

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
GEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTĪBU FAKULTĀTE  
VIDES ZINĀTNES NODAĻA

**TRANSPORTA RADĪTĪBĀS TĪKLA ĒRTĪBĀS  
NOVĒRTĪJUMS**

MAĪSTRA DARBS

Autors: Enija Priede  
Studentu apliecības Nr: ep10037  
Darba zinātniskais vadītājs: Dr. Geogr. Iveta Šteinberga

RĪGA 2015

## SATURS

ANOTĀCIJA.....	3
ANNOTATION .....	4
IEVADS .....	5
1. LITERĀTURAS APSKATS.....	7
1.1. Trokšnis, t raksturlielumi.....	7
1.2. Autotransporta radītā trokšņa strukturālās patēriņš .....	10
1.3. Trokšņa pārvaldība Eiropas Savienībā un Latvijā .....	16
1.4. Metodes trokšņa pierojuma lēmuma noteikšanai.....	20
1.5. Trokšņa pierojuma radītās ietekmes .....	24
1.5.1. Trokšņa pierojuma ietekme uz cilvēku veselību un dabas procesiem .....	24
1.5.2. Trokšņa pierojuma lēmuma ietekme uz nekustamo pašumu cenām.....	26
1.6. Populārās trokšņa pierojuma samazināšanas metodes .....	28
2. DARBA MATERIĀLS UN IZMANTOTĀS METODES .....	32
2.1. Teritorijas apraksts .....	32
2.2. Pētījuma izmantotās metodes .....	34
3. REZULTĀTU ANALĪZE UN DISKUSIJA.....	37
SECINĀJUMI .....	50
IZMANTOTĀS LITERĀTURAS SARAKSTS .....	52
PIELIKUMI.....	57
1. pielikums .....	58
2. pielikums .....	59
3. pielikums .....	60
4. pielikums .....	65
5. pielikums .....	67

## ANOTĀCIJA

Satiksmes troksnis pēdējos gados kļuvis par globālu pilsētās dzīvojamības problēmu, un ir nozīmīgs vides trokšņa avots lielajās aglomerācijās visā pasaulē. Troksnis negatīvi ietekmē cilvēku labsajūtu un veselību, dabas procesus, un var atstāt ietekmi arī uz nekustamo īpašuma vērtību. Darba ietvaros, izmantojot tiešmērījumu metodes, veikti autotransporta radītā trokšņa mērījumi un tās spektrālās komponentes patsvaram vērtībām atšķirīgos meteoroloģiskajos apstākļos un transporta kustības režīmos, novērtot lokālo izplatības tendences un sorbjētā virsmu ietekmi. Pētījums veikts intensīvas ceļu satiksmes posmā Rīga, Juglas ielas posmā – Bērnieku iela – Lubānas iela. Iegtie rezultāti liecina par augstu vakara un nakts perioda trokšņa līmeni teritorijās, neatkarīgi no mērījumu veikšanas laika (darbdienas un brīvdienas), novērotā tīkss (par 40 – 71%) satiksmes intensitātes pieaugums kopš 2013. gada. Intensīvā satiksme šajā Juglas ielas posmā novērojama gan brīvdienās, gan darbdienās; no rītiem un vakaros. Galvenais trokšņa avots ir vieglo un smago automašīnu radītais aerodinamiskais/turbulences troksnis, kas atkarīgs no transportlīdzekļu kustības ātruma.

**Atslēgvārdi:** troksnis, trokšņa spektrs, trokšņa mērījumi, satiksme, zemas frekvences.

## ANNOTATION

Traffic induced noise in recent years become a global problem in urban environment, and is the major source of noise pollution in the largest agglomerations around the world. Noise has a negative impact on human health and well – being, natural processes, and can also affect value of the property located near the source. Direct noise measurement method was used to establish total noise pollution and noise spectrum, including different weather conditions and traffic regimes, and assessing local noise spreading circumstances and the impact of sorbing surfaces. Study was conducted in Riga, Juglas street section from Bikernieku to Lubanas street. The results show increased noise levels in the area in the evening and night period, regardless of measurement time (working days and holidays), essential increase in traffic intensity (40 – 71%) since 2013 were noted. High levels of traffic in this section of Juglas street occurs both weekends and weekdays; in the mornings and evenings. The main source of noise is car and truck caused aerodynamic/turbulence noise, which depends on vehicle speed.

**Keywords:** noise, noise spectrum, noise measurements, traffic, low frequencies

## IEVADS

Viens no būtiskajiem vides dabiskajiem un antropogēnajiem faktoriem, kas ietekmē cilvēku veselību, ir troksnis. Pilsētām paplašinoties, kā arī attīstoties ceļu infrastruktūrai, arvien vairāk cilvēku tiek pakauti satiksmes radītam trokšim un piesārņojumam. Apmēram 270 miljoni Eiropas iedzīvotāju dzīvo vietās, kur troksnis nopietni traucē viņu dzīvi (ISRNM, 2013).

Augsts vides trokšim un piesārņojuma līmenis atstāj negatīvu iespaidu uz cilvēku veselību un labsajūtu. Paši traucējošs ir paaugstināts trokšim un piesārņojuma līmenis vakara stundās un naktīs, ko cilvēki izmanto kā miega periodu, lai atpūstos un uzkrātu spēkus nākamajai darba dienai. Nekvalitatīvs miegs var atstāt negatīvu ietekmi uz cilvēka darbaspējumu, labsajūtu un veselību.

Satiksmes troksnis ir visplašākā vides problēma Eiropas Savienībā (ES), nodarot veselības kaitējumu vairāk kā vienai trešdaļai ES iedzīvotāju (Transport&Environment, 2012).

Pasaules Veselības Organizācija, Eiropas Komisija un citas kompetentās institūcijas, balstoties uz jaunāko pētījumu rezultātiem, iesaka jaunus trokšim un piesārņojuma standartus un stingrākas rekomendācijas trokšim un piesārņojuma robežvērtībās. Tomēr, trokšim un piesārņojuma robežvērtībās starp dažādām Eiropas Savienības valstīm ir diezgan atšķirīgas.

Pēdējo 10 gadu laikā vērojama stabila un nemainīga augoša ikdienā lietoto vieglo automašīnu statistika, kas liecina par trokšim un piesārņojuma problemātikas aktualitāti šānos apstākļos. 2013. gadā ikdienā braucošo vieglo automašīnu skaits pasaulē jau pārsniedza 865 miljonus vienību (Statista, 2015). Transporta radītam troksnim raksturīgās 4 galvenās komponentes: aerodinamiskais, rītes, dzinēja un izplūdes sistēmu troksnis (Mendez, 2011).

Mācīstā darba ietvaros veikta auto transporta radītā trokšim un piesārņojuma mērīšana, pētītas trokšim un piesārņojuma struktūras komponentes un spektrālās sadalījums kontekstā ar transporta plūsmas intensitāti un kustības režīmiem. Pētījums veikts Rīgā, "Jaunbērziņi" Juglas ielas posmā, intensīvas transporta satiksmes ietekmes zonā, un pamatojoties uz iegūtajiem rezultātiem sagatavota trokšim un piesārņojuma izplatības karte. Rezultātu apstrādi izmantoti Vides zinātnes bakalaura studijas (LU ZZF) iegūtie mērījumu rezultāti (2011 - 2013), kas apkopoti un salīdzināti ar izvērstiem mērījumiem laika periodā no 2014. līdz 2015. gadam.

**Maistra darba mērķis** – novērtēt autotransporta radīto trokšņa kopīgo piesārņojuma līmeni un frekvencu sadalījumu pilotteritorijā Rīgā, Juglas ielas posmā – Biernieku iela – Lubānas iela.

**Darba mērķa sasniegšanai tika izvirzīti šādi uzdevumi:**

1. zinātniskās, lietišķās un normatīvās literatūras izpēti un analīzi par transporta radīto trokšni, tā raksturogajām spektra frekvencēm, novērtēšanas metodēm un problēmām;
2. iepazīties ar pētījumu rezultātiem par trokšņa ietekmi uz cilvēkiem, dabu un nekustamo pašuma vērtību;
3. paralēli veikt manuālu automašīnu uzskaiti, kopējā trokšņa līmeņa mērījumus un spektrālos mērījumus pētījuma teritorijā dažādos laika periodos un transporta kustības režīmos;
4. iegūto rezultātu datubāzes izveidi, statistiskā un faktorālā analīze, trokšņa izpaltības kartes izstrāde;
5. trokšņa piesārņojuma mazināšanas pasākumu priekšlikumu izstrāde izmantojot modeļa šanas metodi.

Darbs satur 67 lappas, 6 tabulas, 35 attēlus un 5 pielikumus.

# 1. LITERATĀRĀS APSKATS

## 1.1. Troksnis, tā raksturlielumi

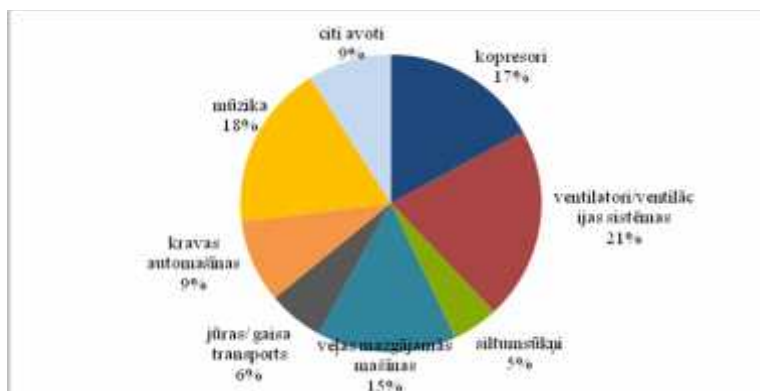
Skaņa ir jebkura spiediena starpība, kuru spēj uztvert mūsu dzirdes orgāni, tā izplatās vidē, skaņas avota radīto vibrāciju rezultātā (BRD Noise&Vibration Control, Inc., 2015; PAROC, 2015). Skaņas galvenie raksturlielumi ir tā spiediens (dB), frekvence (Hz), trūms vidējais ātrums (m/s), intensitāte ( $W/m^2$ ) un viļņa garums (m) (ISRNM, 2013).

Skaņas spiediens ir izmaiņu spiedienā, kas rodas skaņai pārvietojoties gaisā. Cilvēka auss reaģē uz skaņas spiedienu, ko mēra Paskālos ( $N/m^2$ ). Viszemākais dzirdamais skaņas spiediens ir  $0,00002$  Paskāli ( $N/m^2$ ), kas relatīvajā skalā tiek izteikts kā  $0$  dB (ISOVER, bez datiem).

Spēj dzirdēt skaņu ir atkarīga no skaņas frekvences, kas ir vibrāciju skaits sekundē. Frekvences nosaukuma skaņas "augstumu", jo augstāka ir skaņa, jo lielāka būs frekvence (ISOVER, bez datiem). Cilvēka dzirdējamā spēj uztvert frekvences starp  $20$  un  $20\,000$  Hz (šo uztverietekmē cilvēka vecums u.c. faktori), bet cilvēka balsis spēj radīt skaņu ar frekvenci no  $500$  līdz  $2\,000$  Hz (InspectaLatvia, bez datiem). Visjutīgākā cilvēka auss ir frekvenču diapazonā no  $1\,000$  līdz  $4\,000$  Hz (ISOVER, bez datiem). Frekvences, kas ir zemākas par dzirdamās sliekšni, sauc par infraskaņu, bet frekvences virs  $20\,000$  Hz sauc par ultraskaņu (InspectaLatvia, bez datiem).

Zemas frekvences ( $20 - 200$  Hz) bieži tiek uztvertas kā vibrācijas dažādos ērmeņos (krēsls, vārdi, sēdvietas), nevis kā skaņa, tā izplatās lielākos attālumos kā augstas frekvences, lai tā būtu dzirdama, trokšņa līmeņiem šajā zemo frekvenču diapazonā jābūt diezgan augstiem. Galvenie avoti, kas rada zemas frekvences ir dažādas iekārtas (boileri, vārturbīnas, ventilācijas sistēmas, lidaparāti, dzinēji un motori u.c.) un satiksme (skatīt 1.1.1. attēlu un kamajlapu), bet ir arī dabiski faktori, kā piemēram, vējš, jūra, pārkons un pazemes svārstības (Waye, 2011; Casella Stanger, bez datiem).

Zemas frekvences pārvietojas lielos attālumos un ir grūti izolējamas, tāpēc cauri sienām un logiem ar pavisam nelielu pavājināšanos, līdz ar to lielos attālumos no trokšņa avota un iekštelpās dominējošs būs tieši zemās frekvences, bet ārpus telpām dominēs vidējās augstas frekvences (Ascari, 2015; Waye, 2011).



1.1.1. att. **ls. Zemas frekvences trokšņa avotu sadalījums atbilstošās dB m**  
(sagatavots pēc Waye, 2011)

Skaņas izplatšanās trums ir atkarīgs no materiāla/vides blīvuma, kur tas izplatās. Jo lielāks materiāla blīvums, jo lielāks skaņas trums. Gaisa skaņas trums ir 340 m/s, bet blīvākos materiālos tas ir lielāks, piemēram, dzelzsbetons – 1500 m/s, beton – 4000 m/s. Vislielākais skaņas trums ir stikls – 5500 līdz 6000 m/s (ISOVER, bez datiem).

Skaņas intensitāte ir skaņas enerģija, ko uztver auss bungdiņā (InspectaLatvia, bez datiem.) Skaņas intensitātes līmeni mēra decibelos (dB). Cilvēks uztver skaņas robežas no 0 dB (kas ir pilnīgs klusums) līdz 120 dB, citos avotos 140 dB (kas ir spējīgs sliekšnis). Vismaz kā skaņas izmaiņa, ko spēj saklausīt cilvēka auss, ir 1-2 dB (PAROC, 2015).

Tā kā skaņas skaņums ir diezgan subjektīvs, nevis objektīvs skaņas raksturlielums, ko dažādas personas var uztvert atšķirīgi, ir izveidota izmērmo trokšņa līmeņa izmaiņu un cilvēka uztverto skaņuma izmaiņu salīdzinājums (skatīt 1.1. tabulu) (Acoustics and your Environment, 1999).

1.1.tabula

**Skaņas līmeņa izmaiņas un cilvēka uztveres pakāpe**  
(sagatavots pēc Acoustics and your Environment, 1999)

Reālā skaņas līmeņa izmaiņa (dBA)	Uztvertā izmaiņas skaņas līmenī
+ 20 dBA	etrreiz skaļāka
+ 10 dBA	Divreiz skaļāka
+ 5 dBA	Viegli uztverams pieaugums
+ 3 dBA	Tikko manāms pieaugums
0 dBA	Salīdzināmais/atkaites līmenis
- 3 dBA	Tikko manāms samazinājums
- 5 dBA	Viegli uztverams samazinājums
-10 dBA	Uz pusi klusāks
- 20 dBA	etrreiz klusāks

Skaņas vilnis ir gaisa blīvuma svārstības, kas izplatās vidē, gaisam pārmaiņus sablīvoties un izretinoties skaņu svārstību frekvences rezultātā. Tā izplatās, galvenokārt, garenviļņu un šķērsviļņu veidā, bet var izplatīties arī kombinēto viļņu veidā. Garenviļņu gadījumā daļiņu svārstības notiek viļņu izplatīšanās virzienā (galvenokārt, gāzēs un šķidrās vielās). Šķērsviļņu gadījumā daļiņu svārstības notiek perpendikulāri viļņu izplatīšanās virzienam (galvenokārt, cietās vielās). Kombinētajos viļņos daļiņu svārstības notiek gan viļņa izplatīšanās virzienā, gan perpendikulāri viļņa izplatīšanās virzienam (piemēram, densviļņos). Skaņas vilnis var izplatīties arī visos virzienos vienlaicīgi – sfēriska un cilindriskā skaņas viļņu izplatīšanās (piemēram, vilciens, ceļu satiksme u.c.) (ELLE, bez dat.). Viļņa garums ir attālums starp diviem līdzīgiem viļņu punktiem, kuriem ir vienāda fāze, ko izsaka kā skaņas truma un frekvences attiecību (BRD Noise&Vibration Control, Inc., 2015; ISOVER, bez dat.). Viļņa garums gaisma ir no 20 m līdz 20 mm. Pie vienāda skaņas truma, augstkaļķa skaņas viļņa garums nekā zemkaļķa (ISOVER, bez dat.).

Skaņas var būt vienkāršas, sastāvot no vienas sinusoīdas svārstības – tā, kā ar saliktas, kas sastāv no dažādu frekvencu svārstībām – vairākiem toņiem ar dažādu skaņuma pakāpi, ko dēvē par troksni (ISRNM, 2013; ISOVER, bez dat.). Gadījumos, kad skaņa ir kaitinoša vai nevēlama, tās tiek saukta par troksni (InspectaLatvia, bez dat.).

“Vides troksnis ir nevēlamas skaņas izplatība apkārtnē. Vides trokšņa direktīva 2002/49/EK vides troksnis definēts kā “nevēlams vai kaitīgs cilvēka darbības radītais troksnis, ieskaitot troksni, ko izraisa transportlīdzekļi, ceļu un dzelzceļu satiksme, gaisa satiksme un, kas rodas ražotājiem darba zonās” (Priede, 2013).

Ar trokšņa skaņu nosaka decibelos. Ēmotvērto, ka decibelu skalā izmantotas logaritmiskās svārstības, skaņas līmenis palielinoties par 3 dB, trokšņa intensitāte divkārtojas (Priede, 2013). Trokšņa stiprumu izsaka kā skaņas radītā spiediena attiecību pret spiedienu, kas pieņemts par referenču lielumu, un aptuveni atbilst spiedienam, kāds ir skaņai ar 1 000 Hz frekvenci pie dzirdamības sliekšņa (BRD Noise&Vibration Control, Inc., 2015).

Izšķir stabilu troksni jeb tonlu skaņu, kura stiprums laikā mainās ne vairāk kā par 5 dB, un impulsu troksni, kura stiprums strauji pieaug un pēc tam samazinās (ELLE, bez dat.).

Galvenie vides trokšņa avoti pilsētās un apdzīvotās vietās ir (ISRNM, 2013):

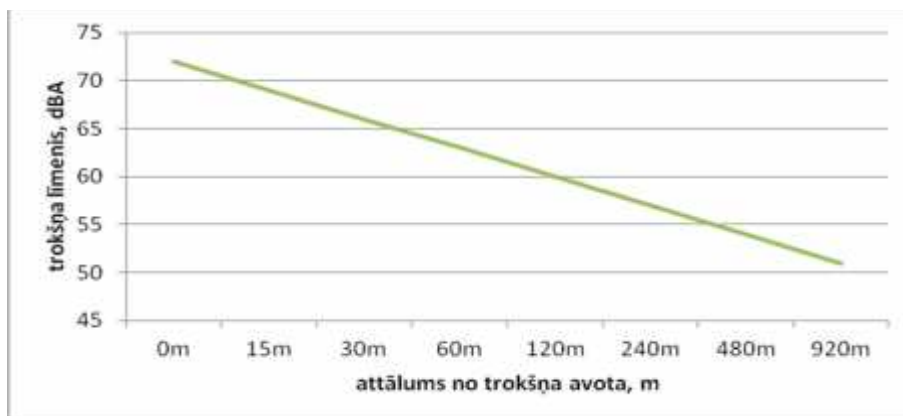
- autotransports,
- gaisa satiksme,
- dzelcešs,

- b vniecība,
- r pniecība,
- izkļaušana pasākumi,
- sadzīvē (rašanās).

Trokšņa avota radītā trokšņa izplatība vidējā atkarība no trokšņa avota veida, atmosfēras absorbcijas, vēja, temperatūras, barjeras, zemes absorbcijas, atstarošanas līmeņa, mitruma līmeņa un nokrišņiem (Priede, 2013).

## 1.2. Autotransporta radītā trokšņa struktūra ielas pārbraucējam

Transporta radītais trokšnis salīdzinot ar daudziem citiem trokšņa avotiem ir gandrīz vienmērīgs. Trokšņa avota darbības laikā trokšņa izkliede ir novirzīta, piemērotā, kas ir pulsējošā veida avots. Šajā gadījumā skaņas izplatās cilindriski, visos virzienos ar vienādu lieluma skaņas intensitāti, un izplatoties šīs intensitāte samazinās līdz ar attālumu (Priede, 2013). Attāluma dubultošanās trokšni samazina par 3 dB (Ohio Department of Transportation, bez datiem) (skatīt 1.2.1. attēlu).

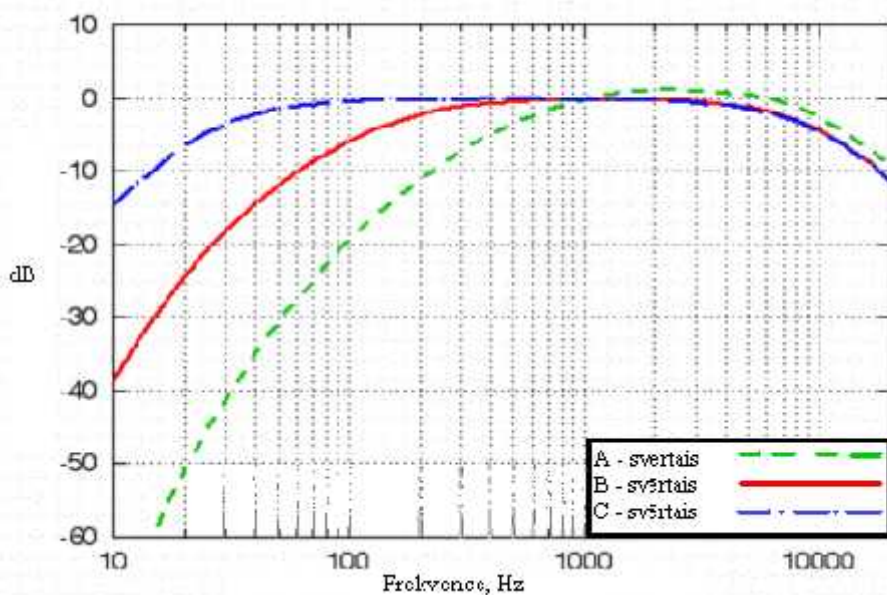


1.2.1. attēls. Trokšņa līmeņa samazināšanās ar attālumu

(autora sagatavots)

Skaņas spiediena līmeņa decibelos ir nesvērta vārtība, lai ņemtu vērā jutīgumu, mērot trokšni tiek izmantoti pielagošanas filtri – A, B, C, D. Visbiežāk izmanto standartizēto A-svērto filtru, kas veidots ņemot vērā to, ka cilvēka uztveri pie dažādām frekvencēm un intensitātes, un balstīta uz cilvēka dzirdes spējas, tā vienība ir dB(A). Šīs standartizācijas kontroles iekārtas

frekvencu spektra daudums no 20 Hz līdz 10 kHz (Waye, 2011; BRD Noise&Vibration Control, Inc., 2015; Eiropas Darba un veselības aizsardzības aģentūra, bez dat.). A, B, C svērtās līknes tiek izmantotas trokšņu ar plašu spektru, turpretī D svērtā līkne tiek izmantota trokšņa avotiem, kas ir pašskaņi (lidmašīnu dzinji u.c.) (Lindos Electronics, bez dat.). Svērtā filtru skaņas līkņu attēls 1.2.2. attēlā.



1.2.2. attēls. Svērtā filtru relatīvās skaņas līkņu attēls (Priede, 2013)

A-svērtā filtra līkne balstīta uz 40 – phon vienību skaņas līknes, ietverot cilvēka dzirdes tipisko amplitūdu. 40 – phon ir normālas klusas vides līmenis (Priede, 2013).

Autoceļu trokšņi tieši nerada patstāvīgu, drīz kļūstot par atsevišķu transportlīdzekļu, kas izmanto šo autoceļu. Ietvaros galvenokārt, pa autoceļu braucošo transportlīdzekļu trokšņa komponentes ir (Mendez, 2011):

1. dzinēja radītais trokšnis – kļūstot par zemas frekvences vibrācijām;
2. aerodinamiskais trokšnis, kas atkarīgs no šasijas veida un automobiļa truma. Transportlīdzekļiem kustoties rodas turbulences, kuras radīt enerģija pieaug augstākām frekvencēm. Trumam palielinoties, palielinās arī enerģijas daudzums;
3. izplūdes gāzu trokšnis – zemas frekvences trokšnis, ko izraisa trokšņa slāpšanas sistēma;
4. riteņu trokšnis, kas rodas riepju – ceļa seguma saskarses rezultātā, un ir būtisks pie palielinātā truma (50 km/h vieglajam automašīnām un 70 km/h kravām automašīnām).

Šo komponentu patsvars nav nemainīgs, galvenokārt, to nosaka transportlīdzekļu kustības ātrums. Pie zemas kustības ātruma (< 30 km/h) galvenais trokšņa avots ir dzinēja troksnis. Pie lielāka kustības ātruma, būtiska nozīme irrites troksnim, kas rodas riepu un ceļa seguma saskares rezultātā. Ja kustības ātrums sasniedz 60-80 km/h, par nozīmīgu trokšņa avotu uzskatāms aerodinamiskais troksnis, kas rodas transportlīdzekļa kustības rezultātā, transportlīdzeklim šķērsojot atmosfēras gaisu. Šādas sakarības konstatētas un ir spēkā transportlīdzeklim pārvietojoties vienmērīgi ar gandrīz konstantu kustības ātrumu (Kliuvininkas, 2012).

Izplēdes sistēmu troksni kontrolē ar transportlīdzekļu trokšņa sliekšņiem, piemērot, kā tie atbilstošā strādā. Dzinēja troksni un mehāniskos trokšņa avotus var kontrolēt tikai transportlīdzekļu ražotāji un pienācīga transportlīdzekļa uzturēšana (Ohio Department of Transportation, bez dat.).

Kopējais autoceļa radītais troksnis atkarīgs no dažiem papildfaktoriem, kas ietver transportlīdzekļu skaitu, transportlīdzekļu pārvietošanas ātrumu un transportlīdzekļu sastāvu. Satiksmes trokšņa skaums palielinās pie augstākas satiksmes intensitātes, lielākiem ātrumiem un lielāka vidējā un lielo kravu automašīnu skaita, to patsvara (Ohio Department of Transportation, bez dat.).

Turklāt, svarīgi ir arī laika apstākļi, ceļa seguma stāvoklis, atrašanās vieta un citi faktori. Piemēram, stāvēšana kāpumi prasa intensīvāku dzinēja darbību, tādējādi palielinot trokšņa līmeni (Ohio Department of Transportation, bez dat.).

Liela nozīme transporta radītajam trokšņam noteikšanai ir piešķirta transportlīdzekļu sastāvam satiksmē. Parasti visi transporta līdzekļi tiek iedalīti divās grupās – vieglās automašīnas un smagās automašīnas, tomēr, lai precīzāk novērtētu trokšņa piesārņojumu katrā situācijā, transportlīdzekļus var iedalīt sīkāk (Mendez, 2011):

- mopēdi un motorrolleri;
- motocikli;
- vieglās automašīnas ar svaru zem 3,5 tonnām;
- citas vieglās automašīnas, kā furgoni, apvidus auto, pikapi, treileri, automašīnas ar treileri vai automašīnas ar dzīvnieku piekabīti;
- vieglās kravu automašīnas, smagie furgoni, un viegļie autobusi;
- autobusi, vidējās un smagās kravu automašīnas un citi smagie transportlīdzekļi, kā konstrukciju pārvadātājus, traktorus, pašizgāzētājus un tankus;
- elektriskie automobiļi un hibrīdautomašīnas, kas brauc elektriskajā režīmā.

Vislieko troksni satiksm rada kravas automaš nas, kam seko autobusi un motocikli; bet par visklus ko transporta veidu tiek uzskat tas viegl s automaš nas. Tom r, tieši vieglaj m automaš n m ir visb tisk k loma satiksmes trokš a pies r ojuma rad šan , jo to skaits ir visliel kais (aptuveni 80% no ce u satiksmes transportl dzek iem) (AlQdah, 2013).

Autobusi un smag s (kravas) automaš nas, ir ne tikai ska ki par vieglaj m automaš n m, t s ar emit vid troksni ar zemu frekvenci, kuru ir daudz gr t k samazin t ar daž diem prettrokš a pas kumiem, k augstas frekvences troksni. kas izol šana pret troksni, kam ir zemas frekvences, ir sarež ta (Kliu ininkas, 2012; Priede, 2013). L na kravas automaš nu satiksme veicina trokš a l me a pieaugumu pils tvid . Trokš a lielums un spektrs, ko rada riepu – ce a seguma saskare, pie daž diem trumiem var b t atš ir gs vieglaj m automaš n m un kravas automaš n m (Lee, 2014).

Trokš a l me us b tiski var ietekm t ar riepu – seguma berze, daž di ce a seguma tipi un virsmas tekst ra (Lee, 2014).

Riepu rad tais troksnis k st par galveno kravas automaš nu trokš a avotu, tikl dz t s p rsniedz kristisko trumu – 30 j dzes stund , kas ir aptuveni 48 km/h. Pie š diem nosac jumiem, palielinot braukšanas trumu uz pusi, trokš a l menis palielin s par aptuveni 10 – 12 dB(A) (Lee, 2014).

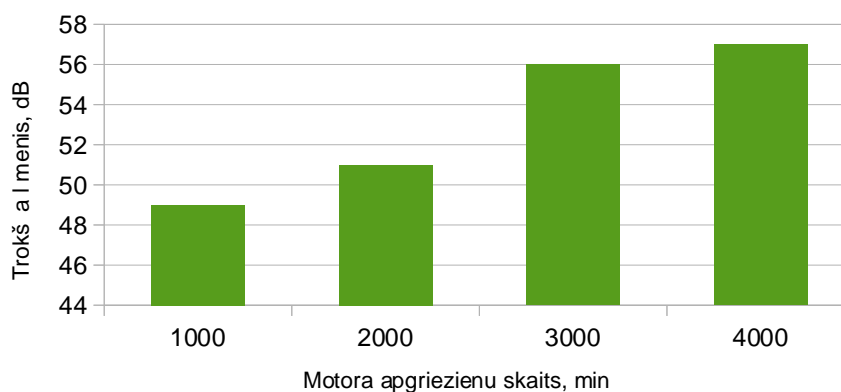
Vieglaj m automaš n m riepu – seguma saskares troksnis ir noz m gs gan pie augstiem braukšanas trumiem, gan pie zemiem braukšanas trumiem. Pie truma virs 70 km/h, riepu – seguma saskares troksnis vieglaj m automaš n m ir galvenais trokš a avots (AlQdah, 2013; Lee, 2014). Turpret kravas automaš n m, pie zemiem braukšanas trumiem, galvenais trokš a avots ir dzin ja sist mas (motors, izpl des, dzes šanas sist ma u.c.) rad tais troksnis (Lee, 2014).

Transporta pl smai palielinoties 10 reizes, trokš a l menis palielin s aptuveni par 10 dBA, jeb tiek uztverts k uz pusi liel ks trokš a l menis, l dz gi ar kust bas truma palielin šana no 48 km/h uz 105 km/h, ar rada 10 dBA lielu trokš a l me a pieaugumu. Interesanti, ka viena kravas automaš na, kas p rvietojas ar trumu 88 km/h satur tik pat daudz akustisk s ener ijas, cik 28 viegl s automaš nas, p rvietojojies ar tik pat lielu trumu. Tas noz m , ka satiksmes sast vs jeb kompoz cija (kravas automaš nu patsvars) var dot tik pat lielu vai pat liel ku ietekmi uz kop jo trokš a l meni, k satiksmes intensit te vai kust bas trums (Ohio Department of Transportation, bez dat.).

Uz lielce iem un citiem galvenajiem pils tas ce iem domin riepu rad tais troksnis, bet

uz viet jiem autoce iem galvenok rt domin dzin ja un izpl des sist mu rad tais troksnis (Ohio Department of Transportation, bez dat.).

Pie zem kiem braukšanas trumiem, zem 40 – 50 km/h, vieglaj m automaš n m domin motora rad tais troksnis, iek aujot iepl des un izpl des troksni. Pie liel ka motora apgrieziju skaita palielin s ar motora rad tais trokš a l menis (AlQdah, 2013). Sakar ba par d ta 1.2.2. att 1 .



1.23. att ls. **Motora rad tais trokš a l menis atkar b no motora apgrieziju skaita** (sagatavots p c AlQdah, 2013)

Izš ir etrus daž dus transporta pl smas tipus:

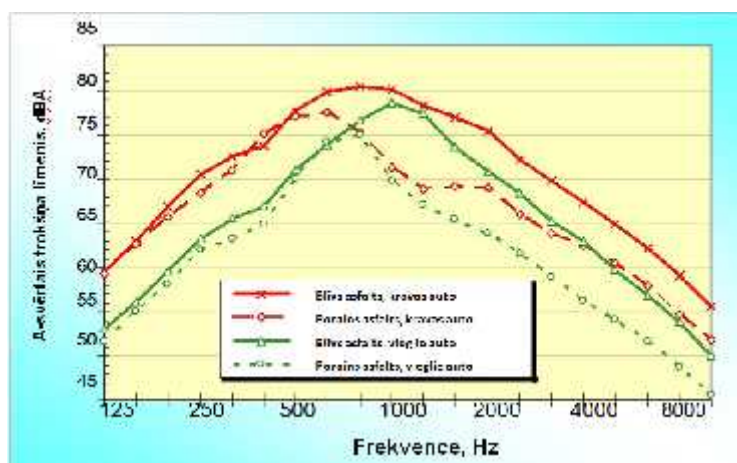
1. Nep traukta pl stoša pl sma – transportl dzek i noteikt autoce a posm p rvietojas ar konstantu, gandr z nemain gu braukšanas trumu. Š das pl smas rakstur gas trgaitas autoce iem, starppils tu autoce iem, pils tas trgaitas ce iem (iz mums ir sastr gumstundas), nereti ar uz galvenajiem pils tas ce iem.
2. Nep traukta impuls va pl sma – rakstur gs liels transportl dzek u skaits s laika period (var b t ar pal nin jumi un pa trin jumi). Š pl sma ir nestabila gan laik , gan telp . Š d m pl sm m nosak ms vid jais pl smas kust bas trums. T s rakstur gas autoce u posmiem pils tu centra un dz vojamos rajonos, pie krustojumiem un g j ju p rej m.
3. Pa trin ta impuls va pl sma – turbulenta pl sma, ar rakstur gu pa trin jumu, kas ir nestabila un main ga, l dz ar to kust bas trumu noteikt ir iesp jams vien gi atseviš os diskrtos pl smas punktos. Š das pl smas rakstur gas trgaitas ce iem aiz krustojuma, pie atzaru ce iem un maks šanas kab u iebrauktuv m.
4. Pal nin ta impuls va pl sma – l dz ga iepriekš jai, tikai tiek nov rots kust bas truma straujš samazin jums, nevis pa trin jums. Š das pl smas rakstur gas galveno pils tas

krustojumu pieej s, trgaitas ce u izej s u.c. (EEA, 2002; Commsion Recommendations, 2003; Priede, 2013).

B tu j em v r ar tas, ka katras automaš nas rad tais troksnis sajaucas ar citu automaš nu rad to troksni, t d j di palielinot kop jo satiksmes trokš a l meni laik un telp . Turkl t trokš a l me a lielumu ietekm ar att lums no avota l dz sa mejam, satiksmes pl smas raksturs, zemes un atmosf ras absorbcija, meteorolo iskie apst k i un citi faktori (Mendez, 2011).

Ska as kvalit ti ietekm ska as frekven u spektrs. Satiksmes trokš a spektru, galvenok rt, veido daudzi gar mbraucoši transportl dzek i ar lielu riepu apr kojuma daž d bu, un atš ir giem kust bas trumiem. Satiksmes rad taj troksn domin augst s frekvences, spektra da no 800 – 1250 Hz. Zemas frekvences rodas pie zemiem transportl dzek u kust bas trumiem vai pa trin jumiem (Sandberg, 2003; Can, 2010).

Parasti kravas automaš nu rad t trokš a spektrs ir plaš ks, k vieglo automaš nu rad tais. Liela noz m ir riepu tipam un ce a segumam, un to rad tajam saskares troksnim, kas vieglaj m automaš n m rada “p i” frekvences spektr pie 1000 Hz, diapazon no 700 – 1300 Hz, bet kravas automaš n m pie nedaudz zem k m frekvenc m, no 500 – 1000 Hz. Visliel kais torksnis nov rojams kravas automaš n m p rvietojojtie pa bl vu asfalta segumu (maksimums frekven u diapazon 500 – 2000 Hz), kam seko vieglo automaš nu p rvietošan s pa bl vu asfalta segumu (700 – 1500 Hz); p rvietošan s pa porainu asfalta segumu rada maksimumus pie zem k m frekvenc m – kravas automaš n m diapazon no 250 – 1000 Hz, vieglaj m automaš n m no no 300 – 1000 Hz (Sandberg, 2003) (skat t 1.2.3. att lu).

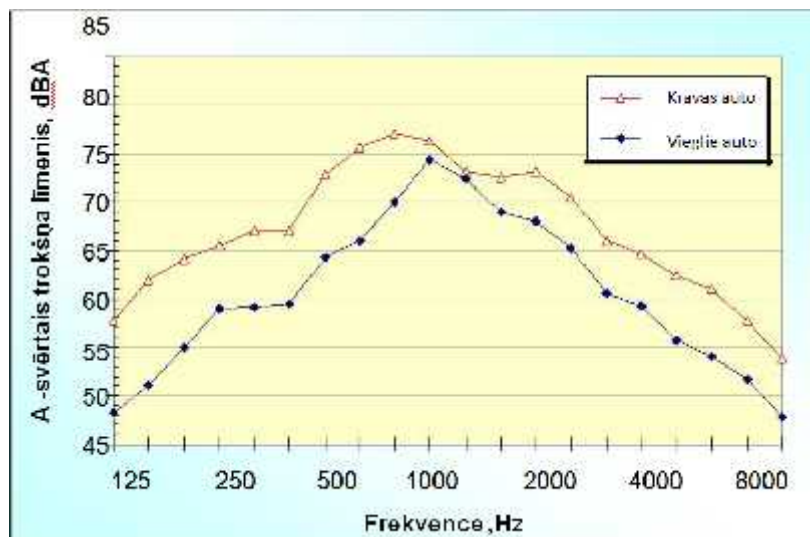


1.2.3. att ls. Satiksmes trokš a spektrs uz bl va un poraina asfalta seguma.

trumi: 80 – 120 km/h (>100 viegl s automaš nas) 70 – 90 km/h (> 50 kravas automaš nas)

(sagatavots p c Sandberg, 2003)

J uzsver, ka pie vien diem kust bas trumiem, kravas automaš nu rad tais troksnis ir tikai nedaudz augst ks k vieglo automaš nu rad tais (skat t 1.2.4. att lu), neskatoties uz to, ka kravas automaš nas ir daudz smag kas. Turkl t pier d ts, ka kravas automaš nas ar 10 – 20 tonnu smagu kravu, var rad t zem ku riepu - seguma saskares troksni k augstas klases automaš nas ar plat m riepu m (Sandberg, 2003).



1.2.4. att ls. Satiksmes (transportl dzek u) rad tais trokš a spektrs.  
**trumi: 80 km/h (viegl s automaš nas), 70 km/h (kravas automaš nas)**  
 (sagatavots p c Sandberg, 2003)

Šos “p us” frekven u spektr nosaka ar A – sv rt s l knes izmantošana, kas dod liel ku uzsvaru uz frekvenc m 1000 – 5000 Hz, kas ir cilv ka dzirdam bas diapazon (Sandberg, 2003).

### 1.3. Trokš a p rvald ba Eiropas Savien b un Latvij

Pirmais solis trokš a pies r ojuma p rvald bas politikas izstr d , ar Eiropas Komisijas atbalstu, bija 1996. gad izdot Za gr mata, kuras sada “R c bas pret troksni”iek auti vair ki m r i (EEA, bez dat., Priede 2013):

1. istr d t jaunu trokš a pies r ojuma probl mas p rvald bas sist mu;
2. trokš a pies r ojuma ierobežošanas programmu apskat t integr ti, jo tiek skartas vair kas tautsaimniec bas un sabiedriskas nozares.

ES l men trokš a pies r ojuma l me a mazin šanai parasti tiek izmantoti daž di ekonomiski instrumenti, kas integr ti vides politikas l men . Biež k izmantotie pas kumi ir

(Goosens, 2008):

- subs dijas klus ku ražojumu izstrādei un iegādei;
- tiesību aktos noteiktas prasības sniegt informāciju par ražojumiem;
- trokšņu noteikumi piesārņojuma radītājiem;
- trokšņu līmeņu ieviešana.

Eiropas Parlamenta un Padomes 2002. gada 25. jūnija Direktīva “par vides trokšņu un vibrāciju novēršanu un pārvaldību” (Vides trokšņu direktīva (“END”) 2002/49/EK), kas attiecas uz troksni, ko rada autoceļi, dzelzceļi un gaisa satiksme un ir galvenais instruments aizsardzībai pret trokšņu piesārņojumu. Galvenā uzmanība direktīvā vērsta uz trokšņu radītājiem, to papildinot ar konkrētu iekārtu un avotu trokšņu emisiju standartiem (European Commission, bez dat.; Priede, 2013). Vides trokšņu direktīva (2002/49/EC) paredz visām ES valstīm ar stratēģisko trokšņu karti palīdzību noteikt vides trokšņu ietekmi to teritorijās, lai izstrādātu rīcības plānus trokšņu piesārņojuma samazināšanai vietās, kur tas visvairāk nepieciešams (Kephelopoulos, 2014).

Saskaņā ar iepriekšminētās direktīvas galvenajiem mērķiem, Vides trokšņu direktīva attiecas uz troksni, kuram ir pakārti cilvēki, paši apdzīvotās vietas, publiskos parkos vai citos klusos rajonos aglomerācijās, klusos rajonos, kas atrodas atvērto laukos, skolu un slimnīcu tuvumā, kā arī citās trokšņīgās zonās. Direktīva neattiecas uz troksni, ko izraisa patīkami pakārti persona, uz sadzīves troksni, kaimiņu radīto troksni, troksni darbavietā vai troksni transportlīdzekļu iekšienē, kā arī uz troksni militāra konfliktu zonās. Dažas neiekārtotās teritorijas, piemēram, kas saistītas ar iekštelpu troksni, ir ietvertas citos politiskajos instrumentos, gan valsts, gan ES līmenī, piemēram, tādus, kas saistīti ar veselību un darba drošību (European Commission, 2000; Priede, 2013).

Eiropas Komisijas direktīva 1999/62/EK atzina „lietošanas maksas” principu, kas ļauj dalībvalstīm uzlikt maksājumus atbilstīgi nobrauktajam attālumam (ceļa nodevas), lai atgūtu ceļu infrastruktūras izveidošanas, to uzturēšanas un lietošanas jeb ekspluatācijas izmaksas. Direktīva ļauj noteikt arī ar laiku saistītus maksājumus, kas ir noteikti mazāki par maksimālo likmi (Priede, 2013).

Pamatstandarts, kas tiek izmantots gandrīz visā pasaulē ir ISO 1996-1971 “Ieteikumi kopienas trokšņu robežvērtībām” (grozīts ar ISO 1996-2:2007), kur norādītas trokšņu robežvērtības dažādiem diennakts periodiem dažādās apdzīvotās un apdzīvotajās teritorijās (Priede, 2013).

Vides trokšņa direktīvas prasības Latvijā noteiktas ar Ministru kabineta 2004. gada 13. jūlija noteikumiem Nr. 597 „Vides trokšņa novērtēšanas kārtība”. 2014. gadā spēkā stājās jauni MK noteikumi, kas aizstāja iepriekšējos. Pašreizējais trokšņa novērtēšanai un pārvaldībai jābalstās uz MK noteikumiem Nr. 16 “Trokšņa novērtēšanas un pārvaldības kārtība”. Pieļaujamie trokšņu robežlielumi (skatīt 1.3.1. tabulu), kuri jāņem vērā, veicot trokšņa kartēšanu un jaunu rīcības plānu izstrādi vides trokšņa samazināšanai. Jaunpieņemtajos MK noteikumos kopumā pieļaujamās robežvērtības ir noteiktas augstākas kā līdz šim, vidēji par 5 dBA visos punktos. Un ir ieviests jauns apbīves lietošanas iedalījums, un izveidots jauns, līdz šim nebijis, punkts – *Klusie rajoni apdzīvotās vietās*.

1.3.1. tabula

### Vides trokšņa robežlielumi

(MK noteikumi Nr. 16, 2014)

Nr. p.k.	Apbīves teritorijas izmantošanas funkcija	Trokšņa robežlielumi		
		L <sub>diena</sub> (dB(A))	L <sub>vakars</sub> (dB(A))	L <sub>nakts</sub> (dB(A))
1.1.	Individuālo (savrupmāju, mazstāvu vai viensētu) dzīvojamām jeb rūpnieciskām, tirdzniecības, veselības un sociālās aprūpes iestādēm apbīves teritorijā	55	50	45
1.2.	Daudzstāvu dzīvojamās apbīves teritorija	60	55	50
1.3.	Publiskās apbīves teritorija (sabiedrisko un pārvaldes objektu teritorija, tai skaitā kultūras iestādes, izglītības un zinātnes iestādes, valsts un pašvaldību pārvaldes iestādes un viesnīcu teritorija) (ar dzīvojamām apbīvē)	60	55	55
1.4.	Jauktās apbīves teritorija, tai skaitā tirdzniecības un pakalpojumu biznesa teritorija (ar dzīvojamām apbīvē)	65	60	55
1.5.	Klusie rajoni apdzīvotās vietās	50	45	40

Pašvaldībām ir tiesības ar saistošajiem noteikumiem to administratīvajās teritorijās noteikt zemākus (tikai stingrākus) trokšņa robežlielumus, lai saglabātu kluso rajonu teritorijas aglomerācijās. Pašvaldība norošina rīcības plānu izstrādi trokšņa samazināšanai, kā arī to ieviešanu savās aglomerācijās. Ja aglomerācijās teritorijā ir vairākas pašvaldības, tās savstarpīgi sadarbojoties veic trokšņa kartēšanu un izstrādā kopīgu rīcības plānu trokšņa piesārņojuma samazināšanai (ELLE, 2009).

Eiropas Savienībā, sadarbojoties ar kompetentajām iestādēm, dalībvalstīs, veic

“sra t i s ko trokš a karšu” izstr di. Kart s j ats pogu o infom cija par lidost m, dzelzce iem, galvenajiem autoce iem un pils tu aglomer cij m, izmantojot iepriekš saska otus trokš a indikatorus - Lden (dienas-vakara-nakts ekvivalentai l menis) un Lnight (nakts ekvivalentais l menis). Trokš a kartes ir l dzeklis sabiedr bas inform šanai par trokš a skartaj m zon m, t iedarb bu un sek m, k ar trokš a nov ršanas probl m m. Sabiedr bas inform šanai j notiek emot v r Orh sas konvencijas principus (European Commission; 2000, Priede, 2013).

Daž d m Eiropas Savien bas valst m ir noteiktas atš ir gas trokš a pies r ojuma l me a robežv rt bas. N derlandei, ir noteiktas oti daudz daž das trokš a robežv rt bas diennakts periodam, atkar b no apb ves, zemes lietojuma veida, un avota un teritorijas past v šanas ilguma (skat t 1.3.2. tabulu).

1.3.2. tabula

**Trokš a robežv rt bas N derland**

(Priede, 2013)

Avots	V lamais l menis	Maksim lais pie aujamies l menis, pie nosac jumiem:				
		Jauna apdz vota teritorija	Jauns avots	Jaunim avotiem un teritorij m	Ekspluat cij nodot m teritorij m un avotiem	Iekštelp s
Ce u satiksme (lok li)	50 dB (A)	65 dB (A)	65 dB (A)	60 dB (A)	70 dB (A)	35 dB (A)
Ce u satiksme (automa istr les)	50 dB (A)	55 dB (A)	60 dB (A)	55 dB (A)	70 dB (A)	35 dB (A)
R pniec bas teritorijas	50 dB (A)	55 dB (A)	55 dB (A)	55 dB (A)	65 dB (A)	35 dB (A)
Impulsveida troksnis	50 dB (A)	50 dB (A)	50 dB (A)	55 dB (A)	65 dB (A)	35 dB (A)
Dzelzce a troksnis	57 dB (A)	70 dB (A)	70 dB (A)	70 dB (A)	73 dB (A) (paplašinot dzelce u)	35/37 dB (A)

Cit m ES valst m, ir daudz vien k rš ki standarti, kas attiecas uz trokš a pies r ojuma ierobežošanu. Piem ram, V cij normat vi balst ti uz apb ves teritorijas izmantošanas funkcij m diviem daž diem diennakts periodiem - dienas (6:00 – 22:00) un nakts (22:00 – 6:00) periodam (skat t 1.3.3. tabulu n kamaj lap ).

**Trokšņa robežvērtības teritorijām V ciņās, kas atrodas pie jauniem vai pārvēidotiem publiskajiem ceļiem vai dzelzceļiem**

(Priede, 2013)

Trokšņa piesārņojuma ietekmētā teritorija	Trokšņa robežvērtība	
	Diena	Nakts
Sanatorijas, slimnīcas, pensionāti, skolas	57 dB (A)	47 dB (A)
Teritorijas, kur šķērso tikai dzīvojamās zonas	59 dB (A)	49 dB (A)
Teritorijas, kur šķērso pārsvarā dzīvojamās zonas	59 dB (A)	49 dB (A)
Teritorijas, kur šķērso gan komerciālas iestādes, gan dzīvojamās zonas	64 dB (A)	54 dB (A)
Rūpniecības teritorijas, ar komerciāliem un rūpniecības uzņēmumiem	69 dB (A)	59 dB (A)

Ja salīdzinām Latvijas normatīvus ar Vācijas un Nīderlandes normatīviem, jāsecina, ka Latvijai vienīgajai no šīm trim valstīm ir ieviesti trokšņa normatīvi ar vakara periodam (19:00 – 23:00), kas norādīts standartā ISO 1996-1971 “Ieteikumi kopienas trokšņa robežvērtībām”, un klusajiem rajoniem apdzīvotās vietās. Nīderlandē izveidotajam trokšņa robežvērtībām nemaz nav iedalījuma dažādos diennakts periodos, bet Vācijā izmanto tikai dienas un nakts periodu trokšņa robežvērtības. Latvijai trokšņa robežvērtības kopumā ir ar nedaudz stingrākas (noteiktas zemāk), kā, piemēram, Vācijā vai Nīderlandē.

#### 1.4. Metodes trokšņa piesārņojuma lēmuma noteikšanai

Trokšņa piesārņojuma lēmuma noteikšanai un pārvaldībai tiek izmantotas 2 galvenās novērtēšanas metodes:

- tiešie trokšņa mērījumi;
- trokšņa modelēšana.

Tiešo trokšņa mērījumu gadījumā, trokšnis tiek mērīts tieši, noteiktā punktā attiecībā pret pētamo piesārņojuma avotu. Mērījumu veikšanai visbiežāk tiek izmantots mikrofons vai cits līdzīgs tehniskais aprīkojums. Salīdzināmu un nozīmīgu rezultātu iegūšanai, tiešo trokšņa mērīšanai nepieciešams izmantot standartizētu aprīkojumu, kas ir ievērotā likumā noteiktā

prasbas m r jumu veikšanai (Priede, 2013).

Iekrtai ar kuru tiek veikti trokš a m r jumi j b t kalibr tai un atbilstošai, ar to j sp j nom r t zem ko re istr jamo trokš a l meni, kas ir 30 dBA. M r jumus nevajadz tu veikt br vdiens un sv tku diens, iz emot gad jumus, ja p t juma m r is ir darbadienu un br vdienu situ cijas sal dzin šana. M r jumiem j b t sal dzin miem; veiktiem atbilstošos apst kos un viet s, pietiekami prec ziem, k ar j nov r š cita veida trokš a avotu kl tb tne, ja tas iesp jams (Priede, 2013).

Ar trokš a monitoriem iesp jams veikt ilglaic gus vair ku dienu m r jumus, iek rtu atst jot m r jumu punkt visu m r jumu laiku. Droš bas apsv rumu d , oti popul ri ir izmantot ar trokš a l me a m rier ces, ar kur m parasti tiek veikti stermi a trokš a m r jumi (noteikt laika period ) (Priede, 2013).

Latvij trokš a m r jumu veic jiem j iev ro Ministru kabineta noteikumos Nr. 16, 2014 iek autie Vides trokš a robežlielumumu nov rt šanas nosac jumi (MK noteikumi Nr. 16, 2014):

- vides trokš a l me a atbilst ba trokš a robežlielumiem nov rt jama teritorij s, kuras ietver dz vojamo apb vi, kas Nekustam pašuma valsts kadastra inform cijas sist m re istr ta k apb ves zeme vai zeme zem dz vojamo ku pagalmiem;
- trokš a l me a atbilst ba nov rt jama ar 2 m att lum no fas des, kura visvair k pak auta trokš a iedarb bai no avota;
- vides trokš a robežlielumumu nov rt šan , j em v r pašvald bas teritorijas pl nojum noteiktais galvenais (prim rais) teritorijas izmantošanas veids.

Citi nosac jumi, kas j em v r , korektu un sal dzin mu rezult tu ieg šanai (nonoise.org, bez dat):

- p t m s teritorijas reljefam j b t diezgan l dzenam;
- nav v lama citu noz m gu trokš a avotu ietekme;
- v ja trumam m r jumu laik nevajadz tu b t liel kam k 5 m/s;
- nokriš i (lietus, sniegs u.c.); stipros nokriš os nav ieteicams veikt trokš a m r jumus;
- ce a segums un t st voklis;
- mikrofons j novieto aptuveni 1.2 - 1.5 m augstum no zemes.
- lai ar lielu rezult tu ticam bu (75%) nov rt tu A – sv rto ska as l meni, transportl dzek u skaitam m r jumu laik j b t vismaz 70, lai ieg tu 90% ticam bu, skaitam j b t aptuveni 170 (Maruyama, 2014).

M r jumu veikšana tiem neatbilstošos laikapst k os un viet s b tiski ietekm m r jumu rezult tus, un tie var b t nekorekti.

Lai m r jumu rezult ti b tu korekti, j nosaka smago jeb kravas automaš nu daudzums un patsvars kop j satiksmes pl sm . J em v r ar potenci l s pa trin juma zonas, kas parasti rodas pie g j ju p rej m, luksaforiem un cit s viet s, kur ar strauju un lielu pa trin jumu tiek uzs kta transportl dzek u kust ba (Kliu ininkas, 2012, Priede, 2013).

Trokš a l meni sa m j var apr in t ar bez tiešo m r jumu veikšanas. Ar apr inu pal dz bu iesp jams nov rt t trokš a izplat bu vid no viena punkta l dz citam. Ir situ cijas, kad troksni iesp jams nov rt t tikai ar model šanas pal dz bu (nonoise.org, bez dat):

- ja teritorij ir augsts fona troksnis vai citu trokš a avotu iestekme;
- n kotnes pies r ojuma noteikšanai;
- trokš a samazin šanas iesp ju sal dzin šanai;
- trokš a karšu veidošanai;
- ja ir ierobežota piek uve m r jumu punktam.

Trokš a model šan /apr inos izmanto datoriz tus mode us ar izstr d tiem algoritmiem. Galvenie parametri, kas tiek izmantoti trokš a pies r ojuma apr inos ir (Kliu ininkas, 2012):

- transporta pl sma, t s sast vs (vieglo un kravas automaš nu patsvars);
- p t m s teritorijas raksturojums (meteorolo iskie apst k i, reljefs, š rš i u.c.).

Trokš a mode us veido 2 galven s komponentes (Ramirez, 2013; Priede, 2013):

- 1) matem tiskais modelis – apr inos izmantotie algoritmi un daž das formulas;
- 2) ievades datu un rezult tu apstr des pakete – kur tiek sagatavota un apstr d ta inform cijā par satiksmes kompoz ciju, ce a st vokli un teritorijas topogr fiju apr inu metodei atbilstoš form t , lai veiktu trokš a l me a apr inus un tos vizualiz tu skaitliski vai kont ru veid .

Vienk rš kie trokš a mode i balst ti uz transportl dzek u skaita logaritmisk s v rt bas un trokš a l me a savstarp jo sakar bu. Sarež t ki mode i, iek auj inform ciju par kravas automaš nu trumu un proporciju pl sm , ce a seguma tipu, autoce a platumu un teritorij esošo ku augstumu (Ramirez, 2013).

Algoritmi tiek izstr d ti balstoties fizikas pamatlikumiem, k ar neskait miem m r jumiem, un tie izveidoti vair kiem iesp jamiem scen rijiem, to pie aujam neprecizit te ir 3 dB, tik pat cik tiešo m r jumu metodes gad jum (nonoise.org, bez dat).

Mode iem jāb t viegli saprotamiem un diezgan vienkāršiem un precīziem, lai ar tiem varētu strādāt pilnībā, un tiem jāb salīdzināmiem ar citiem. 1.4.1. tabulā apkopotas satiksmes trokšņa aprēķināšanai bieži izmantotās metodes (modeļi).

#### 1.4.1. tabula

### Starptautiski izmantotie satiksmes trokšņa aprēķināšanas modeļi

(Priede, 2013)

Satiksmes trokšņa aprēķināšanas modelis	Valsts, kur izmanto šo modeli
Calculation of Road Traffic Noise (1988) – CoRTN	Austrālija, Jaunzēlande, Grieķija, Īrija, Lielbritānija, Honkonga,
Federal Highway Administration Model – FHWA (STAMINA 2.0)	Austrālija, Kanāda, Japāna, Meksika, Amerikas Savienotās Valstis
Federal Highway Administration Model 1998 – FHWA (TNM)	Austrālija
Nord2000 metode	Dānija, Somija, Zviedrija
Nouvelle Methode Prevision de Bruit de Trafic	Francija
Guidelines for Noise Protection on Streets-LS90	Vācija
Reken – en Meetvoorschrift Verkeerslawaai II (RMV II)	Nīderlande

Tomēr modeļi tiek izstrādāti noteiktiem apstākļiem, tādēļ, lai iegūtu objektīvus un salīdzināmus rezultātus, nepieciešama parametru pielāgošana katrā teritorijā atbilstoši (Ramirez, 2013).

Trokšņa modelēšanā jāņem vērā pat juma teritorijas un trokšņa izplatības patnabas. Satiksmes trokšņa izplatīšanā ir svarīgi atkarīga galvenokārt no trokšņa faktoriem (Ohio Department of Transportation, bez dat.):

- 1) atmosfēras efekta (betona nozīmīgās izplatīšanas lielkos attālumos);
- 2) zemes efekta (skaņas izplatīšanās līknes priekš “cietm”, atstarojot virsmu, kā arī “māksm” ar veģetācijas klātbūtni virsmu, jo notiek skaņas absorbcija);
- 3) izplatīšanas efekta (skaņas nolīdņa avota (autoceļa) samazināšana par aptuveni 3 dBA, uz pusi palielinoties attālumam no trokšņa avota, ja citi faktori, kā piemēram skaņas absorbcija netiek ņemti vērā). Ar citi dabiskie faktori, var ietekmēt skaņas izplatīšanos, piemēram, reljefs, veģetācija un šķēršļi, kas var būt gan dabiski, gan cilvēka radīti (apbūve).

Atmosfēras efekta ietekme. Meteoroloģisko apstākļu izmaiņas, var radīt trokšņa līmeņa izmaiņas 10 – 20 dB robežās. Palielinoties attālumam no avota, pieaug ar meteoroloģisko apstākļu ietekmi (Lamancusa, 2009).

Zemes efekts. Absorb jošas virsmas (piem ram, ve et cija) nedaudz samazina sa emt trokš a l me a daudzumu, bet atstarojošas virsmas (betons, asfalts u.c.) to var palielin t; tiešais trokš a vilnis kombin cij ar atstaroto var palielin t sa emto trokš a l meni par 6 dBA (Lamancusa, 2009).

Izpalt šan s efekts. Ja trokš a izplat bas ce atrodas ka vai k ds cits pietiekoši liels š rslis, trokš a vilnim j aplicas ap to, palielinot izplat bas ce a garumu. Šaj gad jum absorbcijas efekta rezult t nov rojama trokš a sl p šan s. Trokš a samazin šanai ar barjeru pal dz bu, tiek izmantota tieši š par d ba (Lamancusa, 2009).

Trokš a model šana izmantojama trokš a ietekmes nov rt šanai, t potenci lo regul šanas pas kumu sal dzin šanai, un trokš a kontroles pras bu nov rt šanai, k ar trokš a kart šan – trokš a karšu izstr d , kas tiek izmantotas pils tvides trokš a diagnostikai un v rt šanai. T s izmantošana atvieglo un uzlabo pils tpi nošanu, pal dz risku nov rt šan un karsto punktu noteikšan (Ramirez, 2013; Fiedler, 2015).

## 1.5. Trokš a pies r ojuma rad t s ietekmes

### 1.5.1. Trokš a pies r ojuma ietekme uz cilv ku vesel bu un dabas procesiem

Trokš a pies r ojuma l menis virs 55 dBA var b t par iemeslu aizkaitin jumam. P c Eiropas komisijas statistikas datiem, aptuveni 250 - 270 miljoni eiropiešu (atkar b no p t juma m r a) cieš no trokš a izrais tiem trauc jumiem (Szczepanska, 2015).

Jo ilg k iedz vot ji dz vo satiksmes trokš a ietelm , jo augst ka ir trokš a izrais to vesel bas probl mu iesp jam ba. Cilv ku jut ba pret trokš a pies r ojumu un frekvenc m daž dos diapazonos var b tiski atš irties. Da a cilv ku ir jut ga pret zem m frekvenc m, kam r da a t s neuztver nemaz. P t jumos noskaidrots, ka iedz vot ju s dzibas par zemas frekvences troksni sast da 30 – 40% no kop jo s dz bu skaita, kas saist tas ar troksni (Louen, 2014; Waye, 2011).

Zemas frekvences troksnis ne vienm r rada t l t ju j tamu ietekmi. Biež k reakcija uz zemas frekvences troksni, kas rodas, piem ram, no ventil cijas sist mas darb bas, ir atvieglojuma saj ta, kad troksnis tiek p rtraukts, pat tad, ja tam pak aut s personas neapzin j s trokš a esam bu (Waye, 2011). Augst ka neapmierin t ba ar trokš a

pies r ojumū ir teritorij s, kur nov rots zem kas frekvences troksnis. Palielinoties trokš a l me iem zemo frekven u diapazon , pieaug ar cilv ku neapmierin t ba ar troksni (Waye, 2001).

Pier d ts, ka zemas frekvences troksnis var rad t liel ku aizkaitin jumu, k vid jas un augstas frekvences troksnis. Vair ki p t jumi pier d juši, ka frekven u diapazons no 25 – 63 Hz var b t paši nelabv l gs un nepat kams, t p c daž s valst s ir ieviestas pašas vadl nijas zemas frekvences troksnim (Waye, 2011).

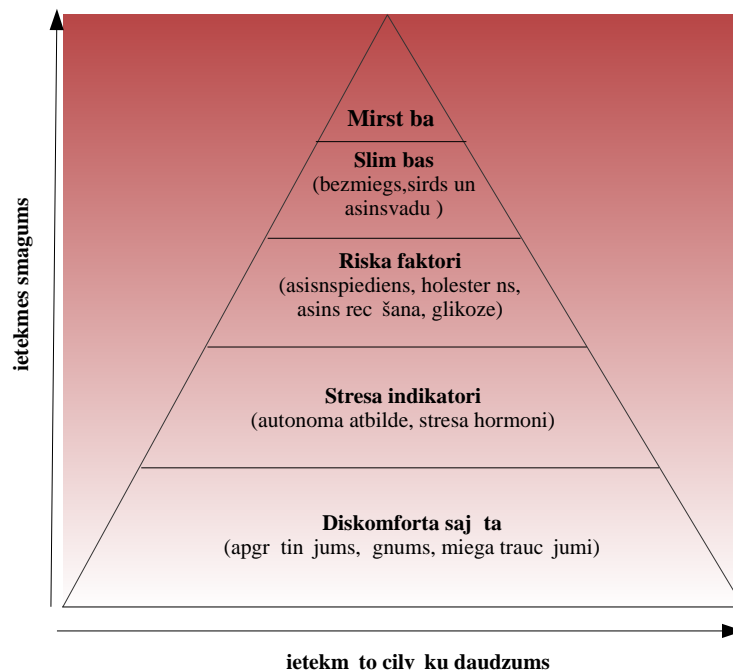
Galvenie p t jumos noskaidrotie simptomi, ko rada zemas frekvences ir galvass pes vai spiediena saj ta galv , neparasts nogurums, koncentr šan s gr t bas, aizkaitin jums, vibr cijas ermen un spiediena saj ta bung di s, un tas var b t ar galvenais stresa avots. Šo simptomu izplat ba palielin s pie augst kiem zemu frekven u l me iem. 20 – 160 Hz, pie 38 – 40 dBA (Ascari, 2015; Waye, 2011).

Satiksmes rad tais troksnis ir ar viens no galvenajiem trokš a avotiem, kas rada trauc jumus iekštelp s (Buratti, 2014).

Cilv kam, kas tiek pak auts trokš a l menim, kas augst ks par 120 dB (b rniem) un 140 dB (pieaugušajiem), vai ilgstošam trokš a l menim virs 75 dB, iesp jami dzirdes trauc jumi (Lowicki, 2015).

Eiropas Vides a ent ra apr in jusi, ka Eiropas Savien b troksnis ir saist ts ar 43 000 hospitaliz cijas, 900 000 hipertonijas gad jumiem, un l dz pat 10 000 p ragras n ves gad jumiem gad (Transport&Environment, 2012).

Autoce u satiksmes rad tais troksnis ir visizplat t kais vides vesel bas probl mas c lonis. Aptuveni 210 miljoni cilv ku (vair k k 44% no Eiropas Savien bas popul cijas) regul ri tiek pak autas autoce u troksnim, kas p rsniedz 55 dBA ( $L_{den}$ ), trokš a l menim, kas p c Pasaules Vesel bas Organiz cijas (PVO) dom m rada nopietnu risku vesel bai. 1.5.1.1. att l n kamaj lap par d ta Pasaules Vesel ba Organiz cijas izveidot trokš a ietekmes uz vesel bu piram da, kur atspogu otas daž das trokš a rad t s negat v s ietekmes uz vesel bu, nor dot to smaguma pak pi un savstarp ji proporcion li ietkmt o cilv ku daudzumu (Transport&Environment, 2012).



1.5.1.1. att ls. Pasaules Vesel bas Organiz cijas trokš a ietekmes uz vesel bu piram da (Transport&Environment, 2012)

Augsts trokš a pies r ojuma l menis var ietekm t ar dz vniekus un dabas procesus. Satiksmes rad tais troksnis ir viens no galvenajiem faktoriem, kas izjauc dabisk s vides fona ska as, to uztveršanas iesp jas. P t jumi par da, ka trokš a pies r ojuma ietekme, var izrais t DNS (dezoksiribonukle nsk bes) boj jumus, izmai as g nu un š nu l men , k rezult t notiek izmai as organisma neirolo iskaj sist ma (Lowicki, 2015).

Ar vien vair k p t jumus tiek secin ts, ka troksnis nelabv l gi ietekm ligzdojošo putnu sugu daudzveid bu. L dz ar to, notiek izmai as dabiskaj bar bas d . Trokš a pies r ojuma rezult t var tikt ietekm ta ar putnu un citu dz vnieku migr cija, to p rvietošan s, k ar savstarp j komunik cija. Troksnis trauc dz vnieku sazin šanas procesu, l dz ar to ietekm jot visu sugu mijiedarb bu vid (Clinton et al., 2010).

### 1.5.2. Trokš a pies r ojuma l me a ietekme uz nekustamo pašumu cen m

Trokš a pies r ojums ne tikai ietekm cilv kus un procesus vid , bet var b tiski ietekm t ar trokš a avotu tuvum esošo nekustamo pašumu v rt bu.

Galvenie faktori, kas nosaka nekustam pašuma v rt bu ir (Szczepanska, 2015):

- atrašanās vieta (novietojums);
- pašuma tehniskie standarti;
- lokālais apkārtnes vide.

Troškā piesārņojuma ekonomiskās izmaksas ietver mājokļu cenu devalvāciju un produktivitātes zudumu, bet sociālās izmaksas ir saistītas ar iedzīvotāju pārgurinātību un saslimstību. Sociālās izmaksas par satiksmes un dzelzceļa troksni Eiropas Savienībā tiek vērtētas aptuveni 36 miljardu eiro apmērā, lielākā daļa no tām saistītas ar pasažieru automašīnām un kravas transportlīdzekļiem. Ekonomiskās troškā piesārņojuma sekas, kā nekustamā pašuma vērtības samazināšanās, ir tieši saistītas ar sociālo aspektu – pieaugošais veselības problēmu risks augstam troškā līmenim pakārtajās teritorijās. Šī problēma vislabāk parādās mājokļu sektorā, kur svarīga ir atpūtas un rekreācijas funkcija (Szczepanska, 2015).

Eiropas Komisija 2011. gadā publicēja rakstu, kas cēlu un dzelzceļu satiksmes radītais troksnis gadā rada 40 miljardu eiro (49 miljardu ASV dolāru) lielas izmaksas, kas saistītas ar nekustamā pašuma, kas atrodas līdz 50 metriem attālumā, cenu kritumu, saistītajiem medicīniskajiem izdevumiem un zemu darba produktivitāti (Reuters.com, 2014).

Viens no vispopulārākajiem indikatoriem, kas raksturo cēlu satiksmes troškā ietekmi uz nekustamā pašuma cenu, ir “Troškā jutības amortizācijas indekss” (NSDI – *Noise Sensitivity Depreciation Index*), kas nosaka nekustamā pašuma cenu procentuālo izmaiņu uz vienu dB lielu troškā līmeņa pieaugumu. Šis indekss parasti tiek aprēķināts izmantojot tiešās metodes, kā piemēram, hedoniskās cenu noteikšanas metode (HP – *Hedonic Pricing*) (pasaules mērogā NSDI noteikts diapazons no 0.08 – 2.22%; Zviedrijā 0.3 – 3%; Vācijā, Hamburgā rinduram – 0.23%), tas ir augstāks mājokļu, un zems dzīvokļu, dārzu un atšļirģiem pārtikas segmentiem. Amerikas Savienotajās Valstīs mājokļi, kuri atrodas aušotuvu tuvumā, bija vērtēti par 8.1% lētāki, kā dzīvokļu mājokļi, kas atrodas tālāk no autoceļiem. Troškā kairinājuma ekonomiskās vērtības noteikšanai izmanto divas galvenās metodes (Szczepanska, 2015):

1. ekonomiskā vērtība (izteikta EUR/(dB\*gadā)), ko nosaka ar NSDI, vai kā vidējais procentuālais pašuma cenas izmaiņš, kas attiecināta pret troškā līmeņa dB;
2. ekonomiskās vērtības izmaiņa gadā, kas skar troksnim pakārtos personu (vai mājdzīvniekus).

Otrs indikators ir gatavības maksāt (WTP – *Willingness-to-pay*) par vienu dB uz vienu

mjsaimniecību gad – no 7 EUR par 10 dB trokšma lme samazinājumu, līdz 99 EUR par trokšma intensitātes samazinājumu par 50% (Szczepanska, 2015).

Troksnis ietekmē ne tikai nekustamo pašuma cenas, bet arī mājokļu resursu maksu, lai gan šajiem efektiem nav tik būtiski, kā nekustamo pašuma tirdzniecības gadījumā. Pieaugot trokšma piesārojumam, nekustamo pašuma cenas samazinās un otrādi. Pētījumā Polijā noskaidrots, ka pazeminoties trokšma lme, nekustamo pašuma cenas palielinās par 6.11 - 8.54 EUR/m<sup>2</sup> atkarībā no pašuma atrašanās vietas (Szczepanska, 2015).

Cits pētījums Polijā parāda, ka pašuma vērtību visbiežāk samazina nevis diennakts trokšma lme, bet nakts trokšma esamība (vērtību samazina pat par 57%) (Lowicki, 2015).

Latvijā trokšma piesārojuma ietekme uz nekustamo pašuma vērtību nav pētīta, un pētījuma teritorijā nav novērojams ne resursu maksu, ne nekustamo pašuma cenu kritums kopš autoceļu izbūves. Vienīgais kritums pašuma cenā saskaņā ar novērojumiem 2008. gadā, kad valstī bija ekonomiskā krīze.

## 1.6. Populārs trokšma piesārojuma samazināšanas metodes

Attīstoties pilsētu aglomerācijām un ceļu infrastruktūrai, strauji pieaug trokšma piesārojums, un līdz ar to, ar prettrokšma pasākumiem, to projektēšana un stenošana. Trokšma lme samazināšanas pasākumus iespaidīgi ietekmē stenotais izplatības posms (NZTA, 2010):

- trokšma avots ;
- tā izplatības ceļš (starp trokšma avotu un uzņēmumu) ;
- un trokšma uzņēmums .

Trokšma samazināšana pašā trokšma avotā ir izmaksu ziņā efektīvākā samazināšanas pieeja, kas ietver (Milford, 2012):

- autovadītāju uzvedības maiņu;
- kluskušas segumus;
- klusku transportlīdzekļu ražošanu un lietošanu.

Ir ieviesti speciāli standarti, lai stenotu klusku transportlīdzekļu ieviešanu un ekspluatāciju, tāpat tiek veiktas arī transportlīdzekļu emitētā trokšma lme atbilstības

p rbaudes. Glavenie faktori, kas nosaka transportl dzek u rad to troksni to ekspluat cijas laik ir (Austroads, 2005; Priede, 2013):

- troksnis kas rodas riep u saskar ar ce a segumu, tas atkar gs gan no transportl dzek a kust bas truma, gan autoce a seguma tekst ras, gan riep u tipa – platuma, protektoriem;
- autoce a seguma tips, t dizains.

Trokš a l menis palielin s l dz ar braukšanas truma pieaugumu. Uz pusi palielinoties kust bas trumam, riep u – seguma saskares troksnis var pieaugt pat par 9 – 12 dB(A), atkar b no seguma veida un izmantot riep u tipa. Ce a seguma veida atš ir bas var rad t  $\pm 4$  dB(A) izmai as trokš a l men . Gluds asfalts nodrošina par 3 – 4 dB(A) zem ku trokš a l meni, k asfalts ar iestr d t m š emb m. Viens no faktoriem, kas palielina jebkura seguma rad to trokš a l meni, ir dens esam ba uz t , jo š akatu rezult t , kas rodas starp ce a segumu un auto riep m, palielin s saskares troksnis (Austroads, 2005). Porains ce a segums, kura sast v ir ar gumija, dod trokš a l me a samazin jumu par 7 – 9 dBA, sal dzin jum ar p r jiem ce a seguma tipierm (Priede, 2013). B tiskas atš ir bas veidojas ar starp daž da vecuma un tehnisk st vok a ce a segumiem. Pareizi izv l t s, atbilstošas auto riep as (to materi ls, protektors un platums) var samazin t trokš a l meni l dz pat 10 dB(A) (plat kas riep as ir ska kas) (Austroads, 2005).

Autovad t ju uzved bas mai ai tiek pielietoti t di pas kumi k (Austroads, 2005) :

- truma ierobežojumi ;
- lokveida krustojumi jeb ap i ;
- truma va i ;
- pils tas iebraukšanas maksa ;
- smago automaš nu kust bas ierobežojumi (piem ram, aizliegums izmantot noteiktus pils tas autoce us nakts stund s).

Trokš a samazin šania t izpalt bas ce izmanto (Austroads, 2005):

- trokš a sienas (troksni atstarojoš s un troksni absorb još s) ;
- zemes uzb rumus ;
- speci li ier kotus tune us ;
- ce a pareizu novietojumu reljef

Pareizi izv l tas un izb v tas trokš a barjeras nodrošina b tisku augsto frekven u samazin jumu (l dz pat 5 – 20 dB(A)), bet gandr z nemaz neizstur zemas frekvences.

Barjeras formu, izmēru (augstumu un garumu) un novietojumu nosaka tieši teritorijā esošās frekvences (Can, 2010). Trokšņa barjera dod vislabāko rezultātu, ja novietota pēc iespējas tuvāk trokšņa avotam - autoceļam. Ja teritorijā ap autoceļu ir reljefa pacelumi, labākam rezultātam barjera jāizvietota tieši paceluma virsotnē. Visefektīvāk trokšņa līmeni tiek samazināts uztvēriem, kas atrodas barjeras tiešā tuvumā, jo tie atrodas barjeras radītā "nasāzonā". Turklāt, paralēli novietotas barjeras, rada skaņas atstarošanas, tādējādi zaudējot savu efektivitāti. Tieši tādēļ, ja barjeras tiek izvietotas paralēli, attālumam starp tām jābūt ne mazākam kā 10 trokšņa barjeru augstums (NZTA, 2010).

Pazeminājumi un paaugstinājumi (uzbūrumi) reljefā, ir labs veids kā ar izmantojot ceļa vertikālo izvietojumu (radot dabiskas barjeras) var samazināt troksni apkārtnē teritorijā. Autoceļam jābūt novietotam tā, lai tas neatrastos vienlīmenī ar sāmalju, piemēram, autoceļš izbūvēts zem kā vai augstāk par tuvākajām kā (Priede, 2013).

Autoceļu izbūvētuneos var dot būtisku trokšņa samazinājumu. Tos efektīvi izmantot gādājumos, kad ceļšiet gar daudzstāvu dzīvojamajām kā, tomēr drošs izbūvēs un tunea uzturēšanas izmaksu dēļ, šādu trokšņa samazināšanas veidu izvēlas reti (Priede, 2013).

Ja nav iespējams veikt augstāk minētos trokšņa samazināšanas pasākumus, tad var izmantot trokšņa samazināšanu uztvēriem (piemēram, kā). Ja jau plānošanas gaitā kā nav nodrošināta laba trokšņa izolācija, tad iespējams veikt vairākus pasākumus tā uzlabošanai (Austroads, 2005):

- akustiskā izolācija sienām un jumtiem;
- durvju un logu izolācija, pašā fasādē, kas vērstas uz trokšņa avotu;
- atbilstošas ventilācijas sistēmas ierīkošana, kas nodrošinātu gaisa cirkulāciju, un nerastos vajadzībā pēc logu un durvju atvēršanas.

Tabulā 1.6.1. (nākamajā lapā) apkopotas biežāk izmantotās trokšņa samazināšanas metodes un to izmaksas. Visefektīvāk ir transportlīdzekļu trokšņa samazināšana. Ceļa seguma uzlabošanas pasākuma izmaksas ir vairākkārt 8 reizes augstākas. Bet visdrošākā metode ir trokšņa barjeras, bet atšķirībā no mājokļa fasādes izolācijas, tiek iegūts trokšņa samazinājums ne tikai iekštelpās, bet arī ārējās (Milford, 2012).

**Samazin šanas pas kumu avot sal dzin jums, Norv ijas piem rs**

(autora sagatavots p c Milford, 2012)

Samazin šanas pas kums	Trokš a samazin jum s (dB)	Ierobežojumi	Pies r ojuma samazin šanas izmaksas par vien bu (EUR/ gad )
Trokš a barjera	8 - 1	Neizmanto pils tas iel m, pils tas centr	1800 (par m)
Fas des izol cija	8	Dod efektu tikai iekštelp s	400 (par logu)
Porains divk rtu asfalta segums	4	Tikai automa istr l m	900 (par m <sup>2</sup> )
Porains vienas ka tas asfalta segums	2	Tikai automa istr l m	280 (par m <sup>2</sup> )
Pl na sl a asfalts	2	Ne automa istr l m	125 (par m <sup>2</sup> )
Transportl dzek a troksnis	3,1	-	15

Visefekt v kais ir trokš a samazin šana visos tr s izplat bas posmos – gan trokš a avot , gan t izplat bas ce , gan trokš a uztv r ja tuvum . Tom r ir gad jumi, kad š da pieeja nav iesp jama, vai t s stenošanai nepieciešami ņoti lieli finansi lie l dzek i (Priede, 2013).

Liela noz me trokš a l me a izplat b un l dz ar to ar t s ierobežošan ir pareizi izv l ts/projekt ts ce a novietojums attiec b pret apk rt jo teritoriju. Piem ram, ja ce a novietojums ir reljefa pazemin jum , trokš a izplat ba tiks dabiski ierobežota, l dz ar to neb s nepieciešamas tik lielas izmaksas t samazin šanas pas kumu ieviešanai, k gad jum , ja ce a novietojums ir vien l men apb vi/ trokš a uztv r jiem (Priede, 2013).

R gas aglomer cij biež k izmantotie trokš a samazin šanas pas kumi apkopoti tabul 1. pielikum .

## 2. DARBA MATERIĀLS UN IZMANTOTĀS METODES

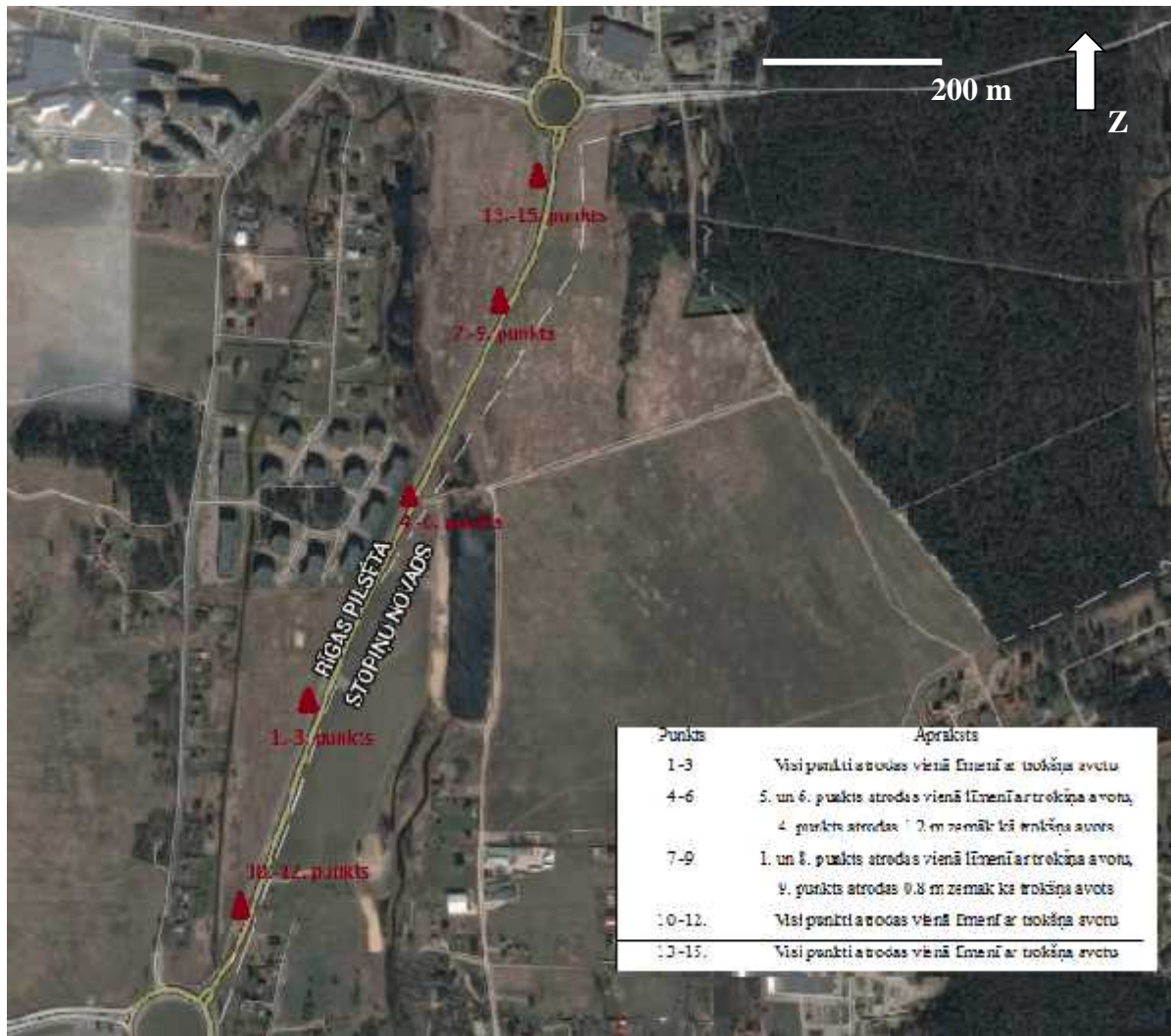
### 2.1. Teritorijas apraksts

Maģistra darba apskatīts aptuveni 1,5 km garš autoceļš posms, kas atrodas Rīgas pilsētas teritorijā, pie robežas ar Dreilīkiem. Tiešais pētījuma objekts ir divvirzienu autoceļš, ar divām braukšanas joslām (viena josla katrā virzienā). Ceļš izbūvētā tika pabeigta 2010. gada 1. septembrī. Šis ceļš paredzēts kā apvedceļš Rīgas pilsētai, lai smagajam autotransportam nevajadzētu iebraukt pilsētā. Projekta gaitā tika apskatīts Juglas ielas posms, kas savieno Dreilīku apļi, kur apvienojas Lubānas iela, Augusta Deglava iela, Kaivas iela un Juglas iela, ar apļi, kur apvienojas Biernieku un Juglas iela. Autoceļš izbūvēts gar daudzstāvu dzīvjamām mājām ciematā "Jaunbiere", kas atrodas posma vidusdaļā, un paralēli Kaivas ielai. "Jaunbiere" ciematā ir apmēram 3–4 stāvu dzīvjamām mājām, bet uz Kaivas ielas atrodas aptuveni 15 privātmājas. Daudzstāvu dzīvjamām mājām ciematā atrodas paralēli autoceļam, tuvāk atrodas aptuveni 28 m attālumā no autoceļā, līdz ar to autoceļam tuvāk mājām tiek būtiski pakātas satiksmes radītā trokšņa piesāļojumam. Starp autoceļu un tuvākajām dzīvjamām mājām atrodas ritebraucēju un gājēju ceļi (līdz 15 m no autoceļā).

Pētījuma teritorijā ir salīdzinoši līdzena, bez ievērojamiem reljefa pazeminājumiem un paaugstinājumiem. Vienā pusē atrodas "Jaunbiere" ciemats un zālieni, otrā pusē ir līdzeni zālieni un denstīļpe, karstās vasarās iecienjami gan tuvāk apkāmes iedzīvotājiem, gan pārijē Rīgas pilsētas iedzīvotājiem. Autoceļu centrālajā daļā šī rīd augstsprieguma elektrolīnija. Pētījuma teritorijā nav sastopami citi būtiski trokšņa piesāļojuma avoti, kas varētu būtiski ietekmēt trokšņa mērījumu rezultātus. Tuvākais trokšņa avots ir apskatītais ceļš abos galos esošie ceļi – Lubānas, Deglava, Kaivas un Biernieku ielas.

Darba izstrādes laikā, trokšņa līdzenība ceļš posmam tika noteikta, veicot mērījumus 5 dažādās ceļš posma vietās, katrā no šiem punktiem mērījumi veikti 3 dažādos attāļumos no avota – pie pašā trokšņa avota, 15m (uz ciemata robežas) un 30m attāļums (kas ir tuvāk šīs attāļums no trokšņa avota), kopā mērījumi veikti 15 punktos. 13. – 15. mērījumu punkts ir uz Juglas ielas, pie apļa uz Biernieku ielas, 7. – 9. punkts - posmā starp Biernieku ielu un "Jaunbiere", 4. – 6. punkts – pie "Jaunbiere" ciemata teritorijas, ceļš posma vidusdaļā, 1. – 3. mērījumu punkts tika izvēlēts uz otru pusi no ciemata, starp ciemata teritoriju un apļi (tautībā sauktu par "Dreilīku apļi"), un 10. – 12. mērījumu punkts tika izvēlēts ceļš posma otrā galā, uz Juglas ielas, pie "Dreilīku apļa" (punktu izvietojumu kartē un šī aprakstu skatīt

2.1.1. att 1 ).



2.1.1. att 1s. M r jumu vietas karte ar m r jumu punktu atrašanās atzīmēm  
(sagatavots izmantojot GoogleMaps, bez dat.)

Trokšņa lēmējuma mērījumi šaj teritorijā tika veikti jau 2013. gadā, bakalaura darba ietvaros. Joprojām nav pabeigta jauno trokšņa karšu izstrāde Rīgas aglomerācijai (esošs izstrādāts 2007. gadā), līdz ar to, interese par šā, salīdzinoši jaunajiem, autoceļiem un trokšņa piesārņojumu un ietekmi uz “Jaunbērnu” iedzīvotjiem nav zudusi. Turklāt pašiem gadiem, šīs Juglas ielas posms ir kļuvis populārs gan vieglo automašīnu, gan kravas automašīnu vadītāju vidū, un šo ceļu posmu kā sava maršruta sastāvdaļu iecienjuši un regulāri izmanto arī Neatliekams medicīniskais palīdzības un ugunsdzēsības dienests, tādējādi paaugstinot trokšņa piesārņojuma līmeni teritorijā.

Satiksmes plūsmas raita stundās (8:00 – 10:00) un pēc pusdienām (16:00 – 19:00) ir tik liela,

ka viss p t mais Juglas ielas posms ir sastr dzis, un transportl dzek u kust ba ir oti l na.

At autais braukšanas trums apskat taj ce a posm šobr d ir 50 km/h, s kotn ji at auto 70 km/h viet . Š ir viena no ce u satiksmes policijas iecien t kaj m trump rk p ju tveršanas viet m šaj R gas da . Bieži vien, paši pie maz k intens vas satiksmes pl smas, nov rojams iev rojams at aut braukšanas truma p rk p ju skaits ( paši nakt s).

## 2.2. P t jum izmantot s metodes

P t juma laik , izmantojot tiešo m r jumu metodi, tika veikti m r jumi gar izv l to Juglas ielas posmu. M r jumu veikšanai tika izmantots ska as l me a m r t js PCE-322A (skat t 2.2.1. att lu). Ier ce ir kalibr ta, t izstr d ta daž diem trokš a projektiem, vides kvalit tes kontrolei, visa veida vides trokš a m r šanai. Paredz ta ska u m r jumiem skol s, birojos, r pn c s, m jsaimniec bas un satiksmes viet s.



2.2.1. att ls. PCE ska as l me a m r t jss 322A (PCE Inst., bez dat.)

PCE – 322A specifk cija (p c PCE Inst., bez dat.):

Atbilstošs standartam - IEC61672-1 CLASS2

Ier ces precizit te:  $\pm 1,4$  dB

Frekven u diapazons: 31,5HZ ÷ 8KkHz

Dinamiskais diapazons - 50 dB

L me u diapazoni:

- zems: 30 dB ÷ 80 dB

- vid js: 50 dB ÷ 100 dB
- augsts: 80 dB ÷ 130 dB
- Autom tiskais: 30 dB ÷ 130 dB

Frekvences sv rums/ koeficients: A/C

Laika sv rums: traj rež m (125 ms), l naj rež m (1 s)

Displejs un izš irtsp ja: 4 ciparu LCD displejs ar 0,1 dB izš irtsp ju

Visi m r jumi veikti m r jumiem atbilstošos laikapst kos – dienas, bez stipriem nokriš iem, kad v ja trums nep rsniedz 5 m/s. M r jumu veikšanas augstums – aptuveni 1,5 m virs zemes. M jumi tika veikti daž dos laika periodos un transporta kust bas rež mos - gan darbadien s, gan br vdien s daž dos diennakts laikos (dienas m r jumi veikti laika posm no 12:00 – 13:30, vakara m r jumi – no 19:30 l dz 20:00, bet nakts m r jumi – no 23:00 l dz 00:30), lai ieg tos rezult tus var tu sal dzin t ar normat vos noteiktaj m robežv rt b m.

Papildus trokš a l me a m r jumiem tika veikti trokš a frekven u m r jumi. M r jumu veikšanai tika izmantots Iphone viedt lrunis un aplik cija RTA (Real Time Analyzer), kas balst s uz standarta modeli. Tas ir augstas precizit tes ska as m r jumu instruments, kura precizit ti ierobežo tikai izv l t ievadier ce. RTA ir piln gi apr kota 1/3 okt va “re l laika analizators”, kas izmanto platjoslas ska as sign la ieejas, filtr jot to vair k s josl s, un par da ener ijas daudzumu dB katr no š m josl m konkr t laik . RTA izmanto filtrus, kas atbilst ANSI un IEC Class 1 specifik cij m.

Katr punkt m r jumi tika veikti 5 min tes (nakts period 10 min tes), vienlaic gi veicot trokš a l me a un frekven u m r jumus.

Lai nov rt tu trokš a l me a un frekven u diennakts main bu, tika veikti diennakts (24 stundu) trokš a l me a m r jumi un frekvencion lie m r jumi 60 m att lum no trokš a avota. L dz ar to, ka zemas frekvences troksnis izplat s t l k k augstas frekvences troksnis, m r jumi š d att lum auj izv rt t zemas frekvences ska u izplat bu un ietekmi uz “Jaunbi eru” iedz vot jiem.

Papildus šiem m r jumiem, to laik , tika veikta manu la transportl dzeku uzskait e, izdalot divas galven s transportl dzeku grupas – viegl s automaš nas un kravas automaš nas (pie kur m tika pieskait ti ar autobusi). T k p t juma laik netika nov rots neviens motocikls, tad š da veida transportl dzeki netika uzskait ti. Tika noteikts ar kravas automaš nu patsvars daž dos diennakts laikos un transporta kust bas rež mos.

M r jumu veikšanas laik , autors manu li fiks ja minim l s un maksim l s trokš a l me a v rt bas, t s pierakstot speci li sagatavot protokol (skat t 2. pielikumu). Visi veiktie m r jumi tika ierakst ti m rapar ta atmi un v l k izmantoti datu apstr des proces . Ieg tie rezult ti tika apstr d ti izmantojot MS Office Excel (2007) programmu.

Papildus, tika veikta ar meteorolo isko apst k u un lok lo nov rojumu (asfalta esošais raksturojums) pierakst šana. Meteorolo isk inform cija ieg ta izmantojot Latvijas Vides, eolo ijas un Meteorolo ijas centra datu b zi, kas pieejama m jas lap ([www.meteo.lv](http://www.meteo.lv)).

Izmantojot internet pieejamo interakt vo ska as spiediena kalkulatoru (pieejams <http://www.masenv.co.uk/noisecalculator2>), kas balst s uz ISO 9613 apr inu metodi, tika apr in ts teritorijai atbilstoš kais trokš a barjeras augstums un novietojums attiec b pret trokš a avotu un sa m ju “Jaunbi eru” iedz vot jiem. ISO9613 apr inu metode paredz ta trokš a izplat bas noteikšanai r j vid , izv rt jot sa m ja augstumu attiec b pret trokš a avotu un att lumu no t . Ar šo metodi iesp jams prognoz t ekvivalento A – sv rto trokš a spiediena l meni pie noteiktiem meteorolo iskajiem apst k iem un zemes seguma absorbcijas (ISO 9613, 2012).

Joproj m nav pabeigta jauno trokš a karšu R gas aglomer cijai izstr de, t d uz p t juma veikšanas br di nav neviena cita inform cijas avota par trokš a pies r ojuma situ ciju Juglas ielas tuvum .

### 3. REZULTĀTU ANALĪZE UN DISKUSIJA

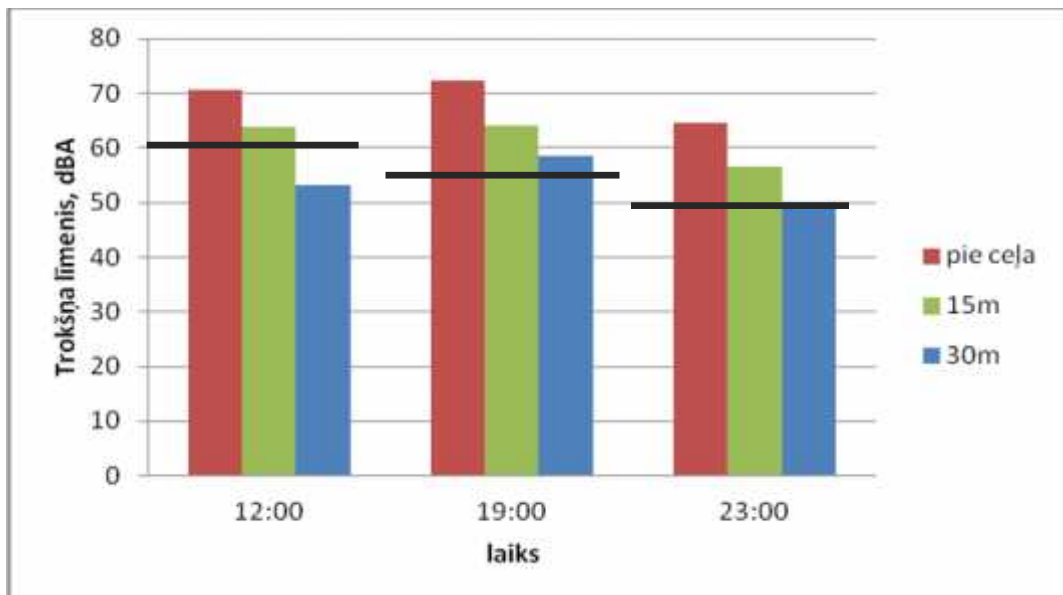
Datu apstrādē izmantoti autora veiktā pētījuma rezultāti – trokšātlmea un spektrālmea mērījumi Rīgā, Juglas ielas posmā – Biernieku iela – Lubānas iela daļā, kas atbilst luma no trokšā avota (transporta satiksmes Juglas ielā). Trokšātlmea mērījumi veikti ar kalibrētu mēraparātu PCE – 322A IEC 61672 – 1 CLASS 2 daļā, kas darbojas diennakts periodos un transporta kustības režīmā. Trokšā spektra (frekvencu) mērījumi veikti izmantojot iPhone 4S viedtālruni ar RTA (Real Time Analyzer) aplikāciju. Analīze, galvenokārt, izmantoti 4.–6. punktā (pie dzīvojamajām mājām, ciematā „Jaunbieri” teritorijā) iegūtie mērījumu rezultāti, lai būtu iespējams veikt ar automātisku skaita un trokšā piesārojumā mainīto novērtējumu, salīdzinot ar autora veikto pētījumu šajā teritorijā laika posmā no 2011.–2013. gadam, kura rezultāti veicināja šā pētījuma uzsākšanu un teritorijā esošā trokšā piesārojuma tālāko analīzi.

Datu apstrādē izmantotie parametri: vidējais trokšātlmea, trokšā frekvencu līmenis, trokšā frekvencu līmenis sadalījums, kopējais transportlīdzekļu skaits, vieglo automātisku skaits, smago jeb kravas automātisku skaits, mērījumu veikšanas laiks un atbilstošais luma no trokšā avota, lokālais apbures un meteoroloģiskais stāvoklis, kas var ietekmēt mērījumu rezultātus. Reģistrātais fona (dabiskais) trokšātlmea līmenis pilotteritorijā darbdienu naktīs laikā ir 39 dBA (2013. gada – 35 dBA (reģistrātais svētdien) un 38 dBA (reģistrātais darbdien) (Priede, 2013)), detalizēti mērījumu rezultāti tabulu veidā ievietoti darba 3. pielikumā.

Pētījuma teritorijā, pēc Ministru Kabineta noteikumiem Nr. 16 “trokšā novērtēšanas un pārvērtēšanas kārtība” ir daudzstāvu dzīvojamās apbures teritorija, kurai ar 2014. gadu noteikti šādi trokšā robežlīmeņi:

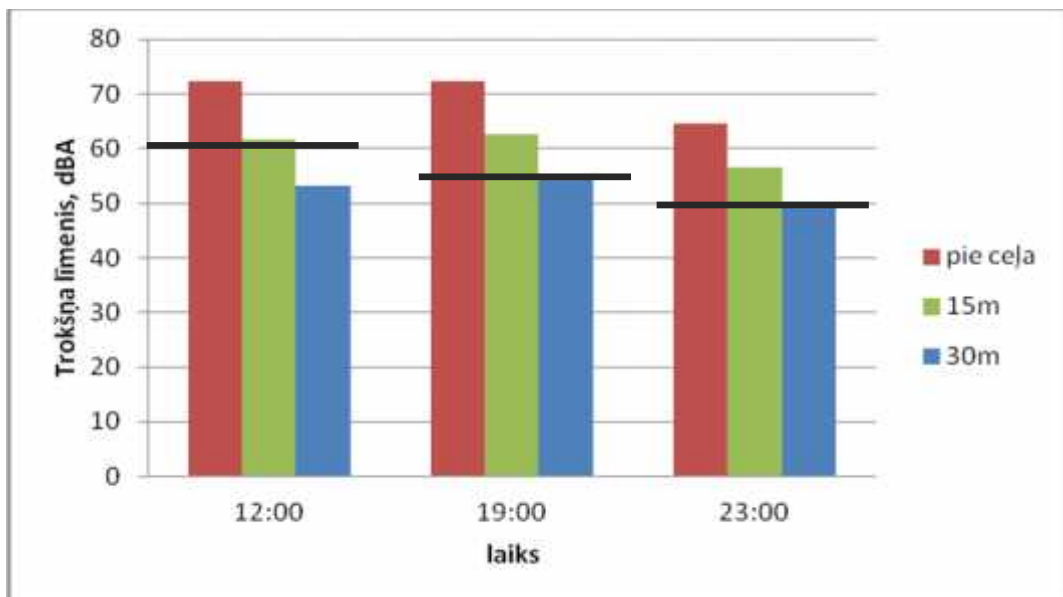
- $L_{\text{diena}} - 60 \text{ dBA}$ ,
- $L_{\text{vakars}} - 55 \text{ dBA}$  un
- $L_{\text{nakts}} - 50 \text{ dBA}$ .

Teritorijā esošā trokšā piesārojuma līmeņa atbilstošās normas (daļā, kas atbilst luma no trokšā avota daļā, kas atbilst diennakts periodiem) izvērtējums parādīts 3.1. attēlā un 3.2. attēlā nākamajā lapā. Trokšā piesārojuma kartogrāfisks atspoguļojums pētījumā Juglas ielas posmā, un autoceļam pieguošajā teritorijā apskatāms darba 5. pielikumā.



**3.1. att. ls. Vidējais troksnis un salīdzinājums ar robežvērtībām darbdienai dažādos diennakts periodos un attālumos no trokšņa avota (2014 - 2015)**

(ar tumšajam līniju grafikā norādīti MK noteikumos Nr. 16 noteiktie trokšņa robežlīmeņi)



**3.2. att. ls. Vidējais troksnis un salīdzinājums ar robežvērtībām brīvdienai dažādos diennakts periodos un attālumos no trokšņa avota (2014 - 2015)**

(ar tumšajam līniju grafikā norādīti MK noteikumos Nr. 16 noteiktie trokšņa robežlīmeņi)

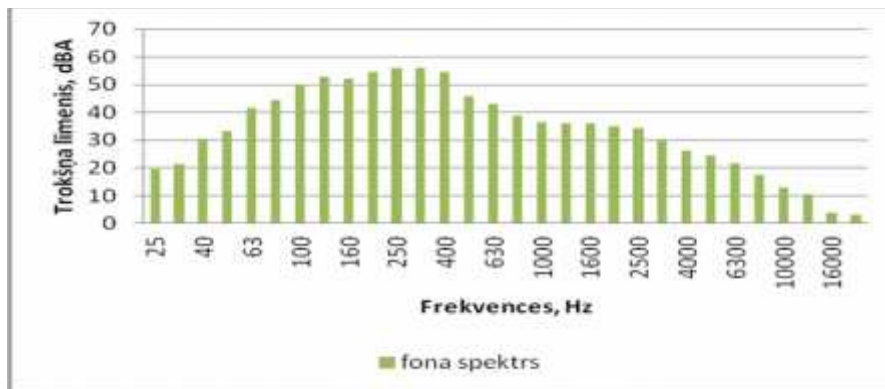
Kā redzams 3.1. un 3.2. attēlos, palielinoties attālumam no trokšņa avota, trokšņa līmenis samazinās, un šis samazinājums ir daudz straujāks (5.7 – 10.7 dBA), kā literatūrā minētie 3 dB, divas reizes palielinot attālumu no trokšņa avota (šajā gadījumā 15m un 30m).

Šaj gadjum samazin jumu var tu ietekm t trokš a absorb šan s z l j t izpalt bas ce , k ar v ja virziens un nelielais kritums reljef 30 m att lum no trokš a avota. S k k izp tot v ja ietekmi uz trokš a samazin šanos l dz ar att lumu (skat t tabulas 3. peilikum ), R v ja kl tb tn trokš a samazin jums no 15 l dz 30 m att lum ir vismaz kais (5.7 dBA), bet ZA v jš nodrošina vislab ko trokš a sl p šanos (10.7 dBA), t pat lab ku sl p šanos nodrošina DA v jš (8.1 – 8.6 dBA), bet DR v jš (tikai 6.8 dBA) negat vi ietekm trokš a dabisku samazin šanos ar att lumu.

V rt jot trokš a l meni teritorij no normat vu viedok a, redzams, ka dienas normat vs tiek p rsniegts gan darbadien s, gan br vdien s dienas period pie trokš a avota un 15 m no t (uz ciemata robežas). 30 m att lum no avota trokš a pies r ojuma l menis ir zem ks k normat vos noteiktais (ZA v ja ietekme). Vakaros trokš a l menis ir tuvs normat vam vai to iev rojami p rsniedz (atkar b no att luma l dz avotam) gan darbadien s, gan br vdien s. Nakts period situ cija ir l dz ga k vakar , trokš a l menis ir tuvs normat vos noteiktajam 30 m att lum no trokš a avota (tuv k s kas att lum ), bet normat vu iev rojami p rsniedz gan 15 m att lum (6 – 7 dBA) no trokš a avota, gan pie paša ce a (aptuveni 14 dBA).

Š di normat vi ir sp k kopš 2014. gada janv ra, l dz tam, trokš a robežv rt bas bija stingr kas :  $L_{diena} - 55$  dBA ,  $L_{vakars} - 50$  dBA un  $L_{nakts} - 45$  dBA. Š du izmai u iemesls var tu b t ekonomiski pamatots un skat ts n kotnes perspekt v , R ga un t s apk rtne turpina att st ties un paplašin ties, palielin s apb ves un ce u t kla bl vums, un l dz ar to ar trokš a pies r ojuma l menis. Š ds l mums visdr z k pie emts d trokš a pies r ojuma p rsniegumiem liel da Latvijas teritorijas, palielinot normat vos noteikt s trokš a robežv rt bas samazin tos pamatotu un likum gu iedz vot ju s dz bu skaits, kas saist tas ar trokš a pies r ojumu.

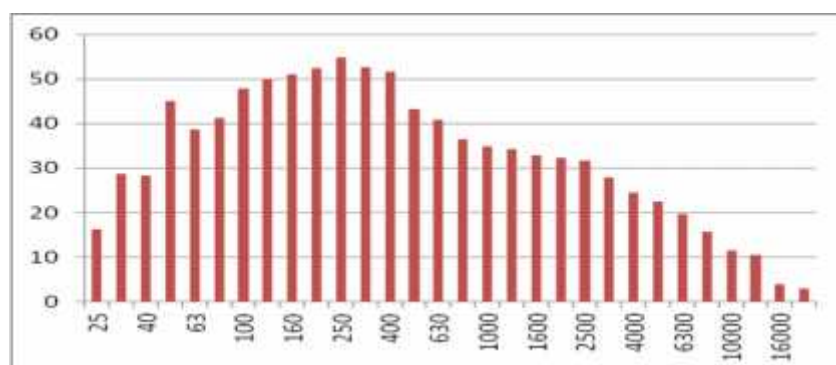
P t juma laik tika veikti ar trokš a spektra m r jumi (trokš a sadal jums pa frekvenc m), lai noteiktu teritorij esošo trokš a spektru. paša uzman ba tika piev rsta zemo frekven u spektra da ai, kas izplat s lielos att lumos un var rad t draudus cilv ku vesel bai un trauc t kvalitatu miegu. Tika konstatat ts p t juma teritorijai rakstur gais trokš a spektra fons (skat t 3.3. att lu).



3.3. att. ls. Teritorijai rakstur gais fona troksņa spektrs, 15 m attālumā no troksņa avota

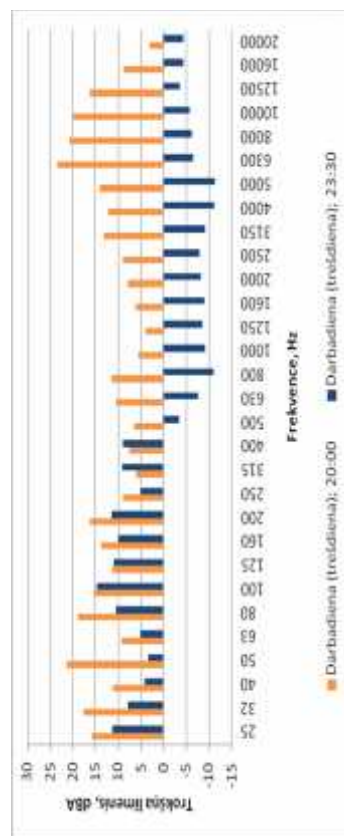
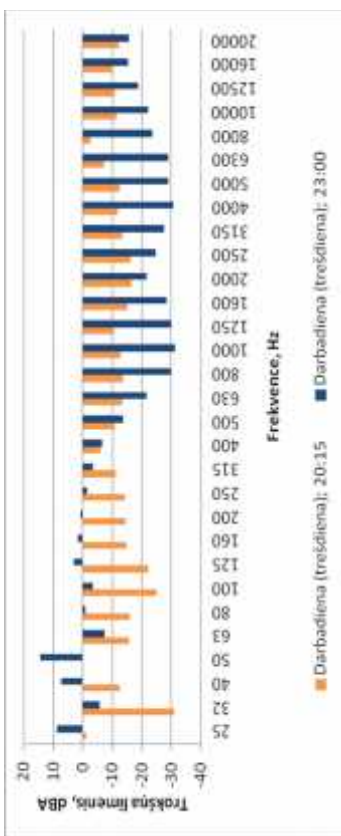
Kā redzams 3.3. attēlā, teritorijas fona troksņa spektrā dominē zemas frekvences un vidējās frekvences, diapazonā no 40 Hz līdz 400 Hz, ko galvenokārt nosaka meteoroloģiskie apstākļi (vējš) un apkārtnes troksņa avotu ietekme (satiksme uz Biernieku ielas un citiem tuvjiem ceļiem); kā zināms, zemas frekvences izplatās lielākā attālumā kā augstas frekvences. Augstas frekvences, kas raksturīgas intensīvai satiksmei, fona spektrā ir mazāk izteiktas, kas saistīts ar pārtikas posmiem neesošu transportlīdzekļu plūsmu maršrutā (maršrutā punktam garā nepabrauc neviens auto).

60 m attālumā no troksņa avota veiktajos mērījumos dienas laikā dominē zemas frekvences, diapazonā no 50 – 280 Hz; pie kravas automašīnu kustības vairojuma izteikts pārsniegums 50 Hz (skatīt 3.4. attēlu). Reālais troksņa intensitātes līmenis šajā periodā ir diapazonā no 45.9 – 65.2 dBA; maksimālais troksņa līmenis fiksēts brīdī, kad garā maršrutā punktu (aptuveni 10 m attālumā) pabraucamo ceļu pārvietojas automašīna.



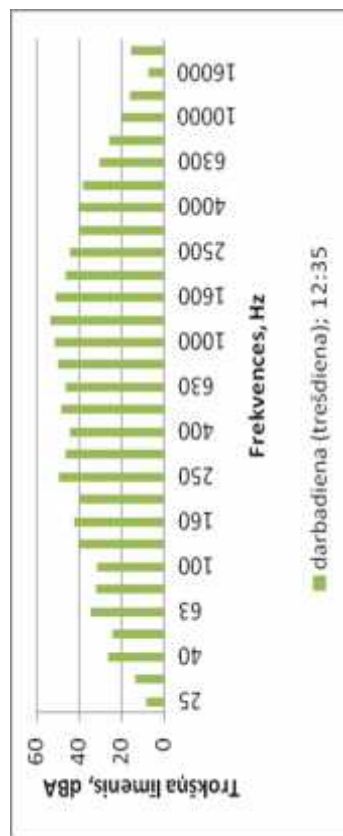
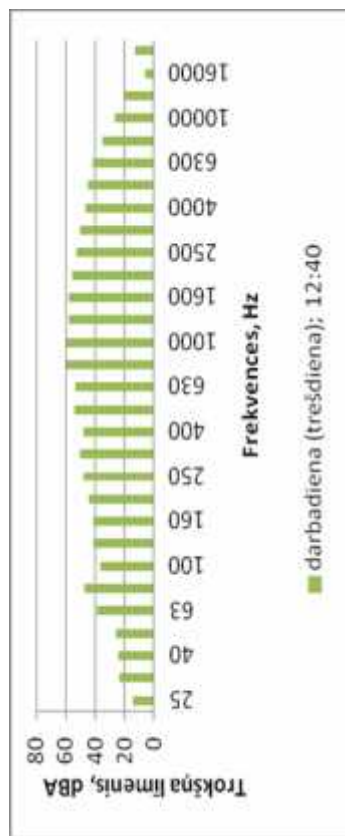
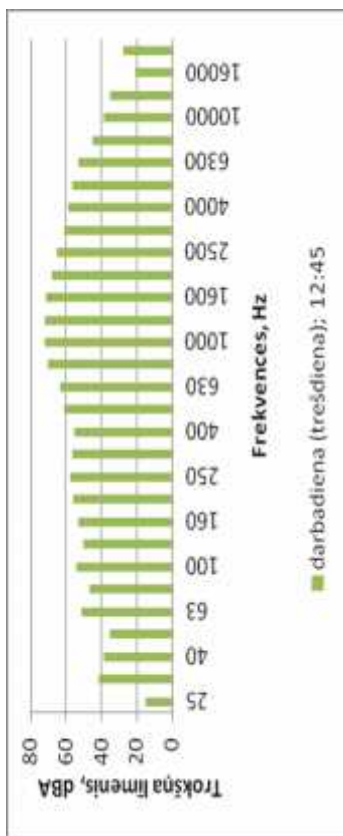
3.4. att. ls. Troksņa spektrs 60 m attālumā no troksņa avota, dienas periodā

Kā redzams 3.4. attēlā, 60 m attālumā no troksņa avota troksņa spektrā palielinās zemo frekvenču dominānce, kas atbilst literatūrā raksturotajam – zemas frekvences izplatās tālāk kā augstas frekvences. Šķērso troksņa spektra apkopojums parādīts attēlos 3.5. – 3.16. n.kamajslapas.

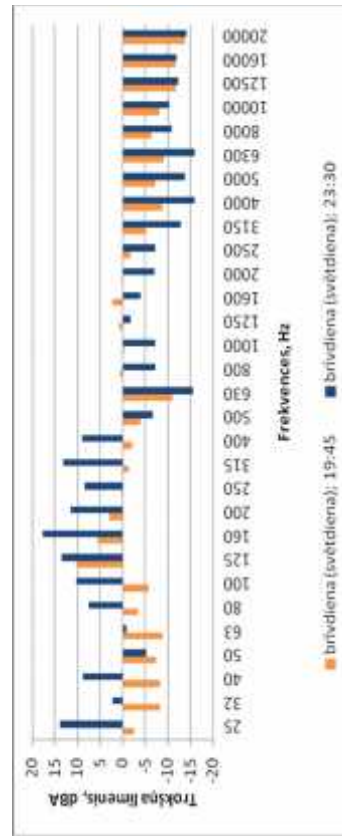
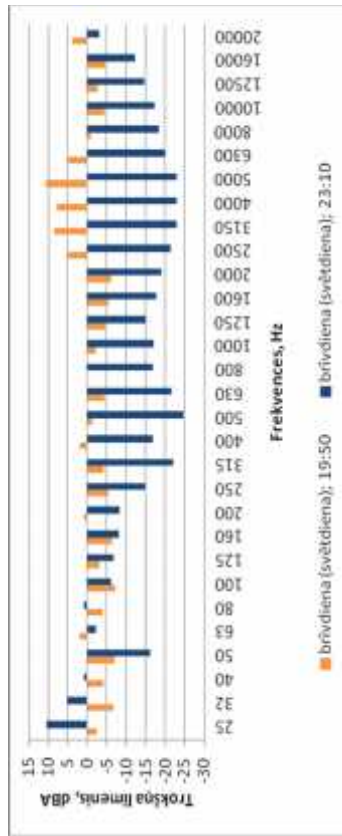
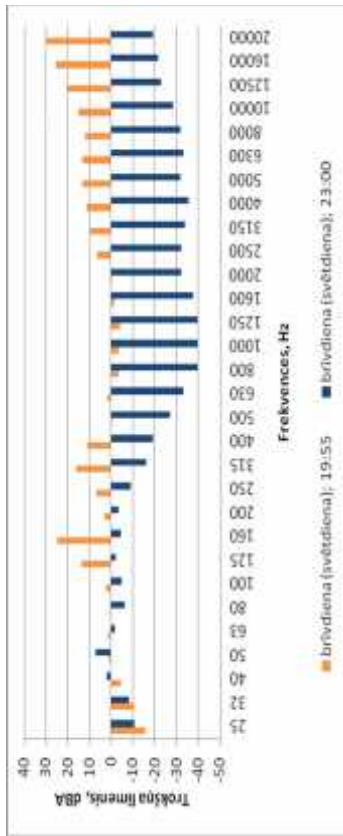


3.8. – 3.10. att. *ls.* Trokšņs un spektrs, kas radās dzinēju darbināšanai tieši avota tuvumā (augšējā att. 1), 15 m attālumā (vidējā att. 1) un 30 m attālumā (apakšējā att. 1) no trokšņa avota

(dienas spektra virsma tiek noteikta par b. zemes/ nulles virsmu)

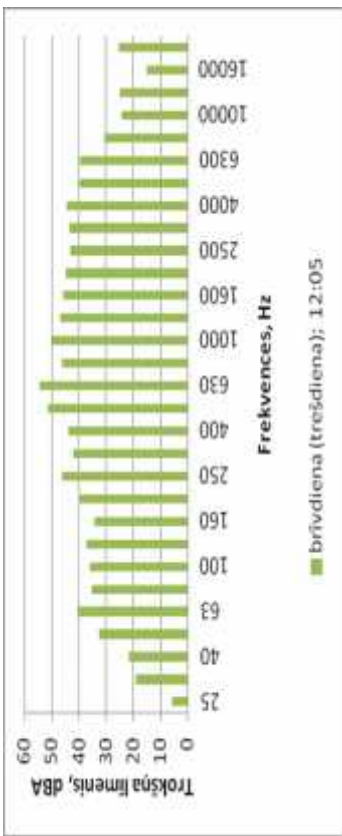
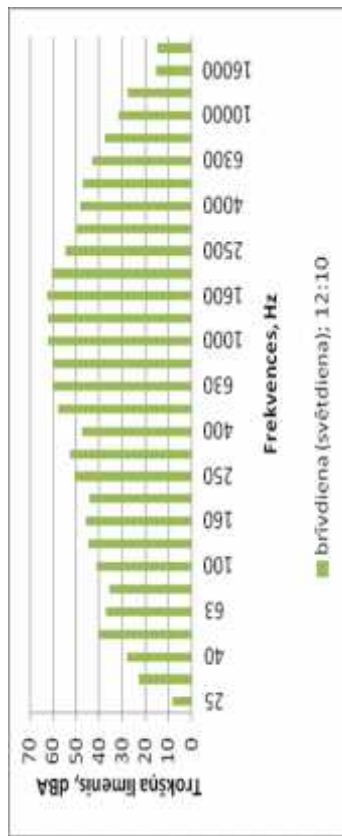
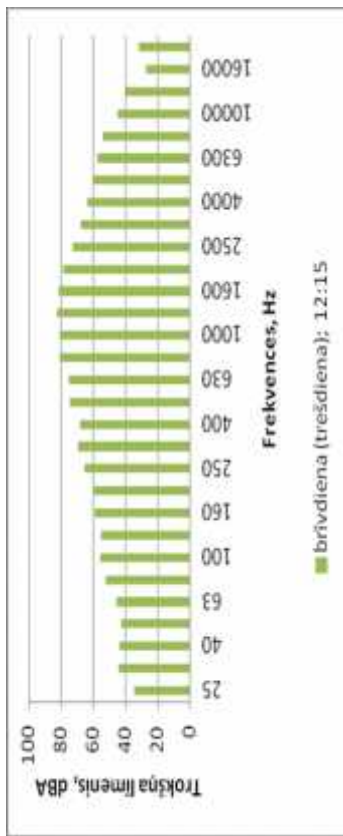


3.5. – 3.7. att. *ls.* Trokšņs un spektrs, kas radās dzinēju darbināšanai tieši avota tuvumā (augšējā att. 1), 15 m attālumā (vidējā att. 1) un 30 m attālumā (apakšējā att. 1) no trokšņa avota



3.14. – 3.16. att. ls. Trokšņi un spektrālais skaņas līmenis dzinējuma brīvdienai tieši avota tuvumā (augšējā att 1), 15 m attālumā (vidējā att 1) un 30 m attālumā (apakšējā att 1) no trokšņa avota

(dienas spektra virsma tiek pieņemta par bēz nulles virsmu)

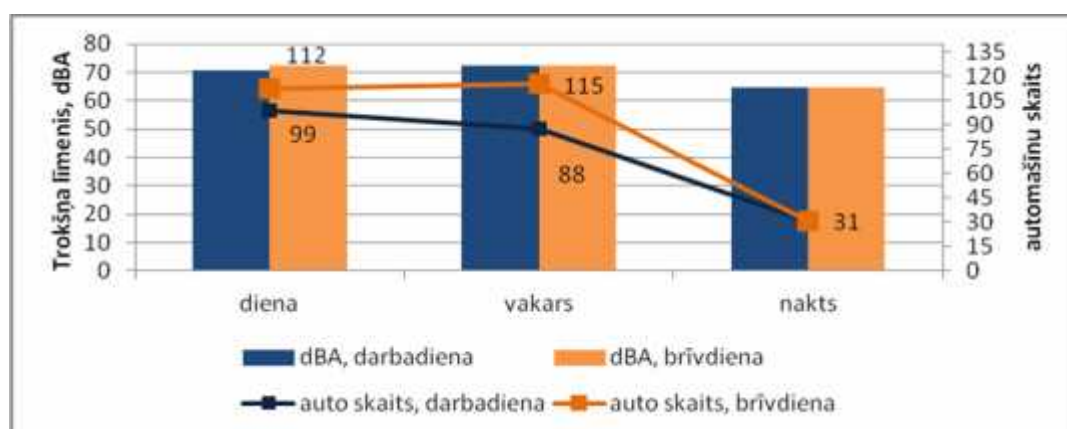


3.11. – 3.13. att. ls. Trokšņi un spektrālais skaņas līmenis dzinējuma brīvdienai tieši avota tuvumā (augšējā att 1), 15 m attālumā (vidējā att 1) un 30 m attālumā (apakšējā att 1) no trokšņa avota

Teritorij raksturīgs trokšņa spektrs, kur ietilpst visas dzirdamās frekvences, lielkoties domināns spektra daļa no 200 Hz līdz 2000 Hz, kas ir vidējās un augstās frekvences, bet abpus šim diapazonam frekvences intensitāte ir mazāka. Dienas perioda trokšņa spektrā rojama neliela vidējās un augstās frekvences dominānce (630 – 2000 Hz), neatkarīgi no nedēļas dienas (darbdiena un brīvdiena) (skatīt 3.5., 3.6., 3.7. (darbdienai) un 3.11., 3.12., 3.13. attēlus (brīvdienai), kas literatūrā tiek saistīti ar tipisku intensitātes satiksmes radīto trokšņa spektru. Turklāt uzskatāmi parādās, ka frekvences intensitāte samazinās, palielinoties attālumam no trokšņa avota, tāpat kā samazinās trokšņa intensitāte/trokšņa līmenis.

Vakara un nakts perioda atšķirības no dienas perioda parādās attēlos 3.8., 3.9., 3.10. (darbdienai) un 3.14., 3.15., 3.16. (brīvdienai). Vakara perioda trokšņa spektrs iroti mainīgs, ko ietekmē satiksmes intensitāte un plūsmas kustības trums. Naktī, salīdzinot ar dienas spektru, gandrīz visos veiktajos mērījumos, fiksēts pieaugums zemo frekvences diapazonā (galvenokārt 25 – 50 Hz) un ievrojams kritums vidējās un augstās frekvences diapazonā (galvenokārt 500 – 20000 Hz), sasniedzot pat 40 dBA lielu intensitātes samazinājumu. Zemo frekvences pieaugums saistīts ar mērījumu veikšanas laikā esošajiem meteoroloģiskajiem apstākļiem – brīžiem brīžiem, kas ir viens no dabiskajiem zemas frekvences avotiem. Kritums augstās frekvences diapazonā saistīts ar zemāku satiksmes intensitāti.

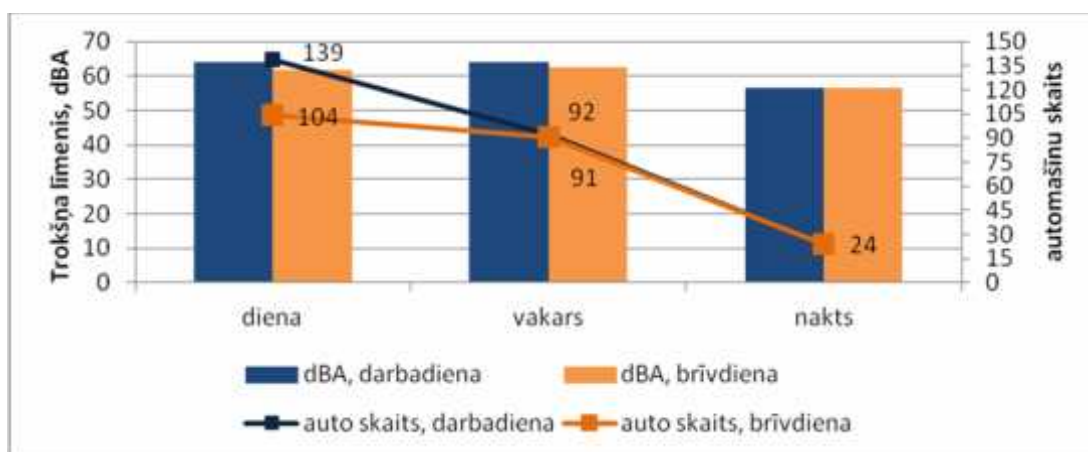
Nākamais analizējams parametrs ir vidējais trokšņa līmenis dažādos attālumos no trokšņa avota darbdienu un brīvdienas un tam atbilstošais transportlīdzekļu skaits (skatīt 3.16. – 3.18. attēlus).



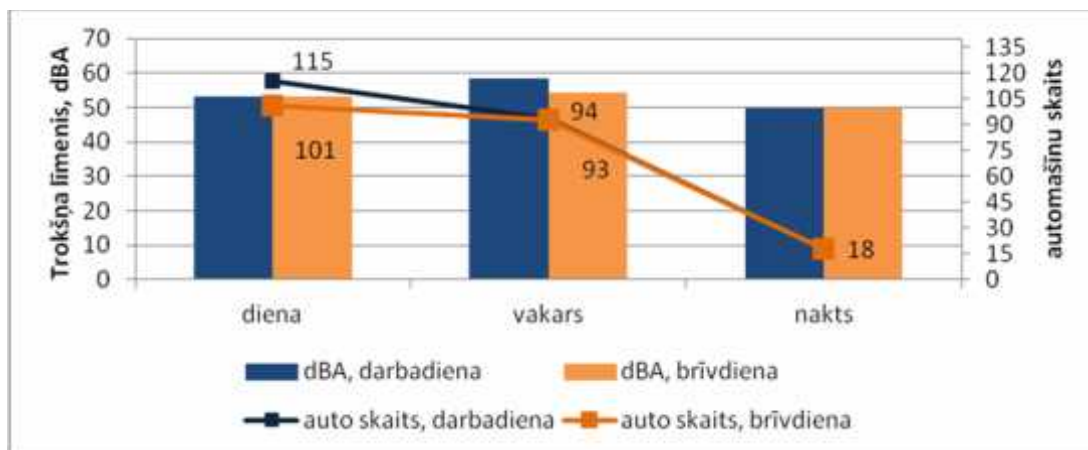
3.17. attēls. Trokšņa līmenis un transportlīdzekļu skaits salīdzinājums pie autoceļa, darbdienu un brīvdienā

3.17. attēlā redzams, ka brīvdienā vakarā vidējais trokšņa līmenis pie trokšņa avota ir līdzīgs darbdienu vakarā fiksētajam, ko var saistīt aroti lielu satiksmes intensitāti,

transportl dzeku skaits ir daudz lielāks kā darbadienas vakarā fiksētais. Ar dienas perioda augstāku trokšma līmeni var saistīt arī lielāku transportl dzeku skaitu kā darbadienā. Visdrīzāk brīvdienas lielo satiksmes plūsmu ietekmē jautas, kam rījumi veikti 3. maijā, svētdienā, kas bija ērtu brīvo dienu ietvaros, saistībā ar maija svētkiem, 1. maiju un 4. maiju. Līdz ar to, ka bija saulains un silts laiks, daudzi cilvēki izmantoja brīvo dienu, lai dotos ārpus savām mājām, tādējādi palielinot satiksmes plūsmu.



3.18. att. l. Trokšma līmenis un transportl dzeku skaita salīdzinājums 15m no autoceļa, darbadiena un brīvdiena



3.19. att. l. Trokšma līmenis un transportl dzeku skaita salīdzinājums 30m no autoceļa, darbadiena un brīvdiena

3.18. un 3.19. att. l. os, kuros atspoguļoti mērījumu rezultāti 15 m un 30 m attālumā no autoceļa, redzams, ka trokšma līmenis brīvdienā ir līdzīgs darbadienas fiksētajam, ar transportl dzeku skaitu brīvdienās un darbadienās ir līdzīgs, būtiskā atšķirība vrojama tikai dienas vidū – darbadienas novirzā lielāka satiksmes intensitāte dienas laikā kā brīvdienās, ko var skaidrot ar mērījumu veikšanas laiku (12:00 – 13:00), kas ir pusdienslaiks,

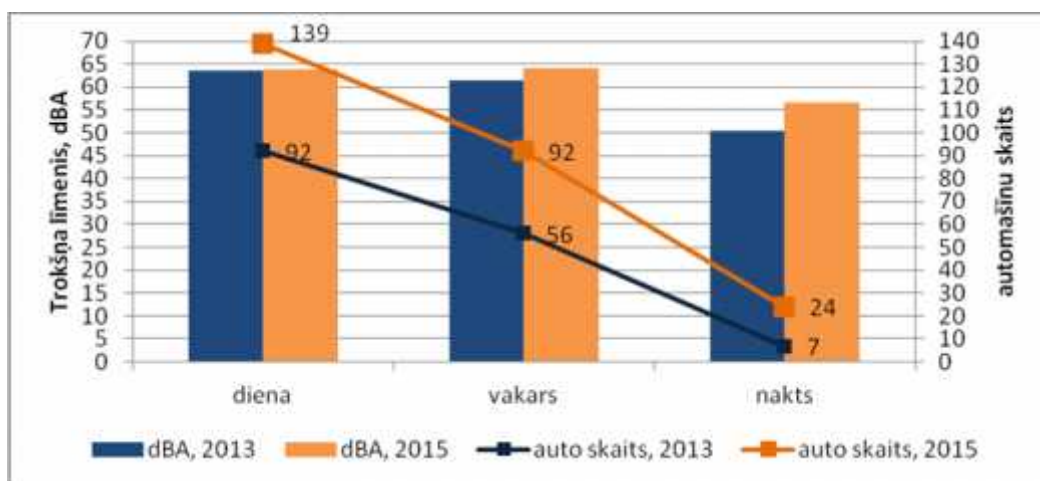
un daudzi strādājošie dodas pusdienu pārtraukum.

Līdz ar to var secināt, ka trokšma līmenis un satiksmes intensitāte brīvdienās ir otri līdza darbadienai, un atsevišķi mērijumi, kā mērijumi pie autoceļa, var parādīt netipiskas satiksmes intensitātes izmaiņas, kādā brīvdienas vakara periodā konstatēts liels transportlīdzekļu skaits kā darbadienas vakarā.

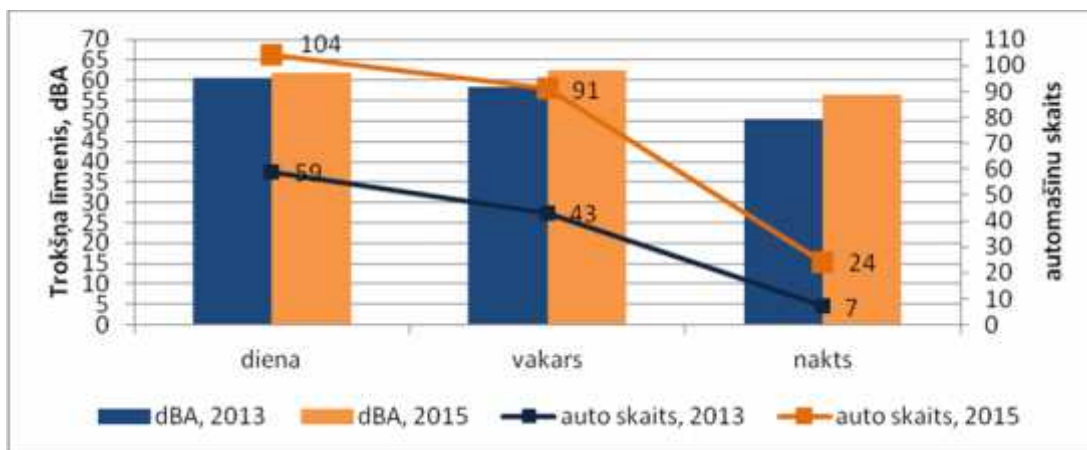
Visos attēlos redzams ievērojams transportlīdzekļu skaita/pilnsmas intensitātes samazinājums nakts periodā, līdz ar to samazinājums novērojams arī trokšma līmenī.

Sakarība starp trokšma līmeni un transportlīdzekļu skaitu ir neapstrīdama (skatīt 4. pielikumu), kas liecina par trokšma līmeņa atkarību no transportlīdzekļu kustības truma. Tādā galvenais trokšma avots ir turbulence (aerodinamiskais troksnis), kas pieaug līdz ar kustības trumu. Par to liecina arī tas, ka periodos, kad novērots mazāka satiksmes intensitāte (vakars, nakts), ir novēroti diezgan augsti trokšma līmeņi, kas daudz neatšķiras no intensīvās dienas satiksmes radītajiem trokšma līmeņiem. Aerodinamisko troksni ir viegli samazināt, stenojot stingrus braukšanas truma ierobežojumus vai izvietojot trumu ierobežojošos vaļus.

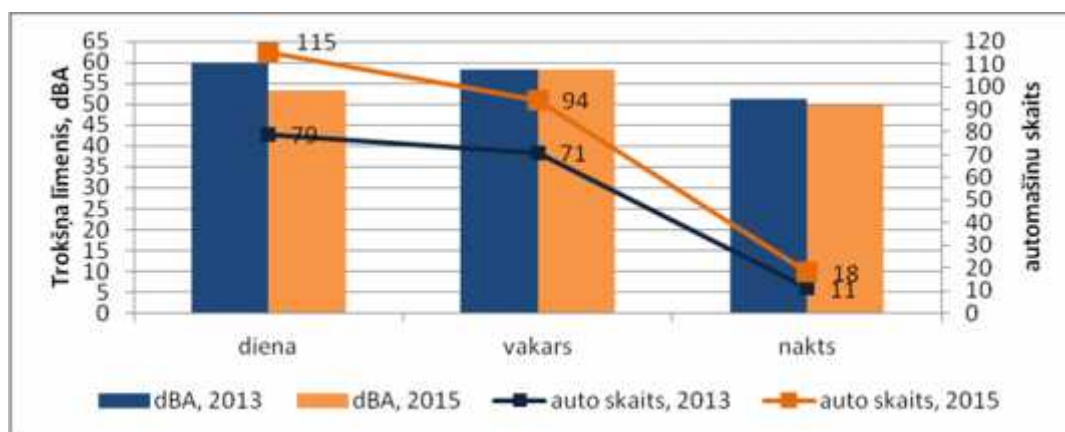
Pētījuma iegūtie rezultāti – vidējais trokšma līmenis un transportlīdzekļu skaits 15 m un 30 m attālumā no trokšma avota tika salīdzināti ar 2013. gada veikto autora pētījumu (Priēde, 2013) šajā teritorijā (skatīt attēlus 3.20. – 3.23.).



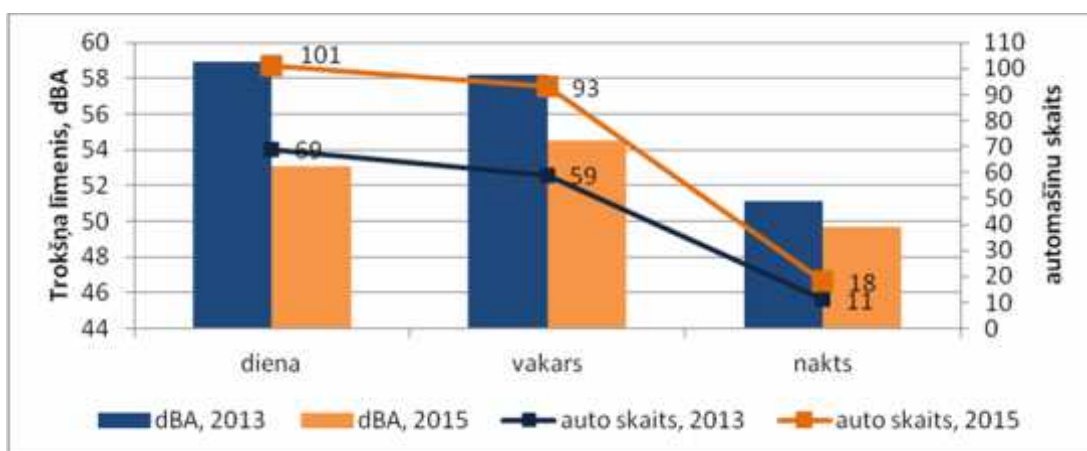
3.20. attēls. Trokšma līmeņa un automašīnu skaita izmaiņas darbadienas 15m no trokšma avota (2013. un 2015. gads)



3.21. att. ls. Trokšņa līmenis un automašīnu skaita izmaiņas brīvdienā 15m no trokšņa avota (2013. un 2015. gads)



3.22. att. ls. Trokšņa līmenis un automašīnu skaita izmaiņas darbdienā 30m no trokšņa avota (2013. un 2015. gads)



3.23. att. ls. Trokšņa līmenis un automašīnu skaita izmaiņas brīvdienā 30m no trokšņa avota (2013. un 2015. gads)

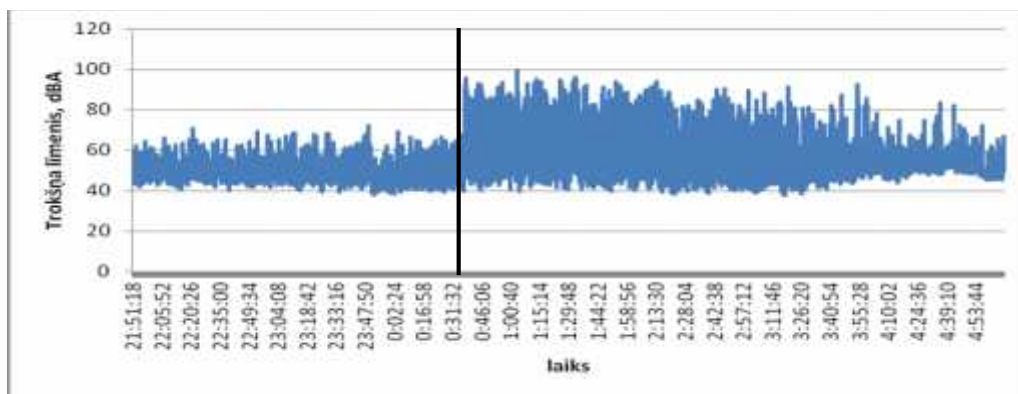
Ieg tie rezult ti neatkar gi no diennakts perioda nor da uz strauju automaš nu skaita pieaugumu kopš 2013. gada (vid ji par 71% nakts period , par 43% vakaros un 40% dienas laik ). Satiksmes intensit tes pieaugums p d jos gados nov rots ar uz citiem apk rtesošajiem autoce iem (p c lvceli.lv, 2014):

- P2 (Juglas pap rfabrika – Upeslejas) posm V33 – A4, 2014. gad , sal dzinot ar 2013. gada datiem satiksmes intensit te pieaugusi par 26%;
- P4 (R ga – rg i) posm R ga – P5 pieaugums par 9%;
- P5 (Ulbroka – Ogre) posm V33 – A4 pieaugums par 36%.

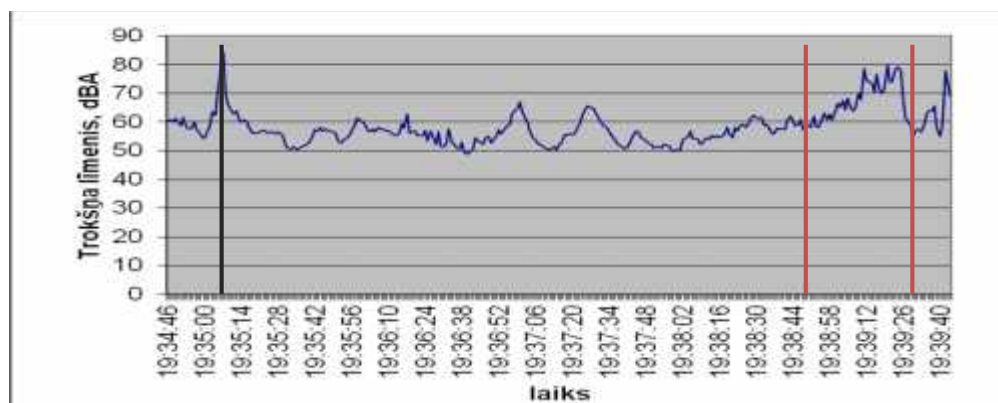
T d transportl dzek u skaita pieaugums šaj Juglas ielas posm ir likumsakar gs, pirmk rt, d infrastrukt ras att st bas autoce a tuv kaj apk rtn (jauni priv tm ju ciemati, veikals „RIMI”, u.c.), otrk rt, t d , ka šis posms ir veidots k apvedce š R gai, un tas ir viens no autobrauc ju iecien t kajiem maršrutiem braucot no Juglas, Ber iem, Garkalnes un citiem Pier gas rajoniem uz P rdaugavu, p ri Dienvidu tiltam.

Tom r nevar viennoz m gi secin t, ka l dz ar automaš nu skaita pieaugumu, ir audzis ar vid jais trokš a l menis teritorij , ko var izskaidrot ar to, ka teritorij esošo trokš a l meni galvenok rt nosaka turbulenece (aerodinamiskais troksnis), kas atkar ga no transporta pl smas kust bas truma, nevis satiksmes intensit tes, kad nov rojama liel ka transporta pl sma, bet zem ks t s kust bas trums. Uz ko nor da ar tas, ka 2015. gad veiktie trokš a l me a m r jumi 15 m att lum no autoce a ir augst ki k 2013. gad , bet 30 m att lum no avota trokš a l menis ir zem ks k 2013. gad – turbulences troksnis sp c g k izpaužas avota tuvum , un ar att lumu t ietekme strauji samazin s. Turkl t redzams, ka š gada veiktajiem m r jumiem ir iev rojami strauj ks trokš a intensit tes samazin jums palielinoties att lumam no trokš a avota, iesp jamais iemesls – 2013. gad m r jumi 30 m att lum no avota tika veikti kas fas des tuvum , bet 2015. gad br v telp starp 2 k m, k ar temperat ras atš ir bas – 2013. gad temperat ra no -7.9 - +7 ° C, bet 2015. gad t s ir daudz augst kas +7 - +15 ° C.

Darba gait tika ieg tas ar interesantas m r jumu vizu l s interpret cijas. Att l 3.24. redzama lietus ietekme uz nakts m r jumiem 60 m att lum no trokš a avota. Redzams, ka s koties lietum, iev rojami pieaug re istr tais trokš a l menis. 3.25. att l m r jumu grafik par d ts br dis, kad gar m pabrauc ar skritu d li un br dis, kad gar m r jumu punktu brauc tr s pal dz bas automaš na ar br din juma sign lu.



3.24. att. *ls.* Nakts perioda trokšā līmeņa mērījumi 60 m no trokšā avota – lietus ietekme uz mērījumu rezultātiem (ar melnu vertikālu līniju grafikā parādīts mirklis, kad sāk lietus)



3.25. att. *ls.* Darbdienas vakara perioda mērījumi 30m attālumā no trokšā avota – skritu dā un trāspaldzbas automašīnas ar brīdīnājumiem par radīto ietekmi uz mērījumu (ar melnu vertikālu līniju grafikā parādīts brīdis, kad garāmbrauc ar skritu dāli; ar tumši sarkanu vertikālu līniju parādīts brīdis, kad pārvietoja trāspaldzbas automašīnu)

Apskatot esošo situāciju no citas perspektīvas, tiek trokšā spektrā domināntas augstas frekvences, kuras reti labi iespējams samazināt ar trokšā barjeru palīdzību. *Norvīcijas piemērs*, par 6 miljardiem eiro iespējams izbūvēt 2584 km garu trokšā barjeru, tādā gadījumā būvniecības izmaksas tu aptuveni 2 321 981 eiro, kas ir 1 600 EUR/m (Milford, 2012). Ja pieņemam, ka efektīvai trokšā līmeņa samazināšanai teritorijā būtu nepieciešama aptuveni 350 m gara trokšā siena (visas ceļam tuvākās apbūves ietveršanai), tad aptuvenās trokšā barjeras izmaksas būtu 560 000 eiro; trokšā samazinājums par 1 dB izmaksātu aptuveni 70 000 eiro.

Emotīvā, kas sociāli izmaksas, kas saistītas ar ceļu un dzelzceļu satiksmes troksni, Eiropas Savienībā ir 36 miljardi eiro (Szczepanska, 2015) un Eiropā dzīvo aptuveni 742.5 miljoni iedzīvotāju (Worldometers, 2015), no kuriem aptuveni 44% cieš trokšā piesārņojuma

rezultā, kas ir aptuveni 326.7 miljoni Eiropas iedzīvotāju. Sociālais izmaksas uz vienu iedzīvotāju, kas cieš no satiksmes radīta trokšņa pierojuma, Eiropā ir aptuveni 110 miljoni eiro. Ja trokšņa līmeni iespējams samazināt par 8 dB iztērējot 560 000 EUR, lai uzceltu 350 m garu trokšņa sienu, kas būtu ieguldījums aptuveni 1200 „Jaunbērni” iedzīvotājiem, tad sānk, ka vienreiz jāsamaksā par barjeras uzstādīšanu būtu aptuveni 467 EUR/uz cilvēku. Tas ir daudz mazāks sociālais izmaksas. Tādā veidā trokšņa sienu, iespējams būtiski samazināt ikgadējās ar troksni saistītās sociālais izmaksas uz vienu iedzīvotāju.

Izmantojot interaktīvo skaņas spiediena kalkulatoru, kas pieejams internetā, tika aprēķināts nepieciešamais trokšņa barjeras novietojums attiecībā pret trokšņa avotu un tās augstums (rezultātu vizualizāciju skatīt 3.26. attēlā).



3.26. attēls. Aprēķinātais trokšņa barjeras novietojums un augstums

Pēc kā rezultāta iegūšanai tika ievadīti visi nepieciešamie parametri: meteoroloģiskie apstākļi (temperatūra - 15° C un relatīvais mitrums - 85%), zemes seguma absorbcijas koeficients (0.7), avota novietojums (0 m augstums), tuvākšā mājā augstums (19 m), kā arī pētījuma dienas trokšņa spektra rezultāti. Modelēšanas gaitā tika novērtēts trokšņa barjeras labākais iespējams novietojums, kas sniegtu efektīvāko trokšņa pierojuma samazinājumu. Kā redzams 3.26. attēlā, barjeras optimālākais izvietojums ir 2 m attālumā no trokšņa avota (starp avotu un sārmju), tai jābūt vismaz 1.5 m augstai. Šādi izbūvēta trokšņa barjera sniegtu ievērojamu kopējā trokšņa samazinājumu no 74.1 dBA uz 26.5 dBA (ievades parametrus un rezultātus iespējams apskatīt ar elektroniskā formāta <http://www.masenv.co.uk/noisecalculator?d=0,19,1.5,2,28&l=1000,100,51,50,57.7,61.1,72.2,67.9,58.5,45.2&hztype=2&temperature=15&humidity=85&G=0.7>).

## SECINĀJUMI

1. Satiksmes radtais trokšņa līmenis teritorijā ir augsts, un „Jaunbērnu” iedzīvotāji ir pakauti troksnim, kas pārsniedz Ministru Kabineta noteikumos noteiktās trokšņa robežvērtības, neatkarīgi no nedēļas dienas, turklāt lielākie pārsniegumi konstatēti vakaros un nakts periodā, kas ir laiks, kad lielākā daļa teritorijā dzīvojošo atrodas savos mājokļos, lai atpūstos un izgulātos.
2. Teritorijai raksturīgajam trokšņa spektrā/fonā dominē zemas frekvences troksnis (diapazons no 40 līdz 400 Hz), ko nosaka visjau un citu, tuvu autoceļu emitētais troksnis; pieaugošas satiksmes veidojams vidējais augstais un augstais frekvences pieaugums, kas raksturo intensīvai satiksmei; samazinoties satiksmes intensitātei un palielinoties attālumam no trokšņa avota, trokšņa spektrā dominējošs ir zemais un vidējais frekvences.
3. Konstatēts, ka trokšņa līmeņa samazināšanās uz pusi palielinot attālumu ir straujāka (5.7 – 10.7 dBA) kā literatūrā minētās 3 dB, ko nosaka absorbējot zemes seguma – zemeslīdņa dominānce trokšņa izplatības ceļā, un vispārīgi virziens.
4. Pētījuma rezultātiem secināts, ka satiksmes radtais troksnis teritorijā klasificējams kā turbulences/aerodinamiskais troksnis, kuru galvenokārt ietekmē transportlīdzekļu kustības trums, tādēļ vakaros un nakts laikā, kad veidojama zemāka satiksmes intensitāte un lielāks transportlīdzekļu kustības trums/agresīvā braukšana, ir novērojams augsts trokšņa līmenis.
5. Pētījuma rezultāti liecina par būtiskām izmaiņām satiksmes intensitātē, vidējais par 71% nakts periodā, par 43% vakaros un 40% dienas laikā, salīdzinot ar 2013. gada pētījuma iegūtajiem rezultātiem, kas saistīti ar satiksmes intensitātes pieaugumu uz visiem apkārtnes iedzīvotājiem.
6. Dominējošā satiksmes radtais trokšņa elementārs aerodinamiskais trokšņa samazināšana iespējama izmantojot stingrākus truma ierobežojumus, izvietojot trumvaus vai izbīvējot trokšņa barjeru. Modelēšanas rezultāti liecina, ka pareizi izvēlta un atbilstoši novietota trokšņa barjera, sniegtu ievērojamu trokšņa samazinājumu (no 74.1 uz 26.5 dBA).

7. Trokšā pīsrōjuma līmeņa samazināšanai ciemat un tīkrtīn nepieciešama trokšā samazināšanas pasākumu īstenošana – vietai un situācijai atbilstošās metodēs izvēle un realizācija dzīvī, piemēram, ceļstrūmvaļū izvietošana, autokustības strūmas samazināšana vai trokšā barjeras izbūve.

## IZMANTOT S LITERAT RAS SARAKTS

### Public t literat ra

AlQdah S. K., 2013. Experimental Investigation of Noise Pollution Level Emerged From the Most Common Use Car in Saudi Arabia. *Energy Procedia*, 36, 939 – 947.; Atsauce tekst : (AlQdah, 2013)

Ascari E., et al., 2015. Low frequency noise impact from road traffic according to different noise prediction methods. *Science of the Total Environment* 505, 658 – 669; Atsauce tekst : (Ascari, 2015)

Buratti C., Belloni E., Moretti E., 2014. Facade noise abatement prediction: New spectrum adaptation terms measured in field in different road and railway traffic conditions. *Applied Acoustics* 76, 238 – 248; Atsauce tekst : (Buratti, 2014)

Can A., et al. Traffic noise spectrum analysis: Dynamic modeling VS. Experimental observations. *Applied Acoustics* 71, 764 – 770; Atsauce tekst : (Can, 2010)

Casella Stanger on behalf of DEFRA. *Low frequency Noise Update*. London, 3 – 11; Atsauce tekst : (Casella stanger, bez dat.)

Clinton D. Francis, et al. 2009. Report. Noise Pollution Changes Avian Communities and Species Interactions. *Current Biology*, 19, 1415–1419.; Atsauce tekst : (Clinton et al., 2010)

Commission recommendation of August 2003 concerning, the guidelines on the revised interim computation methods for industrial noise, aircraft noise, road traffic noise and railway noise, and related emission data 2003/613/EC, *Official Journal of the European Union*, L212/49-L212/64; Atsauce tekst : (Commission Recommendations, 2003)

Fiedler Kirrian E. P., Zannin Trombetta H. P., 2015. Evaluation of noise pollution in urban traffic hubs – Noise maps and measurements. *Environmental Impact Assessment Review* 51, 1 – 9; Atsauce tekst : (Fiedler, 2015)

Kephalopoulos S., et al. 2014. Advances in the development of common noise assesment methods in Europe: The CNOSSOS – EU framework for strategic environmental noise mapping. *Science of the Total Environment* 482 – 483, 401 – 410; Atsauce tekst : (Kephalopoulos, 2014)

Kliu ininkas L. 2012. *Towards Sustainable Urban Transportation*. *Environmental Dimension*, Frankfurt am Main, Peter Lang GmbH, 225 p; Atsauce tekst : (Kliu ininkas, 2012)

Lamancusa J.S., 2009. Outdoor noise propagation. *Noise control*, Penn State, 1 – 19.; Atsauce tekst : (Lamancusa, 2009)

Lee Y. E., et al. Assesment of traffic – related noise in three cities in the United States. *Environmental Research*, 132, 182 – 189.; Atsauce tekst : (Lee, 2014)

Louen C., Wehrens A., Vallee D., 2014. Analysis of the effectivness of different noise reducing measures based on individual perception in Germany. *Transportation Research Prodesia* 4, 472 – 481; Atsauce tekst : (Louen, 2014)

Lowicki D., Piotrowska S., 2015. Monetary valuation of road noise. Residential property prices as a indicator of the acoustic climate quality. *Ecological Indicators* 52, 472 – 479; Atsauce tekst : (Lowicki, 2015)

Maruyama M., Kuno K., Sone T., 2014. Minimum measurement time interval to estimate a reliable sound pressure level of road traffic noise using two types of dynamic statistics. *Applied Acoustics* 83, 150- 155; Atsauce tekst : (Maruyama, 2014)

Mato - Mendez J. F., Sobreira – Seoane A. M., 2011. Blind separation to improve classification of traffic noise. *Applied Acoustics* 72, 590 – 598.; Atsauce tekst : (Mendez, 2011)

Milford I., Aesebo J. Sigve, Strommer K., 2012. Value for money in road traffic noise abatement. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 48, 1366 – 1374; Atsauce tekst : (Milford, 2012)

*NZTA state highway noise barrier design guide*. 2010. NZ Transport agency, New Zealand; Atsauce tekst : (NZTA, 2010)

Ohio Department of Transportation. Statewide Investigation of Noise Abatement Alternatives. *Fundamentals of Highway Traffic Noise*, 5 – 12; Atsauce tekst : (Ohio Department of Transportation, bez dat.)

Priede E., 2013. Transporta rad t trokš a l me a nov rt jums “Jaunbi eros” (R g ). *Bakalaura darbs*. Latvijas Univerist te, 2013. Atsauce tekst : (Priede, 2013)

Ramirez A., Dominguez E., 2013. Modeling urban traffic noise with stohastic and deterministic traffic models. *Applied Acoustics*, 74, 614. – 621.; Atsauce tekst : ( Ramirez, 2013)

Sandberg U., 2003. The Multi – Coincidence Peak around 1000 Hz in Tyre/Road Noise Spectra. *Euronoise Naples (2003) paper* 498; Atsauce tekst : (Sandberg, 2003)

Szczepanska A., Senetra A., Wasilewicz – Pszczolkowska M., 2015. The effect of road traffic noise on the prices of residential property – A case studt of the polish city of Olsztyn. *Transportation Research Part D* 36 (2015), 167 – 177; Atsauce tekst : (Szczepanska, 2015)

U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration, 1999. *Acoustics and your Environment: The Basics of Sound and Highway Traffic Noise*. Final Report, 1999; Atsauce tekst : (Acoustics and your Environment, 1999)

Waye Persson K., Rylander R., 2001. The prevalence of annoyance and effects after long – term exposure to low – frequency noise. *Journal of Sound and Vibration* 240 (3), 483 – 497; Atsauce tekst : (Waye, 2001)

### **Elektroniskie resursi**

Austrroads promoting improved road transport outcomes, 2005. Modelling, Measuring and Mitigating Road Traffic Noise [tiešsaiste] = Austrroads Research Report. 94 lpp, izdevums Nr. AP – R277/05 [skat ts: 21.04.2015.]. Pieejams: <https://www.onlinepublications.austrroads.com.au/items/AP-R277-05>; Atsauce tekst : (Austrroads, 2005)

BRD Noise&Vibration control, Inc., 2015. What is noise? [tiešsaiste] = What is sound? [skat ts: 16.03.2015.] Pieejams: <http://www.brd-nonoise.com/RequestDetails.aspx>; Atsauce tekst : (BRD Noise&Vibration Control Inc., 2015)

Eiropas Darba un veselības aizsardzības aģentūra. Troksnis darbā [tiešsaiste] = Kas ir troksnis? [skat ts: 20.03.2015.]. Pieejams: [http://osha.europa.eu/lv/topics/noise/what\\_is\\_noise.html](http://osha.europa.eu/lv/topics/noise/what_is_noise.html); Atsauce tekst : (Eiropas Darba un veselības aizsardzības aģentūra, bez dat.)

European Environment Agency. Traffic noise: exposure and annoyance [tiešsaiste]. [skat ts: 20.03.2015.]. Pieejams: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/traffic-noise-exposure-and-annoyance/noise-term-2001>; Atsauce tekst : (EEA, bez dat.)

European Commission. European Policy on Environmental (or Ambient) Noise [tiešsaiste] = Regulations and Standards. European Commission – Noise Policy. [skat ts: 29.03.2015.] Pieejams: <http://www.engineeringsolutions.ie/downloads/noise-regulations-standards.pdf?pmession=27fee4cdf6b6bcb9e10bc1ac59b14346>; Atsauce tekst : (European Commission, bez dat.)

European Commission. 2000. NOISE [tiešsaiste] = The Environmental Noise Directive (2002/49/EC). [skat ts: 29.03.2015.]. Pieejams: <http://ec.europa.eu/environment/noise/directive.htm>; Atsauce tekst : (European Commission, 2000)

European Environment Agency. Traffic noise: exposure and annoyance [tiešsaiste]. [skat ts: 20.03.2015.]. Pieejams: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/traffic-noise-exposure-and-annoyance/noise-term-2001>; Atsauce tekst : (EEA, bez dat.)

Google maps, bez dat. [tiešsaiste]. [skat ts: 15.05.2015.]. Pieejams : <http://maps.google.com/maps?hl=lv&tab=w>; Atsauce tekst : (sagatavots izmantojot GoogleMaps, 2015)

Goossens Y. 2008. Gaisa un trokšņa piesārņojums [tiešsaiste] = Tiesiskais pamats un mērķi. Eiropas Parlaments. [skat ts: 20.03.2015.] Pieejams : [http://circa.europa.eu/irc/opoce/fact\\_sheets/info/data/policies/environment/article\\_7297\\_lv.htm](http://circa.europa.eu/irc/opoce/fact_sheets/info/data/policies/environment/article_7297_lv.htm); Atsauce tekst : (Goossens Y., 2008)

Inspecta Latvia, bez dat. Par aizsardzību pret troksni izklaides industrijā [tiešsaiste] = Informatīvi skaidrojošs materiāls [skat ts: 16.03.2015.]. Pieejams: [http://www.vdi.gov.lv/files/troksnis\\_izklaides\\_industrija.pdf](http://www.vdi.gov.lv/files/troksnis_izklaides_industrija.pdf); Atsauce tekst : (InspectaLatvia, bez dat.)

ISO 9613-2:1996, Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation [tiešsaiste], stāstīts 1996. gadā, papildinājumi veikti 2012. gadā. [Skat ts: 22.05.2015.]. Pieejams: [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=20649](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=20649)

ISOVER, bez dat. Pamatinformācija [tiešsaiste]. [Skat ts: 16.03.2015.]. Pieejams: <http://www.isover.lv/projektesana/skanas-izolacija/pamatinformacija>; Atsauce tekst : (ISOVER, bez dat.)

ISRNM, 2013. Interesanti [tiešsaiste]. [Skat ts: 16.03.2015.]. Pieejams: <http://troksnisaizsienas.lv/kas-ir-troksnis>; Atsauce tekst : (ISRNM, 2013)

Latvijas Valsts ceļi, 2015. Satiksmes intensitāte 1996. – 2014. gads [tiešsaiste].

[Skat ts: 21.05.2015.]. Pieejams: [http://lvceli.lv/lat/valsts\\_celu\\_t\\_kls/satiksmes\\_intensitate/](http://lvceli.lv/lat/valsts_celu_t_kls/satiksmes_intensitate/)

Atsauce tekst : (lvceli.lv, 2015)

Latvijas Vides, ģeoloģijas un Meteoroloģijas centrs. Meteoroloģiskās prognozes [tiešsaiste]. Pieejams: [www.meteo.lv](http://www.meteo.lv)

Lindos Electronics, bez dat. Equal-Loudness Contour [tiešsaiste] = Measurements in Detail [skat ts: 14.05.2015.]. Pieejams: <http://www.lindos.co.uk/cgi-bin/FlexiData.cgi?SOURCE=Articles&VIEW=full&id=17;> Atsauce tekst : (Lindos Electronics, bez dat.)

MAS Environmental, 2015. Interactive sound level calculator [tiešsaiste]. [Skat ts: 22.05.2015.]. Pieejams: <http://www.masenv.co.uk/noisecalculator2>

MK noteikumi Nr.16 "Troksnis un pārvadātāja kaitība [tiešsaiste]. Pieņemti 07.01.2014. Latvijas Vēstnesis Nr. 16 50750) [Skat ts 28.04.2015.] Pieejams: [http://likumi.lv/doc.php?id=263882;](http://likumi.lv/doc.php?id=263882) Atsauce tekst (MK noteikumi nr. 16, 2014)

Nonoise, bez dat. Environmental noise [tiešsaiste]= Measuring noise [skat ts: 17.05.2015.]. Pieejams: [http://www.nonoise.org/library/envnoise/#measuring;](http://www.nonoise.org/library/envnoise/#measuring) Atsauce tekst : (nonoise.org, bez dat)

PAROC, 2015. Skaņa veida kaitība [tiešsaiste] = Vispārīga informācija par skaņu [skat ts 16.03.2015.]. Pieejams: [http://www.paroc.lv/kompetence/skana/vispariga-informacija-par-skanu;](http://www.paroc.lv/kompetence/skana/vispariga-informacija-par-skanu) Atsauce tekst : (PAROC, 2015)

PCE Instruments UK Ltd. Bez dat. Sound level meter PCE - 322A [tiešsaiste]=Technical specifications [skat ts: 04.04.2015]. Pieejams: [http://www.pce-instruments.com/english/measuring-instruments/installation-tester/sound-level-meter-pce-holding-gmbh-sound-level-meter-pce-322-a-det\\_60903.htm;](http://www.pce-instruments.com/english/measuring-instruments/installation-tester/sound-level-meter-pce-holding-gmbh-sound-level-meter-pce-322-a-det_60903.htm) Atsauce tekst : (PCE Inst., bez dat.)

Reuters, 2014. Harmful road traffic affects a quarter of Europeans: study [tiešsaiste]. [Skat ts: 22.05.2015.]. Pieejams: [http://www.reuters.com/article/2014/12/19/us-environment-europe-idUSKBN0JX15B20141219;](http://www.reuters.com/article/2014/12/19/us-environment-europe-idUSKBN0JX15B20141219) Atsauce tekst : (Reuters.com, 2014)

SIA Estonian, Latvian & Lithuanian Environment. 2009. Rīgas pilsētas troksnis samazināšanai Rīgas aglomerācijā [tiešsaiste] = Kopsavilkums. Rīga. [skat ts 04.04.2015.]. Pieejams: [http://mvd.riga.lv/uploads/videtroksni/ricibas\\_plana\\_rigas\\_aglomeracijai\\_kopsavilkums.pdf;](http://mvd.riga.lv/uploads/videtroksni/ricibas_plana_rigas_aglomeracijai_kopsavilkums.pdf) Atsauce tekst : (ELLE. 2009)

SIA Estonian, Latvian & Lithuanian Environment, bez dat. Vides troksnis un pārvadātāja kaitība [tiešsaiste] = Biežāk lietoto terminu skaidrojums un skaņas izplatības teorija [skat ts: 16.03.2015.]. Pieejams: [www.environment.lv/upload/content/termini\\_izplatiba.pptx;](http://www.environment.lv/upload/content/termini_izplatiba.pptx) Atsauce tekst : (ELLE, bez dat.)

Statista, 2015. Number of passenger cars in use worldwide from 2006 to 2013 [tiešsaiste]=Vehicles&Road Traffic. [Skat ts: 20.05.2015.]. Pieejams: [http://www.statista.com/statistics/274365/passenger-cars-in-use-worldwide/;](http://www.statista.com/statistics/274365/passenger-cars-in-use-worldwide/) Atsauce tekst : (Statista, 2015)

Transport & Environment, 2012. New EU vehicle noise limits [tiešsaiste] = Road traffic noise harms the health of 1 in 3 EU citizens. [Skat ts: 14.04.2015.]. Pieejams:

[http://www.transportenvironment.org/sites/default/files/media/2012%2004\\_TE%20Position%20Paper%20New%20EU%20Vehicles%20Noise%20Limits\\_5pg.pdf](http://www.transportenvironment.org/sites/default/files/media/2012%2004_TE%20Position%20Paper%20New%20EU%20Vehicles%20Noise%20Limits_5pg.pdf) Atsuce tekst : (Transport&Environment, 2012)

Waye Persson K., 2011. Effects of Low Frequency Noise and Vibrations [tiešsaiste]= Environmental and Occupational Perspectives. Institute of Community Medicine and Health, Sahlgrenska Academy, Goteborg University, Goteborg, Sweden, pages 240 – 253. [Skat ts: 10.05.2015.]. Pieejams: [http://www.researchgate.net/publication/258400137\\_Noise\\_and\\_Health\\_-\\_Effects\\_of\\_Low\\_Frequency\\_Noise\\_and\\_Vibrations\\_Environmental\\_and\\_Occupational\\_Perspectives](http://www.researchgate.net/publication/258400137_Noise_and_Health_-_Effects_of_Low_Frequency_Noise_and_Vibrations_Environmental_and_Occupational_Perspectives); Atsauce tekst : (Waye, 2011)

Worldometers, 2015. Current World Population [tiešsaiste]. [Skat ts: 22.05.2015.]. Pieejams: <http://www.worldometers.info/world-population/>; Atsauce tekst : (Worldometers, 2015)

## PIELIKUMI

1. Pielikums. Autotransporta radītā trokšņa samazināšanas pasākumi, Rīgas aglomerācijā
2. Pielikums. Mērījumu veikšanas protokola paraugs
3. Pielikums. Mērījumu rezultātu apkopojums tabulās
4. Pielikums. Grafiki, kas parāda korelācijas starp reģistrētajiem trokšņa līmeņiem un automašīnu skaitu
5. Pielikums. Teritorijas trokšņa izplatības attēlojums kartē

### Autotransporta rad t trokš a samazin šanas pas kumi, R gas aglomer cij

(Priede, 2013)

Nr.	Pas kuma veids
<b>A. Autotransporta rad t trokš a samazin šana no avota</b>	
1	Klusie segumi (asfalts, bru is)
2	Klus s riepas
3	Klus s automaš nas – ar hibr ddzin jiem
4	Automaš nu skaita samazin šana:
A	Publiskais transports + park&ride sist ma, veloceli i
B	Maksas autost vvietas
C	Kust bas novirz šana
5	Satiksmes ierobežojumi:
A	Ielu un ce u posmu sl gšana (visa satiksme, da a transportl dzek u, ierobežojumi laik )
B	Vienvirziena ielas
C	Ielu un ce u posmu kapacit tes ierobežošana (piem. sabiedrisk transporta joslas)
D	truma ierobežojumi
6	Iebraukšanas, š rsošanas maksa:
A	Visi transportl dzek i
B	Kravas
C	“Ska s” maš nas
7	Klus ks sabiedriskais transports
<b>B. Trokš a samazin šana pie trokš a jut giem objektiem</b>	
1	Trokš a avotu un receptoru atdal šana ar m ksl g m barjer m:
A	Pretrrokš a ekr ni
B	Va i un uzb rumi
C	Avota iegremd šana
2	Trokš a avotu un receptoru atdal šana ar dabisk m barjer m:
A	Kokaugu st d jumu joslas
B	Piezemes sl a ve et cija
3	Receptoru norobežošana no avota (fas de ar prettrokš a risin jumiem jeb dubultfas de)
<b>C. Teritorijas pl nošana</b>	
1	Receptora vai avota likvid šana vai p rcelšana
2	Izmai as teritorijas izmantošanas nosac jamos (zemes izmantošanas veids un robežlielumu defin šana)
3	Jut go objektu att lin šana no avota
4	Jut go objektu telpisk izvietojuma un konfigur cijas ierobežojumi
5	Nosac jumi pl noto objektu tehniskajiem risin jumiem

## M r jumu veikšanas protokola paraugs

<p><b>Datums:</b> 25.03.2015.</p> <p><b>Laiks:</b> 12:21 – 12:26</p> <p><b>Iek rta, ar kuru tiek veikti m r jumi:</b> Sound Level Meter PCE 322A (kalibr ta)</p> <p><b>Meteorolo iskie apst k i:</b> Temperat ra: +7°C V jš: ZA 4 m/s Relat vais gaisa mitrums: 85% Debesis: skaidras</p> <p><b>Citi nov rojumi:</b> Br žiem nov rojams br zmais v jš; Asfalts sauss</p>	<p><b>Trokš a frekvencion lais sadal jums</b></p> <p>Domin diapazons 250 – 200 Hz</p>
<p><b>Koordin tas:</b> 30 m no trokš a avota – 56,950908; 24,248049;</p>	
<p><b>Transporta pl sma:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Viegl s automaš nas</li> <li>▪ Smag s automaš nas</li> </ul> <p><b>Trokš a l menis:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ MAX (dBA)</li> <li>▪ MIN (dBA)</li> <li>▪ VID (dBA)</li> <li>▪ Kad gar m brauc automaš na</li> </ul>	<p><u>IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII</u> <u>IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII II</u> (102) <u>IIII (5)</u> <u>65,5 dBA</u> <u>44.4 dBA</u> <u>48 – 53 dBA</u> <u>55– 64 dBA</u></p>
<p><b>M r jumu veic js:</b></p>	<p>Enija Priede</p>

## M r jumu rezult tu apkopojums tabul s

Trokš a l me a m r jumu rezult ti darbadienai dienas periodam 2015.gad un  
2013.gad

(ar sarkanu kr su atz m ti augst kie trokš a l me i un liel kais transportl dzeku skaits,  
ar za u – zem kie trokš a l me i un maz kais transportl dzeku skaits)

Datums	2015. gada 25. marts (darbadiena - diena)								
M r jumu punkts	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Laiks	12:07-12:12	12:14-12:19	12:21-12:26	12:37-12:42	12:43-12:48	12:49-12:54	12:57-13:02	13:16-13:21	13:09-13:14
M r jumu ilgums	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min
Att lums no trokš a avota	0 m	15 m	30 m	30 m	15 m	0 m	0 m	15 m	30 m
Automaš nu skaits	95	123	107	115	139	99	130	130	102
Vieglo automaš nu skaits	87	115	102	102	127	92	118	113	93
Smago automaš nu skaits	8	8	5	13	12	7	12	17	9
Transporta pl sma	Vienm r ga, ar nelieliem dažu sekunžu p rtraukumiem								
MIN, dBA	52.8	48.8	44.4	45.6	45.6	50.9	47.6	45.4	47.2
MAX, dBA	88.8	78.8	65.5	66.7	91.3	93.1	91.5	72.8	63.2
VID, dBA	70.9	62.5	53.1	53.2	63.9	70.5	70.4	61.0	52.0
Meteorolo iskie apst k i / citi nov rojumi	+7° C, saulains; v jš: ZA 4m/s, br zm s l dz 9 m/s; relat vais gaisa mitrums 85%; asfalts sauss								
2013. gada pavasar veikto m r jumu rezult ti (darbadiena - diena)									
M r jumu punkts	4.				5.				
Laiks	12:29 – 12:34				12:41 – 12:46				
M r jumu ilgums	5 min				5 min				
Att lums no trokš a avota	30 m				15 m				
Automaš nu skaits	79				92				
Vieglo automaš nu skaits	65				82				
Smago automaš nu skaits	14				10				
Transporta pl sma	Diezgan vienm r ga, ar p ris vair ku sekunžu p rtraukumiem								
MIN, dBA	44.4				48.4				
MAX, dBA	69.3				75.3				
VID, dBA	59.7				63.5				
Meteorolo iskie apst k i / citi nov rojumi	-7.9° C; A v jš 2 m/s; skaidrs saulains laiks; relat vais mitrums 85% / mitrs asfalts, zemi kl j aptuveni 6 cm bieza sniega sega								

### Trokš a l me a m r jumu rezult ti darbadienai vakara periodam 2015.gad un 2013.gad

(ar sarkanu kr su atz m ti augst kie trokš a l me i un liel kais transportl dzeku skaits,

ar za u – zem kie trokš a l me i un maz kais transportl dzeku skaits)

Datums	2015. gada 15. apr lis (darbadiena - vakars)								
M r jumu punkts	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Laiks	19:36 – 19:41	19:46- 19:51	19:52- 19:57	20:03- 20:08	20:09- 20:14	20:15- 20:20	20:22- 20:27	20:28- 20:33	20:34- 20:39
M r jumu ilgums	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min
Att lums no trokš a avota	0 m	15 m	30 m	30 m	15 m	0 m	0 m	15 m	30 m
Automaš nu skaits	96	110	97	94	92	88	88	115	64
Vieglo automaš nu skaits	91	102	87	87	86	84	84	106	60
Smago automaš nu skaits	5	7 (+motocikls)	10	7	6	4	4	8 (+moto cikls)	4
Transporta pl sma	Vienm r ga, ar dažu sekunžu p rtraukumiem			Vienm r ga ar p ris sekunžu l dz 15 sekunžu p rtraukumiem					
MIN, dBA	54.8	50.8	49.9	48.7	51.1	54.0	53.4	47.7	47.3
MAX, dBA	84.6	75.3	73.2	84.2	76.2	92.1	87.8	74.9	72.3
VID, dBA	69.5	62.9	59.0	58.4	64.1	72.2	70.0	59.5	55.4
Meteorolo iski e apst k i / citi nov rojumi	+11 ° C, apm cies; v jš: R 5m/s, br zm s l dz 10 m/s; Relat vais gaisa mitrums 85%; asfalts sauss								
2013. gada pavasar veikto m r jumu rezult ti (darbadiena - vakars)									
M r jumu punkts	4.				5.				
Laiks	20:41 – 20:46				20:47 – 20:52				
M r jumu ilgums	5 min				5 min				
Att lums no trokš a avota	30 m				15 m				
Automaš nu skaits	71				56				
Vieglo automaš nu skaits	69				51				
Smago automaš nu skaits	2				5				
Transporta pl sma	Diezgan vienm r ga, ar p ris vair ku sekunžu p rtraukumiem								
MIN, dBA	49.9				50.9				
MAX, dBA	69.8				73.9				
VID, dBA	58.3				61.5				
Meteorolo iskie apst k i / citi nov rojumi	0° C; Z v jš 3 m/s; neliels m ko u daudzums; relat vais mitrums 85%								

### Trokš a l me a m r jumu rezult ti br vdiēnai diēnas periodam 2015.gad un 2013.gad

(ar sarkanu kr su atz m ti augst kie trokš a l me i un liel kais transportl dzek u skaits,  
ar za u – zem kie trokš a l me i un maz kais transportl dzek u skaits)

Datums	2015. gada 3. maijs (br vdiēna - diēna)					
M r jumu punkts	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Laiks	12:05 – 12:10	12:11 – 12:16	12:17 – 12:22	12:25 – 12:30	12:31 – 12:36	12:37 – 12:42
M r jumu ilgums	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min
Att lums no trokš a avota	30 m	15 m	0 m	0 m	15 m	30 m
Automaš nu skaits	101	104	112	100	86	118
Vieglo automaš nu skaits	98	100	105	98	82	115
Smago automaš nu skaits	3	4 (2 autobusi)	4	2	4	3
Transporta pl sma	Vienm r ga ar neliēliem dažu sekunžu p rtraukumiem					
MIN, dBA	44.3	48.1	57.1	55.8	48.5	46.3
MAX, dBA	63.2	70.5	90.4	87.4	72.6	62.8
VID, dBA	53.1	61.7	72.3	72.1	60.4	55.1
Meteorolo iskie apst k i / citi nov rojumi	+12 ° C, saulains; v jš: DA 4 m/s; Relat vais gaisa mitrums 85%; asfalts sauss					
2013. gada pavasar veikto m r jumu rezult ti (br vdiēna – diēna)						
M r jumu punkts	4.			5.		
Laiks	12:06 – 12:11			12:12 – 12:17		
M r jumu ilgums	5 min			5 min		
Att lums no trokš a avota	30 m			15 m		
Automaš nu skaits	69			59		
Vieglo automaš nu skaits	69			56		
Smago automaš nu skaits	0			3		
Transporta pl sma	Vienm r ga, ar siem p ris sekunžu p rtraukumiem					
MIN, dBA	48.3			45.9		
MAX, dBA	66.3			72.1		
VID, dBA	58.9			60.6		
Meteorolo iskie apst k i / citi nov rojumi	+2 ° C, saulains; v jš: D 3-4 m/s; neliēls m ko u daudzums; relat vais gaisa mitrums 85%; asfalts sauss					

### Trokš a l me a m r jumu rezult ti br vdiēnai vakara periodam 2015.gad un 2013.gad

(ar sarkanu kr su atz m ti augst kie trokš a l me i un liel kais transportl dzeku skaits,

ar za u – zem kie trokš a l me i un maz kais transportl dzeku skaits)

Datums	2015. gada 3. maijs (br vdiēna - vakars)		
M r jumu punkts	4.	5.	6.
Laiks	19:44 – 19:49	19:50 – 19:55	19:56 – 20:01
M r jumu ilgums	5 min	5 min	5 min
Att lums no trokš a avota	30 m	15 m	0 m
Automaš nu skaits	93	91	115
Vieglo automaš nu skaits	88	87	112
Smago automaš nu skaits	5	4	3
Transporta pl sma	Vienm r ga ar nelieliem dažu sekunžu p rtraukumiem		
MIN, dBA	47.1	52.3	53.7
MAX, dBA	66.8	76.4	90.5
VID, dBA	54.5	62.6	72.4
Meteorolo iskie apst ki / citi nov rojumi	+15° C, apm cies; v jš: DA 3 m/s; Relat vais gaisa mitrums 85%; asfalts sauss		
2013. gada pavasar veikto m r jumu rezult ti (br vdiēna - vakars)			
M r jumu punkts	4.	5.	
Laiks	21:00 – 21:05	21:06 – 21:11	
M r jumu ilgums	5 min	5 min	
Att lums no trokš a avota	30 m	15 m	
Automaš nu skaits	59	43	
Vieglo automaš nu skaits	56	41	
Smago automaš nu skaits	3	2	
Transporta pl sma	Vienm r ga, ar p ris sekunžu p rtraukumiem		
MIN, dBA	45.9	46.9	
MAX, dBA	69.0	73.0	
VID, dBA	58.2	58.4	
Meteorolo iskie apst ki / citi nov rojumi	-2° C, saulains; v jš: DR 5 m/s; neliels m ko u daudzums; migla; relat vais gaisa mitrums 85%; asfalts mitrs		

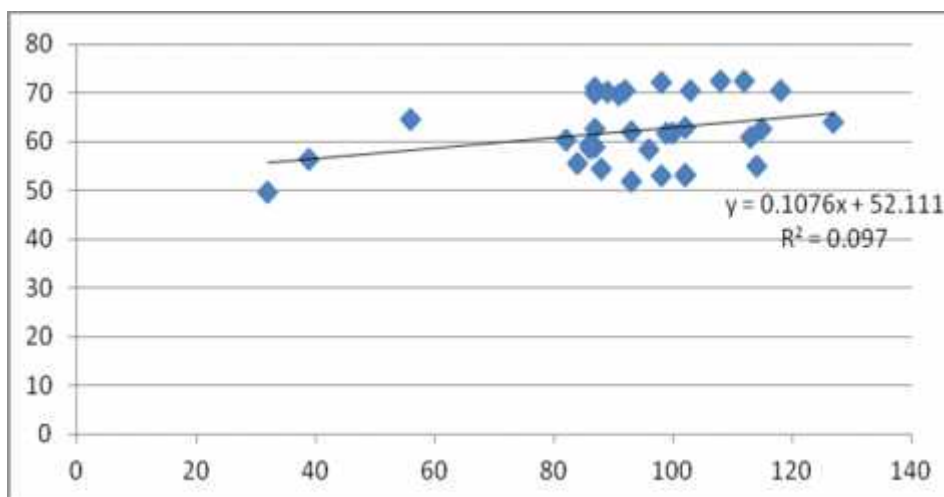
## Trokš a l me a m r jumu rezult ti darbadienai nakts periodam 2015.gad un 2013.gad

(ar sarkanu kr su atz m ti augst kie trokš a l me i un liel kais transportl dzeku skaits,

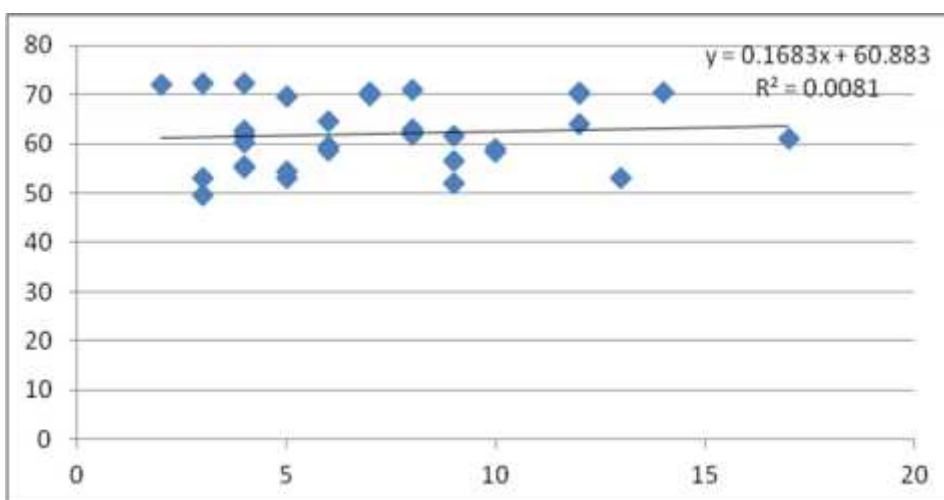
ar za u – zem kie trokš a l me i un maz kais transportl dzeku skaits)

Datums	2015. gada 13. maijs (darbadiena - nakts)		
<b>M r jumu punkts</b>	<b>4.</b>	<b>5.</b>	<b>6.</b>
<b>Laiks</b>	23:22 – 23:32	23:11 – 23:21	23:00 – 23:10
<b>M r jumu ilgums</b>	10 min	10 min	10 min
<b>Att lums no trokš a avota</b>	30 m	15 m	0 m
<b>Automaš nu skaits</b>	35 18 auto/5min	48 24 auto/5min	62 31 auto/5min
<b>Vieglo automaš nu skaits</b>	32 16 auto/5min	39 20 auto/5min	55 28 auto/5min
<b>Smago automaš nu skaits</b>	3 2 auto/5min	5 + 4 autobusi 10 auto/5min	6 + 1 autobuss 4 auto/5min
<b>Transporta pl sma</b>	Nevienm r ga, ar vair kiem 10-60 sekunžu p rtraukumiem	Diezgan vienm r ga, ar vair kiem p ris sekunžu p rtraukumiem	Diezgan vienm r ga ar vienu 20 sekunžu ilgu p rtraukumu
<b>MIN, dBA</b>	39.0	45.6	46
<b>MAX, dBA</b>	71.4	73.9	89.4
<b>VID, dBA</b>	49.7	56.5	64.5
<b>Meteorolo iskie apst k i / citi nov rojumi</b>	+10° C; v jš: DR 7 m/s, br zm s l dz 11 m/s; da ji apm cies; relat vais gaisa mitrums 85%; asfalts sauss		
2013. gada pavasar veikto m r jumu rezult ti (darbadiena - nakts)			
<b>M r jumu punkts</b>	<b>4.</b>	<b>5.</b>	
<b>Laiks</b>	23:47 – 00:02	00:03 – 00:18	
<b>M r jumu ilgums</b>	15 min	15 min	
<b>Att lums no trokš a avota</b>	30 m	15 m	
<b>Automaš nu skaits</b>	34 11 auto/5min	20 7 auto/5min	
<b>Vieglo automaš nu skaits</b>	26 9 auto/5min	15 5 auto/5min	
<b>Smago automaš nu skaits</b>	8 3 auto/5min	5 2 auto/5min	
<b>Transporta pl sma</b>	Nevienm r ga, ar vair k k 30 sekunžu gariem p rtraukumiem		
<b>MIN, dBA</b>	38.2	37.2	
<b>MAX, dBA</b>	68.7	71.0	
<b>VID, dBA</b>	51.1	50.5	
<b>Meteorolo iskie apst k i / citi nov rojumi</b>	+7° C; DR v jš 4 m/s, br zm s l dz 12 m/s; apm cies; Relat vais mitrums 85%; sauss asfalts		

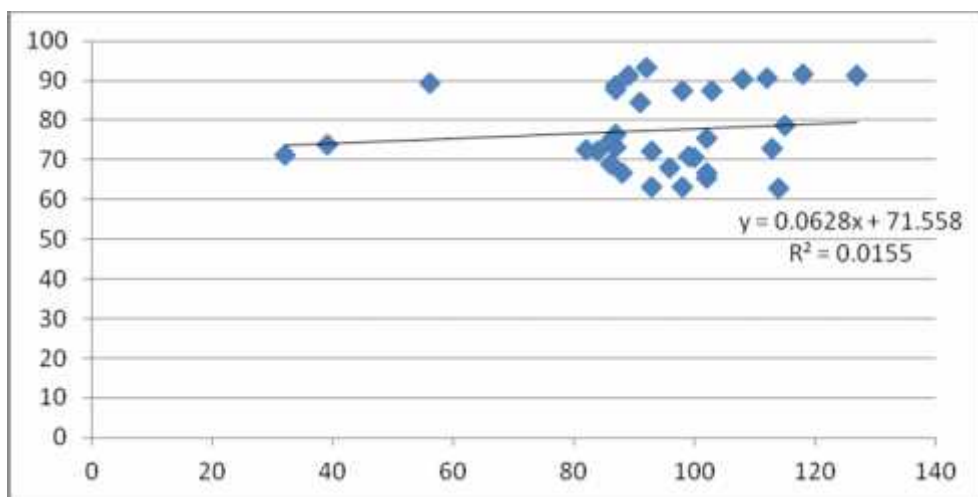
**Grafiki, kas parāda korelāciju starp reālajiem trokšņu līmeņiem un automašīnu skaitu**



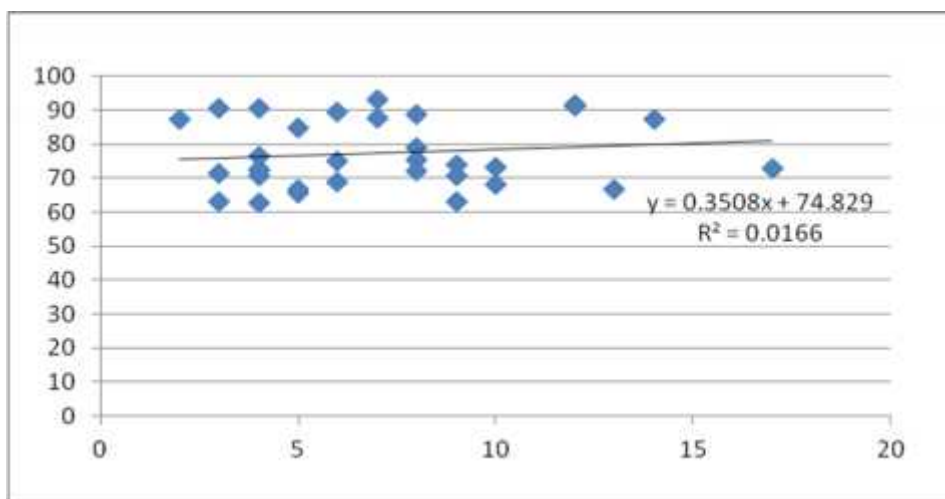
**Vidējais trokšņu līmenis un vieglo automašīnu skaits, visos veiktajos mērījumos**



**Vidējais trokšņu līmenis un smago automašīnu skaits, visos veiktajos mērījumos**

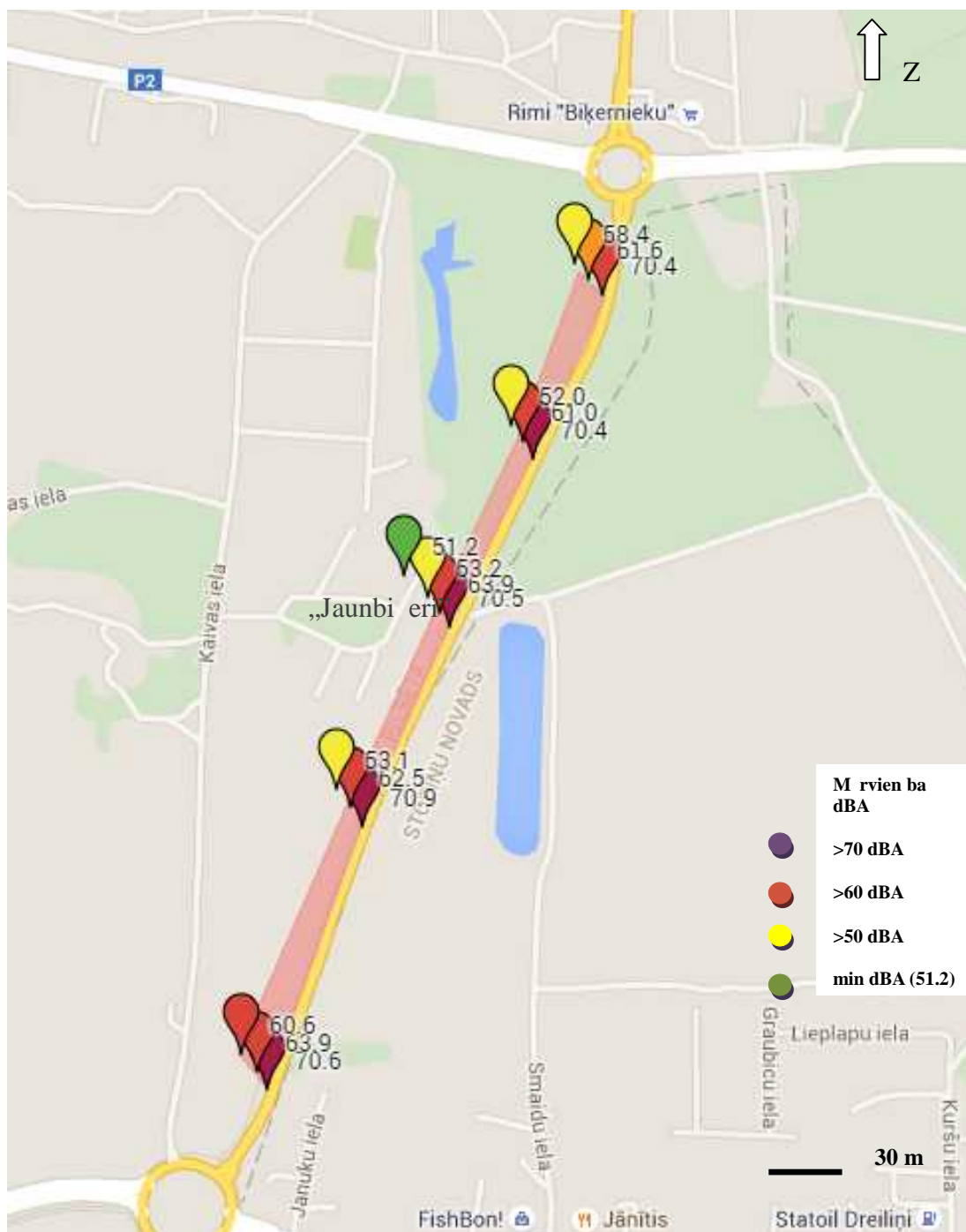


Maksim lais trokš a l menis un vieglo automaš nu skaits, visos veiktajos m r jumos



Maksim lais trokš a l menis un smago automaš nu skaits, visos veiktajos m r jumos

## Teritorijas trokšņa izplatības kartē



## Trokšņa izplatības kartē teritorijā, dienas periodā

(sagatavots izmantojot GoogleMaps, bez datiem)

(tumši violetie un sarkanie punkti ir mērījumu punkti, kuros trokšņa līmenis pārsniedz MK noteikumos

Nr. 16, 2004 noteiktās dienas perioda trokšņa robežvērtības;

ar sarkano laukumu iezīmētā teritorija, kur dienas laikā tiek pārsniegtas MK noteikumos Nr. 16,

2004 noteiktās trokšņa robežvērtības)