



Saarde tuulepargi helirõhutasemete mõõtmiste selgitav aruanne

Tallinn 2025

Nimetus: Saarde tuulepargi helirõhutasemet mõõtmiste selgitav aruanne

Töö tellija: Tuulepealne Maa OÜ
Reg nr 14218547
Harju maakond, Tallinn, Kesklinna linnaosa, Maakri tn 19/1, 10145

Töö teostaja: LEMMA OÜ
Reg nr 11453673
Harju maakond, Tallinn, Kristiine linnaosa, Värvi tn 5, 10621
Tel +372 600 7740
E-post info@lemma.ee

Vastutav koostaja: Piret Toonpere

Aruande versioon: 4.03.2025

Sisukord

Sisukord.....	3
Kokkuvõte	4
Sissejuhatus.....	5
1 Saarde tuulepark	5
2 Mõõtepunktide valik	6
3 Mõõtmiste läbiviimise aja valik.....	8
3.1 Mõõtmistel kasutatud mõõteseadmed ja standardid	10
4 Mõõtmiste tulemuste võrdlus normtasemetega	11
4.1 Välisõhus leviv müra.....	11
4.2 Siseruumides esinev müra	16
5 Tuulepargi kavandamisel hinnatud ja mõõdetud müratasemete võrdlus.....	19
7 Soovitused edasiseks.....	22
Lisad	23
Müra mõõtmiste aruanne 6/4-6-2/2387	23
Müra mõõtmiste aruanne 6/4-6-2/2392	23

Kokkuvõte

Seoses Saarde tuulepargi lähiala elanike poolt väljendatud võimaliku müraprobleemiga tellis Tuulepealne maa OÜ helirõhutasemete mõõtmised Saarde tuulepargis ja selle mõjualal. Mõõtmised viis läbi Terviseameti Rahvatervise Labor. Labor on akrediteeritud Eesti Akrediteerimiskeskuse poolt ning vastab EVS-EN ISO/IEC 17025:2017 esitatud katselaborite pädevuse üldnõuetele (EAK tunnistus L042). Mõõtmised aitas korraldada ja käesoleva selgitava aruande koostas keskkonnakonsultatsiooni ettevõtte LEMMA OÜ keskkonnakonsultant Piret Toonpere.

Mõõtepunkte oli kokku 14, millest kolm olid tuulikute vahetus läheduses paiknevad referentspunktid. Neljas elamus mõõdeti müra, sh madalsageduslikku müra ja infraheli, siseruumides (Joonis 1). Mõõtmised viidi läbi 25.-27.11.2024. Kogu mõõteperioodi keskmine tuulekiirus oli erinevatel tuulikutel gondli kõrgusel vahemikus 7,3-9,2 m/s. Maksimalne tuulekiirus jäi vahemikku 13,4-16,4 m/s ja minimaalne 3,8-5,3 m/s. Tuulekiiruseid võib pidada igati sobilikuks mõõtmiste läbiviimiseks ning tuulikud töötasid suure osa mõõteperioodist maksimaalse helivõimsustaseme tekitamise lähedases töörežiimis.

Mõõtmise ajavahemikus töötasid Saarde tuulepargis kõik tuulikud tavapärasel režiimis. Päeval ajal ajavahemikul esines kahe tuuliku puhul lühiajaline tootmise seiskumine. Paus tootmises jäi ajavahemikule, kus mõõtmisi tuulikute all ei toimunud. Mõju elamualade mõõtetulemustele ei täheldatud.

Välisõhu müra

Mõõtmiste tulemusena saab leida, et tuulikutega seostatav välisõhu müra vastas mõõtmiste perioodil elamualadel kehtivatele tööstusmüra normtasemetele¹ – kõik mõõtmistulemuste alusel saadud helirõhutasemed elamualadel jäid päeval ajal alla 45dB ja öisel ajal alla 40dB (vt Tabel 3). Erandiks oli Kamali tee 19 mõõtepunkt, mis asub 2,3 km kaugusel lähimast tuulikust, kus saadi müra hinnatud tasemeks öisel ajal 40,5 dB. Antud punktis kõrgendatud helirõhutaseme seost tuulikute tekitatava müraga ei tuvastatud (vt Joonis 3 ja Joonis 4). Kamali tee 19 mõõtetulemustes esinesid suuremad väärtused kui samas suunas tuulikutele lähemal paiknevas punktis 03+1km ja võrreldaval kaugusel samas suunas paiknevas Kamali tee 13 mõõtepunktis. Suure tõenäosusega on kõrgem helirõhu seostatav kinnistuga külgneva jõega/paisuga või ka antud elamu siseruumide mõõtmisel täheldatud lokaalse tehnoeadmega.

Siseruumides mõõdetud helirõhutasemed, sh madalsageduslik müra ja infraheli

Siseruumides läbiviidud helirõhutasemete mõõtmiste tulemused ei näidanud siseruumidele kehtivate müra normtasemetel² ületamist (vt Tabel 5). Ka infrahelile kehtiva G-korrigeeritud helirõhutaseme mõõdetud eluruumides jäi oluliselt madalamale kui kehtiv normtase 85 dB³ (vt Tabel 6).

Läbiviidud mõõtmiste alusel üheski eluruumis madalsagedusliku müra häirivuse hindamiseks kehtivale sageduskõverale⁴ vastavaid normtasemeid ei ületatud.

¹ Keskkonnaministri 16.12.2016 määrus nr 71 „Välisõhus leviva müra normtasemed ja mürataseme mõõtmise, määramise ja hindamise meetodid“ LISA 1. Leitav siit: https://www.riigiteataja.ee/akt/1211/2201/6027/KKM_m71_Lisa1.pdf#

² Sotsiaalministri 04.03.2002 määrus nr 42 „Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes“. Leitav siit: <https://www.riigiteataja.ee/akt/163756?leiaKehtiv>

³ Sotsiaalministri 06.05.2002 määrus nr 75 „Ultra- ja infraheli helirõhutasemete piirväärtused ning ultra- ja infraheli helirõhutasemete mõõtmine“. Leitav siit: <https://www.riigiteataja.ee/akt/95127?leiaKehtiv>

⁴ Sotsiaalministri 04.03.2002 määrus nr 42 „Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes“ Lisa 1 alusel. Leitav siit: <https://www.riigiteataja.ee/akt/163756?leiaKehtiv>

Sissejuhatus

Seoses Saarde tuulepargi lähiala elanike poolt väljendatud võimaliku müraprobleemiga soovis Saarde tuulepargi omanik Tuulepealne Maa OÜ läbi viia helirõhutasemete mõõtmised Saarde tuulepargis ja selle mõjualal. Mõõtmised aitas korraldada ja käesoleva selgitava aruande koostas keskkonnakonsultatsiooni ettevõtte LEMMA OÜ keskkonnakonsultant Piret Toonpere.

Mõõtmiste eesmärk oli:

- tuulepargi omaniku poolt omaseire korras kontrollida tuulepargi ümbritsevatel elamualadel müra normtasemete täitmist, sh madalsagedusliku müra osas;
- saada ülevaade eri kaugustel tuulepargist tekkivatest helirõhutasemetest;
- saada ülevaadet tuulepargi rajamise eelse mürahinnangu ja mõõdetud helirõhumete seoste osas.

Mõõtmised viis läbi Terviseameti Füüsika Labor. Labor on akrediteeritud Eesti Akrediteerimiskeskuse poolt ning vastab EVS-EN ISO/IEC 17025:2017 esitatud katselaborite pädevuse üldnõuetele (EAK tunnistus L042).

Mõõtmistulemused vormistati mõõtmiste aruannetena 6/4-6-2/2387 ja 6/4-6-2/2392 (madalsageduslik müra) ning käesoleva selgitava aruandena. Lisaks müramõõtmiste korral tavapäraselt mõõtelabori poolt koostatavatele mõõtmiste aruannetele otsustati seoses avalikkuse suure huviga teema vastu koostada käesolev täiendav selgitav aruanne andmaks paremat ülevaadet mõõtmiste aruannetes kasutatud mõistetest ning mõõtetulemuste seostest kehtivate normtasemetega. Nii mõõtmisaranded kui ka käesolev selgitav aruanne on mõeldud kasutamiseks tervikuna. Dokumente on lubatud paljundada täismahus koos kõigi lisadega. Dokumentide osaline paljundamine ei ole ilma autori loata lubatav.

1 Saarde tuulepark

Saarde tuulepark paikneb Pärnu maakonnas Saarde vallas. Tuulepark rajati perioodil 2022-2023. Tuulepark valmis (väljastati kasutusload) 2023 aasta detsembris. Saarde tuulepark koosneb kolmest tuulikute grupist. Suurimas on neli tuulikut, mis jäävad maaüksustele Neitsipõllu (71101:005:0061) ja Vana-Neitsi (71101:005:0020). Kolme tuulikuga grupp paikneb Kurmi-Merdi maaüksusel (71101:002:0032). Väikseim kahe tuulikuga grupp paikneb Kera (71101:004:0067) ja Laane (71101:004:0038) maaüksustel.

Tuulepargis paiknevad Vestas V150-4,3MW tuulikud, mille torni kõrgus⁵ on 155 m ja tipu kõrgus⁶ 230 m. Tuulikute rootori⁷ diameeter on 150 m. Tuulepargi koguvõimsuseks on 39 MW. Tuulepargis olevate tuulikute labad on nn hammastatud servadega (*serrated trailing edge*), mis on üks tuulikute müraheidet vähendav tehniline meede. Labade hammastatud servad vähendavad tuuliku müraheidet 2-3 dB võrreldes sama tuulikumudeli ilma hammastatud servadeta labadega⁸.

⁵ Torni kõrgus on kõrgus maapinnast kuni tuuliku generaatorini ehk labade kinnituskohani.

⁶ Tipu kõrgus on kõrgus maapinnast kuni laba tipuni asendis kus see on maksimaalse kõrgusega maapinna suhtes.

⁷ Tuuliku rootor on tuuliku labade ulatus.

⁸ Järeldus tehtud aruande koostaja poolt tuulikute tehnilisi andmeid kajastavate dokumentide põhjal.

2 Mõõtepunktide valik

Mõõtepunktide valikule eelnes kaardianalüüs. Eesmärk oli teostada mõõtmisi kõigi tuulikugruppide lähialadel, sh tuulikugruppide vahel paiknevatel müratundlikel aladel. Müratundlike aladena käsitleti elamualasid. Samuti sooviti ülevaatlike mõõtetulemuste saamiseks mõõtmisi teostada nii allatuult kui pealetuult punktides. Vähendamaks teiste müraallikate mõju mõõtetulemustele püüti mõõtmistele eelnenud kaardianalüüsil välistada mõõtepunkte, mille vahetus läheduses esines teine müraallikas (karjäär, tihedama liiklusega tee vms). Samas arvestades elamualade vähesust antud tuulepargi lähinaabruses, siis sattus mõõtepunktide sekka ka liiklusrast mõjutatud alasid. Mõõtepunktidenä eelistati elamualasid, kust oli eelnevalt laekunud tuulepargi omanikule või vallavalitsusele kaebusi müra osas. Kokku valiti 10 elamualale jäävat mõõtekohta, mis on esitatud Joonis 1.

Lisaks olemasolevatele elamualadele määrati üks täiendav mõõtepunkt ka 1 km kaugusele suurimast tuulikute grupist. Antud mõõtepunkti eesmärk oli anda ülevaade helirõhutaseme tekkest allatuult avatud maastikul paikneval alal kaugusel, mis kirjeldab enamike käesoleval ajal koostatavate tuuleparkide planeeringute puhul rakendatavat kaugust elamualast. Antud mõõtepunkt osutus iseloomustava mõõtmise läbiviimiseks esinduslikuks – tegu oli ühe vähestega mõõtepunktidest, kus puudusid kogu mõõteperioodi olulised teised müraallikad, kuna antud mõõtepunkti vahetus ümbruses puudus inimasustus.

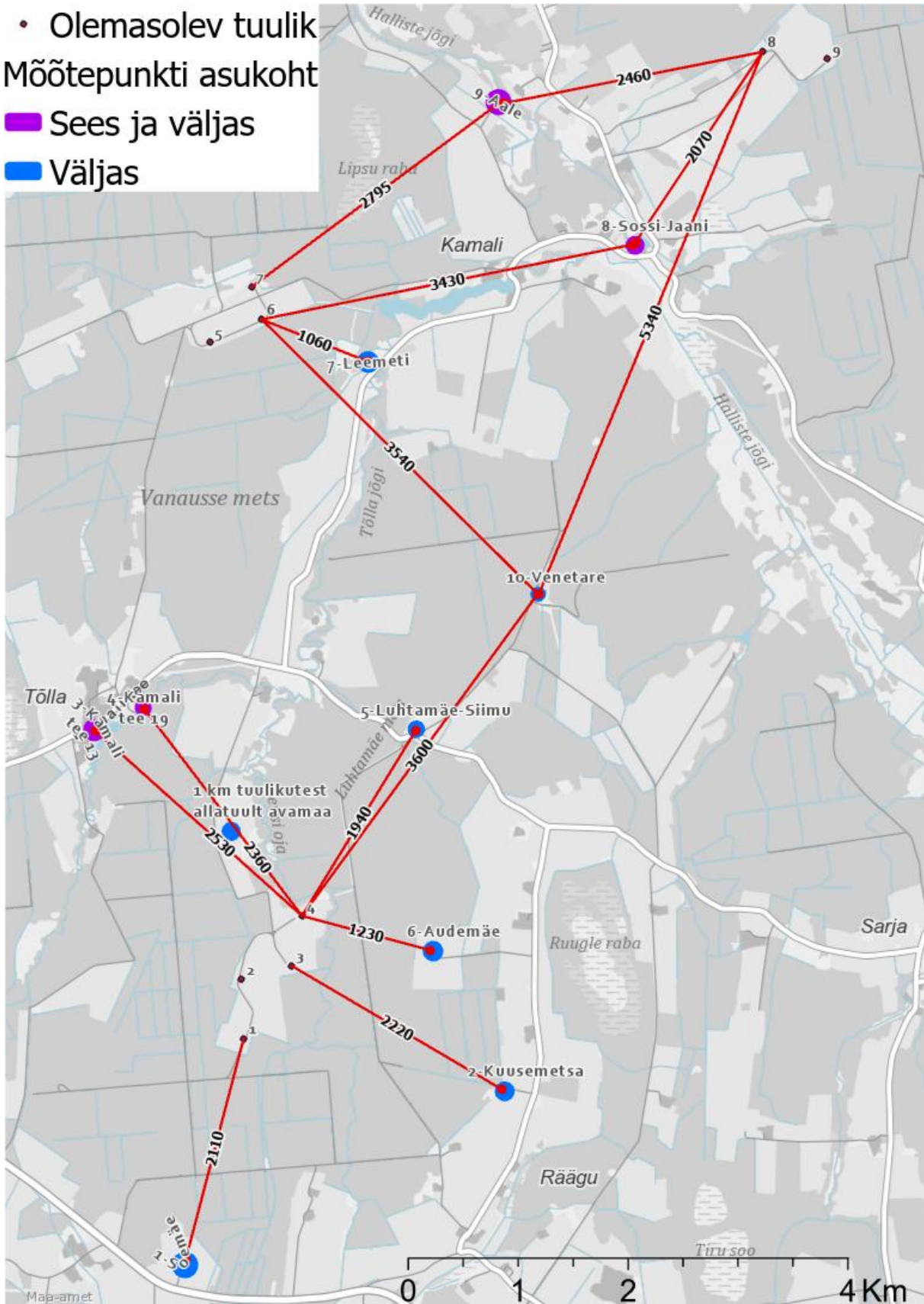
Lisaks müratundlikutel aladel paiknevatele mõõtepunktidele määrati ka **referentsmõõtepunktid**. Referentsmõõtepunkt on mõõtmistel tavapäraselt kasutatav mõõtekoht, mis asub müraallika läheduses. Referentsmõõtepunkti eesmärk on tuvastada müratundlikel aladel tekkiva helirõhutaseme seos huvipakkuva müraallika heli tekkega. Referentsmõõtepunkti mõõtetulemusi võrreldes huvipakkuva ala mõõtepunktide tulemustega on võimalik hinnata, kas mõõdetud helirõhutasemed on seotud huvipakkuva müraallikaga või pärinevad teistest allikatest.

Lisaks välisõhus helirõhu mõõtmisele sooviti läbi viia ka **elamute siseruumides mõõtmised**, mis võimaldavad võrrelda mõõtetulemusi siseruumides kehtivate müra normtasemetega, sh madalsagedusliku ja infraheli normtasemetega. Mõõdetavate siseruumidenä eelistati tuulikutest valdavas tuulte suunas allatuult jäävaid eluruume. Seoses siseruumide mõõtmise keerukusega ja sobilike mõõteseadmete vähesusega määrati siseruumides neli mõõtekohta (Joonis 1). Kõik mõõdetud eluruumid olid elanike poolt mõõtmiste ajal kasutusel. Selleks, et oleks võimalik tuvastada eluruumide siseste müraallikate ja väliskeskkonnast pärinevat müra (eeskätt tuulikute tekitatavat müra) viidi siseruumide müra mõõtmisega samaaegselt läbi ka sama hoone välisterritooriumil mõõtmine.

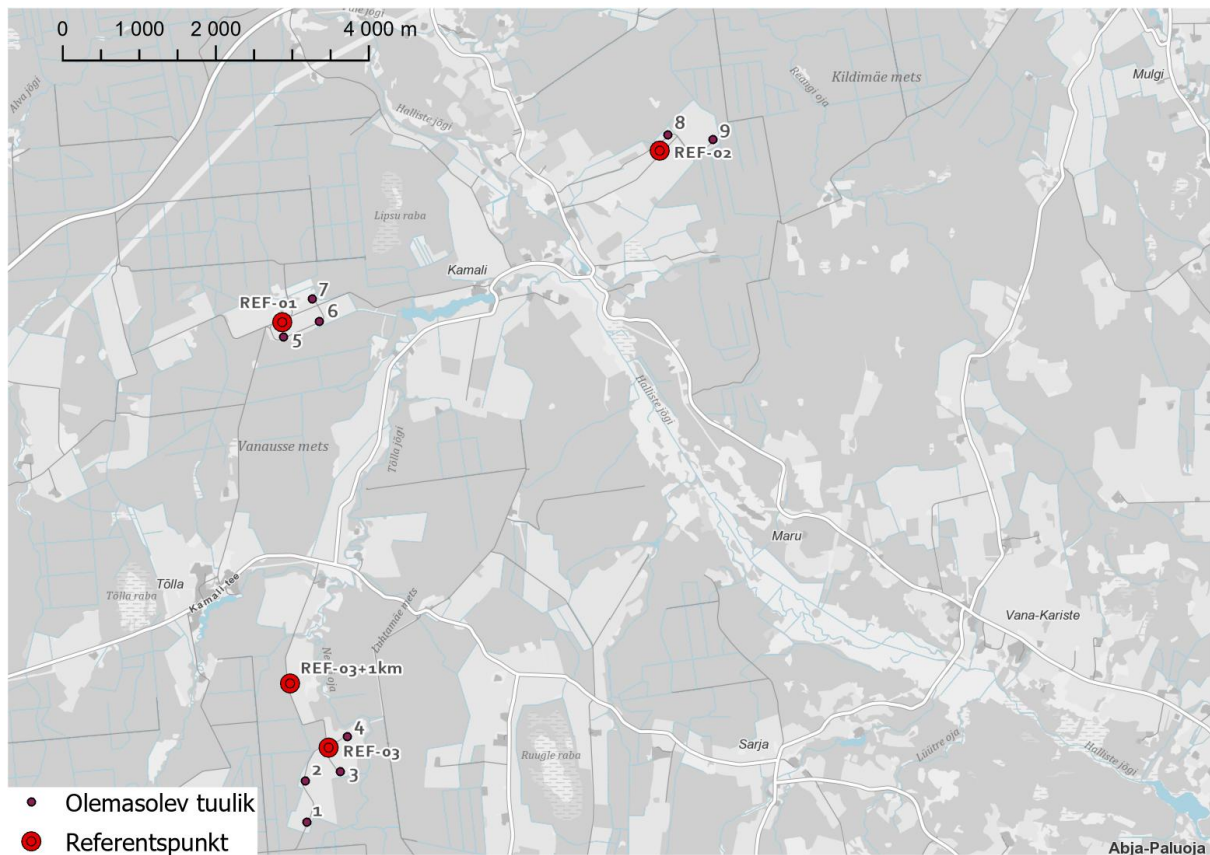
- Olemasolev tuulik
- Mõõtepunkti asukoht

■ Sees ja väljas

■ Väljas



Joonis 1. Mõõtepunktide asukohad Saarde tuulepargi ümbruses.



Joonis 2. Referentsmõõtepunktide asukohad.

3 Mõõtmiste läbiviimise aja valik

Vestas V150-4,3MW tuulikute tehniliste andmete alusel on tuulikute käivituskiiruseks tuulekiirus 3 m/s ja tuulikud lülituvad välja tuulekiirusel 24,5 m/s. Mõlemad tuulekiirused mõõdetakse 10 minuti keskmisena gondli kõrgusel.

Tuuliku tootja poolt määratud **helivõimsustase** kasvab tuule kiiruse kasvades kuni tuule kiiruseni 9 m/s (Tabel 1). Sellest lähtuvalt valiti müra mõõtmiseks ilmaprognoosi alusel periood, kus keskmine tuulekiirus oleks võimaliku suure osa mõõtmiste ajast maksimaalse helivõimsustaseme tekke lähedane.

Helivõimsustase ehk **müraemissioon** ehk **müraheide** - on akustiline energia, mida allikas kiirgab. Helivõimsustaseme väärtus on arvutuslik. Tähistatakse Lw.

Helirõhutase ehk **helirõhutase** – helirõhu mingis punktis, näiteks elamu juures. Väärtus on mõõdetav. Tähistatakse Lp.

Helivõimsustase/emissioon ja **helirõhutase** on omavahelises seoses. Helirõhutase mingis punktis sõltub allika ja vastuvõtja vahelisest kaugusest ning allika müravõimsustasemest. Määramaks allika helivõimsustaset mõõdetakse see kindlal kaugusel (tavapäraselt võimalikult müraallika lähedal vältimaks helide sumbumist atmosfääris) ja arvutatakse vastav väärtus kindlaksmääratud meetodika alusel. Tuulikute puhul on helivõimsustaseme määramine kirjeldatud rahvusvaheliselt

kasutatavas standardis IEC 61400-11⁹. Standardis määratud põhimõtete alusel mõõdetakse tuulikutel helirõhutaset kindlal kaugusel eri tuulekiirusel töötamisel ning arvutatakse selle alusel vastava tuulikumudeli müraheide. Müraheite väärtust kasutatakse omakorda tuulikute kavandamisel arvutuslikuks müra hindamiseks. Saarde tuulepargi müra mõõtmised viidi läbi selgitamiseks helirõhutaset müratundlikel aladel. Tuulikute helivõimsustaseme määramise mõõtmisi ei teostatud.

Tabel 1. Saarde tuulepargis kasutusel olevate Vestas V150-4,3MW tuulikute helivõimsustaseme sõltuvus tuule kiirusest. Alus: Vestas Wind Systems A/S dokument 0089-6802 V01

Tuulekiirus tuuliku torni kõrgusel m/s	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Helivõimsustase torni kõrgusel määratud vastavalt standardile IEC 61400-11, dBA	91,1	91,3	93,2	96,4	100	103,3	104,9	104,9	104,9	104,9	104,9
Tuulekiirus tuuliku torni kõrgusel, m/s	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Helivõimsustase torni kõrgusel määratud vastavalt standardile IEC 61400-11, dBA	104,9	104,9	104,9	104,9	104,9	104,9	104,9	104,9	104,9	104,9	104,9

Mõõtmised viidi läbi 25.-27.11.2024. Kõigi tuulikute puhul on tuuliku varustuse koosseisus ka tuule suuna ja kiiruse mõõteseadmed, mis paiknevad tuuliku gondli kõrgusel. Kogu mõõteperioodi keskmine tuulekiirus oli erinevatel tuulikutel vahemikus 7,3-9,2 m/s. Maksimaalne tuulekiirus jäi vahemikku 13,4-16,4 m/s ja minimaalne 3,8-5,3 m/s.

Mõõtmised tehti kahes mõõteseerias. Esimene mõõteseeria 25-26.11 tehti tuulepargi nelja tuulikuga tuulikutegruppi ümbritsevas piirkonnas ja teine mõõteseeria 26-27.11 kolmese ja kahese tuulikuga tuulikugruppide lähialal. Esimese mõõteseeria puhul olid tuulekiirused kõrgemad. Teisel mõõtepäeval tuulekiirused langesid. Samas võib tuulekiiruseid pidada igati sobilikuks mõõtmiste läbiviimiseks ning eeldada võis tuulikute töötamist suure osa mõõteperioodist maksimaalse helivõimsustaseme tekitamise lähedases töörežiimis. Tuulepargi omanik väljastas mõõtmiste läbiviijale ka kogu mõõteperioodi kohta kõigi tuulikute pöörlemiskiiruse, toodangu, torni kõrgusel esineva tuulekiiruse ja suuna andmed. Antud andmed olid vajalikud tuvastamiseks seost tuulikute töötamise ning elamualadel tekkiva helirõhutaseme vahel.

Müra mõõtmise ajavahemikus 25.–27.11.2024 töötasid Saarde tuulepargis kõik tuulikud. Esines kahe tuuliku korral ajutine seisak:

⁹ <https://www.evs.ee/et/iec-61400-11-2012>

- 26.11.2024 kl 13.30–14.00, tuulik nr 7 Kurmi-Merdi kinnistul (tehniline tuuliku gondli tagasipöörde aeg) – mõõtmisi antud tuulikute all ei toimunud, kuna antud perioodil oli paus seoses mõõteriistade ümberpaigutamisega;
- 27.11.2024 kl 09:37–15:25, tuulik nr 3 Neitsipõllu kinnistul (lühiajalised hooldustööd) - mõõtmised antud tuulikugrupi lähialal tehti 25-26.11.2024 ja seega seisis tuulik ajal kui mõõtmisi viidi läbi teiste tuulikugruppide ümbruses.

Seisakud olid lühiajalised ja jäid päevasele ajavahemikule. Tuvastamaks, kas tuuliku ajutisel seisakul oli mõõtetulemustele mõju, analüüsiti mõõtetulemusi antud ajavahemikul lähimates mõõtepunktides, kuid mingit helirõhutaseme muutust, mida tuulikute müraga seostada, ei täheldatud. Päeval ajal esinenud seisakutel mõju mõõtetulemustele ei täheldatud.

3.1 Mõõtmistel kasutatud mõõteseadmed ja standardid¹⁰

Terviseameti Rahvatervise labor on **katselabor**. Katselabor on spetsialiseeritud labor, kus viiakse läbi katseid, mõõtmisi ja analüüse, et kontrollida toodete, materjalide, protsesside või keskkonnatingimuste vastavust teatud nõuetele ja standarditele.

Terviseameti labor on **akrediteeritud**. Akrediteerimisulatus on esitatud [akrediteerimistunnistusel](#). Akrediteerimine on vastavuse hindamine ja tõendamine asjakohaste vastavushindamisasutuste kompetentsuskriteeriumeid kehtestavate rahvusvaheliste standardite nõuetele. See hindamis- ja tõendamisprotseduur on omakorda reguleeritud standarditega ning asutust hinnatakse teatud kindlate, asutuse taotluses määratletud, katsemeetodite/standardite osas, s.t. reeglina ei hõlma akrediteerimine kõiki asutuse tegevusi. Akrediteering on sisuliselt tõend asutuse pädevuse ja võimekuse kohta teatud tegevuste nõuetekohaseks sooritamiseks. Rohkem infot akrediteerimise kohta leiab Eesti Akrediteerimiskeskuse veebilehelt <https://www.eak.ee/>

Akrediteering antakse tähtajaliselt ning katselaborid, mis on akrediteeritud vastavalt ISO/IEC 17025 standardile, peavad regulaarselt osalema võrdluskatsetes, et tõendada oma mõõtmiste usaldusväärsust.

Terviseameti labor kasutab müra mõõtmiseks standardile EVS-EN 61672-1:2013 vastavaid 1. täppisklassi mõõteriistu SVAN 977, SVAN 948, SVAN 958A ja SVAN 958, mille tehnilised näitajad võimaldavad mõõta müra sagedusvahemikus 0,8 Hz kuni 10000 Hz. Lisaks on laboris kasutusel seirejaamu SV307A välisõhus müra mõõtmisteks sagedusvahemikuga 20–10 000 Hz.

Müra mõõtmisel **välisõhus** lähtub labor KeM määruse nr 71 nõuetest ja akrediteeritud mõõtemetoodikast vastavalt standardile EVS-ISO 1996-2:2017 **sagedusvahemikus 20–10000 Hz**. Väljapoole labori akrediteeritud mõõteulatust jäävad välisõhus helispektri madalsageduslikus osas **0,8 Hz kuni 20 Hz** saadud mõõtetulemused.

Müra normtasemed siseruumides on kehtestatud SoM määrusega nr 42. Sagedusvahemikus **10–10000 Hz** akrediteeritud mõõtmiste aluseks on standarditel EVS-ISO 1996-2:2017 ja EVS-EN ISO 16032:2004 põhinevad mõõtemetoodikad. Müra mõõtmisel siseruumides jäävad väljapoole labori akrediteeritud mõõteulatust helispektri madalsageduslikus osas **0,8 Hz kuni 10 Hz** saadud mõõtetulemused.

Infraheli helirõhutasemete piirväärtused elamutes ning ühiskasutusega hoonetes on kehtestatud sotsiaalministri määrusega nr 75 „Ultra- ja infraheli helirõhutasemete piirväärtused ning ultra- ja

¹⁰ Peatükis esitatud kirjeldus on koostatud Terviseameti poolt väljastatud info alusel. Täpsema huvi korral Terviseameti poolt kasutatavate seadmete või labori tegevuse osas tuleb pöörduda Terviseameti poole.

infraheli helirõhutasemete mõõtmine“. Infraheli mõõtmisel rakendab labor standardil **EVS-ISO 7196:2002** põhinevat mõõtemetoodikat, mis **ei ole** Terviseameti laboris **akrediteeritud**. Akrediteeringu puudumine ei tähenda, et mõõtetulemused ei oleks usaldusväärsed. Labor teeb **infraheli** mõõtmisi sagedusvahemikus **0,8 Hz kuni 20 Hz**, kuna laboril on selleks sobivad mõõteseadmed (SVAN 948, SVAN 958A ja SVAN958) ning kompetents. Oluline on, et labor viitab saadud mõõtetulemuste väljastamisel oma akrediteeritud mõõteulatusele järgides kvaliteedistandardi nõudeid. Nimetatud mõõteseadmete tehnilised andmed on leitavad tootja kodulehelt <https://svantek.com/products/> .

Kõigil labori mõõtmistel kasutatud mõõteseadmetel on kehtiv **kalibreerimistunnistus** (kalibreerimise aja täpsemad andmed on esitatud mõõtmiste aruannetes). Kalibreerimine on protsess, mille käigus mõõtevahendi täpsus kontrollitakse ja võrreldakse teadaoleva standardi või referentsväärtusega. Perioodiline kalibreerimine toimub vastavalt seadme kasutusjuhendis või eelmisel kalibreerimisel etteantud sagedusvahemikes akrediteeritud kalibreerimislaboris või seadme tootja tehasekalibreerimisena. Lisaks viiakse läbi mõõtmiste eelseid kalibreerimisi. Mõõtmiste eelne kalibreerimine on tavapärane osa mõõteprotsessist ja toimub spetsialisti poolt mõõtevahendi kasutuskohas või laboris, kasutades kaasaskantavaid etalone ja võrdlusmeetodeid.

4 Mõõtmiste tulemuste võrdlus normtasemetega

Mõõtmiste aruannetes on detailselt esitatud kõigi mõõtepunktide mõõtmiste tulemused. Järgnevalt on esitatud tulemuste seosed kehtivate normtasemetega. Müra normtasemed nii väliterritooriumil kui siseruumides on kehtestatud inimese tervise kaitseks.

Inimene tajub helisid eelkõige kuulmismeele kaudu. Kuna kuulmissüsteemi tundlikkus erinevatele helisagedustele ei ole ühesugune, tajutakse eri sagedusega helisid sama helirõhu tasemel erineva tugevusega. Selle nähtuse kirjeldamiseks kasutatakse akustikas sageduskorrektsioone, mis võimaldavad hinnata ja iseloomustada eri sageduste helikomponente ühe arvulise väärtuse abil. Sageduskorrektsiooni eesmärk on jäljendada kuulmissüsteemi tundlikkuse erinevusi eri kõrgusega helide suhtes.

Sageduskorrektsioone on erinevat tüüpi. Eestis on müra normtasemete seadmisel kasutusel nii **A- , C- kui ka G-korrektsiooniga** väärtused. Madalsagedusliku müra puhul kasutatakse lisaks ka sageduskorrektsioonita väärtusi.

4.1 Välisõhus leviv müra

Välisõhus leviva müra normtasemed on määratud Keskkonnaministri 16.12.2016 määrusega nr 71 „Välisõhus leviva müra normtasemed ja mürataseme mõõtmise, määramise ja hindamise meetodid“ ja täpsemalt selle lisaga 1. Välisõhus levivad müra normtasemed ei kehti aladel, kuhu avalikkusel puudub juurdepääs ja kus ei ole püsivat asustust, ning töökeskkonnas, kus kehtivad töötervishoidu ja tööohutust käsitlevad nõuded.

Tuulikute tekitatav müra on määrus 71 kohaselt liigituv tööstusmüraks. Määrus 71 eristab müra normtasemetena müra piirväärtust ja sihtväärtust.

Müra piirväärtus on suurim lubatud mürataseme, mille ületamine põhjustab olulist keskkonnanäringut ja mille ületamisel tuleb rakendada müra vähendamise abinõusid. Müra sihtväärtus on suurim lubatud mürataseme uute üldplaneeringutega aladel.

Samuti eristatakse müra normtasemete kehtivusel eri funktsiooniga alasid. Elamualad kuuluvad II kategooria alade hulka.

Elamualadel (välisterritooriumil) kehtivad tööstusmüra normtasemed on esitatud Tabel 2.

Tabel 2. Tööstusmüra normtasemed elamualadel.

Ala kategooria	Aeg ¹¹	Müra piirväärtus, L _{pA,eq,T}	Müra sihtväärtus, L _{pA,eq,T}
		dB	dB
II kategooria haridusasutuste, tervishoiu-ja sotsiaalhoolekandetasutuste ning elamumaa alad, maatulundusmaa õuealad, rohealad	päev	60	50
	öö	45	40

Välisõhus kehtivad müra normtasemed kehtivad **ekvivalentse helirõhutaseme A-korrigeeritud väärtustena** L_{pA,eq,T}.

Ekvivalentne helirõhutase on helirõhutase teatud ajavahemikul, mille mõõtmisel kasutatakse **A-korrektsooni** ja mida mõõdetakse **detsibellides (dB)**.

A-korrektsoon on akustikas kasutatav filter, mis võimaldab hinnata helitasemeid vastavalt inimkõrva tundlikkusele erinevatel sagedustel. See korrektsoon rõhutab sagedusi vahemikus 2–5 kHz, mille suhtes inimese kuulmine on kõige tundlikum, ning vähendab madalate ja väga kõrgete sageduste mõju, kuna need on inimkõrvale vähem tajutavad. A-korrektsooni kasutatakse laialdaselt nii Euroopa Liidu kui ka Maailma Terviseorganisatsiooni meetodikates ning rahvusvahelistes standardites. See sobib eriti hästi keskkonnamüra iseloomustamiseks, mistõttu on keskkonnamüra piirnormid, sealhulgas Eestis, kehtestatud enamasti A-korrigeeritud tasemetena.

Detsibell (dB) on logaritmiline ühik, mida kasutatakse helitaseme või müra tugevuse mõõtmiseks. See väljendab helirõhu taseme suhet võrdlusväärtusega, mis tavaliselt vastab inimese kuulmislävele (20 µPa ehk 0 dB). Kuna inimese kuulmine suudab tajuda äärmiselt laia helirõhu vahemikku, kasutatakse logaritmilist skaalat, et väljendada suuri erinevusi kompaktsel viisil. Kuna detsibelliskaala on logaritmiline, ei vasta lineaarne helirõhu muutus tajutava tugevuse lineaarsele muutusele. Sellel on mõned olulised reeglid:

- 3 dB suurenemine = heli intensiivsus kahekordistub, kuid kuulmismeelele on see vaid vaevumärgatav muutus.
- 10 dB suurenemine = heli tundub ligikaudu kaks korda valjem.

Müramõõtmiste tulemusena tuvastati, et Saarde tuulepargi müra ei ole oma omadustelt **impulssmüra** ning selle spekter ei sisalda **tonaalseid** komponente. **Impulsheli** on lühiajaline, järsk ja kiire surveimpulssiga heli, mille kestus on tavaliselt alla 1 sekundi. See heli tekib äkki, saavutab kiiresti oma maksimumi ning seejärel vaibub kiiresti (nt püssipauk, vasara löök metalli vastu). **Tonaalne** heli on heli, mille sagedusspektris esineb selgesti eristatav toon. Heli on tonaalne, kui mingis 1/3 oktaavribas mõõdetud helirõhutase ületab temale eelnevas ja järgnevas 1/3 oktaavribas mõõdetud taseme 5 dB või enam.

Müra mõõtmistulemuste alusel leitakse **müra hinnatud tase** lähtuvalt keskkonnaministri 16.12.2016 määruses nr 71 „Välisõhus leviva müra normtasemed ja mürataseme mõõtmise, määramise ja hindamise meetodid“ toodud arvutuspõhimõtetest. Müra hinnatud tase tähendab, et mõõdetud müra ekvivalentsele tasemele (L_{pA,eq}) lisatakse vajadusel parandustegureid, mis

¹¹ päeva- ja ööaeg on vastavalt 7.00–23.00 ja 23.00–7.00

arvestavad häirivate komponentide esinemist helides. Kui mõõdetud müra osutub impulssmüraks või tonaalseks müraks, siis mõõte- või arvutustulemustele lisatakse vastav parandus enne selle võrdlemist normtasemetega. Korruga rakendatakse ainult üht parandustegurit. Müra hinnatud tasemete leidmisel arvestati, et päevane ajavahemik sisaldab ka öhtust ajavahemikku (kl 19:00–23:00), millele lisandub hinnatud taseme leidmisel +5 dB.

Mõõtmiste alusel leitud müra hinnatud tasemed kõigis mõõtepunktides on esitatud Tabel 3.

Tabel 3. Saarde tuulepargi lähiala müra mõõtmiste tulemuste alusel tööstusmüra hinnatud tasemed. Täpsemad andmed müra mõõtmiste aruandes 6/4-6-2/2387.

Mõõtmispunkt	Mõõtmiste ajavahemik	Hindamispe-riood	Etteantud ajavahemikus müra A-korrigeeritud ekvivalenttase $L_{Aeq,t}$ (dB)	Müra hinnatud tase $L_{A,r,L}$ (dB)
*MP-01, Soemäe	25.–26.11.2024	Päev kl 7-23 Öö kl 23-7	43,7 + 35,5 + 45,5 34,4	43,9 34,4
MP-02, Kuusemetsa	25.–26.11.2024	Päev kl 7-23 Öö kl 23-7	43,2 + 36,6 + 39,3 38,3	41,9 38,3
*MP-03, Kamali tee 13	25.–26.11.2024	Päev kl 7-23 Öö kl 23-7	37,5 + 34,6 + 39,8 34,0	38,9 34,0
MP-04, Kamali tee 19	25.–26.11.2024	Päev kl 7-23 Öö kl 23-7	41,2 + 41,2 + 40,7 40,5	43,0 40,5
*MP-05, Luhtamäe-Siimu	25.–26.11.2024	Päev kl 7-23 Öö kl 23-7	38,2 + 34,9 + 43,9 34,3	41,1 34,3
**MP-06, Audemäe	26.–27.11.2024	Päev kl 7-23 Öö kl 23-7	37,5 + 29,7 + 30,5 29,0	35,5 29,0
MP-07, Leemeti	26.–27.11.2024	Päev kl 7-23 Öö kl 23-7	31,7 + 29,4 + 30,4 30,1	32,3 30,1
MP-08, Sossi-Jaani	26.–27.11.2024	Päev kl 7-23 Öö kl 23-7	29,1 + 27,7 + 30 28,4	30,5 28,4
*MP-09, Aale	26.–27.11.2024	Päev kl 7-23 Öö kl 23-7	29,4 + 27,5 + 30 27,7	30,6 27,7
***MP-10, Venetare	26.–27.11.2024	Päev kl 7-23 Öö kl 23-7	34,8 + 30,3 + 32,1 29,6	34,3 29,6
REF-01, Kurmi-Merdi	26.–27.11.2024	Päev kl 7-23 Öö kl 23-7	45,6 + 44 + 43,4 44,4	46,3 44,4
REF-02, Kera	26.–27.11.2024	Päev kl 7-23 Öö kl 23-7	42,2 + 40 + 40,3 40,3	42,6 40,3
REF-03, Neitsipõllu	25.–26.11.2024	Päev kl 7-23 Öö kl 23-7	48,4 + 47,4 + 48,4 48,1	49,8 48,1
REF-03+1km, Noore-Neitsi	25.–26.11.2024	Päev kl 7-23 Öö kl 23-7	38,5 + 36,7 + 36,1 35,0	39,1 35,0

tärgused:

- Mõõtemääramatus. Laiendmääramatuse väärtused on arvatud juhindudes standardi EVS-ISO 1996-2:2017 metoodikast (punkt 10.5 Determination of standard uncertainty).
Liitmõõtemääramatuse komponentideks on mõõteriista tehnilistest parameetritest ja mõõtemetoodikast tulenev hinnanguline hälve (B-tüüpi mõõtemääramatus). Etteantud tingimustes on tööstusmüra mõõtevõime 1,9 dB. Käesolevate mõõtmistulemuste laiendmääramatus U tõenäosustasemel 95% ($k \approx 2$) on hinnanguliselt $\pm 3,8$ dB.
- Müra hinnatud tasemed ($L_{A,r,t}$) arvutatakse järgneva valemiga järgi: $L_{A,r,t} = L_{Aeq,t} + K_{21} + K_{22}$ (dB), kus
 $L_{Aeq,t}$ – etteantud ajavahemikus mõõdetud müra A-korrigeeritud ekvivalenttase, dBA;
 K_{21} – parandus müra tonaalsusele ja K_{22} – parandus impulssmürale.
Mõõdetud müra ei ole sagedusarakteristikute järgi tonaalne müra ega impulssmüra. Parandus müra tonaalsusele $K_{21} = 0$ dBA ning parandus impulssmürale $K_{22} = 0$ dBA.
- Müra hinnatud tase kogu päeva vältel kl 7:00–23:00 leitakse: $L_d = 10 \cdot \lg((12 \cdot 10^{0,2L_{r,T1}} + 4 \cdot 10^{0,2(L_{r,T2} + 5)})/16)$, kus
 $L_{r,T1}$ ja $L_{r,T2}$ – müra hinnatud tasemed vastavalt ajavahemikus T_1 ja T_2 ;
- * Liiklusmürast mõjutatud mõõtetulemused, eriti päevasel ajal;
** Looduslikest müraallikatest mõjutatud tulemused;
*** Metsaraietehnika tööst mõjutatud mõõtmistulemused.

Mõõtmistest selgus, et ühelgi mõõdetud müratundlikul alal tööstusmüra päevaseid või öiseid piirväärtusi ei ületatud. Tööstusmüra päevane sihtväärtus oli samuti täidetud kõigis

mõõtepunktides. Tööstusmüra öine sihtväärtus oli ületatud ühes mõõtepunktis – Kamali tee 19. Sihtväärtuse lähedane helirõhutase esines ka Kuusemetsa mõõtepunktis.

Kamali tee 19 mõõtetulemust kõrvutati referentsmõõtepunkt 03 (asus Neitsipõllu tuulikugrupi juures) ja referentspunktist 03+1 km kaugusele samas tuulesuunas jäänud mõõtepunkti tulemustega (Joonis 3 ja Joonis 4). Ilmnes, et mõõtetulemused ei korreleeru¹². Kamali tee 19 välisterritooriumi mõõtetulemustes esinesid suuremad väärtused kui samas suunas tuulikutele lähemal paiknevas punktis 03+1 km. Mõõtetulemus erineb oluliselt ka samas piirkonnas tuulepargist võrreldaval kaugusel paikneva Kamali tee 13 tulemusest. See näitab, et antud alal kõrgendatud helirõhutatset põhjustav müraallikas paikneb mõõtepunkti lähedal ning kõrgem helirõhutase ei ole seostatav tuulikute põhjustatud heliga.

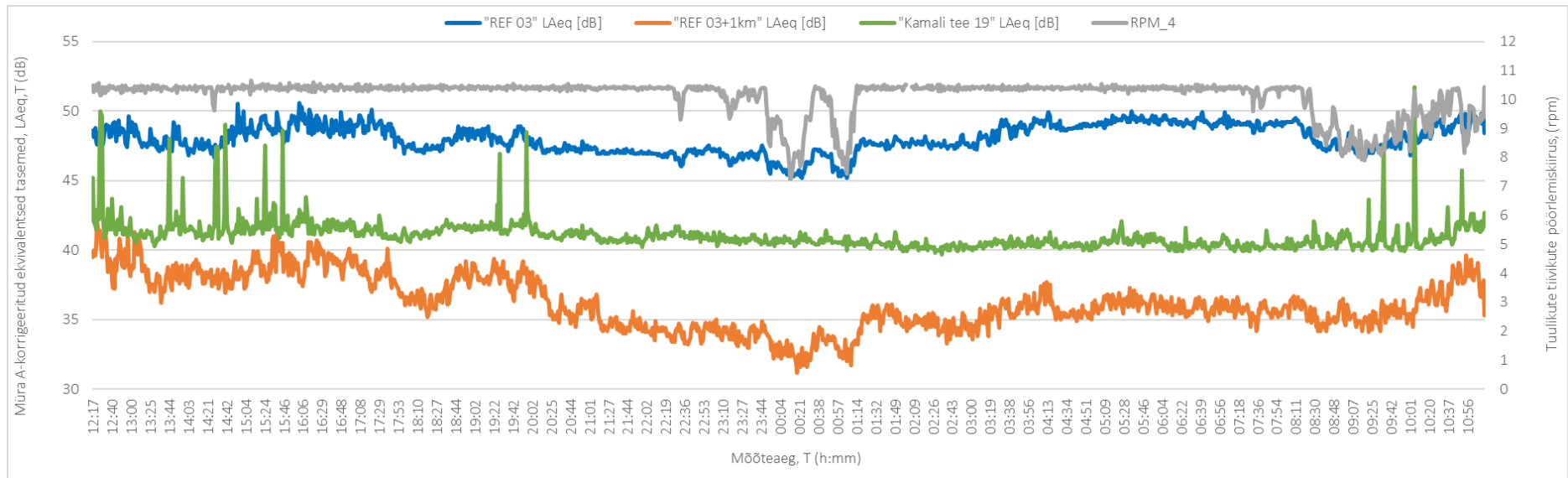
Põhjuseks võib olla antud kinnistuga külgnev jõgi koos paisuga, mis tõstavad loodusliku foonimüra taset või ka siseruumide mõõtmisel täheldatud lokaalne tehnoseade. Täpsem teave võimaliku müraallika osas puudub. Läbiviidud mürauringu eesmärk oli mõõta tuulikute tekitatavat helirõhutatset, mitte tuvastada teisi müraallikaid. Eraldi mõõtmisi antud alal müra tekitava objekti määramiseks ei teostatud.

Kuusemetsa elamualal öisel perioodil mõõdetud helirõhutase oli oluliselt kõrgem kui tuulepargist samas suunas, kuid tuulikutele oluliselt lähemal paikneval Audemäe elamualal. Kuna Kuusemetsa mõõtepunkti ja tuulepargi vahel täiendav mõõtepunkt puudus, siis selgeid järeldusi antud elamualal esinenud kõrgendatud müratasemete seoste osas tuulikute müraga teha ei saa.

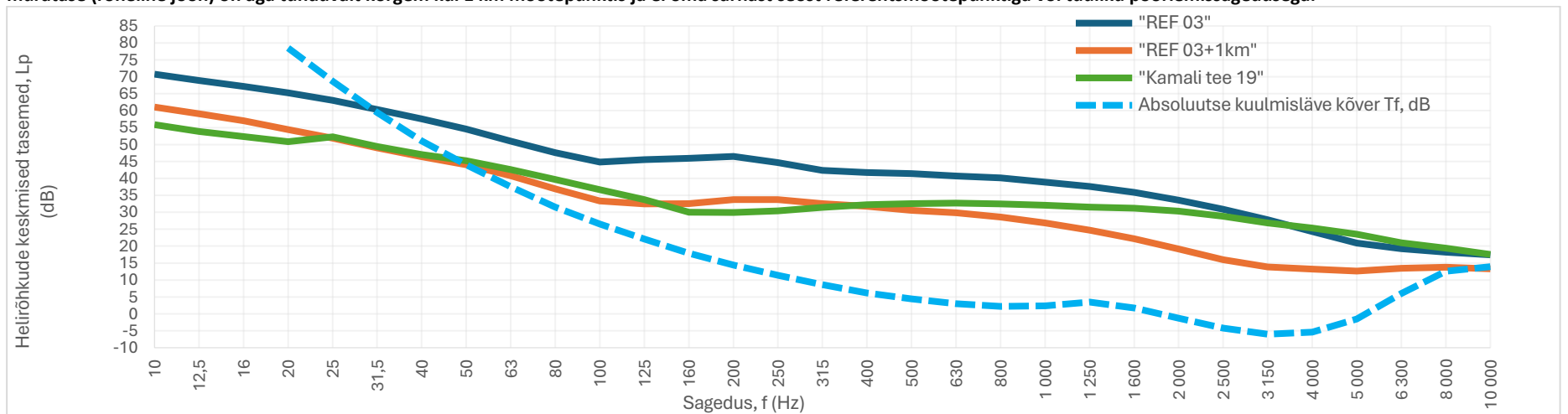
Välisõhus leviva müra osas sätestab määrus 71 täiendavalt nõude, et **maksimaalne müratase** ei tohi ületada tööstusmüra korral vastava mürakategooriaga alal müra liigile kehtestatud normtasest rohkem kui 10 dBA. Maksimaalne helirõhutase $L_{pA,max}$ on helirõhutaseme maksimaalne väärtus teatud ajavahemikul, mille mõõtmisel kasutatakse A- korrektsiooni ja ajakarakteristikut „Fast”, kui mõõtmismeetodites ei ole sätestatud teisiti ja mida mõõdetakse detsibellides (dB).

Kui võtta normtasemeks piirväärtus (nagu on tavapärase maksimaalse mürataseme nõude rakendamise praktika), siis üheski müratundliku ala mõõtepunktis ei ületatud maksimaalse mürataseme normväärtust.

¹² Korreleeruvus on sõltuvusele kahe või enama nähtuse, muutuja või teguri vahel. Kui kaks nähtust korreleeruvad, tähendab see, et nende vahel esineb mingi muster või suhe.



Joonis 3. Referentsmõõtepunkti 03, punkti 03+1km (1 km kaugusel tuulikute) ja Kamali tee 19 mõõtetulemuste võrdlus. Jooniselt on näha, et tuulepargi alal paikneva referentsmõõtepunkti 03 (sinine joon) ja sellest 1 km allatuult oleva mõõtepunkti (oranž joon) tulemused on selgelt omavahelises korrelatsioonis ehk tuulepargi tekitatav müra esineb 1 km kaugusel tunduvalt madalamatel tasemetel kui tuulepargis, kuid selgelt mürataset mõjutavalt. Mõlemad graafikud on ka selgelt seostavad tuuliku pöörlemiskiirusega (hall joon). Kamali tee 19 mõõtepunkti müratase (roheline joon) on aga tunduvalt kõrgem kui 1 km mõõtepunktis ja ei oma sarnast seost referentsmõõtepunktiga või tuuliku pöörlemiskiirusega.



Joonis 4. Referentsmõõtepunkti 03, punkti 03+1km (1 km kaugusel tuulikute) ja Kamali tee 19 mõõtetulemuste võrdlus heli sageduse osas. Jooniselt on näha, et referentsmõõtepunkti 03 (sinine joon) ja sellest 1 km allatuult oleva mõõtepunkti (oranž joon) tulemused on selgelt omavahelises korrelatsioonis sagedusjaotuse osas. Samas Kamali tee 19 mõõtepunktis, esineb teise sagedusjaotusega helispekter.

4.2 Siseruumides esinev müra

Siseruumides esinev müra on reguleeritud sotsiaalministri 04.03.2002 määrusega nr 42 „Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes“.

Siseruumides kehtivad müra normtasemed on kehtestatud inimese tervise kaitseks, sh öisel ajal uneks vajalike tingimuste tagamiseks.

Määrus 42 määrab normtasemed siseruumides. Lisaks elu- ja magamisruumides kehtivale ekvivalentse helirõhutaseme A-korrigeeritud väärtusele on määruuses määratud ka ekvivalentse helirõhutaseme C-korrigeeritud väärtus. Üldjuhul kohaldatakse seda tehnoseadmetele.

C-korreksioon on akustikas kasutatav filter, mida kasutatakse helitasemete hindamisel, kui eesmärgiks on arvesse võtta laiemat sagedusvahemikku, sealhulgas madalamaid sagedusi. Erinevalt A-korreksioonist, mis rõhutab sagedusi vahemikus 2–5 kHz, annab C-korreksioon ühtlasema vastuse kogu kuuldavas sagedusvahemikus, sealhulgas ka madalamatele sagedustele. Seetõttu sobib see eriti hästi tugevama mürataseme hindamiseks, kus olulist rolli mängivad madalsageduslikud komponendid, näiteks tööstusmüra ja tehnoseadmete müra.

Eestis rakendatakse C-korreksiooni peamiselt müramõõtmistel, mis ei ole otseselt seotud keskkonnamüra normidega, vaid pigem spetsiaalsete müratasemete hindamisega, kus madalamate sageduste mõju võib olla oluline.

Tabel 4. Elu- ja magamisruumides kehtivad A- ja C korrigeeritud müra normtasemed.

Ruumi tüüp	Aeg ¹³	Müra normtase LpA,eq,T (dB)
Elu- ja magamisruumid	päev	30
	öö	25
		Müra normtase LpC,eq,T (dB)
Elu- ja magamisruumid		50

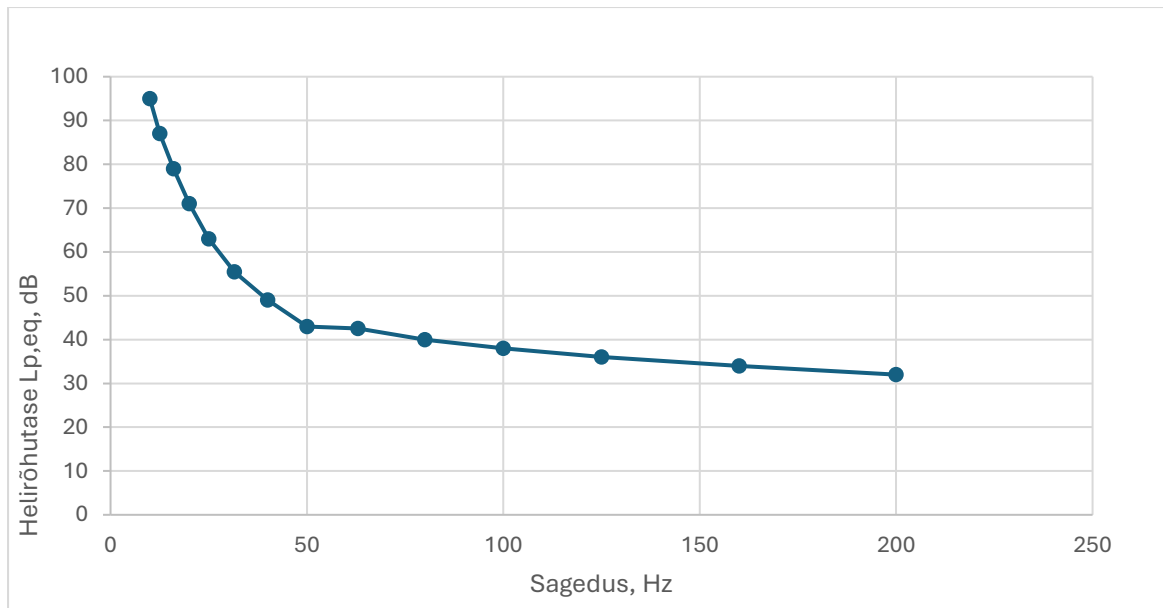
Päeval ajal esines mõõtmiste ajal eluruumide aktiivne kasutus. Sellest lähtuvalt ei ole antud eluruumides päeval perioodil tuulikutes põhjustatud müra ega ka vastavust normtasemetele võimalik hinnata. **Öisel perioodil jäi kõigis mõõtepunktides nii A-korrigeeritud kui C-korrigeeritud ekvivalentne müratase määruuses nr 42 esitatud normtasemetest madalamaks.**

Tabel 5. Siseruumide müra mõõtmise tulemused A- ja C-korreksioonis. Täpsemalt on tulemused esitatud müra mõõtmise aruandes 6/4-6-2/2392.

Mõõtmispunkt	A-korrigeeritud müra hinnatud tase öösel, dB	C-korrigeeritud müra hinnatud tase öösel, dB
Kamali tee 13 elamu eluruum	24,1	48,7
Kamali tee 19 elamu eluruum	22,9	39,3
Sossi-Jaani elamu eluruum	15,6	29,1
Aale elamu eluruum	17,9	32,8

Madalsagedusliku heli (20-200 Hz) komponent on olemas enamikes helides, sh on madalsageduslike helide arvestatav teke iseloomulik tuulikute helispektrile. Määruse nr 42 lisaga 1 on lisaks ekvivalentsetele müratasemetele kehtestatud ka nn **madalsagedusliku müra sageduskõver**. Tegu on sageduskorreksioonita väärtustega sagedusvahemikus 10-200 Hz (Joonis 5).

¹³ päeva- ja ööaeg on vastavalt 7.00–23.00 ja 23.00–7.00

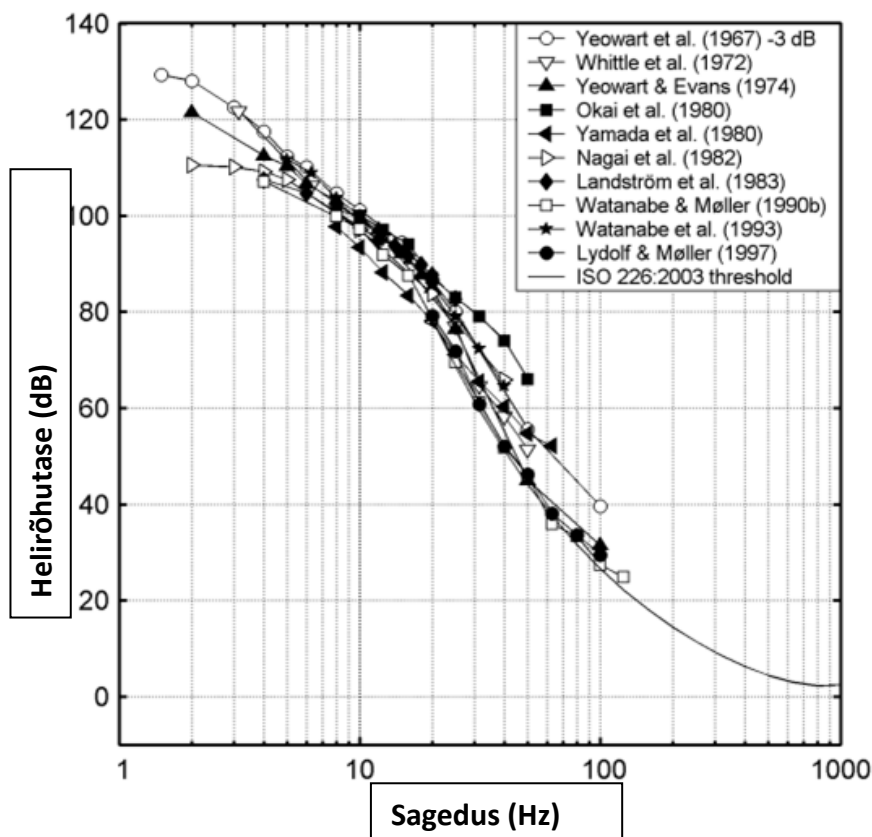


Joonis 5. Sotsiaalministri 4. märtsi 2002. a määruse nr 42 lisa 1 kohased soovituslikud helirõhutasemed madalsagedusliku müra häirivuse hindamiseks elamute elu- ja magamisruumides öisel ajal.

Sageduskõvera normväärtused kehtivad samuti siseruumides. Läbiviidud mõõtmiste alusel üheski eluruumis sageduskõverale vastavaid normtasemeid ei ületatud. Täpsemalt on tulemused esitatud müra mõõtmise aruandes 6/4-6-2/2392.

Kolmel mõõdetud elamualal olid väärtused tagatud ka samal ajal hoone välisterritooriumil teostatud mõõtmiste alusel. Kamali tee 19 elamu maa-alal (välisterritooriumil) esines sageduskõverale vastavate väärtuste ületamist vahemikus 50-80 Hz. Joonis 4 on näha, et antud sagedustel on antud punktis helirõhutase kõnealustel sagedustel kõrgem kui tuulikutel lähemal paiknenud mõõtepunktis 03+1km. Seega tegu on tuulikuteest sõltumatu müraallika tekitatava heliga. Siseruumis ühegi sageduse puhul normtasest ei ületatud.

Tuulikute puhul tõstatub sageli **eriti madalsagedusliku müra ehk infraheli** (heli sagedusvahemikus 0–20 Hz) võimaliku mõju küsimus. Infraheli puhul on asjakohane samaaegselt käsitleda kahte helisid iseloomustavat muutujat: heli sagedusspektrit (Hz) ja helirõhu tugevust (dB). Infraheli (nagu ka muude helide) mõju inimesele sõltub eelkõige selle tugevusest (dB). Infraheli osas esineb arusaam, et selleks et infraheli oleks tervist mõjutav peab tema rõhk olema inimese tajuläve lähedane (Joonis 6).



Joonis 6. Inimese heli tajuvus sõltuvana heli sagedusest ja rõhust¹⁴.

Mõõtepunktides kus teostati infraheli mõõtmised ei mõõdetud ei siseruumides ega väliterritooriumil infraheli helirõhu tasemeid, mis oleksid olnud inimese tajuläve lähedased. Täpsemalt on tulemused esitatud müra mõõtmise aruandes 6/4-6-2/2392.

Infraheli normtasemed on määratud sotsiaalministri 06.05.2002 määrusega nr 75 „Ultra- ja infraheli helirõhutasemete piirväärtused ning ultra- ja infraheli helirõhutasemete mõõtmine“. Määruse kohaselt on püsiva tasemega infraheli **G-korrigeeritud** helirõhutaseme LpG või muutuva tasemega infraheli G-korrigeeritud ekvivalentse helirõhutaseme LpG,eq,T **piirväärtus 85 dB**.

G-korrektsoon on akustikas kasutatav filter, mida kasutatakse eelkõige madalsagedusliku müra hindamisel, sealhulgas infrahelide (alla 20 Hz) mõõtmisel. Erinevalt A- ja C-korrektsoonist, mis on suunatud inimkõrvale kuuldavate sageduste analüüsile, keskendub G-korrektsoon spetsiaalselt infraheli tasemete hindamisele. See filter on kohandatud nii, et see rõhutaks madalaid sagedusi alla 20 Hz ning vähendaks kõrgemate sageduste mõju, mis ei ole infraheli hindamisel nii olulised. Rahvusvahelistes standardites on G-korrektsoon määratletud kui peamine meetod infraheli mõõtmiseks. G-korrigeeritud väärtuste kasutamine on asjakohane müraallikate puhul, kus infraheli mõju tuleb täpselt hinnata.

¹⁴ Møller, H., Pedersen, C. 2004. Hearing at low and infrasonic frequencies. Noise & health. 6. 37-57.

Tabel 6. Siseruumide müra mõõtmise tulemused G-korreksioonis. Täpsemalt on tulemused esitatud müra mõõtmise aruandes 6/4-6-2/2392.

Mõõtmispunkt	G-korrigeeritud müra hinnatud tase öösel, dB	G-korrigeeritud helirõhutaseme piirväärtus, dB
Kamali tee 13 elamu eluruum	50,2	85
Kamali tee 19 elamu eluruum	52,9	
Sossi-Jaani elamu eluruum	41,8	
Aale elamu eluruum	46,5	

Läbiviidud mõõtmiste alusel jäid kõigis eluruumides G-korrigeeritud helirõhutasemed kordades madalamale kui kehtiv normtase.

5 Tuulepargi kavandamisel hinnatud ja mõõdetud müratasemete võrdlus

Saarde tuulepargi rajamisele eelnevalt on Saarde valla tuulikuparkide P14, P15, P16 detailplaneeringute keskkonnamõju strateegilise hindamise (KSH) raames¹⁵. Hinnati 14 ja 9 tuulikuga alternatiive. Realiseerus 9 tuulikuga alternatiiv. Kuna KSH koostamisel ei olnud alale rajatav tuulikumudel teada, siis koostati müra leviku prognoos 108 dB(A) helivõimsustasemega tuulikute puhul (reaalselt rajati alale 104,9 dB(A) helivõimsustasemega tuulikud ehk u 3 dB vaiksemad tuulikud kui KSH käigus hinnati). KSH aruandes esitatud 9 tuulikuga alternatiivi mürakaart on esitatud Joonis 7. KSH aruandes lähtuti müra leviku prognoosimisel arvutusstandardist ISO 9613-2: "Acoustics – Abatement of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation" ja vastaval ajahetkel valitsenud soovitustest antud standardi kohaste arvutusparameetrite valiku osas. Täpsemalt on müra modelleerimise meetodika kirjeldatud KSH aruandes.

KSHs prognoositud helitasemete ja reaalsete mõõtetulemuste andmete võrdlemisel tuleb arvestada, et Eestis kasutatav müra normtasemete ja müra hindamise süsteem võtab arvesse kavandatava tööstusmüra allika müra. **Olemasolevat foonimüra (nii looduslikud helid kui inimtegevusega kaasnevad helid) müra arvutuslikul hindamisel ei arvestata. Samuti ei arvestata tööstusmüra arvutuslikul hindamisel võimalikku liikluse müra.** Mõõtmiste läbiviimisel sisaldab mõõtetulemus alati aga ka foonimüra. Modelleeritud ja mõõdetud tulemused on võrreldavad tuulikute tekitatava helirõhutaseme puhul pigem öisel perioodil, kus teiste müraallikate panus mürafooni on üldjuhul vähene. Samas esineb ka öisel perioodil müraallikatest eemal paiknevas mõõtekohas alati looduslik helide foon, mis muudab eeskätt müraallikast suurel kaugusel paiknevate mõõtepunktide tulemuste võrdlemisi modelleeritud tulemustega keerukaks. Müraallikast kaugel on üldjuhul valdav foonimüra. Müraallikale lähemates mõõtepunktides on modelleeritud tasemete ja mõõdetud tasemete korrelatsioon tavapäraselt suurem, sest müratasemes on valdav müraallika tekitatav müra.

Tabel 7 on esitatud KSH aruandes esitatud arvutuslikud müratasemed nende kinnitute osas, millel mõõtmised läbi viidi või millega samaväärsetel ehk samas suunas ja kaugusel paiknevatel kinnistutel mõõtmised läbi viidi.

¹⁵ Hendrikson & Ko OÜ. 2020. Saarde valla tuulikuparkide P14, P15, P16 detailplaneeringute KSH aruanne. Töö nr 2741/16

Tabel 7. Välja toodud kinnistute andmed, mille puhul KSH aruandes oli eraldi mürataseme prognoos välja toodud ja mis olid kontrollmõõtmiste mõõtmispunktiks või asusid kontrollmõõtmiste punktiga samaväärses asukohas.

Kinnistu nimi	Arvutuslik müratase 9 tuuliku korral, dB(A) (KSH aruande alusel)	Müra hinnatud tase alusel öisel perioodil dB(A) ¹⁶
Leemeti	37	30
Kahro (võrreldav mõõdetud Aalega)	31	28
Jänese (võrreldav mõõdetud Sossi-Jaaniga)	30	28
Audemäe	36	29

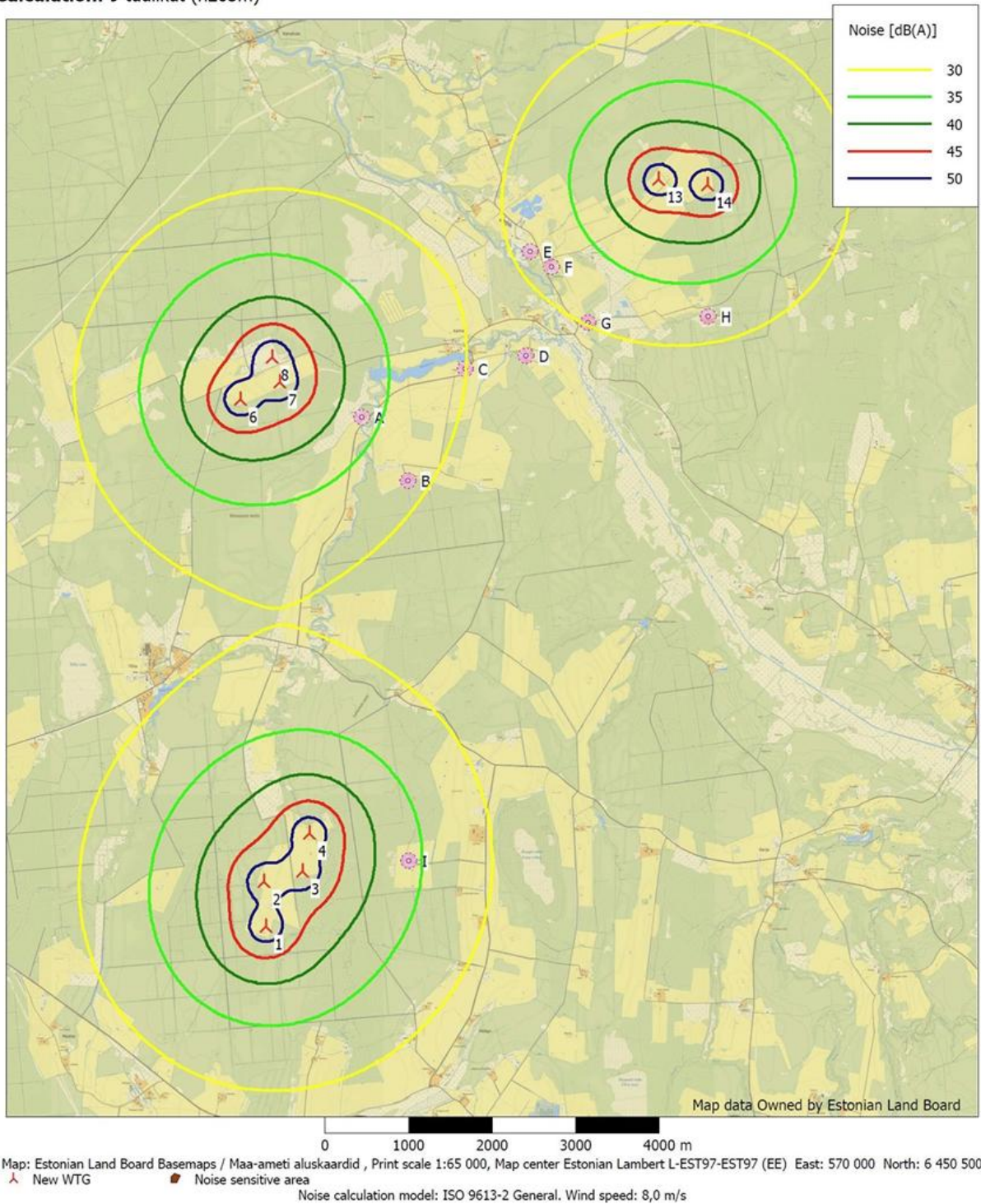
Mõõtmistel 1 km suurimast tuulikute grupist paikneva mõõtepunkti asukohas oli KSHs esitatud mürahinnangu alusel prognoositav müratase Joonis 7 alusel u 38 dB(A). Mõõtmiste alusel hinnatud müratase öisel perioodil oli antud punktis 35 dB(A).

Eelneva alusel esineb võrdlemisi hea seos KSH aruandes arvutuslikud määratud helirõhutasemete ja mõõtmiste alusel realselt esinevate helirõhutasemete vahel.

¹⁶ Täpsemalt vaata tulemusi müra mõõtmiste aruandest 6/4-6-2/2387.

DECIBEL - Map 8,0 m/s

Calculation: 9 tuulikut (h205m)



Joonis 7. Arvutuslik müra levik 9 tuuliku rajamise korral. Väljavõte KSH aruandest¹⁷.

¹⁷ Hendrikson & Ko OÜ. 2020. Saarde valla tuulikuparkide P14, P15,P16 detailplaneeringute KSH aruanne. Töö nr 2741/16

7 Soovitused edasiseks

Läbiviidud mõõtmistega ei tuvastatud Saarde tuulepargi lähialal paiknevatel elamualadel tuulikute helist tingitud müra normtasemete ületamist. Müra normtasemed on kehtestatud inimese tervise kaitseks. Mõõtmistel ei tuvastatud tuulikute poolt tekitatavaid helirõhutasemeid, mis ületaksid olulise tervisemõju põhjustamisega seondatavaid müratasemeid.

Kui antud piirkonnas jätkuvad mürakaebused on soovitatav sagedasemate kaebustega elamualadel sisse viia mürahäiringu seire. Selleks tuleks koguda häiringu esinemise kohta võimalikult täpseid andmeid (kellaajaliselt fikseeritud häiringu esinemised), mida on sellisel juhul võimalik kõrvutada tuule suuna, kiiruse ja tuulikute pöörlemissageduse infoga. Selline info võimaldaks analüüsida millistel ilmastikuoludel häiring esineb ning sellest lähtuvalt kavandada vajadusel ka meetmeid häiringu vähendamiseks.

Ühes mõõtepunktis (Kamali tee 19) tuvastati vaikes maapiirkonnas paiknevat asukohta arvestades võrdlemisi kõrged müratasemed (sh öise tööstusmüra sihtväärtuse vähene ületamine välisterritooriumil). Seost tuulikute tekitatava müraga, aga ei tuvastatud (Joonis 3, Joonis 4). Kui antud asukohas esineb elanike jaoks mürahäiring, siis on soovitatav püüda tuvastada müraallikas ja rakendada vastavalt selle iseloomule asjakohaseid meetmeid häiringu vähendamiseks.

Lisad

Müra mõõtmiste aruanne 6/4-6-2/2387

Eraldi fail

Müra mõõtmiste aruanne 6/4-6-2/2392

Eraldi fail