veselības organizācijas ieteiktajiem 53dB un pārsniedz 65dB, no kuriem troksnis tiek uzskatīts par skaņas piesārņojumu. Arī naktī, kaut arī trokšņa līmenis ir zemāks, vidējais trokšņa līmenis ir krietni par augstu salīdzinot ar Pasaules veselības organizācijas noteikto. Atrodoties šādos apstākļos ilglaicīgi var rasties veselības problēmas, tāpēc būtu ieteicams limitēt ilglaicīgu atrašanos uz konkrētās ielas.

Pēc grafika (skat. 1. grafiks) apskates, autors novēroja izteikus paradumus cilvēku ikdienas dzīvē. Pirmdienā vidējais skaņas līmenis pulkstens 6:00 ir krietni augstāks nekā citās dienās, kas varētu nozīmēt, ka cilvēki darbu pirmdienās sāk agrāk, jo ir lielāka motivācija agri mosties pēc brīvdienām. Piektdien, sestdien un svētdien tika novērota skaņas līmeņa pacelšanās nakts stundās, ko varētu izskaidrot iedzīvotāju došanās izklaidēties, piemēram, uz naktsklubiem. Sestdienas pēcpusdienā tika novērots lēciens skaļumā, kas varētu būt saistīts ar cilvēku aizbraukšanu vai atgriešanos Rīgā. Svētdien netika novērotas īpašas izmaiņas dienas laikā, kas varētu liecināt par to, ka cilvēki izmantoja otro brīvdienu atpūtai vai darbiem mājās. Sestdien un svētdien skaņas līmeņa pieaugums no nakts uz dienu tika novērots visvēlāk no visām dienām, kas liecina par iedzīvotāju vēlaku mošanos.

### **Skaļākās un klusākās dienas**

Lai noskaidrotu dienas, kuras varētu uzskatīt par klusākajām un skaļākajām, autors aprēķināja vidējo skaļumu katru dienu attiecīgi secībā no klusākās uz skaļāko. (skat. 1. tabula)

Pēc tabulas datiem autors noteica, ka visklusākā diena pēc vidējā trokšņa skaļuma 24 stundu laika periodā bija 01.12.2024, svētdiena, kad vidējais skaļums bija 81.87 dB. Šis sakrīt ar grafikā (skat. 1. grafiks) noveroto informāciju par to, ka svētdien pa dienu troksnim netika novērotas īpašas izmaiņas un visas stundas bija salīdzinoši mierīgas.

Skaļākā diena pēc vidējā trokšņa skaļuma 24 stundu laika periodā bija 29.11.2024, piektdiena, ko varētu izskaidrot aktīva auto plūsma, kas brauc prom no Rīgas, lai brīvdienas pavadītu ārpus pilsētas.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

1. tabula - Autora veidota tabula ar katras dienas vidējo skaļumu augošā secībā

Visu dienu vidējais skaņas līmenis tika novērots diezgn līdzīgs un atšķirība starp skaļākās un klusākās dienas vidējo skaļumu bija tikai 1.46 dB.

### **Skaļākās un klusākās stundas**

Analizējot grafiku (skat. 1. grafiks) autors ir noteicis atsevišķas stundas, kad skaņas līmenis bijis vismazākais vai vislielākais. Tika noteikti klusuma un skaļuma rekordi:

|  |  |
| --- | --- |
| Klusākās stundas: | Skaļākās stundas: |
| 1. 03.12.2024 2:00 – 72 dB | 1. 02.12.2024 6:00 – 90 dB |
| 1. 02.12.2024 2:00 – 72.7 dB | 1. 30.11.2024 15:00 – 89.6 dB |
| 1. 04.12.2024 2:00 – 73.2 dB | 1. 28.11.2024 17:00 – 89.4 dB |

No šī var secināt to, ka visklusākie brīži ir naktī. Aptuveni 67% vidēji klusākajām stundām fiksētas tieši 2:00, taču aplūkojot grafiku (skat. 1. grafiks) var redzēt, ka tas neattiecas uz pilnīgi visām dienām, taču katras dienas klusākā stunda iekrīt laikā no 2:00 līdz 5:00. Pat naktī vidējais skaļums pārsniedz Pasaules Veselības organizācijas noteiktos 65 dB un pašas klusākās stundas ir krietni skaļākas nekā ieteikts.

### **Klusāko un skaļāko stundu analīze**

Analizējot vidējo skaņas līmeni katru dienu (skat. 1. grafiks) var noteikt, ka vidēji pati klusākā stunda ir bijusi 03.12.2024 2:00 (skat. 2. grafiks), bet skaļākā 02.12.2024 6:00 (skat. 3. grafiks). Autors ir analizējis abu stundu grafikus sīkāk, lai noskaidrotu atšķirību starp abiem laikiem.

A graph showing a number of dots

Description automatically generated with medium confidence

2. grafiks - No mobilās aplikācijas “DecibelX” iegūtais grafiks 03.12.2024

Analizējot iegūtos datus par skaņas līmeni 03.12.2024 2:00 – 3:00 (skat. 2. grafiks) var novērot specifiskas tendences skaņas līmeņos. Par cik tā ir nakts, mašīnas ir daudz mazāk, tāpēc nav tik skaļš kā būtu dienas laikā. Jāņem vērā arī to, ka skaņa nāk ne tikai no auto, kas brauc pa Brīvības ielu, bet arī no auto, kas brauc pa blakus esošajām ielām, tāpēc, pat navienam auto neatrodoties uz Brīvības ielas, skaņas līmenis var nedaudz paaugstināties.

Liela daļa no ievāktajiem datiem norāda uz to, ka skaņas līmenis salīdzinoši ilglaicīgi ir zem Pasaules Veselības organizācijas noteiktajiem 65 dB, un, uzturoties šādos apstākļos, visdrīzāk risks veselības problēmām nepieaugtu.

Augstākais skaņas līmenis, kas šajā laika posmā tika novērots bija 92.3 dB (skat. pielikumā), kas ir aptuveni vienmērīgs katru reizi, kad trokšņa līmenis paaugstinās un netiek novērots īpašs lēciens, kas varētu paaugstināt vidējo skaļumu. Šī stunda ir bijusi diezgan mierīga salīdzinot ar citām nakts stundām.

A graph showing a number of dots

Description automatically generated with medium confidence

3. grafiks – No mobilās aplikācijas “DecibelX” iegūtais grafiks 02.12.2024 laika periodā 6:00 – 7:00

Analizējot skaņas līmeņus 02.12.2024 laikā no 6:00 – 7:00 (skat. 3. grafiks) autors novērojis izteiktu trokšņa paaugstināšanos ap pulkstens 6:13, kad troksnis ir sasniedzis 120.3 dB (skat. pielikums), kas arī ir augstākā vērtība, kas sasniegta konkrētajā stundā. Šis brīdis visdrīzāk ir veicinājis skaņas līmeņa vidējās vērtības paaugstināšanos stundas periodā, jo, aplūkojot grafiku, pārējos laikos netika novērotas lielas novirzes ārpus novērotās normas. Par cik tā vēl ir rīta stunda, ir novērojami brīži, kad skaņas līmenis ir mazāks par 70 dB, kas liecina par to, ka uz ielas posma stundas garumā neatradās tik daudz mašīnas, kā sastrēguma stundās.

Zemākā novērotā skaņas līmeņa vērtība bija 65.7 dB (skat. pielikums). Pēc Pasaules veselības organizācijas ieteiktā, visas stundas garumā ir novērojams skaņas piesārņojums, jo skaņas līmenis ir virs 65 dB.

## **Salīdzinājums ar Rīgas domes veidoto trokšņu karti**

# **Secinājumi.**

1. Analizējot pētījuma laikā ievāktos datus, autora hipotēze daļēji tika apstiprināta. Vidējais troksnis Brīvības ielā, ne tikai sastrēgumu stundās, bet gan nepārtraukti pārsniedz ieteiktos 65 dB, no kuriem skaņas līmenis rada risku uz veselības un dzirdes problēmām. Neviens no vidējiem mērījumiem nav zemāks par 65 dB, izņemot atsevišķus momentus naktīs.
2. Visklusākais laiks tika novērots nakts stundās, kad uz ielām neatradās tik daudz auto, taču vidējais skaņas līmenis tik un tā pārsniedza 65 dB, un joprojām tiek uzskatīts par skaņas piesārņojumu.
3. Analizējot pētījuma laikā iegūtos datus, autors spēja identificēt arī cilvēku ikdienas paradumus, kas dod vērtīgu ieskatu par laikiem, kad sagaidīt vislielāko trokšņa piesārņojumu.

# **Literatūras saraksts.**

1. Jariwala, H., Syed, H., Pandya, M., u. c. Noise Pollution & Human Health: A Review. 2017. In Proceedings of the coferrence Noise and Air Pollution: Challenges and Opportunities. 1.-4. lpp. Research gate.
2. Slabbekoorn, H. Noise pollution. Current Biology, 19, 2019, 957.-960. lpp. ISSN 0960-9822
3. Berg, R. E., Nathanson, J. A. Noise pollution [online]. [Cited 01.11.2024]. Available: <https://www.britannica.com/science/noise-pollution>
4. World health organization. Noise [online]. [Cited 01.11.2024]. Available: <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/noise>
5. World health organisation. Compendium of WHO and other UN guidance on health and environment 2024 update. 2024. 236 lpp. ISBN 9789240095380
6. World health organisation. Environmental noise guidlines for the European Region. 2018. 181 lpp. ISBN 9789289053563
7. Berg, R. E. Sound [online]. [Cited 02.11.2024]. Available: <https://www.britannica.com/science/sound-physics>
8. National park service. Understanding sound [online]. 2018. [Cited 02.11.2024]. Available: <https://www.nps.gov/subjects/sound/understandingsound.htm>
9. Stansfeld, S., A., Mathenson, M., P. Noise pollution: non-auditory effects on health. British medical bulletin, 68. 2003. 243.-257. lpp.
10. Fizmix. Mehāniskās svārstības un viļņi [tiešsaiste]. [Skatīts 13.11.2024]. Pieejams: <https://www.fizmix.lv/fiztemas/98/4451>
11. Wallhagen, M. Hearing Impairment (Noise Pollution Related). New York: Encyclopedia of Behavioral Medicine, 1, 2013, 1029.-1030. lpp. ISBN 978-3-030-39901-6
12. Margolina, I., Veselov, D. Specific features of noise spreading from motor transport in the urban environment. 2020. In Proceedings of MATEC Web of Conferences 320. 1.-5. lpp. EDP Sciences.
13. Indiana University. Chapter One: An Acoustics Primer [online]. [Cited 15.11.2024]. Available: <https://cmtext.indiana.edu/acoustics/chapter1_reflection.php>
14. European environment agency. Environmental noise. 2019. 499 lpp. ISBN 978-92-9480-090-9
15. Clark, D. The Materiality of Sound Absorption [online]. 2018. [Cited 18.11.2024]. Available: <https://www.payette.com/research-innovation/the-materiality-of-sound-absorption/>

# **Pielikums**

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1jlALqzgvFb4Hq6J8U1QDZbq4PE_rx9BA/edit?usp=sharing&ouid=107855898959200686828&rtpof=true&sd=true>