



LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU
FAKULTĀTE

Raiņa bulv. 19, Rīga LV-1004

tel.: +371 67033914

e-mail: zeme@lanet.lv

TROKŠŅA IZPLATĪBAS NOVĒRTĒJUMS
PROGNOZĒTĀS SAIMNIECISKĀS DARBĪBAS
REZULTĀTĀ
ATKRITUMU POLIGONĀ “ĶĪVĪTES”
DIENVIDKURZEMES NOVADĀ, GROBIŅAS
PAGASTĀ

Rīga, 2022



LATVIJAS UNIVERSITĀTE
GEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU
FAKULTĀTE

Raiņa bulv. 19, Rīga LV-1004

tel.: +371 67033914

e-mail: zeme@lanet.lv

TROKŠŅA IZPLATĪBAS NOVĒRTĒJUMS
PROGNOZĒTĀS SAIMNIECISKĀS DARBĪBAS
REZULTĀTĀ
ATKRITUMU POLIGONĀ “ĶĪVĪTES”
DIENVIDKURZEMES NOVADĀ, GROBIŅAS
PAGASTĀ

LU ĢZZF Videz zinātnes nodaļa
Lietišķās vides zinātnes katedra
Asociētā profesore
Iveta Šteinberga

Jelgavas iela 1, Rīga, LATVIJA
iveta.steinberga@lu.lv
+371 26467809

Rīga, 2022

Ievads

Saskaņā ar pakalpojuma īstenošanā plānotajām aktivitātēm, pakalpojuma realizācijas gaitā īstenoti šādi darbi:

- a) Trokšņa līmeņa aprēķinu modeļa izstrāde.
- b) Nepieciešamo ievades datu sagatavošana modelēšanas veikšanai.
- c) Trokšņa izplatības modeļu izstrāde atsevišķu iekārtu darbības rezultātā un summārā trokšņa līmeņa novērtējums.

Aprēķini veikti atbilstoši Latvijā noteiktai likumdošanai, prasības iekļautas šādos dokumentos:

- LVS ISO 9613-2. Akustika. Skaņas vājinājums, tai izplatoties apkārtējā vidē. 2. daļa: Vispārējā aprēķinu metode.
- MK Noteikumi Nr. 16-7.01.2014. Trokšņa novērtēšanas un pārvaldības kārtība.
- MK Noteikumi Nr.432- 17.09.2019. "Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 003-19 "Būvklimatoloģija"".

Aprēķiniem un rezultātu reprezentācijai izmantotas šādas programmas: MsExcel, ArcGIS.

Atskaite sagatavota elektroniski.

Objekts: Liepājas RAS - sadzīves atkritumu apglabāšanas krātuve "Ķīvītes", Grobiņas pagasts, Dienvidkurzemes novads.

Saturs

1.	TROKŠŅA AVOTU RAKSTUROJUMS	5
2.	TROKŠŅA LĪMEŅA MODELĒŠANA.....	11
2.1.	Vispārīgs raksturojums	11
2.2.	Matemātiskais pamatojums.....	12
3.	NORMATĪVI.....	18
4.	IEGŪTIE REZULTĀTI UN VIZUALIZĀCIJA	20
5.	TROKŠŅA LĪMENIS TUVĀKO DZĪVOJAMO MĀJU APKĀRTNĒ	30
6.	SECINĀJUMI - KOPSAVILKUMS	33
7.	IZMANTOTIE AVOTI.....	34
	PIELIKUMS. IEVADES PARAMETRI TROKŠŅA IZKLIEDES MODELĪ	35

1. TROKŠŅA AVOTU RAKSTUROJUMS

SIA Liepājas RAS teritorijā izvietoti vairāki trokšņa avoti, daļa no teritorijas iznomāta. Detalizēts trokšņa piesārņojuma avotu raksturojums sniegts turpmāk, bet vērtējot kopējās potenciālās izmaiņas, ņemti vērā arī apkārtnē esošie piesārņojuma avoti, - vēja ģeneratori, transporta satiksme.



1. attēls. Poligona izvietojuma karte (kartes pamatne – Google Maps, 2022)

2. attēlā redzami gan esošie avoti/aktivitātes, gan plānotie, piemēram, Fermentācijas rūpnīca (avots Nr. 23), kuru plānots ekspluatēt tikai 2024. gadā, lai nodrošinātu bioloģisko atkritumu pārstrādi.



2. attēls. Detalizēts Liepājas RAS poligonā esošo ražotņu izvietojums (avots – Liepājas RAS informācija, 2022)

Atbilstoši SIA “Liepājas RAS” sniegtajai informācijai, par potenciāliem trokšņa objektiem apkārtnē uzskatāmi:

- RAS “Ķīvītes” teritorijā izvietotā Eko Kurzeme šķirošanas rūpnīca “Skudras” (kartē Nr. 22A); saskaņā ar izsniegto B kategorijas piesārņojošās darbības atļauju Nr. LI14IA0006 šķirošanas rūpnīcas radītais troksnis ir maznozīmīgs. Izsniegtajā atļaujā teikts, ka *“Trokšņa robežlielumu pārsniegumu gadījumos vai, ja saņemtas iedzīvotāju sūdzības par traucējošiem trokšņiem, operatoram jāreģistrē saņemtās sūdzības, jānoskaidro trokšņa rašanās cēlonis un operatīvi jāveic pasākumi šī cēloņa likvidēšanai Robežlielumu pārsniegumu gadījumos informēt Liepājas RVP par trokšņa samazināšanas pasākumiem un to rezultātiem”*.
- Vēja ģeneratoru parks “Grobiņa”, kura ietekmes un radītā trokšņa līmenis uzskatāms kā nebūtisks. Šajā parkā uzstādīti 33 ģeneratori, katra jauda 0,6 MW, bet kopējā jauda 18,8 MW (vēja ātrums 13 m/s). Lai arī detalizēta informācija nav pieejama, indikatīvus un salīdzināmus rādītājus iespējams iegūt izmantojot vēja ģeneratoru parka “Laflora” (Līvberzes pag.) IVN rezultātus. Šajā IVN apskatīti vairāki alternatīvie vēju parka izbūves varianti, plānotās ģeneratoru jaudas ir divas un vairāk reizes augstākas par šo “Grobiņas” vēju parku, kas ļauj apgalvot, ka sagaidāmā ietekme noteikti nebūs lielāka. “Laflora” vēja parka IVN rezultāti liecina, ka aptuveni 650-700 m attālumā no katra ģeneratora trokšņa līmenis uzskatāms par nenožīmīgu (mazāks par 35 dB(A)); tuvākais

ģenerators izvietots aptuveni 50 m attālumā (Dienvidos) no uzņēmuma teritorijas, un pēc analogijas, saskaņā ar “Laflora” IVN, šajā attālumā ģenerators radītais trokšņa līmenis ir 45-49 dB(A); otrs tuvākais ģenerators izvietots aptuveni 320 m attālumā, tā radītais trokšņa līmenis šādā attālumā nepārsniedz 40 dB(A). Citu, tālāk izvietotu, ģeneratoru ietekme vērtējama kā nebūtiska, jo tie izvietoti vismaz 600 m attālumā no uzņēmuma teritorijas.

- Koģenerācijas iekārta (kartē – 14) TEDOM Quanto D550 SP CON – darbojas nepārtrauktā režīmā – 65 dB(A).
- Smagais autotransports (atkritumu vedēji) – 70 transporta vienības dienas laikā (katra automašīna poligonā pavada aptuveni 20 min.), 3 automašīnas vakara laikā (19:00-23:00).
- Vieglais autotransports (poligona klienti) – 6 transporta vienības dienas laikā (katra automašīna poligonā pavada aptuveni 15 min.), 1 automašīna vakara laikā (19:00-23:00).
- Garāmbraucošais transports – 1-2 smagās transporta vienības dažādos diennakts laikos un 2-4 vieglā transporta vienības dažādos diennakts laikos.
- Mazais frontālais iekrāvējs New Holand W60 – 108 dB, vidējā noslodze 2 h dienas laikā (7:00-19:00).
- Traktors Valtra 8150 – 109 dB, vidējā noslodze 1 h dienas laikā (7:00-19:00).
- Kravas automašīna Volvo FM9 - 105 dB, vidējā noslodze 1,5 h dienas laikā (7:00-19:00).
- Kravas automašīna Volvo FM - 105 dB, vidējā noslodze 1,5 h dienas laikā (7:00-19:00).
- Atkritumu smalcinātājs un sijātājs TANA Shark 220 – 108 dB, vidējā noslodze 0,8 h dienas laikā (7:00-19:00).
- Frontālais iekrāvējs Volvo L60E – 103 dB, vidējā noslodze 2,5 h dienas laikā (7:00-19:00).
- Buldozers New Holand D150 – 109 dB, vidējā noslodze 1 h dienas laikā (7:00-19:00).
- Artikulārais konteineravedējs Volvo A25D – 108 dB, vidējā noslodze 5,5 h dienas laikā (7:00-19:00).
- Frontālais iekrāvējs Volvo L70G – 103 dB, vidējā noslodze 4 h dienas laikā (7:00-19:00).
- Ekskavators Komatsu PW-150 – 105 dB, vidējā noslodze 3 h dienas laikā (7:00-19:00).

- Kompaktors TANA GX320 – 108 dB, vidējā noslodze 1,2 h dienas laikā (7:00-19:00).
- Reversās osmozes infiltrāta attīrīšanas iekārta (kartē – 18), saskaņā ar zinātniskām publikācijām radītais trokšņa līmenis nav lielāks par 60 dB.
- Malkas žāvēšanas konteiners – 8 konteineri, katrā no tiem 5 siltā gaisa pūtēji (56 dB) un 2 gaisa nosūcēji (65 dB). LRAS nomnieki SIA “Zibenszeļļi”. Iekārtas atrodas konteineru iekšienē (kartē – 22B), darbojas praktiski nepārtrauktā režīmā.
- Atkritumu žāvēšanas konteiners – 2 konteineri, vienā ir 4 gaisa pūtēji (katrs emitē 56 dB), otrā ir 2 gaisa pūtēji (katrs 56 dB) un viena augstākas jaudas gaisa pūtējs (trokšņa emisija 91 dB).
- Šrēderis – 116 dB, darbojas visā teritorijā laikā no 7:00-19:00.
- Trumuļsiets – 98 dB, darbojas visā teritorijā laikā no 7:00-19:00.
- Traktortehnikas vieglās frakcijas atdalītājs Windsifter – 86 dB, darbojas visā teritorijā laikā no 7:00-19:00.
- Traktortehnika – frontālais ieogrāvējs (2 gab.), darbojas visā teritorijā laikā no 7:00-19:00.
- Katalizatoru rūpnīca – 70-80 dB.

Visu trokšņa piesārņojuma avotu kopsavilkums dots 1.tabulā.

1.tabula

Avots	Trokšņa emisijas līmenis	Darbības vieta/ID numurs kartē	Darba laiks			Avots
			7:00-19:00	19:00-23:00	23:00-7:00	
Uzņēmuma teritorijā						
Šķirošanas rūpnīca “Skudras”	maznozīmīgs	22	nepārtraukts			Atļauja LI14IA0006
Koģenerācijas iekārta	65	14	nepārtraukts			Uzņēmums
Smagais autotransports (atkritumu vedēji)	80 dB(A)	1, 13, 22	70 gab * 20 min	3 gab * 20 min	-	Direktīva 97/24/EC
Vieglais autotransports (atkritumu vedēji)	70 dB(A)	2, 3, 4	6 gab * 15 min	1 gab * 15 min	-	Direktīva 97/24/EC
Mazais frontālais iekrāvējs Holand W60	108 dB	Visa teritorija	2 h	-	-	Uzņēmums
Traktors Valtra 8150	109 dB	Visa teritorija	1 h	-	-	Uzņēmums
Kravas auto Volvo FM9	105 dB	Visa teritorija	1,5	-	-	Uzņēmums
Kravas auto Volvo FM	105 dB	Visa teritorija	1,5	-	-	Uzņēmums
Atkritumu smalcinātais un sijātais TANA Shark220	108 dB	Visa teritorija	0,8 h	-	-	Uzņēmums
Frontālais iekrāvējs Volvo L60E	103 dB	Visa teritorija	3,6 h	-	-	Uzņēmums
Buldozers New Holand D150	109 dB	Visa teritorija	2,5 h	-	-	Uzņēmums
Artikulārais konteinervedējs Volvo A25D	108 dB	Visa teritorija	5,5 h	-	-	Uzņēmums
Frontālais iekrāvējs Volvo L70G	103 dB	Visa teritorija	4 h	-	-	Uzņēmums
Ekskavators Komatsu PW-150	105 dB	Visa teritorija	3 h	-	-	Uzņēmums
Kompaktors TANA GX320	108 dB	Visa teritorija	1,2 h	-	-	Uzņēmums
Reversās osmozes infiltrāta attīrīšanas iekārta	60 dB	18	12	4	8	Tuluram and Ilahee, 2007

Malkas žāvēšanas konteineri	56-65 dB	22	12	4	8	Uzņēmums
Atkritumu žāvēšanas konteineri	56-91 dB	20	12	4	8	Uzņēmums
Šrēderis	116 dB	Visa teritorija	12	-	-	Uzņēmums
Trumuļsiets	98 dB	Visa teritorija	12	-	-	Uzņēmums
Traktortehnika – frontālais iegrāvējs	104 dB	Visa teritorija	2 gab *12 h			Uzņēmums
Traktortehnikas vieglās frakcijas atdalītājs Windsifter	86 dB	Visa teritorija	12	-	-	Uzņēmums
Katalizatoru rūpnīca	86 dB	VniMo Services	12	-	-	Uzņēmums
Ārpus uzņēmuma teritorijas						
Vēja ģeneratoru parks “Grobiņa”	Katrs 55 dB(A) ¹	Tuvākie 2 ģeneratori	nepārtraukts			Pēc analogijas, IVN Laflora
Smagais autotransports (garāmbraucēji)	80 dB(A)	Gar poligonu	6 gab	1 gab	1 gab	Direktīva 97/24/EC
Vieglais autotransports (garāmbraucēji)	70 dB(A)	Gar poligonu	4 gab	4 gab	2 gab	Direktīva 97/24/EC

¹ Trokšņa līmenis 4 m augstumā, saskaņā ar modelēšanas rezultātiem

2. TROKŠŅA LĪMEŅA MODELĒŠANA

2.1. Vispārīgs raksturojums

Trokšņa līmeņa novērtējums veikts atbilstoši LVS ISO 9613-2 (Akustika. Skaņas vājinājums, tai izplatoties apkārtējā vidē. 2. daļa: Vispārējā aprēķinu metode) prasībām, kurš jāizmanto saskaņā ar MK Noteikumiem Nr. 16-7.01.2014. (Trokšņa novērtēšanas un pārvaldības kārtība).

Pieņēmumi:

- 1) aprēķins veikts 500 Hz joslas vērtībai, kā to pieļauj LVS ISO 9613-2, ja zināmi vienīgi avotu A-izsvartie skaņas jaudas līmeņi;
- 2) aprēķiniem izmantotas formulas, kura iekļautas iepriekš minētajā standartā;
- 3) Aprēķinos ņemts vērā virsmas stāvoklis (akustiskā cietība), meteoroloģiskie rādītāji, atbilstoši MK Noteikumiem Nr.432-17.09.2019. "Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 003-19 "Būvklimatoloģija"
 - a. atmosfēras temperatūra 7,8 °C;
 - b. relatīvais mitrums 82 % (Liepājas meteoroloģiskā stacija, perioda 1989-2018 vidējie rādītāji);
- 4) Modelēšana veikta 1.5 m augstumā, punktu izvietojuma tīkls izveidots ar regulāru soli.

Izmantotā metode prognoze ilgtermiņa vidējo A-izsvartoto skaņas spiediena līmeni, izmantotie algoritmi aprēķina skaņas izplatību, kas rodas no puntveida avota (stacionāra vai kustīga) vai avotu kopuma, vājinājumu. Aprēķinos ņemti vērā šādi specifiski nosacījumi, kas ietekmē skaņas izplatību:

- ģeometriskā diverģence;
- atmosfēras absorbcija;
- zemes efekts;
- atstarojums no virsmām;
- šķēršļu izraisītā ekranēšana.

Atbilstoši standartam, metode tieši vai netieši izmantojama vairumam situāciju, t.sk. rūpnieciskiem trokšņa avotiem, un citiem trokšņa avotiem, kuri atrodas uz zemes.

Metodes precizitāte saistāma ar ievadītajiem meteoroloģiskajiem parametriem, - skaņas izplatība novērtēta izplatoties piesārņojumam vēja pūšanas virzienā. Precizitātes novērtējums iespējams tikai līdz 1000 m attālumam. Matemātisko aprēķinu (modeļa) precizitāte ir noteikta standartā, atkarībā no augstuma un attāluma tā variē robežās no $(\pm) 1 - 3$ dB. Novērtētā precizitāte atbilst situācijai, kad netiek novērots atstarošanās efekts vai ekranēšanas radītais vājinājums.

2.2. Matemātiskais pamatojums

Ekvivalents nepārtrauktais skaņas spiediena līmenis ($L_{fT}(DW)$) oktāvas joslā uztvērēja atrašanās vietā pa vējam:

$$L_{fT}(DW) = L_W + D_C - A, \text{ kur} \quad (1)$$

L_W – skaņas jaudas līmenis oktāvas joslā decibelos, kuru rada skaņas avots, kuram atskautes skaņas jaudas vērtība ir 1 pikovats (1 pW); modelī ievadīti dati atbilstoši ražotāja informācijai;

D_C – vērsuma korekcija decibelos, kas apraksta to novirzi, par kādu ekvivalents nepārtrauktais skaņas spiediena līmenis atšķiras, noteiktā virzienā, no visvirzienu punktveida skaņas avota skaņas jaudas līmeņa L_W ; D_C ir vienāds ar punktveida skaņas vērsuma indeksu D_I , pieskaitot tam arī indeksu D_Ω , kas sevī ietver skaņas izplatīšanos tajos telpiskajos leņķos, kuri ir mazāki par 4π steradiāniem; visvirienu skaņas avotiem, izstarojot brīvā telpā, korekcija ir 0 dB;

A – oktāvas joslas vājinājums, decibelos, kas rodas skaņas izplatīšanās laikā no skaņas avota līdz uztvērējam/receptoram.

Oktāvas joslas vājinājums (A):

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}, \text{ kur} \quad (2)$$

A_{div} – vājinājums, kuru izsauc ģeometriskā diverģence;

A_{atm} – vājinājums, kas rodas atmosfēras absorbcijas rezultātā;

A_{gr} – vājinājums, kuru rada zemes efekts;

A_{bar} – ekrāna izraisītais vājinājums;

A_{misc} – vājinājums, kuru izsauc citi faktori (piemēram, apstādījumi, rūpnieciskās zonas un apbūve).

Ekvivalentais nepārtrauktais A-izsvartais skaņas spiediena līmenis (dB) pa vējam tiek aprēķināts sasummējot visus laikā vidējos kvadrātiskos skaņas spiedienus, kuri tiek aprēķināti izmantojot formulas ((1), (2)) katram avotam:

$$L_{AT}(DW) = 10 \lg \left\{ \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^8 10^{0,1[L_{fT}(ij) + A_f(j)]} \right] \right\}, \text{ kur} \quad (3)$$

n – ietekmju – I (avotu un trajektoriju) skaits;

j – indekss, kas norāda oktāvu joslas, ar vidējām frekvencēm no 63 Hz līdz 8 kHz;

A_f – standartizētā A-izsvarošana.

Ilgtermiņa vidējais A-izsvartais skaņas spiediena līmenis $L_{AT}(LT)$ tiek aprēķināts saskaņā ar vienādojumu:

$$L_{AT}(LT) = L_{AT}(DW) - C_{met}, \text{ kur} \quad (4)$$

C_{met} – meteoroloģiskā korekcija.

Sfēriskai izkliedei brīvajā laukā skaņas vājinājums ģeometriskās diverģences dēļ (A_{div} , dB) tiek aprēķināts:

$$A_{div} = \left[20 \lg \left(\frac{d}{d_0} \right) + 11 \right], \text{ kur} \quad (5)$$

d – attālums no avota līdz receptor punktam, m;

d_0 – atskaites attālums, 1 m.

Vājinājums atmosfēras sorbcijas dēļ (A_{atm} , dB):

$$A_{atm} = \alpha \times \frac{d}{100}, \text{ kur} \quad (6)$$

α – atmosfēras izraisītais vājinājuma koeficients, dB/km.

Zemes izraisītais skaņas vājinājums (A_{gr}) galvenokārt atkarīgs no atstarotās skaņas (no zemes virsmas) un skaņas starp avotu un receptoru interferences procesa rezultāts. Lejup noliektais skaņas vājinājuma ceļš (pa vējam) nodrošina to, ka šis vājinājums tiek noteikts galvenokārt ar zemes virsmas reljefu netālu no avota un arī netālu no uztvērēja. Šī zemes iespaids aprēķināšanas metode it pielietojama vienīgi tādai zemes virsmai, kas ir pietiekami līdzena gan horizontāla, gan arī patstāvīga slīpuma gadījumā. Modelī tiek definētas trīs (3) atšķirīgas zemes iespaids zonas:

- a) avota zona, kas sniedzas $30h_s$ attālumā no skaņas avota, virzienā uz uztvērēju, ar maksimālo attālumu d_p (kur h_s ir avota augstums, bet d_p ir attālums no avota līdz uztvērējam – kā projekcija uz zemes plaknes);
- b) uztvērēja zona, kas sniedza $30d_r$ attālumā no uztvērēja uz avotu, ar maksimālo attālumu d_p (kur h_r – uztvērēja augstums);
- c) vidējā zona, kas atrodas vidū starp avota un uztvērēja zonām; ja $d_p < (30h_s + 30h_r)$, tas avota un uztvērēja zonas savstarpēji pārklāsies, un šīs vidējās zonas nav (tiek izslēgta no aprēķiniem).

Atbilstoši šiem pieņēmumiem, zemes izraisītais skaņas vājinājums nepieaug palielinoties vidējās zonas lielumam, bet galvenokārt ir atkarīgs no avota un to uztvērēju zonu īpašībām. Katra zemes gabala akustiskās īpašības tiek ņemtas vērā ar zemes faktoru G :

- a) blīva virsma – ceļa segums, ūdens, betons vai cita virsma ar zemu porainību, arī noblietētu zemi (raksturīga rūpnieciskām zonām) var uzskatīt par cietu, $G = 0$;
- b) absorbējoša (poraina) virsma – ar kokiem, zāli vai citu veģetāciju segta zeme un visas citas veģetācijai noderīgas zemes virsmas, arī lauksaimniecībā izmantojamā zeme, $G = 1$;
- c) jaukta tipa virsma sastāv no cietas un porainas virsmas, $G = [0-1]$, tiek noteikts izmantojot poraino apgabalu kopīgā laukuma īpatsvarā, kas izteikts kā daļskaitlis.

Lai aprēķinātu zemes virsmas izraisīto vājinājumu noteiktās oktāvu joslās, sākotnēji jānovērtē vājinājums A_s avota zonai, kuru raksturo ar zemes faktoru G_s šai zonai, A_r uztvērēja zonai, ko raksturo ar zemes faktoru G_r un A_m vidējai zonai, kuru raksturo ar zemes faktoru G_m . Kopējo zemes izraisīto vājinājumu oktāvu joslās aprēķina:

$$A_{gr} = A_s + A_r + A_m, \text{ kur} \quad (7)$$

A_s – vājinājums avota zonai, kuru raksturo ar zemes faktoru G_s , dB;

A_r – vājinājums uztvērēja zonai, kuru raksturo ar zemes faktoru G_r , dB;

A_m – vājinājums vidējai zonai, kur raksturo ar zemes faktoru G_m , dB.

$$A_s = -1.5 + G_s \times c(h) \quad (8)$$

$$A_r = -1.5 + G_r \times c(h) \quad (9)$$

$$c(h) = 1.5 + 14.0 \times e^{-0.44h^2} \times (1 - e^{-dp/50}) \quad (10)$$

$$A_m = -3q \times (1 - G_m), \text{ kur} \quad (11)$$

h – avota un uztvērēja vidējais augstums, m;

d_p – attālums no punktveida avota līdz uztvērēja projekcijai zemes plaknē, m;

$$q = 0, \quad \text{ja } d_p \leq 30 (h_s + h_r) \quad (12)$$

$$q = 1 - \frac{30(h_s + h_r)}{d_p}, \quad \text{ja } d_p > 30 (h_s + h_r) \quad (13)$$

Ekrāna izraisītais vājinājums (A_{bar}) raksturots ņemot vērā uzbērumu un avota darbības līmeni attiecībā pret receptoru. Objektu var uzskatīt par ekranējošu šķērsli tādā gadījumā, ja tas atbilst šādām prasībām:

- virsmas slodze ir vismaz 10 kg/m^2 ;
- objektam ir vienlaidus virsma bez lielām spraugām vai atstarpēm;
- objekta horizontālā dimensija, kas mērīta perpendikulāri “avota - uztvērēja” līnijai, ir lielāka nekā skaņas viļņa garums l interesējošajās oktāvas joslas vidējā frekvencē, jeb $l_l + l_r > l$. Jebkurš objekts, kas atbilst šīm prasībām, uzskatāms par ekrānu ar vertikālām malām.

Atbilstoši ISO 9613-2:1996 standartam, ekrāna vājinājums A_{bar} tiek raksturots kā skaņas izolācija, tās aprēķinos jāņem vērā abu veidu difrakcijas – pār barjeras augšējo malu un gar barjeras vertikālo malu.

Skaņas izplatīšanās pa vējam difrakcijas efektu, dB, pār ekrāna augšējo malu aprēķina izmantojot formulu:

$$A_{bar} = D_Z - A_{gr} > 0 \quad (14)$$

Aprēķins difrakcijai gar ekrāna vertikālo malu:

$$A_{bar} = D_Z > 0, \text{ kur} \quad (15)$$

D_Z – ekranēšanas vājinājums oktāvas joslā;

A_{gr} – zemes virsmas izraisītais vājinājums bez ekrāna (t.i., ja ekranējošais šķērslis ir noņemts).

Aprēķinot ekrāna izraisīto vājinājumu D_Z , tiek pieņemts, ka no skaņas avota līdz uztvērējam eksistē tikai viens nozīmīgs skaņas izplatīšanās ceļš:

$$D_Z = 10lg \left[3 + \left(\frac{C_2}{\lambda} \right) C_3 z K_{met} \right], \text{ kur} \quad (16)$$

C_2 – tiek pieņemts vienāds ar 20, ietver zemes atstarošanās efektu, atsevišķos gadījumos, ja atstarošanās no zemes ņem vērā atsevišķi ar šķietamo avotu palīdzību, C_2 vērtība var būt arī 40;

C_3 – vienāds ar 1 (vienkāršas difrakcijas gadījumā), bet dubultās difrakcijas gadījumā:

$$C_3 = \frac{\left(1 + \left(\frac{5\lambda}{e} \right)^2 \right)}{\left(\left(\frac{1}{3} \right) + \left(\frac{5\lambda}{e} \right)^2 \right)} \quad (17)$$

l – skaņas viļņa garums, metros, atbilstoši oktāvas joslas vidējai frekvencei;

z – starpība starp atstarotās un tiešās skaņas ceļa garumiem, metros:

$$z = [(d_{ss} + d_{sr})^2 + a^2]^{1/2} - d, \text{ kur} \quad (18)$$

d_{ss} – attālums no avota līdz (pirmajai) difrakcijas malai, m;

d_{sr} – attālums no (otrās) difrakcijas malas līdz uztvērējam, m;

a – ceļa d projekcija ekrāna plaknē, m

K_{met} – meteoroloģisko apstākļu korekcijas faktors;

e – attālums starp divām difrakcijas malām dubultās difrakcijas gadījumā.

Dubultās difrakcijas gadījumā, izplatības ceļš aprēķināts šādi:

$$z = [(d_{ss} + d_{sr} + e)^2 + a^2]^{1/2} - d, \text{ kur} \quad (19)$$

Korekcijas faktors K_{met} meteoroloģisko apstākļu ievērošanai tiek aprēķināts:

$$K_{met} = \exp \left[- \left(\frac{1}{2000} \right) \sqrt{d_{ss} d_{sr} \frac{d}{2z}} \right]; z > 0 \quad (20)$$

Gadījumos, ja $z \leq 0$, $K_{met} = 1$; sāniskās difrakcijas gadījumā ap šķēršļiem un gadījumos, ja attālums starp avotu un receptoru ir mazākas par 100 m, $K_{met} = 1$.

Citi vājinājumi (A_{misc}), kuru izsauc citi faktori (apstādījumi, rūpnieciskās zonas un apbūve):

A_{fol} – skaņas vājinājums tai izplatoties cauri apstādījumiem;

A_{site} – skaņas vājinājums tai izplatoties rūpnieciskā zonā;

A_{hous} – skaņas vājinājums tai izplatoties apbūvētā teritorijā.

Meteoroloģiskā korekcija (C_{met}), decibelos, tiek aprēķināta avotam, kurš izstaro laikā pastāvīgu līmeni:

$$C_{met} = 0, \text{ ja } d_p \leq 10(h_s + h_r) \quad (21)$$

$$C_{met} = C_0 \left[1 - 10 \left(\frac{h_s + h_r}{d_p} \right) \right], \text{ ja } d_p > 10(h_s + h_r), \text{ kur} \quad (22)$$

h_s – avota augstums, m;

h_r – receptora augstums, m;

d_p – attāluma projekcija starp avotu un uztvērēju horizontālā plaknē, m;

C_0 – faktors, dB, kas ir atkarīgs no vietējiem meteoroloģiskajiem statistikas datiem par vēja virzienu un temperatūras gradientiem.

3. NORMATĪVI

Atbilstoši Ministru Kabineta noteikumiem Nr. 16. „Troksņa novērtēšanas un pārvaldības kārtība”, veicot vides troksņa novērtēšanu ārpus telpām, izmanto šādus rādītājus: L_{dvn} , kas raksturo diennakts troksni un tā radīto kopējo diskomfortu, L_{diena} , kas raksturo dienas troksni un tā radīto diskomfortu dienā, L_{vakars} , kas raksturo vakara troksni un tā radīto diskomfortu vakarā, un L_{nakts} , kas raksturo nakts troksni un tā radīto diskomfortu naktī.

Diennakts daļas tiek sadalītas šādi: standarta diena ilgst no pulksten 7:00 līdz 19:00 jeb 12 stundas, vakars ilgst no pulksten 19:00 līdz 23:00 jeb 4 stundas, savukārt nakts ilgst no pulksten 23:00 līdz 7:00 jeb 8 stundas. Attiecīgajiem laika periodiem iepriekš minētajos Ministru Kabineta noteikumos ir noteiktas arī pieļaujamās robežvērtības (dB(A)), dotas 2. tabulā.

2. tabula.

Vides troksņa robežlielumi

Nr. p. k.	Apbūves teritorijas veids	Troksņa robežlielumi		
		L_{diena} (dB(A))	L_{vakars} (dB(A))	L_{nakts} (dB(A))
1	Individuālo dzīvojamo māju (mazstāvu, savrupmāju vai viensētu), veselības, ārstniecības, sociālās aprūpes un bērnu iestāžu apbūves teritorija	55	50	45
2	Dzīvojamo daudzstāvu ēku apbūves teritorija	60	55	50
3	Publiskās apbūves teritorija (kultūras, izglītības un zinātnes iestāžu, valsts pārvaldes iestāžu, sabiedrisko objektu, viesnīcu teritorija)	60	55	55
4	Jaukta veida apbūves teritorija (tirdzniecības, pakalpojumu būvju, ar dzīvojamo apbūvi, teritorija)	65	60	55
5	Apdzīvotu teritoriju klusie rajoni	50	45	40

Novērtējot vides troksņa rādītājus, tiek ņemta vērā tiešā skaņa. Vērā netiek ņemta skaņa, kas ir atstarojusies no ēkas fasādes, tāpēc mērījumu koriģē par -3 dB(A)). Veicot troksņa kartēšanu, līdzīgi var tikt arī koriģēts novērtējuma punkta augstums virs zemes. Novērojuma punktam jāatrodas 3,8 līdz 4,2 metrus jeb $4,0 \pm 0,2$ metrus virs zemes. Atsevišķos gadījumos novērtējuma punkta augstums virs zemes var būt mazāks, bet ne mazāks par 1,5 metriem (kā

tas darīts šajā gadījumā). Pēc tam rezultāts tiek koriģēts, lai to varētu pielīdzināt 4 metru augstumam.

Novērtējot atbilstību normatīviem pieņemta nelabvēlīgākā situācija:

- visi avoti strādā vienlaikus;
- ņemot vērā ārkārtīgi mazo varbūtību, ka visas (11 gab. – iekrāvēji, traktori, buldozers, kompaktpors, smalcinātājs u.c.) mobilās tehnikas uzņēmuma teirorijā strādās vienlaikus, papildus sagatavots novērtējums gadījumam, ja vienlaikus strādā puse no iekārtām;
- darbības laiks koriģēts atkarībā no katras konkrētās aktivitātes noslodzes.

4. IEGŪTIE REZULTĀTI UN VIZUALIZĀCIJA

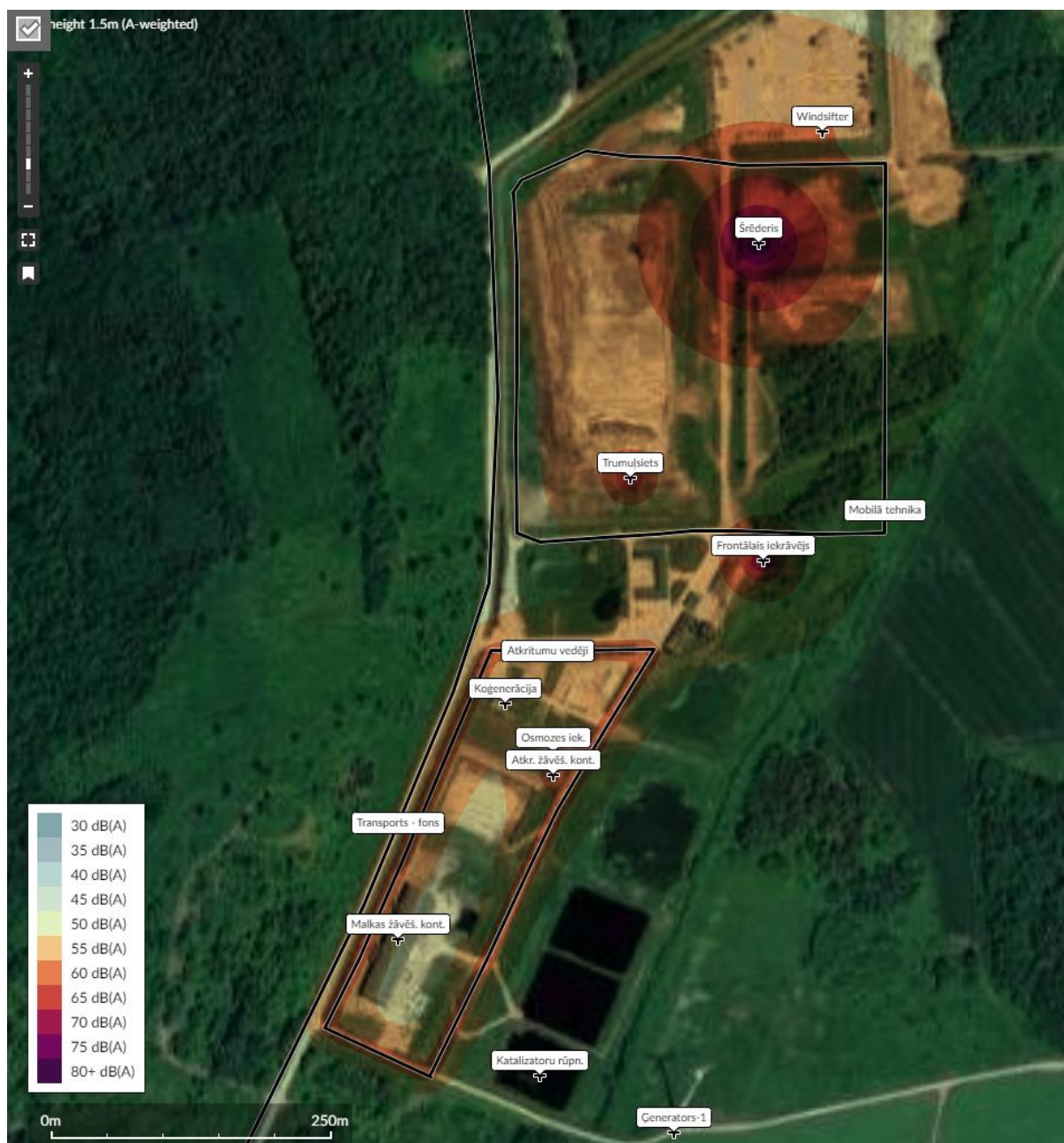
Matemātiskais modelis izveidots katram trokšņa emisijas avotam atsevišķi, tad pieņemts, ka visi trokšņa emisijas avoti darbojas vienlaicīgi (nelabvēlīgākā situācija) un mobilo iekārtu gadījumā daļa (puse) no tām vienlaikus, avotu ietekmes summētas.

Vizuālai rezultātu reprezentācijai izmantota programma ArcMap 10.6., modelēšanai izvēlēts receptoru tīkls ar soli 100 m.

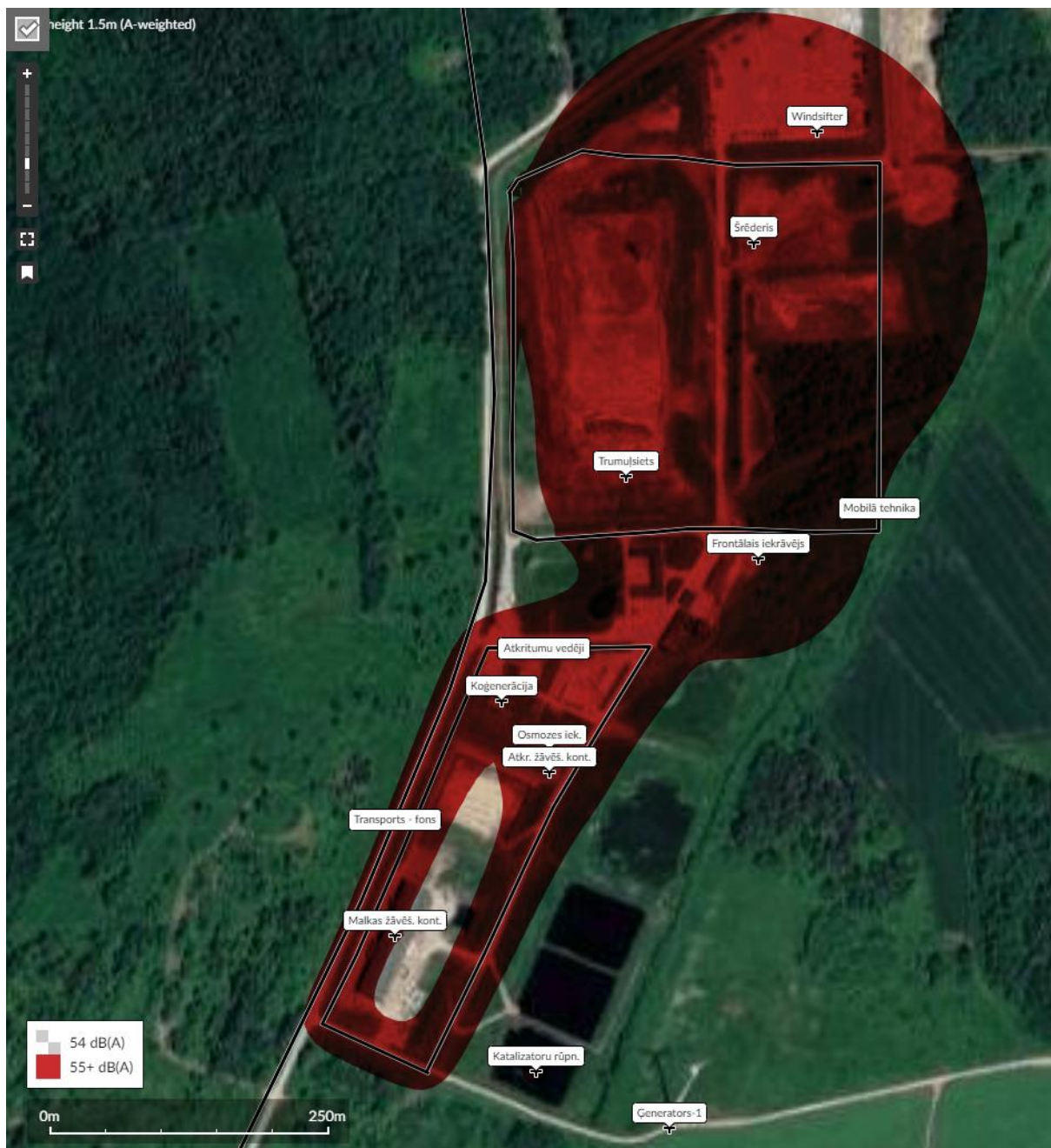
- a) **FONS** - trokšņa līmenis Liepājas RAS apkārtnē novērtēts ņemot vērā mobilo avotu (garāmbraucošais transports) un tuvāko vēja parka Grobiņa ģeneratoru ietekmi, skat. 10.attēlu. Rezultāti liecina, ka ietekme ir nebūtiska, augstākās noslodzes laikā garāmbraucošā transporta ietekme nepārsniedz 40 dB(A) un tā vērojama ciešā avota (autoceļa) tuvumā, savukār vēja ģeneratoru oetekme nepārsniedz 39 dB(A).
- b) **TROKŠŅA LĪMENIS DIENAS LAIKĀ** (3.-5. attēls) – dienas laikā sagaidāma intensīvākā tehnikas izmantošana, augstākā ietekme sagaidāma no šrēdera (75 dB(A) 1.5 m augstumā) un transporta iekārtām/tehnikas (75 dB(A) 1.5 m augstumā) uzņēmuma teritorijā, tomēr šī ietekme ir ļoti lokāla un attālinoties no trokšņa avota, 50-100 m attālumā troksnis būtiski samazinās. Novērtējot dienas normatīva pārsnieguma zonas (pieņemts stingrākais normatīvais rādītājs – 55 dB(A), redzams, ka šī te zona sagaidāma praktiski uzņēmuma teritorijā (skat. 4. karti), sasniedzot blakus esošo autoceļu. Tomēr, jāatzīmē, ka iespējamība, ka visas iekārtas vienlaikus strādās ir ārkārtīgi neliela, tamdēļ sagatavota papildus novērtējuma karte, kura sagatavota balsoties uz pieņemumu, ka vienlaikus stacionārām iekārtām strādās 50 % no visām mobilām iekārtām (skat. 5. karti). Šajā gadījumā zona, kurā sagaidām 55 dB(A) pārsniegums būtiski samazinās, tā koncentrējas uzņēmuma teritorijas ziemeļu daļā un ap atkritumu žāvēšanas iekārtu.
- c) **TROKŠŅA LĪMENIS VAKARA LAIKĀ** (6.-7. attēls) – vakara (19:00-23:00) laikā mobilās tehnikas iekārtas uzņēmuma teritorijā nav paredzēt ekspluatēt, redzams, ka sagaidāmais trokšņa līmenis būtiski samazinās (skat. 6. attēlu) un vakara normatīva (50 dB(A)) pārsnieguma zona ārkārtīgi cieši atrodama ap atkritumu žāvēšanas iekārtu (skat. 7. attēlu), kura strādās nepārtrauktā režīmā. Jāatzīmē, ka šī zona nepārsniegs 25 m un

ārpus uzņēmuma teritorijas nav sagaidāms, ka vaka laikā trokšņa līmenis pārsniegs 50 dB(A).

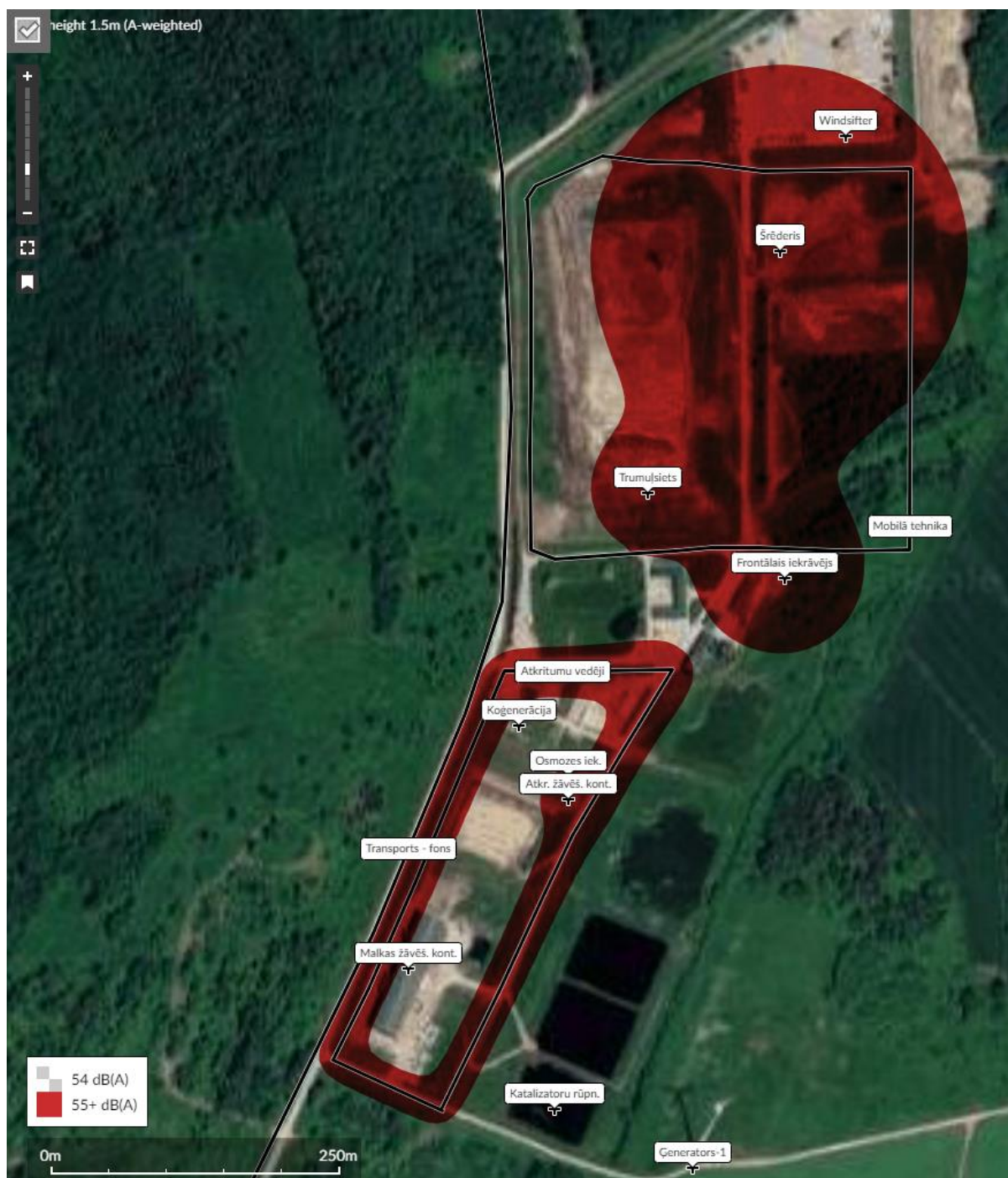
- d) **TROKŠŅA LĪMENIS NAKTS LAIKĀ** (8.-9. attēls) – līdzīgi kā vakara laikā, arī nakts (23:00-7:00) laikā mobilās tehnikas vienības nestrādās, vērojams, ka sajūtas trokšņa līmenis varētu būt sagaidāms diennakts režīmā strādājošas atkritumu žāvēšanas iekārtas tuvumā (skat. 8.attēlu). Šajā gadījumā normatīvais lielums ir stingrāks, sagatavojot nakts normatīva pārsnieguma kartes, ņemts vērā, ka troksnim nevajadzētu pārsniegt 45 dB(A) līmeni. Modelēšanas rezultāti liecina, ka paaugstināts trokšņa līmenis sagaidāms atkritumu žāvēšanas iekārtas tiešā tuvumā (~līdz 50 m attālumā), un ārpus uzņēmuma teritorijas tas netiks pārsniegts (skat. 9. attēlu).



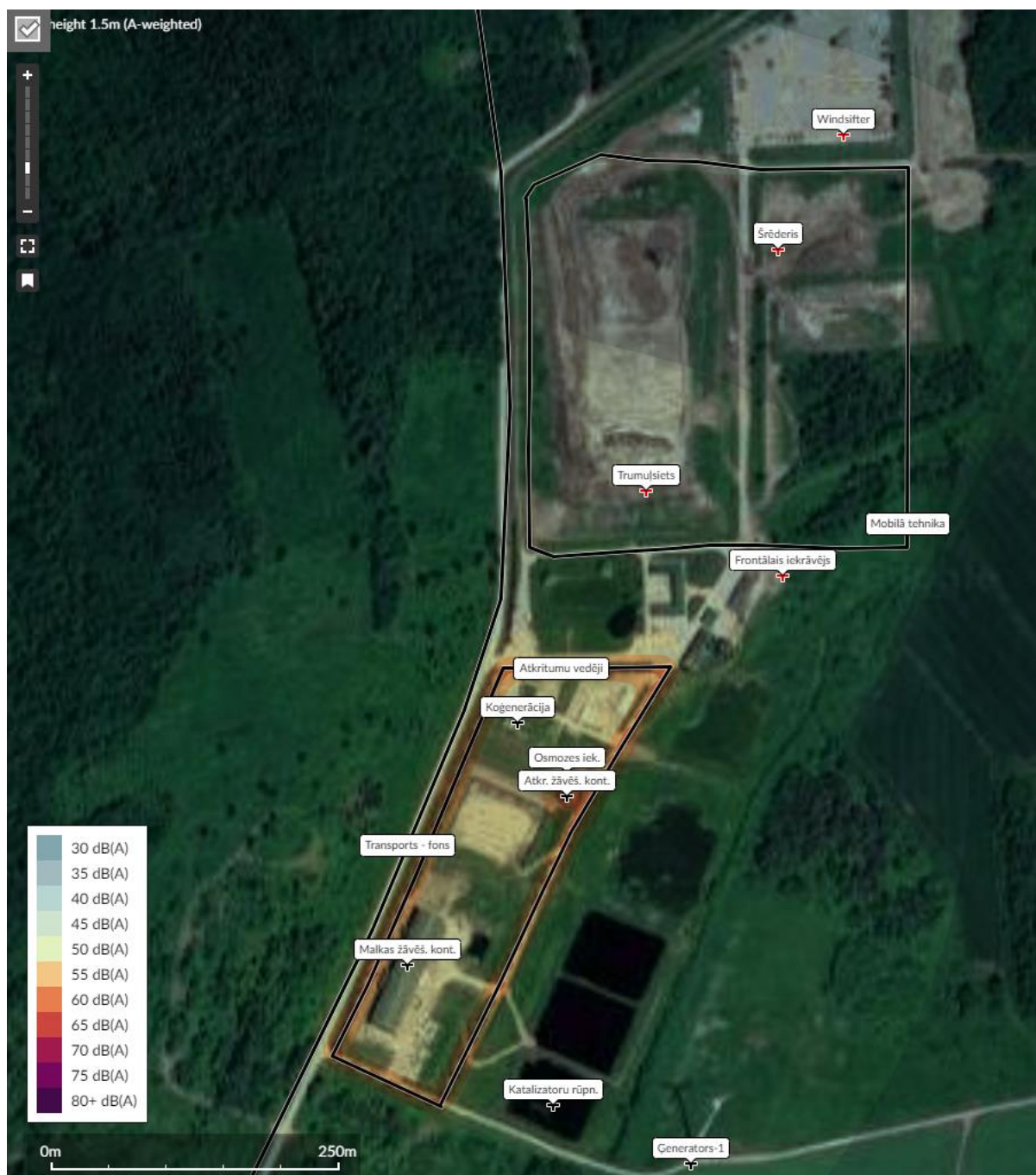
3. attēls. L_{diena} kopējais trokšņa līmenis Liepājas RAS ietekmes zonā (7:00-19:00), dB(A)



4. attēls. L_{diena} normatīva (55 dBA) pārsniegšanas zonas Liepājas RAS ietekmes zonā; aprēķinos ņemts vērā, ka vienlaikus strādā visas mobilās iekārtas



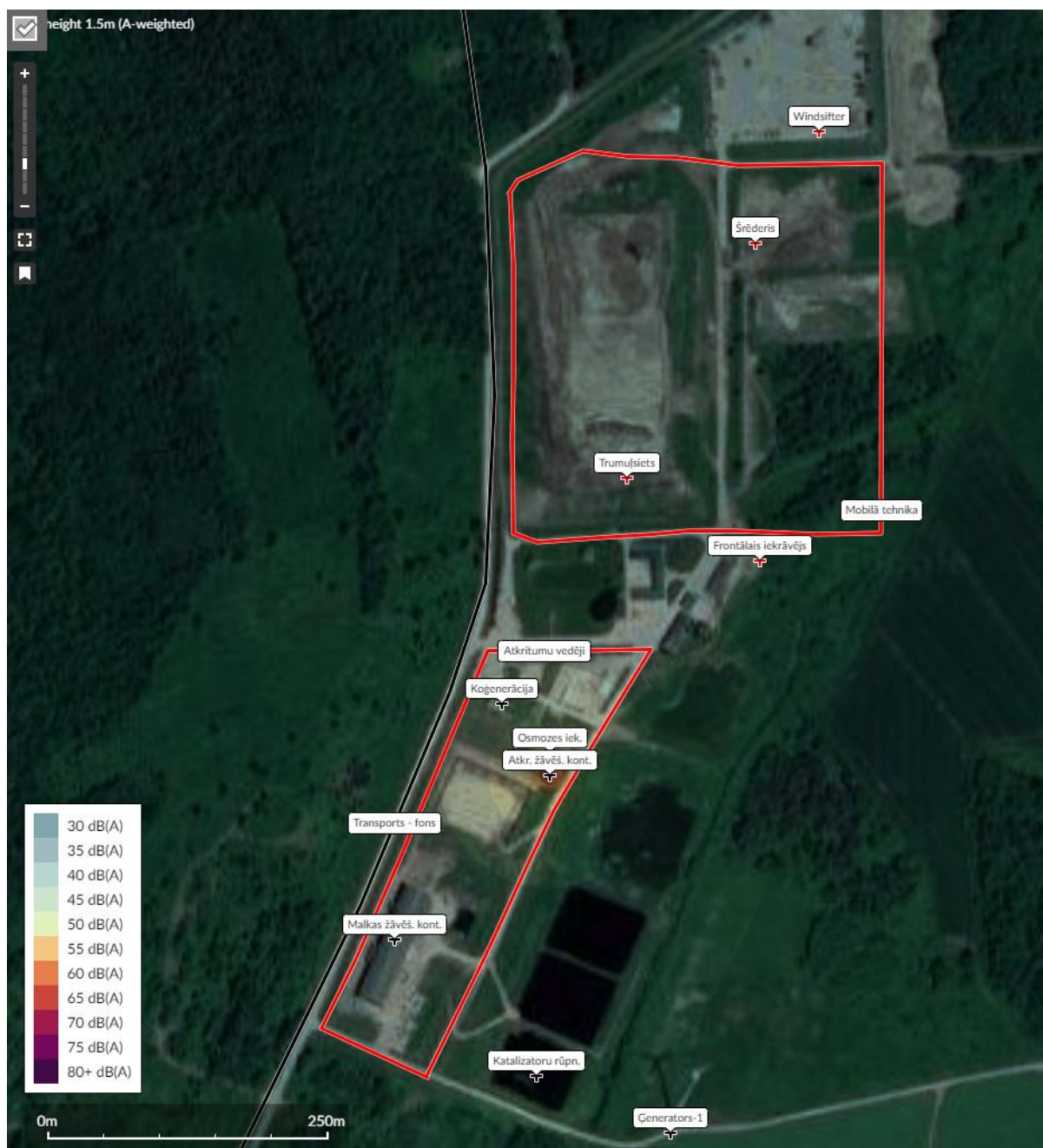
5. attēls. L_{diena} normatīva (55 dBA) pārsniegšanas zonas Liepājas RAS ietekmes zonā; aprēķinos ņemts vērā, ka vienlaikus strādā puse no visām mobilām iekārtām



6. attēls. L_{vakars} kopējais trokšņa līmenis Liepājas RAS ietekmes zonā (19:00-23:00), dB(A)



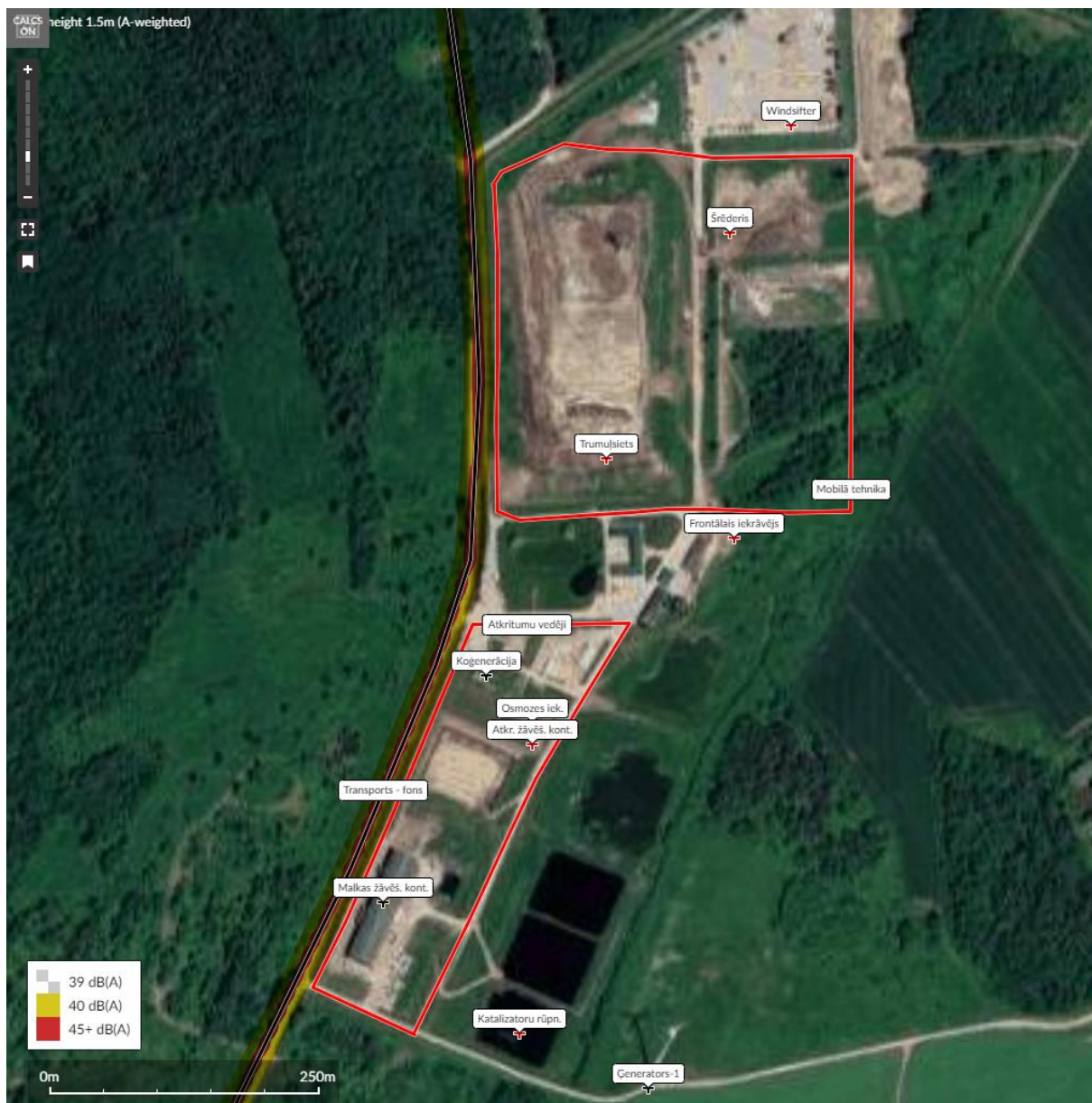
7. attēls. L_{vakars} normatīva (50 dBA) pārsniegšanas zonas Liepājas RAS ietekmes zonā



8. attēls. L_{nakts} kopējais trokšņa līmenis Liepājas RAS ietekmes zonā (23:00-07:00), dB(A)



9. attēls. L_{nakts} normatīva (45 dBA) pārsniegšanas zonas Liepājas RAS ietekmes zonā



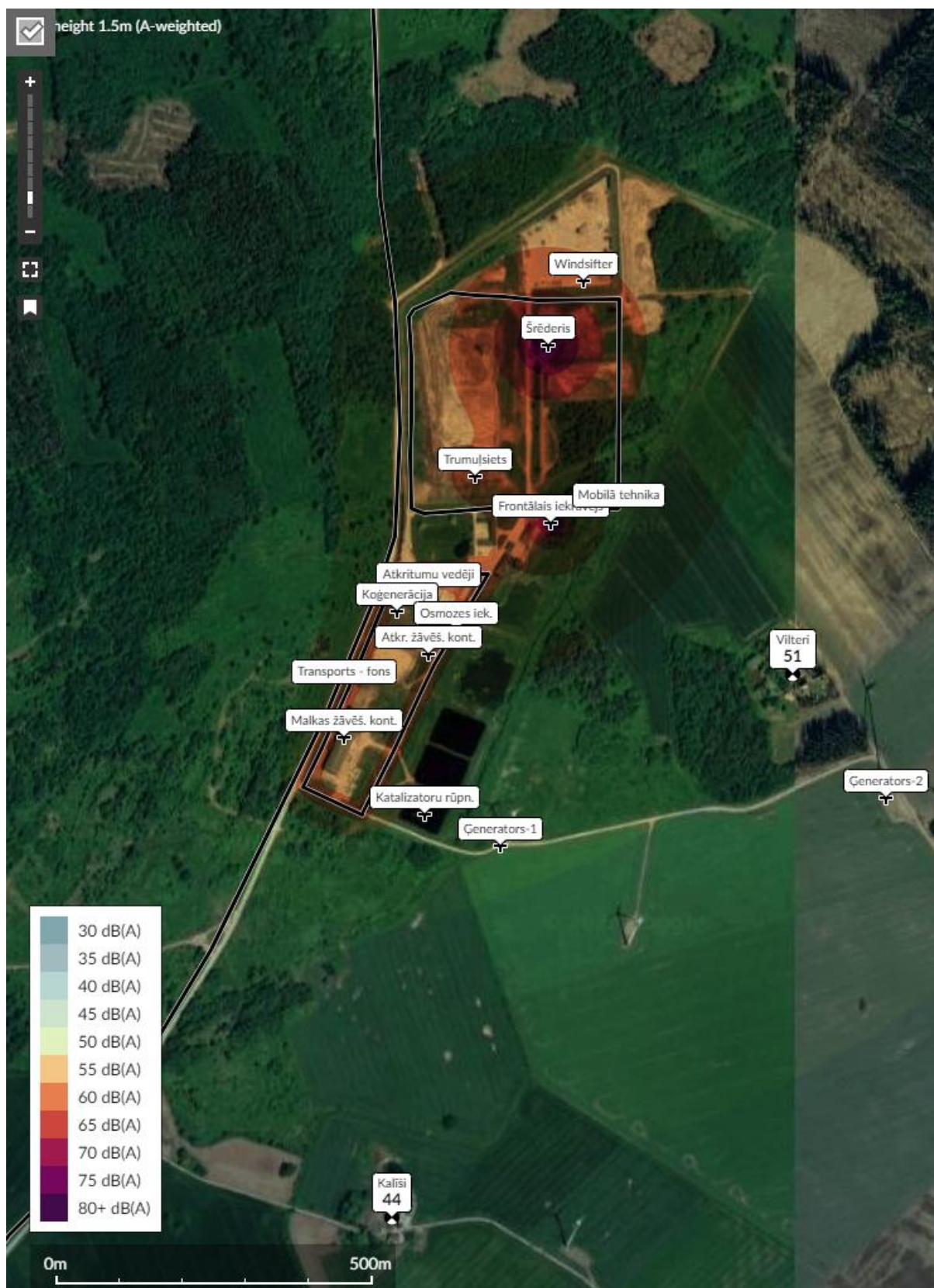
10. attēls. Trokšņa līmenis (L_{den}) bez Liepājas RAS teritorijā esošiem trokšņa avotiem, dB(A). Aprēķinos ņemts vērā tikai garāmbraucošais transports un tuvākie vēja ģeneratori

5. TROKŠŅA LĪMENIS TUVĀKO DZĪVOJAMO MĀJU APKĀRTNĒ

Tuvākās dzīvojamās mājas atrodas Dienvidu un Austrumu virzienā:

- aptuveni 400 m attālumā uz Austrumiem ir mājas “Vilteri”;
- aptuveni 550 m attālumā uz Dienvidiem ir mājas “Kālīši”.

Kā liecina modelēšanas rezultāti, augstākais trokšņa līmenis sagaidāms dienas laikā, periodā no 7:00-19:00, kas saistīts ar piesārņojuma avotu aktivitāti, tamdēļ šādam diennakts periodam arī veikts novērtējums dzīvojamo māju tuvumā. Modelēšanas rezultāti doti 11. attēlā, redzams, ka pie tuvākajām mājām “Vilteri” augstākais prognozētais trokšņa līmenis nepārsniegs 51 dB(A), savukārt pie mājām “Kālīši” – 44 dB(A). Detalizēta trokšņa līmeņa vērtību karte ikkatrā Aprēķinu šūnā dota 12. attēlā.



11. attēls. L_{diena} kopējais trokšņa līmenis Liepājas RAS ietekmes zonā (7:00-19:00), dB(A), kur norādīts trokšņa līmenis pie konkrētām dzīvojamām mājām

Mājas “Vilteri”



Mājas “Kāļiši”



12. attēls. L_{diena} trokšņa līmeņa vērtības katrā aprēķinu šūnā pie dzīvojamām mājām Liepājas RAS ietekmes zonā (7:00-19:00), dB(A)

6. SECINĀJUMI – KOPSAVILKUMS

1. Liepājas RAS teritorijā esošos trokšņa avotu radītais kopējais trokšņa līmenis uzskatāms par sajūtamam, dienas perioda laikā (9:00-19:00) trokšņa avoti uzņēmuma teritorijā būs sajūkami, bet to ietekme ārpus uzņēmuma teritorijas ir atbilstoša noteiktajiem normatīviem.
2. Kā jau sagaidāms, augstākais trokšņa līmenis sagaidāms tieši dienas laikā, kas saistīts ar dažāda veida tehnikas izmantošanu tieši šajā laikā. Stacionāro trokšņa avotu grupā, par būtiskāko uzskatāms šrēderis, tomēr tā ietekme ir ārkārtīgi lokāla un sajūtamais trokšņa līmenis novērojams aptuveni 50 m attālumā.
3. Pārējos diennakts laikos sagaidāms salīdzinoši zemāks trokšņa līmenis, ļoti lokālos punktos cieši ap trokšņa emisijas avotiem.
4. Trokšņa līmeņa novērtējums dzīvojamo māju tuvumā liecina, ka pie tuvākām dzīvojamām mājām (400 m attālumā), gadījumā, ja uzņēmumā dienas laikā tiktu ekspluatētas visas iekārtas vienlaikus augstākais trokšņa līmenis, kas sagaidāms ir 51 dB(A), kas nepārsniedz noteiktos normatīvus.

7. IZMANTOTIE AVOTI

Acoustics – Software for the calculation of sound outdoors – Part 3: Recommendations for quality assured implementation of ISO-9613-2 in software according to ISO-17534-1.

De Coensel B., Botteldooren D. (2006) The Quiet Rural Soundscape and How to Characterize it. *Acta Acustica United With Acustica*, Vol. 92, 887 – 897.

LVS ISO 9613-2. Akustika. Skaņas vājinājums, tai izplatoties apkārtējā vidē. 2. daļa: Vispārējā aprēķinu metode.

MK Noteikumi Nr. 16-7.01.2014. Trokšņa novērtēšanas un pārvaldības kārtība.

MK Noteikumi Nr.432- 17.09.2019. "Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 003-19 "Būvklīmatoloģija"".

Quality Assurance: form on ISO-9613-2:1996 including ISO/TR-17534-3 5.2 to 5.9.

Tuluram, G. A., Ilahee, M. (2007). Environmental concerns of desalinating seawater using reverse osmosis. *J Environ Monit*, 9(8): 805-13.

SIA "Laflora" Vēja parka IVN ziņojums, 2022. Pieejams: <http://laflora.lv/lv>.

PIELIKUMS. IEVADES PARAMETRI TROKŠŅA IZKLIEDES MODELĪ

Model configuration

0.5G Ground Factor
7.8°C Temperature
82% Humidity
Results are A-weighted
Results are rounded to 0 decimal places
Second order reflections are included
Reflections are only considered at a distance of 1m or greater from a reflector (facade level)
ISO9613-2 barrier attenuation limit (20/25dB) is enabled
Vertical edges (lateral paths) are included using convex paths only (following ISO17534-3 recommendation 5.2)
Ground reflections are not screened (as recommended in ISO17534-3 5.3)

Model inputs

D(L), m	100	input
LW, dB	108	input
A, dB	47.9425	calculated according to LVS ISO 9613-2
Adiv, dB	51	calculated according to LVS ISO 9613-2
Aatm, dB	0.24	calculated according to LVS ISO 9613-2
Agr, dB	-3.3	calculated according to LVS ISO 9613-2
As	-1.5	calculated according to LVS ISO 9613-2
Gs	0	input
h, m	1.5	input
dp, m	100	input
c'(h)	5.9980496	calculated according to LVS ISO 9613-2
Ar	-1.5	calculated according to LVS ISO 9613-2
Gr	0	input
Am	-0.3	calculated according to LVS ISO 9613-2
30(hs+hr)	90	calculated according to LVS ISO 9613-2
q	0.1	calculated according to LVS ISO 9613-2
Gm	0	input
Afol	0	input
Asite	0.0025	calculated according to LVS ISO 9613-2
Ahaus	0	input
LfT(DW), dB	60.0575	calculated according to LVS ISO 9613-2

Individuālo avotu emitētais trokšņa līmenis – atbilstoši tabulas datiem

Avots	Trokšņa emisijas līmenis	Darbības vieta/ID numurs kartē	Darba laiks			Avots
			7:00-19:00	19:00-23:00	23:00-7:00	
Uzņēmuma teritorijā						
Šķirošanas rūpnīca "Skudras"	maznozīmīgs	22	nepārtraukts			Atļauja LI14IA0006
Koģenerācijas iekārta	65	14	nepārtraukts			Uzņēmums
Smagais autotransports (atkritumu vedēji)	80 dB(A)	1, 13, 22	70 gab * 20 min	3 gab * 20 min	-	Direktīva 97/24/EC
Vieglais autotransports (atkritumu vedēji)	70 dB(A)	2, 3, 4	6 gab * 15 min	1 gab * 15 min	-	Direktīva 97/24/EC
Mazais frontālais iekrāvējs Holand W60	108 dB	Visa teritorija	2 h	-	-	Uzņēmums
Traktors Valtra 8150	109 dB	Visa teritorija	1 h	-	-	Uzņēmums
Kravas auto Volvo FM9	105 dB	Visa teritorija	1,5	-	-	Uzņēmums
Kravas auto Volvo FM	105 dB	Visa teritorija	1,5	-	-	Uzņēmums
Atkritumu smalcinātājs un sijātais TANA Shark220	108 dB	Visa teritorija	0,8 h	-	-	Uzņēmums
Frontālais iekrāvējs Volvo L60E	103 dB	Visa teritorija	3,6 h	-	-	Uzņēmums
Buldozers New Holand D150	109 dB	Visa teritorija	2,5 h	-	-	Uzņēmums
Artikulārais konteineravedējs Volvo A25D	108 dB	Visa teritorija	5,5 h	-	-	Uzņēmums
Frontālais iekrāvējs Volvo L70G	103 dB	Visa teritorija	4 h	-	-	Uzņēmums
Ekskavators Komatsu PW-150	105 dB	Visa teritorija	3 h	-	-	Uzņēmums
Kompaktors TANA GX320	108 dB	Visa teritorija	1,2 h	-	-	Uzņēmums
Reversās osmozes infiltrāta attīrīšanas iekārta	60 dB	18	12	4	8	Tuluram and Ilahee, 2007
Malkas žāvēšanas konteineri	56-65 dB	22	12	4	8	Uzņēmums
Atkritumu žāvēšanas konteineri	56-91 dB	20	12	4	8	Uzņēmums
Šrēderis	116 dB	Visa teritorija	12	-	-	Uzņēmums
Trumpsiets	98 dB	Visa teritorija	12	-	-	Uzņēmums
Traktortehnika – frontālais iekrāvējs	104 dB	Visa teritorija	2 gab *12 h			Uzņēmums
Traktortehnikas vieglās frakcijas atdalītājs Windsifter	86 dB	Visa teritorija	12	-	-	Uzņēmums
Katalizatoru rūpnīca	86 dB	VniMo Services	12	-	-	Uzņēmums
Ārpus uzņēmuma teritorijas						
Vēja ģeneratoru parks "Grobiņa"	Katrs 55 dB(A)	Tuvākie 2 ģeneratori	nepārtraukts			Pēc analogijas, IVN Laflora
Smagais autotransports (garāmbraucēji)	80 dB(A)	Gar poligonu	6 gab	1 gab	1 gab	Direktīva 97/24/EC
Vieglais autotransports (garāmbraucēji)	70 dB(A)	Gar poligonu	4 gab	4 gab	2 gab	Direktīva 97/24/EC