

**MÜRA MÕÕTMISTE ARUANNE****6/4-6-1/376****05.12.2019**

Mõõtmiste tellija: Terviseameti Lääne regionaalosakond
Uus 3a, 80010 Pärnu

Tellija kontaktisik: Kristel Kallaste, menetlusgrupi juht
tel. +372 56 293 251

Töö teostamise alus: Tellimiskiri 23.09.2019 nr 9.4-3/19/4154-6
Terviseameti reg. 07.10.2019, FL3473

Mõõtmiste eesmärk: Tööstusmüra tasemete mõõtmine ja müra hinnatud tasemete määramine tööstusobjekti ümbritseval elamualal

Mõõtmiste koht: Pärna kinnistu, Suurna küla, Saaremaa

Mõõtmiste aeg: Korduvad mõõtmised teostati ajavahemikus alates 07.11.2019 kl 14:00 kuni 08.11.2019 kl 15:00

Mõõtemetoodika: EVS-ISO 1996-2:2017 Akustika. Keskkonnamüra kirjeldamine, mõõtmine ja hindamine. Osa 2: Helirõhu taseme määramine

Mõõteriistad:

Nimetus	Valdaja	Number	Kalibreeritud
Müra analüsaator SVAN 977	Terviseameti kesklabori füüsikalabor	45717	09.07.2019 KL-144-19-226
Akustiline kalibraator Brüel & Kjær 4231		1914690	10.12.2018 BTLC-18/012

Aruanne on koostatud 12 lehel 2 eks., neist:

Terviseameti Lääne regionaalosakond 1 eks.;

Terviseameti kesklabori füüsikalabor 1 eks.

Aruanne koosseisu kuuluvad:

Tiitelleht 1 lehel;

Mõõtmistulemuste kokkuvõte 3 lehel;

Mõõteobjekti ülevaade ja mõõtepunktide asendiskeem 2 lehel;

Müra mõõtmis- ja arvutustulemused 5 lehel;

Lisa 1. Ilmastikutingimuste andmed mõõtmiste ajal 1 lehel.

Aruande koostas:

Ardo Urmet
vanemspetsialist

Aruande kinnitas:

Sergei Rušai
laborijuhataja

Mõõtmiste aruanne 6/4-6-1/376 05.12.2019**Kokkuvõte****Müraauuringu eesmärk**

Eesti Elekter AS, Eleoni kinnistu (kat.nr 72101:001:1165), Eleoni tuuliku tööst põhjustatud tööstusmüra tasemete määramine lähedalasuvate elamute välisterritooriumil.

Müratundlikeks objektideks on Eleoni tuuliku läheduses olevad eluhooned Pärna kinnistul, Suurna külas.

Teisejärgulisteks müraallikateks olid autoliiklus T-21102 Mustjala - Kihelkonna - Tehumardi kõrvalmaanteel ja sisseteel ning looduslikud allikad.

Mõõtepunktide asukohad

Eleoni tuuliku põhjustatud müra tasemete mõõtmisteks valitud mõõtepunkti asukohaandmed on toodud alljärgnevas tabelis:

Mõõtepunkt	Asukoha kirjeldus, katastritunnus	Kaugus müraallikast, m	Mõõtepunktide geograafilised koordinaadid L-Est 97 süsteemis x (m) / y (m)	
MP	Pärna 72101:001:1188	u 700 m	6449521.42	395537.05

Mõõtemikrofon mõõtepunktis MP oli kinnitatud statiivile 1,5 m kõrgusele maapinnast vaba helivälja tingimustes.

Müraallika ja mõõtepunkti asendiskeem on toodud joonisel 1 ning vaated fotodel joonisel 2.

Märkus: joonise 1 kaardimaterjali allikas on Maa-ameti kaardiserveri avalik teenus.

Mõisted, parameetrid

Käesolevas aruandes kasutatakse standardile EVS-ISO 1996-1:2017* „Akustika. Keskkonnamüra kirjeldamine, mõõtmine ja hindamine. Osa 1: Põhisuurused ja hindamiskord“ vastavaid mõisteid, määratlusi ja arvutusi.

Müraparametrite tähistamiseks kasutatud lühendid ja vastavad selgitused on esitatud alltoodud tabelis:

Lühend	Parameeter
$L_{Aeq,T}$	Mõõdetud või arvutatud A-kaalutud helirõhu ekvivalenttase etteantud ajavahemikus T
$L_{Aeq,5min}$	Mõõdetud A-kaalutud helirõhu ekvivalenttase 5 min jooksul
$L_{Ar,T}$	Müra hinnatud tase etteantud ajavahemikus T
$L_{Ar,07-23}$	A-kaalutud müra päevane (kl 07 - 23) hinnatud ekvivalenttase hindamisajavahemiku jooksul (korregeeritud tulemus), hindamisajavahemik 16 h
$L_{Ar,23-07}$	A-kaalutud müra öine (kl 23 - 07) hinnatud ekvivalenttase hindamisajavahemiku jooksul (korregeeritud tulemus), hindamisajavahemik 8 h
L_{A90}	A-kaalutud müra statistiline helirõhu tase, mida ületatakse 90 % ulatuses mõõteajast ning üldjuhul iseloomustab taustmüra taset

* Standard ei kuulu labori mõõteulatusse

Mõõtmised

Müratasemete mõõtmiseks kasutati standardile EVS-EN 61672-1:2013 vastavaid 1. täppisklassi müra mõõteseadmeid. Mõõtesüsteemid kontrolliti enne ja pärast mõõtmisi kasutades akustilist kalibraatorit. Kõigil mõõtevahenditel on kehtivad kalibreerimistunnistused.

Eleoni tuuliku tööstusmüra mõõtmised toimusid katkematu üksikmõõtmiste jadana ajavahemikus 07.11.2019 kl 14:00 kuni 08.11.2019 kl 15:00 vastavalt põhistandardi EVS-ISO 1996-2:2017 nõuetele. Üksikmõõtmistulemuste salvestamise ajaliseks sammuks valiti 5 minutit.

Mõõtmiste käigus fikseeriti A-korrigeeritud ekvivalentssed ($L_{pA,eq,T}$) ja maksimaalsed ($L_{pA,max}$) helirõhutaset ning helirõhutaset 1/3-oktaavribades, mis on kasutatud andmete analüüsimisel müraallika identifitseerimiseks helispektri alusel samuti müra tonaalsuse määramiseks.

Mürasündmuste identifitseerimiseks audiosalvestuse teel mõõtepunktis MP rakendati müramõõdi-ku SVAN 977 helisalvestuse võimalusi.

Mõõtmistingimused

Reaalset mürasituatsiooni oluliselt mõjutanud tegurite hulka tuleks mh lugeda:

- mõõtepunkti asukohad;
- müra spektri ja müra muutuvuse dünaamika iseloom;
- pinnareljeefi ja takistuste varjutav mõju;
- ilmastikutingimused (tuule kiirus ja suund)

Labori hinnangul on käesolevate mõõtmiste tulemuste stabiilsust kõige enam mõjutanud teguriteks suure tõenäosusega mõõtmiste ajal mõõtepaigas valitsenud ilmastikutingimused - tuule kiirus, tuule suund ja õhukihtide omadused.

Andmed mõõtmiste ajal piirkonnast valitsenud ilmastikutingimuste kohta on toodud aruande lisa 1 tabeli 4 ja diagrammi kujul mõõtepunktile lähimas Riigi Ilmateenistuse ilmajaamas registreeritud tunniandmete põhjal.

Müra arvutused

Mürauringu läbiviimisel lähtuti oletusest, et müra põhiliseks allikaks Pärna kinnistul asunud mõõtmispunkti suhtes võib olla Eleoni kinnistul asuva Eleoni tuuliku poolt põhjustatud müra.

Joonisel 3 on toodud 5-minutiliste perioodiga salvestatud üksikmõõtmiste tulemuste põhjal koostatud müratasemete diagramm, mis iseloomustab Pärna kinnistu müra tasemete ajalist muutust.

Müra ühetunnised arvutustulemused on toodud tabelis 1.

Vastavalt keskkonnaministri 16.12.2016 määruse nr 71 nõuetele (§12, (7)) arvutati müra A-korrigeeritud ekvivalenttasemed müratasemed ööpäevaste hindamisperioodide: T1 päevase (kl 7:00 – 19:00), T2 öhtuse (kl 19:00 – 23:00) ja T3 öise aja (kl 23:00 – 7:00) jaoks. Mürataseme arvutamisel võeti arvesse taustamüra mõju muude müraallikatest. Vastavalt standardi EVS-ISO 1996-2:2017 lisa I soovitusel taustmüra taseme väärtuseks võeti registreeritud müra statistilised tasemed L_{A90} .

Joonisel 4. on kujutatud müra tasemete ja tuule kiiruse ajaline muutus mõõtepunktis MP Pärna kinnistu territooriumil.

Tabelis 2 ja joonise 5 diagrammil on esitatud öisel ajal fikseeritud tööstusmüra spektrite keskmised tasemed Pärna kinnistul.

Lähtudes mõõtmistest 1/3-oktaavribades määrati müra tonaalsus standardi EVS-ISO 1996-2:2017 lisa K alusel. Mõõdetud müra ei ole sageduskarakteristikute alusel tonaalne.

Tabelis 3 on toodud müra hinnatud¹ tasemed Pärna kinnistul arvestades müra tonaalsusele/mittetonaalsusele vastavat parandust ja müra mõjuaega.

¹ Müra hinnatud tase tähendab, et mõõdetud või arvutatud müra ekvivalentsele tasemele ($L_{pA,eq}$) lisatakse vajadusel parandus sõltuvalt müra häirivusest. Kui hinnatav müra on impulssmüra või tonaalne müra, siis mõõte- või arvutustulemustele lisatakse vastav parandus enne selle võrdlemist normtasemetega. Korraga rakendatakse ainult üht parandustegurit.

Müra mõõtmis- ja arvutustulemuste hindamine²

Müra mõõtmis- ja arvutustulemuste hindamiseks tuleb rakendada keskkonnaministri 16.12.2016 määruse nr 71 lisas 1 toodud normtasemeid, millega võrreldakse käesoleva aruande tabelis 3 toodud müra hinnatud tasemete arvvaartusi.

² Normtasemete määramine ja mõõtmistulemuste hinnang ei kuulu labori akrediteeritud mõõtealasse.

Mõõtemääramatus

Müra mõõtmiste laiendmääramatuse väärtused on arvutatud juhindudes standardi EVS-ISO 1996-2:2017 (part 4: Measurement uncertainty) metoodikast. Liitmõõtemääramatuse komponentideks on mõõteriista tehnilistest parameetritest ja mõõtemetoodikast tulenev hinnanguline hälve (B-tüüpi mõõtemääramatus).

Etteantud tingimustes on labori müra mõõtevõime 1,4 dB(A). Käesolevate mõõtmistulemuste laiendmääramatus U tõenäosustasemel 95% ($k = 2$) on hinnanguliselt 2,8 dB(A).

Antud juhul mõõtemääramatuse väärtused arvutati ainult öisel ajal registreeritud müratasemete alusel, kus teiste müraallikate otsene mõju mõõtmistulemusele on minimaalne.

Mürauuringu tulemused

Tööstusmüra hinnatud tasemete arvutuste kohaselt on näha (tabel 4), et Pärna kinnistu eluhoone maa-alal Eleoni tuuliku poolisel küljel võib esineda päevasel ajal müratase vahemikus 34–39 dB(A) ja öised ajal vahemikus 29–35 dB(A) (koos mõõtmistulemuste laiendmääramatusega, vt. aruande lk.4).

Märkused

- Mõõtmistulemused kehtivad antud mõõtmistega uuritud müraallikate ja mõõtepunktide paigalduse korral.

Mõõtis, arvutas ja koostas:

Ardo Urmet

Terviseameti kesklabori füüsikalabori vanemspetsialist



Joonis 1. Müra mõõtepunktide asukohaskeem.

Kaardi alus: Maainfo. Maa-ameti kaardirakendus. Allikas WWW: <http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis>

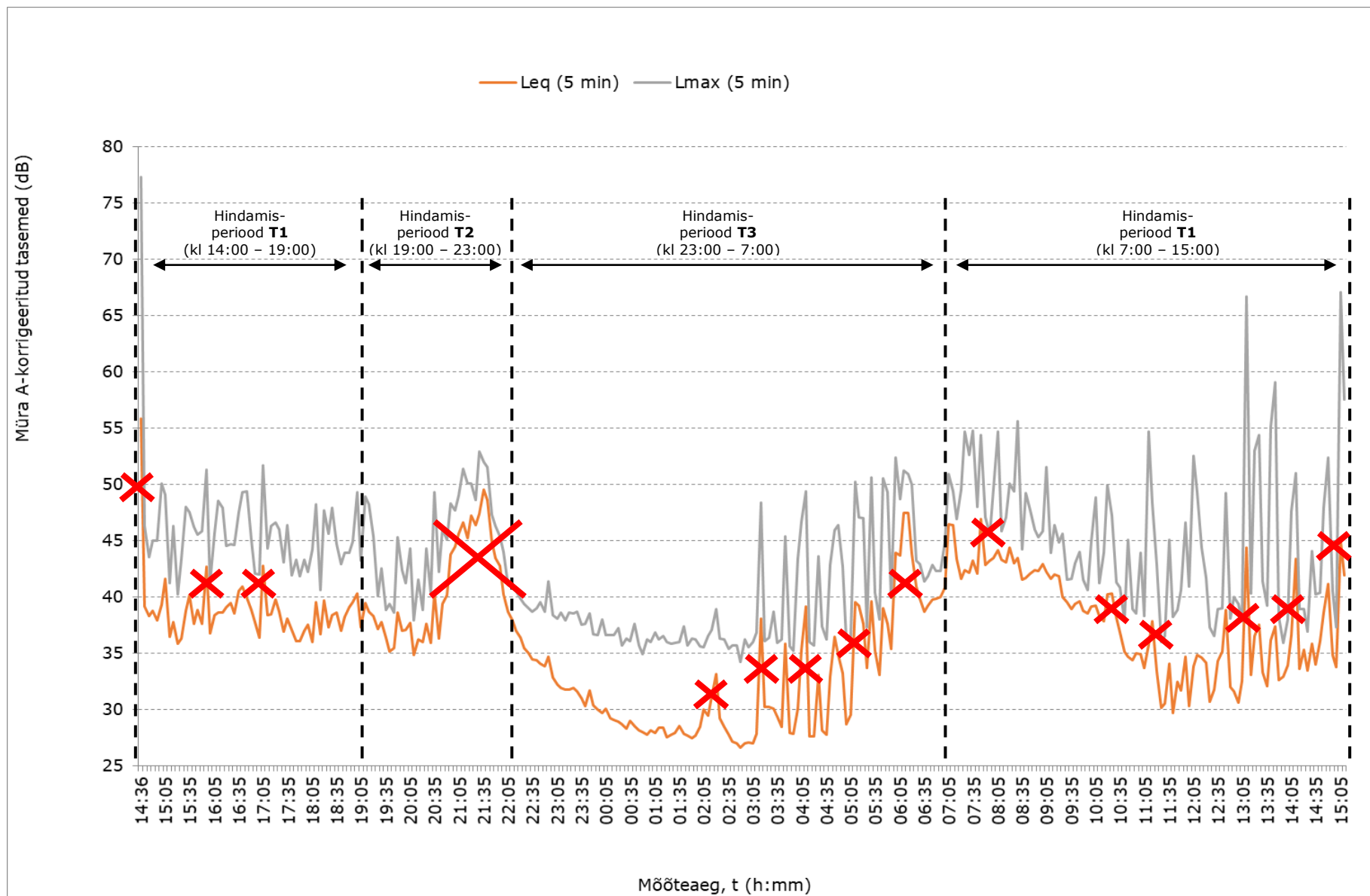


Mõõtepunkt MP
Päma kinnistu



Müraallikas
Eleoni tuulik

Joonis 2. Müraallika ja müra mõõtepunktide vaated



Märkused: punast värvi ristid diagrammil tähistavad mürasündmusi, mis ei ole seotud Eleoni tuulikuga. Tähistatud mürasündmusi ei arvestatud käesolevates müra tasemete arvutustes

Joonis 3. Müra tasemete ($L_{Aeq,5min}$) ajaline muutus alates 07.11.2019 kl 14:00 kuni 08.11.2019 kl 15:00. Diagramm on koostatud müra üksikmõõtmistulemuste jadasalvestuste alusel mõõtepunktis MP

Tabel 1. Eleoni tuuliku müra mõõtmistulemused.

Mõõtmised ajavahemikus 07.11.2019 kl 14:00 kuni 08.11.2019 kl 15:00

Järg. nr	Arvutusperioodi ajavahemik, algus – lõpp (h:mm)	Müra A-korrigeeritud ekvivalentsed tasemed, $L_{pA,eq,1h}$ (dB) Hiiepanga kinnistu territooriumil		Tuule kiiruste keskmised väärtused (m/s)
		müra mõõdetud ekvivalentsed tasemed $L_{pA,eq,T}$ (dB)	müra arvestades taustmüra parandust $L_{pA,eq,T}$ (dB)	
Müra mõõtmised päeval ajal 07.11.2019 kl 14:00 – 19:00 (T1):				
1	14:00 - 15:00	37,0	34,0	4,7
2	15:00 - 16:00	37,7	35,6	5,3
3	16:00 - 17:00	36,9	34,9	4,9
7	17:00 - 18:00	36,7	34,0	5,1
4	18:00 - 19:00	37,0	34,0	4,7
11:00 – 19:00 (T1)		-	34,7	-
Müra mõõtmised õhtusel ajal 07.11.2019 kl 19:00 – 23:00 (T2):				
5	19:00 - 20:00	36,8	34,5	4,4
6	20:00 - 21:00	36,5	34,0	4,4
7	21:00 - 22:00	-	-	4,4
8	22:00 - 23:00	34,3	33,6	4,6
19:00 – 23:00 (T2):		-	34,0	-
Müra mõõtmised öisel ajal 07.11. - 08.11.2019 kl 23:00 – 7:00 (T3):				
9	23:00 - 0:00	31,5	31,1	3,7
10	0:00 - 1:00	28,8	28,5	3
11	1:00 - 2:00	27,9	27,5	2,2
12	2:00 - 3:00	28,5	28,2	1,6
13	3:00 - 4:00	28,7	28,3	1,5
14	4:00 - 5:00	28,0	27,4	1,6
15	5:00 - 6:00	33,3	32,8	2,3
16	6:00 - 7:00	39,5	38,4	2,4
23:00 – 7:00 (T3):		-	32,2	-
Müra mõõtmised päeval ajal 08.11.2019 kl 7:00 – 15:00 (T1):				
17	7:00 - 8:00	42,0	40,2	1,1
18	8.00 - 9:00	42,6	40,1	3,2
19	9:00 - 10:00	40,7	38,9	3,5
20	10:00 - 11:00	37,5	36,0	3,7
21	11:00 - 12:00	32,0	30,6	6,4
22	12:00 - 13:00	32,4	31,2	4
23	13:00 - 14:00	32,1	29,9	3,5
24	14:00 - 15:00	34,3	31,9	3,2
7:00 – 15:00 (T1)		-	36,7	-

Märkused:

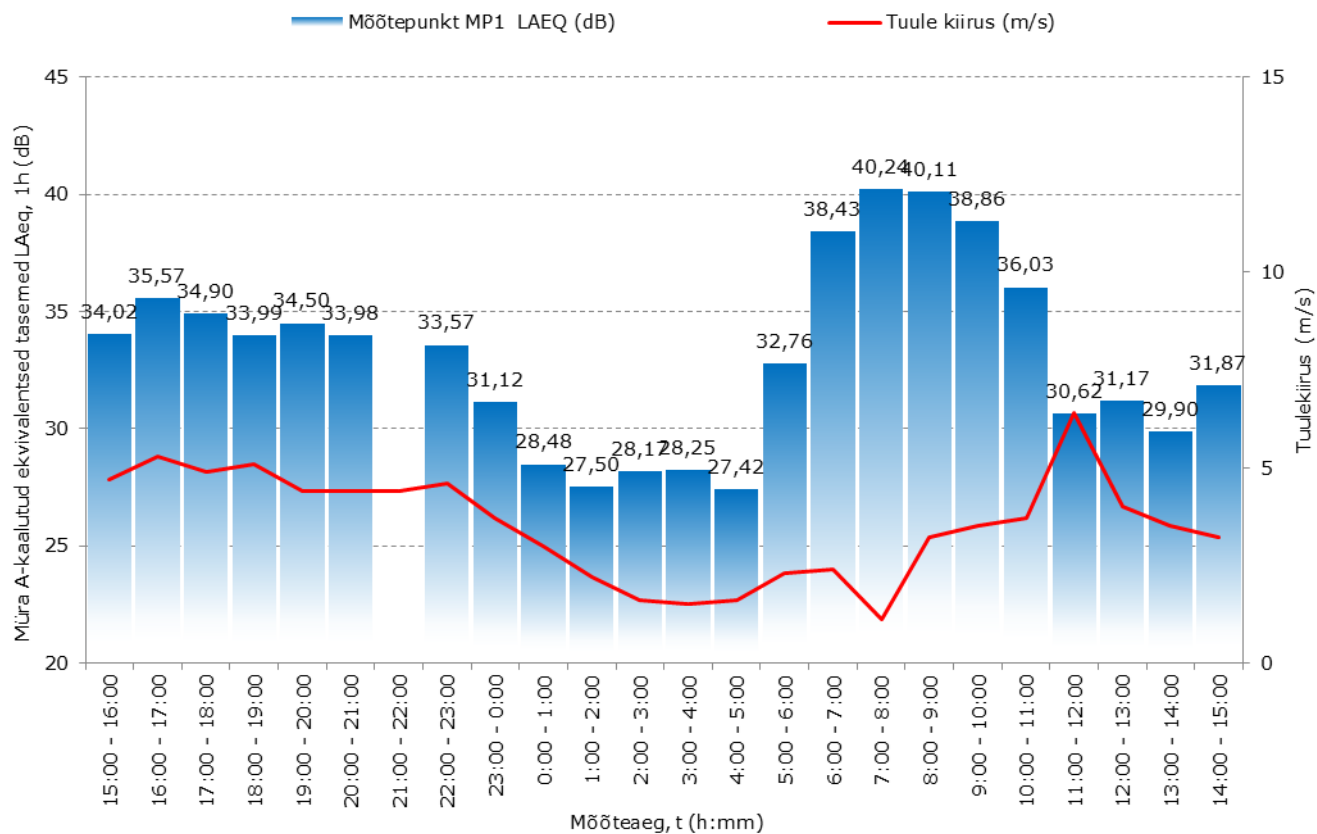
- Müra A-korrigeeritud 1-tunnised ekvivalentsed tasemed $L_{Aeq,1h}$ on arvutatud müra tegelike mõõtetulemuste põhjal ajavahemikus 07.11.2019 kl 14:00 kuni 08.11.2019 kl 15:00.
- Mõõdetud müra taustmüra parandused tehakse standardi EVS-ISO 1996-2:2017 alusel järgneva valemiga järgi:

$$L_{corr} = 10 \lg(10^{L_{meas}/10} - 10^{L_{resid}/10}) \text{ (dB)}, \text{ kus}$$

L_{corr} - müra tase arvestades taustmüra parandust (the corrected sound pressure level);

L_{meas} - mõõdetud (arvutatud) müra tase (the measured sound pressure level);

L_{resid} - taustmüra tase (the residual sound pressure level).



Joonis 4. Müra tasemete ja tuule kiiruse ajaline muutus mõõtepunktis MP Pärna kinnistu territooriumil ajavahemikus 07.11.2019 kl 14:00 kuni 08.11.2019 kl 15:00
Diagramm on koostatud müra arvutustulemuste ($L_{Aeq, 1h}$) ja tunni keskmise tuulekiiruse alusel.

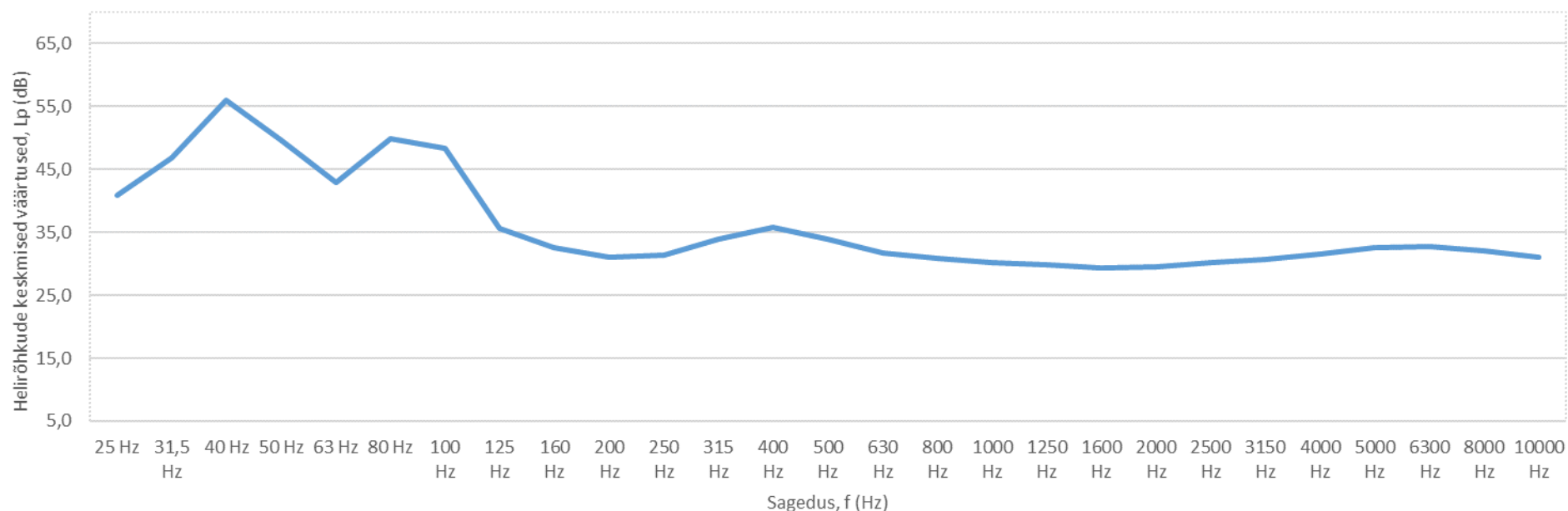
Märkused:

- ajavahemikus 07.11.2019 kl 21:00 - 22:00 ei olnud võimalik vihma tõttu mürataset arvutada
- ajavahemikus 6:00 - 11:00 võib müra tasemete tõusu seletada tuulesuuna muutusega

Tabel 2. Eleon tuuliku tööstusmüra helispektri tasemed mõõtepunktis MP (Pärna)

Järk. nr	Mõõtmise koht	Helirõhu tasemed L_p (dB) 1/3-oktaavribades keskmiste geomeetriliste sagedustega (Hz)																								Helirõhu tasemed $L_{pA,eq,T}$ (dB)			
		25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1.25k	1.6k	2k	2.5k	3.15k	4k	5k		6.3k	8k	10k
1	Mõõtepunkt MP	40,8	46,8	55,9	49,6	42,9	49,9	48,3	35,6	32,6	31,0	31,3	34,0	35,8	34,0	31,7	30,8	30,1	29,8	29,3	29,5	30,1	30,7	31,6	32,5	32,7	32,1	31,1	39,5

Märkus: tabelis 2 on toodud öisel ajal (kl 06:00-07:00) mõõdetud mürarikka tunni tööstusmüra helirõhkude tasemete keskmised väärtused



Joonis 5. Tööstusmüra spektri keskmised tasemed öisel ajal (T3) mõõtepunktis MP

Märkus: müra tonaalsus määrati standardi EVS-ISO 1996-2:2017 lisa K alusel. Mõõdetud müra ei ole sagedusarakteristikute alusel tonaalne

Tabel 3. Eleon tuuliku tööstusmüra hinnatud tasemete arvutustulemused

Nr	Mõõtekoht	Hindamisperiood	Ajavahemik	Etteantud ajavahemikus müra A-korrigeeritud ekvivalenttase (dB) $L_{Aeq,ti}$	Parandus müra tonaalsusele (+5 dBA) K_{1i}	Parandus Impulss-mürale (+5 dBA) K_{2i}	Müra hinnatud tase (dB) $L_{Ar,ti}$
Mõõtepunkt MP (Pärna kinnistu):							
1.1	Päevane ajavahemik:	$T_d = T_1 + T_2$ (kogu päev)	(7:00 ÷ 23:00)	34,7 (07.11.2019 kl 14:00-19:00) 34,0 (07.11.2019 kl 19:00-23:00) 36,7 (08.11.2019 kl 7:00-11:00)	-	-	36,7±2,8
1.2	Öine ajavahemik	$T_n = T_3$ (öö)	(23:00 ÷ 7:00)	32,2	-	-	32,2±2,8

Märkused:

- Müra hindamisperioodi ajavahemikud keskkonnaministri 16.12.2016 määruse nr 71 alusel:
 T_1 = päevane ajavahemik kl 7:00–19:00, 12 h;
 T_2 = öhtune ajavahemik kl 19:00–23:00, 4 h;
 T_3 = öine ajavahemik kl 23:00–7:00, 8 h.
- Müra hinnatud tasemed ($L_{Ar,ti}$) arvutatakse järgneva valemi järgi: **$L_{Ar,ti} = L_{Aeq,ti} + K_{1i} + K_{2i}$ (dB)**, kus
 $L_{Aeq,ti}$ - etteantud ajavahemikus mõõdetud müra A-korrigeeritud ekvivalenttase, dBA;
 K_{1i} - parandus müra tonaalsusele;
 K_{2i} - parandus impulssmürale.
- Pärna kinnistul mõõdetud müra ei ole sagedusarakteristikute järgi tonaalne müra ega impulssmüra (vt. protokolli tabel 2).
Parandus müra tonaalsusele $K_{1i} = 0$ dBA ning parandus impulssmürale $K_{2i} = 0$ dBA.
- Müra hinnatud tase kogu päeva vältel kl 7:00–23:00 leitakse: **$L_d = 10 \lg((12 * 10^{0,1 L_{r,T1}} + 4 * 10^{0,1(L_{r,T2} + 5)}) / 16)$** , kus
 $L_{r,T1}$ ja $L_{r,T2}$ - müra hinnatud tasemed vastavalt ajavahemikus T_1 ja T_2 (tabel 1)

Mõõtis ja arvutas:

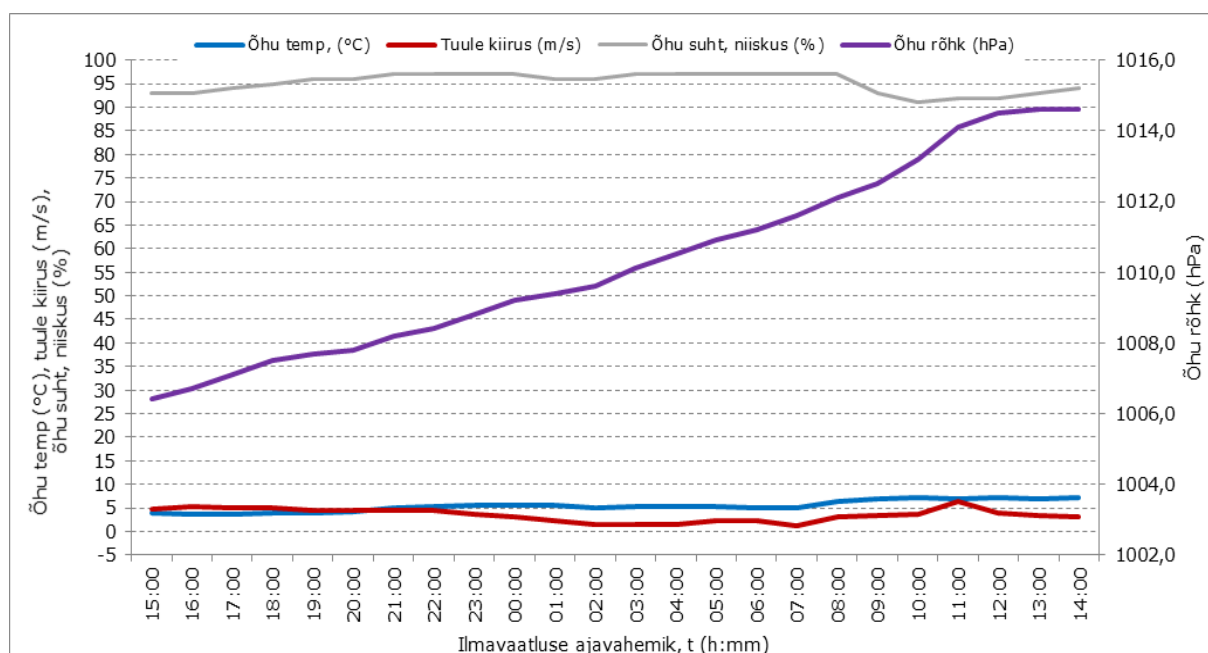
Ardo Urmet

Terviseameti kesklabori füüsikalabori vanemspetsialist

Müra mõõtmise aruanne nr 6/4-6-1/376 05.12.2019 lisa 1:

Tabel 4. Ilmastikutingimused 07.11-08.11.2019 Riigi Ilmateenistuse Roomassaare vaatlusjaamas müra mõõtmiste ajal

Ilmavaatluse ajavahemik	Õhu temp (°C)	Õhu suhteline niiskus (%)	Õhu rõhk (hPa)	Tuule kiirus (m/s)	Tuule suund (°)
14:00 - 15:00	3,8	93	1006,4	4,7	71
15:00 - 16:00	3,7	93	1006,7	5,3	73
16:00 - 17:00	3,7	94	1007,1	4,9	62
17:00 - 18:00	3,9	95	1007,5	5,1	74
18:00 - 19:00	3,8	96	1007,7	4,4	53
19:00 - 20:00	4,2	96	1007,8	4,4	66
20:00 - 21:00	4,9	97	1008,2	4,4	91
21:00 - 22:00	5,3	97	1008,4	4,6	106
22:00 - 23:00	5,6	97	1008,8	3,7	130
23:00 - 0:00	5,7	97	1009,2	3,0	111
0:00 - 1:00	5,5	96	1009,4	2,2	52
1:00 - 2:00	5,0	96	1009,6	1,6	44
2:00 - 3:00	5,2	97	1010,1	1,5	77
3:00 - 4:00	5,4	97	1010,5	1,6	85
4:00 - 5:00	5,4	97	1010,9	2,3	75
5:00 - 6:00	5,1	97	1011,2	2,4	99
6:00 - 7:00	5,1	97	1011,6	1,1	117
7:00 - 8:00	6,4	97	1012,1	3,2	190
8:00 - 9:00	7,0	93	1012,5	3,5	208
9:00 - 10:00	7,2	91	1013,2	3,7	213
10:00 - 11:00	6,9	92	1014,1	6,4	219
11:00 - 12:00	7,1	92	1014,5	4,0	198
12:00 - 13:00	6,9	93	1014,6	3,5	167
13:00 - 14:00	7,2	94	1014,6	3,2	167
14:00 - 15:00	3,8	93	1006,4	4,7	71



Märkus: Tabel 4 ja diagramm on koostatud Riigi Ilmateenistuse kodulehelt saadud andmete põhjal