

2025. g. 3. marts.

**Vēja ģeneratoru darbības infraskaņas
izplatīšanās prognozes pārskats.
(Limbažu novads)**



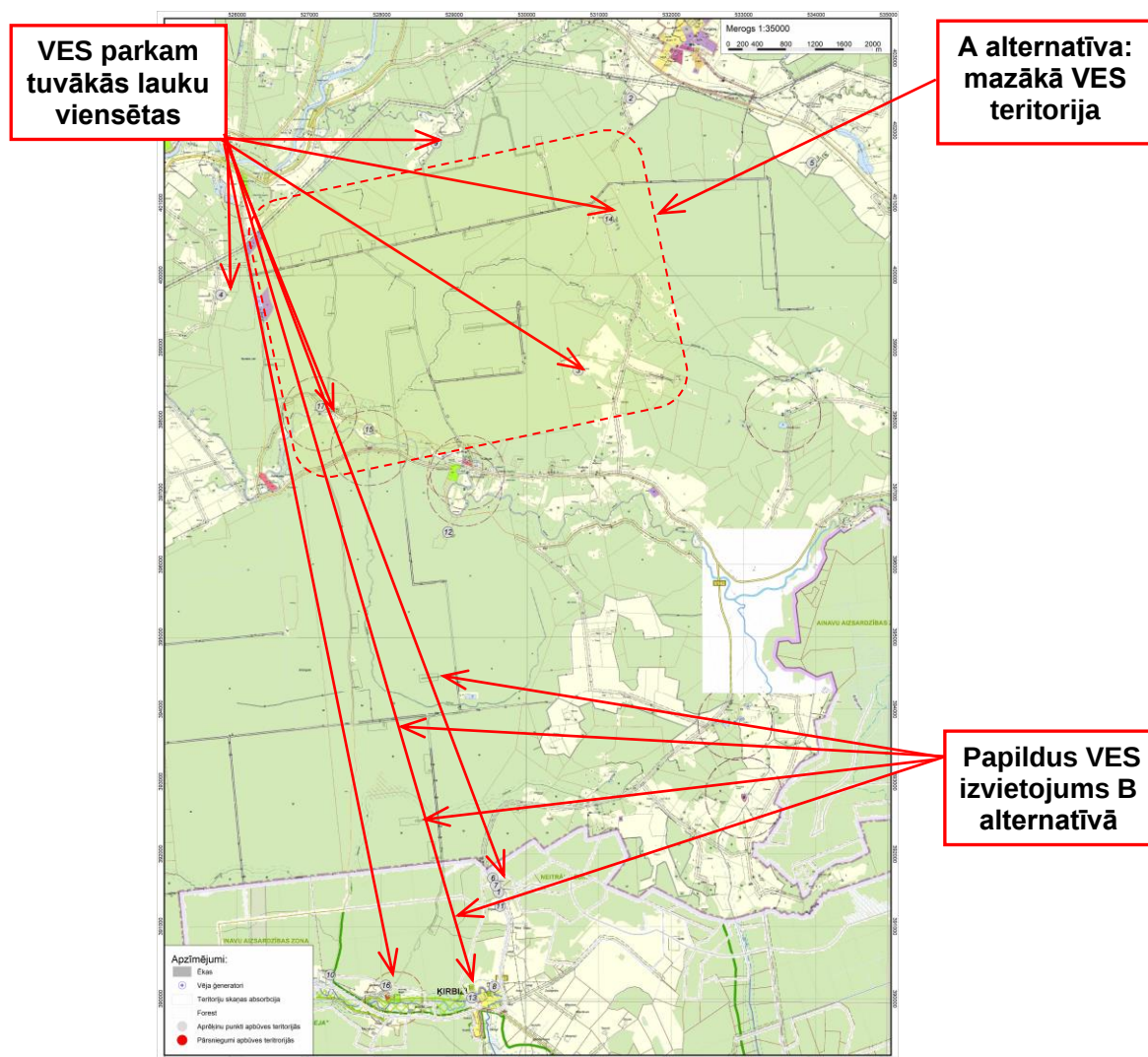
RĪGĀ – 2025

Proгноzes mērķis.

Novērtēt VES parka "Limbaži" darbības radītās infraskaņas izplatīšanos apkārtējā vidē un novērtēt infraskaņas līmeņus pārrobežu ietekmes novērtēšanai atbilstoši Igaunijas Sociālo lietu ministra 2002.gada 4.marta noteikumiem Nr.42 "Standarta trokšņa līmeņi dzīvojamās un atpūtas zonās, dzīvojamās un koplietošanas ēkās un trokšņa līmeņa mērīšanas metodes": to 1. pielikuma "Zemas frekvences trokšņa novērtējums" 1. tabulai "Ieteicamie skaņas spiediena līmeņi, lai novērtētu zemfrekvences trokšņa traucējumus dzīvojamās telpās un guļamtelpās un tām līdzvērtīgās telpās naktī" attiecībā uz infraskaņas diapazonu – līdz 20 Hz, un Igaunijas Sociālo lietu ministra 2002. gada 6. maija noteikumiem Nr.75 "Ultraskaņas un infraskaņas skaņas spiediena līmeņu ierobežojumi un ultraskaņas un infraskaņas skaņas spiediena līmeņu mērīšana": to 4. paragrāfam (skat. Pielikumu I).

Vērtēts VES parka izvietojuma maksimālais variants ar 20 VES.

No Pasūtītāja piedāvātajiem trim VES modeļiem tika izvēlēts viens, skaļākais visos vēja ātrumos, Nordex 175-6.8, staba augstumi saskaņā ar VES izvietojuma variantiem, rotora diametrs visiem ir vienāds: 200 m. VES un tuvējo viensētu aptuvenu izvietojumu skat. Att. 1.



Att. 1. Kopējais VES izvietojums.

Infraskaņas avotu un metodikas raksturojums.

Infraskaņas prognozē un rezultātu izvērtēšanā tiek ņemta vērā infraskaņas emisija no vēja ģeneratoru darbības, VES izvietojums teritorijā un dati, kas raksturo vēja ģeneratoru darbības radītās infraskaņas emisijas līmeni atkarībā no vēja ātruma, kopā ar meteoroloģisko informāciju par pētāmo apgabalu, un Pasūtītāja sniegtā informācija.

No Pasūtītāja piedāvātajiem trim VES modeļiem modelēšanai tika izraudzīts VES modelis (Nordex 175-6.8), kam trokšņa jaudas līmenis ir maz atkarīgs no vēja ātruma, skat. tabulu zemāk, ņemot vērā, ka vidēji statistiski vēja ātrums 3-8 m/s (kad šis modelis ir visšķaļākais, turklāt būtiski) sagaidāms 50% gadījumu, kamēr lielāks vēja ātrums (kad citi modeļi kļūst skaļāki, turklāt nebūtiski) sagaidāms tikai 42% gadījumu (skat. Tab.2).

Vēja ātrums, m/s VES modelis	3	4	5	6	7	8	9	>10
Vestas V172-7.2 dB	97,8	97,8	98,4	101,8	105,4	108,8	110,1	110,1
Nordex 175-6.8 dB	98,2	102,4	107,3	108,9	108,9	108,9	108,9	108,9
Nordex 163-6.8 dB	97,5	97,5	97,5	100,8	100,8	105,7	109,2	109,2

VES darbības procesa radītais infraskaņas līmenis tiek novērtēts tuvākajās dzīvojamās apbūves teritorijās.

VES infraskaņas līmenis modelēts visam kalendārajam gadam plānotajam VES maksimālajam izvietojumam (B alternatīva), ievērojot valdošo vēja virzienu, ātrumu un ar to saistīto VES trokšņa jaudu, ar diennakts vidējiem vēja ātrumiem, kuriem nav statistiski vērā ņemamu atšķirību dienas, vakara un nakts periodā, iegūstot trokšņa kartes, kas attēlo pastāvīgo infraskaņas līmeni visos diennakts periodos, un izvērtējot atbilstoši Igaunijas sociālo lietu ministra 2002.gada 4.marta noteikumu Nr.42 "Standarta trokšņa līmeņi dzīvojamās un atpūtas zonās, dzīvojamās un koplietošanas ēkās un trokšņa līmeņa mērīšanas metodes" 1. pielikuma "Zemas frekvences trokšņa novērtējums" 1. tabulas "Ieteicamie skaņas spiediena līmeņi, lai novērtētu zemfrekvences trokšņa traucējumus dzīvojamās telpās un guļamtelpās un tām līdzvērtīgās telpās naktī" robežlielumiem infraskaņas diapazonā: līdz 20 Hz (skat. Pielikumu 1).

Infraskaņas izplatīšanās modelēšana tiek veikta, darbojoties 20 VES: B variants. VES mastu un rotoru augstumi saskaņā ar Pielikumu 3.

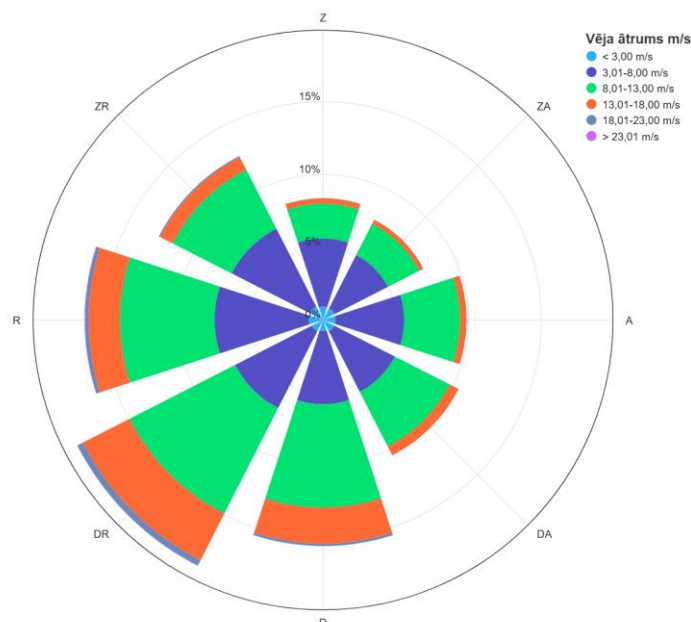
Vidējā gada meteoroloģiskie dati tiek aprēķināti, izmantojot LR MK noteikumus Nr.432 „Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 003-19 "Būvklīmatoloģija". Infraskaņas rādītāji aprēķināti kā ilgtermiņa, pie sekojošiem vidēja gada meteoroloģiskiem apstākļiem teritorijā, $t = 5,9^{\circ}\text{C}$, relatīvais gaisa mitrums 81%, vēja ātrums 200m augstumā – 7,1 m/s (Pasūtītāja

sniegtā informācijaⁱ), dienu skaits, kad VES nedarbojas: 28. Tālāk doti izejas dati par vēja ātrumu, virzienu un vēja ātruma sadalījumu pa virzieniem.

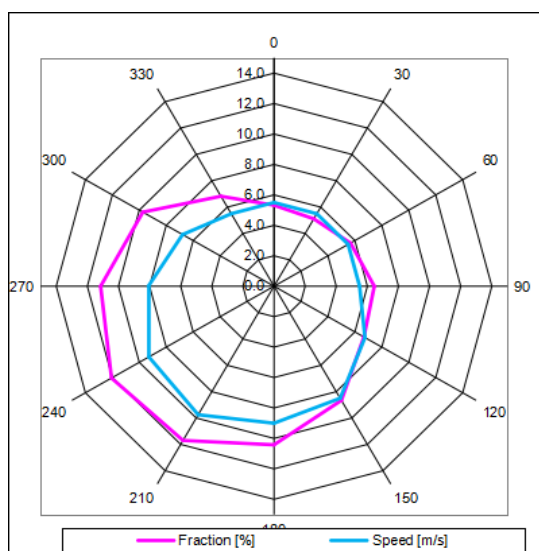
Ilgtermiņa vēja ātruma dati diennakts periodos, 200 m augstumā..

Diennakts periods	7.00 - 19.00	19.00 - 23.00	23.00 - 7.00
Ilggadīgais vidējais vēja ātrums 200 metru augstumā, m/s	7,1	7,1	7,1
Ilggadīgais periods, dienas, iekārta nedarbojas.	28	28	28

Vēja virziena atkārtošanās biežuma diagramma (vēja roze) ar vēja ātruma sadalījumu katram virziena segmentam



Vēja virziena atkārtošanās biežuma tabula ar vēja ātruma sadalījumu katram virzienam.



ⁱ Izmantoti ERA5 piektās paaudzes ECMWF globālā klimata atmosfēras reanalīzes dati par 2013. - 2023. gada periodu: kopā 95304 vēja mērījumu ar pārrēķinu 200 m augstumā ieraksti (WindPRO Meteo Data Export version 7, Ģeogrāfiskās koordinātes (WGS84): garums 26.000000, platums 57.750000, Vietējās koordinātes: (LKS92) Y: 619030,26 X: 402634,28)

Infraskaņas avotu modelēšanas ievades dati attēloti Pielikumā 4, un elektroniski pārskatam ir pievienoti infraskaņas līmeņa kartēšanas rezultāti, modelēšanas ievaddati un RUN faili.

Vēja virziena atkārtošanās biežuma tabula ar vēja ātruma sadalījumu katram virzienam.

Vēja virziens/ ātrums	Z	ZA	A	DA	D	DR	R	ZR	Kopējais pēc ātruma
Līdz 3,00 m/s	0,90	0,90	0,86	0,86	0,77	0,86	1,00	1,00	7
3,01-8,00 m/s	4,60	4,10	4,70	4,70	4,70	5,90	6,50	6,00	41
8,01-13,00 m/s	2,40	2,40	3,80	4,20	7,10	8,10	6,50	4,50	39
13,01-18,00 m/s	0,37	0,31	0,44	0,68	2,50	3,60	2,20	0,98	11
18,01-23,00 m/s	0,02	0,00	0,01	0,00	0,17	0,41	0,25	0,09	1
23,01-bezgalība	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0

VES iekārtu trokšņa raksturojošie parametri.

Objekta identifikācija	Pielietotais VES iekārtu skaits, gb.	VES rotora diametrs-200 m. VES kopējais augstums.	Trokšņa avota darbības laiks	LwA, dBA MAX
Vēja ģenerators Nordex 175-6.8, A variants	12	Skat pielikumu Nr. 3	nepastāvīgs	108,9
Vēja ģenerators Nordex 175-6.8, B variant	20	Skat pielikumu Nr. 3	nepastāvīgs	108,9

Modelētā vēja ģenerators trokšņa jaudas atkarība no vēja ātruma.

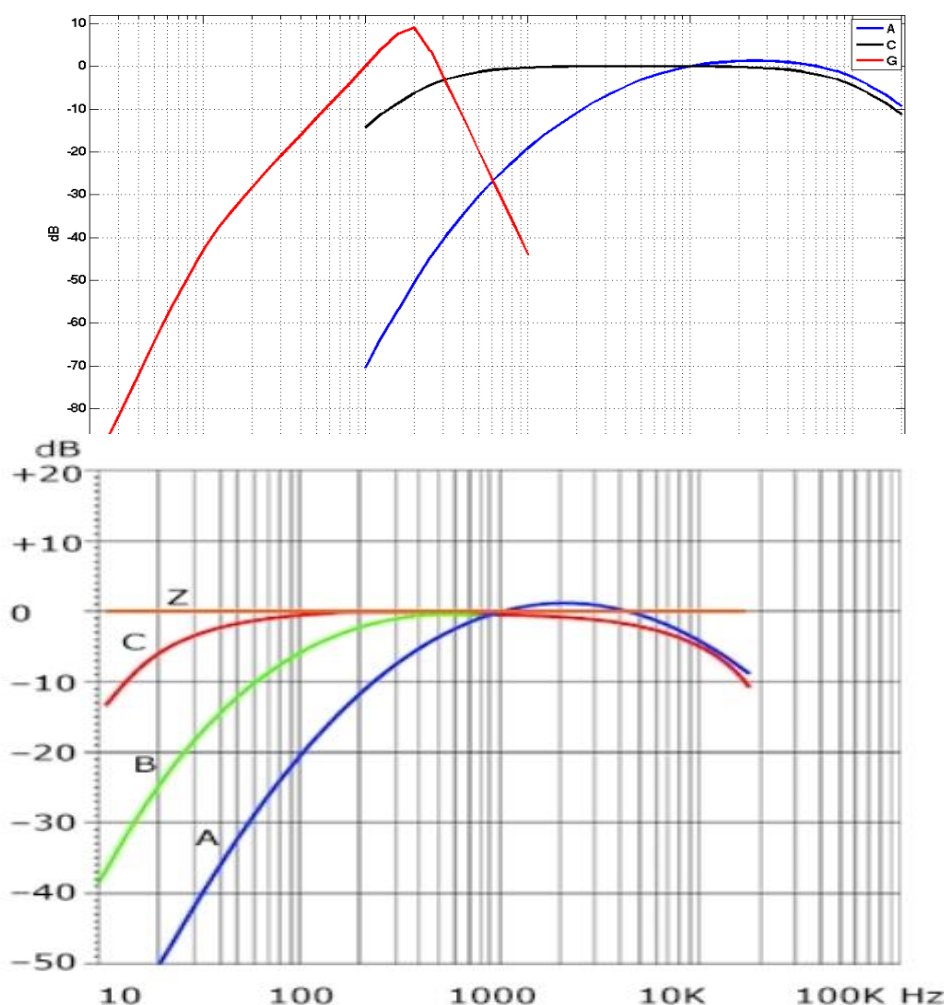
Nordex 175-6.8	
Vēja ātrums	Trokšņa jauda
m/s	LwA, dB
3	98,2
4	102,4
5	107,3
6	108,9
7	108,9
8	108,9
9	108,9
>10	108,9

Modelētā vēja ģenerators trokšņa spektrs.

No.	Element name	Unit	8 Hz	16 Hz	31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz	8k Hz	Sum
8	LdLvLna_Nordex_175_68_1_3okt	dB(A)/ Lw/unit	34,6 41,4 47,4	53,1 58,9 63,8	68,6 73,0 77,3	80,9 84,3 87,5	90,1 92,4 94,5	96,2 97,5 98,5	99,1 99,4 99,3	98,9 98,2 97,1	95,6 93,8 91,8	89,3 86,3 83,3	79,7 75,7 71,6	108,9

VES darbības radītā infraskaņas novērtēšana veikta, izmantojot trokšņa līmeņa G izsvarošanas filtru, skat. filtru līknes zemāk. Infraskaņas izplatīšanās modelēta ar trīsdimensiju trokšņa izplatīšanās prognozes licencētu datorprogrammu „SoundPLAN 9.1”, Braunstein+Berndt GmbH / SoundPLAN LLC, 2023. g. novembra aktualizāciju (SIA „R&D Akustika” licences līguma doc. Nr.ID1038/05 no 18.09.2005, lietotāja Nr.10578 HL4496), kura nodrošina infraskaņas rādītāju aprēķināšanu ar datorprogrammā iestrādāto starptautiski aprobēto metodi (licences turētāja un modelēšanas veicēja: SIA “R&D Akustika”). Analogiski kā tiek veikta trokšņa spektra dBA izsvarošana, tiek veikta arī trokšņa dBG izsvarošana. Zemāk trokšņa līmeņa pavājinājuma līknes atkarībā no frekvences un izvēlēta izsvarošanas veida (A,C,G, Z - nesvērtā), kas nosaka izvēlēta izsvarošanas trokšņa līmeni, skat grafikus zemāk.

A,C,G weighting



Infraskaņas aprēķinu rezultāti.

Latvijā nav normatīvo aktu, kas reglamentētu infraskaņas līmeni ne vidē, ne telpās. Igaunijas Republikas sociālo lietu ministra 2002.gada 4.marta noteikumi Nr.42 nosaka infraskaņas diapazonā ieteicamos skaņas spiediena līmeņus (līmeņus, ko ieteicams nepārsniegt) dzīvojamās naktī 71-95 dB (atkarībā no frekvences) un Igaunijas Sociālo lietu ministra 2002. gada 6. maija noteikumi Nr.75 "Ultraskaņas un infraskaņas skaņas spiediena līmeņu ierobežojumi un ultraskaņas un infraskaņas skaņas spiediena līmeņu mērīšana" nosaka infraskaņas G svērtā līmeņa robežvērtību telpās $L_{pG,eq,T}$: 85 dB(G). Modelēšanas rezultāti rāda, ka Limbažu VES radītais infraskaņas līmenis ārtelpā pat 800 m attālumā no VES (MK 2013. gada 30. aprīļa noteikumos Nr.240 "Vispārīgie teritorijas plānošanas, izmantošanas un apbūves noteikumi" noteiktais minimālais VES attālums no dzīvojamās ēkas) sasniedz tikai ~63 dBG. Līdz ar to nav nevienas dzīvojamās mājas ap Limbažu VES parku, pie kuras pat ārtelpā varētu tikt pārsniegti Igaunijas infraskaņas robežlielumi iekštelpām. Attiecīgi nav iespējami šo Igaunijas robežlielumu pārsniegumi dzīvojamajā apbūvē telpās naktī Igaunijas Republikas teritorijā.

Pielikums 1.**Igaunijas Republikas Sociālo lietu ministra 2002.gada 4.marta noteikumu Nr.42**

1.pielikums. Zemas frekvences trokšņa novērtējums. Ieteicamie skaņas spiediena līmeņi zemfrekvences trokšņa traucējumu novērtēšanai dzīvojamo ēku dzīvojamās un guļamtelpās un tām līdzvērtīgās telpās nakts laikāⁱⁱ (izvilkums tikai infraskaņas diapazonā).

1/3 oktāvas joslas centrālā frekvence, Hz	Skaņas spiediena līmenis $L_{p,eq}$, dB
10	95
12.5	87
16	79
20	71

Igaunijas nacionālie infraskaņas trokšņu līmeņa standarti ir noteikti Sociālo lietu ministra 2002. gada 6. maija noteikumos Nr.75 "Ultraskaņas un infraskaņas skaņas spiediena līmeņu ierobežojumi un ultraskaņas un infraskaņas skaņas spiediena līmeņu mērīšana". Infraskaņas robežvērtības ir norādītas 4. paragrāfā:

"Infraskaņas skaņas spiediena līmeņa robežvērtība

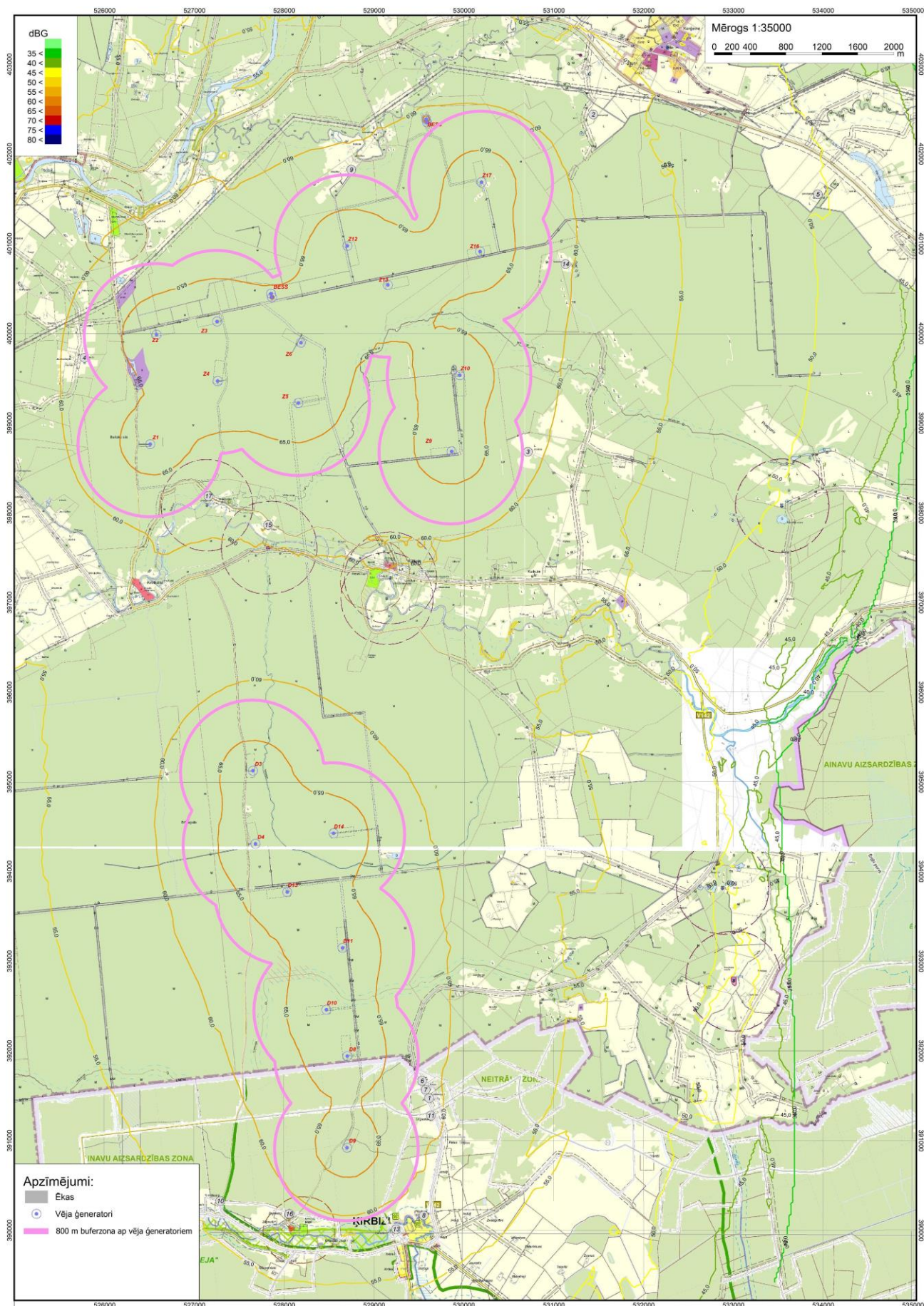
Pastāvīga līmeņa infraskaņas G svērtā skaņas spiediena līmeņa L_{pG} vai mainīga līmeņa infraskaņas G svērtā skaņas spiediena līmeņa $L_{pG,eq,T}$ ir 85 dB(G)."

Igaunijā nav robežvērtību vai ieteikumu āra (vides) zemfrekvences vai infraskaņas troksnim.

ⁱⁱ https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1291/2202/0047/myra_tabel.pdf#

Pielikums 2.

Limbažu VES parka infraskaņas izplatības karte



Pielikums 3.
Modelētais Limbažu VES parka alternatīvais variants.

Nr.p.k.	VES objekta nosaukums	A alternatīva	A' alternatīva	B alternatīva	B' alternatīva
1	D3			300	
2	D4			300	
3	D8			250	
4	D9			250	
5	D10			300	
6	D11			300	
7	D13			300	
8	D14			300	
9	Z1			300	
10	Z2			300	
11	Z3			300	
12	Z4			300	
13	Z5			300	
14	Z6			300	
16	Z9			250	
17	Z10			300	
19	Z12			300	
20	Z13			300	
21	Z16			300	
22	Z17			250	
Skaits kopā				20	

**Pielikums 4.****Limbažu VES parka infraskaņas modelēšanas ievades dati.**

Description:

3_B_Var_Veja Generat Uztv Limbazi

Run description

Calculation type: Single Point Sound

Title: punkti_dBG

Calculation group Runfile1.runx

Run file: RunFile.runx

Result number: 8

Local calculation (ThreadCount=32)

Calculation start: 10.02.2025 11:51:09

Calculation end: 10.02.2025 11:51:17

Calculation time: 00:00:289 [m:s:ms]

No. of points: 16

No. of calculated points: 16

Kernel version: SoundPLANnoise 9.1 (06.02.2025) - 64 bit

Run parameters

Reflection order: 0

Maximum reflection distance to receiver 200 m

Maximum reflection distance to source 50 m

Search radius 5000 m

Weighting: dB(G)

Allowed tolerance (per individual source): 0,100 dB

Create ground effect areas from road surfaces: Yes

Treat roads as terrain following: No

Standards:

Industry: CNOSSOS-EU: 2021/2015

Air absorption: ISO 9613-1

Limitation of screening loss:

single/multiple 20,0 dB /25,0 dB

Side diffraction: enabled

Environment:

Air pressure 1013,3 mbar

rel. humidity 81,0 %

Temperature 5,9 °C

Favorable / homogeneous percentages according to table:

Limbazi_2023

Dissection parameters:

Distance to diameter factor 8

Minimal distance 1 m

Max. difference ground effect + diffraction 1,0 dB

Max. number of iterations 4

Attenuation

Foliage: User defined

Built-up area: User defined

Industrial site: User defined

Assessment: Latvija_2023_016_Ldvn_VES

Reflection of "own" facade is suppressed

Reflections of objects from "own" property is suppressed

Geometry data

Situation1.sit 18.10.2024 15:30:24

- contains:

2_B_Var_VES_Novem_2024_Avoti_Limb_OK.geo 18.10.2024 11:04:26

ABS.geo 27.12.2023 16:26:28

B_Var_DatiLinijLaukum_Nov_2024.geo 18.10.2024 09:27:42

BESS.geo 18.10.2024 15:30:24

Ekas_Limbazi.geo 17.10.2024 18:14:38

Kadastra_Robez_VKI.geo 17.10.2024 18:14:38

Uztverej_Limbazi.geo 18.10.2024 15:27:22

Vegetacija.geo 07.11.2023 10:57:48

RDGM0001.dgm 27.12.2023 10:52:38

