

MÜRA
MÕÕTMISTE ARUANNE
6/4-6-2/1573
08.06.2018



<i>Mõõtmiste tellija:</i>	Pärnu Sadam AS, Kaubasadama tee 2, Pärnu 80030
<i>Tellija kontaktisik:</i>	Mati Einmann, Pärnu Sadam AS juhatuse liige, tel. 50 42 507
<i>Töö teostamise alus:</i>	Pärnu Sadam AS tellimus 18.04.2018. Terviseameti kesklabori füüsikalabori reg. 19.04.2018 FL3122
<i>Mõõtmiste eesmärk:</i>	Tööstusmüra tasemete mõõtmine ja müra hinnatud tasemete määramine tööstusobjekti ümbritseval elamisalal
<i>Mõõtmiste koht:</i>	Pärnu Sadam AS (Kaubasadama tee 2) territoorium ja lähiümbrus
<i>Mõõtmiste aeg:</i>	mõõtmised teostati ajavahemikus alates 18.05.2018 kl 18:30 kuni 19.05.2018 kl 9:00
<i>Mõõtmiste juures viibisid:</i>	Pärnu, Väike-Toome tn 7 ja Soo tn 1 elamute elanikud
<i>Mõõtemetoodika:</i>	EVS-ISO 1996-1:2017, EVS-ISO 1996-2:2017
<i>Normatiivdokumendid:</i>	keskkonnaministri 16.12.2016 määrus nr 71
<i>Täiendavad andmed:</i>	ilmatingimused mõõtmiste ajal: - välisõhu temperatuur +3,5 ... +15,2 °C; - õhurõhk 1012 ... 1018 hPa; - suhteline õhuniiskuse 41 ... 88 %; - tuule kiirus kuni 5,2 m/s; - pilvisus 1/10 ... 10/10

Mõõteriistad:

Nimetus	Valdaja	Number	Kalibreeritud
Müra analüsaator SVAN 958	Terviseameti kesklabori füüsikalabor	20775	28.10.2016 ATLC-16/0453
Müra analüsaator SVAN 977		45717	24.11.2017 ATLC-17/0696
Müra analüsaator SVAN 979		35866	27.10.2016 ATLC-16/0451
Akustiline kalibraator Brüel & Kjær 4231		1914690	24.11.2017 BTLC-17/014

Aruanne on koostatud 12 lehel 2 eks., neist: 1. Pärnu Sadam AS 1 eks.;
2. Terviseameti Kesklabori füüsikalabor 1 eks.

Aruanne koosseisu kuuluvad: 1. Tiitelleht 1 lehel;
2. Mõõtmistulemuste kokkuvõte 3 lehel;
3. Mõõteobjekti ülevaade ja mõõtepunkti asendiskeem 2 lehel;
4. Müra mõõtmis- ja arvutustulemused 5 lehel;
5. Lisa 1. Ilmastikutingimuste andmed mõõtmiste ajal 1 lehel.

Sergei Rušai
Terviseameti kesklabori füüsikalabori juhataja

Mõõtmiste aruanne 6/4-6-2/1573 08.06.2018**Kokkuvõte****Mürauringu eesmärk**

Käesoleva mürauringu eesmärgiks on Pärnu linnas Pärnu Sadam AS tegevusest tuleneva müra tasemete mõõtmine ja hinnatud tasemete määramine lähedal asuvate elamute maa-aladel.

Müratundlikuks objektiks on Merekalda, Soo ja Väike-Toome tänavate kinnistutel asuvad eluhooned Pärnu Sadam AS tööstusterritooriumi poolse piiri läheduses.

Müraallikad

Mõõtmiste käigus uuriti Pärnu Sadam AS sadama territooriumil töötavad müraallikate mõju:

- sadama tehnoloogilised seadmed laevade peale- ja mahalaadimiseks;
- veoautode liiklus ja laadimiseseadmete töö kaubasadama territooriumil.

Oletatavaks teisejärguliseks müraallikaks uuritavate kinnistute suhtes võib olla autoliiklus Kaubasadama teel ja Merekalda, Soo ja Väike-Toome tänavatel ning looduslikud allikad.

Mõõtepunkti asukohad

Pärnu Sadam AS tegevusest põhjustatud müra tasemete mõõtmisteks valitud mõõtepunktide asukohaandmed on toodud alljärgnevas tabelis:

Mõõtepunkt	Asukoha kirjeldus (katastritunnus)	Kaugus müraallikast, m	Mõõtepunkti geograafilised koordinaadid L-Est 97 süsteemis x (m) / y (m)	
MP1 REF	Pärnu Sadam AS kaubasadama territoorium (62501:042:0016)	u. 55 m	6471583.7	527948.2
MP2	Väike-Toome tn 7 elamuala, eluhoonest u. 6 m kaugusel (62501:035:2110)	u. 150 m	6471807.4	527766.4
MP3	Soo tn 1 elamuala, eluhoonest u. 8 m kaugusel (62501:035:0180)	u. 210 m	6471871.0	527703.4

Mõõtemikrofonid mõõtepunktides olid kinnitatud statiividele 1,5 m kõrgusel maapinnast.

Müraallikate ja mõõtepunktide asendiskeem on toodud joonisel 1 ning vaated juurdekuuluvatel fotodel joonisel 2.

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

Mõõtmised

Pärnu Sadam AS tehnoloogiliste seadmete poolt tekitatud müra mõõtmised kõikides mõõtepunktis teostati vastavalt põhistandardite EVS-ISO 1996-1:2017 ja EVS-ISO 1996-2:2017 nõuetele.

Müra mõõtmised toimusid katkematu mõõteseeriana üksikmõõtmiste jadana ajavahemikus alates 18.05.2018 kl 18:30 kuni 19.05.2018 kl 9:00.

Mõõteseeria kestus oli 14 tundi, mis sisaldas iseloomulikke mürasündmusi. Mõõdetud müra salvestamise ajaliseks sammuks valiti 1 minut.

Tööstusmüra mõõtmine toimus sadama tavapärase töö ajal. Mõõtmiste ajal 18. ja 19. mail 2018 a. külastasid Pärnu sadamat järgmised laevad: Landy (laaditi ümarpuitu), Sylvia (laaditi ümarpuitu), Rinaland (lossiti killustikku), Silva (laaditi graanulit), Elena (laaditi ümarpuitu), Vaasaborg (laaditi ümarpuitu) ja Carina (lossiti killustikku).

Mõõtmiste käigus fikseeriti A-korrigeeritud ekvivalentsed helirõhutasemed ($L_{pA,eq}$) ning helirõhutasemed 1/3-oktaavrribades, mis on edaspidi kasutatud andmete analüüsimisel müraallika identifitseerimiseks helispektri alusel samuti müra tonaalsuse määramiseks.

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 Riigi Ilmateenistuse ilmajaamas registreeritud tunniandmete põhjal.

Müra arvutused

Mürauuringu läbiviimisel lähtuti oletusest, et müra põhilisteks allikateks Väike-Toome tn 7 ja Soo tn 1 kinnistute elamualadel asunud mõõtmispunktide suhtes võib olla Pärnu Sadam AS territooriumil toimuv tehnoloogiline protsess.

Diagramm joonisel 3 on koostatud müra üksikmõõtmistulemuste alusel ja iseloomustab müra-tasemete ajaline muutus valitud mõõtepunktides kogu mõõteaja jooksul.

Vastavalt keskkonnaministri 16.12.2016 määruse nr 71 nõuetele (§12, (7)) arvutati müra A-korrigeeritud ekvivalentasemed müratasemed hindamisperioodide: öhtuse T2 (kl 19:00 – 23:00), öise T3 (kl 23:00 – 7:00) ja päevase T1 (kl 7:00 – 19:00) aja jaoks. Müra ühetunnised arvutustulemused on toodud aruande tabelis 1 ning esitati joonisel 4 diagrammi kujul.

Tabelis 2 ja joonise 5 diagrammil on esitatud öisel ajal mõõdetud Pärnu Sadam AS tehnoloogiliste seadmete müra spektrite keskmised tasemed. 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 hinnatud tasemed kinnistute Väike-Toome tn 7 ja Soo tn 1 elamualadel arvestades müra tonaalsusele/mittetonaalsusele vastavat parandust ja müra mõjuaga.

Müra hindamise kriteeriumid

Eestis on müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamute ning ühiskasutusega hoonete välisteritooriumil kehtestatud keskkonnaministri 16.12.2016 määrusega nr 71.

Määruse nõudeid tuleb täita linnade ja asulate planeerimisel ning ehitusprojektide koostamisel. Kehtestatud normtaseme suurus sõltub maa-ala kasutusest. Maa-alad jaotatakse üldplaneeringu alusel vastavalt nende kasutusotstarbele nelja kategooriasse:

- I kategooria, virgestusrajatiste maa-alad ehk vaiksed alad;
- II kategooria, haridusasutuste, tervishoiu- ja sotsiaalhoolekande-asutuste ning elamu maa-alad;
- III kategooria, keskuse maa-alad;
- IV kategooria, ühiskondlike hoonete maa-alad.

Määratud ajavahemikud on: päev kl 07-23 ja öö kl 23-07. Päevane ajavahemik sisaldab öhtust ajavahemikku kl 19-23, millele rakendatakse müra hinnatud taseme arvutamisel parandust +5 dB.

Tööstusmüra piirväärtuseks on A-korrigeeritud ekvivalentne helirõhutase L_{pA,eq,T_1} , mis kirjeldab keskmist mürasituatsiooni:

Ala kategooria vastavalt keskkonnaministri 16.12.2016 määruse nr 71 (Lisa1)	Tööstusmüra piirväärtus	
	Päev	Öö
II kategooria (elamu maa-alad)	60	45
III kategooria (keskuse elamu maa-alad)	65	50

Müra mõõtmis- ja arvutustulemuste hindamine

Müra mõõtmis- ja arvutustulemuste hindamiseks tuleb rakendada keskkonnaministri 16.12.2016 määruses nr 71 „Välisõhus leviva müra normtasemed ja mürataseme mõõtmise, määramise ja hindamise meetodid“ lisa 1 tabelis toodud normtasemeid.

Mõõtemääramatus

Teostatud mõõtmistulemused iseloomustavad mõõtmisperioodil valitsenud kogu mürataset, sisaldades lisaks Pärnu Sadam AS territooriumilt tekitatud mürale ka liiklusrüü, olmemüra ning looduslikku mürafooni.

Tavaliselt toimuvad sellised sündmused päevasel ajal. Seetõttu on asjakohane enam tähelepanu pöörata öistele müratasemetele. Öösel on üldjuhul väiksem ka looduslik taustmüra.

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

Laiendmääramatuse väärtused on arvutatud juhindudes standardi EVS-ISO 1996-2:2017 (part 4: Measurement uncertainty) meetodikast. Liitmõõtemääramatuse komponentideks on mõõte-riista tehnilistest parameetritest ja mõõtemetoodikast tulenev hinnanguline hälve (B-tüüpi mõõtemääramatus).

Etteantud tingimustes on labori müra mõõtevõime 1,9 dB(A). Käesolevate mõõtmistulemuste laiendmääramatus U tõenäosustasemel 95% ($k \approx 2$) on hinnanguliselt 3,9 dB(A).

Mürauringu tulemused

Pärnu Sadam AS tööstusmüra hinnatud tasemete arvutuste tulemuste põhjal on näha (tabel 3), et Väike-Toome tn 7 kinnistu elamualal võib esineda päevasel ajal müratase vahemikus 44-48 dBA (koos mõõtmistulemuste laiendmääramatusega).

Sadama territooriumil toimuvast tegevusest põhjustatud tööstusmüra öised hinnatud tasemed Väi-ke-Toome tn 7 elamu maa-alal on 39–43 dBA.

Pärnu Sadam AS tegevusest tingitud müra hinnatud tasemed lähima piirkonna elamualadel ei ületa keskkonnaministri 16.12.2016 määruse nr 71 kehtestatud piirtasemeid nii päevasel kui ka öisel ajal.

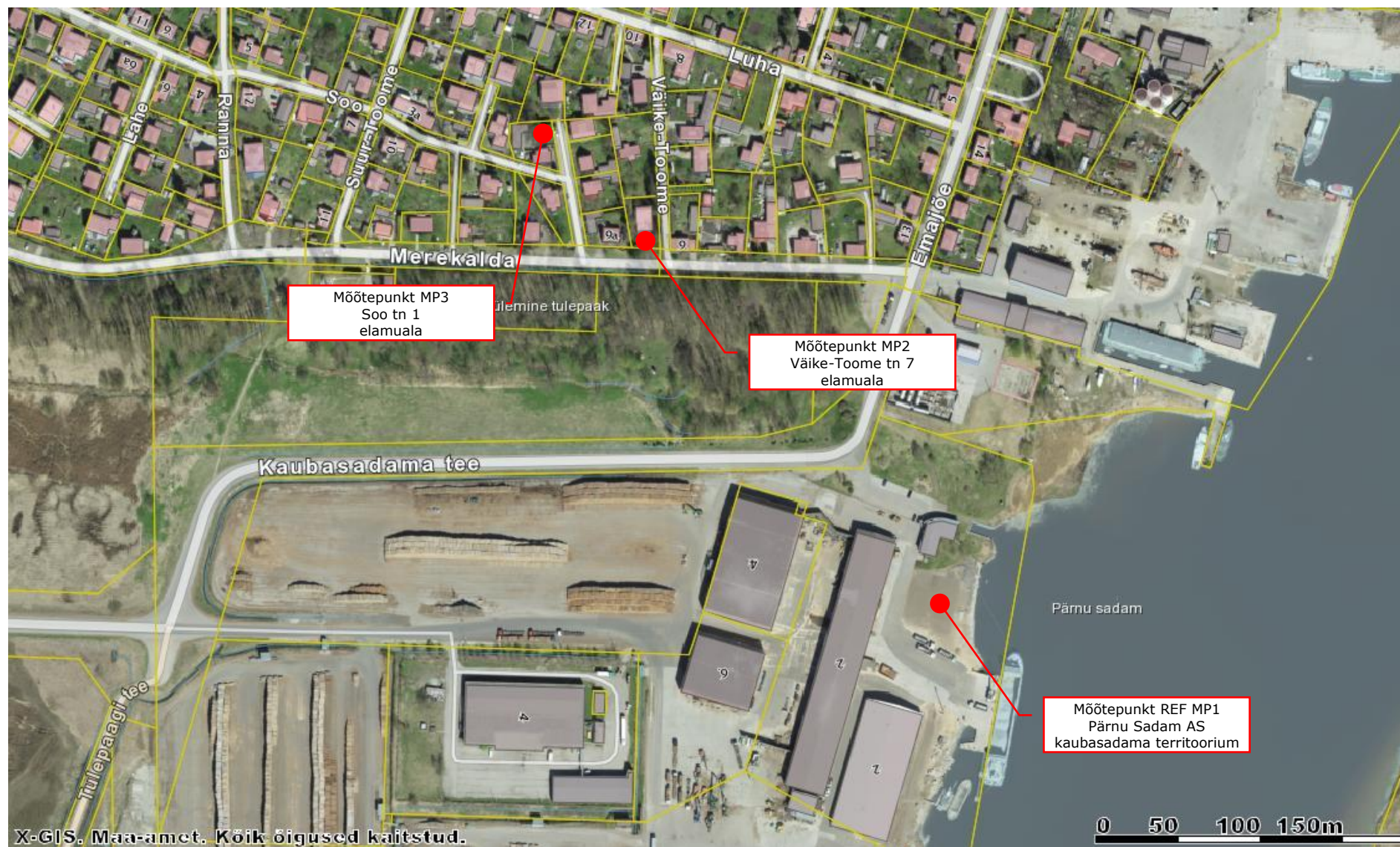
Märkused:

- Normtasemete määramine ja mõõtmistulemuste hinnang ei kuulu labori akrediteeritud mõõ-tealasse;
- Mõõteväärtused ning andmed müramõõdikute seadistuste kohta on salvestatud füüsikalabori serveris.

Mõõtis, arvutas ja koostas:

Sergei Rušai

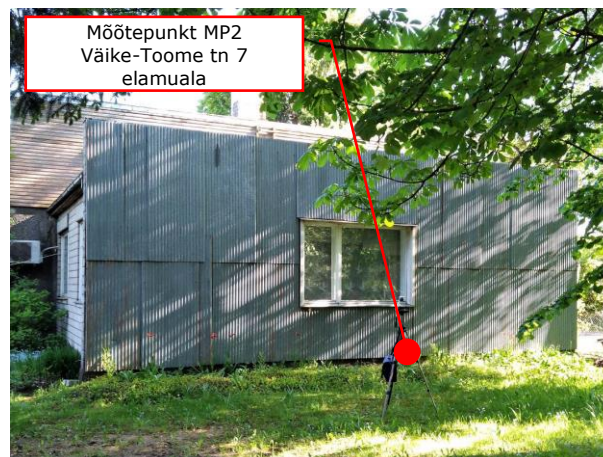
Terviseameti kesklabori füüsikalabori vanemspetsialist



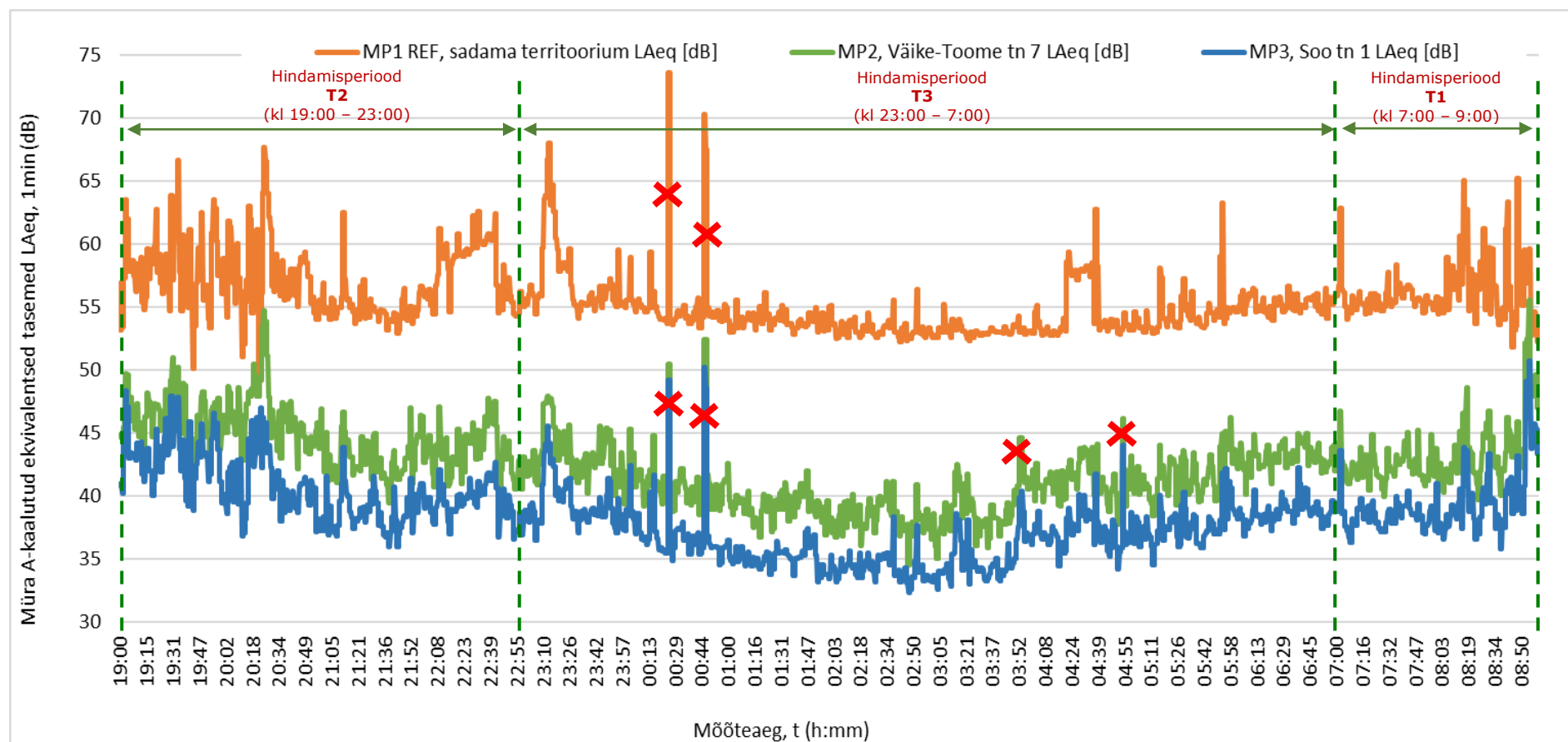
Joonis 1. Müra mõõtmise asukohaskeem. Kaardi alus: Maa-ameti Maainfo kaardirakendus. Allikas WWW: <http://xgis.maaamet.ee/xGIS>



Peamised müraallikad Pärnu Sadama AS territooriumil müra mõõtmiste teostamise ajal



Joonis 2. Müraallikad ja müra mõõtepunktide vaated



Märkus: Punast värvi ristid tähistavad diagrammil mürasündmusi, mis ei ole seotud Pärnu Sadam AS tegevusega. Tähistatud mürasündmusi ei arvestatud käesolevates müratasemete arvutustes

Joonis 3. Müra tasemete ($L_{Aeq,1min}$) ajaline muutus mõõtepunktides alates 18.05.2018 kl 18:30 kuni 19.05.2018 kl 9:00. Diagramm on koostatud müra üksikmõõtmistulemuste jadasalvestuste alusel mõõtepunktides

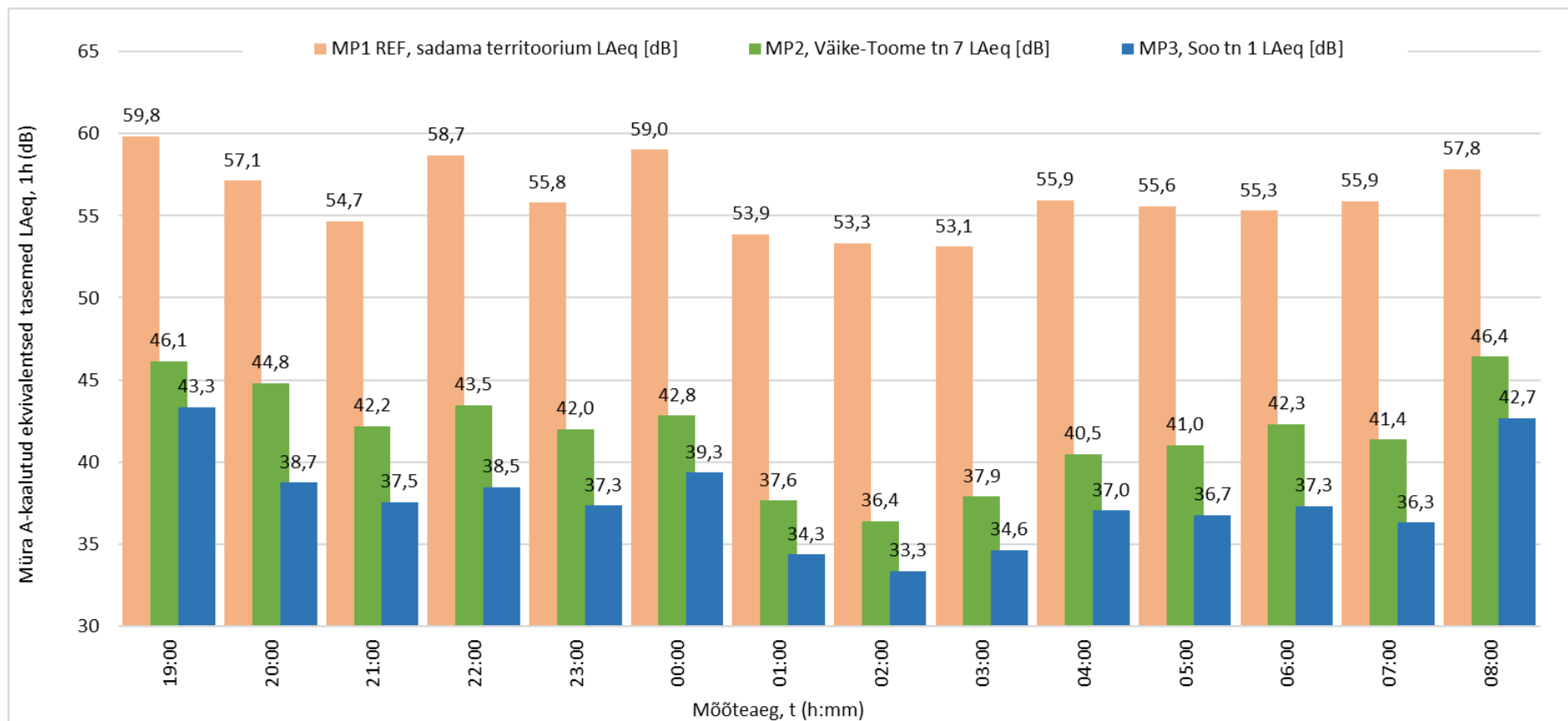
Tabel 1. Pärnu Sadam AS tehnoloogiliste seadmete poolt tekitatud müra mõõtmis- ja arvutustulemused

Järk. nr	Mõõtmeperiodi ajavahemik, algus – lõpp (h:mm)	Müra A-korrigeeritud ekvivalentsed tasemed, $L_{pA,eq,1h}$ (dB)				
		Mõõtepunkt MP2 Väike-Toome tn 7 elumuala		Mõõtepunkt MP3 Soo tn 1 elumuala		MP1 REF Pärnu Sadam AS kaubasadama territoorium
		mõõdetud müra tasemed	müra tasemed arvestades taustmüra pa- randust	mõõdetud müra tasemed	müra tasemed arvestades taustmüra pa- randust	mõõdetud müra tasemed
Müra mõõtmised õhtusel ajal 18.05.2018 kl 19:00 – 23:00 (T2):						
1	19:00 - 20:00	47,0	46,1	44,1	43,3	59,8
2	20:00 - 21:00	45,4	44,8	40,0	38,7	57,1
3	21:00 - 22:00	43,3	42,2	38,9	37,5	54,7
4	22:00 - 23:00	44,2	43,5	39,8	38,5	58,7
L _{r,T2} (kl 19:00-23:00)		-	44,4	-	40,2	58,0
Müra mõõtmised öisel ajal 18.05.2018 kl 23:00 kuni 19.05.2018 kl 7:00 (T3):						
5	23:00 - 0:00	42,9	42,0	38,7	37,3	55,8
6	0:00 - 1:00	43,4	42,8	39,9	39,3	59,0
7	1:00 - 2:00	39,6	37,6	35,3	34,3	53,9
8	2:00 - 3:00	38,6	36,4	34,6	33,3	53,3
9	3:00 - 4:00	39,9	37,9	35,7	34,6	53,1
10	4:00 - 5:00	42,0	40,5	38,1	37,0	55,9
11	5:00 - 6:00	42,4	41,0	38,4	36,7	55,6
12	6:00 - 7:00	43,5	42,3	39,2	37,3	55,3
L _{r,T3} (kl 23:00-7:00)		-	40,6	-	36,6	55,6
Müra mõõtmised päeval ajal 19.05.2018 kl 7:00 – 9:00 (T1):						
13	7:00 - 8:00	42,7	41,4	38,6	36,3	55,9
14	8:00 - 9:00	47,2	46,4	43,0	42,7	57,8
L _{r,T1} (kl 7:00-9:00)		-	44,6	-	40,6	57,0

Märkused:

- Müra A-korrigeeritud ekvivalentsed tasemed $L_{Aeq,1h}$ on arvutatud 1 tunni kaupa müra tegelike mõõtetulemuste põhjal. Müra mõõdeti ajavahemikus alates 18.05.2018 kl 18:30 kuni 19.05.2018 kl 9:00.
- Müra tasemed arvestades taustmüra parandust arvutatakse standardi EVS-ISO 1996-2:2017 alusel järgneva valemi järgi:

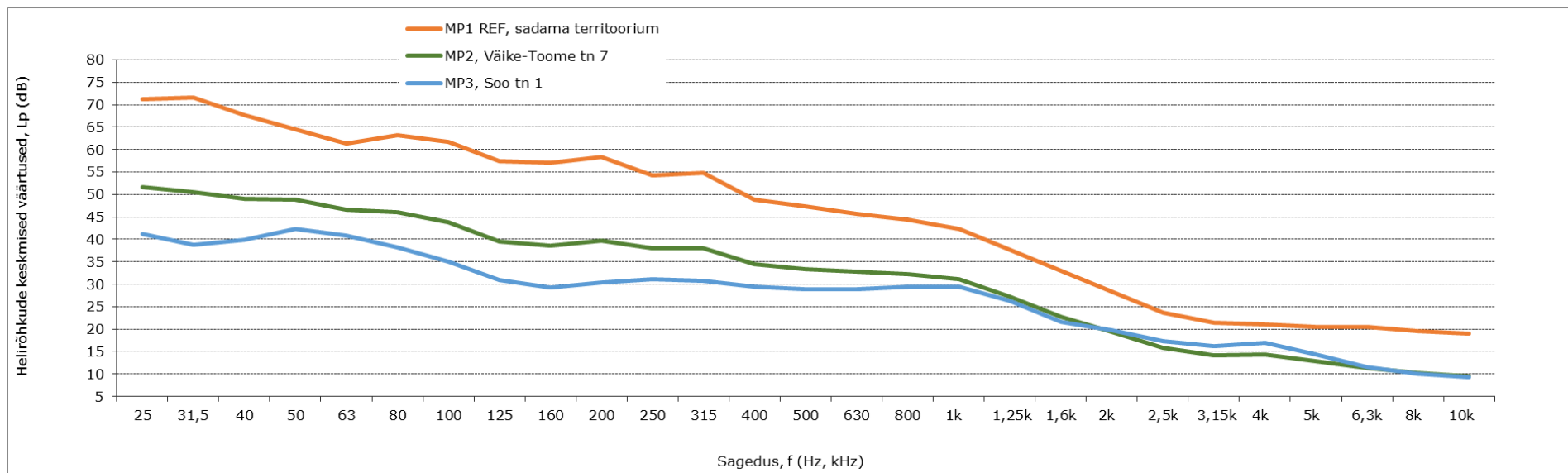
$$L_{corr} = 10 \lg(10^{L_{meas}/10} - 10^{L_{resid}/10}),$$
 kus
 L_{corr} - müra tase arvestades taustmüra parandust (the corrected sound pressure level);
 L_{meas} - mõõdetud (arvutatud) müra tase (the measured sound pressure level);
 L_{resid} - taustmüra tase (the residual sound pressure level).
- Taustmüra väärtuseks võeti müra minimaalsed tasemed, mis olid registreeritud mõõtmiste jooksul.



Joonis 4. Pärnu Sadam AS territooriumil tehnoloogiliste seadmete poolt tekitatud müra tasemete ajaline muutus mõõtepunktides. Diagramm on koostatud müra arvutustulemuste ($L_{Aeq, 1h}$) alusel

Tabel 2. Pärnu Sadam AS territooriumil tehnoloogiliste seadmete poolt tekitatud müra helispektri tasemed öisel ajal

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	1.25 k	1.6k	2k	2.5k	3.15 k	4k	5k		6.3k	8k	10k
1.	MP1 REF, sadama territoorium	71,3	71,7	67,6	64,5	61,4	63,2	61,8	57,3	57,1	58,3	54,3	54,8	48,9	47,3	45,8	44,4	42,2	37,6	33,0	28,3	23,7	21,5	21,0	20,6	20,5	19,6	19,0	55,6
2.	MP2, Väike-Toome tn 7	51,6	50,5	49,1	48,8	46,5	46,0	43,8	39,5	38,5	39,7	38,1	38,1	34,5	33,5	32,7	32,3	31,2	27,3	22,7	19,3	15,8	14,2	14,4	12,8	11,4	10,2	9,5	40,6
3.	MP3, Soo tn 1	41,3	38,7	39,8	42,4	40,9	38,2	35,1	31,0	29,3	30,3	31,1	30,7	29,4	28,9	29,0	29,5	29,5	26,3	21,6	19,7	17,3	16,2	17,0	14,3	11,6	10,1	9,3	36,6



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

Joonis 5. Pärnu Sadam AS tööstusmüra helispektri keskmised tasemed mõõtepunktides

Tabel 3. Pärnu Sadam AS tegevuse poolt tekitatud müra hinnatud tasemed

Jrk. nr	Mõõtekoht	Hindamis-periood	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) $L_{A,ti}$
Müra mõõtepunkt MP2, Väike-Toome tn 7 elamuala:							
1.1	Päevane ajavahemik	$T_d = T_1 + T_2$ (kogu päev)	16 h (7:00-23:00)	$L_{r,T2}$ (kl 19:00-23:00) = 44,4 $L_{r,T1}$ (kl 7:00-9:00) = 44,6	0,0	0,0	45,8
1.2	Öine ajavahemik	$T_n = T_3$ (öö)	8 h (23:00-7:00)	$L_{r,T3}$ (kl 23:00-7:00) = 40,6	0,0	0,0	40,6
Müra mõõtepunkt MP3, Soo tn 1 elamuala:							
2.1	Päevane ajavahemik	$T_d = T_1 + T_2$ (kogu päev)	16 h (7:00-23:00)	$L_{r,T2}$ (kl 19:00-23:00) = 40,2 $L_{r,T1}$ (kl 7:00-9:00) = 40,6	0,0	0,0	41,7
2.2	Öine ajavahemik	$T_n = T_3$ (öö)	8 h (23:00-7:00)	$L_{r,T3}$ (kl 23:00-7:00) = 36,6	0,0	0,0	36,6

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 ($L_{A,ti}$) arvutatakse järgneva valemi järgi :

$$L_{A,ti} = L_{Aeq,ti} + K_{1i} + K_{2ir} \text{ (dB)},$$
kus $L_{Aeq,ti}$ - etteantud ajavahemikus mõõdetud müra A-korrigeeritud ekvivalenttase, dBA;
 K_{1i} - parandus müra tonaalsusele;
 K_{2i} - parandus impulssmürale.
- Mõõdetud müra ei ole sagedusarakteristikute järgi tonaalne müra ega impulssmüra. Parandus müra tonaalsusele $K_{1i} = 0$ dBA ning parandus impulssmürale $K_{2i} = 0$ dBA.
- Müra hinnatud tase kogu päeva vältel 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).

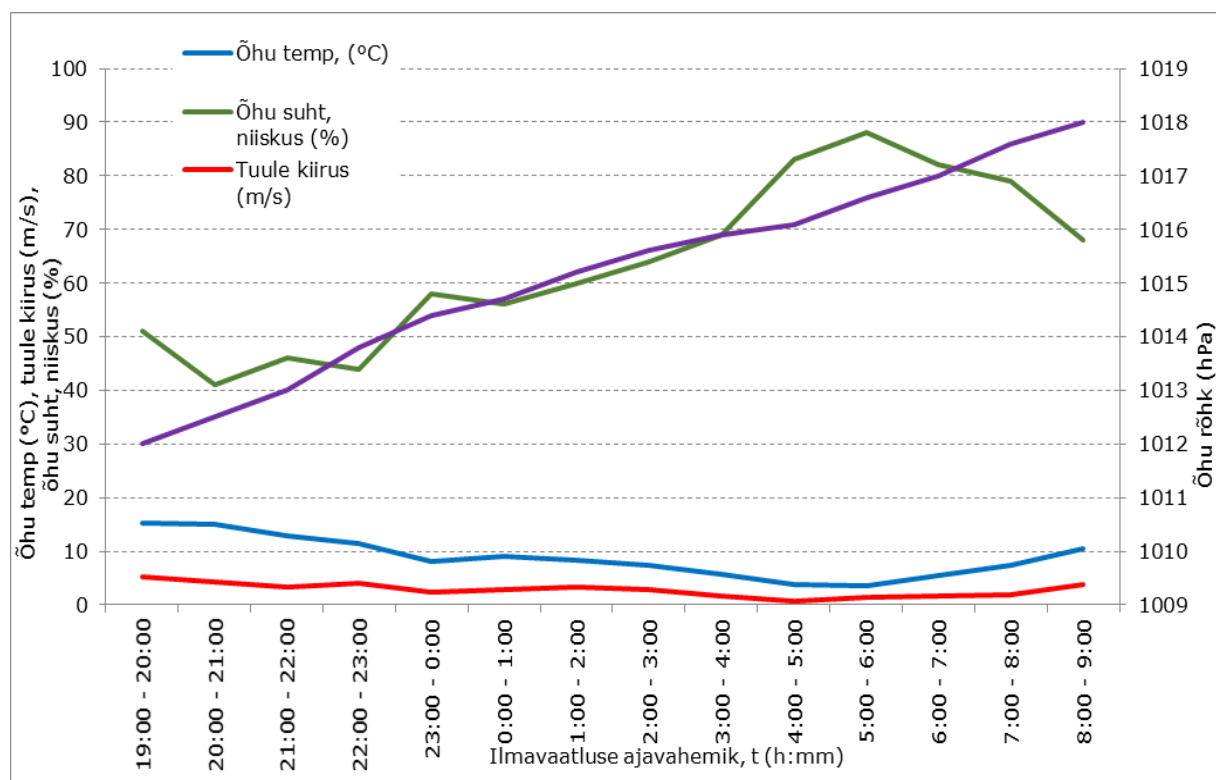
Mõõtis ja arvutas:

Sergei Rušai

Terviseameti kesklabori füüsikalabori vanemspetsialist

Tabel 4. Ilmastikutingimused 18.05. – 19.05.2018 mürä mõõtmiste ajal

Ilmavaatluse ajavahemik	Õhu temp (°C)	Õhu suhteline niiskus (%)	Õhu rõhk (hPa)	Tuule kiirus (m/s)	Tuule suund (°)
19:00 - 20:00	15,2	51	1012,0	5,2	24
20:00 - 21:00	15,0	41	1012,5	4,3	358
21:00 - 22:00	12,8	46	1013,0	3,4	7
22:00 - 23:00	11,4	44	1013,8	4,0	4
23:00 - 0:00	8,1	58	1014,4	2,3	1
0:00 - 1:00	9,0	56	1014,7	2,8	345
1:00 - 2:00	8,3	60	1015,2	3,2	345
2:00 - 3:00	7,4	64	1015,6	2,9	352
3:00 - 4:00	5,6	69	1015,9	1,6	346
4:00 - 5:00	3,8	83	1016,1	0,7	45
5:00 - 6:00	3,5	88	1016,6	1,4	339
6:00 - 7:00	5,5	82	1017,0	1,7	357
7:00 - 8:00	7,4	79	1017,6	1,8	3
8:00 - 9:00	10,4	68	1018,0	3,8	12



Joonis 6. Ilmastikutingimuste 18.05. – 19.05.2018 registreeritud tunniandmed