

## **Tuuleelektrijaamade akustiline mõju nende lähedal elavatele elanikele**

**Teaduslik hinnang peatüki 4.6 “*Mõju inimese tervisele ja heaolule*” alajaotisele 4.6.1 “*Müra*”, nagu see on esitatud OÜ Kobras poolt koostatud töös “*Põhja-Pärnumaa valla tuuleparkide eriplaneeringu asukoha eelvalik ja keskkonnamõju strateegilise hindamise I etapi aruanne*”, Eesti (Töö nr 2021-256, September 2024).**

Dokument IARO25-1

## Rahvusvaheline Akustikauuringute Organisatsioon

IARO on rahvusvaheline teadlaste uurimisrühm, kelle eesmärk on uurida akustilisi keskkondi - eriti nende omaduste osas, mis mõjutavad inimesi ja loomi - ning avaldada saadud tulemused. IARO omab CSI-ACHE (*A Citizen Science Initiative: Acoustical Characterisation of Human Environments - Kodanikuteaduse initsiatiiv inimkeskkondade akustiliseks iseloomustamiseks*) eetilist heakskiitu uuringuteks, mille tulemused tehakse avalikkusele kättesaadavaks.

### Kontaktid:

IARO, 37 Weston Ave, Palmerston North, 4414, Uus-Meremaa

**Tel:** +64 21 033 6528

**E-post:** HuubBakker@smart-technologies.co.nz

Aruande autorid (*tähestikulises järjekorras*)

**Mariana Alves-Pereira, Ph.D.**, Lusófona University, Lissabon, Portugal

**Huub Bakker, Ph.D.**, IARO, Palmerston North, Uus-Meremaa

**Paulo Pereira-Sousa**, University of Porto, Portugal

**Rachel Summers**, IARO, Palmerston North, Uus-Meremaa

### Tänuavaldused

Käesoleva aruande autorid soovivad avaldada tänu Dr Bruce Rapleye (Sound Analytics) pikaajalise toe eest SAM-tehnoloogia arendamisel, mille abil kogutud salvestusi on kasutatud käesoleva aruande koostamiseks. Samuti avaldame tänu Les Husonile (L Huson & Associates) tema väärtuslike teadmiste eest ning Dr Philip Dickinsonile, IARO vanemteadurile, kelle laiaulatuslik akustika-alane kogemus oli käesoleva töö juures hindamatu.

# SISUKORD

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| KOKKUVÕTE                                                             | 4  |
| A. SISSEJUHATUS                                                       | 5  |
| I. Taust                                                              | 5  |
| II. Eesmärk                                                           | 5  |
| III. Vastutuse välistamine                                            | 5  |
| IV. Rahvusvaheline Akustikauuringute Organisatsioon (IARO)            | 6  |
| V. IARO aruannetes kasutatud lühendid ja muutujad                     | 6  |
| B. KOBRASE ARUANDE ALAJAOTISED 4.6.1-3                                | 7  |
| C. MIDA TÄHENDAVAD A-KAALUTUD DETSIBELLIDES VÄLJENDATUD ARVUD?        | 8  |
| I. Sihtväärtused                                                      | 8  |
| II. Sihtväärtused dBA-s väljendatuna                                  | 8  |
| D. HÄIRIVUS JA MÜRASTANDARDITE EESMÄRK                                | 12 |
| I. Häirivus                                                           | 12 |
| II. Mürastandardid                                                    | 13 |
| E. TUULEPARKIDE MÜRA                                                  | 15 |
| I. Kuuldav müra                                                       | 15 |
| II. Aerodünaamiline müra                                              | 16 |
| III. Tuuleturbiini akustiline signatuur (WTAS)                        | 19 |
| F. LÜHIKE ÜLEVADE INFRAHELI JA MADALSAGEDUSLIKU MÜRA MÕJUST TERVISELE | 23 |
| I. „See, mida sa ei kuule, ei saa sulle kahju teha“                   | 23 |
| II. Infraheli ja madalsagedusliku müra allikad                        | 24 |
| III. Kobrae aruandes viidatud uuringud                                | 27 |
| G. JÄRELDUSED                                                         | 29 |
| H. SOOVITUSED                                                         | 30 |
| I. Akustika                                                           | 30 |
| II. Rahvatervis                                                       | 30 |
| III. Kariloomade tervis                                               | 31 |

**LISA A:** OÜ KOBRA ARUANNE -

<https://nc.pparnumaa.ee/s/k2i6Are2wPDp2rJ?dir=undefined&openfile=26175>

**LISA B:** VÄLJAVÕTE TERVISEARUANDEST - ARNICLE FARM, GLENBARR, TARBERT, ARGYLL, SCOTLAND, UK (IARO DOCUMENT IARO24-C1, PP 59-71) -

[https://media.voog.com/0000/0051/5165/files/15JAN25\\_ANNEX\\_B\\_Excerpt\\_from\\_2024\\_IARO\\_Arnicle\\_Health\\_Report.pdf](https://media.voog.com/0000/0051/5165/files/15JAN25_ANNEX_B_Excerpt_from_2024_IARO_Arnicle_Health_Report.pdf)

## KOKKUVÕTE

1. 2024. aasta detsembris pöördus Eesti organisatsioon MTÜ Looduse ja Inimeste Eest IARO teadlaste poole, paludes hinnata aruande „Põhja-Pärnumaa valla tuuleparkide eriplaneeringu asukoha eelvalik ja keskkonnamõju strateegilise hindamise 1. etapi aruanne“ alapeatüki 4.6 „Mõju inimese tervisele ja heaolule“ alajaotist 4.6.1 „Müra“. Aruande koostajaks on Kobras OÜ ning tellijaks Põhja-Pärnumaa vallavalitus.
2. Kobrase aruanne järgib keskkonnamõju strateegilise hindamise (KSH) direktiivis sätestatud protokolle, nagu seda nõuavad ELi standardid.
3. Tulemusena on aruandes tehtud tõsiseid teaduslikke vigu tuuleelektrijaamade (WPP) mõjude prognoosimisel kohalike elanike ja kariloomade tervisele ja heaolule.
4. Need tõsised teaduslikud vead on juurdunud KSH protokollidesse ning viivad omakorda riigiametnikke, otsustajaid ja laiemat avalikkust eksiteele, esitades moonutatud teavet WPP-de akustilise mõju kohta inimeste ja loomade tervisele.
5. Käesolev aruanne selgitab ülaltoodud väidete teaduslikku tausta, eesmärgiga harida laiemat avalikkust.
6. Kompuuter-modelleerimine, mida kasutatakse WPP-de tekitatava müra hindamiseks, keskendub ainult kuulmiskahjustustele, kuna kõik arvandmed esitatakse A-kaalutud detsibellides (dBA), mis arvestab ainult kuuldava müraga.
7. Kuid WPP-de kõige olulisemad akustilised väljundid, mis kahjustavad inimeste tervist (põhjustamata samas kuulmiskahjustusi), jäävad infraheli ja madalamate sageduste spektrisse, mille mõju ei ole võetud arvesse ei arvutimudelites ega KSH direktiivides.
8. Aruandes esitatakse ka soovitusel strateegilise planeerimisprojekti teise etapi jaoks, eeldades et seejuures peetakse elanikkonna ja kariloomade tervist kaitsmisvääreks.

## A. SISSEJUHATUS

### I. Taust

9. Detsembris 2024 pöördus IARO teadlaste poole Eesti mittetulundusühing „Looduse ja Inimeste Eest“ palvega hinnata Kobras OÜ koostatud ja Põhja-Pärnumaa vallavalitsusele esitatud aruande jaotise 4.6 „Mõju inimese tervisele ja heaolule“ alajaotist 4.6.1 „Müra“: „Põhja-Pärnumaa valla tuuleparkide eriplaneeringu asukoha eelvalik ja keskkonnamõju strateegilise hindamise I etapi aruanne“ (Töö nr 2021-256, september 2024).
10. IARO teadlased said ülevaatamiseks eelnimetatud OÜ Kobrase aruande (vt käesoleva aruande lisa A).

### II. Eesmärk

11. Anda teaduslik hinnang OÜ Kobrase aruande alajaotisele 4.6.1, milles käsitletakse tuuleelektrijaamade akustilist väljundit (st müra) ning selle mõju inimeste ja loomade tervisele.

### III. Erihuvide välistamine

- a. Käesolev aruanne on koostatud ainult puht-teadusliku uurimise eesmärgil.
- b. Käesoleva aruande autorid ei ole seotud tehnoloogiavastaste hoiakutega ega oma tuuleenergia-vastaseid eelarvamusi.
- c. Seda teaduslikku ülevaadet ei saa ega tohi käsitleda kui dokumenti, mis esitab seisukohti tuuleelektrijaamade poolt või vastu, või mis tahes muude akustilist reostust tekitavate infrastruktuuride või tööstuskomplekside poolt või vastu.
- d. IARO liikmetel ja käesoleva aruande autoritel puudub igasugune finantshuvi SAM Technology suhtes.

## IV. Rahvusvaheline Akustikauuringute Organisatsioon (IARO)

12. Rahvusvaheline Akustikauuringute Organisatsioon IARO (The International Acoustics Research Organization) esindab teadlaste gruppi, kellel on ühtekokku üle 200 aasta teaduslikku kogemust infraheli ja madalsagedusliku müra ning nende tervisemõjude uurimisel. Alates 2016. aastast on IARO teadlased kogunud ja analüüsinud akustilisi andmeid maismaatuuleparkide läheduses asuvatest kodudest järgmistes riikides (tähestikulises järjekorras): Austraalia, Holland, Iirimaa, Inglismaa, Kanada, Portugal, Prantsusmaa, Põhja-Iirimaa, Saksamaa, Sloveenia, Šotimaa, Taani ja Uus-Meremaa. Enne 2016. aastat on kõik IARO teadlased tegelenud kas eraldi akustikaga või siis akustikaga seotud terviseuuringutega. IARO uuringuaruanded on osa kodanikuteaduse algatuse CSI-ACHE (Citizen Science Initiative for Acoustic Characterization of Human Environments) globaalsest hariduslikust koostööprojektist.

## V. IARO aruannetes kasutatavad lühendid ja ühikud

13. Tabel 1 sisaldab lühendeid ja ühikuid, mida kasutatakse IARO aruannetes.

**Tabel 1.** IARO aruannetes esineda võivad lühendid ja ühikud

|           |                                                 |
|-----------|-------------------------------------------------|
| dB        | Detsibell, kaalumata (helirõhutaseme mõõtühik)  |
| dBA       | Detsibell, A-kaalutud (helirõhutaseme mõõtühik) |
| Hz        | Herts (sageduse mõõtühik)                       |
| ILFN      | Infraheli ja madalsageduslik müra               |
| IWT       | tööstuslik tuuleturbiin                         |
| SEA (KSH) | keskkonnamõju strateegiline hindamine           |
| SPL       | helirõhutase                                    |
| WHO       | Maaailma Terviseorganisatsioon                  |
| WPP       | tuuleelektrijaam                                |
| WTAS      | tuuleturbiini akustiline signatuur              |

## B. KOBRASE ARUANDE ALAJAOTISED 4.6.1.1 - 3

- 14.** Kobrase aruande 4. peatükk on pühendatud keskkonnamõju strateegilisele hindamisele (KSH), kusjuures alapeatükk 4.6 käsitleb üldiselt „Mõju inimese tervisele ja heaolule“. See omakorda jaguneb järgmistesse alajaotustesse: alajaotis 4.6.1.1 käsitleb „Ehitustegevuse müra“, alajaotis 4.6.1.2 käsitleb „Käitamisaegset müra“ ning alajaotis 4.6.1.3 käsitleb „Madalasageduslikku müra“.
- 15.** On arusaadav, et:
- a.** Kobrase aruande autorid on piiratud eelnevalt kehtestatud KSH protokollidega.
  - b.** KSH protokollid määravad kindlaks konkreetsed meetodid selle keskkonnateguri, st „müra“, hindamiseks võimaliku tervisekahjustuse allikana.
  - c.** Kobrase aruande autorid on KSH protokollidest nõuetekohaselt kinni pidanud.
  - d.** Kobrase aruande autoritel võib olla piiratud teadlikkus tuuleelektrijaamade (WPP, tuntud ka kui „tuulepargid“) poolt tekitatava „müra“ eripärast.
  - e.** Isegi kui Kobrase aruande autoritel oleksid põhjalikud teaduslikud teadmised akustikast üldisemalt ja tuuleelektrijaamade akustilisest väljundist konkreetselt, ei oleks neil võimalik selliseid teadmisi oma aruandes rakendada, kuna need ei ühilduks ega sobituks enamasti KSH-d reguleerivate suunistega.
- 16.** Sellise olukorra kohutavaks tagajärjeks on asjaolu, et riigiametnikud, otsustajad ja laiem avalikkus on ebapiisavalt informeeritud ja suures osas eksitatud tuuleelektrijaamade müraväljundi ning selle mõjude osas ümbritsevatele inim- ja loomapopulatsioonidele.
- 17.** Käesoleva IARO aruande eesmärk on anda riigiametnikele, otsustajatele ja laiemale avalikkusele teaduslikku teavet tuuleelektrijaamade akustilise väljundi kohta.

## C. MIDA TÄHENDAVAD A-KAALUTUD DETSIBELLIDES VÄLJENDATUD ARVUD?

### I. Sihtväärtused

18. Kobrase aruande leheküljel 147 on märgitud:

*Elamualade suhtes kehtib tööstusmürale piirväärtus päeval ajal 60 dBA ja öisel ajal 45 dBA, sihtväärtus on päeval ajal 50 dBA ja öisel ajal 40 dBA.*

19. On arusaadav, et need arväärtused on kehtestatud Eesti valitsuse varasemate direktiividega, sealhulgas 2016. aasta Riigikohtu otsusega, mis nõuab, et tuuleelektrijaamad (WPP) vastaksid pigem sihtväärtustele kui Keskkonnaministeeriumi kehtestatud mürapiirväärtustele.

20. Teaduslikust seisukohast on aga sellisel mürakirjeldusel olulisi puudusi, mis muutuvad eriti ilmseks (ja tõsiseks terviseprobleemiks) juhul kui müraallikaks on tuuleelektrijaamad.

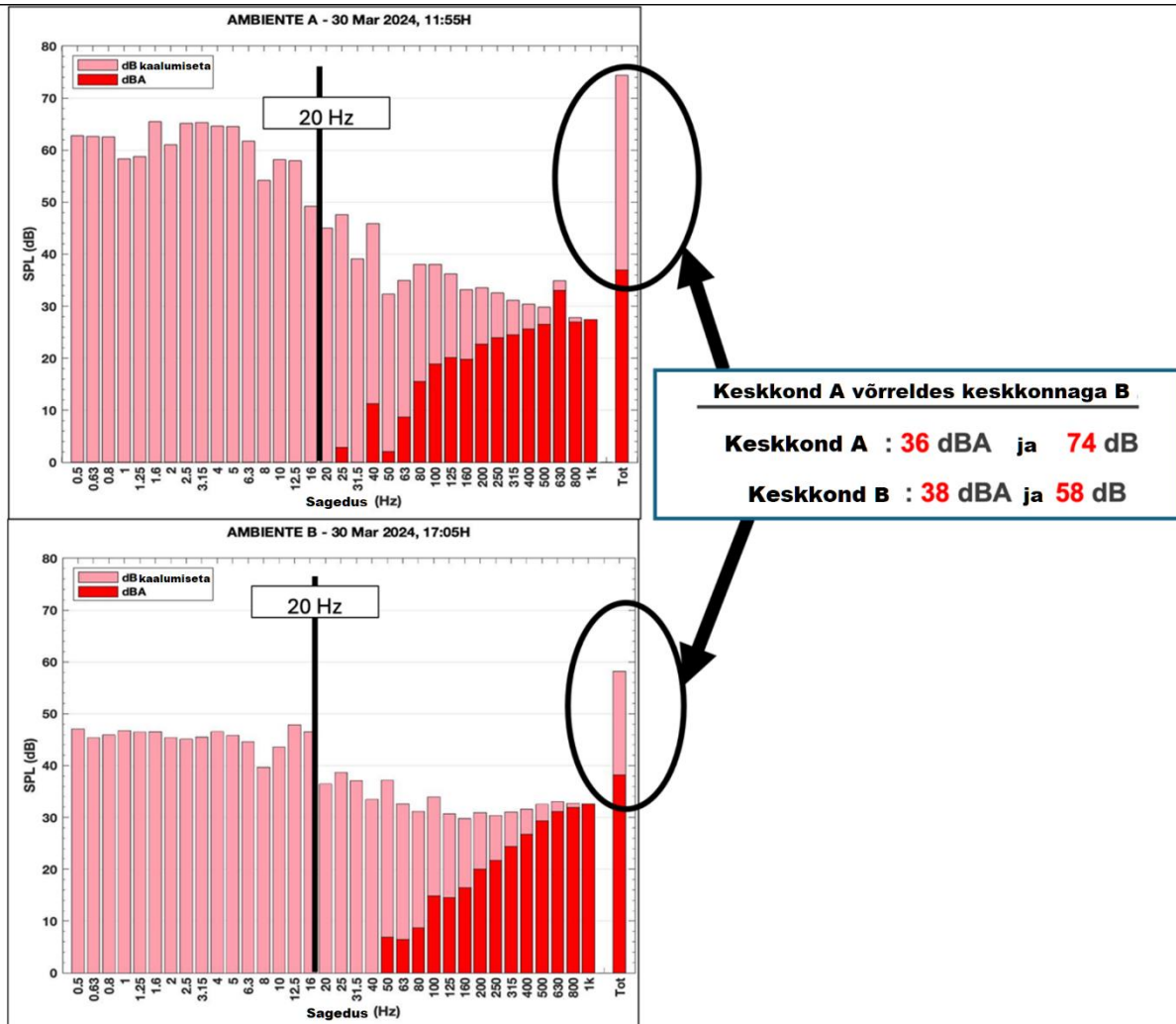
21. Kuna akustika on keeruline valdkond, on IARO teadlased sageli kasutanud graafikat, mis aitab selgitada vastavate arväärtuste tähendust tavainimestele (st riigiametnikele, otsustajatele ja laiemale avalikkusele). Sama tehakse ka siin.

### II. Sihtväärtused dBA-s väljendatuna

22. Tähis „A” mõõtühikus dBA viitab A-sageduskaalufiltri rakendamisele. Seda filtrit on müratasemete mõõtmisel kasutatud ligi sajandi vältel, kuna see imiteerib inimkuulmise sagedusvahemikku, jättes muud sagedused välja. Kui mürataset mõõdetakse otse, ilma A-kaalutusega, siis väljendatakse tulemusi ühikutes dB, aga mitte ühikutes dBA.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Täiendava teabe saamiseks antud küsimuses vaadake palun: Alves-Pereira M, Rapley B, Bakker H, Summers R. (2019) Acoustics and Biological Structures. In: Abiddine Fellah ZE, Ogam E. (Eds) *Acoustics of Materials*. IntechOpen: London. DOI: 10.5772/intechopen.82761.

**23.** Joonis 1 võrdleb kahte akustilist keskkonda, millest ühe mõõdetud väärtus on 36 dBA ja teise 38 dBA, st mõlemad jäävad sihtväärtuse piiresse.<sup>2,3</sup>

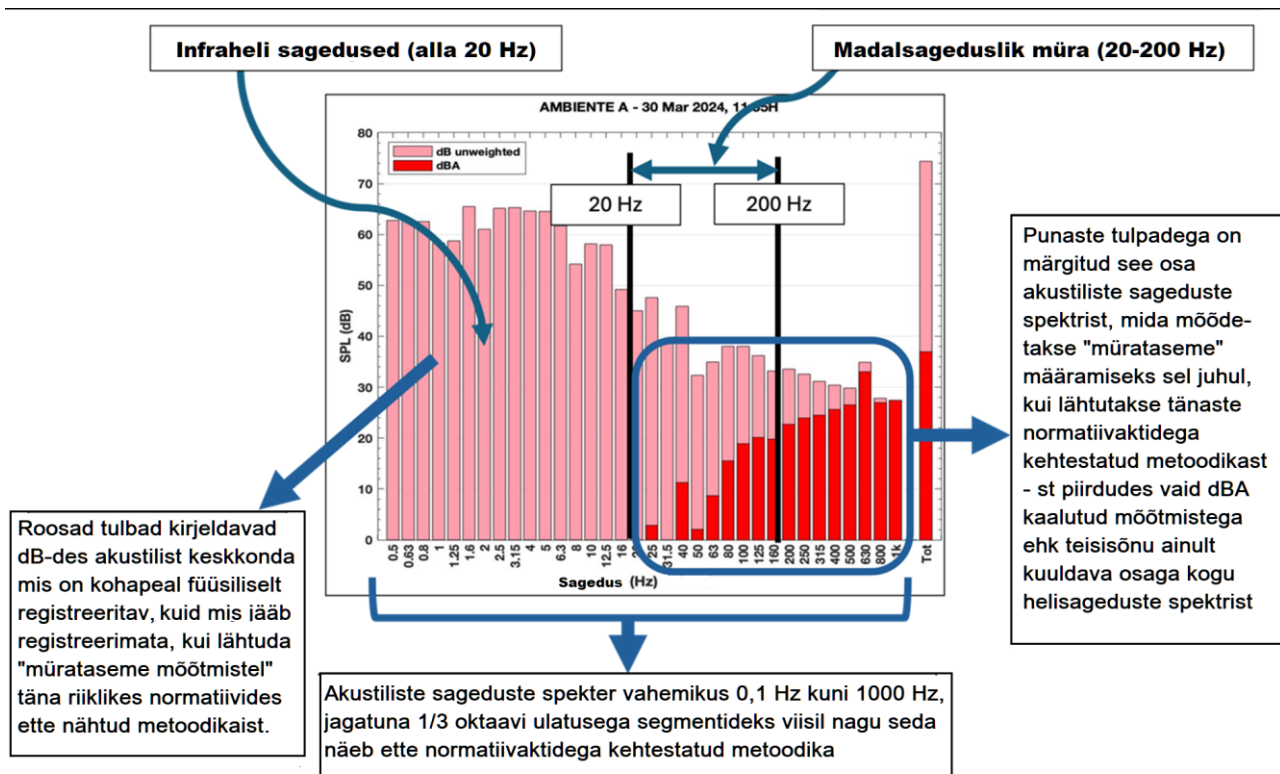


**Joonis 1.** Kahe akustilise keskkonna sagedusjaotus, esitatuna 10-minutiliste keskmistena. Mõõtmised viidi läbi samas asukohas (vt tekst) erinevatel kellaaegadel: Keskkond A kell 11:55 ning Keskkond B kell 17:05. Mõlema graafiku parempoolne viimane tulp (tähistatud musta ringiga) esitab üldise mürataseme, väljendatuna dBA-s (punane tulp) ja kaalumata dB-s (roosa tulp). Väärtuste sarnasus dBA-s väljendatuna viib enamiku peavoolu teadlasi arvamusele, et need on akustiliselt võrreldavad keskkonnad. Tegelikult on need aga väga märkimisväärselt erinevad, nagu näitavad nende müratasemed kaalumata dB-s: 74 vs 58 dB.

<sup>2</sup> Logaritmilise skaala kasutamine akustilise detsibelli määramisel (viitega 20 mikropaskalile) tähendab, et heli amplituud kahekordistub iga 6 dB järel.

<sup>3</sup> Käesolevas aruandes esitatud akustilised andmed pärinevad varasemalt Portugali tehnikaajakirjas (*Portuguese Technical Journal*) avaldatud artiklist: Sousa-Pereira P, Bakker HHC, Alves-Pereira M. (2024) [The dose-response relationship in occupational noise exposures.] *Revista Segurança*, 271: 13-18. See töö pälvis parima e-postri auhinna III Töötervishoiu Sümpoosionil, mille korraldas Porto Ülikooli Meditsiiniteaduskond (23. september 2024).

24. Palume tähele panna, et siinesitatud arvvaartused põhinevad välitöö mõõtmistel, mitte arvutimudelitel. Mõõtmised tehti loomafarmi laudas, mis asub tuuleelektrijaamade (WPP) lähedal (lisateabe saamiseks vt<sup>4</sup>).
25. Joonis 2 on selgitav esitus joonisest 1, toomaks esile need graafiku osad, mis on antud teema mõistmiseks olulised.



**Joonis 2.** Joonist 1 selgitav esitus osutab graafiku osadele, mis on antud teema mõistmiseks olulised. See on akustilise energia jaotuse kujutis sageduste lõikes konkreetses keskkonnas, põhinedes 10-minutilise mõõtmise keskmisel. Infraheli (alla 20 Hz) ja madalasageduslik müra (20–200 Hz) vastavad graafikul näidatud sagedusvahemikele. Punased tulpad näitavad mürataset pärast A-sageduskaalufiltri rakendamist (dBA), nagu nõuab kehtiv õigus.<sup>5</sup> Roosad tulpad peegeldavad tegelikku akustilist keskkonda, mida mõõdetakse ilma filtriteta (kaalumata dB ehk dB Linear ehk dBZ), kuid sellist mõõtmist seadusandlus ja kehtivad normatiivid ei nõua.

<sup>4</sup> Bakker HHC, Alves-Pereira M, Mann R, Summers R, Dickinson P. (2023) Infrasound exposure: High resolution measurements near wind power plants. In: Suhanek M, Kevin Summers J. (Eds) *Management of Noise Pollution*. IntechOpen: London. DOI: 10.5772/intechopen.109047

<sup>5</sup> Kuvatud on ainult sagedusvahemik 0,5–1000 Hz, kuna üle 1000 Hz on A-kaalutud müratasemed ja kaalumata müratasemed sisuliselt võrdsed.

26. Nagu joonisel 1 näidatud, jääb suurem osa kogu helikeskkonnast A-kaalutud mõõtmiste kasutamise korral (dBA, punased tulbad) arvesse võtmata (roosad tulbad).
27. Peavooluteadlased lähtuvad põhimõttest „mida sa ei kuule, see ei saa sulle kahju teha” (vt allpool jaotis F-I), eeldades et heli ainus mõju inimeste tervisele saab toimuda kuulmismehhanismide kaudu ning et seetõttu saab heli ainus võimalik tervisemõju olla kuulmiskahjustuse või kurtuse põhjustamine.
28. See (eksitav) arusaam on põhjenduseks, miks suur osa helikeskkonnast (roosad tulbad) jäetakse inimtervise kontekstis arvestamata.
29. Vastavat helispektri osa peetakse inimeste jaoks kuuldamatuks ning seega tervise jaoks ebaoluliseks.
30. Veelgi olulisem on see, et joonis 1 näitab, kuidas müratasemete väljendamisel dBA-s ei suudeta eristada kahte väga oluliselt erinevat akustilist keskkonda (74 vs 58 dB).
31. Seetõttu tähendab 40 dBA sihtväärtuse määramine tuuleelektrijaamasid (WPP) ümbritsevatele elamupiirkondadele, et piirduakse ainult kuulmisfunktsiooni kaitsmisega pideva müramõju eest.
32. Nimetatud sihtväärtus ei saa kaitsta ühtegi teist inimtervise aspekti, välja arvatud kuulmiskahjustused (vt jaotis D-II allpool) ja võib olla ka kõne arusaadavuse ning üldise kuulmisvõime osas.
33. 40 dBA sihtväärtuse kehtestamine WPP-de läheduses asuvatele elamupiirkondadele ei saa garanteerida inimeste (ega ka kariloomade) tervise kaitset.

## D. HÄIRIVUS JA MÜRASTANDARDITE EESMÄRK

*Oluline on märkida, et müra puhul võib esineda vahe norme ületava mürataseme ja häirimist põhjustava mürataseme vahel. Müranormid on sätestatud selliselt, et oleks tagatud inimese tervist mitte kahjustav müratase. See aga ei tähenda, et müraallikat ei oleks kuulda. Häiringu puhul inimene kuuleb müraallikat ning see ei pruugi talle meeldida, kuid tegemist ei ole tervist kahjustava olukorraga. Heli häirivus sõltub suuresti inimese individuaalsest tajust. Tuuleparkide müra häirivuse lävendina on erinevate uuringute analüüsi tulemusena välja pakutud 35 dB (Schmidt et al, 2014). Aga nagu juba öeldud, siis inimeste tundlikkus tuulikute müra häirivuse osas on erinev. (Kobrase aruanne, lk 147)*

### I. Häirivus

34. Ülaltoodud lõik illustreerib üldistatult arusaama, millel puudub praktiliselt igasugune teaduslik tõepõhi ja mis muutub seetõttu antud teema kontekstis sisuliselt ebaoluliseks.
35. „Häirivus” ei kujuta endast teaduslikult põhjendatavat meditsiinilist või kliinilist näitajat.
36. Tegelikult ei esine mõistet „häirivus” ei 2017. aasta Mosby meditsiinisõnastikus<sup>6</sup> ega ka 2018. aasta Briti Meditsiiniassotsiatsiooni meditsiinisõnastikus<sup>7</sup>. 2020. aasta Oxfordi meditsiinisõnastikus leidub aga vaid üksainus sissekanne selle mõistega:

*Pimestus (glare) n. hajutatud kõrvalise valguse soovimatu mõju võrkkestale, mis põhjustab kontrasti ja nägemisvõime langust ning samuti **häirivust** ja ebamugavustunnet.<sup>8</sup>*

37. Vastavalt Maailma Terviseorganisatsiooni (WHO) määratlusele:

*Müra kahjulik mõju defineeritakse organismi morfoloogilise ja füsioloogilise muutusena, mis põhjustab funktsionaalsete võimekuste halvenemist, vähenevat võimet täiendava stressiga toime tulla või*

<sup>6</sup> O'Toole MT et al. (Eds). (2017) Mosby's Medical Dictionary. 10th Ed. Elsevier: St Louis, MI, USA.

<sup>7</sup> British Medical Association. (2018) Medical Dictionary. 4th Edition. Dorling Kindersley: London, UK.

<sup>8</sup> Martin E, Law J. (Eds) (2020) Concise Colour Medical Dictionary. 7th Ed. Oxford University Press: Oxford, UK.

*organismi vastuvõtlikkuse suurenemist muude keskkonnategurite kahjulikele mõjudele.<sup>9</sup>*

38. On selge, et mõiste „häirivus” ei vasta WHO määratlusele.
39. Väide et „*Heli häirivus sõltub suuresti inimese individuaalsest tajust*” on subjektiivse parameetri klassikaline definitsioon.
40. Subjektiiivset akustilist häirivust uuritakse tavaliselt psühhoakustika valdkonnas, mitte aga kliinilises meditsiiniteaduses, mille raames on meditsiinilise olukorra hindamiseks vajalikud objektiivsed meditsiinilised näitajad.
41. „...*inimeste tundlikkus tuulikute müra häirivuse osas on erinev*” seepärast, et iga inimese varasem kokkupuude infraheli ja madalsagedusliku müraga (ILFN) on erinev, ning seda sageli väga märkimisväärselt.
42. Tundlikkus tuulegeneraatorite mürale kasvab vastavalt ILFN-i kokkupuudete summaarse kestuse kasvule, kuna kuulmisega seonduvates mehhanismides tekivad füsioloogilised kahjustused. Varasemad kokkupuuted ILFN-iga võivad olla tööalased, elukoha või vaba aja veetmisega seotud. Nende kokkupuudete ajaline profiil võib olla muutuv, sõltudes müraallika iseloomust ja asukohast. Täpsemaks teabeks sel teemal vt viiteid 10, 11, 12.

## II. Mürastandardid

43. Väide et „*Müranormid on sätestatud selliselt, et oleks tagatud inimese tervist mitte kahjustav müratase*” ei ole päris korrektne.
44. Praegused mürastandardid Euroopa Liidus on loodud kindlustamaks eranditult seda, et müratasemed ei saaks põhjustada kuulmiskahjustusi ega kurtust
45. Eeldus, et need standardid on välja töötatud „inimese tervise” kaitsmiseks, on ekslik – need kaitsevad vaid kuulmist ja kuulmisega seotud aspekte, kuid mitte tervist kui tervikut.

<sup>9</sup> World Health Organization. (1999) Guidelines for community noise. Stockholm University & Karolinska Institute: Stockholm, Sweden. pp. 21. <https://www.who.int/publications/i/item/a68672>

<sup>10</sup> IARO. (2024) Health Report on Arncliffe Farm, Glenbarr, Tarbert, Argyll, Scotland. Document No. IARO24-C1. Redacted version available at: [IARO.org.nz](https://iaro.org.nz).

<sup>11</sup> Alves-Pereira M, Rapley B, Bakker H, Summers R. (2019) Acoustics and Biological Structures. In: Abiddine Fellah ZE, Ogam E. (Eds) *Acoustics of Materials*. IntechOpen: London. DOI: 10.5772/intechopen.82761.

<sup>12</sup> Stepanov V. (2001) Biological effects of low frequency acoustic oscillations and their hygienic regulation. State Research Center of Russia, Moscow. [https://archive.org/details/DTIC\\_ADA423963](https://archive.org/details/DTIC_ADA423963)

46. See on selgelt nähtav joonisel 1. „Mürastandardid“ nõuavad ainult seda, et akustilise keskkonna kuuldav osa mõõdetakse, rakendades A-kaalumist (dBA, punased tulbad). Kõik muud võimalikud akustiliste nähtustega seotud tervisemõjud jäetakse tähelepanuta.
47. Kui "inimese tervis" oleks olnud nende standardite kujundamisel oluline tegur, siis ei oleks infraheli ja madalsageduslikku müra vastavast arvestusest välja jäetud, st joonisel 1 kujutatud roosad tulbad oleksid samuti arvesse võetud.
48. Harva näitena on Vene Föderatsiooni mürastandardid tõepoolest kujundanud inimtervise kaitsmiseks, kuna need kehtestavad piirväärtused ka kokkupuutele infraheliga, nagu võib näha joonisel 3.

| Tingimused                                                 | Helirõhu tasemed dB-des, jagatud oktaavirühmadena neljale keskmistatud sagedusele (Hz) |    |    |    | Üldistatud helirõhu tase dB "Lin" |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|-----------------------------------|
|                                                            | 2                                                                                      | 4  | 8  | 16 |                                   |
| Erinevad töökohad tööstuse ja tootmistegevuse tingimustes: |                                                                                        |    |    |    |                                   |
| - Erinevad füüsilise pingega töökohad                      | 100                                                                                    | 95 | 90 | 85 | 100                               |
| - Erinevad intellektuaalse pingega töökohad                | 95                                                                                     | 90 | 85 | 80 | 95                                |
| Asustatud piirkond                                         | 90                                                                                     | 85 | 80 | 75 | 90                                |
| Eluruumid ja ühiskondlikud ruumid                          | 75                                                                                     | 70 | 65 | 60 | 75                                |

**Joonis 3.** Lubatud infraheliga kokkupuute piirväärtuste tasemed Vene Föderatsioonis.<sup>13</sup> Tähelepanuväärne on siin, et: a) infraheli vahemik on jagatud ühe oktaavi laiusteks sagedusribadeks 2, 4, 8 ja 16 Hz juures, kusjuures igal neist on erinevad kokkupuute piirväärtused, b) müratasemed on esitatud dB "Lin" ühikutes, mis tähendab kaalumata detsibelle, c) lubatud kokkupuute piirväärtuste tasemed on määratud kahele erinevale töökeskkonnale ja kahele erinevale keskkonnamõju tüübile.

49. Tuleb märkida, et joonisel 3 esitatud arväärtused kehtestati enne tuulegeneraatorite kasutuselevõttu ja viitavad seetõttu tonaalsele mürale, mitte aga impulssilistele akustilise rõhu lainete jadadele, mida tekitavad töötavad tuulegeneraatorid (vt jaotist E-III allpool).

<sup>13</sup> Reprodutseeritud siit: Stepanov V. (2001) Biological effects of low frequency acoustic oscillations and their hygienic regulation. State Research Center of Russia, Moscow. [https://archive.org/details/DTIC\\_ADA423963](https://archive.org/details/DTIC_ADA423963)

## E. TUULEPARKIDE MÜRA

*Tuuleparkides olevad heliallikaid võib jagada kaheks:*

*-- tuuleturbiini käigukasti, mootori jt mehhanismide tekitatud mehaaniline heli;*

*-- rootorilabade õhust läbi liikumisel tekkiv aerodünaamiline heli.*

*Kaasaegsetel tuulikutel on üsna suurt tähelepanu pööratud müra vähendamisele ning mehaaniline müra on erinevate isolatsioonimaterjalide ning tehniliste võtetega viidud võrdlemisi väheolulisele tasemele. Ka aerodünaamilise müra vähendamiseks on kasutusele võetud tehnilisi lahendusi, kuid kuna on tegu suurte tehniliste seadmetega, siis teatav müraemissioon tuulikute töötamisel esineb. (Kobrase aruanne, lk 146)*

### I. Kuuldav müra

50. Nagu eespool kirjeldatud, esineb „mehhaaniline heli“ või „müra“ reeglina kuuldava sagedusvahemiku piires. Praeguste mürastandardite (sealhulgas tonaalanalüüside) raames on seda tüüpi akustilisi häireid suhteliselt lihtne leevendada või isegi täielikult kõrvaldada.
51. Ülemaailmselt kasutatavad arvutimudelid, millega prognoositakse tuulegeneraatorite akustilist väljundit, põhinevad kehtival mürastandarditel. Nagu eespool näidatud, ei kaitse need standardid mitte inimeste tervist üldisemalt, vaid üksnes inimeste kuulmist.
52. Kõik Kobrase aruandes esitatud müra leviku modelleerimise kujutised (skeem 76, lk 153 kuni skeem 85, lk 159) põhinevad just seda tüüpi arvutimudelitel.
53. Mudeldamise tulemusena saab järeldada, et ükski neist tuulegeneraatoriparkidest ei kujuta endast ohtu klassikalise kuulmiskahjustuse (mida mõõdetakse audiogrammide abil) tekitamiseks ümbruskonna elanikele.

## II. Aerodünaamiline müra

54. Kuid "Aerodünaamiline müra" on täiesti teistsugune nähtus, kuna selle akustilise energia enamik paikneb akustilise spektri infraheli ja madalsageduse osas.<sup>14</sup>
55. Seega, isegi kui rakendada "tehnilisi meetmeid aerodünaamilise müra vähendamiseks", ei saaks need meetmed olla piisavad, et kaitsta üldsuse tervise.

*Tuulikute tekitatav müra sõltub tuule tugevusest. Vaiksema tuule korral on tuuliku pöörete arv väiksem ja sellega koos müratase madalam. Tuule kiiruse kasvamisel pöörete arv suureneb, kuid samal ajal tugevneb ka looduslik mürafoon, mis teataval määral varjestab tuulikute müra. (Kobrase aruanne, lk 147)*

56. Kuigi tuule kiirus on üks ilmne tegur tööstusliku tuuleturbiini (IWT) pöörlemisel tekkiva aerodünaamilise müra hulga määramisel, on väga oluline tegur ka labade suurus.
57. Aerodünaamiline müra on seotud õhu hulgaga, mida laba liigutab. Mida suurem on laba pindala, seda rohkem õhku pöörlemise käigus ümber paigutub.
58. Seetõttu on eespool viidatud lõigus esitatud väide „Tuulikute tekitatav müra sõltub tuule tugevusest” puudulik. See sõltub nii tuule tugevusest kui labade suurusest.
59. Mis puudutab eeltsiteeritud lõigu viimast väidet („Tuule kiiruse kasvamisel pöörete arv suureneb, kuid samal ajal tugevneb ka looduslik mürafoon, mis teataval määral varjestab tuulikute müra”), siis on siin asjakohane esitada e-kirjade vahetus, mis toimus RES-i (Renewable Energy Systems) ja Šotimaal Argyle'is asuva Arnicle Farmi elanike vahel seoses Blary Hilli tuulepargiga, mis kuulub RES-ile ja mis alustas tööd 2021. aasta novembris/detsembris.<sup>15, 16</sup>
60. 14. juunil 2022 küsis Arnicle Farmi elanik (EM) RES-ilt järgmist:

<sup>14</sup> Kuna tuuleturbiinide suurus kasvab, kandub järjest suurem osa heli energiast madalsageduslikule ja infraheli piirkonnale.

<sup>15</sup> IARO. (2024) Health Report on Arnicle Farm, Glenbarr, Tarbert, Argyll, Scotland. Document No. IARO24-C1. Redacted version available at: IARO.org.nz.

<sup>16</sup> IARO. (2023) Report on the High-Resolution Infrasonic and Low-Frequency Sound Recordings conducted at Arnicle Farm, Glenbarr, Tarbert, Argyll, Scotland in 2022 and 2023. Document No. IARO23-C1. Redacted version available at: IARO.org.nz.

*Miks viis turbiini, mis peaksid olema peatatud, aeglaselt pöörlevad? Me kogeme Arnicles rohkem häiringuid alates nende pöörlemise algusest, samuti on häiritud uni.<sup>17</sup>*

**61. RES-i töötaja vastus:**

*Turbiinid on praegu automaatse piirangu all. See automaatne piirang tähendab, et (NB!) turbiinide pöörlemiskiirus on tavapärasest madalam ja elektritootmist ei toimu. Minu kolleegid uurivad jätkuvalt teie poolt reedest saadik raporteeritud probleeme ning me kindlasti kontrollime, kas turbiinide töös on hiljuti midagi muutunud, kuid minu jälgitavatest andmetest ei paista midagi taolist.<sup>18</sup>*

**62. Ilmselgelt eeldatakse, et "elektri tootmise puudumine" on sama, mis "müra puudumine",<sup>19</sup> mõistmata, et häiringut põhjustab õhu liikumine pöörlevate labade tõttu. Arnicle Farmi elaniku EM-i vastus vähem kui tund hiljem:**

*Uskuge mind, siin on rohkem häiringuid – mu abikaasa läks praegu just uuesti magama... mis on täiesti ennekuulmatu... aga ta veetis väga rahutu öö ja on kurnatud.<sup>20</sup>*

**63. 07. juulil 2022 kirjutas Arnicle'i Farmi elanik EM Argyll & Bute'i volikogule:**

*Blary Hilli tuulepargi häiring mõjutab meid väga halvasti, sest RES ei ole esimest viit turbiini peatanud vaid laseb neil vabalt pöörelda. Oleme mitu korda palunud, et need täielikult peatatakse, kuid nad keelduvad, väites, et muutust pole toimunud. (...) Meil on Arnicles väga raske elada ja peame peaaegu iga päev mõneks tunniks mujale minema, et saada tuulepargist leevendust.<sup>21</sup>*

**64. 27. septembril 2022 kirjutas Arnicle'i talu elanik (EM) taas RES-ile: "Kui tänane päev on ettekujutuse andmiseks sellest, mis tulemas on, kui kõik turbiinid pöörlevad, siis te sunnite meid kodust lahkuma, kui see jätkub."<sup>22</sup> Ja järgmisel päeval uuesti:**

<sup>17</sup> E-kiri Arnicle Farmi elanikult (EM) RES-le (MG) 14. juunil 2022 kell 10:31.

<sup>18</sup> E-kiri RES-lt (MG) Arnicle Farmi elanikule (EM) 14. juunil 2022 kell 10:49.

<sup>19</sup> See võib isegi tõsi olla, kui arvesse võetakse ainult A-kaalutud helirõhutasemed, vt joonis 1.

<sup>20</sup> E-kiri Arnicle Farmi elanikult (EM) RES-le (MG) 14. juunil 2022 kell 11:24.

<sup>21</sup> E-kiri Arnicle Farmi elanikult (EM) Argyll & Bute'i volikogule (vanemplaneerimisametnikule AK) 07. juulil 2022 kell 15:12.

<sup>22</sup> E-kiri Arnicle Farmi elanikult (EM) RES-le (MG) 27. septembril 2022 kell 13:58.

*Miks te ignoreerite meie palvet uurida madalsagedusliku müra, kuna just see tekitab häiringut Arnicle'i atmosfääris, mitte kuuldav müra, mida te jälgite?*<sup>23</sup>

**65. 29. septembril 2022 rõhutas RES:**

*Meie seire on näidanud nende turbiinide müraolukorra märkimisväärses paranemist pärast tehtud parandustöid ning oleme otsustanud taaskäivitada kolm masinat.*<sup>24</sup>

**66. Sellele vastas Arnicle Farmi elaniku (EM) abikaasa ning vastus ei olnud üllatav:**

*Teie 29. septembri e-kirjale vastates – ma ei ole rahul sellega, et mind või [EM-i] valetajaks nimetatakse.*<sup>25</sup>

**67. See lühike e-kirjavahetus näitab tuuleenergia tööstuse heaks töötavate akustikute poolt omaks võetud hoiakut.**

**68. Müraolukorra "märkimisväärses paranemist" peeti toimunuks, kuid selline tõlgendus tähendas elanike jaoks tegelikult akustilise häiringu süvenemist.**

**69. Selline olukord tekib, kui tuugenitööstuse poolt palgatud akustikud, järgides kehtestatud juhiseid, tuginevad müratasemete hindamisel üksnes dBA väärtustele.**

**70. Need akustikud, nii nagu ka Kobrase aruande autorid, on tervise ja mürasaaste teemadel tõsiselt eksiteel.**

**71. Pelgalt KSH regulatsioonidele toetumine viib tuuleenergiajaamade akustilise mõju hindamisel inimeste ja loomade tervise tõsise halvenemiseni nende vahetus läheduses.**

*Elamualadel tekkiv müratase ei ole otseselt sõltuvuses tuuliku mõõtmetest. Pigem on sama müraemissiooniga tuulikute puhul kõrgema tuuliku puhul elamualani jõudev müratase mõnevõrra väiksem, sest vahemaa on suurem. (Kobrase aruanne, lk 148-149)*

**72. Kui see "müratase" viitab siin kuuldavale mürale, mida tekitavad käigukast ja muud IWT mehhaanilised komponendid, siis on tõepoolest teoreetiliselt võimalik, et kõrgemate turbiinide puhul jäävad need seadmed elamutest (veidi) kaugemale.**

<sup>23</sup> E-kiri Arnicle Farmi elanikult (EM) RES-le (MG) 28. septembril 2022 kell 15:43.

<sup>24</sup> E-kiri RES-lt (MG) Arnicle Farmi elanikule (EM) 29. septembril 2022 kell 17:02.

<sup>25</sup> E-kiri Arnicle Farmi elanikult (DM) RES-le (MG) 30. septembril 2022 kell 09:27.

73. Kui see „müratase“ peaks siin viitama ühtlasi ka aerodünaamilisele mürale, siis on selline väide väga tõsine teaduslik eksiarvamus.
74. Mitte ainult ei tooda kõrgemad tuuleturbiinid palju rohkem infrasonilist energiat, vaid mida kõrgem on turbiin, seda kaugemale ja tugevamalt infrasonilised komponendid levivad.<sup>26</sup>

### III. Tuuleturbiinide akustilised signatuurid (WTAS)

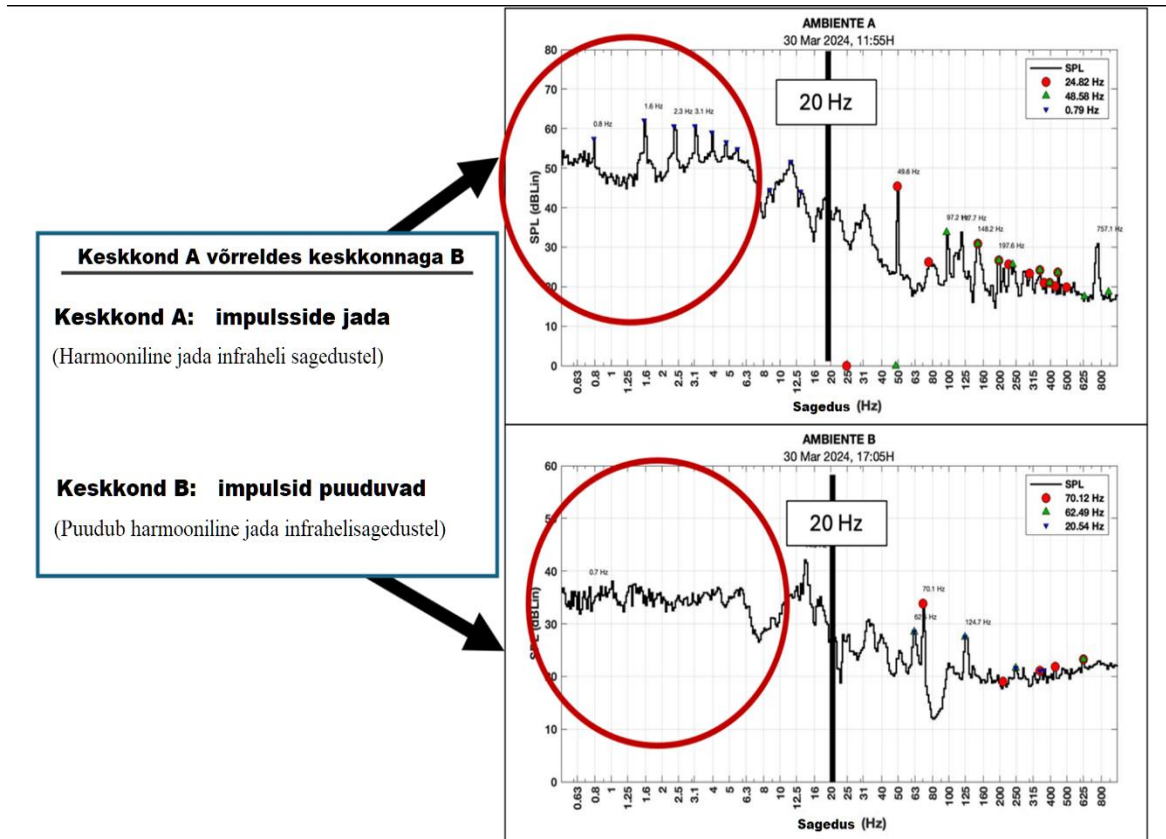
75. Joonis 1 esindab seadusandlusega kehtestatud müratasemete mõõtmise metoodikat: ajaline lahutusvõime 10-minuti keskmised väärtused, spektraalne lahutusvõime 1/3 oktaavi ning helirõhutaseme määramine dBA-des.<sup>27</sup>
76. Kuid teadus ei ole piiratud taolise ülelihtsustatud ja aegunud metoodikaga.
77. Seepärast uuritakse akustilist keskkonda ajalise lahutusvõimega 1 sekund, spektraalse lahutusvõimega 1/36 oktaavi ning helirõhutaseme määramisega dB-des (dB Lin)
78. Lihtsustatult võiks selle kohta öelda, et IARO teadlased uurivad akustilist keskkonda mikroskoobi, mitte luubi abil. See tähendab nii ajalise kui ka spektraalse lahutusvõime märkimisväärtset suurendamist.
79. Kasutades uusi tehnikaid salvestatud helimaastike analüüsimiseks,<sup>28</sup> muutuvad keskkondade A ja B vahel tuvastatud olulised erinevused mõistetavaks (vt joonis 1).
80. Joonis 4 näitab sama sagedusjaotust keskkonnas A ja keskkonnas B, kuid seda eelmainitud kõrgema spektraalse lahutusvõimega: 1/36 oktaavi selle 1/3 oktaavi asemel, mis oli joonisel 1.
81. Joonis 5 pakub populariseerivat kujutist samast joonisest 4.

<sup>26</sup> Moller H, Pedersen CS. (2011) Low frequency noise from large wind turbines. *Journal of the Acoustical Society of America*, 129(6):3727-44. doi: 10.1121/1.3543957.

<sup>27</sup> Tuleb märkida, et need tehnilised spetsifikatsioonid on tuletatud peaaegu sajand tagasi eksisteerinud parimate mõõteseadmete võimekusest.

<sup>28</sup> Bakker HHC, Rapley BI, Summers SR, Alves-Pereira M, Dickinson PJ. (2017). An Affordable Recording Instrument for the Acoustical Characterisation of Human Environments. Paper presented at ICBEN-(International Commission for the Biological Effects of Noise)-2017, Zurich, Switzerland (Paper No. 3654). [https://www.icben.org/2017/ICBEN%202017%20Papers/SubjectArea05\\_Bakker\\_P40\\_3654.pdf](https://www.icben.org/2017/ICBEN%202017%20Papers/SubjectArea05_Bakker_P40_3654.pdf).

\*\* Käesoleva IARO aruande autoritel puudub igasugune rahaline huvi SAM Technology suhtes.

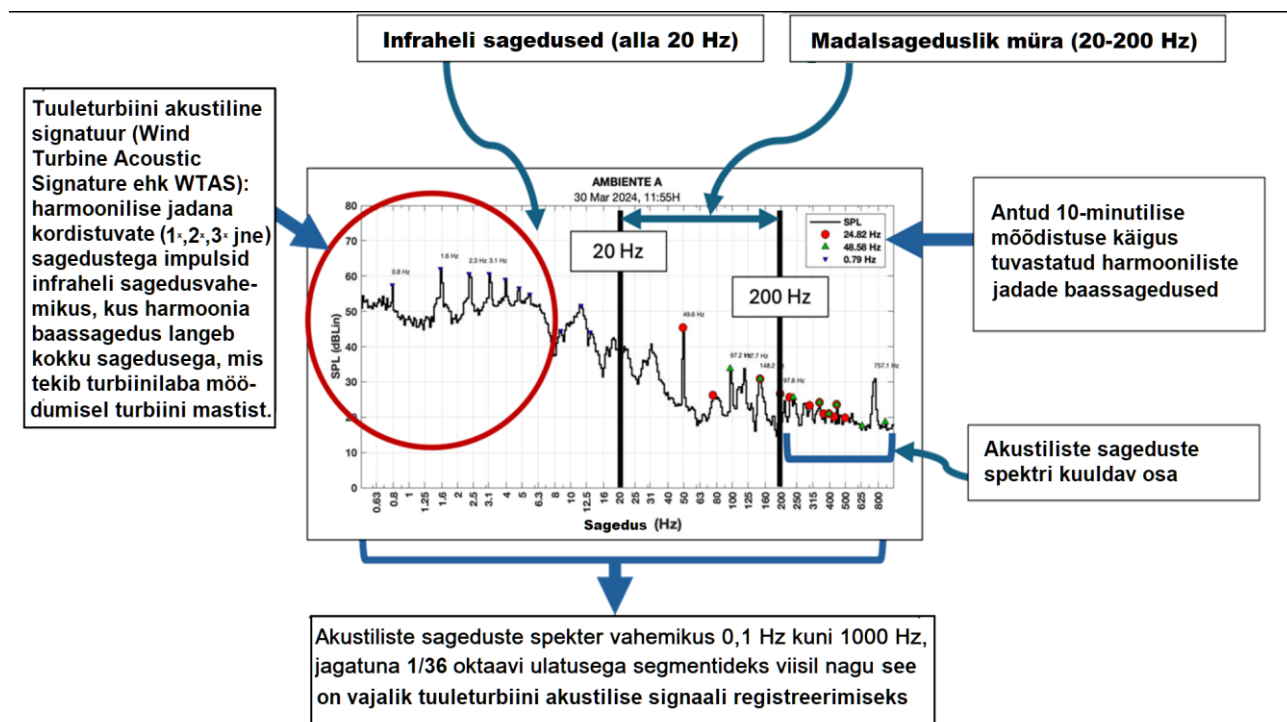


**Joonis 4.** Samade kahe keskkonna sagedusjaotused, mis olid kujutatud ka joonisel 1, kuid siin kõrgema spektraalse lahutusvõimega – 1/36 oktaavi 1/3 oktaavi asemel – ning suurema ajalise lahutusvõimega – 1-sekundilised keskmised väärtused 10-minutiliste keskmiste asemel. On märgatav, et keskkonnas A esineb mitmeid tippe, mis viitavad harmoonilisele seeriale (mis on impulsside jada tunnus), samas kui keskkonnas B see akustiline nähtus puudub. Oluline on meeles pidada, et mõlemas keskkonnas on dBA-des väljendatuna „müratasemed“ sarnased (36 dBA vs. 38 dBA) (vt joonis 1).

**82.** Samuti tasub rõhutada, et keskkondade A ja B näidud põhinevad otsestel, teaduslikul tasemel teostatud välimõõtmistel (mitte arvutimudelitel) ning et:

- a. neil on sarnased dBA-des (36 dBA vs. 38 dBA) väljenduvad müratasemed
- b. nende mõlema müratasemed jäävad alla sihtväärtuse 40 dBA, ja
- c. need on akustiliselt väga märkimisväärselt erinevad (74 dB vs. 58 dB kaalukohandamata).

Joonis 4 näitab erilise akustilise fenomeni – impulsside jada – esinemist keskkonnas A, mis puudub keskkonnas B.



**Joonis 5.** Joonist 3 selgitav esitus osutab graafiku osadele, mis on antud teema mõistmiseks olulised. See kujutab akustilise energia jaotust keskkonnas sageduste lõikes, põhinedes 600-sekundilise (10-minutilise) mõõtmise keskmistel väärtustel. Infraheli (alla 20 Hz) ja madalsageduslik müra (20–200 Hz) vastavad graafikul näidatud sagedusvahemikele. Müratase on väljendatud Y-teljel detsibellides (dB). Punane ring osutab impulsside jada spektraalseile komponentidele kui harmoonilisele seeriale, mille põhisageduseks on 0,8 Hz. Seda tähistavad sinised ümberpööratud kolmnurgad. Need impulsid on tekitatud tuuleturbiini poolt, mille labade mastist möödumine annab sageduse 0,8 Hz.

83. Matemaatilistel põhjustel, mida on põhjalikumalt selgitatud muudes teaduslikes ja eelretsenseeritud publikatsioonides,<sup>29,30</sup> esindavad need impulsside jadad tuuleturbiinide akustilist väljundit, mida nimetatakse tuuleturbiini akustiliseks signatuuriks (WTAS).
84. Just WTAS-i olemasolu keskkonnas A on põhjuseks, miks müratase seal on oluliselt kõrgem (74 dB) võrreldes keskkonnaga B (58 dB).
85. Siiski võib näha võrdleval joonisel 1, et kui säilitatakse seadusandlusega kehtestatud ajaline ja spektraalne lahutusvõime – 10-minutilised keskmised ja 1/3 oktaavi

<sup>29</sup> Bakker HHC, Alves-Pereira M, Mann R, Summers R, Dickinson P. (2023) Infrasound exposure: High resolution measurements near wind power plants. In: Suhanek M, Kevin Summers J. (Eds) *Management of Noise Pollution*. IntechOpen: London. DOI: 10.5772/intechopen.109047,

<sup>30</sup> Alves-Pereira M, Krough C, Bakker HHC, Summers R, Rapley B. (2019) Infrasound and low frequency noise guidelines – Antiquated and irrelevant for protecting populations. *Proceedings of the 26th International Congress on Sound & Vibration*, Montreal, Canada, July 7-11, No. 682. (Eelretsenseeritud konverentsietekanne).

ribalaiuse jaotus – siis polekski võimalik seda teavet registreerida ning keskkondi A ja B peetaks (ekslikult) sisuliselt sarnasteks.

- 86. WTAS-i peetakse inimeste tervisele ebaoluliseks, kuna see jääb peamiselt infrasonilisse vahemikku, mida loetakse inimesele kuuldamatuks ja seetõttu ka tervisele kahjutuks.<sup>31</sup>
- 87. Isegi kui WTAS-i oleks peetud inimeste tervise seisukohalt piisavalt oluliseks, et seda kvantifitseerida, muudaksid kehtivad müramõõtmise meetodikad selle kvantifitseerimise võimatuks.
- 88. 2022. aastal avaldatud eelretsenseeritud teadusartiklis leiti WTAS-il tugev seos unehäiretega: kui WTAS oli kohal, ei saanud elanikud magada; kui see puudus, magasid nad rahulikult.<sup>32</sup>

---

<sup>31</sup> Kasutades „valguse“ analoogiat, oleks see võrreldav uskumusega, et elektromagnetkiirgus, mida silmad ei taju (nagu röntgenikiired, mikrolained, ultraviolettkiirgus), on inimeste tervisele ebaoluline, kuna seda ei nähta valgusena. Pealegi on hiljutised uuringud näidanud, et aju suudab infrasonilisi signaale töödelda, kuigi need ei kandu läbi klassikaliste kuulmisteede. Vaata: Weichenberger M, Bauer M, Ku'bler R, Hensel J, Forlim CG, Ihlenfeld A, et al. (2017) Altered cortical and subcortical connectivity due to infrasound administered near the hearing threshold: Evidence from fMRI. *PLoS ONE*, 12(4): e0174420. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174420>.

<sup>32</sup> Bakker HHC, Alves-Pereira M, Mann R, Summers R, Dickinson P. (2023) Infrasound exposure: High resolution measurements near wind power plants. In: Suhanek M, Kevin Summers J. (Eds) *Management of Noise Pollution*. IntechOpen: London. DOI: 10.5772/intechopen.109047,

## F. LÜHIKE ÜLEVAADE INFRAHELI JA MADALSAGEDUSLIKU MÜRA MÕJUST TERVISELE

### I. „See, mida sa ei kuule, ei saa sulle kahju teha“

*Inimese kuuldelävi algab kesksagedustel (500–4000 Hz) helirõhu tugevusest 0–20 dB, madalsageduslikus spektrivahemikus (0–200 Hz) peab heli tajumiseks helirõhk olema oluliselt tugevam – u 80 dB 20 Hz piirkonnas ning u 107 dB 4 Hz piirkonnas. Tuuleparkide madalsagedusliku müra mõjust rääkides tuleb seda põhimõtet arvestada. (Kobrase aruanne, lk 161)*

89. Eespool toodud lõigus, mis on transkribeeritud Kobrase aruandest, esineb mitmeid ebatäpsusi.
90. Kõige olulisem viga on eeldamine, et infraheli ja madalsagedusliku müra mõju tervisele on seotud üksnes sellise akustilise energiaga, mis on tajutav kuulmisfunktsiooni kaudu, st „see, mida sa ei kuule, ei saa sulle kahju teha“.
91. See idee on tunnistatud teaduslikuks eksiarvamuseks juba 1978. aastal, kui tõestati, et geneetiliselt kurdid hiired olid infraheli mõjule tugevalt vastuvõtlikud.<sup>33</sup>
92. Hilisemad uuringud on näidanud aju poolt infrahelisignaali töötlemist vaatamata sellele et need ei ole ajuni kandunud klassikaliste kuulmisteede kaudu.<sup>34</sup>
93. See põhimõte, mida Kobrase aruande autorite arvates tuleb arvestada „*tuulepargi madalsagedusliku müra mõjust rääkides*“, on tegelikult võltsprobleem.
94. Minnes vastuollu meditsiiniteaduste põhimõtteliste alustega pannakse tuuleparkide kontekstis alatasa põhirõhk küsimusele, kas tuulikute „müra“ on inimesele tajutav või ei,

<sup>33</sup> Busnel RG, Lehmann AG (1978). Infrasound and sound: Differentiation of their psychophysiological effects through use of genetically deaf animals. *Journal of the Acoustical Society of America*, 63(3):974-977. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/670562/>

<sup>34</sup> Weichenberger M, Bauer M, Ku'hler R, Hensel J, Forlim CG, Ihlenfeld A, et al. (2017) Altered cortical and subcortical connectivity due to infrasound administered near the hearing threshold: Evidence from fMRI. *PLoS ONE*, 12(4): e0174420. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174420>.

vihjates et kui „müra“ ei ole kuulmismeele kaudu tajutav, siis ei saa see olla kahjulik.<sup>35</sup>

95. Taoline käsitus on muidugi absurdne (vt joonealune märkus 31).
96. Seega, kuigi väide et „...*madalsageduslikus spektrivahemikus (0–200 Hz) peab heli tajumiseks helirõhk olema oluliselt tugevam – u 80 dB 20 Hz piirkonnas ning u 107 dB 4 Hz piirkonnas.*“ võib olla tõene, ei kohaldu see väide muudele tervisemõjudele, kui ainult kuulmisfunktsiooniga seonduvatele.

## II. Infraheli ja madalsagedusliku müra allikad

*Madalsagedusliku heli komponent on olemas enamikes helides. Seda põhjustavad nii inimtekkelised (liiklus) kui looduslikud (tuul) allikad. Selleks et madalsageduslik heli saaks olla häiriv või tervist kahjustav, on oluline madalsageduslike helide puhul nende helirõhk. (Kobrase aruanne, lk 161)*

97. Siin tehakse taas mitmeid eksitavaid vihjeid.
98. Kuigi tõsi on see, et „*madalsagedusliku heli komponendid on olemas enamikus helides ...*“ ja „*Seda põhjustavad nii inimtekkelised (liiklus) kui looduslikud (tuul) allikad*“, on siiski eksitav vihjata, nagu oleksid need allikad kuidagi sarnased või võrreldavad. Tegelikult on need väga märkimisväärselt erinevad. Kõnealuses sagedusvahemikus ei sisaldu „...*enamikes helides...*“ ei impulsside jadasid ega isegi mitte tonaalsust.
99. Fundamentaalse tähtsusega sedatüüpi füüsilise haigustekitaja (müra) poolt põhjustatud tervisemõjude kindlaksmääramisel on akustiliste sündmuste toimumise ajaprofiil, mitte pelgalt selle keskmine helirõhu tase.
100. Kui esitatakse selliseid väiteid nagu „*Selleks, et madalsageduslik heli saaks olla häiriv või tervist kahjustav, on oluline ... helirõhk*“, siis eksitatakse riigiametnikke ja tavainimesi uskuma, nagu oleks helirõhu tase tervisemõjude hindamisel kõige olulisem (kui mitte ainus) tegur ILFN-iga (infraheli ja madalsagedusliku müraga) kokkupuutumise kontekstis.
101. Nagu oli näidatud joonisel 1, ei võimalda laialdaselt kasutatav helirõhu tase (väljendatuna dBA-des) eristada kahte väga oluliselt erinevat akustilist keskkonda.

*Tuulikud, nagu paljud teised helide allikad, põhjustavad madalsageduslikke helisid, kuid senised mõõtmised ja uuringud tuuleparkides ei ole senini*

<sup>35</sup> Sõna „müra“ on siin esitatud jutumärkides semantilistel põhjustel: Kui akustiline nähtus ei ole inimesele kuuldav ja müra määratletakse kui soovimatu heli, siis müra, mida on võimalik tajuda, kuid mitte kuulda, tuleb esitada kui „müra“ jutumärkides.

*tuvastanud madalsageduslikke helisid tasemel, kus nad oleksid kuuldavad ja seega saaksid põhjustada tervisemõjusid. (Kobrase aruanne, lk 161)*

**102.** Siin ilmnevad taas sügavalt KMH protokollidesse juurdunud teaduslikud eksiarvamused:

**103.** „...ei ole senini tuvastanud madalsageduslikke helisid tasemel, kus nad oleksid kuuldavad...“ Jällegi peetakse heli klassikalist kuuldavust ainsaks oluliseks teguriks, jättes kõik muu kõrvale. Vihjatakse, et tegutsemine on vajalik vaid juhul kui madalsagedusliku heli mõõdetud tasemed on piisavalt kõrged selleks, et need oleksid kuuldavad. See kinnistab eksiarusaama „see, mida sa ei kuule, ei saa sulle kahju teha“.

**104.** „Senised mõõtmised... ei ole senini tuvastanud madalsageduslikke helisid tasemel, kus nad ... saaksid põhjustada tervisemõjusid.“ See pole ei teaduslikult tõestatud ega isegi teaduslikult tõestatav väide. Tõsiasi, et mõned uuringud pole tervisemõjusid leidnud, ei saa olla tõendiks, et tervisemõjusid ei eksisteeri — eriti kui paljud uuringud on jõudnud vastupidiste järeldusteni. Vt lisa B näitena sellise olukorra kohta.

*Senised uuringud tuuleparkides on näidanud, et tuulikute põhjustatav madalsageduslik heli jäi samale tasemele kui tavapärane keskkonnafoon (Leventhall, 2006). (Kobrase aruanne, lk 161)*

**105.** Helirõhu keskmine tase võib 1/3-oktaavi spektraalse lahutuse ja 10-minutiliste ajaliste keskmistamiste kasutamisel tõesti olla võrreldav tavalise taustamüraga, kuna sellistel tingimustel tehtud mõõtmine suudab varjata kõiki erinevusi müra iseloomus.

**106.** Siiski on tegemist vananenud meetodikaga, mida siiani kasutatakse (nagu on ette nähtud seadusandlikes dokumentides ja juhistes), ehkki juba aastakümneid on olemas uuemad tehnoloogiad ja analüüsimeetodid, mis võimaldavad akustilist keskkonda teaduslikult analüüsida paremini ja suurema lahtusvõimega.

**107.** Joonis 6 kujutab neidsamu kahte keskkonda, A ja B, mis on esitatud ka joonistel 1 ja 4, kuid siin on andmed esitatud sonogrammidenä. Spektraalne lahtus on siin 1/36-oktaavi ning ajaline lahtus on 1 sekund, kokku 600 sekundi (10 minuti) jooksul.

**108.** Joonis 7 on joonist 6 lihtsustatult selgitav esitus.

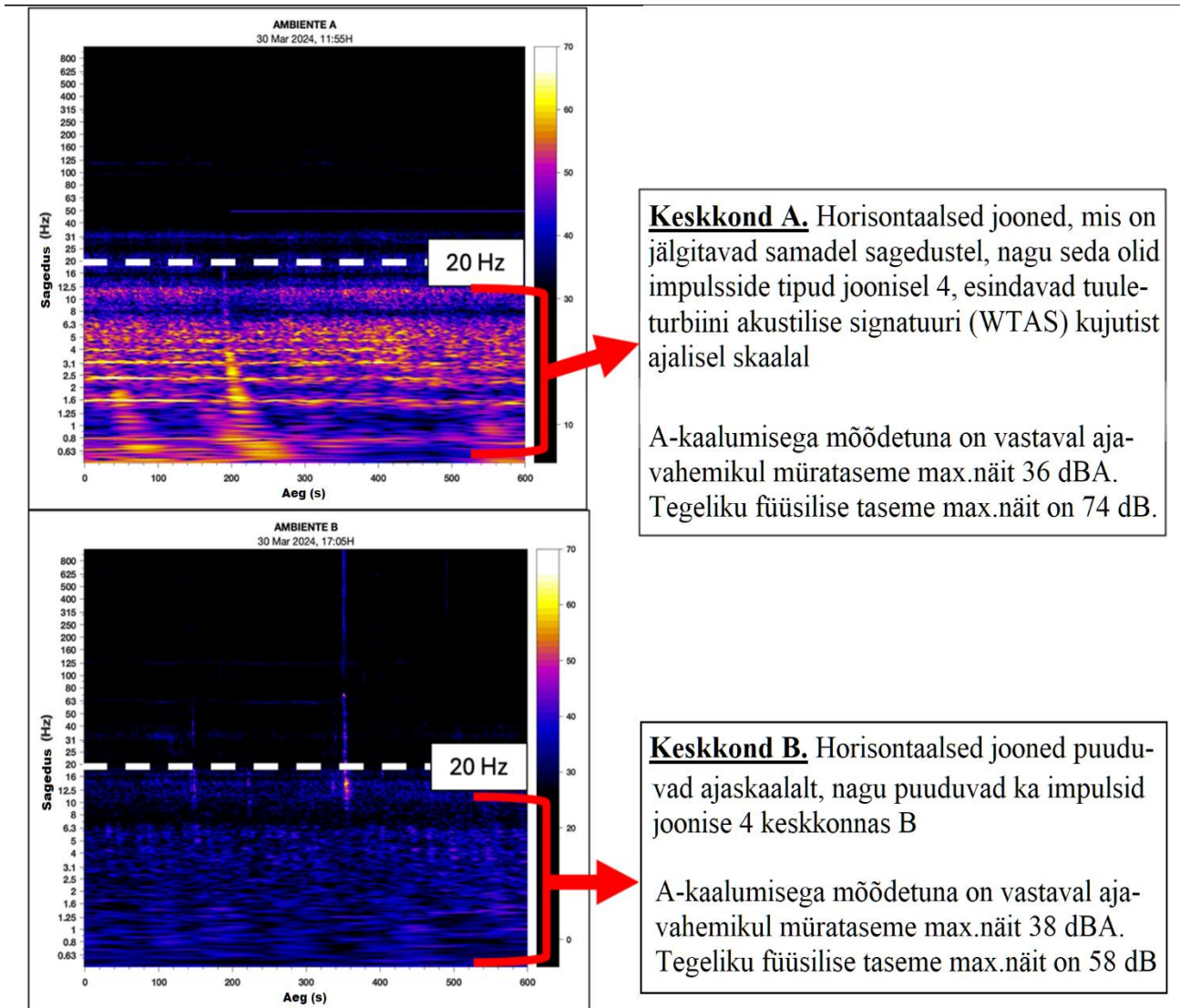
**109.** Joonis 6 näitab, milline helirõhutase (SPL, väljendatud kaalumata dB-des värviskaala järgi) esines igas 1/36-oktaavi sagedusribas igal järjestikusel sekundil.

**110.** Keskkonnataustamüra erinevust WTAS-i (tuuleturbiini akustiline signatuuri) esinemisel või puudumisel võib märgata ka ilma igasuguse erialase ettevalmistuseta isik.

**111.** Joonisel 4 nähtavad WTAS-i impulsside jadad, mis ilmnevad harmoonilise seeria tippudena, väljenduvad sonogrammis pidevate horisontaalsete joontena

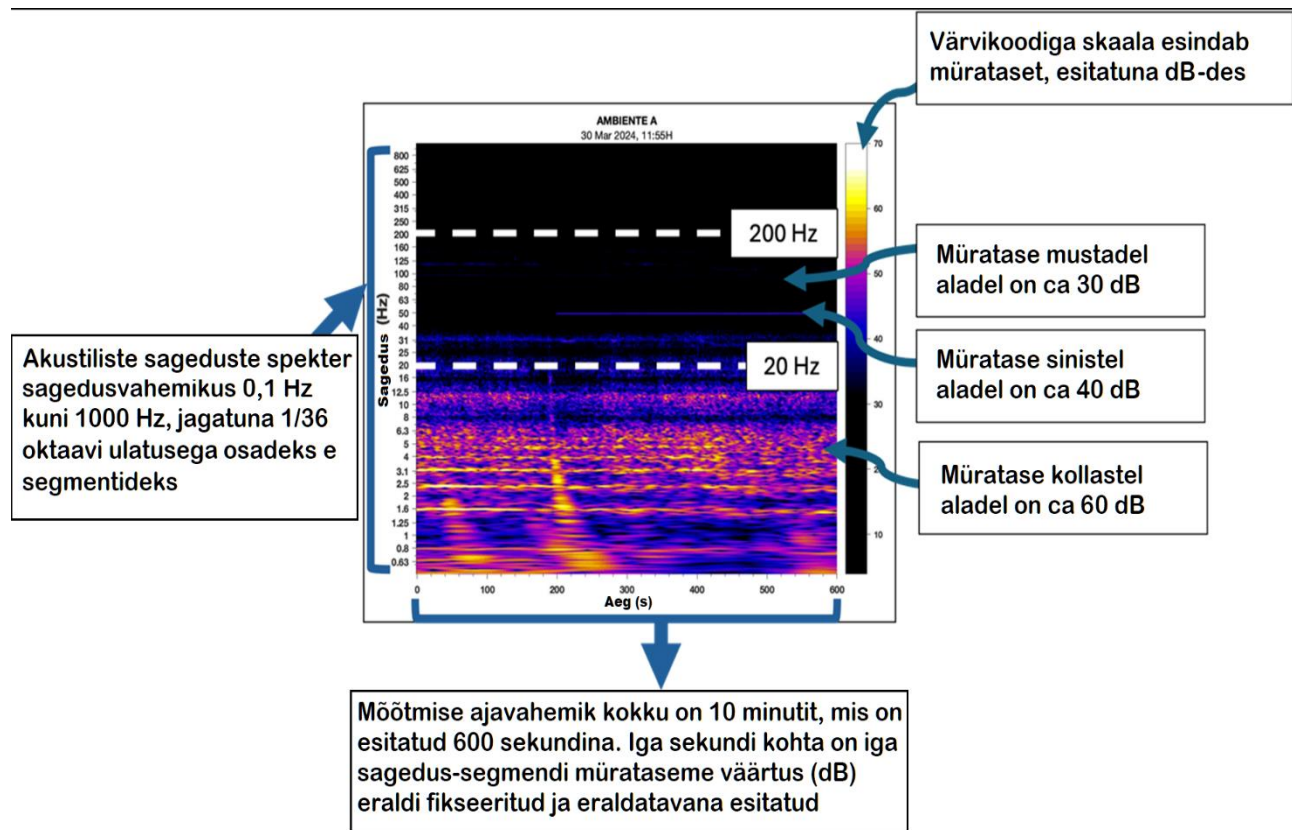
(Keskkond A). See tähendab et joonisel 4 nähtavad energiatipud esinevad igal järjestikusel sekundil, moodustades sonogrammile horisontaalsed jooned.

112. Need horisontaalsed jooned puuduvad keskkonnas B, nagu on näha vastavas sonogrammis.



**Joonis 6.** Keskkonna A (ülemine) ja keskkonna B (alumine) sonogrammid.  
Oluline erinevus sama keskkonna kahe akustilise esituse vahel on visuaalselt ilmne.

113. Sedatüüpi teadusliku täpsusastmega analüüside abil, kus akustilise keskkonna jälgimine toimub suurema ajalise ja spektraalse lahutusvõimega – kasutades suurendusklaasi asemel mikroskoopi – saab loodusliku taustamüra selgelt eristada inimtekkelisest mürast. Reeglina loodus ei tekita taolisi akustilisi sündmusi, mis saaksid sonogrammil esineda sirgete joonte kujul (harmoonilise reana) sedavõrd pika ajaperioodi jooksul.



**Joonis 7.** See on joonise 6 selgitav esitus, toomaks esile graafiku osasid, mis on antud teema mõistmiseks olulised. Joonis kujutab keskkonna sagedusjaotust, põhinedes 600-sekundilise (10-minutilise) mõõtmise keskmisel. Ära on märgitud piirkonnad, mis vastavad infrahelile (alla 20 Hz) ja madalsageduslikule mürale (20–200 Hz). SPL-i (helirõhu tugevuse) väärtuste näited lähtuvad värvikoodiga esitatud mürataseme skaalast.

### III. Kobrase aruandes viidatud uuringud

**114.** Kobrase aruanne viitab kahele uuringule, et toetada oma seisukohta, nagu ei mõjutaks tuuleparkidest lähtuv müra tervist (kuni see pole kuuldav).

**115.** Need uuringud on:

- a. *Maijala P, Turunen A, Kurki I, Vainio L, Pakarinen S, et al. (2020) Infrasound does not explain symptoms related to wind turbines. Publications of the Finnish Government's Analysis, Assessment and Research Activities, 2020:34. Prime Minister's Office: Helsinki.*<sup>36</sup> (viide Kobrase aruande lk 161), ja
- b. *Marshall N, Cho G, Toelle BG, Tonin R, Bartlett DJ, et al. (2023) The Health Effects of 72 Hours of Simulated Wind Turbine Infrasound: A Double-Blind Randomised*

<sup>36</sup> <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162329>

*Crossover Study in Noise-Sensitive, Health Adults. Environmental Health Perspectives, 131(3): 1-10.*<sup>37</sup> (viide Kobrase aruande lk 162)

- 116.** IARO teadlased on läbi viinud nende (ja ka paljude teiste) uuringute kriitilise analüüsi. Kahjuks on IARO teadlaste arvates neis uuringuis väga tõsised metodoloogilised vead, mis muudavad nendes raporteeritud järeldused täielikult kehtetuks.
- 117.** Lisa B sisaldab väljavõtet 2024. aasta IARO Arnicle terviseraportist, kus on esitatud nende kahe uuringu kriitiline analüüs ning kus on selgitatud ka põhjuseid, miks nende järeldused ei põhine teadusliku meetodi aluseks olevatel printsiipidel.

---

<sup>37</sup> <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36946580/>

## G. JÄRELDUSED

- 118.** IARO teadlased mõistavad hästi, et valitsusi üle maailma on teavitatud võimalikest majanduseelistest, mida tuuleelektrijaamad (WPP-d) võiksid nende riikidele tuua.
- 119.** Siin esitatud andmed näitavad aga, et eeldatavate majanduslike eelistega kaasneb tõsine kahju – inimeste ja loomade tervise oluline halvenemine tuuleparkide läheduses.
- 120.** Kobrase aruanne on esitatud kohaliku omavalitsuse ametnikele Eestis, kuna see on heas kooskõlas SEA direktiividega, kuid see kinnistab vigaseid ja vananenud meetoodikaid müramõõtmiste osas, mille ainsaks eesmärgiks on ennetada tervisekahjustusi.
- 121.** Neid vigaseid ja vananenud meetoodikaid kasutatakse selleks et õigustada järeldusi, mis on sageli otsesed teaduslikud eksiarvamused.
- 122.** See kehtib eriti tervisemõjude osas, mida tekitavad tuuleparkide akustilised mõjud.
- 123.** Kuna Kobrase aruande alajaotus 4.6 on formaalselt kooskõlas Eesti riiklike õigusaktide ja EL-i SEA direktiividega, siis jätkab see aruanne teadusliku eksiarvamuse levitamist, väites et „see mida sa ei kuule, ei saa sind kahjustada“.
- 124.** Loodame et asjaomased ametiasutused ja laiem avalikkus võtavad kaalumisele järgmised soovitused.

## H. SOOVITUSED

- 125. Kobrase aruanne märgib, et selle projekti teine etapp, mille käigus paigaldatakse mitmeid tuuleelektrijaamu (WPP) maapiirkondadesse üle Eesti, võib aset leida.
- 126. Juhuks kui projekti planeerimisfaas algatatakse, pakume järgmisi soovitusi otsustajatele, valitsusametnikele ja üldsusele (vastavalt vajadusele):

### I. Akustika

- 127. Enne tuuleparkide rajamist tuleb asukohas läbi viia baasmüra taseme salvestamised, mis peavad hõlmama ka helispektri infraheli piirkonda.
- 128. Salvestuste analüüs peab sisaldama nii madala eraldusvõimega keskmisi (väljendatuna kaalumata dB-des) kui ka kõrge eraldusvõimega näidiseid infraheli ja madalsagedusliku müraspektri ulatuses.
- 129. See tähendab, et mürasalvestuste ja mõõtmiste protokolle ei tohi dikteerida eranditult kehtivad õigusaktid, vaid et eelkõige tuleb lähtuda korrektse teadustöö headest tavadest.
- 130. Taolisi müramõõtmisi/salvestamisi ei saa asendada pelga arvuti-modelleerimise võtetega.
- 131. Pärast WPP-de paigaldamist tuleb neid müramõõtmisi ja analüüse regulaarselt läbi viia vähemalt viis aastat (eeldusel, et kõik heaks kiidetud tuuleelektrijaamad saavad järgmise viie aasta jooksul täismahus paigaldatud ja töötavaks).
- 132. Kuna WTAS-i levimine on suunasõltuv, siis peavad mõõtmised ja analüüsid katma kõiki tuulesuundasid kõigis ilmastikutingimustes ja kõigil aastaaegadel.
- 133. Need toimingud peaks läbi viima Eesti riiklik valitsusagentuur, mis vastutab rahvatervise eest. Kui see pole võimalik, siis peavad kodanikud neid tegevusi ellu viima ise, kodaniku-teaduse algatustena.

### II. Rahvatervis

- 134. Enne tuuleparkide rajamist tuleks intervjuuerida kõiki lähiümbruse elanikke (kuni 20 km raadiuses) ja kindlaks teha: a) nende varasem kokkupuude ILFN-iga, b) nende praegune kliiniline seisund, c) nende varasem haiguslugu.

- 135.** Tuuleparkide rajamise ajal ja pärast seda tuleb monitoorida elanike asjakohaseid kliinilisi ja reproduktiivseid näitajaid (mitte pelgalt subjektiivseid psühhoakustilisi parameetreid) vähemalt viie aasta jooksul.
- 136.** Need toimingud peaks läbi viima Eesti riiklik valitsusagentuur, mis vastutab rahvatervise eest. Kui see pole võimalik, peavad kodanikud neid tegevusi ellu viima ise, kodaniku-teaduse algatustena.

### **III. Kariloomade tervis**

- 137.** Enne tuuleparkide rajamist tuleb loomapidajatel koostada üksikasjalikud aruanded, mis kajastavad tavapärast suremust, sündimust ja haigestumist nende karjas.
- 138.** Nende näitude muutusi tuleb monitoorida vähemalt viie aasta jooksul pärast tuuleparkide paigaldamist.
- 139.** Need toimingud peaks läbi viima Eesti riiklik valitsusagentuur, mis vastutab loomade ja kariloomade tervise eest. Kui see pole võimalik, peavad kodanikud neid tegevusi ellu viima ise, kodaniku-teaduse algatustena.