

# **Viljandi valla tuuleenergeetika eriplaneeringu müra, varjutuse ja nähtavuse analüüs**

**Nimetus:** Viljandi valla tuuleenergeetika eriplaneeringu müra, varjutuse ja nähtavuse analüüs

**Töö tellija: Kobras OÜ**  
Reg nr 10171636  
Tartu maakond, Tartu linn, Tartu linn, Riia tn 35, 50410  
Tel +372 7300315  
E-post [kobras@kobras.ee](mailto:kobras@kobras.ee)

**Töö teostaja: LEMMA OÜ**  
Reg nr 11453673  
Harju maakond, Tallinn, Kristiine linnaosa, Värvi tn 5, 10621  
Tel +372 5059914  
E-post [info@lemma.ee](mailto:info@lemma.ee)

**Vastutav koostaja:** Piret Toonpere

**Töös osalesid:** Laura Elina Tuovinen

**Töö versioon:** 22.01.2025

## Sisukord

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Sisukord.....                                                      | 3  |
| Sissejuhatus.....                                                  | 4  |
| 1 Kavandatava tegevus.....                                         | 5  |
| 2 Müra .....                                                       | 7  |
| 2.1.1 Ehitustegevuse müra .....                                    | 7  |
| 2.1.2 Käitamisaegne müra .....                                     | 8  |
| 2.1.3 Madalsageduslik müra .....                                   | 11 |
| 2.1.4 Infraheli .....                                              | 12 |
| 2.2 Müra arvutuslikul hindamisel kasutatud metoodika.....          | 15 |
| 2.2.1 Madalsagedusliku müra ja infraheli hindamine .....           | 16 |
| 2.3 Müra hindamise tulemused.....                                  | 16 |
| 2.3.1 Müraservituudiga alternatiivne lahendus ala 11 puhul.....    | 36 |
| 2.4 Soovitused edasiseks tuulepargi kavandamiseks .....            | 37 |
| 3 Varjutus.....                                                    | 39 |
| 3.1 Varjutuse iseloom ja normtasemed.....                          | 39 |
| 3.2 Varjutuse arvutamisel kasutatud lähteandmed ja metoodika ..... | 40 |
| 3.3 Varjutuse hindamise tulemused .....                            | 41 |
| 3.3.1 Müraservituudiga alternatiivne lahendus ala 11 puhul.....    | 51 |
| 3.4 Järeldused .....                                               | 52 |
| 4 Tuulikute nähtavus .....                                         | 53 |
| 4.1 Tuulikute nähtavuse iseloom.....                               | 53 |
| 4.2 Nähtavuse arvutamisel kasutatud lähteandmed ja metoodika ..... | 53 |
| 4.3 Nähtavuse hindamise tulemused .....                            | 54 |
| Kasutatud allikad.....                                             | 59 |

## **Sissejuhatus**

Käesolev müra, varjutuse ja visuaalse nähtavuse analüüs on koostatud Viljandi valla tuuleenergeetika eriplaneeringu keskkonnamõju strateegilise hindamise (KSH) osana hindamaks kavandatavate tuuleparkide mõjusid.

Hinnangu koostasid LEMMA OÜ keskkonnakonsultandid Piret Toonpere (tekstiline osa) ja Laura Elina Tuovinen (WindPro modelleeringud). Mõlemad konsultandid on läbinud WindPro tootjapoolse tarkvarakoolituse.

Viljandi valla tuulepargi eriplaneeringu puhul on tegu planeeringu asukohavaliku etapiga. Käesolevas töös antud hinnangud on antud asukohavaliku etapi täpsusastmes, st ei määrata tuulikute täpset paiknemist. Hinnangud on seega indikatiivsed hindamaks halvimat olukorda ja seadmaks tingimusi edasiseks tuulepargi kavandamiseks. Eeskätt müra ja varjutuse puhul on vajalik anda täpsustuvad hinnangud edasisel planeerimisel ja projekteerimisel, kui määratakse tuulikute täpsed asukohad ja täpsustuvad nende parameetrid.

## 1 Kavandatava tegevus

Viljandi valla tuuleenergeetika eriplaneeringus kavandatavate tuulikute võimalikud asukohad on käesoleva töö jaoks ette antud planeeringu ja KSH konsultant Kobras OÜ poolt. Tuulikud on paigutatud võimalikele tuulepargi asukoha eelvaliku aladele.

Käesolevas töös hinnatavate tuulikute esialgsed koordinaadid on esitatud Tabel 1.

**Tabel 1. Analüüsitud tuulikute esialgsed koordinaadid.**

| Ala nr | x      | y       | Ala nr | x      | y       |
|--------|--------|---------|--------|--------|---------|
| 1      | 601680 | 6452475 | 6      | 610899 | 6470465 |
| 1      | 602660 | 6453005 | 6      | 611315 | 6470091 |
| 1      | 602268 | 6453367 | 6      | 609877 | 6471250 |
| 1      | 603493 | 6454313 | 6      | 609304 | 6471425 |
| 1      | 602155 | 6453906 | 6      | 609000 | 6471990 |
| 1      | 601329 | 6454008 | 6      | 608747 | 6471597 |
| 1      | 600242 | 6453663 | 6      | 609068 | 6470959 |
| 1      | 599479 | 6453496 | 6      | 608455 | 6470388 |
| 1      | 602041 | 6452230 | 6      | 609559 | 6470703 |
| 1      | 600416 | 6453045 | 6      | 609468 | 6470178 |
| 1      | 599938 | 6453255 | 6      | 608999 | 6470497 |
| 1      | 601435 | 6452973 | 6      | 611033 | 6470910 |
| 1      | 601986 | 6452918 | 6      | 610087 | 6470802 |
| 1      | 600783 | 6453757 | 6      | 608596 | 6470908 |
| 1      | 602686 | 6451934 | 7A     | 604213 | 6481692 |
| 1      | 601635 | 6453571 | 7A     | 606440 | 6481322 |
| 1      | 603553 | 6453874 | 7A     | 607266 | 6482056 |
| 1      | 600928 | 6453128 | 7A     | 606858 | 6483898 |
| 1      | 601199 | 6452553 | 7A     | 606658 | 6482570 |
| 10     | 604026 | 6492423 | 7A     | 607216 | 6483457 |
| 10     | 603240 | 6494497 | 7A     | 606030 | 6482042 |
| 10     | 603615 | 6493476 | 7A     | 605544 | 6482239 |
| 10     | 603817 | 6494211 | 7A     | 605072 | 6482576 |
| 10     | 604901 | 6492308 | 7A     | 606088 | 6482763 |
| 10     | 604906 | 6493020 | 7A     | 606572 | 6481914 |
| 10     | 604293 | 6493168 | 7B     | 609659 | 6485765 |
| 10     | 604043 | 6493591 | 7B     | 610212 | 6485551 |
| 11A    | 581288 | 6463185 | 7B     | 610930 | 6484816 |
| 11A    | 580255 | 6463959 | 7B     | 610471 | 6485100 |
| 11A    | 580268 | 6463409 | 7B     | 610534 | 6484202 |
| 11C    | 583841 | 6463249 | 7B     | 608860 | 6484862 |
| 11C    | 583482 | 6462720 | 7B     | 608314 | 6485745 |
| 11C    | 583115 | 6463840 | 7B     | 609345 | 6486201 |
| 11C    | 582995 | 6462395 | 7B     | 609537 | 6485083 |
| 11C    | 583012 | 6463317 | 7B     | 609775 | 6484588 |
| 11C    | 582723 | 6462787 | 7B     | 609933 | 6483780 |
| 12     | 583373 | 6466877 | 7B     | 610391 | 6483465 |
| 12     | 581615 | 6466329 | 7B     | 609794 | 6483072 |
| 12     | 582417 | 6466936 | 7B     | 609195 | 6483549 |

|     |        |         |    |        |         |
|-----|--------|---------|----|--------|---------|
| 12  | 582894 | 6467253 | 7B | 609022 | 6484230 |
| 11B | 582042 | 6463320 | 7B | 610862 | 6483287 |
| 3   | 610168 | 6447338 | 7B | 608993 | 6485594 |
| 3   | 610675 | 6447439 | 8  | 599331 | 6481779 |
| 3   | 609901 | 6447776 | 8  | 599588 | 6481336 |
| 3   | 609598 | 6448058 | 8  | 600099 | 6480039 |
| 3   | 609279 | 6448347 | 8  | 600185 | 6479576 |
| 3   | 610618 | 6448460 | 8  | 600538 | 6480627 |
| 3   | 609937 | 6448536 |    |        |         |
| 3   | 609429 | 6448988 |    |        |         |
| 3   | 609321 | 6449478 |    |        |         |
| 3   | 608943 | 6449037 |    |        |         |
| 3   | 608417 | 6448858 |    |        |         |
| 3   | 608399 | 6448350 |    |        |         |
| 3   | 608450 | 6447694 |    |        |         |
| 3   | 611243 | 6448744 |    |        |         |
| 3   | 609189 | 6447706 |    |        |         |
| 3   | 609280 | 6446799 |    |        |         |
| 3   | 610985 | 6447863 |    |        |         |
| 3   | 610344 | 6447969 |    |        |         |
| 3   | 610300 | 6449174 |    |        |         |
| 3   | 609690 | 6447228 |    |        |         |
| 3   | 608854 | 6447379 |    |        |         |
| 3   | 610712 | 6448878 |    |        |         |

Ala 11 puhul on hinnatud ka alternatiivset tuulikute paiknemis lahendust ehk nn müraservituudiga lahendus, mille korral Saare maaüksusel paiknev elamuala säilib elamualana. Lahenduse korral analüüsitud tuulikute paiknemine alal 11 on esitatud Tabel 2.

**Tabel 2. Analüüsitud tuulikute koordinaadid alal 1 müraservituudiga alternatiivi puhul.**

| Ala nr | x      | y       |
|--------|--------|---------|
| 11A    | 581320 | 6463176 |
| 11A    | 580416 | 6464002 |
| 11A    | 580186 | 6463604 |
| 11B    | 582042 | 6463320 |
| 11C    | 583841 | 6463249 |
| 11C    | 583482 | 6462720 |
| 11C    | 582995 | 6462395 |
| 11C    | 583012 | 6463317 |
| 11C    | 582723 | 6462787 |

Viljandi valla eriplaneeringu alusel kavandatavate elektrituulikute torni kõrguseks on kuni 200 m ja rootori diameetriks kuni 180 m. Modelleeringutes on tuulikuna kasutatud alusena tuulikumudelit Vestas V172-7,2MW™, mille parameetreid on vastavalt suurendatud.

## 2 Müra

Müraks võib lugeda igasugust heli, mis on soovimatu ja mõjub häirivana. Füüsilises mõttes on müra paljude erineva võnkesageduse ja intensiivsusega helide korrapärase segu. Võnkeid, mis jäävad inimese tajuvuse piiridest (20–20 000 Hz) alla- või ülespoole, nimetatakse vastavalt infra- (alla 20 Hz) ja ultraheliks. Inimese kõige tundlikum 1000–4000 Hz sagedusega helide suhtes. Madalasageduslikuks loetakse helisid sagedusvahemikus 20–200 Hz. Tuulikute poolt tekitatav müra on segu erineva sagedusega komponentidest.

Müra mõjub tervisele ja heaolule mitmel moel – võib häirida või raskendada töötamist, infovahetust ja puhkamist, kahjustada püsivalt kõrva ja põhjustada kuulmisvõime halvenemist, põhjustada stressi või erinevaid funktsionaalseid häireid. Pidevat mürataset 65 dB peetakse üldjuhul talutava müra ülempiiriks. 70 dB taustamüra raskendab kõnesid ja kõnest arusaamist. Pideva viibimise korral üle 75 dB tugevusega müratsoonis sagenevad elanike kaebused ja võimalikud tervisehäired. Tervisele otseselt kahjulikuks peetakse kestva müra tugevusega üle 85 dB. Kuulmiselundi ühekordse kahjustuse riskipiiriks peetakse 130–140 dB tugevusega müra. Mürataseme suurenemine 10 dB võrra on inimese jaoks üldjuhul tajutav mürataseme kahekordistumisena. Müratundlikkus sõltub ka konkreetse inimese kõrva reaktsioonist, näiteks vanusega müratundlikkus langeb.

Müra kandumine müratundliku objektini sõltub tuule kiirusest ja suunast, õhuniiskusest ning soojustikust stratifikatsioonist. Helilainete levik maapinnalähedases õhukihis oleneb oluliselt maastikulisest eripärast, eelkõige aluspinna iseloomust – pinnamoest, taimestikust, veekogudest ja ehitistest.

Tuulepargi puhul võib olla oluline nii ehitusaegne müra kui ka käitamisaegne müra.

### 2.1.1 Ehitustegevuse müra

Tuuleparkide ehitusega kaasneb ehitusaegne müra, mis on sarnane tavapärase ehitustegevusega kaasneva müraga. Üldehitustegevus hõlmab taimestiku raadamise, teede ehituse ning vundamentide ja turbiinide püstitamise seotud tegevusi. Need tegevused hõlmavad tõenäoliselt ekskavaatorite, betoonisegistite ja pumpade, kraanade ja veoautode kasutamist koos tabelis 1 prognoositud helitasemetega<sup>1</sup>.

**Tabel 3. Ehitustegevuse müratase**

| Müra tekitav tegevus           | Maksimaalne müratase (dB(A)) |
|--------------------------------|------------------------------|
| <b>Ekskavaator / kaevesead</b> | <b>78-81</b>                 |
| <b>Betoonisegisti</b>          | <b>79</b>                    |
| <b>Betoonipump</b>             | <b>81</b>                    |
| <b>Kraana</b>                  | <b>81</b>                    |
| <b>Kallur/ veoauto</b>         | <b>75-76</b>                 |

Keskkonda, kus tuuleparkide ehitamine potentsiaalselt toimub, peetakse akustiliselt "pehme" heli neelav pinnaks. Pehme pinnas ja topograafia hõlbustavad müra summutamist lühematel vahemaadel. Tabelis 2 on ära toodud WSDoT (2017)<sup>2</sup> juhiste järgi kindlaksmääratud müratasemed, mida eeldatavasti täheldatakse ehitusplatsist erinevatel kaugustel. Uuring

<sup>1</sup> Sound Level Impact Assessment Study (2021). Benjamins Mill Wind Project. Natural Forces Developments LP.

<sup>2</sup> Washington State Department of Transportation. (2017). Chapter 7 - Noise Impact Assessment. Retrieved from Biological Assessment Preparation for Transportation Projects

WSDoT (2017)<sup>3</sup> näitas, et 86 dB[A] on kombineeritud ehitustegevuse kõrgeim eeldatav helitase.

Üle 70 dB[A] taset võib pidada mõne inimese jaoks häirivaks. Nagu on näidatud tabelis 2, on ehitusplatsist 60 m kaugusel müratase ligikaudu 70 dB[A], mis sarnaneb kiirusega 100 km/h sõitva auto müratasemega ja täpselt võimaliku häirimise lävel.

**Tabel 4. Müratase erinevatel kaugustel müra tekkimiskohast**

| Vahekaugus meetrides | Ehitustegevuse müratase~ (dB(A)) |
|----------------------|----------------------------------|
| 15                   | 86                               |
| 30                   | 78                               |
| 60                   | 70                               |
| 120                  | 63                               |
| 244                  | 56                               |
| 489                  | 49                               |
| 975                  | 41                               |

Arvestades ehitusalade kaugust elamualadest ei ole oodata tuulepargi rajamisega kaasnevana ehitusmüra tasemetel, mis võiks põhjustada lähiala elanikele olulisi häiringuid. Samuti on näidatud tabelis 2, et ehitusplatsist lähtuv müratase ~40 dB[A] ulatub kuni 1 km kaugusele ehitusobjektist.

Ehitustegevuse käigus ei eeldata, et kõik seadmed töotaksid samal ajal. Kuigi ehitustegevuse ajal kõrgendatud müratase on vältimatu, ei ole müratasemed lähedalasuvates eluruumides eeldatavasti märkimisväärsed, kuna ehitusalad jäävad müratundlikest aladest eemale.

### 2.1.2 Käitamisaegne müra

Peamine tuulikute müra teke on seondud nende töötamisega. Tuulikute heliallikaid võib jagada kaheks:

- tuuleturbiini käigukasti, mootori jt mehhanismide tekitatud mehaaniline heli;
- rootorilabade õhust läbi liikumisel tekkiv aerodünaamiline heli.

Tuulepargi käitamisaegse müra mõju hindamisel arvestatakse nii mehaanilist kui aerodünaamilist heli.

Kaasaegsetel tuulikutel on 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 müraheide tuulikute töötamisel esineb. Tuulikute töötamisega kaasneva müra puhul on inimesele kuuldav peamiselt tuuliku labade tekitatav kesksageduslik aerodünaamiline (ning sageli ka rütmiline) heli. Teiste müraallikate osatähtsus (tuuliku mehaanilised osad jms) on väike.

Välisõhus levivat müra reguleerib atmosfääriõhu kaitse seadus ja müra normtasemeid sama seaduse § 56 lg 4 alusel kehtestatud määrus 16.12.2016 nr 71 „Välisõhus leviva müra normtasemed ja mürataseme mõõtmise, määramise ja hindamise meetodid“.

<sup>3</sup> Washington State Department of Transportation. (2017). Chapter 7 - Noise Impact Assessment. Retrieved from Biological Assessment Preparation for Transportation Projects

Müra sihtväärtus on suurim lubatud müratase uute planeeringutega aladel. Uus planeeritav ala määruse nr 71 tähenduses on väljaspool tiheasustusalala või kompaktse hoonestusega piirkonda kavandatud seni hoonestamata uus müratundlik ala.

Müra piirväärtus on suurim lubatud müratase, mille ületamine põhjustab olulist keskkonnanähtavust ja mille ületamisel tuleb rakendada müra vähendamise abinõusid. Müra siht- ja piirväärtused erinevad alade juhtfunktsioonide põhisel. Mürakategooriad määratakse vastavalt üldplaneeringu maakasutuse juhtotstarbele.

Tuulikute käitamisaegse müra hindamisel lähtuti atmosfääriõhu kaitse seadusest ja keskkonnaministri määrusest nr 71. Tuulikute müra on liigituv tööstusmüraks. Ehitusmüra piirväärtusena rakendatakse kella 21.00–7.00 asjakohase mürakategooria tööstusmüra normtasest.

Elamualade suhtes kehtib tööstusmürale piirväärtus päeval ajal 60 dB(A) ja öisel ajal 45 dB(A), sihtväärtus on päeval ajal 50 dB(A) ja öisel ajal 40 dB(A). Välisõhus leviva müra normtasemed on kehtestatud nn A-korrigeeritud tasemetena st, et müra tase dB(A) on akustiliselt kaalutud võtmaks arvesse, et inimkõrv ei ole võrdselt kõigi sageduste puhul tundlik. A-sageduskorrektsiooni rakendatakse helitasemele, et võtta arvesse inimkõrva tajutavat suhtelist helitugevust, kuna kõrv on madalate helisageduste suhtes vähem tundlik.

Keskkonnaministeerium on oma seisukohtades<sup>4</sup> andnud suunise lähtuda tuuleparkide planeeringutes piirväärtustest. Samas esineb ebaselgus piir- ja sihtväärtuse nõuete rakendamise osas<sup>5</sup>. Kuna tuulikud töötavad ööpäevaringselt ning tuulikute müra võib pidada iseloomult häirivamaks kui mõnda muud tööstusmüra liiki, siis on tugevalt soovitatav tuuleparkide planeeringutes võtta eesmärgiks öise sihtväärtuse (40 dB(A)) tagamine. Ka Riigikohus on leidnud<sup>6</sup>, et vaatamata sellele, et AÕKS § 56 lg 2 p 2 kohaselt on müra sihtväärtus suurim lubatud müratase uute üldplaneeringutega aladel, ei tähenda see, et muudel aladel oleks müra sihtväärtus kaalumisel asjakohatu. PlanS § 8 järgi tuleb planeerimismenetluses olemasolevaid keskkonnaväärtusi põhimõtteliselt säilitada. Ruumilisel planeerimisel ei tule lähtuda üksnes õigusnormidega seatud piiridest, vaid leida optimaalne tasakaal kõigi puudutatud isikute huvide vahel. Müraolukorra olulist halvendamist tuleb järelikult püüda vältida ka allpool müra piirväärtust, kui see on mõistlikult võimalik. Müra sihtväärtused on kehtestatud terviseriskide ennetamiseks.

Eestis kehtivad müra normtasemed arvestavad Maailma Terviseorganisatsiooni soovitusi. Maailma Terviseorganisatsioon soovib tuulikute puhul järgida normtasest  $L_{den} < 45$  dB<sup>7</sup>.  $L_{den}$  on keskmine helirõhutase, mis arvestab kõigi aastas esinevate päevade, öhtute ja ööde keskmist.

Arvestama peab, et müra normtasemed kehtivad päevase (kell 7–23) ja öise (kell 23–7) ajaperioodi keskmisena. Tuulikute müra arvutuslikul hindamisel eeldatakse aga konservatiivselt, et müra esineb kogu ajaperioodil ühetaoliselt maksimaalse tasemega.

<sup>4</sup> Keskkonnaministeeriumi kirja 13.09.2021 nr 7-15/21/3300-2 kohaselt: „Juhul, kui elamuala on elamualana toimiv enne 2002. aastat, siis rakenduvad sellele müra piirväärtused, kui üldplaneering on elamualale kehtiv alates 2002. aastat, rakenduvad sihtväärtused“.

<sup>5</sup> Õiguskantsleri kiri 21.04.2023 nr 7-4/230171/2302191.

<sup>6</sup> <https://www.riigikohus.ee/et/laheid?id=3-20-2273/28>

<sup>7</sup> Compendium of WHO and other UN guidance on health and environment, 2024 update: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/378095/9789240095380-eng.pdf?sequence=1>

Kui tuuliku töötamisega kaasneb tonaalne müra (ehk mingis spetsiifilises sagedusvahemikus esinev helirõhutase, mis on oluliselt suurem kui eelmises ja järgmises sagedusvahemikus esinev tase), mis on vastuvõtjale kuuldav ning selgesti eristatav, rakendatakse helirõhutasemele parandust +5 dB, kuna selgelt eristuv ning domineeriv toon võib olla häirivam kui laiaspektriline ehk erineva sagedusega toonist koosnev müra. Kaasaegsete tuulikute puhul ei ole teada, et need tekitaksid tonaalselt müra ning müra hindamisel ning normtasemetega võrdlemisel ei ole rakendatud tonaalsusest tulenevat parandust.

Tuulikute töötamisel tekkiv aerodünaamiline heli, mida inimene kuuleb, on osaliselt tsüklilise (rütmilise) iseloomuga, näiteks tuuliku labade tornist möödumise sagedusega (umbes üks kord sekundis). Selline tsükliline või rütmiline müra võib teoreetiliselt põhjustada suuremat häirimist kui sama tugevusega pidev müra. Kuid Eestis, nagu ka paljude teiste riikide praktikas, ei ole praeguseks kehtestatud rangemaid nõudeid või korrigeerivaid tegureid, mis arvestaksid müra tsüklilisust ja sellega seotud võimalikku suuremat häiringut. Seetõttu lähtutakse tuulikute puhul käesolevas töös tööstusmüra normtasemetest, mis on juba oluliselt rangemad kui liikluse müra normid.

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 töötamisaegse müra häirivuse lävendina (häiringutasemena) on erinevate uuringute analüüsi tulemusena välja pakutud 35 dB<sup>8</sup>. Aga nagu juba öeldud, siis inimeste tundlikkus tuulikute müra häirivuse osas on erinev.

Tuulikute müra puhul on leitud erinevate keskkonnamüra allikatega seotud häiringute uuringutes, et tuulikute müra tajutakse häiringuna suhteliselt madala mürataseme juures (nt vahemikus 30-40 dB). Tuulikute müra peetakse sealjuures häirivamaks kui liikluse müra<sup>9,10</sup>. Samas tervisemõjude seisukohast laiapõhjalised uuringud tuulikute müra puhul otsest seost krooniliste haigustega vms tervisemõjudega ei ole tuvastanud (eeldusel, et tuuliku müratase elamu juures vastab kehtivatele normtasemetele). Peamine mõju võib esineda häiringu näol<sup>11</sup>.

Siseruumide müra normtasemed (ekvivalentne müratase,  $L_{pA,eq,T}$ ) on kehtestatud sotsiaalministri 04.03.2002 määrusega nr 42 „Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid“, mille kohaselt eluhoonete elu- ja magamisruumides on tööstusaladelt (sh tuulepargi aladelt) lähtuva müra puhul päevasel ajal lubatud 30 dB, öisel ajal 25 dB. Antud nõue kehtib suletud akende korral siseruumis. Üldiselt kehtib põhimõte, et kui välisterritooriumil on tagatud müra normtase (eeskätt kui on tagatud sihtväärtus), siis ei ole tavapärase heliisolatsiooniga hoonete puhul

<sup>8</sup> Schmidt, J., H., Klokner, M. 2014. Health effects related to wind turbine noise exposure: a systematic review.

<sup>9</sup> Radun, J., Maula, H., Saarinen, P., Keränen, J., Alakoivu, R., Hongisto, V. 2022. Health effects of wind turbine noise and road traffic noise on people living near wind turbines. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.112040>

<sup>10</sup> Pedersen, E. 2007. Human response to wind turbine noise – perception, annoyance and moderating factors. Doctoral thesis. <https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/4431>

<sup>11</sup> van Kamp, I.; van den Berg, F. 2021. Health Effects Related to Wind Turbine Sound: An Update. Int. J. Environ. Res. Public Health 2021, 18, 9133. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179133>

oodata siseruumi müra normtasemete ületamist. Siseruumi müra normtasemete hindamine on asjakohane eeskätt juhul kui hoone välisterritooriumil on oodata kõrgeid (üle piirväärtuse) ulatuvaid müratasemeid.

### 2.1.3 Madalsageduslik müra

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.

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.

Madalsageduslikku müra on läbivalt peetud tuulikute puhul oluliseks teemaks, kuna tuulikute puhul toimub müra levik väga ulatuslikule alale. Müra levimisel, aga sumbub õhus helide normaalse ja kõrgema sagedusega osa kiiremini kui madalsageduslik osa<sup>12</sup>. Madalsageduslik müra (ja ka laiaspektrilise müra madalsageduslik komponent) levib kaugemale kui kesk- ja kõrgsageduslik müra, kuna võrreldes kesk- ja kõrgsagedusliku müraga ei sumbu see nii efektiivselt atmosfääris ja erinevates tõketes. Heli kõrgemad sagedused neelduvad (sumbuvad) efektiivsemalt erinevates ainetes (sh gaasides ehk ka õhus). Madalsageduslikku müra summutavad aga peamiselt ainult massiivsed kehad (nt paksud seinad hoonetel) ning seetõttu on avamaastikus suhteliselt suure vahemaa korral (nt 1 km või rohkem) madalsageduslik müra mõnevõrra paremini kuuldav ning eristatav kui kesk- või kõrgsageduslik müra (mis on suuremal vahemaal olulisel määral juba ümbritsevas keskkonnas sumbunud).

Müraallikatest eemaldudes võib tunda efekti, mille kohaselt ühest ja samast müraallikast lähtuva müra spekter tundub kuulaja jaoks mõnevõrra madalam (kuna kõrgsageduslik heli komponent sumbub ning hajub efektiivsemalt). Seetõttu võib ka tuulikust kaugemale liikudes tunda, et kaugemale kostub pigem madalama sagedusega müraspekter. Samas tuuliku juures ei ole madalama sagedusega helide osa domineeriv. Sama nähtus on tunnetatav ka teiste müraallikate puhul – ka nt maanteest eemaldudes tundub kaugemal valdav madalamatel sagedustel liikluse müra.

Madalsageduslikule mürale on kehtestatud normtasemed sotsiaalministri 04.03.2002 määrusega nr 42 „Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid“. Normtasemed on määratud määruse lisas - Madalsagedusliku müra hindamine. Määruse lisas on esitatud helirõhutasemed madalsagedusliku müra häirivuse hindamiseks elamute elu- ja magamisruumides (ehk ainult siseruumides) ning nendega võrdsustatud ruumides öisel ajal. Vastavalt määrusele kasutatakse madalsagedusliku müra hindamist juhul, kui müra põhjustab kodanike kaebusi (siseruumides), kuid mõõdetud müratase ei ületa siseruumide normtasemeid ( $L_{pA,eq,T}$ ) või on sellele väga lähedal. Kui mõõdetud helirõhutase mingil 1/3 oktaavriba kesksagedusel ületab toodud arvsuursi, loetakse kaebus põhjendatuks, mis annab aluse taotlema müravastaste meetmete rakendamist.

---

<sup>12</sup> Hansen, C.H., Doolan, C.J., Hansen, K., L. 2017. Wind Farm Noise: Measurement, Assessment and Control.

**Tabel 5. Madalsagedusliku heli normväärtused eluruumides.**

| 1/3<br>oktaavriba<br>kesksagedus,<br>Hz | 10 | 12.5 | 16 | 20 | 25 | 31,5 | 40 | 50 | 63   | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 |
|-----------------------------------------|----|------|----|----|----|------|----|----|------|----|-----|-----|-----|-----|
| Helirõhutase<br>Lp,eq, dB               | 95 | 87   | 79 | 71 | 63 | 55,5 | 49 | 43 | 41,5 | 40 | 38  | 36  | 34  | 32  |

#### 2.1.4 Infraheli

Tuulikute puhul tõstatub sageli teemana ka **eriti madalsagedusliku müra ehk infraheli** (heli sagedusvahemikus ca 0–20 Hz) võimaliku mõju küsimus. Infraheli puhul on asjakohane samaaegselt käsitleda kahte helisid iseloomustavat muutujat: heli sagedusspektrit (Hz) ja helirõhu tugevust (dB). Väljaspool inimese tavapärasest kuulmisläve esineva infraheli mõju inimesele sõltub eelkõige selle tugevusest (dB).

Infraheli normtasemed on kehtestatud Sotsiaalministri 06.05.2002 määrusega nr 75 „Ultra- ja infraheli helirõhutasemete piirväärtused ning ultra- ja infraheli helirõhutasemete mõõtmise“. Püsiva tasemega infraheli G-korrigeeritud helirõhutase LpG või muutuva tasemega infraheli G-korrigeeritud ekvivalentse helirõhutase LpG,eq,T piirväärtus on 85 dB. helirõhutase G-korrigeeritud väärtus on helirõhutase, mis on mõõdetud soovituslikult standardisarja EVS-EN 61672 või muude samaväärsete dokumentide nõuetele vastavate mõõtevahenditega ning sageduslikult korrigeeritud soovituslikult standardi EVS-ISO 7196 (*Acoustics – Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements*) või muu samaväärse dokumendi nõuete kohaselt.

Infraheli mõju inimese tervisele on maailmas uuritud ja on leitud, et intensiivne infraheli mõjutab inimese närvisüsteemi tuues kaasa mitmesuguseid häireid, nagu hirm, keskendumishäired, väsimus, uimasus, iiveldus, kaaluhäired/isutus, peavalu jmt. Võimalikku tuuliku töötamisest tingitud infraheli on uuritud nii mitmetes riikides, sealhulgas on teostatud hulgaliselt testmõõtmisi. Uuringute üldine järeldus on, et moodsate vastutuult seadistatud tuuleturbiinide töötamisel tekkiv infraheli on madalal tasemel, st jääb oluliselt madalamaks kui lävi, mida seostatakse tervisemõjudega<sup>13</sup>. Seega infraheli võib tekitada tervisehäireid, kuid reaalseks ohu või häiringu (taju) tekkeks peab infraheli puhul esinema äärmiselt kõrge (intensiivne) helirõhk. Sellist intensiivse helirõhu tasemega infraheli ei kaasne kaasaegsete tuuleturbiinide töötamisega.

Tuulikute infraheli puudutavaid teadusuuringuid ja kehtivaid müranorme (sh infraheli osas) on analüüsitud nt Suurbritannias 2023 aastal, mil Suurbritannia riigi tellimisel toimus väga põhjalik analüüs uuendamaks riiklikke müraalaseid juhendeid maismaa tuuleparkidele. Analüüsi käigus töötati läbi asjakohane teaduskirjandus<sup>14</sup>. Leiti, et mitmed uuringud on uurinud väidetavaid seoseid tervisele kahjulike sümptomite ja tuulikute infraheli vahel. Kuigi mõned eksperimentaalsed uuringud on seostanud infraheli signaale füsioloogiliste näitajate

<sup>13</sup> Swen., M, Stefan., H, Martin., H, Susanne., K. 2022. Can infrasound from wind turbines affect myocardial contractility? A critical review. Noise Health 2022;24:96-106. <https://www.noiseandhealth.org/text.asp?2022/24/113/96/351963>

<sup>14</sup> WSP. 2023. A REVIEW OF NOISE GUIDANCE FOR ONSHORE WIND TURBINES. Department for Business, Energy & Industrial Strategy. <https://www.wsp.com/en-gb/insights/wind-turbine-noise-report>

muutustega<sup>15, 16</sup>, on need üldiselt põhinenud infraheli signaalidel, mida ei esine tuulegeneraatorite infraheli osas. Siiani puuduvad veenvad tõendid selle kohta, et tuulegeneraatorite infraheliga kokkupuude võiks põhjustada kahjulikke tervisemõjusid heli sagedustel ja tasemetel, mida võib eeldada olevat tuuleparkide lähedal asuvates müratundlikes kohtades<sup>17</sup>.

Teadusuuringutes läbiviidud kontrollitud katsetes, milles osalesid ka osalejad, kes väitsid end olevat tundlikud tuulikute infraheli suhtes, on tõestatud, et kokkupuude infraheliga, mis vastab tuulikute poolt tekitatavale tasemele elamupiirkondades, ei ole seotud füsioloogiliste ega psühholoogiliste tervisemõjudega<sup>18,19, 20, 21</sup>. Seevastu kokkupuute ootused tuulegeneraatorite infraheli suhtes ning positiivsed või negatiivsed sõnumid, mis neid ootusi mõjutavad, võivad avaldada mõju tervise sümptomite raporteerimisele<sup>22</sup>.

Üks värskemaid ja teadaolevalt seni kõige põhjalikum madalsagedusliku heli, sh infraheli, uuring tuulikute seondult viidi läbi Soomes ja see avaldati inglise keeles 2020 aastal<sup>23</sup>. Uuring oli tellitud Soome riigi poolt ning selle viis läbi Soome Tehniliste Uuringute Keskus<sup>24</sup>. Uuring kombineeris pikaajalisi (308 päeva) heli mõõtmisi tuuleparkides, samuti kuulmisteste ja küsimustikke tuuleparkide lähialadel elanike hulgas. Eesmärgiks oli selgitada tuulikute

---

<sup>15</sup> Salt, AN & Hullar, TE, 2010. Responses of the ear to low frequency sounds, infrasound and wind turbines. *Hearing Research*, 268 (1-2), 12-21. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378595510003126>

<sup>16</sup> Weichenberger, M, Bauer, M, Kühler, R, Hensel, J, Forlim, CG, Ihlenfeld, A, Ittermann, B, Gallinat, J, Koch, C & Kühn, S, 2017. Altered cortical and subcortical connectivity due to infrasound administered near the hearing threshold - Evidence from fMRI. *PLoS ONE*, 12, e0174420. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0174420>

<sup>17</sup> van Kamp, I & van den Berg, F, 2021. Health effects related to wind turbine sound: An update. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18 (17), 9133. <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/17/9133>

<sup>18</sup> Tonin, R, Brett, J & Colagiuri, B, 2016. The effect of infrasound and negative expectations to adverse pathological symptoms from wind farms. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*, 35 (1), 77-90. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0263092316628257>

<sup>19</sup> Nelson, P, Bryne, A, Waggenspack, M, Lueker, M, Feist, C, Herb, B & Marr, J, 2019. Testing the human response to wind turbine emissions. *Wind Turbine Noise 2019*, 12-14 June, Lisbon. INCE-Europe.

<sup>20</sup> Majjala, PP, Kurki, I, Vainio, L, Pakarinen, S, Kuuramo, C, Lukander, K, Virkkala, J, Tiippana, K, Stickler, EA & Sainio, M, 2021. Annoyance, perception, and physiological effects of wind turbine infrasound. *Journal of the Acoustical Society of America*, 149 (4), 2238- 2248. <https://doi.org/10.1121/10.0003509>

<sup>21</sup> Krahé, D, Alaimo Di Loro, A, Müller, U, Elmenhorst, E, De Gioannis, R, Schmitt, S, Belke, C, Benz, S, Großarth, S, Schreckenberger, D, Eulitz, C, Wiercinski, B & Möhler, U 2020. Lärmwirkungen von Infraschallimmissionen <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/laermwirkungen-von-infraschallimmissionen>

<sup>22</sup> Crichton, F, Dodd, G, Schmid, G, Gamble, G & Petrie, KJ, 2014. Can expectations produce symptoms from infrasound associated with wind turbines? *Health Psychology*, 33 (4), 360-364. <https://doi.org/10.1037/a0031760>

<sup>23</sup> Majjala, P., Turunen, A., Kurki, I., Vainio, L., Pakarinen, S., Kaukinen, C., Lukander, K., Tiittanen, P., Yli-Tuomi, T., Taimisto, P., Lanki, T., Tiippana, K., Virkkala, J., Stickler, E., Sainio, M. 2020. Infrasound Does Not Explain Symptoms Related to Wind Turbines. Publications of the Government's analysis, assessment and research activities 2020:34.

<sup>24</sup> Majjala, P. 2020. VTT studied the health effects of infrasound in wind turbine noise in a multidisciplinary cooperation study. VTT Technical Research Centre of Finland.

tekitatavate madalsagedusliku müra omadused ja sellega kaasnevad mõjud inimesele. Uuring oli ajendatud probleemist, et osad tuulikuparkide lähiala elanikud seostavad tuulikute olemasolu endal esinevate terviseprobleemidega, eeskätt unehäiretega.

Uuringu kohaselt seostas 5% uuringusse hõlmatud tuuleparkide lähiala elanikke endal esinevate terviseprobleemide esinemist (nn sümptomitega vastajad) tuulikute madalsagedusliku heliga. Enim sümptomitega vastajaid jäi tuulikuparkide lähialale, mis uuringus oli määratud 2,5 km raadiuse alana. Lähiala elanikest esines nn sümptomitega vastajaid 15%.

Uuringu kohaselt jäid valdavalt tuulepargi lähialadel mõõdetud eriti madalsagedusliku heli sagedused vahemikku 0,1–1 Hz, mis jääb allapoole inimkõrva kuuldeläve (16–20 Hz). Mida madalam on heli sagedus seda suurem peab olema helirõhk, et heli oleks tajutav. Uuring tuvastas uue aspektina, et tuulikud võivad põhjustada üksikuid madalsagedusliku heli piike (lühiajaline madalsagedusliku helirõhk kuni 102 dB). Teoreetiliselt võivad sellised piigid osade inimeste jaoks olla tajutavad. Samas ei suudetud tuvastada, et isikud, kes arvasid endal olevat tuulikute põhjustatud tervisemõjusid oleksid võimelised madalsageduslikke helisid paremini kuulma/tajuma. Kuulmistestidega püüti tuvastada terviseprobleeme kurtvate inimeste närvisüsteemi reageeringut madalsageduslikele helidele, kuid sellist seost ei leitud. Antud inimeste närvisüsteemis ja erinevates füsioloogilistes näitajates, ei tuvastatud mingit reageeringut kui neile lasti tuulikute madalsageduslikku heli.

Samuti tuvastas uuring, et u 1,5 km raadiuses tuulepargist on võimalik täheldada helispektri muutust nõ linnalikuks st suureneb madalsagedusliku heli, sh infraheli, osatähtsus sagedusjaotuses. Esinev helispekter muutub väga sarnaseks linnatingimustes esinevaga.

Uuring järeldas, et tuulikute madalsageduslikku müra, sh infraheli, ei saa seostada inimeste poolt kurdetavate tervisemõjudega. Samas püstitati hüpotees, et madalsageduslikust müra olulisem võib potentsiaalselt olla tuulikute heli amplituudi kõikumine.

Teine antud teemat käsitlev värske ja esinduslik tervisemõju uuring viidi läbi Austraalias. Uuringu eesmärk oli tuvastada tuuleturbiini sündroomi võimalik esinemine. Uuringu käigus testiti 72 tunni jooksul 10 päevaste vahedega kolme erinevat müra kokkupuudet unelaboris. Uuringusse olid hõlmatud 37 tervet, kuid müratundlikku täiskasvanut. Neile lasti infraheli (1,6-20 Hz ~90 dB, simuleeriti tuulikute infraheli signatuuri), näilist infraheli (samad kõlarid, mis ei genereerinud infraheli) ja liikluse müra. Uuriti inimeste erinevate füsioloogiliste ja psühholoogiliste näitajate muutust. Uuringu tulemused ei toetanud ideed, et infraheli põhjustab tuulegeneraatori sündroomi. Kõrge tasemega, kuid kuulmatu infraheli ei näidanud mõju ühelegi füsioloogilisele ega psühholoogilisele näitajale, mida uuringus osalenute seas testiti<sup>25</sup>.

Eelneva alusel võib järeldada, et olukorras, kus välisõhu müra normtasemed on tagatud ei ole oodata ka infraheli normtasemete ületamist müratundlikel aladel.

---

<sup>25</sup> Marshall, N. S., Cho, G., Toelle, B. G., Tonin, R., Bartlett, D. J., D'Rozario, A. L., Evans, C. A., Cowie, C. T., Janev, O., Whitfeld, C. R., Glozier, N., Walker, B. E., Killick, R., Welgampola, M. S., Phillips, C. L., Marks, G. B., & Grunstein, R. R. 2023. The health effects of 72 hours of simulated wind turbine infrasound: a double-blind randomized crossover study in noise-sensitive, healthy adults. *Environmental Health Perspectives*, 131(3), 037012-1-037012-12. Article 037012. <https://doi.org/10.1289/EHP10757>

## 2.2 Müra arvutuslikul hindamisel kasutatud meetodika

Tuulikute müra hinnatakse nende kavandamisel arvutuslikult. Antud juhul kasutati selleks spetsiaaltarkvara WindPRO 4.0. Arvutamisel kasutati rahvusvahelist standardit EVS-ISO 9613 : "Acoustics – Abatement of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation" mis on Euroopa Liidu soovituslik tööstusmüra arvutusmeetod liikmesriikidele, kellel ei eksisteeri siseriiklike arvutusmeetodeid (Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2002/49/EÜ, 25. juuni 2002, mis on seotud keskkonnamüra hindamise ja kontrollimisega). Nimetatud standard on tuulikuparkide müra leviku hindamisel laialt kasutatav ka muu maailma praktikas.

Müra levikut hinnati ebasoodsates tingimustes - müralevi maksimaalselt soodustav pärituul igas suunas. Tuuliku tootjate tehniliste andmete alusel suureneb tuuliku müraemissioon tavaliselt kuni tuulekiiruseni 7–8 m/s . Lisaks üle 8 m/s tuule korral hakkab looduslik tuulemüha varjestama tuulikute müra. WindPRO arvutusprogramm võimaldab müra levikut hinnata erinevatel tuulekiirustel, antud töös kasutati nõ kõige halvimat tuulekiirust ehk mürakaardid esitati olukorrale, mille korral müratasemed olid suurimad (programmis kasutati selleks automaatset seadistust „Highest noise value“).

Müra modelleerimine teostati 4 m kõrgusele maapinnast (tavapärane retseptori kõrgus, mida Eesti praktikas kasutatakse siseriiklike mürakaartide koostamisel on 2 m, kuid tuulikute puhul soovitab Kliimaministeerium rakendada konservatiivsemat kõrgust 4 m<sup>26</sup>). Arvutusvõrgu täpsuseks määrati 25 m. Meteoroloogilise koefitsiendi väärtuseks määrati 1.

Müralevi modelleerimisel arvestatakse heli neelduvust või peegelduvust maapinnal. Maapinna heli neelavuse omadused on määratud skaalal 0 (akustiliselt "köva" heli peegeldav pinnas: maantee, veekogud, betoon) kuni 1 (akustiliselt "pehme" heli neelav pinnas: põllud, põõsad, heinamaa, lumine pind). Antud juhul kasutati müra modelleerimisele heli neelavustegurit 0,4 vastavalt Kliimaministeeriumi poolt esitatud 2024 suvel esitatud soovitudele<sup>27</sup>.

Maapinna reljeef kanti mudelisse Maa-ameti kõrgusandmete alusel (25 m võrguga) tingimustena kasutati WindPRO standardseadistust (temperatuur 10 °C ja 70% õhuniiskus).

Modelleerimisel ei ole arvestatud otseselt müra levikut takistavate objektidega nagu hooned ja metsaalad. Juhul, kui tuulikute ja vaatleja vahele jäävad metsatukad või kõrvalhooned, on tegelikkuses avalduvad müratasemed madalamad kui arvutustes näidatud. Arvestades aga teadusuuringutest tulenevaid järeldusi, et tuulikute müra on oma iseloomult häirivam kui nt liikluse müra, siis on õigustatud tuuleparkide mürahinnangutes konservatiivse lähenemise kasutamine.

Müra leviku kohta vormistati mürakaardid, kus esitati A-korrigeeritud ekvivalentse helirõhutaseme  $L_{pA,eq}$  arvused detsibellides 5 dB müravahemikes. Lisaks müra leviku kaartidele arvutati välja müratase müratundlikel aladel, milleks määrati võimalikud

---

<sup>26</sup> Mürakaardi arvutuskõrgus 4 m tuleneb Kliimaministeeriumi juhendist „Müraga arvestamine tuuliku planeerimisel. Juhendit on täiendatud kevad-suvel 2024. Kättesaadav: <https://kliimaministeerium.ee/energeetika-maavarad/valisohk/mura>

<sup>27</sup> Müraga arvestamine tuuliku planeerimisel. Kättesaadav: <https://kliimaministeerium.ee/energeetika-maavarad/valisohk/mura>

mõjualasse jäävad elu- või ühiskondlikud hooned. Müratundlikuks objektiks määrati ETAK andmete alusel paiknevad eluhoonete keskpunktid.

Käesolevas töö puhul on tegu planeeringu faasis tehtava müra hinnanguga, seega pole teada täpne tuulikute mudel. Tänapäeval tootmises olevate tuulikute tootja poolt esitatav müraemissioon on erinev jäädes enamasti vahemikku 105-108 dB(A). Kuna eriplaneering koostatakse tulevikku vaatavana ja lubatud on olemasolevatest suuremate parameetritega tuulikud, siis on müra modelleeringutes kasutatud kõrgemat 108 dB(A) mürataset hindamaks maksimaalselt halba olukorda.

Teoreetilise suure müraemissiooniga ( $L_{wA}=108$  dB) tuuliku puhul on lähtuti järgnevatest WindPro poolt automaatselt genereeritud andmetest müra sagedusjaotuse osas:

|         |            | Octave data  |      |      |       |       |       |      |      |      |
|---------|------------|--------------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|
| LwA,ref | Pure tones |              | 63   | 125  | 250   | 500   | 1000  | 2000 | 4000 | 8000 |
| [dB(A)] |            |              | [dB] | [dB] | [dB]  | [dB]  | [dB]  | [dB] | [dB] | [dB] |
| 108,0   | No         | Generic data | 89,6 | 96,6 | 100,0 | 102,6 | 102,4 | 99,5 | 94,7 | 85,2 |

Kaasaegsete tuulikute puhul jääb müratase (ehk helirõhutase  $L_p$  teatud kaugusel müraallikast, näiteks vahetult tuuliku all maapinnal) tavaliselt vahemikku 50–60 dB. Tuulikutootjad esitavad konkreetsete mudelite kohta aga helivõimsustaseme ( $L_{wA}$ ) väärtuse, mis iseloomustab tuuliku poolt kiiratava akustilise energia koguhulka ehk müraemissiooni. Tuulikute helivõimsustase on üldiselt suurusjärgus 105–107 dB.

Oluline on mõista, et müratase konkreetsetes punktis (helirõhutase  $L_p$ ) ja helivõimsustase ( $L_{wA}$ ) on erinevad mõisted. Helivõimsustase on teoreetiline suurus, mida kasutatakse müra leviku arvutustes ja müraallikate võrdlemiseks. See ei tähenda, et tuuliku ümbruses või isegi otse tuuliku all viibides oleks kogetav müratase samaväärne (st 100 dB lähedane).

### 2.2.1 Madalsagedusliku müra ja infraheli hindamine

Madalsagedusliku müra arvutuslik hindamine nõuab üldjuhul suuremat täpsusastet, kui välisõhus leviva müra hindamine. Seega on madalsagedusliku müra hindamine asjakohane viia läbi olukorras, kus on teada tuulikute täpne paiknemine elamualade suhtes ja tuulikute täpsemad andmed. Senised madalsagedusliku müra modelleeringud on näidanud, et välisõhus leviva müra sihtväärtuse täitmisel ei ole üldjuhul probleeme ka siseruumide madalsagedusliku müra normtasemete tagamisega<sup>28</sup>. Sellest lähtuvalt on asjakohane madalsagedusliku müra arvutuslik hindamine läbi viia tuuleparkide edasisel detailsemal kavandamisel.

## 2.3 Müra hindamise tulemused

Müra esialgsest hinnangust ilmnes, et lähimad müratundlikud alad paiknevad u 1 km kaugusel kavandatavatest tuulikutest (va üksikud erandid, mille korral eluhoone jääb tuulepargi alale lähemale kui 1 km nt ala 6 puhul). Tööstusmüra piirväärtust 108 dB(A) müratasemega tuulikute kasutamisel üldiselt elamute juures ei ületata. Müra sihtväärtuse ületamise võimalus tekib aga kokku 43 elamualal. Tekkivad müratasemed elamualadel on esitatud Tabel 6 ja **Tõrge! Ei leia viiteallikat.** kuni Joonis 5.

<sup>28</sup> Hinnangu koostanud eksperdi kogemusele tuginedes eriplaneeringute detailsete lahenduste ja detailplaneeringute müra hinnangute baasil.

Tisleri (kü 89801:001:0130) katastriüksustel on omaniku kirjalikul nõusolekul eluhoonete 1 km puhvrit vähendatud. Saarde (kü 62903:002:0840) puhul kavandatakse eluhoone hinnatava alternatiiv I korral likvideerida ja seega seda retseptorina ei käsitletud.

Üldjuhul on tugevalt soovitatav tagada, et tuuleparkide koosmõjus ei ületatakse müratundlikeil aladel müra öist sihtväärtust. Tööstusmüra öise piirväärtuse ületamine elamualadel ka omaniku nõusolekul lubatav ei ole, sest välistada ei saaks olulist ebasoodsat tervisemõju.

**Tabel 6. Müratase Viljandi valla tuulepargi ümbruskonnas (eluhoonete keskpunktid) (108 dB tuulikute korral)**

| Müratundliku ala nimetus | Y       | X         | Müra öine sihtväärtus | Müra öine piirväärtus | Modelleeritud müratase 108 dB tuulikute korral |
|--------------------------|---------|-----------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------------------|
|                          | [m]     | [m]       | [dB(A)]               | [dB(A)]               | [dB(A)]                                        |
| Kauri                    | 608 108 | 6 487 475 | 40                    | 45                    | 36,7                                           |
| Loisu                    | 610 903 | 6 445 627 | 40                    | 45                    | 37,9                                           |
| Musta                    | 607 322 | 6 472 816 | 40                    | 45                    | 35,9                                           |
| Nõgla                    | 612 455 | 6 448 207 | 40                    | 45                    | 39,3                                           |
| Tõnissaare tee 8         | 601 370 | 6 482 086 | 40                    | 45                    | 35,5                                           |
| Kungla-Metsa             | 601 235 | 6 482 466 | 40                    | 45                    | 34,7                                           |
| Hendriku                 | 602 729 | 6 492 343 | 40                    | 45                    | 38,3                                           |
| Aaviku                   | 599 805 | 6 483 230 | 40                    | 45                    | 34,4                                           |
| Jaanipõllu               | 601 576 | 6 480 018 | 40                    | 45                    | 37,9                                           |
| Pingu                    | 600 631 | 6 481 725 | 40                    | 45                    | 39,6                                           |
| Oina                     | 605 483 | 6 454 578 | 40                    | 45                    | 34                                             |
| Pilli                    | 605 351 | 6 454 733 | 40                    | 45                    | 34,3                                           |
| Ojavälja                 | 600 360 | 6 454 759 | 40                    | 45                    | 42,1                                           |
| Uue-Mõru                 | 609 024 | 6 451 446 | 40                    | 45                    | 35,8                                           |
| Vaino                    | 601 937 | 6 451 141 | 40                    | 45                    | 41,4                                           |
| Toltsi                   | 609 610 | 6 451 011 | 40                    | 45                    | 38                                             |
| Mukteni                  | 610 003 | 6 451 433 | 40                    | 45                    | 35,9                                           |
| Taga-Mõru                | 609 224 | 6 451 190 | 40                    | 45                    | 37                                             |
| Uue-Soosaare             | 601 326 | 6 450 943 | 40                    | 45                    | 39,4                                           |
| Laansoo                  | 601 894 | 6 450 815 | 40                    | 45                    | 39,3                                           |
| Mustlase                 | 608 218 | 6 451 200 | 40                    | 45                    | 35,9                                           |
| Lepalaane                | 600 178 | 6 451 648 | 40                    | 45                    | 40,5                                           |
| Lepiku                   | 606 420 | 6 448 048 | 40                    | 45                    | 36,4                                           |
| Roo                      | 607 351 | 6 472 922 | 40                    | 45                    | 35,6                                           |
| Nurme                    | 607 083 | 6 447 437 | 40                    | 45                    | 39,1                                           |
| Väike-Kiisa              | 610 081 | 6 468 554 | 40                    | 45                    | 37,2                                           |
| Aabrami                  | 609 279 | 6 451 220 | 40                    | 45                    | 36,9                                           |
| Tiritamme                | 602 177 | 6 479 924 | 40                    | 45                    | 34,9                                           |
| Kutsari                  | 604 730 | 6 494 809 | 40                    | 45                    | 39,5                                           |
| Saariku                  | 601 325 | 6 479 010 | 40                    | 45                    | 36,6                                           |
| Rehe                     | 601 493 | 6 478 271 | 40                    | 45                    | 33                                             |

|                                       |         |           |    |    |      |
|---------------------------------------|---------|-----------|----|----|------|
| <b>Kingu</b>                          | 609 765 | 6 473 533 | 40 | 45 | 36,2 |
| <b>Villemuse</b>                      | 611 353 | 6 468 284 | 40 | 45 | 34,8 |
| <b>Riumasoo</b>                       | 608 584 | 6 473 793 | 40 | 45 | 35   |
| <b>Peebu</b>                          | 604 520 | 6 455 998 | 40 | 45 | 33,6 |
| <b>Väike-Panni</b>                    | 599 897 | 6 455 044 | 40 | 45 | 39,4 |
| <b>Aaviku</b>                         | 599 986 | 6 455 433 | 40 | 45 | 37,6 |
| <b>Kungla</b>                         | 607 582 | 6 473 288 | 40 | 45 | 35,1 |
| <b>Tisleri (omaniku<br/>nõusolek)</b> | 610 870 | 6 471 484 | 40 | 45 | 44,6 |
| <b>Väike-Kuusiku</b>                  | 607 664 | 6 472 764 | 40 | 45 | 37,4 |
| <b>Laanemetsa</b>                     | 610 280 | 6 472 409 | 40 | 45 | 40,8 |
| <b>Uudse</b>                          | 607 856 | 6 472 361 | 40 | 45 | 40   |
| <b>Ilusmetsa</b>                      | 607 285 | 6 472 424 | 40 | 45 | 36,9 |
| <b>Kütiaseme</b>                      | 612 347 | 6 448 656 | 40 | 45 | 39,9 |
| <b>Tedrearu</b>                       | 600 466 | 6 455 652 | 40 | 45 | 37,3 |
| <b>Ruuduaru</b>                       | 607 518 | 6 470 770 | 40 | 45 | 41,3 |
| <b>Paisjärve</b>                      | 607 335 | 6 446 037 | 40 | 45 | 36,5 |
| <b>Veske</b>                          | 606 903 | 6 447 131 | 40 | 45 | 37,6 |
| <b>Iirise</b>                         | 600 765 | 6 478 609 | 40 | 45 | 36,9 |
| <b>Miku</b>                           | 603 597 | 6 455 402 | 40 | 45 | 38,6 |
| <b>Vanausse/1</b>                     | 584 899 | 6 463 619 | 40 | 45 | 38,2 |
| <b>Siimu</b>                          | 612 061 | 6 447 912 | 40 | 45 | 41,5 |
| <b>Lohu</b>                           | 612 353 | 6 447 392 | 40 | 45 | 38,8 |
| <b>Kuusiku</b>                        | 612 600 | 6 446 724 | 40 | 45 | 36,3 |
| <b>Uue-Ööpalu</b>                     | 610 196 | 6 451 072 | 40 | 45 | 37,4 |
| <b>Kukese</b>                         | 599 102 | 6 452 029 | 40 | 45 | 38,7 |
| <b>Mäeveski</b>                       | 606 706 | 6 447 131 | 40 | 45 | 36,8 |
| <b>Kuusiku</b>                        | 606 530 | 6 492 402 | 40 | 45 | 35,3 |
| <b>Reinu</b>                          | 601 744 | 6 479 866 | 40 | 45 | 36,7 |
| <b>Kokamäe/1</b>                      | 611 675 | 6 446 764 | 40 | 45 | 40,5 |
| <b>Vaheveski</b>                      | 606 749 | 6 447 263 | 40 | 45 | 37,1 |
| <b>Koguli</b>                         | 612 196 | 6 448 064 | 40 | 45 | 40,8 |
| <b>Vindi</b>                          | 611 511 | 6 446 260 | 40 | 45 | 39   |
| <b>Lageda</b>                         | 603 079 | 6 496 042 | 40 | 45 | 34,5 |
| <b>Napi</b>                           | 584 769 | 6 462 664 | 40 | 45 | 39   |
| <b>Välbi</b>                          | 585 717 | 6 463 414 | 40 | 45 | 33,8 |
| <b>Pulli-Peetri</b>                   | 584 012 | 6 464 555 | 40 | 45 | 39,3 |
| <b>Univere</b>                        | 582 742 | 6 460 792 | 40 | 45 | 35,6 |
| <b>Metsniku</b>                       | 585 327 | 6 462 189 | 40 | 45 | 34,7 |
| <b>Suurematsi</b>                     | 584 226 | 6 461 905 | 40 | 45 | 39,4 |
| <b>Lannu</b>                          | 584 916 | 6 462 534 | 40 | 45 | 37,7 |
| <b>Jõõgre</b>                         | 583 597 | 6 461 058 | 40 | 45 | 36,7 |
| <b>Tammiste</b>                       | 584 496 | 6 461 597 | 40 | 45 | 36,7 |
| <b>Parastma</b>                       | 584 082 | 6 464 797 | 40 | 45 | 38,1 |

|                  |         |           |    |    |      |
|------------------|---------|-----------|----|----|------|
| Kopli            | 584 954 | 6 462 061 | 40 | 45 | 36,2 |
| Singisoo         | 585 442 | 6 462 785 | 40 | 45 | 35   |
| Väljaotsa        | 584 427 | 6 462 160 | 40 | 45 | 39,5 |
| Kalu             | 608 303 | 6 473 030 | 40 | 45 | 38,4 |
| Univere-Männiku  | 581 370 | 6 461 667 | 40 | 45 | 37,7 |
| Männiku          | 600 341 | 6 450 249 | 40 | 45 | 34,9 |
| Satre            | 579 892 | 6 466 632 | 40 | 45 | 33,6 |
| Jaagu            | 606 140 | 6 492 287 | 40 | 45 | 37,5 |
| Tulba            | 608 056 | 6 446 527 | 40 | 45 | 41,2 |
| Leinpõllu        | 583 536 | 6 464 947 | 40 | 45 | 39   |
| Karusaadu        | 611 199 | 6 450 207 | 40 | 45 | 39,9 |
| Tisleri          | 610 124 | 6 450 217 | 40 | 45 | 42,2 |
| Karukäpa         | 607 363 | 6 449 537 | 40 | 45 | 39,5 |
| Rehila           | 585 275 | 6 466 775 | 40 | 45 | 32,7 |
| Karu             | 607 279 | 6 449 765 | 40 | 45 | 38,4 |
| Kallaku          | 608 282 | 6 473 492 | 40 | 45 | 35,9 |
| Männiku          | 606 776 | 6 493 581 | 40 | 45 | 33,8 |
| Ristivälja       | 606 972 | 6 485 930 | 40 | 45 | 38,2 |
| Pasuna           | 607 815 | 6 450 090 | 40 | 45 | 39,4 |
| Elbi-Kaljula     | 610 495 | 6 487 013 | 40 | 45 | 39,2 |
| Kõrtsi           | 607 025 | 6 485 406 | 40 | 45 | 39,4 |
| Uue-Peebu        | 584 697 | 6 466 754 | 40 | 45 | 35,7 |
| Torimo-Ritsu     | 585 076 | 6 467 402 | 40 | 45 | 33,1 |
| Jaanisalu        | 580 505 | 6 465 512 | 40 | 45 | 37,1 |
| Simuski          | 598 420 | 6 453 207 | 40 | 45 | 38,7 |
| Marna            | 585 228 | 6 466 588 | 40 | 45 | 33   |
| Tuudevere kordon | 599 237 | 6 482 959 | 40 | 45 | 36,2 |
| Marimetsa        | 601 831 | 6 493 006 | 40 | 45 | 35,1 |
| Kivilöövi        | 606 131 | 6 492 318 | 40 | 45 | 37,6 |
| Orjatu           | 599 386 | 6 451 975 | 40 | 45 | 39,5 |
| Tõnissaare tee 7 | 601 313 | 6 482 067 | 40 | 45 | 35,7 |
| Liiva            | 609 728 | 6 451 398 | 40 | 45 | 36,2 |
| Niidu            | 581 977 | 6 469 070 | 40 | 45 | 32,5 |
| Saare            | 601 546 | 6 494 445 | 40 | 45 | 34,1 |
| Metsakassi       | 610 446 | 6 446 292 | 40 | 45 | 42,5 |
| Memme            | 584 522 | 6 461 108 | 40 | 45 | 34,5 |
| Võidumaa         | 601 366 | 6 479 442 | 40 | 45 | 37,9 |
| Lepalohu         | 585 086 | 6 465 931 | 40 | 45 | 33,5 |
| Änilase          | 602 412 | 6 455 005 | 40 | 45 | 41,2 |
| Kivimurru        | 602 133 | 6 481 138 | 40 | 45 | 35,4 |
| Raia             | 598 925 | 6 480 457 | 40 | 45 | 39,5 |
| Paisuoja         | 580 108 | 6 465 955 | 40 | 45 | 35,3 |
| Venessilla       | 597 971 | 6 481 861 | 40 | 45 | 35,2 |

|                  |         |           |    |    |      |
|------------------|---------|-----------|----|----|------|
| Univere-Saare    | 581 336 | 6 461 572 | 40 | 45 | 37,1 |
| Kurika-Tõnise    | 599 292 | 6 478 185 | 40 | 45 | 33,5 |
| Pihlaka          | 602 473 | 6 455 447 | 40 | 45 | 38,8 |
| Tõnissaare tee 6 | 601 395 | 6 482 058 | 40 | 45 | 35,5 |
| Piiraja          | 581 133 | 6 465 012 | 40 | 45 | 38,7 |
| Songa            | 579 905 | 6 465 404 | 40 | 45 | 35,8 |
| Mulgi            | 607 051 | 6 447 460 | 40 | 45 | 38,9 |
| Villike          | 602 612 | 6 455 046 | 40 | 45 | 40,9 |
| Mängu            | 607 851 | 6 486 840 | 40 | 45 | 38,9 |
| Toominga         | 601 265 | 6 479 662 | 40 | 45 | 39,2 |
| Saare            | 583 119 | 6 463 827 | 40 | 45 | 52,8 |
| Sirtsu           | 585 026 | 6 467 404 | 40 | 45 | 33,3 |
| Saare            | 599 377 | 6 478 141 | 40 | 45 | 33,5 |
| Kantsiku         | 584 259 | 6 461 064 | 40 | 45 | 35,1 |
| Reinu            | 608 484 | 6 482 567 | 40 | 45 | 41,6 |
| Vana-Rulli       | 583 946 | 6 464 787 | 40 | 45 | 38,5 |
| Kopa             | 607 463 | 6 473 256 | 40 | 45 | 34,9 |
| Vaga             | 603 963 | 6 451 809 | 40 | 45 | 38,6 |
| Ibise            | 603 839 | 6 452 071 | 40 | 45 | 39,7 |
| Oina             | 612 113 | 6 447 675 | 40 | 45 | 40,7 |
| Mäearu           | 603 717 | 6 452 675 | 40 | 45 | 41,5 |
| Luhasadu         | 583 171 | 6 461 307 | 40 | 45 | 38,9 |
| Vana-Kuninga     | 580 491 | 6 462 326 | 40 | 45 | 39,3 |
| Kadastiku        | 583 984 | 6 467 790 | 40 | 45 | 38,1 |
| Tõnissaare tee 5 | 601 377 | 6 482 021 | 40 | 45 | 35,6 |
| Pihlaka          | 607 184 | 6 472 640 | 40 | 45 | 35,9 |
| Tammerinna       | 603 631 | 6 496 141 | 40 | 45 | 34,2 |
| Moori karjamõis  | 601 395 | 6 478 308 | 40 | 45 | 33,4 |
| Nõlvi            | 602 923 | 6 495 859 | 40 | 45 | 35,3 |
| Nurme            | 603 101 | 6 496 002 | 40 | 45 | 34,8 |
| Otsa             | 607 763 | 6 472 779 | 40 | 45 | 37,7 |
| Kändla           | 603 815 | 6 495 679 | 40 | 45 | 36,9 |
| Juuriku          | 581 518 | 6 464 444 | 40 | 45 | 40,4 |
| Soopõllu         | 604 361 | 6 495 444 | 40 | 45 | 37,3 |
| Roodeviku        | 598 074 | 6 454 213 | 40 | 45 | 35,8 |
| Loo              | 608 516 | 6 473 208 | 40 | 45 | 37,9 |
| Tuule            | 584 459 | 6 464 894 | 40 | 45 | 36,5 |
| Palu             | 607 169 | 6 446 412 | 40 | 45 | 37   |
| Johanalle        | 607 915 | 6 484 297 | 40 | 45 | 43,3 |
| Rabi-Markuse     | 601 677 | 6 450 795 | 40 | 45 | 39   |
| Metsa            | 581 478 | 6 467 673 | 40 | 45 | 38   |
| Kassi            | 610 662 | 6 445 910 | 40 | 45 | 39,8 |
| Murikatsi        | 607 520 | 6 445 949 | 40 | 45 | 36,8 |
| Kütimäe          | 600 068 | 6 451 950 | 40 | 45 | 41,8 |

|                |         |           |    |    |      |
|----------------|---------|-----------|----|----|------|
| Muldmäe        | 607 957 | 6 473 648 | 40 | 45 | 34,6 |
| Lohu           | 608 045 | 6 472 367 | 40 | 45 | 41   |
| Alliku         | 608 371 | 6 472 906 | 40 | 45 | 39,3 |
| Koigo          | 599 661 | 6 451 918 | 40 | 45 | 40,2 |
| Anne           | 602 407 | 6 496 016 | 40 | 45 | 33,2 |
| Kaasiku        | 603 305 | 6 495 599 | 40 | 45 | 37,6 |
| Jaagusaare     | 603 615 | 6 495 872 | 40 | 45 | 35,8 |
| Kõre           | 601 630 | 6 480 784 | 40 | 45 | 37,8 |
| Siimuri        | 604 885 | 6 494 463 | 40 | 45 | 40,4 |
| Poka           | 602 865 | 6 492 378 | 40 | 45 | 39,2 |
| Suurekivi      | 606 457 | 6 492 447 | 40 | 45 | 35,8 |
| Turbakeskuse/1 | 606 447 | 6 484 956 | 40 | 45 | 39,3 |
| Vadi           | 608 624 | 6 487 027 | 40 | 45 | 40,1 |
| Tõnni          | 609 509 | 6 487 847 | 40 | 45 | 36,3 |
| Aia-Lutsu      | 607 105 | 6 486 208 | 40 | 45 | 38,1 |
| Elbi           | 610 951 | 6 486 460 | 40 | 45 | 40,4 |
| Tatsu          | 612 294 | 6 470 379 | 40 | 45 | 39,3 |
| Kaalimäe       | 600 128 | 6 483 255 | 40 | 45 | 33,9 |
| Pihlaka        | 605 670 | 6 491 511 | 40 | 45 | 37,6 |
| Vana-Roosimäe  | 606 186 | 6 485 604 | 40 | 45 | 36,5 |
| Kopli          | 601 182 | 6 482 346 | 40 | 45 | 35,2 |
| Mandli         | 584 180 | 6 464 599 | 40 | 45 | 38,5 |
| Urba           | 610 419 | 6 444 972 | 40 | 45 | 35,7 |
| Lutso          | 585 480 | 6 463 673 | 40 | 45 | 34,8 |
| Suure-Pari     | 613 089 | 6 483 274 | 40 | 45 | 34   |
| Esku           | 613 155 | 6 483 163 | 40 | 45 | 33,7 |
| Sepa/2         | 600 932 | 6 482 930 | 40 | 45 | 33,8 |
| Uue-Sibari     | 612 904 | 6 483 832 | 40 | 45 | 35,2 |
| Härma          | 611 893 | 6 484 228 | 40 | 45 | 40,6 |
| Kaasiku        | 598 376 | 6 454 819 | 40 | 45 | 35,5 |
| Ässa           | 600 399 | 6 483 213 | 40 | 45 | 33,7 |
| Kõrgesaare     | 612 938 | 6 469 842 | 40 | 45 | 34,8 |
| Noplimetsa     | 607 337 | 6 448 869 | 40 | 45 | 41   |
| Tammevälja     | 612 649 | 6 470 256 | 40 | 45 | 36,8 |
| Alt-Venesilla  | 598 129 | 6 481 963 | 40 | 45 | 36,1 |
| Tõnise         | 606 937 | 6 447 911 | 40 | 45 | 38,8 |
| Taremurru      | 612 134 | 6 471 137 | 40 | 45 | 39,3 |
| Vahtra         | 607 357 | 6 473 121 | 40 | 45 | 35   |
| Suur-Vanausse  | 604 760 | 6 454 146 | 40 | 45 | 38,2 |
| Kuumasaare     | 611 185 | 6 487 161 | 40 | 45 | 36,6 |
| Nopli          | 607 309 | 6 448 155 | 40 | 45 | 41,2 |
| Kungla         | 606 061 | 6 492 829 | 40 | 45 | 38,5 |
| Suigu-Saare    | 612 376 | 6 484 221 | 40 | 45 | 37,8 |
| Söödi          | 581 139 | 6 461 825 | 40 | 45 | 37,9 |

|                |         |           |    |    |      |
|----------------|---------|-----------|----|----|------|
| Kokamäe        | 611 707 | 6 446 757 | 40 | 45 | 40,3 |
| Teelahkme      | 607 422 | 6 472 850 | 40 | 45 | 36,1 |
| Nahka          | 598 461 | 6 481 086 | 40 | 45 | 38,4 |
| Viidiku/1      | 604 317 | 6 455 893 | 40 | 45 | 34,5 |
| Sadama         | 611 152 | 6 445 772 | 40 | 45 | 37,9 |
| Tamme          | 607 591 | 6 473 170 | 40 | 45 | 35,5 |
| Teeääre        | 607 921 | 6 487 013 | 40 | 45 | 38,3 |
| Vaheri         | 612 635 | 6 446 879 | 40 | 45 | 36,5 |
| Vabarna        | 585 456 | 6 464 271 | 40 | 45 | 34,1 |
| Lagendiku      | 606 303 | 6 492 665 | 40 | 45 | 36,8 |
| Kantsiku/1     | 584 296 | 6 461 074 | 40 | 45 | 35,1 |
| Uue-Jamso      | 604 127 | 6 480 606 | 40 | 45 | 37,8 |
| Mihkeri        | 604 640 | 6 494 941 | 40 | 45 | 39,2 |
| Lohu           | 584 753 | 6 466 314 | 40 | 45 | 35,1 |
| Metsasalu      | 584 660 | 6 466 965 | 40 | 45 | 35,9 |
| Kuuse          | 604 530 | 6 495 236 | 40 | 45 | 38   |
| Uue-Tisleri    | 610 780 | 6 450 714 | 40 | 45 | 38,3 |
| Uue-Moori      | 601 478 | 6 478 340 | 40 | 45 | 33,3 |
| Veskioja       | 611 661 | 6 486 213 | 40 | 45 | 38,4 |
| Adu            | 604 824 | 6 494 596 | 40 | 45 | 40,1 |
| Lokota         | 604 514 | 6 479 847 | 40 | 45 | 34,8 |
| Taki           | 607 715 | 6 472 747 | 40 | 45 | 37,6 |
| Nurmekunna     | 607 617 | 6 472 428 | 40 | 45 | 38,4 |
| Kuusiku        | 607 706 | 6 472 440 | 40 | 45 | 38,8 |
| Nurga          | 601 910 | 6 479 024 | 40 | 45 | 34,1 |
| Mägiraude      | 604 661 | 6 454 803 | 40 | 45 | 37,4 |
| Jõksi          | 599 559 | 6 452 231 | 40 | 45 | 41,5 |
| Metsanurga     | 585 086 | 6 463 454 | 40 | 45 | 37,2 |
| Torimo-Ritsu/1 | 585 106 | 6 467 378 | 40 | 45 | 33   |
| Pärdi          | 602 738 | 6 492 176 | 40 | 45 | 37,8 |
| Laiakivi       | 584 614 | 6 461 937 | 40 | 45 | 37,5 |
| Tammiku        | 607 824 | 6 473 515 | 40 | 45 | 34,9 |
| Ressari        | 607 216 | 6 472 562 | 40 | 45 | 36,2 |
| Evardi         | 605 057 | 6 494 231 | 40 | 45 | 40,5 |
| Kusma          | 607 560 | 6 472 771 | 40 | 45 | 36,9 |
| Kase           | 599 513 | 6 483 461 | 40 | 45 | 33,3 |
| Teeääre        | 584 987 | 6 467 468 | 40 | 45 | 33,4 |
| Vanatoa        | 602 484 | 6 496 227 | 40 | 45 | 32,5 |
| Nurmisaare     | 601 326 | 6 478 398 | 40 | 45 | 34   |
| Ruudiaru       | 607 516 | 6 470 882 | 40 | 45 | 41,3 |
| Elbi-Tooma     | 610 936 | 6 486 476 | 40 | 45 | 40,4 |
| Sepa           | 600 907 | 6 482 897 | 40 | 45 | 34   |
| Meltsa         | 597 868 | 6 453 336 | 40 | 45 | 35,5 |
| Juurika        | 602 993 | 6 480 960 | 40 | 45 | 35,7 |

|                 |         |           |    |    |      |
|-----------------|---------|-----------|----|----|------|
| Miku-Peetri     | 608 487 | 6 450 184 | 40 | 45 | 41,3 |
| Kivila          | 611 724 | 6 485 601 | 40 | 45 | 40,1 |
| Tagaveski       | 606 856 | 6 447 397 | 40 | 45 | 37,8 |
| Elbiniidu       | 610 856 | 6 486 532 | 40 | 45 | 40,4 |
| Viidiku         | 604 374 | 6 455 949 | 40 | 45 | 34,2 |
| Sammuli         | 607 218 | 6 487 081 | 40 | 45 | 35,9 |
| Liivausse       | 585 593 | 6 463 961 | 40 | 45 | 33,9 |
| Naanu           | 598 730 | 6 478 375 | 40 | 45 | 32,7 |
| Soosaare        | 598 523 | 6 478 498 | 40 | 45 | 32,4 |
| Kõnnuka         | 599 063 | 6 479 707 | 40 | 45 | 39   |
| Kampuse         | 599 055 | 6 479 520 | 40 | 45 | 38,5 |
| Suur-Kõnnu      | 599 104 | 6 479 374 | 40 | 45 | 38,4 |
| Väike-Kõnnu     | 599 065 | 6 479 385 | 40 | 45 | 38,1 |
| Tähisma         | 599 111 | 6 478 438 | 40 | 45 | 34,2 |
| Naano           | 598 801 | 6 478 227 | 40 | 45 | 32,3 |
| Allika          | 598 834 | 6 478 163 | 40 | 45 | 32,2 |
| Tiidu           | 598 975 | 6 478 375 | 40 | 45 | 33,5 |
| Küti            | 598 839 | 6 478 135 | 40 | 45 | 32,1 |
| Põllu           | 603 445 | 6 496 159 | 40 | 45 | 34,1 |
| Ritsu           | 600 870 | 6 450 728 | 40 | 45 | 37,7 |
| Vanausse        | 584 902 | 6 463 687 | 40 | 45 | 38   |
| Mäe             | 608 349 | 6 487 747 | 40 | 45 | 35,9 |
| Püksi           | 611 397 | 6 486 946 | 40 | 45 | 36,8 |
| Lombi           | 606 682 | 6 485 687 | 40 | 45 | 37,7 |
| Turbakeskuse    | 606 665 | 6 484 974 | 40 | 45 | 39,7 |
| Vahesaare       | 607 177 | 6 486 322 | 40 | 45 | 38,1 |
| Väike-Kuuri     | 607 385 | 6 486 487 | 40 | 45 | 38,5 |
| Tamme           | 606 845 | 6 486 665 | 40 | 45 | 36   |
| Orja            | 607 086 | 6 485 184 | 40 | 45 | 40   |
| Parika          | 607 533 | 6 484 947 | 40 | 45 | 41,8 |
| Parika talu     | 607 472 | 6 485 032 | 40 | 45 | 41,5 |
| Soo             | 583 974 | 6 468 143 | 40 | 45 | 36,2 |
| Uue-Kundru      | 584 072 | 6 468 225 | 40 | 45 | 35,4 |
| Elbi-Välba      | 611 001 | 6 486 401 | 40 | 45 | 40,5 |
| Suur-Seamiku    | 584 655 | 6 467 856 | 40 | 45 | 34,1 |
| Piiri-Jaani     | 604 988 | 6 494 355 | 40 | 45 | 40,3 |
| Vana-Tõnissaare | 601 894 | 6 481 856 | 40 | 45 | 34,9 |
| Lepiku          | 599 617 | 6 483 366 | 40 | 45 | 33,7 |
| Väike-Venesilla | 598 308 | 6 482 451 | 40 | 45 | 35,8 |
| Kundru          | 583 501 | 6 468 229 | 40 | 45 | 37,5 |
| Salu            | 581 348 | 6 468 073 | 40 | 45 | 35,5 |
| Seamiku         | 584 662 | 6 467 944 | 40 | 45 | 33,8 |
| Tammeniidu      | 581 393 | 6 468 642 | 40 | 45 | 33,2 |
| Nurme           | 583 539 | 6 469 198 | 40 | 45 | 32   |

|                     |         |           |    |    |      |
|---------------------|---------|-----------|----|----|------|
| <b>Aasa</b>         | 581 765 | 6 468 783 | 40 | 45 | 33,5 |
| <b>Seamiku-Ansu</b> | 584 640 | 6 467 821 | 40 | 45 | 34,3 |
| <b>Uuesaare</b>     | 583 021 | 6 469 272 | 40 | 45 | 32,1 |
| <b>Kaasiku</b>      | 581 652 | 6 468 749 | 40 | 45 | 33,4 |
| <b>Käära</b>        | 581 802 | 6 468 636 | 40 | 45 | 34,2 |
| <b>Tänav</b>        | 581 834 | 6 468 806 | 40 | 45 | 33,5 |

Kuna tuuleparkide rajamisel soovitakse vältida ka oluliste häiringute teket, siis võeti eesmärgiks tagada müra öine sihtväärtus kõigil elamualadel, millega ei ole teisesisulist kokkulepet. Selle saavutamiseks:

- Ala 1 puhul vähendati tuulikute helirõhutaset 106 dB(A)-ni. Kuna antud ala puhul soovitakse edasi minna projekteerimistingimuste taotluse etapiga ja detailse lahenduse KSHd koos selles tehtava mürahindamisega ei koostata siis hinnati antud ala puhul müra osas ka nn halvimaid tsenaariumeid. Ala puhul leiti müra hindamisel, et teatud tuulikute paigutuse korral (kui tuulikud on koondatud kas ala ida või lääneossa) esineb võimalus müra sihtväärtuse ületamiseks ka tuulikute arvu ja helirõhutase vähendamisel. Selliste olukordade vältimiseks määrati antud ala puhul tuulikute maksimaalsed arvud sektorite kaupa. See väldib võimaluse tuulikuid koondada elamute suhtes ebasoodsalt. Soovitatav on ühtlasi ka ala teravatipulised väljaulatuvad osad asukohavaliku alast välja jätta.
- Ala 3 puhul vähendati tuulikute arvu 1 võrra (alal 21 tuulikut seega) ning vähendati tuulikute helirõhutaset 106 dB(A)-ni. Soovitatav on ala teravatipulised väljaulatuvad osad asukohavaliku alast välja jätta.
- Ala 6 puhul vähendati tuulikute helirõhutaset 106 dB(A)-ni.
- Ala 7 A puhul vähendati tuulikute arvu 2 võrra (alal 9 tuulikut seega) ning vähendati tuulikute helirõhutaset 106 dB(A)-ni.
- Ala 7B puhul vähendati tuulikute arvu 1 võrra (alal 16 tuulikut seega) ning vähendati tuulikute helirõhutaset 106 dB(A)-ni.
- Ala 8 puhul 5 tuuliku rajamisel tuulikute arvu või helirõhutase vähendamise vajadus puudub, elamualadel müra sihtväärtust ei ületata.
- Ala 10 vähendati tuulikute helirõhutaset 106 dB(A)-ni arvestades ka antud alaga külgnevaid Põhja-Sakala eriplaneeringuga kavandatavaid tuulikuid.
- Alade 11 puhul vähendati tuulikute helirõhutaset 107 dB(A)-ni. Kuna antud ala arendamisest huvitatud isiku soovi alusel tõsteti alale 11 kavandatavate tuulikute arvu peale esialgset müra hindamist ühe tuuliku võrra (algelt 10 tuulikut, hiljem 11 tuulikut). Juhul kui alale 11 kavandada 11 tuulikut, siis tuleb tuulikute helirõhutaset vähendada 106 dB(A)-ni saavutamaks kõigil elamualadel müra öist sihtväärtust.
- Ala 12 puhul 4 tuuliku rajamisel tuulikute arvu või helirõhutase vähendamise vajadus puudub, elamualadel müra sihtväärtust ei ületata.

Eelnevalt kirjeldatud meetmeid rakendades on oodata elamualadel Tabel 7 esitatud müratasemeid. Müra sihtväärtusi elamualadel ei ületa (va kaks maaüksust mille osas on kavandatud vastavalt kas elamu likvideerimine või koostöö). Müra leviku kaardid on esitatud Joonis 1 kuni **Tõrge! Ei leia viiteallikat..**

Edasisel tuuleparkide täpsemal kavandamisel tuleb eesmärgiks võtta elamualadel tööstusmüra öise sihtväärtuse tagamine (kui elamu omanikuga ei ole teistsugust kokkulepet). Sihtväärtust on võimalik tagada näiteks eespool kirjeldatud viisil vähendades tuulikute helirõhutaset. Samuti on seda võimalik saavutada vähendades tuulikute arvu vastaval alal või vähendades osade vastavale alale kavandatavate tuulikute helivõimsustaset rohkemal määral kui eelnevalt hinnatud ja samas teiste puhul kasutades mürarikkamaid tuulikud. Sobilik lahendus tuleb välja töötada tuulepargi edasisel kavandamisel.

**Tabel 7. Müra leevendusmeetmeid rakendades tekkiv müratase elamualadel.**

| Nimetus            | x      | y       | Müratase [dB(A)] |
|--------------------|--------|---------|------------------|
| <b>alad 1 ja 3</b> |        |         |                  |
| Loisu              | 610903 | 6445627 | 35,3             |
| Nõgla              | 612455 | 6448207 | 37               |
| Oina               | 605483 | 6454578 | 31,9             |
| Pilli              | 605351 | 6454733 | 32,2             |
| Ojavälja           | 600360 | 6454759 | 39,9             |
| Uue-Mõru           | 609024 | 6451446 | 33,6             |
| Vaino              | 601937 | 6451141 | 39,1             |
| Toltsi             | 609610 | 6451011 | 35,5             |
| Mukteni            | 610003 | 6451433 | 33,5             |
| Taga-Mõru          | 609224 | 6451190 | 34,7             |
| Uue-Soosaare       | 601326 | 6450943 | 37,4             |
| Laansoo            | 601894 | 6450815 | 37               |
| Mustlase           | 608218 | 6451200 | 33,8             |
| Lepalaane          | 600178 | 6451648 | 38,5             |
| Lepiku             | 606420 | 6448048 | 34,5             |
| Nurme              | 607083 | 6447437 | 37,1             |
| Aabrami            | 609279 | 6451220 | 34,6             |
| Peebu              | 604520 | 6455998 | 31,6             |
| Väike-Panni        | 599897 | 6455044 | 37,2             |
| Aaviku             | 599986 | 6455433 | 35,5             |
| Kütiaseme          | 612347 | 6448656 | 37,7             |
| Tedrearu           | 600466 | 6455652 | 35,2             |
| Paisjärve          | 607335 | 6446037 | 34,2             |
| Veske              | 606903 | 6447131 | 35,6             |
| Miku               | 603597 | 6455402 | 36,5             |
| Siimu              | 612061 | 6447912 | 39,2             |
| Lohu               | 612353 | 6447392 | 36,6             |
| Kuusiku            | 612600 | 6446724 | 34               |
| Uue-Ööpalu         | 610196 | 6451072 | 34,8             |
| Kukese             | 599102 | 6452029 | 36,6             |
| Mäeveski           | 606706 | 6447131 | 34,7             |
| Kokamäe/1          | 611675 | 6446764 | 38,2             |
| Vaheveski          | 606749 | 6447263 | 35,2             |
| Koguli             | 612196 | 6448064 | 38,5             |
| Vindi              | 611511 | 6446260 | 36,7             |
| Männiku            | 600341 | 6450249 | 32,9             |

|               |        |         |      |
|---------------|--------|---------|------|
| Tulba         | 608056 | 6446527 | 38,8 |
| Karusaadu     | 611199 | 6450207 | 37,2 |
| Tisleri       | 610124 | 6450217 | 39,2 |
| Karukäpa      | 607363 | 6449537 | 37,7 |
| Karu          | 607279 | 6449765 | 36,6 |
| Pasuna        | 607815 | 6450090 | 37,5 |
| Simuski       | 598420 | 6453207 | 36,6 |
| Orjatu        | 599386 | 6451975 | 37,5 |
| Liiva         | 609728 | 6451398 | 33,8 |
| Metsakassi    | 610446 | 6446292 | 39,8 |
| Änilase       | 602412 | 6455005 | 39,2 |
| Pihlaka       | 602473 | 6455447 | 36,8 |
| Mulgi         | 607051 | 6447460 | 37   |
| Villike       | 602612 | 6455046 | 38,9 |
| Vaga          | 603963 | 6451809 | 36,5 |
| Ibise         | 603839 | 6452071 | 37,7 |
| Oina          | 612113 | 6447675 | 38,5 |
| Mäearu        | 603717 | 6452675 | 39,6 |
| Roodeviku     | 598074 | 6454213 | 33,7 |
| Palu          | 607169 | 6446412 | 34,9 |
| Rabi-Markuse  | 601677 | 6450795 | 36,9 |
| Kassi         | 610662 | 6445910 | 37,2 |
| Murikatsi     | 607520 | 6445949 | 34,5 |
| Kütimäe       | 600068 | 6451950 | 39,8 |
| Koigo         | 599661 | 6451918 | 38,2 |
| Urba          | 610419 | 6444972 | 33,1 |
| Kaasiku       | 598376 | 6454819 | 33,4 |
| Noplimetsa    | 607337 | 6448869 | 39,2 |
| Tõnise        | 606937 | 6447911 | 37   |
| Suur-Vanausse | 604760 | 6454146 | 36   |
| Nopli         | 607309 | 6448155 | 39,4 |
| Kokamäe       | 611707 | 6446757 | 38,1 |
| Viidiku/1     | 604317 | 6455893 | 32,4 |
| Sadama        | 611152 | 6445772 | 35,5 |
| Vaheri        | 612635 | 6446879 | 34,2 |
| Uue-Tisleri   | 610780 | 6450714 | 35,6 |
| Mägiraude     | 604661 | 6454803 | 35,3 |
| Jõksi         | 599559 | 6452231 | 39,4 |
| Meltsa        | 597868 | 6453336 | 33,4 |
| Miku-Petri    | 608487 | 6450184 | 39,2 |
| Tagaveski     | 606856 | 6447397 | 35,9 |
| Viidiku       | 604374 | 6455949 | 32,1 |
| Ritsu         | 600870 | 6450728 | 35,6 |
| <b>ala 6</b>  |        |         |      |
| Musta         | 607322 | 6472816 | 33,7 |
| Roo           | 607351 | 6472922 | 33,4 |

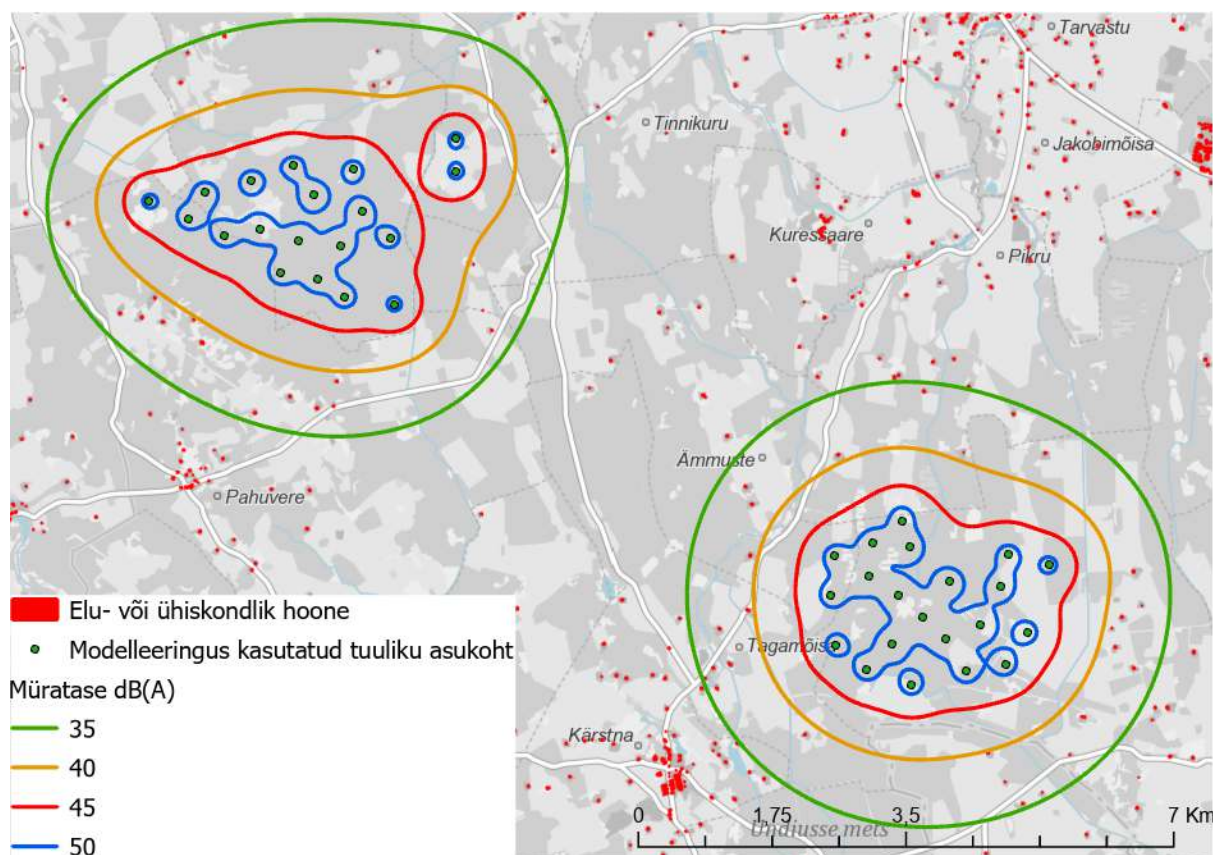
|                    |        |         |      |
|--------------------|--------|---------|------|
| Väike-Kiisa        | 610081 | 6468554 | 35,1 |
| Kingu              | 609765 | 6473533 | 34   |
| Villemuse          | 611353 | 6468284 | 32,7 |
| Riumasoo           | 608584 | 6473793 | 32,7 |
| Kungla             | 607582 | 6473288 | 32,9 |
| Tisleri (nõusolek) | 610870 | 6471484 | 42,6 |
| Väike-Kuusiku      | 607664 | 6472764 | 35,2 |
| Laanemetsa         | 610280 | 6472409 | 38,8 |
| Uudse              | 607856 | 6472361 | 37,9 |
| Ilusmetsa          | 607285 | 6472424 | 34,8 |
| Ruuduaru           | 607518 | 6470770 | 39,3 |
| Kalu               | 608303 | 6473030 | 36,3 |
| Kallaku            | 608282 | 6473492 | 33,8 |
| Kopa               | 607463 | 6473256 | 32,6 |
| Pihlaka            | 607184 | 6472640 | 33,7 |
| Otsa               | 607763 | 6472779 | 35,6 |
| Loo                | 608516 | 6473208 | 35,8 |
| Muldmäe            | 607957 | 6473648 | 32,4 |
| Lohu               | 608045 | 6472367 | 39   |
| Alliku             | 608371 | 6472906 | 37,3 |
| Tatsu              | 612294 | 6470379 | 37,3 |
| Kõrgesaare         | 612938 | 6469842 | 32,7 |
| Tammevälja         | 612649 | 6470256 | 34,8 |
| Taremurru          | 612134 | 6471137 | 37,2 |
| Vahtra             | 607357 | 6473121 | 32,8 |
| Teelahkme          | 607422 | 6472850 | 33,9 |
| Tamme              | 607591 | 6473170 | 33,3 |
| Taki               | 607715 | 6472747 | 35,5 |
| Nurmekunna         | 607617 | 6472428 | 36,4 |
| Kuusiku            | 607706 | 6472440 | 36,8 |
| Tammiku            | 607824 | 6473515 | 32,6 |
| Ressari            | 607216 | 6472562 | 34,1 |
| Kusma              | 607560 | 6472771 | 34,8 |
| Ruudiaru           | 607516 | 6470882 | 39,2 |
| <b>Alad 7 ja 8</b> |        |         |      |
| Kauri              | 608108 | 6487475 | 34,1 |
| Tõnissaare tee 8   | 601370 | 6482086 | 35   |
| Kungla-Metsa       | 601235 | 6482466 | 34,1 |
| Aaviku             | 599805 | 6483230 | 34,1 |
| Jaanipõllu         | 601576 | 6480018 | 37,7 |
| Pingu              | 600631 | 6481725 | 39,5 |
| Tiritamme          | 602177 | 6479924 | 34,3 |
| Saariku            | 601325 | 6479010 | 36,4 |
| Rehe               | 601493 | 6478271 | 32,6 |
| Iirise             | 600765 | 6478609 | 36,8 |
| Reinu              | 601744 | 6479866 | 36,4 |

|                  |        |         |      |
|------------------|--------|---------|------|
| Ristivälja       | 606972 | 6485930 | 35,1 |
| Elbi-Kaljula     | 610495 | 6487013 | 36,9 |
| Kõrtsi           | 607025 | 6485406 | 35,8 |
| Tuudevere kordon | 599237 | 6482959 | 36   |
| Tõnissaare tee 7 | 601313 | 6482067 | 35,2 |
| Võidumaa         | 601366 | 6479442 | 37,7 |
| Kivimurru        | 602133 | 6481138 | 34,6 |
| Raia             | 598925 | 6480457 | 39,4 |
| Venessilla       | 597971 | 6481861 | 35,1 |
| Kurika-Tõnise    | 599292 | 6478185 | 33,3 |
| Tõnissaare tee 6 | 601395 | 6482058 | 35   |
| Mängu            | 607851 | 6486840 | 36,4 |
| Toominga         | 601265 | 6479662 | 39,1 |
| Saare            | 599377 | 6478141 | 33,3 |
| Reinu            | 608484 | 6482567 | 38,9 |
| Tõnissaare tee 5 | 601377 | 6482021 | 35,2 |
| Moori karjamõis  | 601395 | 6478308 | 33   |
| Johanalle        | 607915 | 6484297 | 39,2 |
| Kõre             | 601630 | 6480784 | 37,5 |
| Turbakeskuse/1   | 606447 | 6484956 | 34,5 |
| Vadi             | 608624 | 6487027 | 37,8 |
| Tõnni            | 609509 | 6487847 | 34   |
| Aia-Lutsu        | 607105 | 6486208 | 35,2 |
| Elbi             | 610951 | 6486460 | 38,2 |
| Kaalimäe         | 600128 | 6483255 | 33,5 |
| Vana-Roosimäe    | 606186 | 6485604 | 32,9 |
| Kopli            | 601182 | 6482346 | 34,7 |
| Suure-Pari       | 613089 | 6483274 | 31,8 |
| Esku             | 613155 | 6483163 | 31,4 |
| Sepa/2           | 600932 | 6482930 | 33,3 |
| Uue-Sibari       | 612904 | 6483832 | 33   |
| Härma            | 611893 | 6484228 | 38,5 |
| Ässa             | 600399 | 6483213 | 33,2 |
| Alt-Venesilla    | 598129 | 6481963 | 36   |
| Kuumasaare       | 611185 | 6487161 | 34,3 |
| Suigu-Saare      | 612376 | 6484221 | 35,7 |
| Nahka            | 598461 | 6481086 | 38,3 |
| Teeääre          | 607921 | 6487013 | 35,8 |
| Uue-Jamso        | 604127 | 6480606 | 35,8 |
| Uue-Moori        | 601478 | 6478340 | 32,9 |
| Veskioja         | 611661 | 6486213 | 36,2 |
| Lokota           | 604514 | 6479847 | 32,8 |
| Nurga            | 601910 | 6479024 | 33,7 |
| Kase             | 599513 | 6483461 | 32,9 |
| Nurmisaare       | 601326 | 6478398 | 33,6 |
| Elbi-Tooma       | 610936 | 6486476 | 38,2 |

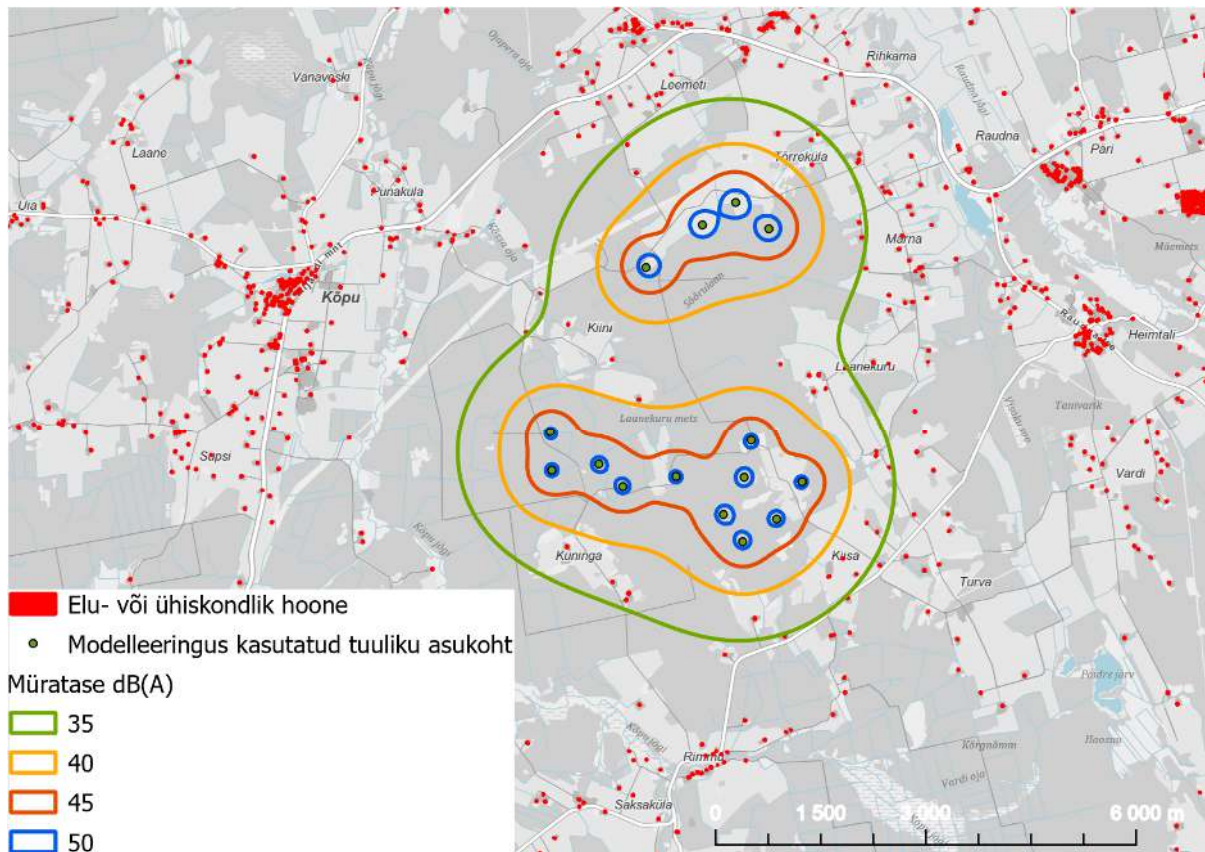
|                 |        |         |      |
|-----------------|--------|---------|------|
| Sepa            | 600907 | 6482897 | 33,5 |
| Juurika         | 602993 | 6480960 | 34,1 |
| Kivila          | 611724 | 6485601 | 38   |
| Elbiniidu       | 610856 | 6486532 | 38,2 |
| Sammuli         | 607218 | 6487081 | 33,1 |
| Naanu           | 598730 | 6478375 | 32,4 |
| Soosaare        | 598523 | 6478498 | 32,1 |
| Kõnnuka         | 599063 | 6479707 | 39   |
| Kampuse         | 599055 | 6479520 | 38,4 |
| Suur-Kõnnu      | 599104 | 6479374 | 38,3 |
| Väike-Kõnnu     | 599065 | 6479385 | 38,1 |
| Tähisma         | 599111 | 6478438 | 34   |
| Naano           | 598801 | 6478227 | 32   |
| Allika          | 598834 | 6478163 | 31,9 |
| Tiidu           | 598975 | 6478375 | 33,2 |
| Küti            | 598839 | 6478135 | 31,8 |
| Mäe             | 608349 | 6487747 | 33,4 |
| Püksi           | 611397 | 6486946 | 34,5 |
| Lombi           | 606682 | 6485687 | 34,2 |
| Turbakeskuse    | 606665 | 6484974 | 35   |
| Vahesaare       | 607177 | 6486322 | 35,3 |
| Väike-Kuuri     | 607385 | 6486487 | 35,8 |
| Tamme           | 606845 | 6486665 | 33   |
| Orja            | 607086 | 6485184 | 36,2 |
| Parika          | 607533 | 6484947 | 38   |
| Parika talu     | 607472 | 6485032 | 37,8 |
| Elbi-Välba      | 611001 | 6486401 | 38,3 |
| Vana-Tõnissaare | 601894 | 6481856 | 34,1 |
| Lepiku          | 599617 | 6483366 | 33,4 |
| Väike-Venesilla | 598308 | 6482451 | 35,6 |
| <b>Ala 10</b>   |        |         |      |
| Hendriku        | 602729 | 6492343 | 38,7 |
| Kutsari         | 604730 | 6494809 | 38,3 |
| Kuusiku         | 606530 | 6492402 | 34,5 |
| Lageda          | 603079 | 6496042 | 35,6 |
| Jaagu           | 606140 | 6492287 | 36,7 |
| Männiku         | 606776 | 6493581 | 32,6 |
| Marimetsa       | 601831 | 6493006 | 36,7 |
| Kivilöövi       | 606131 | 6492318 | 36,8 |
| Saare           | 601546 | 6494445 | 37,5 |
| Tammerinna      | 603631 | 6496141 | 34,5 |
| Nõlvi           | 602923 | 6495859 | 36,8 |
| Nurme           | 603101 | 6496002 | 35,8 |
| Kändla          | 603815 | 6495679 | 36,8 |
| Soopõllu        | 604361 | 6495444 | 36,6 |
| Anne            | 602407 | 6496016 | 35,3 |

|                     |        |         |      |
|---------------------|--------|---------|------|
| Kaasiku             | 603305 | 6495599 | 38,4 |
| Jaagusaare          | 603615 | 6495872 | 36,1 |
| Siimuri             | 604885 | 6494463 | 39,1 |
| Poka                | 602865 | 6492378 | 39,4 |
| Suurekivi           | 606457 | 6492447 | 34,9 |
| Pihlaka             | 605670 | 6491511 | 38,3 |
| Kungla              | 606061 | 6492829 | 37,3 |
| Lagendiku           | 606303 | 6492665 | 35,8 |
| Mihkeri             | 604640 | 6494941 | 38,1 |
| Kuuse               | 604530 | 6495236 | 37,1 |
| Adu                 | 604824 | 6494596 | 38,8 |
| Pärdi               | 602738 | 6492176 | 38,4 |
| Evardi              | 605057 | 6494231 | 39,1 |
| Vanatoa             | 602484 | 6496227 | 34,1 |
| Põllu               | 603445 | 6496159 | 34,6 |
| Piiri-Jaani         | 604988 | 6494355 | 39   |
| <b>Alad 11ja 12</b> |        |         |      |
| Vanausse/1          | 584899 | 6463619 | 36,3 |
| Napi                | 584769 | 6462664 | 37,1 |
| Välbi               | 585717 | 6463414 | 32   |
| Pulli-Peetri        | 584012 | 6464555 | 37,7 |
| Univere             | 582742 | 6460792 | 33,8 |
| Metsniku            | 585327 | 6462189 | 32,9 |
| Suurematsi          | 584226 | 6461905 | 37,5 |
| Lannu               | 584916 | 6462534 | 35,8 |
| Jõõgre              | 583597 | 6461058 | 34,8 |
| Tammiste            | 584496 | 6461597 | 34,8 |
| Parastma            | 584082 | 6464797 | 36,6 |
| Kopli               | 584954 | 6462061 | 34,3 |
| Singisoo            | 585442 | 6462785 | 33,2 |
| Väljaotsa           | 584427 | 6462160 | 37,6 |
| Univere-Männiku     | 581370 | 6461667 | 36,2 |
| Satre               | 579892 | 6466632 | 33   |
| Leinpõllu           | 583536 | 6464947 | 37,6 |
| Rehila              | 585275 | 6466775 | 32,2 |
| Uue-Peebu           | 584697 | 6466754 | 35,4 |
| Torimo-Ritsu        | 585076 | 6467402 | 32,7 |
| Jaanisalu           | 580505 | 6465512 | 36,3 |
| Marna               | 585228 | 6466588 | 32,5 |
| Niidu               | 581977 | 6469070 | 32,3 |
| Memme               | 584522 | 6461108 | 32,7 |
| Lepalohu            | 585086 | 6465931 | 32,8 |
| Paisuoja            | 580108 | 6465955 | 34,6 |
| Univere-Saare       | 581336 | 6461572 | 35,7 |
| Piiroja             | 581133 | 6465012 | 37,9 |
| Songa               | 579905 | 6465404 | 34,8 |

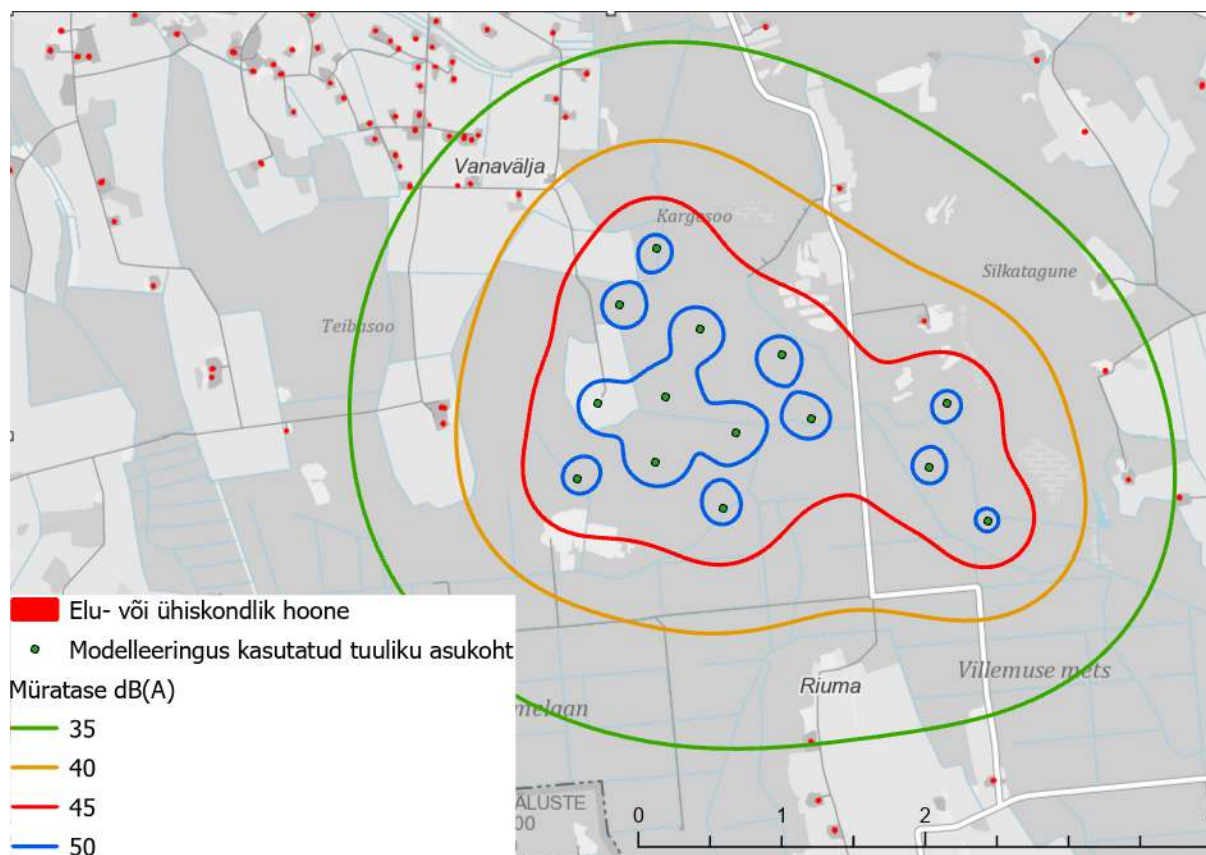
|                |        |         |      |
|----------------|--------|---------|------|
| Sirtsu         | 585026 | 6467404 | 33   |
| Kantsiku       | 584259 | 6461064 | 33,2 |
| Vana-Rulli     | 583946 | 6464787 | 37   |
| Luhasadu       | 583171 | 6461307 | 37   |
| Vana-Kuninga   | 580491 | 6462326 | 38,2 |
| Kadastiku      | 583984 | 6467790 | 38   |
| Juuriku        | 581518 | 6464444 | 39,6 |
| Tuule          | 584459 | 6464894 | 35,1 |
| Metsa          | 581478 | 6467673 | 37,9 |
| Mandli         | 584180 | 6464599 | 36,9 |
| Lutso          | 585480 | 6463673 | 33   |
| Söödi          | 581139 | 6461825 | 36,6 |
| Vabarna        | 585456 | 6464271 | 32,4 |
| Kantsiku/1     | 584296 | 6461074 | 33,2 |
| Lohu           | 584753 | 6466314 | 34,6 |
| Metsasalu      | 584660 | 6466965 | 35,6 |
| Metsanurga     | 585086 | 6463454 | 35,4 |
| Torimo-Ritsu/1 | 585106 | 6467378 | 32,6 |
| Laiakivi       | 584614 | 6461937 | 35,6 |
| Teeääre        | 584987 | 6467468 | 33,1 |
| Liivausse      | 585593 | 6463961 | 32,2 |
| Vanausse       | 584902 | 6463687 | 36,2 |
| Soo            | 583974 | 6468143 | 36,1 |
| Uue-Kundru     | 584072 | 6468225 | 35,2 |
| Suur-Seamiku   | 584655 | 6467856 | 33,9 |
| Kundru         | 583501 | 6468229 | 37,5 |
| Salu           | 581348 | 6468073 | 35,4 |
| Seamiku        | 584662 | 6467944 | 33,6 |
| Tammeniidu     | 581393 | 6468642 | 33   |
| Nurme          | 583539 | 6469198 | 31,8 |
| Aasa           | 581765 | 6468783 | 33,3 |
| Seamiku-Ansu   | 584640 | 6467821 | 34,1 |
| Uuesaare       | 583021 | 6469272 | 31,9 |
| Kaasiku        | 581652 | 6468749 | 33,2 |
| Käära          | 581802 | 6468636 | 34,1 |
| Tänav          | 581834 | 6468806 | 33,3 |



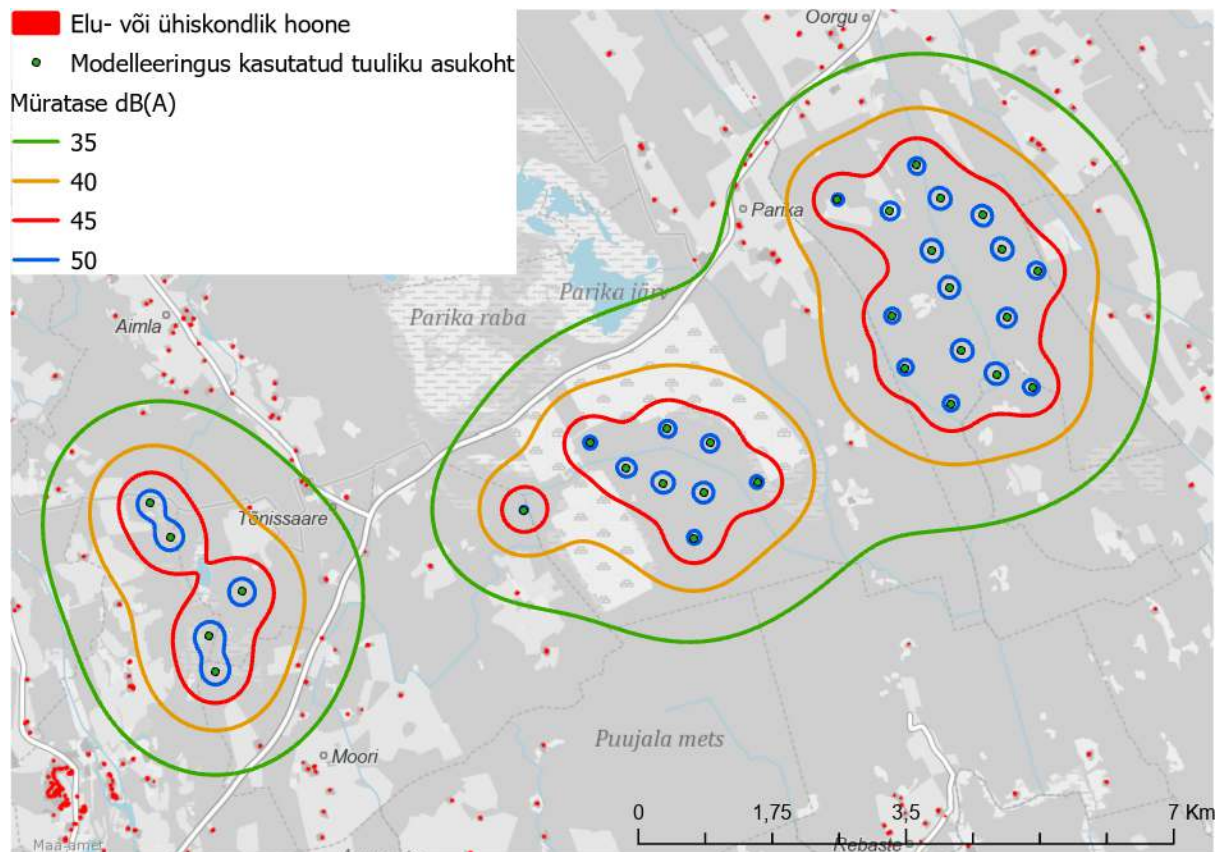
Joonis 1. Mürakaart 4 m kõrgusel 106 dB(A) helivõimsustasemega tuulikute puhul alade 1 ja 3 koosmõjus.



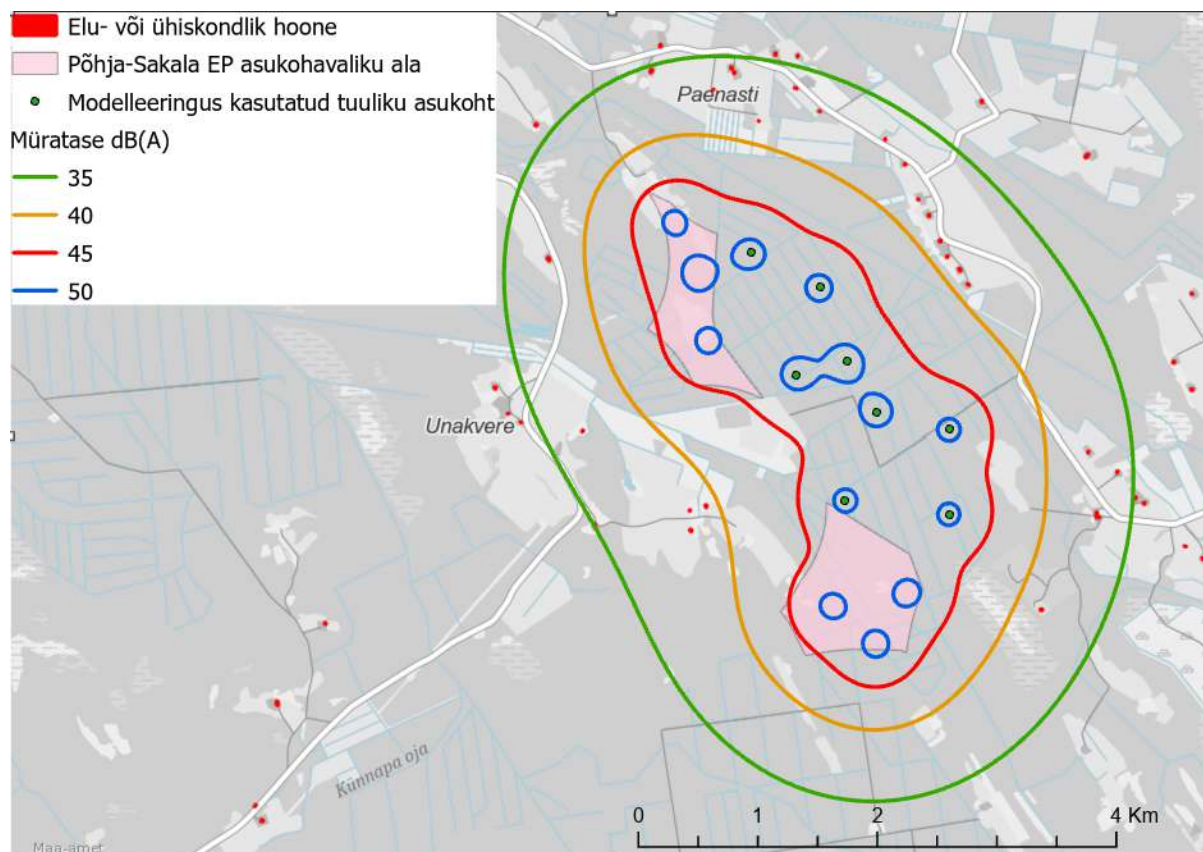
**Joonis 2. Mürakaart 4 m kõrgusel ala 12 108 dB(A) ja ala 11 106 dB(A) helivõimsustasemega tuulikute puhul alade 11 ja 12 koosmõjus.**



Joonis 3. Mürakaart 4 m kõrgusel 106 dB(A) helivõimsustasemega tuulikute puhul ala 6 puhul.



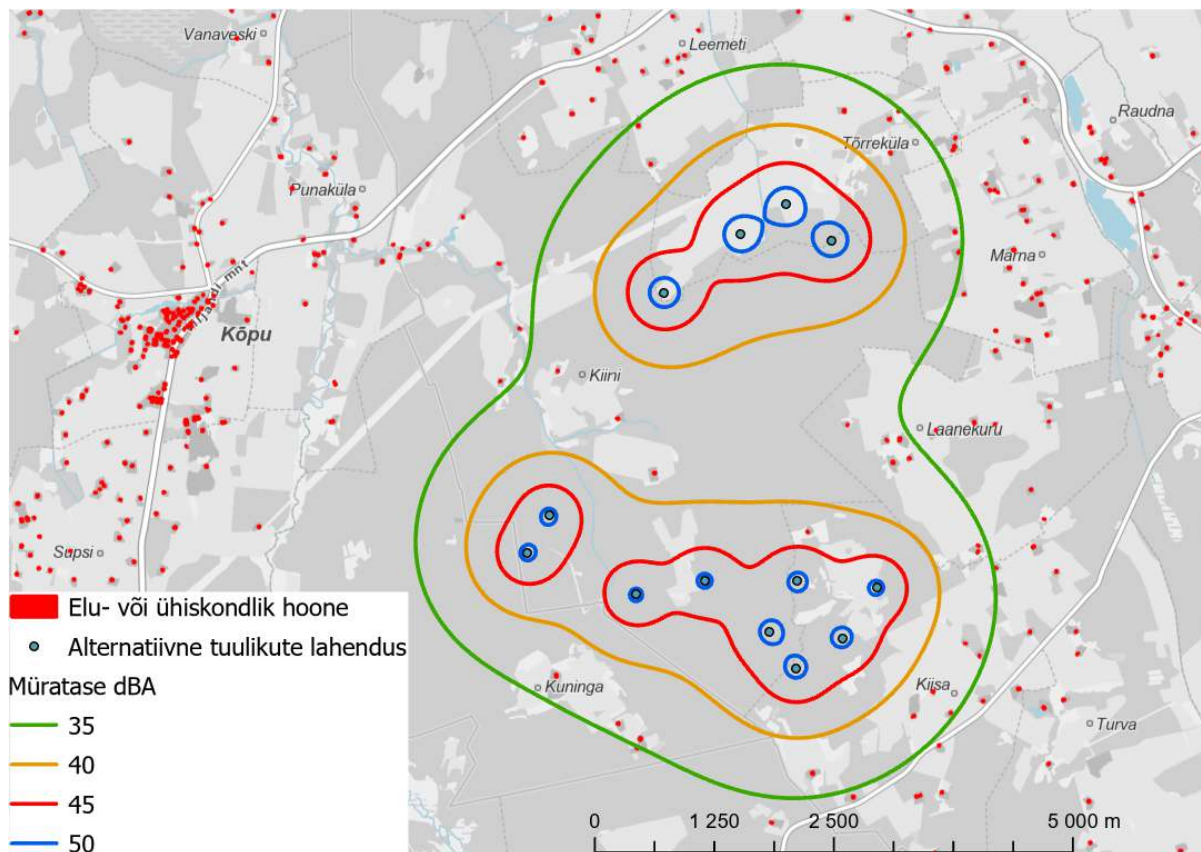
Joonis 4. Mürakaart 4 m kõrgusel ala 8 108 dB(A) ja alad 7 106 dB(A) helivõimsustasemega tuulikute puhul alade 7 ja 8 puhul.



**Joonis 5. Mürakaart 4 m kõrgusel 106 dB(A) helivõimsustasemega tuulikute puhul ala 10 puhul koosmõjus Põhja-Sakala Unakvere eriplaneeringu tuulealaga (6 tuulikut). Unakvere EP tuulikute puhul on samuti arvestatud, et tuuliku helivõimsustase on kuni 106 dB.**

### 2.3.1 Müraservituudiga alternatiivne lahendus ala 11 puhul

Alade 11 puhul hinnati lisaks ka alternatiivset lahendust, mille korral Saare katastriüksusel elamu säilitatakse, kuid seatakse sellele müraservituut. Sellise lahenduse korral on selleks, et Saare elamualal tagada müra piirväärtus ja teistel lähiala elamualadel müra sihtväärtus vajalik aladel 11 kasutada kuni  $L_{wA}=106$  dB tuulikuid ning alal 12 kuni  $L_{wA}=108$  dB tuulikuid. Lisaks on alal 11 tuulikute arvu vähendatud üheksale.



Joonis 6. Mürakaart 4 m kõrgusel ala 12 108 dB(A) ja ala 11 106 dB(A) helivõimsustasemega tuulikute puhul alade 11 ja 12 koosmõjus.

## 2.4 Soovitused edasiseks tuulepargi kavandamiseks

Alade puhul, mille puhul planeeringut jätkatakse detailse lahenduse koostamisega tuleb mürahinnangut korrata detailse lahenduse KSH käigus arvestades tuulikute reaalselt paigutatust ja vastava ajahetke parimat teadmist tuulikute müraleviku hindamises. Järgida tuleb käesolevas hinnangus esitatud maksimaalset lubatavat tuulikute helirõhutaset ja asjakohasel juhul arvestada tuuleparkide omavahelist koosmõju. Juhul kui ilmneb, et mõne tuulikupositsiooni rajamisest loobutakse (ehk kavandatakse hinnatust vähem tuulikuid), siis võib kaaluda kõrgema helirõhutasemega tuulikute kavandamist, kuid mürahinnanguga näidatakse müra sihtväärtuse täitmine elamualadel. Lisaks välisterritooriumil esinevale mürale tuleb hinnata ka madalsagedusliku müra levikut siseruumidesse ning tagada tuleb, et täidetud oleksid ka madalsagedusliku müra normtasemed siseruumides.

Alade puhul, mille puhul planeeringut jätkatakse projekteerimistingimustega tuleb ehitusloa taotluse juurde esitada müraleviku hinnang arvestades tuulikute reaalselt paigutatust ja vastava ajahetke parimat teadmist tuulikute müraleviku hindamises. Järgida tuleb käesolevas hinnangus esitatud maksimaalset lubatavat tuulikute helirõhutaset ja asjakohasel juhul arvestada tuuleparkide omavahelist koosmõju. Juhul kui ilmneb, et mõne tuulikupositsiooni rajamisest loobutakse (ehk kavandatakse hinnatust vähem tuulikuid), siis võib kaaluda kõrgema helirõhutasemega tuulikute kavandamist, kuid mürahinnanguga näidatakse müra sihtväärtuse täitmine elamualadel. Lisaks välisterritooriumil esinevale mürale tuleb hinnata ka madalsagedusliku müra levikut siseruumidesse ning tagada tuleb, et täidetud oleksid ka madalsagedusliku müra normtasemed siseruumides.

Kuna tuulikute tekitatav heli võib teatud tingimustel kostuda kaugele ning olla häiriv, siis tuleb tuulikute valikult eelistada madalama müratasemega mudeleid, mis kasutavad tehnilisi müra vähendamise meetmeid (nt labade hammastatud servad vms). Hammastatud „sakiliste“ servadega labade kasutamisel on müratase on u 2-3 dB võrra väiksem kui traditsiooniliste labade korral. Kasutada uusi töökorras tuulikuid.

Tuulikute paigaldamisel, sh nende omavahelise vahekauguse valikul, tuleb jälgida tuuliku tootja poolseid tehnilisi nõudeid. Tuuliku tootjad garanteerivad tuuliku tehnilises dokumentatsioonis esitatud müraemissioonid juhul kui tuulikud on paigaldatud ja hooldatud nõuetekohaselt. Tuulikute paigutamisel teineteisele lähemale, kui on tehniliselt soovitatav, võivad müraemissioonid osutuda suuremaks kui garanteeritud müratase.

Ehitusaegne müra ei tohi ületada atmosfääriõhu kaitse seaduse ning selle alusel välja antud keskkonnaministri 16.12.2016. a määruses nr 71 „Välisõhus leviva müra normtasemed ja mürataseme mõõtmise, määramise ja hindamise meetodid“ ja sotsiaalministri 04. märtsi 2002. a määruse nr 42 „Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid“ sätestatud müra normtasemeid. Mürarikkaid ehitustöid vältida öisel perioodil.

## 3 Varjutus

### 3.1 Varjutuse iseloom ja normtasemed

Tuulikud kui kõrgkonstruktsioonid põhjustavad päikesepaistelise ilmaga paratamatult varjusid. Tuulikute liikuvaid varje põhjustavad tuuliku pöörlevad labad. Kuna tuuliku labad liiguvad, siis liigub pidevalt ka vari. Juhul kui liikuv vari langeb tundlikule alale (nt elamu õuealale, aga ka nt häiringu suhtes tundliku muu liigi elupaika), siis põhjustab see häiringut.

Häirivat varjutust ei esine kui puudub otsene päikesekiirgus (ilm on pilves) või kui tuulik ei tööta. Varjude ulatus on seda suurem, mida madalamalt päike paistab. Seega on varjutus kõige ulatuslikum hommiku- ja õhtutundidel ning talvisel perioodil. Samas suvel on varjude potentsiaalne kestvusaeg suurim (päev on pikem).

Arvestades meie laiuskraadil esinevat päikese liikumist taevavõlvil ei tekita tuuleturbiinid kunagi varju tuuliku tornist lõunas. Varjutus esineb kõige kaugemale ulatuvalt lääne- ja idakaartes. Kõige suurem on varjutuse summaarne kestvus tuuliku vahetus läheduses tornist loode, põhja ja kirde suunas.

Varjutuse pikaajalisel esinemisel on täheldatud eeskätt siseruumides viibivale inimesele häirivat toimet. Järjestikune üle 30 minuti kestva valguse vilkumise tõttu on täheldatud inimesel stressi ja keskendumisvõime halvenemist<sup>29</sup>.

Varjutuse leviku võimalik ulatus sõltub suuresti ilmakaarest ning seega ei saa ühest kaugust, kus soovituslik varjutuse kestvus on tagatud, tuulikust määrata. Nii halvimat võimalikku kui reaalselt oodatavat varjutustaset on võimalik väga täpselt arvutuslikult määrata, kui on teada tuuliku täpset paiknemist ning parameetreid (kõrgust ja labade diameetrit).

Reaalse varjutuse kestvuse arvutamisel arvestatakse otsese päikesepaiste kestvust meteoroloogiajaamade vaatlusandmete alusel ning tuulikute töötamise aega tuulesuundade (ehk tuuliku tiiviku paiknemist) ning tuulevaikuse esinemise alusel.

Varjutuse esinemist on seostatud epilepsiahoogude tekkega. Valgustundliku epilepsia esinemist on uuritud ning leitud, et kuni 5% epilepsia all kannatavaid inimesi on valgustundlikud. See tähendab, et nende puhul võib epilepsiahooge esile kutsuda valguse intensiivsuse muutumine sagedustel üle 2,5 Hz. Leitud on, et valguse intensiivsuse muutumine sagedustel 3 Hz ja vähem võib põhjustada epilepsiahooge 1,7 inimesele 100 000 valgustundlikust populatsioonist. Selleks, et riski maandada, peab tuulikute varjude vilkumissagedus jääma alla 60 vilkumise minutis. Tänapäeva suurte tuulikute pöörlemissagedus on alla 20 pöörde minutis (varjude vilkumissagedus seega alla  $3 \times 20 = 60$  vilkumise minutis ehk alla 1 Hz) ja seepärast ei peeta neid epilepsiahooge põhjustavaks<sup>30</sup>. Ühe suurema tootja Enercon'i tehniliste andmete alusel jäävad nende kõigi üle 100 m rootori

<sup>29</sup> Department of Energy and Climate Change; Parsons Brinckerhoff. Update of UK Shadow Flicker Evidence Base. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/48052/1416-update-uk-shadow-flicker-evidence-base.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/48052/1416-update-uk-shadow-flicker-evidence-base.pdf)

<sup>30</sup> Harding, G., Harding, P., Wilkins, A.J. 2008. Wind turbines, flicker, and photosensitive epilepsy: Characterizing the flashing that may precipitate seizures and optimizing guidelines to prevent them. *Epilepsia*, 49(6):1095–1098, 2008.

diameetriga tuulikute pöörlemiskiirused alla 15 pöörde minutis <sup>31</sup>. Teiste suuremate tuulikutootjate tuulikute pöörlemiskiirused jäävad samasse suurusjärku.

### 3.2 Varjutuse arvutamisel kasutatud lähteandmed ja metoodika

Varjutuse mõjuala ja varjutuse intensiivsus on modelleeritud WindPRO tarkvaraga kasutades moodulit SHADOW. Varjutamise kestuse ja ulatuse hindamisel kasutati Riigi Ilmateenistuse paljuaastaste keskmisi meteoroloogilisi andmeid päikesepaiste kestvuse osas<sup>32</sup> ja piirkonnas domineerivate tuulte jaotust.

Reaalset summaarset varjutamise (nn real case) modelleerimise juures kasutati lähima päikesepaiste kestust mõõtvat ilmajaama ehk Tartu-Tõravere ilmajaam andmeid. Tuulte jaotuse osas kasutati Viljandi meteoroloogiajaama andmeid. Varjutamise kestuse ja ulatuse hindamisel kasutati pikaajalisi keskmisi meteoroloogilisi andmeid päikesepaiste kestvuse osas ja piirkonnas domineerivate tuulte jaotust. Kui ilmastikuolud erinevad oluliselt statistilistest andmetest, erineb ka varjutuse hulk.

**Tabel 8. Modelleerimisel kasutatud päikesepaisteliste tundide andmed ööpäevas. Alus:** <https://www.ilmateenistus.ee/kliima/kliimanormid/paikesepaiste-kestus/>

| Kuu       | Keskmine päikepaiste kestvus ööpäevas |
|-----------|---------------------------------------|
| Jaanuar   | 1,09                                  |
| Veebruar  | 2,33                                  |
| Märts     | 4,53                                  |
| Aprill    | 6,36                                  |
| Mai       | 8,50                                  |
| Juuni     | 8,58                                  |
| Juuli     | 8,67                                  |
| August    | 7,34                                  |
| September | 5,07                                  |
| Oktoober  | 2,56                                  |
| November  | 1,00                                  |
| Detsember | 0,78                                  |

**Tabel 9. Tuuleturbiini arvestuslik tööaeg aastas ilmakaarte kaupa. Eeldatud on, et tuulikud töötavad kuni 90 % ajast. Lähtutud on Viljandi meteoroloogiajaama tuulteroosi andmetest.**

| Tuule suund | Tööaeg (tundi aastas) |
|-------------|-----------------------|
| N           | 670                   |
| NE          | 788                   |
| E           | 946                   |
| SE          | 670                   |
| E           | 1104                  |
| SW          | 946                   |
| W           | 1340                  |
| NW          | 631                   |

<sup>31</sup> Enercon. 2023. Product portfolio, technical data sheets (last updated 07/2023). Leitav <https://www.enercon.de/en/news-media/publications>

<sup>32</sup> Riigi Ilmateenistus. Päikesepaiste kestus. <https://www.ilmateenistus.ee/kliima/kliimanormid/paikesepaiste-kestus/>

Modelleerimises kasutatakse Eesti Maa-ameti maapinna kõrgusmodeli andmeid (25 m täpsusega andmevõrgustik). Varjutuskaardi vaatekõrguseks määrati 1,5 m, mis on inimese tavapärane vaatekõrgus. Varjutuse retseptorite kõrguseks määrati 1,5m maapinnast.

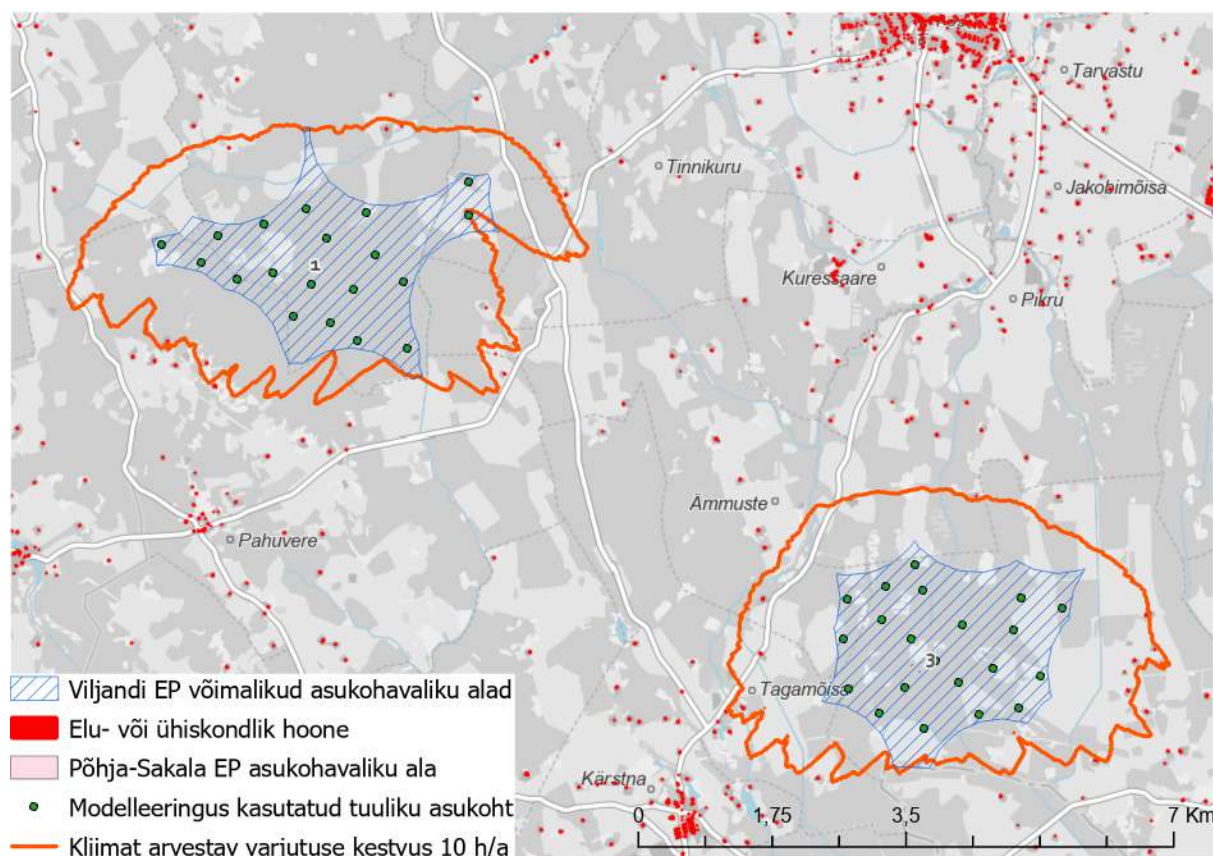
Reaalne hoones sees tekkida võib varjutus oleneb suuresti akende paigutusest, mida käesolevas hinnangus ei arvestatud.

Tuulikutena kasutati tuulikut torni kõrgusega 200 m ja rootori diameeter 180m (Vestase V172 7.2MW tuuliku alusel suurendatud tuulik). Tuulik on 290 m tipukõrgusega.

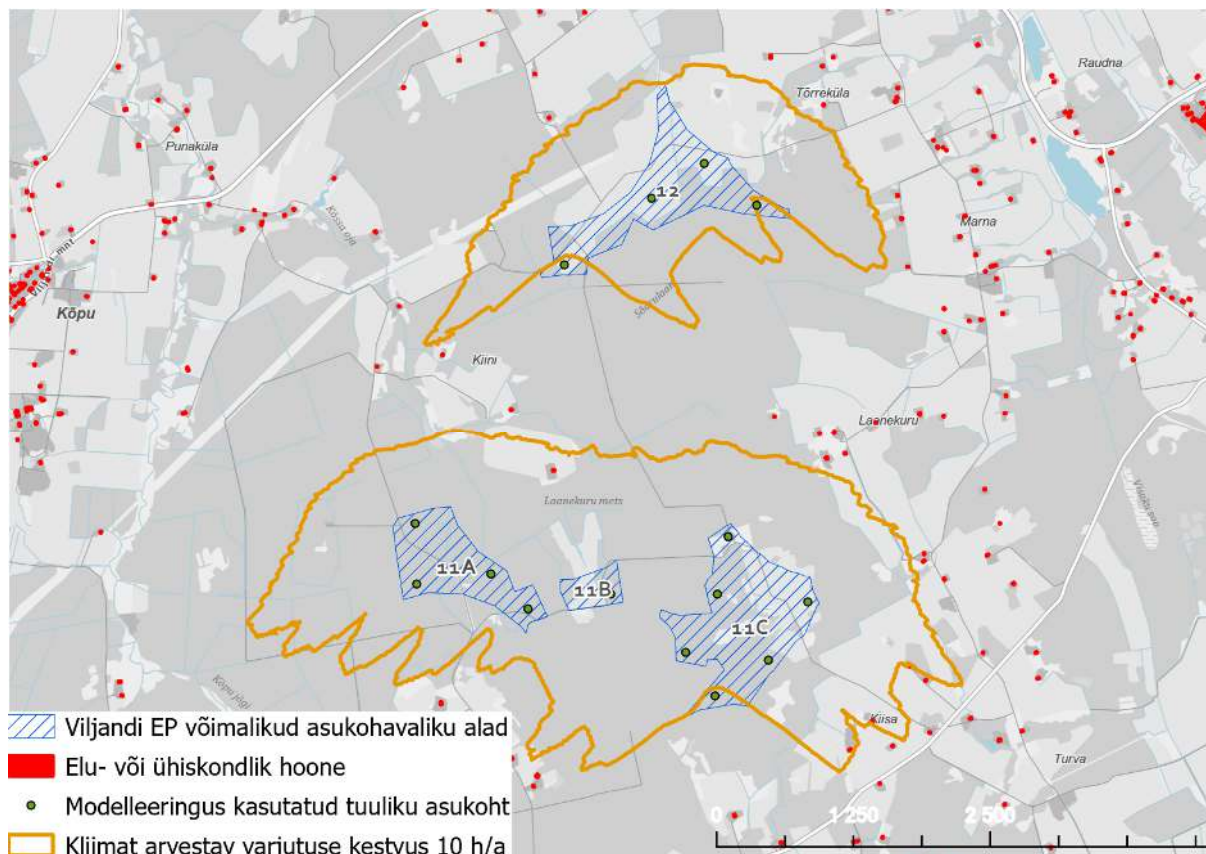
Mida kõrgem on tuulik ja eeskätt mida suurem on tiivik, seda kaugemale varjutus ulatub.

### 3.3 Varjutuse hindamise tulemused

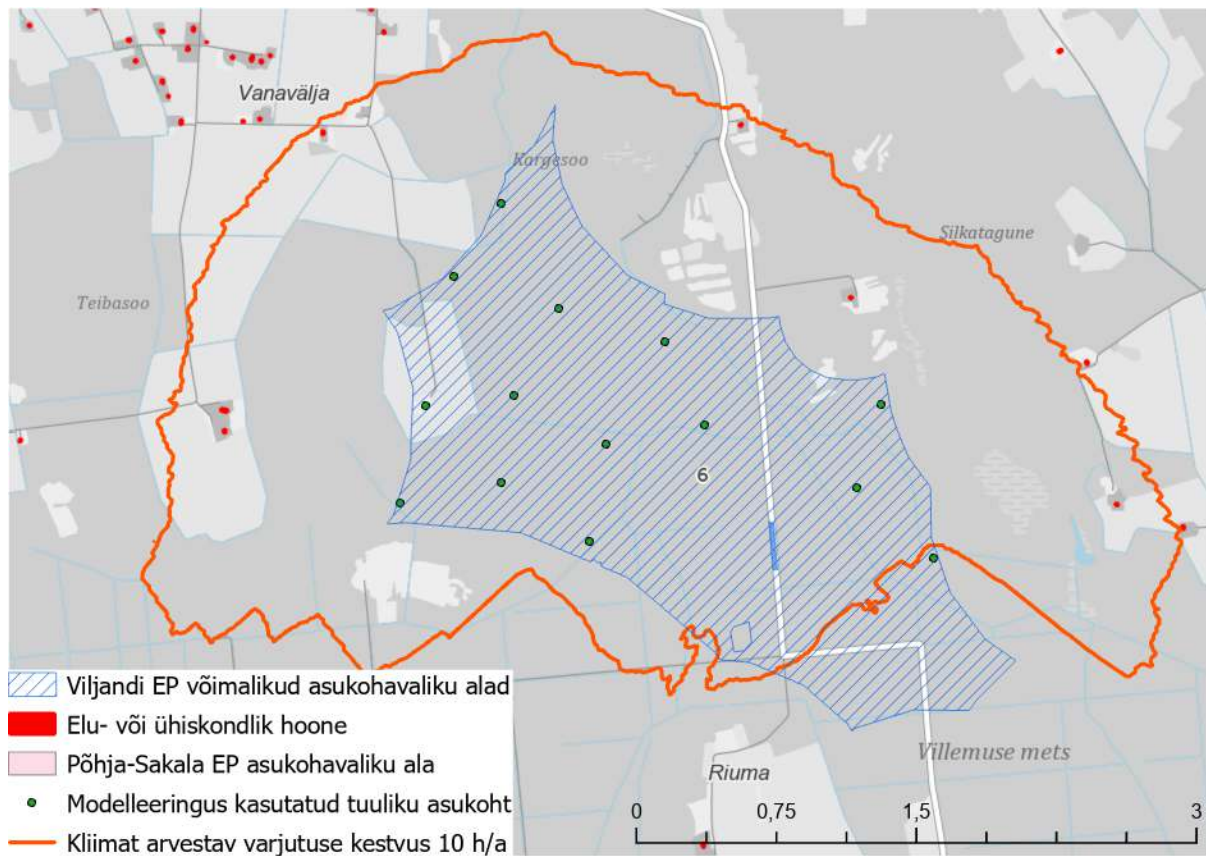
Varjutuse hinnangu tulemusena koostati varjutuse arvutuslik hinnang maksimaalse summaarse varjutuse kui ka reaalse summaarse varjutuse kestvuse osas. Häirival tasemel esineva varjutuse kestvuse isojooned on esitatud Joonis 7 kuni Joonis 11.



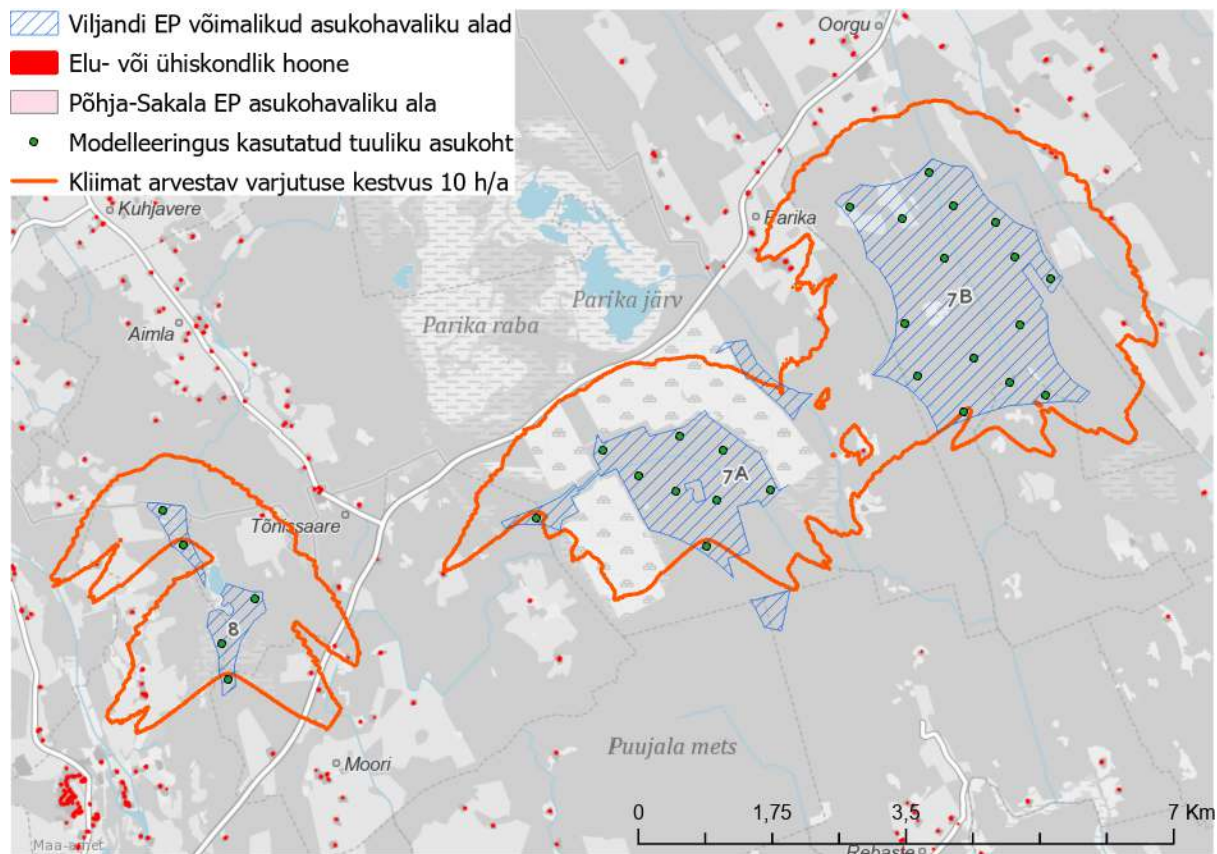
Joonis 7. Häiriva varjutuse esinemine alade 1 ja 3 koosmõjus.



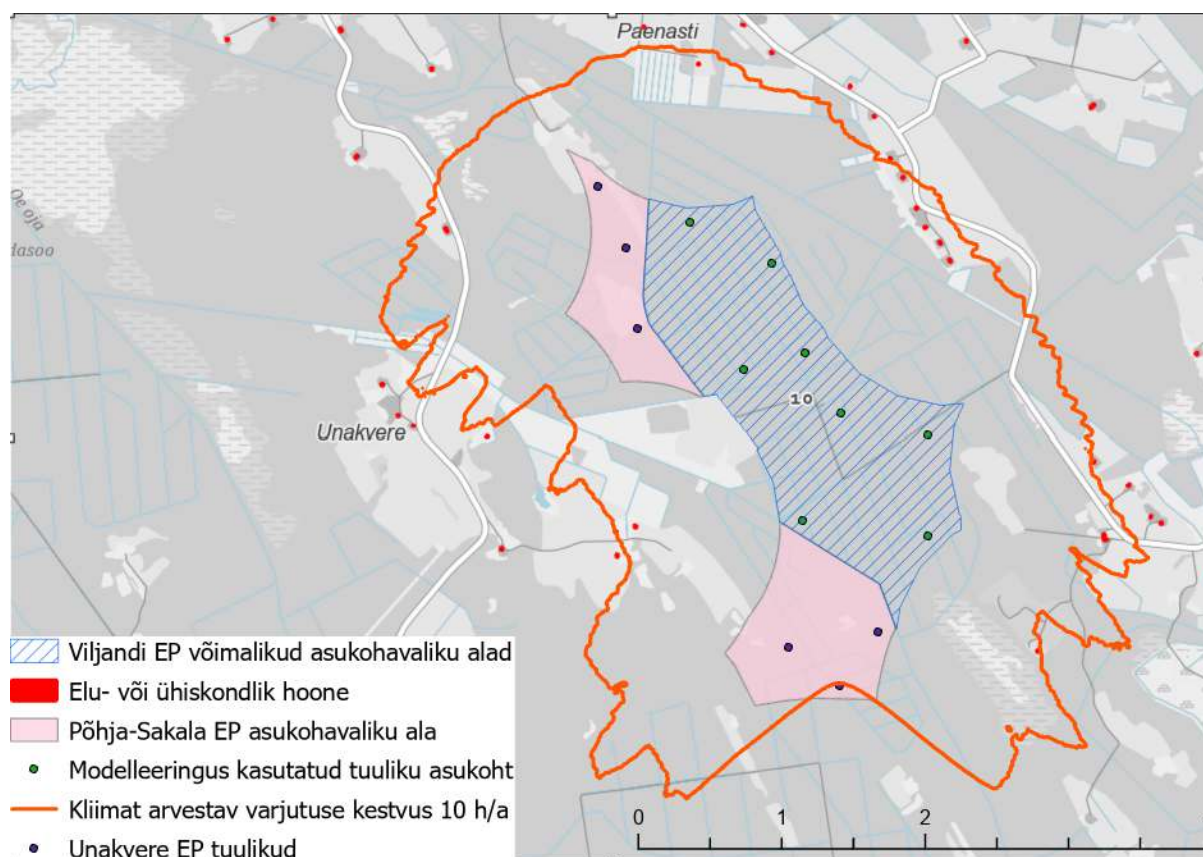
### Joonis 8. Häiriva varjutuse esinemine alade 11 ja 12 koosmõjus.



### Joonis 9. Häiriva varjutuse esinemine ala 6 puhul.



Joonis 10. Häiriva varjutuse esinemine alade 7 ja 8 koosmõjus.



**Joonis 11. Häiriva varjutuse esinemine ala 10 puhul koosmõjus Põhja-Sakala Unakvere EP tuulikutega.**

Varjutuse tasemed elamualadel on esitatud Tabel 10. Punasega on välja toodud väärtused mis ületavad kas maksimaalset teoreetilist varjutuse kestvust (kliimat arvestamata nn *worst case* arvutus) 30 h/a või kliimatingimusi arvestava arvutuse (nn *real case*) alusel 10 h/a. Tegu on väärtustega, mida erinevate riikide juhendites peetakse häiriva varjutuse taseme väärtusteks (vt ka ptk 3.1).

**Tabel 10. Varjutuse esinemine elamualadel**

| Nimetus          | x      | y       | Varjutuse kestvus h/a kliimat arvestamata | Aastas päevi millal teoreetiliselt varjutust võib esineda | Maksimaalne varjutuse kestvus päevas, h | Kliimat arvestav varjutuse kestvus h/a |
|------------------|--------|---------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| Kauri            | 608108 | 6487475 | 24:50                                     | 78                                                        | 00:25                                   | 01:51                                  |
| Loisu            | 610903 | 6445627 | 00:00                                     | 0                                                         | 00:00                                   | 00:00                                  |
| Musta            | 607322 | 6472816 | 00:00                                     | 0                                                         | 00:00                                   | 00:00                                  |
| Nõgla            | 612455 | 6448207 | 54:05                                     | 125                                                       | 00:34                                   | 12:32                                  |
| Tõnissaare tee 8 | 601370 | 6482086 | 21:31                                     | 66                                                        | 00:27                                   | 01:38                                  |
| Kungla-Metsa     | 601235 | 6482466 | 00:00                                     | 0                                                         | 00:00                                   | 00:00                                  |
| Hendriku         | 602729 | 6492343 | 50:22                                     | 136                                                       | 00:32                                   | 10:30                                  |
| Aaviku           | 599805 | 6483230 | 30:14                                     | 70                                                        | 00:30                                   | 02:06                                  |
| Jaanipõllu       | 601576 | 6480018 | 58:52                                     | 137                                                       | 00:37                                   | 13:22                                  |

|               |        |         |        |     |       |       |
|---------------|--------|---------|--------|-----|-------|-------|
| Pingu         | 600631 | 6481725 | 111:32 | 175 | 01:04 | 13:40 |
| Oina          | 605483 | 6454578 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Pilli         | 605351 | 6454733 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Ojavälja      | 600360 | 6454759 | 190:59 | 138 | 02:05 | 14:19 |
| Uue-Mõru      | 609024 | 6451446 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Vaino         | 601937 | 6451141 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Toltsi        | 609610 | 6451011 | 16:13  | 46  | 00:26 | 01:06 |
| Mukteni       | 610003 | 6451433 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Taga-Mõru     | 609224 | 6451190 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Uue-Soosaare  | 601326 | 6450943 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Laansoo       | 601894 | 6450815 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Mustlase      | 608218 | 6451200 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Lepalaane     | 600178 | 6451648 | 28:19  | 90  | 00:26 | 07:24 |
| Lepiku        | 606420 | 6448048 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Roo           | 607351 | 6472922 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Nurme         | 607083 | 6447437 | 53:41  | 140 | 00:30 | 13:18 |
| Väike-Kiisa   | 610081 | 6468554 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Aabrami       | 609279 | 6451220 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Tiritamme     | 602177 | 6479924 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Kutsari       | 604730 | 6494809 | 97:34  | 186 | 00:55 | 11:13 |
| Saariiku      | 601325 | 6479010 | 41:54  | 81  | 00:35 | 10:02 |
| Rehe          | 601493 | 6478271 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Kingu         | 609765 | 6473533 | 26:29  | 74  | 00:26 | 01:55 |
| Villemuse     | 611353 | 6468284 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Riumasoo      | 608584 | 6473793 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Peebu         | 604520 | 6455998 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Väike-Panni   | 599897 | 6455044 | 79:26  | 90  | 01:19 | 05:19 |
| Aaviku        | 599986 | 6455433 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Kungla        | 607582 | 6473288 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Tisleri       | 610870 | 6471484 | 252:36 | 210 | 02:10 | 29:38 |
| Väike-Kuusiku | 607664 | 6472764 | 29:10  | 83  | 00:28 | 03:01 |
| Laanemetsa    | 610280 | 6472409 | 132:55 | 191 | 01:21 | 12:44 |
| Uudse         | 607856 | 6472361 | 82:47  | 169 | 01:01 | 09:16 |
| Ilusmetsa     | 607285 | 6472424 | 20:12  | 63  | 00:25 | 03:00 |
| Kütiaseme     | 612347 | 6448656 | 55:34  | 120 | 00:50 | 11:58 |
| Tedrearu      | 600466 | 6455652 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Ruuduaru      | 607518 | 6470770 | 102:37 | 190 | 01:05 | 22:58 |
| Paisjärve     | 607335 | 6446037 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Veske         | 606903 | 6447131 | 14:30  | 43  | 00:26 | 03:37 |
| Iirise        | 600765 | 6478609 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Miku          | 603597 | 6455402 | 52:26  | 88  | 00:40 | 03:45 |
| Vanausse/1    | 584899 | 6463619 | 33:03  | 80  | 00:37 | 05:49 |
| Siimu         | 612061 | 6447912 | 82:00  | 188 | 00:54 | 18:42 |
| Lohu          | 612353 | 6447392 | 31:35  | 89  | 00:30 | 07:24 |
| Kuusiku       | 612600 | 6446724 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Uue-Ööpalu    | 610196 | 6451072 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |

|                     |        |         |        |     |       |       |
|---------------------|--------|---------|--------|-----|-------|-------|
| Kukese              | 599102 | 6452029 | 25:44  | 66  | 00:27 | 06:48 |
| Mäeveski            | 606706 | 6447131 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Kuusiku             | 606530 | 6492402 | 25:31  | 77  | 00:26 | 05:48 |
| Reinu               | 601744 | 6479866 | 49:14  | 129 | 00:32 | 11:24 |
| Kokamäe/1           | 611675 | 6446764 | 33:37  | 92  | 00:28 | 08:02 |
| Vaheveski           | 606749 | 6447263 | 11:00  | 35  | 00:24 | 02:40 |
| Koguli              | 612196 | 6448064 | 77:05  | 196 | 00:37 | 17:17 |
| Vindi               | 611511 | 6446260 | 03:40  | 21  | 00:13 | 00:52 |
| Lageda              | 603079 | 6496042 | 74:07  | 84  | 01:18 | 05:10 |
| Napi                | 584769 | 6462664 | 40:13  | 92  | 00:34 | 09:32 |
| Välbi               | 585717 | 6463414 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Pulli-Peetri        | 584012 | 6464555 | 75:22  | 149 | 00:39 | 07:18 |
| Univere             | 582742 | 6460792 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Metsniku            | 585327 | 6462189 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Suurematsi          | 584226 | 6461905 | 59:21  | 102 | 00:55 | 14:18 |
| Lannu               | 584916 | 6462534 | 34:54  | 88  | 00:30 | 08:19 |
| Jõõgre              | 583597 | 6461058 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Tammiste            | 584496 | 6461597 | 26:44  | 85  | 00:26 | 06:30 |
| Parastma            | 584082 | 6464797 | 40:22  | 100 | 00:32 | 03:47 |
| Kopli               | 584954 | 6462061 | 21:06  | 60  | 00:27 | 05:07 |
| Singisoo            | 585442 | 6462785 | 13:57  | 42  | 00:26 | 03:16 |
| Väljaotsa           | 584427 | 6462160 | 47:21  | 102 | 00:38 | 11:19 |
| Kalu                | 608303 | 6473030 | 57:26  | 104 | 00:48 | 03:57 |
| Univere-<br>Männiku | 581370 | 6461667 | 11:02  | 39  | 00:21 | 02:53 |
| Männiku             | 600341 | 6450249 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Satre               | 579892 | 6466632 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Jaagu               | 606140 | 6492287 | 61:18  | 145 | 00:34 | 13:54 |
| Tulba               | 608056 | 6446527 | 20:59  | 58  | 00:28 | 05:17 |
| Leinpõllu           | 583536 | 6464947 | 66:17  | 92  | 01:00 | 04:40 |
| Karusaadu           | 611199 | 6450207 | 58:16  | 78  | 00:58 | 04:00 |
| Tisleri             | 610124 | 6450217 | 102:45 | 132 | 01:03 | 08:34 |
| Karukäpa            | 607363 | 6449537 | 50:09  | 119 | 00:40 | 05:58 |
| Rehila              | 585275 | 6466775 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Karu                | 607279 | 6449765 | 15:23  | 41  | 00:29 | 01:48 |
| Kallaku             | 608282 | 6473492 | 27:14  | 68  | 00:27 | 01:36 |
| Männiku             | 606776 | 6493581 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Ristivälja          | 606972 | 6485930 | 15:21  | 38  | 00:30 | 03:07 |
| Pasuna              | 607815 | 6450090 | 61:44  | 151 | 00:38 | 05:12 |
| Elbi-Kaljula        | 610495 | 6487013 | 63:21  | 139 | 00:40 | 05:51 |
| Kõrtsi              | 607025 | 6485406 | 20:41  | 50  | 00:32 | 05:09 |
| Uue-Peebu           | 584697 | 6466754 | 18:15  | 46  | 00:32 | 04:18 |
| Torimo-Ritsu        | 585076 | 6467402 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Jaanisalu           | 580505 | 6465512 | 40:36  | 103 | 00:29 | 06:29 |
| Simuski             | 598420 | 6453207 | 44:26  | 101 | 00:39 | 10:54 |
| Marna               | 585228 | 6466588 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |

|                         |        |         |        |     |       |       |
|-------------------------|--------|---------|--------|-----|-------|-------|
| <b>Tuudevere kordon</b> | 599237 | 6482959 | 62:12  | 78  | 01:03 | 04:14 |
| <b>Marimetsa</b>        | 601831 | 6493006 | 25:37  | 56  | 00:33 | 06:39 |
| <b>Kivilöövi</b>        | 606131 | 6492318 | 63:38  | 148 | 00:34 | 14:23 |
| <b>Orjatu</b>           | 599386 | 6451975 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Tõnissaare tee 7</b> | 601313 | 6482067 | 24:45  | 78  | 00:27 | 01:51 |
| <b>Liiva</b>            | 609728 | 6451398 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Niidu</b>            | 581977 | 6469070 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Saare</b>            | 601546 | 6494445 | 77:53  | 156 | 00:55 | 17:07 |
| <b>Metsakassi</b>       | 610446 | 6446292 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Memme</b>            | 584522 | 6461108 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Võidumaa</b>         | 601366 | 6479442 | 62:12  | 140 | 00:36 | 14:55 |
| <b>Lepalohu</b>         | 585086 | 6465931 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Änilase</b>          | 602412 | 6455005 | 142:19 | 150 | 01:18 | 12:23 |
| <b>Kivimurru</b>        | 602133 | 6481138 | 10:06  | 31  | 00:25 | 01:54 |
| <b>Raia</b>             | 598925 | 6480457 | 43:23  | 113 | 00:34 | 07:25 |
| <b>Paisuoja</b>         | 580108 | 6465955 | 13:45  | 40  | 00:27 | 03:23 |
| <b>Venessilla</b>       | 597971 | 6481861 | 25:15  | 69  | 00:31 | 04:51 |
| <b>Univere-Saare</b>    | 581336 | 6461572 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Kurika-Tõnise</b>    | 599292 | 6478185 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Pihlaka</b>          | 602473 | 6455447 | 40:22  | 104 | 00:29 | 03:01 |
| <b>Tõnissaare tee 6</b> | 601395 | 6482058 | 19:56  | 59  | 00:26 | 01:32 |
| <b>Piiraja</b>          | 581133 | 6465012 | 43:05  | 103 | 00:32 | 03:42 |
| <b>Songa</b>            | 579905 | 6465404 | 26:58  | 60  | 00:31 | 01:44 |
| <b>Mulgi</b>            | 607051 | 6447460 | 45:48  | 114 | 00:30 | 11:40 |
| <b>Villike</b>          | 602612 | 6455046 | 134:26 | 141 | 01:28 | 11:39 |
| <b>Mängu</b>            | 607851 | 6486840 | 70:46  | 136 | 00:58 | 05:40 |
| <b>Toominga</b>         | 601265 | 6479662 | 57:30  | 123 | 00:38 | 13:30 |
| <b>Saare</b>            | 583119 | 6463827 | 278:49 | 177 | 02:24 | 30:03 |
| <b>Sirtsu</b>           | 585026 | 6467404 | 09:29  | 30  | 00:24 | 01:45 |
| <b>Saare</b>            | 599377 | 6478141 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Kantsiku</b>         | 584259 | 6461064 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Reinu</b>            | 608484 | 6482567 | 38:21  | 96  | 00:31 | 08:29 |
| <b>Vana-Rulli</b>       | 583946 | 6464787 | 63:21  | 122 | 00:42 | 05:31 |
| <b>Kopa</b>             | 607463 | 6473256 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Vaga</b>             | 603963 | 6451809 | 23:25  | 56  | 00:33 | 05:37 |
| <b>Ibise</b>            | 603839 | 6452071 | 29:47  | 76  | 00:37 | 07:06 |
| <b>Oina</b>             | 612113 | 6447675 | 68:33  | 172 | 00:37 | 16:13 |
| <b>Mäearu</b>           | 603717 | 6452675 | 106:08 | 184 | 01:04 | 23:37 |
| <b>Luhasadu</b>         | 583171 | 6461307 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Vana-Kuninga</b>     | 580491 | 6462326 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Kadastiku</b>        | 583984 | 6467790 | 51:05  | 108 | 00:39 | 06:30 |
| <b>Tõnissaare tee 5</b> | 601377 | 6482021 | 20:25  | 59  | 00:27 | 01:36 |

|                    |        |         |        |     |       |       |
|--------------------|--------|---------|--------|-----|-------|-------|
| Pihlaka            | 607184 | 6472640 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Tammerinna         | 603631 | 6496141 | 35:53  | 98  | 00:27 | 02:45 |
| Moori karjamõis    | 601395 | 6478308 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Nõlvi              | 602923 | 6495859 | 102:52 | 93  | 01:31 | 07:15 |
| Nurme              | 603101 | 6496002 | 78:31  | 88  | 01:17 | 05:33 |
| Otsa               | 607763 | 6472779 | 33:00  | 90  | 00:29 | 03:15 |
| Kändla             | 603815 | 6495679 | 86:04  | 136 | 00:58 | 07:27 |
| Juuriku            | 581518 | 6464444 | 150:59 | 174 | 01:33 | 14:26 |
| Soopõllu           | 604361 | 6495444 | 51:35  | 129 | 00:33 | 04:43 |
| Roodeviku          | 598074 | 6454213 | 12:08  | 36  | 00:27 | 01:37 |
| Loo                | 608516 | 6473208 | 57:16  | 82  | 00:55 | 03:37 |
| Tuule              | 584459 | 6464894 | 34:29  | 94  | 00:26 | 03:04 |
| Palu               | 607169 | 6446412 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Johanalle          | 607915 | 6484297 | 37:31  | 87  | 00:38 | 07:00 |
| Rabi-Markuse       | 601677 | 6450795 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Metsa              | 581478 | 6467673 | 68:22  | 152 | 00:35 | 07:21 |
| Kassi              | 610662 | 6445910 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Murikatsi          | 607520 | 6445949 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Kütimäe            | 600068 | 6451950 | 81:38  | 130 | 00:57 | 20:55 |
| Muldmäe            | 607957 | 6473648 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Lohu               | 608045 | 6472367 | 117:32 | 185 | 01:08 | 12:27 |
| Alliku             | 608371 | 6472906 | 84:01  | 114 | 00:57 | 05:59 |
| Koigo              | 599661 | 6451918 | 18:28  | 70  | 00:26 | 04:39 |
| Anne               | 602407 | 6496016 | 75:05  | 74  | 01:12 | 04:55 |
| Kaasiku            | 603305 | 6495599 | 147:15 | 133 | 01:41 | 11:47 |
| Jaagusaare         | 603615 | 6495872 | 90:12  | 117 | 01:13 | 07:05 |
| Kõre               | 601630 | 6480784 | 33:51  | 80  | 00:38 | 06:45 |
| Siimuri            | 604885 | 6494463 | 130:04 | 199 | 01:01 | 16:20 |
| Poka               | 602865 | 6492378 | 64:33  | 164 | 00:36 | 13:36 |
| Suurekivi          | 606457 | 6492447 | 28:04  | 83  | 00:27 | 06:20 |
| Turbakeskuse/<br>1 | 606447 | 6484956 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Vadi               | 608624 | 6487027 | 103:22 | 128 | 01:08 | 08:06 |
| Tõnni              | 609509 | 6487847 | 17:01  | 46  | 00:26 | 01:10 |
| Aia-Lutsu          | 607105 | 6486208 | 16:53  | 40  | 00:32 | 02:45 |
| Elbi               | 610951 | 6486460 | 99:41  | 194 | 00:53 | 10:46 |
| Tatsu              | 612294 | 6470379 | 76:59  | 181 | 00:40 | 17:29 |
| Kaalimäe           | 600128 | 6483255 | 24:25  | 82  | 00:27 | 01:49 |
| Pihlaka            | 605670 | 6491511 | 51:23  | 115 | 00:38 | 11:45 |
| Vana-Roosimäe      | 606186 | 6485604 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Kopli              | 601182 | 6482346 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Mandli             | 584180 | 6464599 | 65:08  | 148 | 00:32 | 06:10 |
| Urba               | 610419 | 6444972 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Lutso              | 585480 | 6463673 | 09:54  | 31  | 00:25 | 01:59 |
| Suure-Pari         | 613089 | 6483274 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Esku               | 613155 | 6483163 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |

|               |        |         |        |     |       |       |
|---------------|--------|---------|--------|-----|-------|-------|
| Sepa/2        | 600932 | 6482930 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Uue-Sibari    | 612904 | 6483832 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Härma         | 611893 | 6484228 | 78:57  | 178 | 00:39 | 15:57 |
| Kaasiku       | 598376 | 6454819 | 15:55  | 48  | 00:26 | 01:09 |
| Ässa          | 600399 | 6483213 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Kõrgesaare    | 612938 | 6469842 | 12:23  | 37  | 00:26 | 02:55 |
| Noplimetsa    | 607337 | 6448869 | 84:18  | 161 | 01:01 | 15:01 |
| Tammevälja    | 612649 | 6470256 | 41:41  | 114 | 00:31 | 09:31 |
| Alt-Venesilla | 598129 | 6481963 | 30:36  | 77  | 00:34 | 05:33 |
| Tõnise        | 606937 | 6447911 | 54:46  | 159 | 00:28 | 13:22 |
| Taremurru     | 612134 | 6471137 | 58:55  | 137 | 00:37 | 09:15 |
| Vahtra        | 607357 | 6473121 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Suur-Vanausse | 604760 | 6454146 | 37:33  | 89  | 00:33 | 08:27 |
| Kuumasaare    | 611185 | 6487161 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Nopli         | 607309 | 6448155 | 104:02 | 193 | 00:57 | 23:41 |
| Kungla        | 606061 | 6492829 | 43:53  | 97  | 00:36 | 09:24 |
| Suigu-Saare   | 612376 | 6484221 | 30:30  | 90  | 00:28 | 06:18 |
| Söödi         | 581139 | 6461825 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Kokamäe       | 611707 | 6446757 | 35:49  | 96  | 00:31 | 08:34 |
| Teelahkme     | 607422 | 6472850 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Nahka         | 598461 | 6481086 | 34:55  | 85  | 00:37 | 08:49 |
| Viidiku/1     | 604317 | 6455893 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Sadama        | 611152 | 6445772 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Tamme         | 607591 | 6473170 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Teeääre       | 607921 | 6487013 | 65:32  | 122 | 00:54 | 05:02 |
| Vaheri        | 612635 | 6446879 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Vabarna       | 585456 | 6464271 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Lagendiku     | 606303 | 6492665 | 31:59  | 84  | 00:30 | 07:08 |
| Kantsiku/1    | 584296 | 6461074 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Uue-Jamso     | 604127 | 6480606 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Mihkeri       | 604640 | 6494941 | 71:33  | 169 | 00:38 | 08:33 |
| Lohu          | 584753 | 6466314 | 23:03  | 61  | 00:30 | 05:32 |
| Metsasalu     | 584660 | 6466965 | 17:41  | 42  | 00:32 | 03:55 |
| Kuuse         | 604530 | 6495236 | 61:05  | 150 | 00:35 | 06:04 |
| Uue-Tisleri   | 610780 | 6450714 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Uue-Moori     | 601478 | 6478340 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Veskioja      | 611661 | 6486213 | 52:36  | 156 | 00:28 | 05:30 |
| Adu           | 604824 | 6494596 | 122:30 | 193 | 00:58 | 14:41 |
| Lokota        | 604514 | 6479847 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Taki          | 607715 | 6472747 | 31:09  | 86  | 00:28 | 03:12 |
| Nurmekunna    | 607617 | 6472428 | 30:00  | 79  | 00:30 | 04:16 |
| Kuusiku       | 607706 | 6472440 | 59:01  | 158 | 00:32 | 06:13 |
| Nurga         | 601910 | 6479024 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| Mägiraude     | 604661 | 6454803 | 32:07  | 80  | 00:33 | 05:04 |
| Jõksi         | 599559 | 6452231 | 42:46  | 114 | 00:28 | 10:57 |
| Metsanurga    | 585086 | 6463454 | 27:25  | 73  | 00:33 | 05:16 |

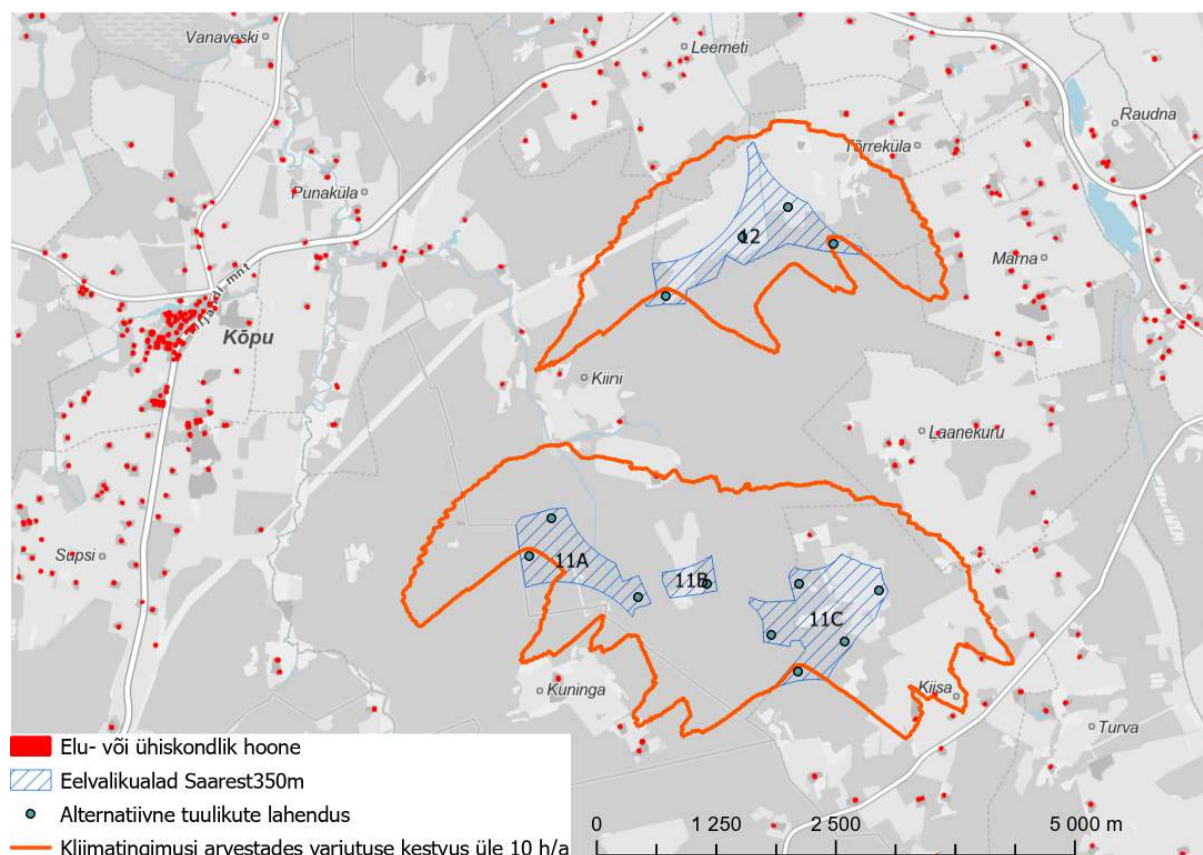
|                       |        |         |        |     |       |       |
|-----------------------|--------|---------|--------|-----|-------|-------|
| <b>Torimo-Ritsu/1</b> | 585106 | 6467378 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Pärdi</b>          | 602738 | 6492176 | 36:08  | 87  | 00:32 | 07:08 |
| <b>Laiakivi</b>       | 584614 | 6461937 | 31:00  | 87  | 00:29 | 07:21 |
| <b>Tammiku</b>        | 607824 | 6473515 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Ressari</b>        | 607216 | 6472562 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Evardi</b>         | 605057 | 6494231 | 114:00 | 202 | 00:51 | 14:14 |
| <b>Kusma</b>          | 607560 | 6472771 | 25:43  | 77  | 00:26 | 02:45 |
| <b>Kase</b>           | 599513 | 6483461 | 15:11  | 44  | 00:25 | 01:02 |
| <b>Teeääre</b>        | 584987 | 6467468 | 09:44  | 30  | 00:25 | 01:42 |
| <b>Vanatoa</b>        | 602484 | 6496227 | 25:34  | 58  | 00:31 | 01:45 |
| <b>Nurmisaare</b>     | 601326 | 6478398 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Ruudiaru</b>       | 607516 | 6470882 | 105:11 | 201 | 01:00 | 22:45 |
| <b>Elbi-Tooma</b>     | 610936 | 6486476 | 98:56  | 192 | 00:53 | 10:38 |
| <b>Sepa</b>           | 600907 | 6482897 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Meltsa</b>         | 597868 | 6453336 | 11:38  | 34  | 00:26 | 02:41 |
| <b>Juurika</b>        | 602993 | 6480960 | 36:41  | 80  | 00:32 | 09:26 |
| <b>Miku-Peetri</b>    | 608487 | 6450184 | 138:24 | 132 | 01:29 | 10:22 |
| <b>Kivila</b>         | 611724 | 6485601 | 54:06  | 128 | 00:38 | 09:05 |
| <b>Tagaveski</b>      | 606856 | 6447397 | 12:29  | 38  | 00:26 | 03:01 |
| <b>Elbiniidu</b>      | 610856 | 6486532 | 97:33  | 187 | 00:53 | 10:22 |
| <b>Viidiku</b>        | 604374 | 6455949 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Sammuli</b>        | 607218 | 6487081 | 15:30  | 48  | 00:26 | 01:08 |
| <b>Liivausse</b>      | 585593 | 6463961 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Naanu</b>          | 598730 | 6478375 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Soosaare</b>       | 598523 | 6478498 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Kõnnuka</b>        | 599063 | 6479707 | 87:26  | 165 | 00:57 | 21:27 |
| <b>Kampuse</b>        | 599055 | 6479520 | 74:01  | 142 | 00:38 | 18:10 |
| <b>Suur-Kõnnu</b>     | 599104 | 6479374 | 60:47  | 120 | 00:39 | 15:28 |
| <b>Väike-Kõnnu</b>    | 599065 | 6479385 | 63:14  | 125 | 00:37 | 16:02 |
| <b>Tähisma</b>        | 599111 | 6478438 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Naano</b>          | 598801 | 6478227 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Allika</b>         | 598834 | 6478163 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Tiidu</b>          | 598975 | 6478375 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Küti</b>           | 598839 | 6478135 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Põllu</b>          | 603445 | 6496159 | 37:01  | 89  | 00:33 | 02:45 |
| <b>Ritsu</b>          | 600870 | 6450728 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Vanausse</b>       | 584902 | 6463687 | 31:53  | 79  | 00:36 | 05:20 |
| <b>Mäe</b>            | 608349 | 6487747 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Püksi</b>          | 611397 | 6486946 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Lombi</b>          | 606682 | 6485687 | 11:06  | 33  | 00:26 | 02:27 |
| <b>Turbakeskuse</b>   | 606665 | 6484974 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Vahesaare</b>      | 607177 | 6486322 | 17:50  | 42  | 00:33 | 02:35 |
| <b>Väike-Kuuri</b>    | 607385 | 6486487 | 22:25  | 49  | 00:36 | 02:46 |
| <b>Tamme</b>          | 606845 | 6486665 | 10:39  | 33  | 00:25 | 01:19 |
| <b>Orja</b>           | 607086 | 6485184 | 30:10  | 75  | 00:33 | 07:35 |
| <b>Parika</b>         | 607533 | 6484947 | 28:59  | 84  | 00:27 | 06:02 |

|                        |        |         |        |     |       |       |
|------------------------|--------|---------|--------|-----|-------|-------|
| <b>Parika talu</b>     | 607472 | 6485032 | 25:06  | 75  | 00:27 | 05:05 |
| <b>Soo</b>             | 583974 | 6468143 | 50:48  | 128 | 00:32 | 04:43 |
| <b>Uue-Kundru</b>      | 584072 | 6468225 | 43:53  | 123 | 00:29 | 04:03 |
| <b>Elbi-Välba</b>      | 611001 | 6486401 | 102:44 | 200 | 00:52 | 11:17 |
| <b>Suur-Seamiku</b>    | 584655 | 6467856 | 12:31  | 36  | 00:27 | 01:40 |
| <b>Piiri-Jaani</b>     | 604988 | 6494355 | 121:49 | 202 | 00:57 | 15:53 |
| <b>Vana-Tõnissaare</b> | 601894 | 6481856 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Lepiku</b>          | 599617 | 6483366 | 21:06  | 54  | 00:28 | 01:28 |
| <b>Väike-Venesilla</b> | 598308 | 6482451 | 32:37  | 73  | 00:39 | 04:01 |
| <b>Kundru</b>          | 583501 | 6468229 | 77:26  | 113 | 01:04 | 06:30 |
| <b>Salu</b>            | 581348 | 6468073 | 39:04  | 118 | 00:28 | 03:37 |
| <b>Seamiku</b>         | 584662 | 6467944 | 12:01  | 37  | 00:26 | 01:33 |
| <b>Tammeniidu</b>      | 581393 | 6468642 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Nurme</b>           | 583539 | 6469198 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Aasa</b>            | 581765 | 6468783 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Seamiku-Ansu</b>    | 584640 | 6467821 | 12:53  | 37  | 00:27 | 01:44 |
| <b>Uuesaare</b>        | 583021 | 6469272 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Kaasiku</b>         | 581652 | 6468749 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |
| <b>Käära</b>           | 581802 | 6468636 | 15:05  | 48  | 00:25 | 01:05 |
| <b>Tänav</b>           | 581834 | 6468806 | 00:00  | 0   | 00:00 | 00:00 |

Varjutuse modelleerimise tulemustest ilmnes, et mitmel tuulepargialade lähialadel võib esineda häirival tasemel varjutust st üle 10 reaalse varjutustunni aastas või üle 30 maksimaalse varjutustunni aastas või üle 30 minuti päevas.

### 3.3.1 Müraservituudiga alternatiivne lahendus ala 11 puhul

Alade 11 puhul hinnati lisaks ka alternatiivset lahendust, mille korral Saare katastriüksusel elamu säilitatakse. Sellise lahenduse korral on alal 11 tuulikute arvu vähendatud üheksale. Üle 10 h esineva varjutuse taseme ulatus on esitatud Joonis 12.



Joonis 12. Alade 11 ja 12 varjutuse koosmõju ala 11C vähendatud lahenduse puhul.

### 3.4 Järeldused

Varjutuse modelleeringust saab järeldada, et enamikel tuulepargialade lähiala elamualadel on varjutuse soovitatavad tasemed tagatud. Samas esineb pea kõigi võimalike tuulepargi asukohavaliku alade lähialal elamualasid, mille suhtes võib esineda varjutuse häiringut.

Häirivat varjutust (st kliimatingimusi arvestavalt üle 10 h varjutust summaarselt aastas või ilma kliimatingimusi arvestades üle 30 h/a) elamualadel tuleb vältida. Varjutuse vältimiseks on kaks võimalust:

- Rajada vastavate elamualade häiringu vähendamiseks haljastusest varjutuse tõke – tagamaks aastaringset toimimist tuleb kasutada igihaljaid liike nt kuuske. Tõke (tihe puude riba) tuleks varjutuse tõkestamiseks rajada varjutuse poolt mõjutatava elamuala tuulepargi poolse õueala kaitseks. Kuivõrd meedet tuleks rakendada väljaspool asukohavaliku ala huvitatud isikule mittekuuluvatel kinnistutel, võib selle elluviimine olla keerukas ning nõuab koostööd vastava mõjutatava elamuala omanikuga.
- Kasutada tuulikutele automaatset varjutuse esinemise jälgimissüsteemi, mis võimaldab valgustugevuse andurite ja tuuliku automaatse juhtimissüsteemi koostöös häiriva varjutuse esinemise ajaks tuuliku töö peatada.
- Kui realselt ilmneb, et kasutada soovitakse väiksemaid tuulikuid, siis on lubatav tuulikute edasisel kavandamisel teostada täiendav varjutuse modelleerimine valitud tuuliku mudeli ja lõplikult määratud asukoha alusel. Kui modelleeringust ilmneb, et häirivat varjutuse taset elamualadel ei teki, siis eelnevalt toodud meetmete rakendamine ei ole vajalik.

## 4 Tuulikute nähtavus

### 4.1 Tuulikute nähtavuse iseloom

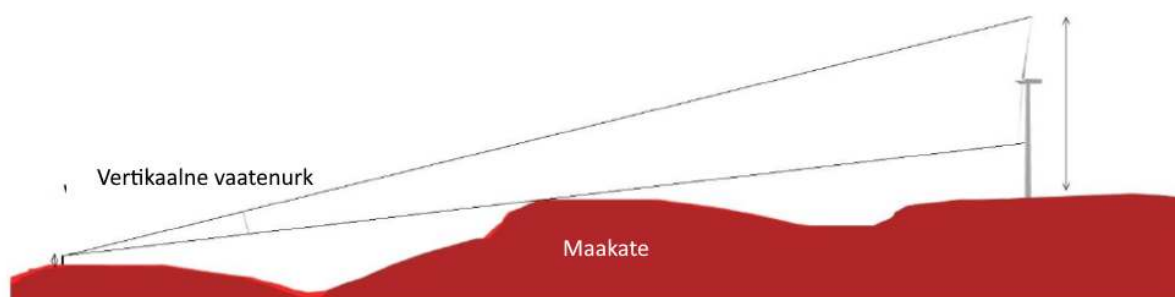
Tuulepargi nähtavus sõltub tuulikute suurusest, vaatleja kaugusest, maastiku omadustest, sh reljeefist ja taimkattest, kellaajast, atmosfääri tingimustest jpm. Eesti puhul ei mõjuta tuulikute nähtavust olulisel määral reljeef, kuid mõjutavad metsaalad. Metsasuse tõttu maismaal ulatuslikud vaatekoridorid valdavalt puuduvad. Seoses vaatleja läheduses paiknevate takistustega (nt mets, hooned vms) ei pruugi tuulik olla nähtav ka juhul, kui paikneb vaatluspunkti lähedal. Samas avatud vaate korral võib selgelt nähtav ka olla mitmekümnete km kaugusel paiknevad tuulikud.

### 4.2 Nähtavuse arvutamisel kasutatud lähteandmed ja metoodika

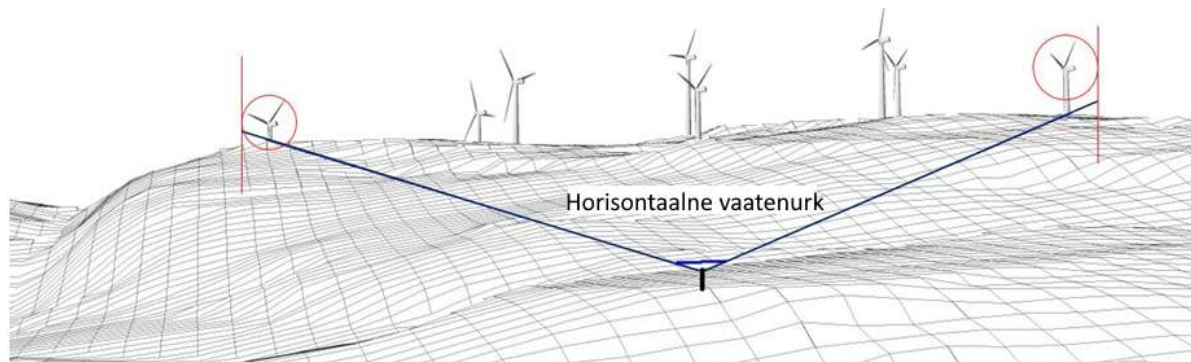
Tuulepargi nähtavuse olulisuse hinnangud on antud lähtuvalt Tara, A, 2022 a avaldatud artiklis „DVC as a Supplement to ZVI: Mapping Degree of Visible Change for Wind Farms“ kirjeldatud skaalast.

Tuulepargi nähtavuse hindamiseks kasutati spetsiaaltarkvara WindPRO 4.0. Reljeefi andmestikuna kasutati Maa-ameti maapinna kõrgusmodelit täpsusega 25 m ja maakatte kõrgusmodelit täpsusega 5 m. Sellise lähenemisega on võimalik saada indikatiivne kaart tuulepargi nähtavuse kohta ehk selgitada välja piirkonnad, kust tuulepark võib olla olulisel määral nähtav. Samuti võimaldab tarkvara arvutada välja tuuliku nähtavuse vertikaalse ja horisontaalse vaatenurga, mis võimaldab määrata tuulepargist tingitud vaate muutuse olulisust.

Vertikaalne vaatenurk on nurk, mis moodustub vaatepunktist maakatte ja tuuliku tipu vahele (Joonis 13). Horisontaalne vaatenurk on vaatepunktist avaneva kahe kaugeima tuuliku kõige kaugemate punktide vahel moodustuv nurk (Joonis 14).



Joonis 13. Vertikaalne vaatenurk. Allikas: WindPro user manual.



**Joonis 14. Horisontaalne vaatenurk. Allikas: WindPro 4.0 kasutusjuhend.**

Nähtavuse ja vaatenurkade modelleerimine teostati 50x50 m ruudustikuna ligi 60x60 km suurusel alal. Nähtavuskaardi vaatekõrguseks määrati 1,5 m, mis on inimese tavapärane vaatekõrgus.

### 4.3 Nähtavuse hindamise tulemused

Nähtavusanalüüsist ilmnes, et kuna suured kõrguste vahed piirkonnas puuduvad, siis reljeefist tulenev nähtavuse piiramine on vähene. Samas on tegu metsase alaga ning eeskätt puistu vähendab oluliselt kavandatava tuulepargi nähtavust. Asustatud aladel vähendavad nähtavust oluliselt hooned.

Nähtavusanalüüs koostati tuulikute tipu kõrgusega 290 m. Nähtavusanalüüs teostati 347 038 ha suurusel alal (umbes 60x60 km). Ilmnes, et tuulikud jäävad nähtavaks 31,2 % analüüsitud alast. Tuulikud on nähtavad lagedatelt aladelt nagu näiteks piirkonnas paiknevad põllumajandusmaad ning lagerabad.

Tuulepargi poolt põhjustatavat visuaalse mõju olulisuse hinnangud on antud lähtuvalt Tara, A, 2022 a avaldatud artiklis „DVC as a Supplement to ZVI: Mapping Degree of Visible Change for Wind Farms“ kirjeldatud skaalast. Tuulepargi põhjustatav vertikaalse ja horisontaalse vaatenurga mõju olulisus ja mõjutatud ala suurus on esitatud Tabel 11 ja Joonis 15 ning Joonis 16.

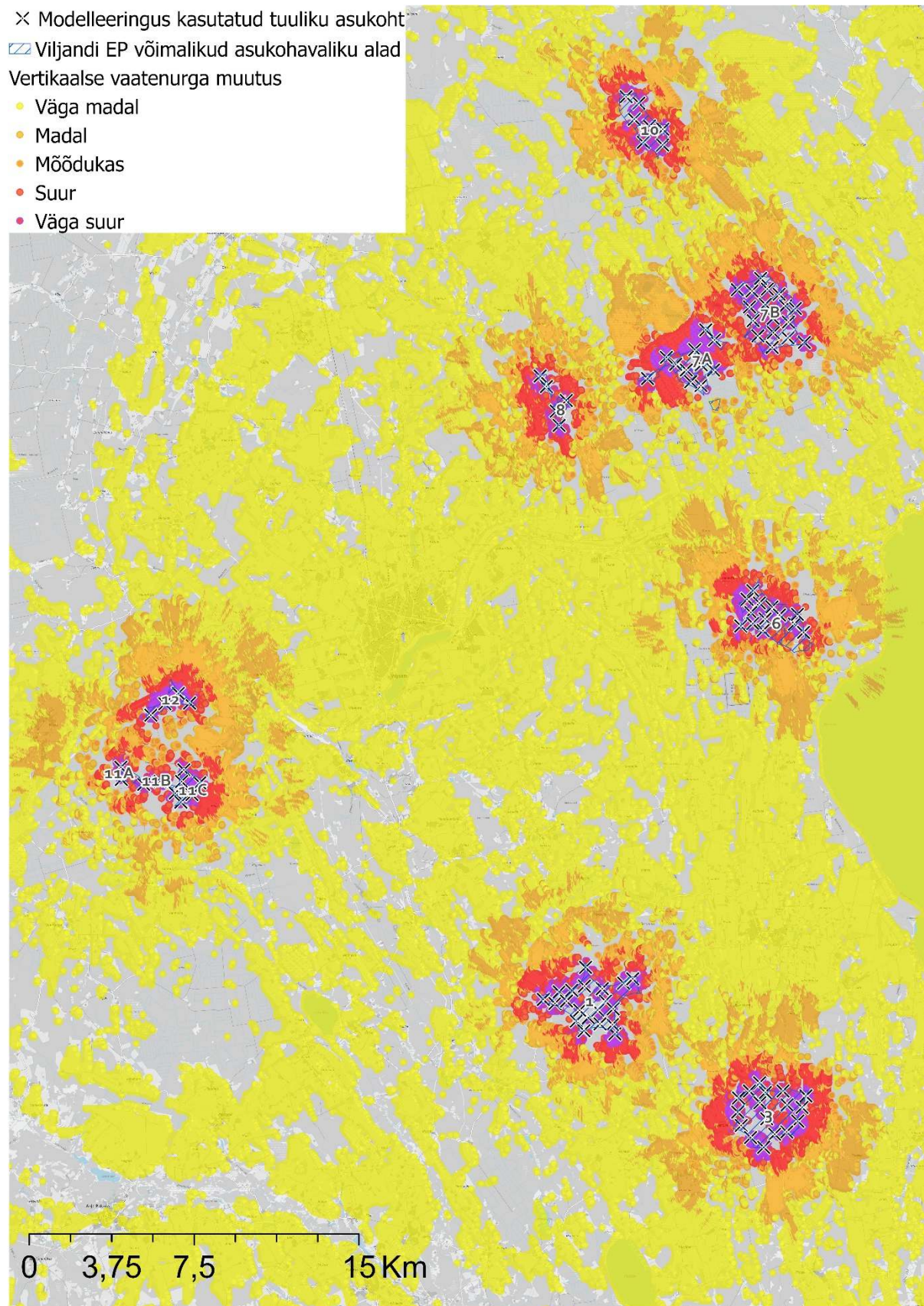
Vertikaalse (v) ja horisontaalse (h) vaatenurga muutuse alusel leiti maastikuvaate koondmuutus ( $v \cdot h$ ) ja anti selle alusel hinnang vaate muutuse olulisusele. Maastikuvaate muutuse olulisus on kujutatud Joonis 17. Maastikuvaate muutuse olulisus on arvutuslik suurus. Reaalne muutuse olulisus sõltub ka mõjutatava maastiku väärtusest. Mõju võib teatud vaadete ja väärtuslike maastiku suhtes osutada oluliselt ebasoodsaks ka juhul kui arvutuslik vaate muutus on mõõdukas, kuid vaade ise on nt olulise tähtsusega.

**Tabel 11. Vertikaalse ja horisontaalse vaatenurga muutuse mõju olulisus.**

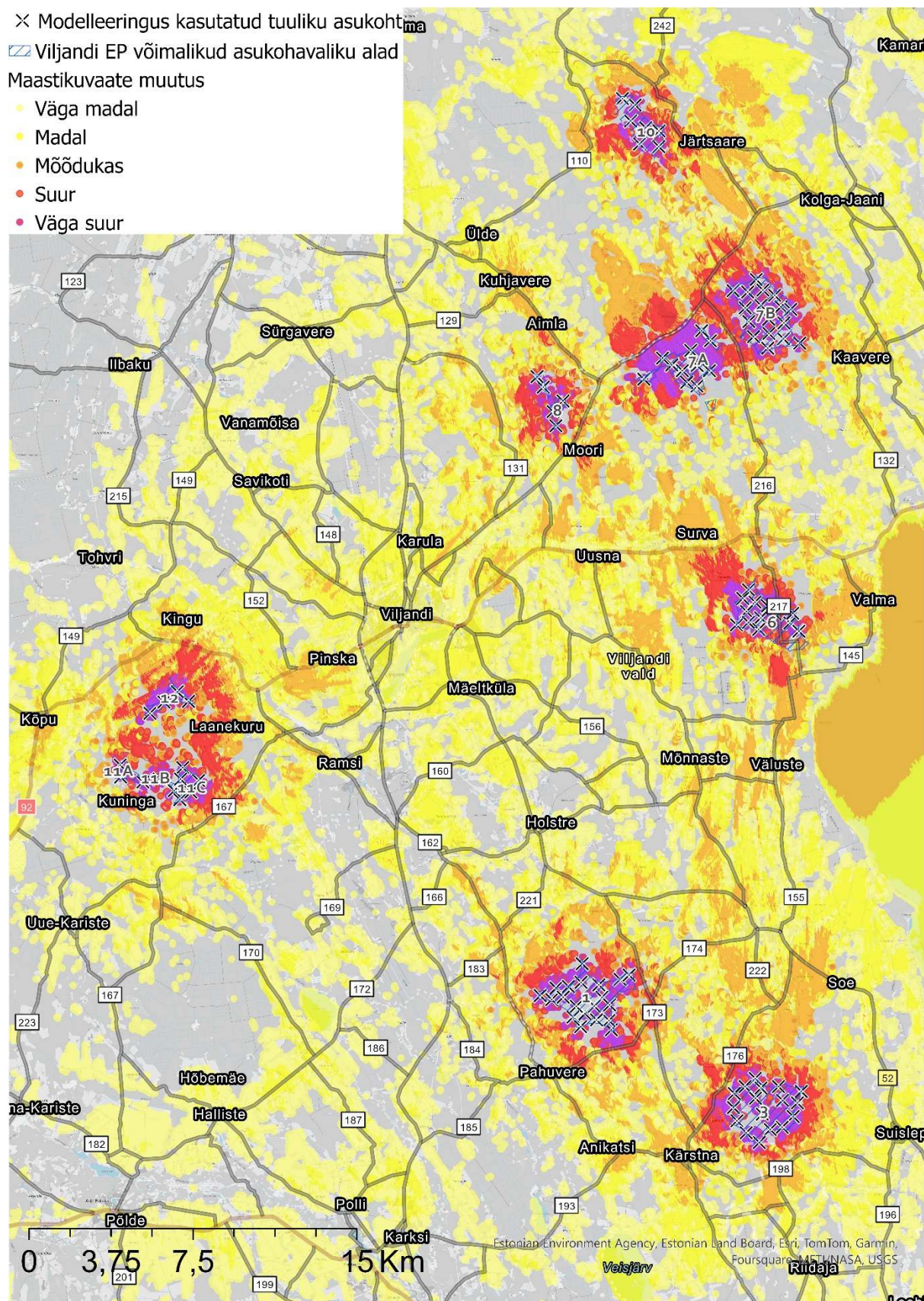
| Vertikaalne vaatenurk   | Muutuse olulisus | Mõjutatud ala suurus ha |
|-------------------------|------------------|-------------------------|
| Üle 25°                 | Väga suur        | 1 263                   |
| 10-25°                  | Suur             | 2 514                   |
| 5-10°                   | Mõõdukas         | 5 138                   |
| 3-5°                    | Madal            | 7 402                   |
| alla 3°                 | Väga madal       | 48 606                  |
|                         |                  |                         |
| Horisontaalne vaatenurk | Muutuse olulisus | Mõjutatud ala suurus ha |
| Üle 124°                | Väga suur        | 31 377                  |

|                            |            |        |
|----------------------------|------------|--------|
| <b>50-124<sup>0</sup></b>  | Suur       | 35 628 |
| <b>25-50<sup>0</sup></b>   | Mõõdukas   | 11 419 |
| <b>10-25<sup>0</sup></b>   | Madal      | 13 932 |
| <b>alla 10<sup>0</sup></b> | Väga madal | 31 377 |





Joonis 16. Tuuleparkide põhjustatud vertikaalse vaatenurga muutus.



Joonis 17. Tuuleparkide põhjustatud maastikuvaate muutus.

## Kasutatud allikad

Crichton, F, Dodd, G, Schmid, G, Gamble, G & Petrie, KJ, 2014. Can expectations produce symptoms from infrasound associated with wind turbines? Health Psychology, 33 (4), 360-364. <https://doi.org/10.1037/a0031760>

Department of Energy and Climate Change; Parsons Brinckerhoff. Update of UK Shadow Flicker Evidence Base.  
[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/48052/1416-update-uk-shadow-flicker-evidence-base.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/48052/1416-update-uk-shadow-flicker-evidence-base.pdf)

Hansen, C.H., Doolan, C.J., Hansen, K., L. 2017. Wind Farm Noise: Measurement, Assessment and Control: 5. Propagation of Noise and Vibration.

Hansen, C.H., Doolan, C.J., Hansen, K., L. 2017. Wind Farm Noise: Measurement, Assessment and Control.

Keränen, J., Hakala, J., Hongisto, V., 2018: Façade sound insulation of residential houses within 5-5000 Hz, Euronoise 2018.

Keskkonnaministeeriumi kiri 13.09.2021 nr 7-15/21/3300-2.

Keskkonnaministri 20.10.2016 määrus nr 39 „Välisõhu mürakaardi, strateegilise mürakaardi ja müra vähendamise tegevuskava sisu kohta esitatavad tehnilised nõuded ja koostamise kord“

Krahé, D, Alaimo Di Loro, A, Müller, U, Elmenhorst, E, De Gioannis, R, Schmitt, S, Belke, C, Benz, S, Großarth, S, Schreckenberger, D, Eulitz, C, Wiercinski, B & Möhler, U 2020. Lärmwirkungen von Infraschallimmissionen  
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/laermwirkungen-von-infraschallimmissionen>

Leventhall, H. G. 2006. Somatic Responses to Low Frequency Noise.

Maijala, P. 2020. VTT studied the health effects of infrasound in wind turbine noise in a multidisciplinary cooperation study. VTT Technical Research Centre of Finland.

Maijala, P., Turunen, A., Kurki, I., Vainio, L., Pakarinen, S., Kaukinen, C., Lukander, K., Tiittanen, P., Yli-Tuomi, T., Taimisto, P., Lanki, T., Tiippana, K., Virkkala, J., Stickler, E., Sainio, M. 2020. Infrasound Does Not Explain Symptoms Related to Wind Turbines. Publications of the Government's analysis, assessment and research activities 2020:34.

Maijala, PP, Kurki, I, Vainio, L, Pakarinen, S, Kuuramo, C, Lukander, K, Virkkala, J, Tiippana, K, Stickler, EA & Sainio, M, 2021. Annoyance, perception, and physiological effects of wind turbine infrasound. Journal of the Acoustical Society of America, 149 (4), 2238- 2248.  
<https://doi.org/10.1121/10.0003509>

Marshall, N. S., Cho, G., Toelle, B. G., Tonin, R., Bartlett, D. J., D'Rozario, A. L., Evans, C. A., Cowie, C. T., Janev, O., Whitfeld, C. R., Glozier, N., Walker, B. E., Killick, R., Welgampola, M. S., Phillips, C. L., Marks, G. B., & Grunstein, R. R. 2023. The health effects of 72 hours of simulated wind turbine infrasound: a double-blind randomized crossover study in noise-sensitive, healthy adults. Environmental Health Perspectives, 131(3), 037012-1-037012-12. Article 037012. <https://doi.org/10.1289/EHP10757>

Natural Forces Developments LP. 2021. Sound Level Impact Assessment Study. Benjamins Mill Wind Project.

Nelson, P, Bryne, A, Waggenpack, M, Lueker, M, Feist, C, Herb, B & Marr, J, 2019. Testing the human response to wind turbine emissions. Wind Turbine Noise 2019, 12-14 June, Lisbon. INCE-Europe.

Riigi Ilmateenistus. Päikesepaiste kestus. kättesaadav:

<https://www.ilmateenistus.ee/kliima/kliimanormid/paikesepaiste-kestus/>

Riigikohus                      Halduskolleegium.                      Kohtuotsus                      3-20-2273.  
<https://www.riigikohus.ee/et/lahendid?asjaNr=3-20-2273/28>

Salt, AN & Hullar, TE, 2010. Responses of the ear to low frequency sounds, infrasound and wind turbines. Hearing Research, 268 (1- 2), 12-21.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378595510003126>

Schmidt, J., H., Klokke, M. 2014. Health effects related to wind turbine noise exposure: a systematic review.

Swen., M, Stefan., H, Martin., H, Susanne., K. 2022. Can infrasound from wind turbines affect myocardial contractility? A critical review. Noise Health 2022;24:96-106.  
<https://www.noiseandhealth.org/text.asp?2022/24/113/96/351963>

Tara, A. 2022. DVC as a Supplement to ZVI: Mapping Degree of Visible Change for Wind Farms.

Tonin, R, Brett, J & Colagiuri, B, 2016. The effect of infrasound and negative expectations to adverse pathological symptoms from wind farms. Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, 35 (1), 77-90.  
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0263092316628257>

van Kamp, I & van den Berg, F, 2021. Health effects related to wind turbine sound: An update. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18 (17), 9133.  
<https://www.mdpi.com/1660-4601/18/17/9133>

Washington State Department of Transportation. (2017). Chapter 7 - Noise Impact Assessment. Retrieved from Biological Assessment Preparation for Transportation Projects

Weichenberger, M, Bauer, M, Kühler, R, Hensel, J, Forlim, CG, Ihlenfeld, A, Ittermann, B, Gallinat, J, Koch, C & Kühn, S, 2017. Altered cortical and subcortical connectivity due to infrasound administered near the hearing threshold - Evidence from fMRI. PLoS ONE, 12, e0174420. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0174420>

Vestas V172-7.2 MW. <https://www.vestas.com/en/products/enventus-platform/V172-7-2-MW>

WindPro kasutusjuhend. Kättesaadav:

[https://help.emd.dk/knowledgebase/content/windPRO3.6/c6-UK\\_WindPRO3.6-Environment.pdf](https://help.emd.dk/knowledgebase/content/windPRO3.6/c6-UK_WindPRO3.6-Environment.pdf)

WSP. 2023. A REVIEW OF NOISE GUIDANCE FOR ONSHORE WIND TURBINES. Department for Business, Energy & Industrial Strategy. <https://www.wsp.com/en-gb/insights/wind-turbine-noise-report>

Õiguskantsleri kiri 21.04.2023 nr 7-4/230171/2302191

Ympäristöhallinnon Ohjeita 2. 2014. Modellering av buller från vindkraftverk.