

Hanhinevan tuulivoimahanke, Kyyjärvi ja Karstula

LIITE 1: Meluselvitys

Päiväys

20.3.2024

Laatija

Etha Wind Oy



ETHA WIND



MELUSELVITYS

Hanhinevan Tuulivoimapuisto

20.03.2024

SISÄLLYSLUETTELO

1	YHTEENVETO	3
2	TAUSTA	5
3	MELU.....	6
3.1	Yleistä	6
3.2	Melun muodostuminen	6
4	MELUN OHJEARVOT	8
4.1	Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista	8
4.2	Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat	8
5	LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT	9
5.1	Lähtötiedot.....	9
5.2	Menetelmät	10
6	ARVIOIDUT MELUVAIKUTUKSET	12
6.1	Nykytilanne	12
6.2	Rakentamisen aikaiset vaikutukset	12
6.3	Toiminnan aikaiset vaikutukset, VE1.....	13
6.4	Toiminnan aikaiset vaikutukset, VE2.....	14
6.5	Yhteisvaikutusten mallinnus, VE1	15
6.6	Yhteisvaikutusten mallinnus, VE2	16
6.7	Pienitaajuinen melu	17
6.8	Käytön lopettamisen aikaiset vaikutukset.....	18
6.9	Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät	18
7	HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA SEURANTA.....	18
8	LÄHTEET	20
9	MALLINNUSTIETOJEN RAPORTTI, HANHINEVA.....	21

Liite 1: Melumallinnuksen tulokset..... 24

Liite 2: Melumallinnuksen tulokset: yhteisvaikutukset..... 25

Liite 3: Pienitaajuisen melun laskenta (VE1) 26

Liite 4: Pienitaajuisen melun laskenta (VE2) 28

Liite 5: Pienitaajuisen melun laskenta, Yhteisvaikutukset (VE1)..... 31

Liite 6: Pienitaajuisen melun laskenta, Yhteisvaikutukset (VE2)..... 33

Liite 7: Sijoitussuunnitelmat 36

VERSIOHISTORIA

Versio	Tekijä, Päivämäärä	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1	Elina Sippola, 2024-03-20	Arina Makarova, 2024-03-21	Arina Makarova, 2024-03-21	Hanhinevan tuulivoimapuiston meluselvitys.

1 YHTEENVETO

Tehtävä:

Meluselvitys Hanhinevan tuulivoimapuiston vaikutusalueella. Selvityksessä on otettu huomioon myös viereiset tuulivoimapuistot, suunnitteluvaiheessa oleva Kauniskangas ja tuotannossa oleva Korkeakangas.

Työmenetelmät:

Meluselvitykseen on kerätty tietoa tuulivoimaloiden melun ominaispiirteistä, melun ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty windPRO Ver4.0 ohjelmiston DECIBEL-moduulia sekä ISO 9613-2 standardin mukaisia oletuksia ja lähtöarvoja. Mallinnus ja raportointi on tehty noudattaen ympäristöministeriön helmikuussa 2014 julkaisemia ohjeita (Tuulivoimaloiden melun mallintaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014). Vaikutusten arvioinnissa käytetyt laskentaparametrit on taulukoitu tässä raportissa. Tuloksia on vertailtu valtioneuvoston asetuksen ohjearvoihin (Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista 1107/2015).

Pienitaajuinen melu on laskettu ympäristöministeriön helmikuussa 2014 julkaisemia ohjeita noudattaen. Rakennusten äänieristys on laskettu DSO 1284 menetelmän mukaisesti, käyttäen R-ohjelmistoa laskentatyökaluna, ja tuloksia on vertailtu asumisterveysasetuksessa oleviin sisämelun ohjearvoihin. Lisäksi pienitaajuisen melun laskennassa on käytetty Turun Ammattikorkeakoulun tutkimuksessa (ANOJANSSI-projekti, 2020) ehdotettuja vaihtoehtoisia eristyskertoimia.

Tulokset:

Melumallinnusten perusteella valtioneuvoston asetuksen ohjearvoja asunnoille ja vapaa-ajan asunnoille ei ylitetä kummassakaan hankevaihtoehdossa VE1 tai VE2, kun huomioidaan pelkästään Hanhinevan tuulivoimapuisto. Kun huomioidaan naapuripuistot, valtioneuvoston asetuksen ohjearvo 40 dB(A) ylittyy hieman kahden asunnon kohdalla (40,0 dB(A) vakituisen asunnon e kohdalla ja 40,1 dB(A) vapaa-ajan asunnon I kohdalla) hankevaihtoehdossa VE1. Hankevaihtoehdon

VE2 yhteisvaikutusten mallinnuksessa äänitaso lähimpien asuinrakennusten ja loma-asuntojen alueella on alle 40 dB(A). STM:n antamia sisätilojen pienitaajuisen melun ohjearvoja ei ylitetä.

2 TAUSTA

Meluselvitys on tehty Hanhinevan tuulivoimapuistolle Kyyjärven ja Karstulan kuntien alueella. Suunniteltu hanke koostuu yhteensä 14–24 tuulivoimalasta. Melumallinnuksessa on käytetty Vestaksen V162 7.2 MW -voimalan lähtötietoja. Mallinnuksessa voimaloiden napakorkeus oli 200 metriä ja äänitehotaso 107,1 dB(A) + 2,0 dB(A) epävarmuusmarginaali.

Meluselvitys on tehty ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014 Tuulivoimaloiden melun mallintaminen) windPRO Ver4.0 ohjelmiston melulaskentatyökalulla. Pienitaajuinen melu on laskettu käyttäen R-ohjelmistoa ja työ on tehty ympäristöministeriön helmikuussa 2014 julkaisemia ohjeita noudattaen.

Tässä selvityksessä on tarkistettu kaksi hankevaihtoehtoa, jotka on muodostettu ympäristövaikutusten arviointimenettelyä ja kaavamenettelyä varten:

- VE1: 24 voimalaa.
- VE2: 14 voimalaa.

Naapuripuistot Kauniskangas (9 voimalaa) ja Korkeakangas (9 voimalaa) on huomioitu yhteisvaikutusten mallinuksissa (kappale 6.5–6.6). Kauniskankaan voimalatyyppi on V162 6.2 MW, jonka napakorkeus on 200 metriä ja kokonaisäänitaso on 104,8 + 2 dB(A). Korkeakankaan voimalatyyppi on N149 4.8 MW, jonka napakorkeus on 155 metriä kokonaisäänitaso on 106,1 + 2 dB(A).

3 MELU

3.1 YLEISTÄ

Ääni on aaltoliikettä, joka kulkee väliainetta, esimerkiksi ilmaa, pitkin äänilähteestä äänen havainnointipisteeseen. Äänelle on ominaista voimakkuuden, taajuuden ja jaksollisuuden vaihtelut. On syytä huomioida, että tässä yhteydessä paljon käytetty A-painotettu äänenvoimakkuuden arvo (dBA) on eri, kun absoluuttinen äänenvoimakkuus (dB). Absoluuttinen äänen voimakkuus sisältää kaikkien taajuuksien äänenvoimakkuuden summan, kun A-painotetussa arvossa painotetaan ihmiskorvalle herkkiä taajuuksia.

Ääni luokitellaan meluksi, jos ihminen kokee sen epämiellyttävänä tai häiritsevänä. Ihmiset kokevat meluvaikutukset, kuten muutkin vaikutukset, hyvin eri tavoin. Sama ääni voidaan kokea paikasta ja henkilöstä riippuen eri tilanteissa epämiellyttäväksi meluksi, neutraaliksi ääneksi tai nautinnolliseksi ääneksi. Äänen kokemiseen vaikuttaa myös sen voimakkuus, jaksollisuus sekä taajuus.

Oleellinen vaikutus äänilähteen, kuten tuulivoimalan, meluun on taustamelulla. Taustamelu voi mm. peittää äänilähteelle tyypillisiä ominaisuuksia, kuten äänen jaksollisuutta. Yleisimpiä taustamelun aiheuttajia ovat tuulen aiheuttama suhina sekä liikenteen kohina. Tuulen nopeuden kasvaessa riittävästi, peittää sen tuottama taustamelu tuulivoimalan melun alleen.

Voimakas tai häiritsevä melu voi aiheuttaa terveyshaittoja ja vaikuttaa luonnonympäristön toimintaan. Mitä lähemmäs tuulivoimaloita mennään, sitä häiritsevämpänä melu saatetaan kokea. Siksi on tärkeää tarkastella aluetta maankäytöllisestä näkökulmasta.

3.2 MELUN MUODOSTUMINEN

Tuulivoimaloiden synnyttämä ääni muodostuu lapojen liikkeestä, sekä koneiston aiheuttamasta mekaanisesta äänestä, joista ensimmäinen on yleensä vaikutusten kannalta merkittävämpi. Äänen ominaisuudet vaihtelevat vallitsevien olosuhteiden sekä suunniteltavien voimaloiden teknisten ominaisuuksien mukaisesti. (Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016)

Lapojen aiheuttama aerodynaaminen melu johtuu pyörimisestä aiheutuvasta jatkuvasta huminasta sekä jaksollisesta huminasta. Kovalla tuulella äänet ovat voimakkaimmillaan etenkin, kun tuuli

puhaltaa voimalan suunnasta. Lämpötila ja ilmankosteus vaikuttavat melun voimakkuuteen. Oleellisimmat tekijät äänen voimakkuuden kannalta ovat kuitenkin etäisyys tuulivoimalasta ja lähistöllä olevien voimaloiden lukumäärä. (Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016)

Äänelle on ominaista sen vaimeneminen paikallisten olosuhteiden mukaisesti. Äänenvoimakkuus vaimenee äänilähteestä kauemmas mentäessä, sillä sen sisältämä energia vähenee. Etenemiseen vaikuttavat myös ilman ominaisuudet, kuten lämpötila sekä suhteellinen kosteus. Maaston muodoilla, kasvillisuudella ja tuulensuunnalla on oleellinen merkitys äänen vaimenemisessa. Selvittämällä vaimenemiseen vaikuttavat tekijät, pystytään äänen kulkua arvioimaan teoreettisesti.

Tuulivoimaloiden rakentamisen aikana melu johtuu mm. teiden, tuulivoimaloiden, sähköverkon sekä muun infrastruktuurin rakentamisesta sekä alueen liikenteestä. Nämä vaikutukset ovat vain lyhytaikaisia ja tilapäisiä.

Seuraavassa taulukossa on vertailuarvoja äänenvoimakkuusarvojen suhteesta.

Taulukko 1. Vertailutaulukko absoluuttisista äänenvoimakkuuksista.

Äänenvoimakkuus	Esimerkki	Kommentti
130 dB	Kipukynnys	
100-120 dB	Rock-konsertti	
90 dB	Rekan ohiajo	
80 dB	Vilkasliikenteinen katu	
70 dB	Ajoneuvon sisämelu	
60 dB	Toimisto, jossa ilmastointi	Tyypillinen äänitaso suoraan tuulivoimalan alla
50 dB	Vaimea keskustelu	
40 dB	Taustamelu kotona	
30 dB	Kuiskaus (1m)	

4 MELUN OHJEARVOT

4.1 VALTIONEUVOSTON ASETUS TUULIVOIMALOIDEN ULKOMELUTASON OHJEARVOISTA

Asetuksessa säädetään toimivien tuulivoimaloiden aiheuttaman laskennallisen tai mitatun melutason ohje-arvot. Melulle altistuvalla alueella melutaso ei saa ulkona ylittää seuraavassa taulukossa lueteltuja A-taajuuspainotetun keskiäänitason ohje-arvoja. Asetus on tullut voimaan 1.9.2015.

Taulukko 2. Ohje-arvot valtioneuvoston asetuksessa.

	Ulkomelutaso L_{Aeq} päivällä 7-22	Ulkomelutaso L_{Aeq} yöllä 7-22
Pysyvä asutus	45 dB	40 dB
Loma-asutus	45 dB	40 dB
Hoitolaitokset	45 dB	40 dB
Oppilaitokset	45 dB	-
Virkistysalueet	45 dB	-
Leirintäalueet	45 dB	40 dB
Kansallispuistot	45 dB	40 dB

4.2 ASUMISTERVEYSASETUKSEN TOIMENPIDERAJAT

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus vuodelta 2015 sisältää toimenpideraja-arvot yöaikaiselle matalataajuiselle sisämelulle. Raja-arvot on esitetty alla olevassa taulukossa, joka on annettu yhden tunnin matalataajuisen melun tasolle (raja-arvot eivät ole A-painotettuja).

Taulukko 3. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat yöaikaiselle pienitaajuiselle sisämelulle.

Kaista / Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
$L_{eq, 1h}$ / dB	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Asuinhuoneistojen oleskeluun ja lepoon käytettävien huoneiden toimenpiderajoiksi on annettu päiväajan (klo 07–22) keskiäänitasolle L_{Aeq} 35 dB ja yöajan (klo 22–07) keskiäänitasolle L_{Aeq} 30 dB. Taustamelusta selvästi erottuvalle melulle, joka voi aiheuttaa esimerkiksi unihäiriötä, on toimenpiderajana nukkumiseen käytettävissä tiloissa yöaikaan (klo 22–07) yhden tunnin keskiäänitaso $L_{Aeq, 1h}$ 25 dB. Lisäksi on huomioitava melun erityisominaisuudet eli mahdolliset

kapeakaistaisuus- ja impulssimaisuuskorjaukset. Asetus sisältää toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle, jotka on annettu taajuuspainottamattomina tunnin keskiäänitasoina $L_{eq, 1h}$.

Sisämelun kokonaisäänitason mallintamiseksi ei ole annettu ohjeita eikä alalla ole yleisesti käytössä olevaa laskentamenetelmää. Asetuksen mukaisilla ulkomelun ohjearvoilla (40 dB(A)) pyritään kuitenkin varmistamaan myös sisämelun toimenpiderajojen alittuminen. Alalla sovelletun DSO 1284 -laskentamenetelmän mukaan rakennusten äänieristys taajuuksilla 80–200 Hz on noin 20 dB. Äänieristys vaimentaa korkeampia taajuuksia tyypillisesti tehokkaammin, jolloin taajuuksilla 200–500 Hz äänieristykseen voidaan odottaa olevan enemmän kuin 20 dB. Tuulivoimamelu 1–3 kilometrin etäisyydellä äänilähteestä koostuu lähinnä 200–500 Hz:n taajuuksista. Näin ollen on hyvin todennäköistä, että tuulivoimamelun ollessa ulkona 40 dB(A), rakennuksen sisämelu on noin 20 dB(A) tai alle.

Lisäksi ympäristöministeriön ohjeessa uudisrakennusten ääniympäristöstä (Ympäristöministeriö, 2018) on mainittu, että asuinhuoneen ulkovaipan äänieristys tulee olla aina vähintään 30 dB. Tämä tarkoittaa, että jos melutaso ulkona on 40 dB(A), niin sisämelutaso pysyy selvästi toimenpiderajan alapuolella.

5 LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT

5.1 LÄHTÖTIEDOT

Tuulivoimaloiden aiheuttamat meluvaikutukset on mallinnettu soveltaen ISO 9613-2 standardia. Lähtötietoina on käytetty alla olevissa taulukoissa olevia arvoja.

Mallinnuksessa on käytetty tuulivoimalavalmistajan ilmoittamia melupäästön takuuarvoja. Äänitehotasot on ilmoitettu 1/3 oktaavikaistoittain. Vestaksen käyttämät melupäästöarvot eivät ole suoraan verrattavissa IEC TS 61400-14-standardiin, ja epävarmuutta ei ole erikseen ilmoitettu. Tästä johtuen lähtömelutasoon on mallinnuksessa lisätty 2,0 dB:n epävarmuusmarginaali kuten ympäristöministeriön ohjeissa vaaditaan (Ympäristöministeriö, 2016). Lisätyllä marginaalilla varmistetaan, että mallinnustulokset ovat riittävän konservatiiviset suhteessa ympäristöministeriön ohjeisiin ja lopulliseen voimalatyyppiin.

Mallinnuksessa käytetty voimalatyyppi on mainittu alla.

Taulukko 4. Hankkeen voimalatiedot.

Hankealue	Voimalat	Voimalan tornin korkeus (m)	Voimalan äänitehotaso (Lwa)	1/3 oktaavikaistoittainen äänispektri
Hanhineva	V162 7.2 MW	200	107,1+2,0	Käytössä
Kauniskangas	V162 6.2 MW	200	104,8+2,0	Käytössä
Korkeakangas	N149 4.8 MW	155	106,1+2,0	Käytössä

Taulukko 5. Melumallinnuksessa käytettyjä arvoja (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014).

Lähtötiedot	
Maaston vaikutus melun etenemiseen, kerroin	0,4
Vesistöjen vaikutus melun etenemiseen, kerroin	0,0
Tarkastelupisteen korkeus (metriä maanpinnan yläpuolella)	4 m
Ilman lämpötila	15 °C
Ilman suhteellinen kosteus	70 %

Alueen korkeustietona on käytetty Maanmittauslaitoksen kymmenen metrin korkeusmallia ja alueen maanpeitteisyys on Suomen ympäristökeskuksen OIVA-tietokannasta. Maaston vaimentava vaikutus on huomioitu ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisella kertoimella 0,4. Rakennustiedot perustuvat Maanmittauslaitoksen maastotietokantaan.

Laskennassa on otettu lähtökohdaksi voimalan tuottama äänenvoimakkuus ja tämän pohjalta on mallinnettu äänen vaimeneminen (geometrinen vaimeneminen sekä ilmakehän vaimentava vaikutus) koko tuulivoimapuiston alueella. Mallinnuksessa on oletettu, että kaikki asunnot ovat tuulen alapuolella kaikkiin voimaloihin nähden ja tuulennopeus 10 metrin korkeudella maan pinnasta on 8 m/s. Useiden voimaloiden yhteismeluvaikutukset on otettu huomioon. Alueelta valittiin 14 havainnointipistettä, joiden kohdalta voimaloiden aiheuttamat äänenvoimakkuudet ilmoitetaan.

5.2 MENETELMÄT

Melumallinnus on suoritettu WindPRO ohjelmiston DECIBEL-moduulia käyttäen. WindPRO on tanskalaisen EMD International A/S:n kehittämä tuulivoiman mallinnusohjelmisto. Ohjelmistolla mallinnetaan ja visualisoidaan äänen eteneminen ja vaimeneminen, mutta sitä käytetään myös muiden vaikutusten mallintamiseen sekä tuuliresurssien laskemiseen.

Mallinnusta tehtäessä ohjelmistoon syötetään ympäristöministeriön (2/2014) ohjeistamat parametrit sekä ISO 9613-2 standardin mukaiset lähtötiedot. Mallinnuksessa lasketaan melun leviäminen vaikutusalueella sekä hankkeesta aiheutuvat melutasot tarkastelluissa pisteissä.

Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti melupäästöarvoon lisätään 2 dB, jos asunnon ja voimalan perustusten välinen korkeusero ylittää 60 metriä. Korjaus tehdään, kun etäisyys voimalan ja asunnon välillä on enintään kolme kilometriä. Tässä melumallinnuksessa korkeuserot eivät ylity valituissa havainnointipisteissä eikä korjauksia ole tehty. Jos ääni on erityisen häiritsevää eli kapeakaistaista tai impulssimaista, lisätään laskenta- tai mittaustuloksiin 5 dB ennen asetuksen ohjearvoon vertaamista. Tässä mallinnuksessa laskentatuloksiin ei ole tarvetta lisätä sanktiota, koska lähtötiedoissa ei äänen erityispiirteitä havaittu.

Ympäristöministeriön ohjeessa (2/2014) mainitaan äänivaikutuksiin liittyvä ilmiö, Amplitudimodulaatio (EAM, excessive amplitude modulation). Esiintyessään ilmiö aiheuttaa sen, että äänen voimakkuuden merkittävät jaksottaiset vaihtelut lisäävät melun häiritsevyyttä. Amplitudimodulaatio on paikallisista olosuhteista ja voimalatyyppistä riippuva ilmiö. Ilmiötä ei pysty mallintamaan etukäteen, vaan se pystytään varmistamaan ainoastaan käytönaikaisilla melumittauksilla. Amplitudimodulaatiota ei mainita valtioneuvoston asetuksessa tuulivoimaloiden ulkomelutasoa koskien, eikä ilmiön todentamiseksi ole olemassa vakioitua menetelmää. Aiheesta on tehty kansainvälisiä tutkimuksia (esim. Bertagnolio, 2014), joiden mukaan havaittu amplitudimodulaatio on mahdollista hallita teknisesti.

Pienitaajuinen melulaskenta on tehty ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti, asuntojen ja vapaa-ajan asuntojen ulkopuolelta käyttäen annettua laskentakaavaa.

$$L_P = L_w - 20dB \cdot \log_{10}(d_1/1m) - 11dB + A_{gr} - A_{atm} \cdot d_2$$

missä

L_P on äänen 1/3-oktaavitaso altistuvassa kohteessa [dB]

L_w on tuulivoimalan 1/3-oktaavikaistan äänitehotaso [dB]

d_1 on tuulivoimalan navan etäisyys altistuvasta kohteesta [m]

A_{gr} on heijastavan pinnan tuottama korjaus [dB]

A_{atm} on ilmakehän tuottama vaimennus lämpötilassa 15 C° ja 70 % suhteellisessa kosteudessa [dB/km]

d_2 on tuulivoimalan navan etäisyys altistuvasta kohteesta [km]

(Ympäristöministeriö 2014).

Sisätilojen melutasot on laskettu niin ikään ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti. Rakennusten äänieristys on laskettu DSO 1284 menetelmän mukaisesti, ja tuloksia on vertailtu asumisterveysasetuksessa oleviin sisämelun toimenpiderajoihin. Lisäksi pienitaajuisen melun laskennassa on käytetty Turun Ammattikorkeakoulun tutkimuksessa (ANOJANSSI-projekti, 2020) ehdotettuja vaihtoehtoisia eristyskertoimia.

Äänieristys, $DL\sigma$, on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Äänieristyskertoimet.

f/ Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
$DL\sigma$ (DSO 1284)	6.6	8.4	10.8	11.4	13	16.6	19.7	21.2	20.2	21.2	21.2
$DL\sigma$ (Anojanssi-projekti)	7.6	8.3	9.2	10.3	11.5	13	14.8	16.8	18.8	21.1	22.8

6 ARVIOIDUT MELUVAIKUTUKSET

6.1 NYKYTILANNE

Hanhinevan tuulivoimapuiston alue on pääasiassa metsätalousaluetta ja sen äänimaisema on tällaiselle alueelle tyypillistä.

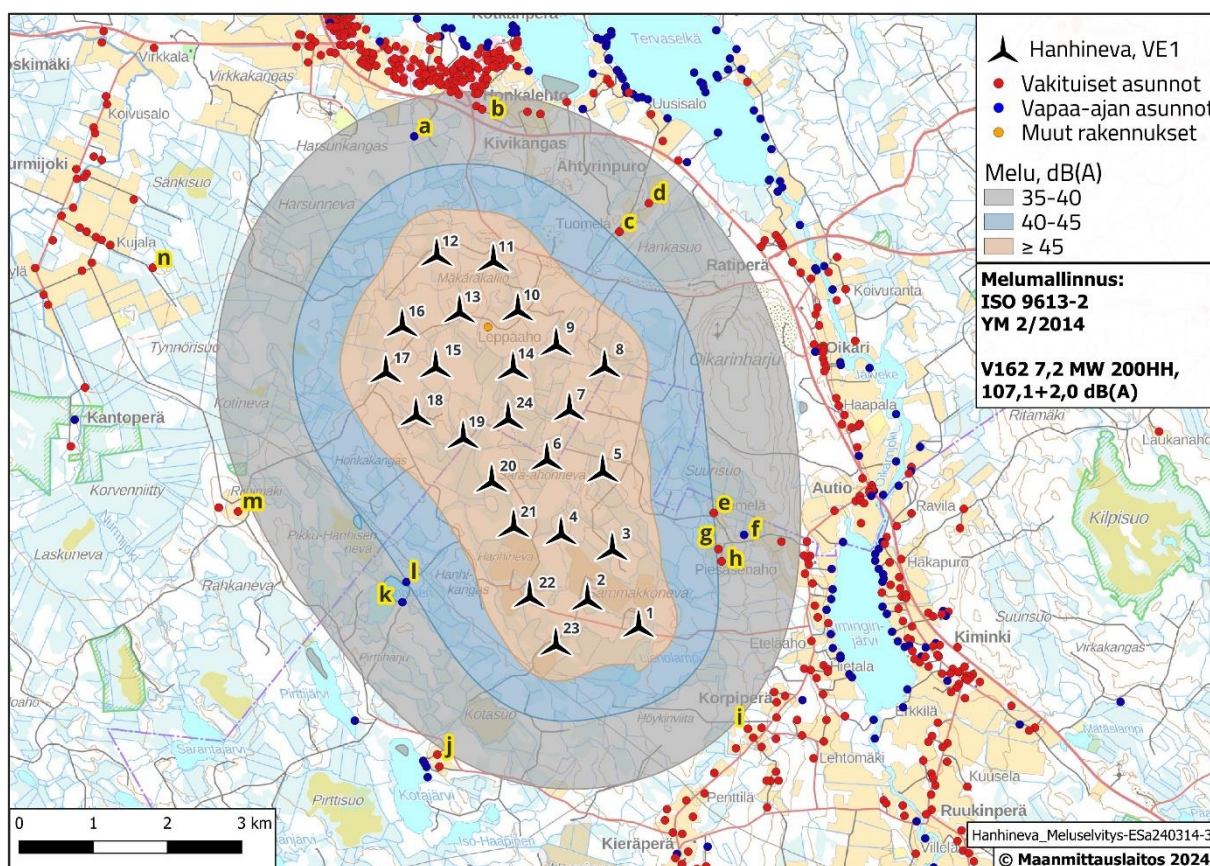
6.2 RAKENTAMISEN AIKAISET VAIKUTUKSET

Tuulivoimapuiston rakentamisen aikana melua aiheutuu mm. maansiirtokoneista, nostureista, ajoneuvoliikenteestä sekä rakentamisesta. Rakennustyömaan melu on hyvin impulssimaista ja paikallista ja ajoittuu pääasiallisesti päiväaikaan. Tämän vuoksi meluvaikutukset eivät kasva merkittäviksi. Tiestön ja perustusten rakentaminen tuottaa eniten melua ja lisääntyvä liikenne saattaa nostaa valtatie melutasoa hieman.

Rakentaminen kestää vain lyhyen ajan suhteessa tuulivoimaloiden elinkaareen, joten meluvaikutuksetkin voidaan katsoa lyhytkestoisiksi.

6.3 TOIMINNAN AIKAISET VAIKUTUKSET, VE1

Melumallinnuksessa on käytetty Vestaksen V162 7,2MW-voimalaa, jonka kokonaisäänitaso on 107,1+ 2,0 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Melumallinnuksessa on käytetty 24 voimalan sijoitussuunnitelmaa. Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 7.



Kuva 1. Hanhinevan tuulivoimapuiston melumallinnus (VE1), V162 7.2MW 200HH, 107,1 +2,0 dB(A). Neljätoista havainnointipistettä on merkitty kuvaan kirjaimilla.

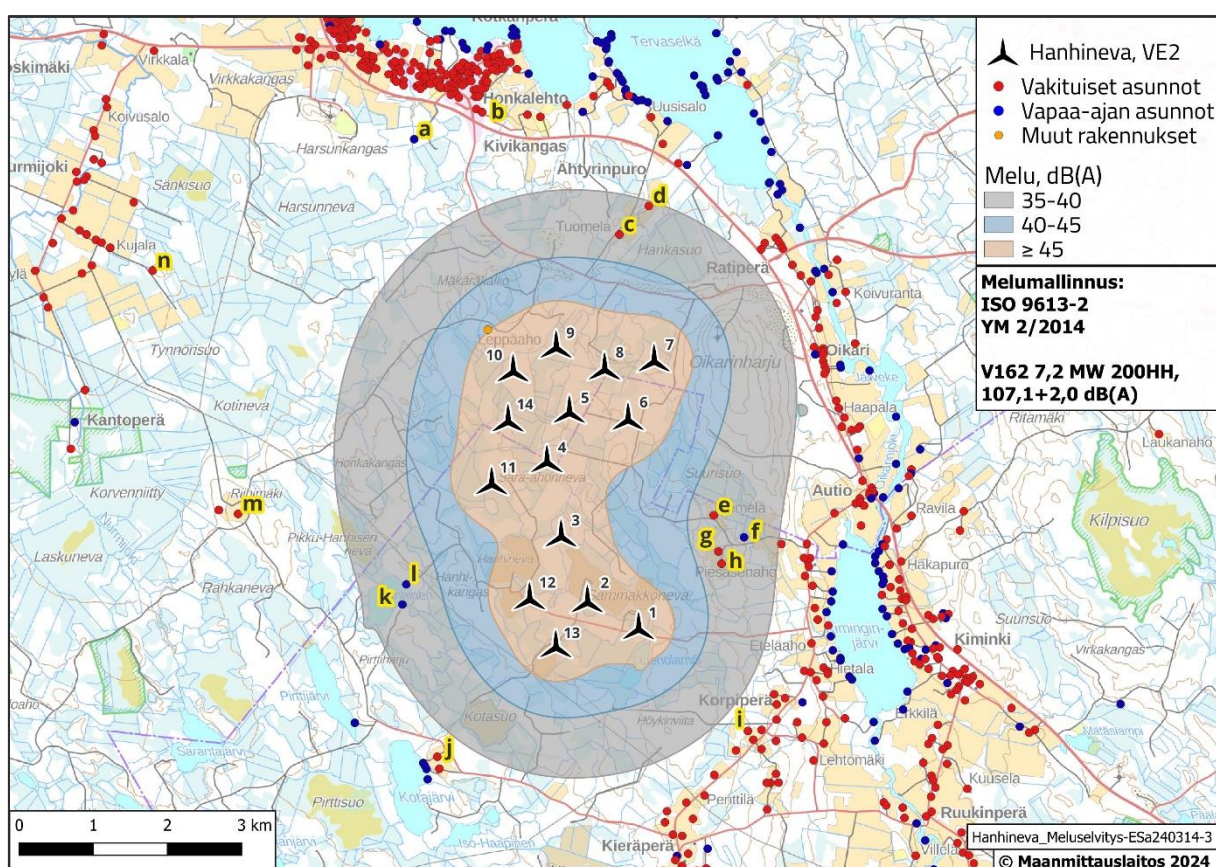
Melumallinnuksien mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Korkein äänitaso lähialueella sijaitsevan havaintopisteen kohdalla on 39,97 dB(A) (vakituinen asunto e). Alueen läheisyydestä on valittu 14 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1.

Kuvaan on merkitty oranssilla Hanhinevan hankealueella sijaitseva muu rakennus. Rakennusta ei ole otettu huomioon mallinnuksen tuloksissa.

Tuulivoimapuiston alueella, voimaloiden välittömässä läheisyydessä, äänitaso on yli 45 dB(A), joten melulla saattaa olla vaikutuksia esimerkiksi alueen virkistyskäyttöön.

6.4 TOIMINNAN AIKAISET VAIKUTUKSET, VE2

Melumallinnuksessa on käytetty Vestaksen V162 7,2MW-voimalaa, jonka kokonaisäänitaso on 107,1+ 2,0 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Melumallinnuksessa on käytetty 14 voimalan sijoitussuunnitelmaa. Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 7.



Kuva 2. Hanhinevan tuulivoimapuiston melumallinnus (VE2), V162 7.2MW 200HH, 107,1+2,0 dB(A). Neljätoista havainnointipistettä on merkitty kuvaan kirjaimilla.

Melumallinnuksien mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Alueen läheisyydestä on valittu 14 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1.

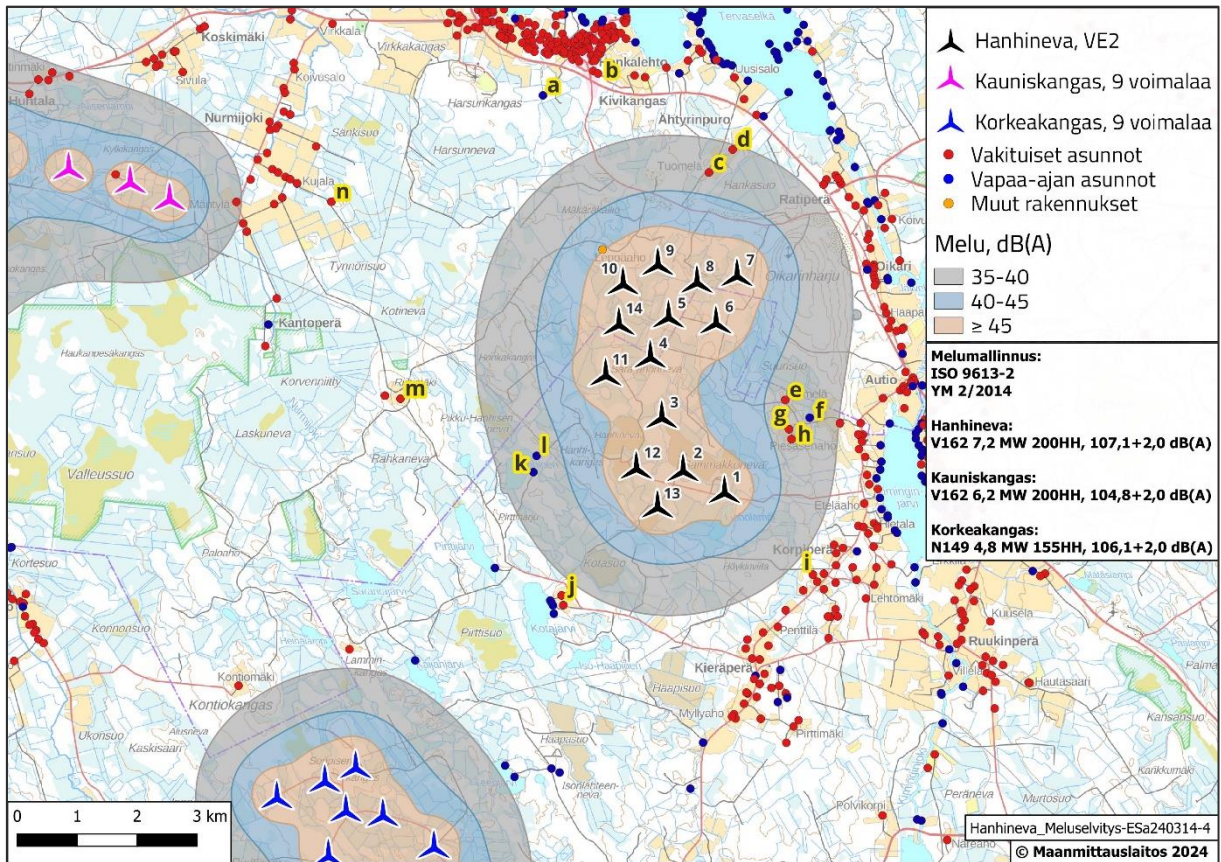
Äänitaso lähimpien asuinrakennusten ja loma-asuntojen alueella on alle 40 dB(A), eli alle valtioneuvoston asetuksen mukaisen ohjearvon. Korkein äänitaso lähialueella sijaitsevan havaintopisteen kohdalla on 38,6 dB(A) (vakituinen asunto e).

Kuvaan on merkitty oranssilla Hanhinevan hankealueella sijaitseva muu rakennus. Rakennusta ei ole otettu huomioon mallinnuksen tuloksissa.

Tuulivoimapuiston alueella, voimaloiden välittömässä läheisyydessä, äänitaso on yli 45 dB(A), joten melulla saattaa olla vaikutuksia esimerkiksi alueen virkistyskäyttöön.

6.5 YHTEISVAIKUTUSTEN MALLINNUS, VE1

Alla esitellään meluvaikutukset, kun naapuripuistojen tuulivoimalat on myös otettu huomioon. Hanhinevan melumallinnuksissa on käytetty vaihtoehdon VE1 mukaisia voimalapaikkoja (24 voimalaa) ja voimalamallia V162 7,2 MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,1 +2,0 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Kauniskangas (9 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä V162 6,2 MW, jonka kokonaisäänitaso on 104,8+2,0 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Korkeakangas (9 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä N149 4,8 MW, jonka kokonaisäänitaso on 106,1+2,0 dB(A) ja napakorkeus 155 metriä. Naapurihankkeiden koordinaatit löytyvät liitteestä 7.



Kuva 4. Hanhinevan (VE2) ja naapuripuistojen yhteisvaikutusten melumallinnus.

Yhteisvaikutusten mallinnuksen mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Korkein äänitaso Hanhinevan alueella sijaitsevassa havainnointipisteessä on 38,6 dB(A) (vakituinen asunto e). Alueen läheisyydestä on valittu 14 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 2.

6.7 PIENITAAJUINEN MELU

Pienitaajuinen melu on laskettu ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti.

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat selvästi lähimmissä asunnoissa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla sisätilojen toimenpiderajat alittuvat. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoilla toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Laskennan tulokset löytyvät liitteistä 3-6.

Laskennassa on käytetty laskentastandardissa todettuja äänieristysominaisuuksia, joten todellinen pienitaajuinen melu voi poiketa lasketusta arvosta (laskentamenetelmässä käytetään

ainoastaan talojen keskimääräistä äänieristystä). Lasketut arvot eivät kuitenkaan ole lähellä asumisterveysasetuksen toimenpideraja-arvoja, joten arvion mukaan marginaalit ovat riittävät, eivätkä raja-arvot ylity. Lisäksi pienitaajuisen melun laskennassa on käytetty Turun Ammattikorkeakoulun tutkimuksessa (ANOJANSSI-projekti, 2020) ehdotettuja vaihtoehtoisia eristyskertoimia.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että Hanhinevan tuulivoimaloiden pienitaajuisen melun vaikutukset ovat melko vähäiset.

6.8 KÄYTÖN LOPETTAMISEN AIKAISET VAIKUTUKSET

Käytön lopettamisen aikaiset meluvaikutukset ovat samankaltaiset rakennusvaiheen vaikutusten kanssa. Ajallisesti meluvaikutukset ovat tuolloin lyhytkestoiset ja ne johtuvat työmaakoneiden äänistä ja liikenteestä. Käytön lopettamisen jälkeen alueen äänimaisema palaa samaan tilaan, kuin ennen tuulivoimapuiston rakentamista.

6.9 VAIKUTUSTEN ARVIOINNIN EPÄVARMUUSTEKIJÄT

Mallinnuksessa on käytetty ympäristöministeriön ohjeistuksen ja siellä mainittujen standardien mukaisia menetelmiä ja tulokset on raportoitu ohjeistuksen mukaisesti. Mallinnusmenetelmiin sisältyy aina pieni epävarmuus, jota on pienennetty mm. asiantuntijoiden yhteisesti päättämällä mallinnuksen lähtötiedoilla, jotka ympäristöministeriö on julkaissut.

7 HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA SEURANTA

Rakennusaikana meluhaittoja voidaan vähentää käyttämällä vähemmän melua aiheuttavia työkoneita ja ajoittamalla työt vähemmän häiritsevään aikaan vuorokaudesta.

Tuulivoimaloiden meluvaikutuksia voidaan säädellä vaikuttamalla äänilähteiden toimintaan. Konehuoneesta lähtevää ääntä voidaan vaimentaa lisäämällä konehuoneeseen eristeitä tai korjaamalla/muuttamalla tekniikkaa. Merkittävämpi vaimennus saadaan aikaan kuitenkin roottorin toimintaan vaikuttamalla.

Yksinkertaisesti voimalan ääntä saadaan vaimennettua hidastamalla roottorin pyörimistä tai säätämällä lapojen pyörimiskulmaa, mutta molemmilla tavoilla myös voimalan tuotanto pienenee.

Säätämällä lähellä toisiaan pyörivien voimaloiden toimintaa, voidaan melua pienentää esimerkiksi muuttamalla lapojen kohtauskulmaa. Myös voimaloiden toimintaa voidaan tarvittaessa rajoittaa siten, että ohjearvot eivät ylitä herkällä alueella, joskaan tälle ei meluselvityksen tulosten mukaan ole tarvetta.

8 LÄHTEET

Bertagnolio, F. et.al. (2014). *Cyclic pitch for the control of wind turbine noise amplitude modulation*. Viitattu 14.1.2014. Saatavilla:

http://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/INTERNOISE2014/papers/p551.pdf.

Etha Wind (2022). *01_Noise_Checklist_ArM220707-1*. Internal work description.

Hongisto V., Radun J., Rajala V., et al. (2020) Anojanssi - Projektin Tulokset: Ympäristömelun Häiritsevyys. Turun ammattikorkeakoulu.

Saatavilla: <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522167606.pdf>

Maanmittauslaitos (2024). *Maanmittauslaitoksen avoimen tietoaaineiston CC 4.0 -lisenssi*.

<http://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/avoimien-aineistojen-tiedostopalvelu>

Sosiaali- ja Terveysministeriö (2015). *Asumisterveysasetus. Helsinki*. Saatavilla:

<http://www.stm.fi/tiedotteet/tiedote/-/view/1907834>

Valtioneuvosto (2015). *Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista*.

Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151107>

Vestas (2019). *Third Octave Noise emission EnVentus™ V162-5.6MW*. DMS 0079-5298_01. Date: 2019-01-23

Vestas (2023). *Third Octave Noise emission EnVentus™ V162-6.0MW*. DMS 0095-3732_02. Date: 2023-05-22

Vestas (2022). *Third Octave Noise emission EnVentus™ V172-7.2MW*. DMS 0128-4336_00. Date: 2022-06-30

Ympäristöministeriö (2016). *Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016*. Saatavilla:

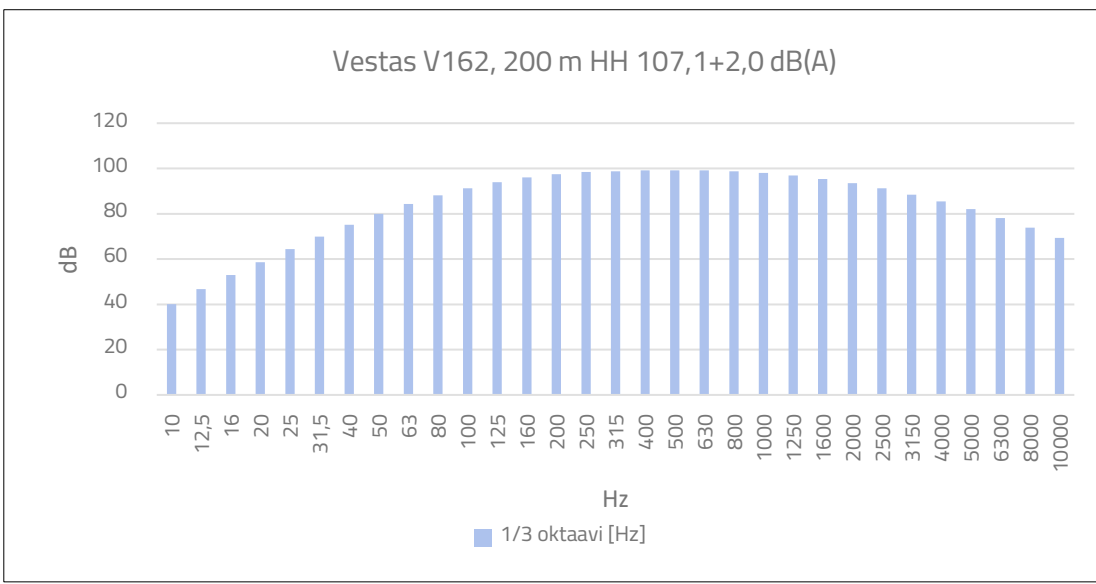
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10138/42937>

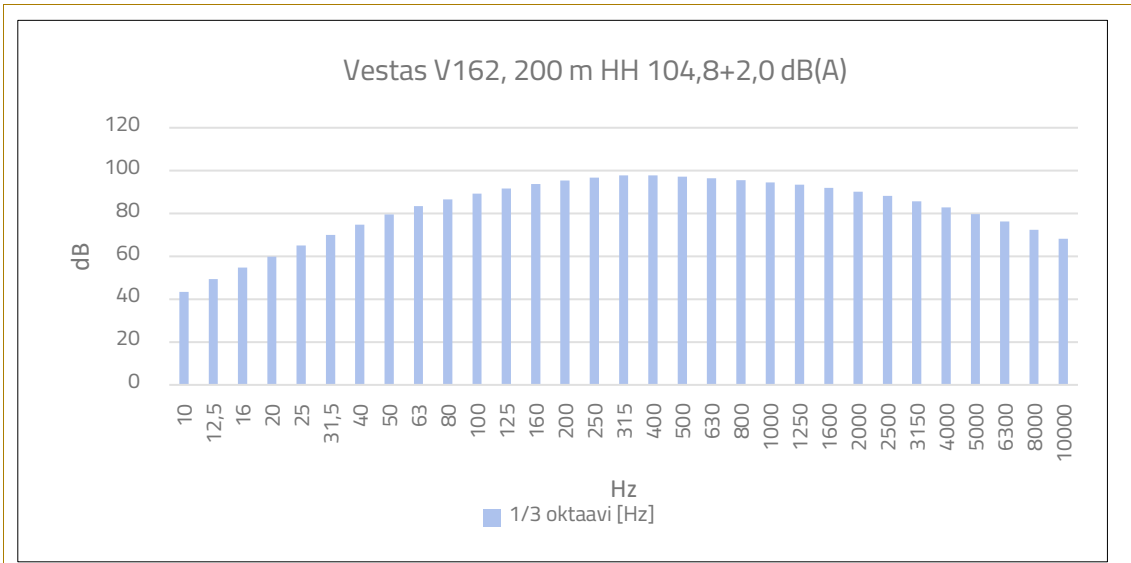
Ympäristöministeriö (2014). *Tuulivoimaloiden melun mallintaminen. Helsinki*. Saatavilla:

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42937/OH_2_2014.pdf?sequence=1

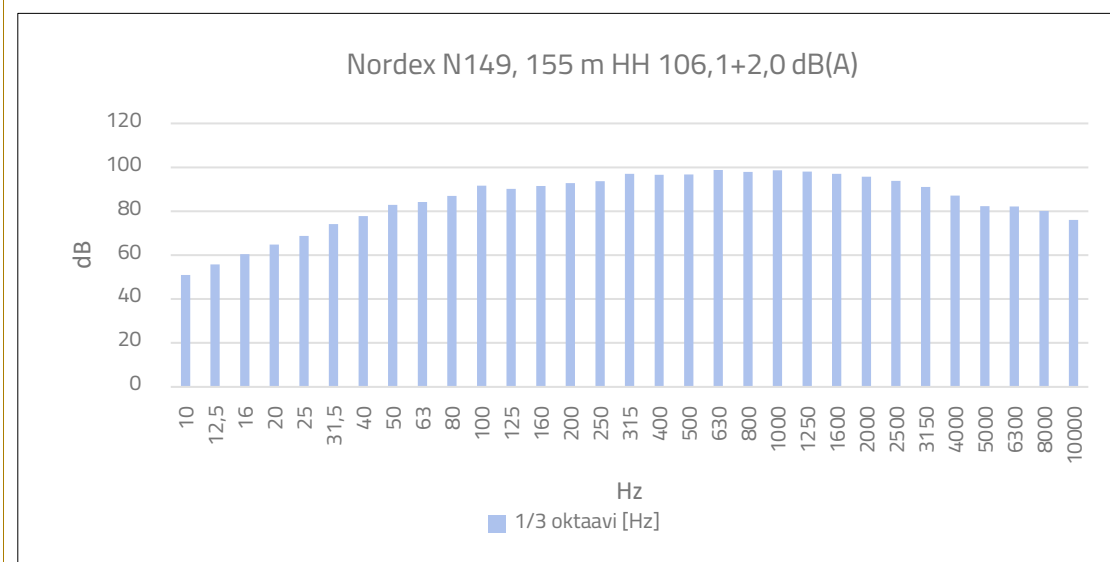
Ympäristöministeriö, (2016). Yhteenvedo tuulivoimaloiden melupäästön takuuarvon käyttämisestä meluselvityksissä liittyvästä kyselystä. PDF-document

9 MALLINNUSTIETOJEN RAPORTTI, HANHINEVA

RAPORTIN JA RAPORTOIJAN TIEDOT		*tarkentavat tiedot voi esittää kartalla tai muissa liitteissä			
Mallinnusraportti numero/tunniste: ESa240320-2		Raportin hyväksyntäpäivämäärä: 21.03.2024			
Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: Etha Wind Oy, Vaasanpuistikko 14 B11, 65100 VAASA, puh. +358 2900 20440					
Vastuuhenkilöt: Elina Sippola					
Laatija: Elina Sippola		Tarkastaja/hyväksyjä: Arina Makarova			
MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT					
Mallinnusohjelma ja versio: windPRO Ver4.0		Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2			
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)					
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas		Tyyppi: V162 7,2	Sarjanumero/t:		
Nimellisteho: 7.2 MW	Napakorkeus: 200 m	Roottorin halkaisija: 162 m	Tornin tyyppi: Putkitorni		
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun					
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä	
Kyllä	dB	Kyllä	dB		dB
Ei	Ei tiedossa	Ei	Ei tiedossa		dB
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT					
Melupäästötiedot Vestas V162 7.2 MW 200 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 107,1 dB(A) + 2,0 dB(A))					
 <p>Vestas V162, 200 m HH 107,1+2,0 dB(A)</p>					
Melupäästötiedot Vestas V162 6.2 MW 200 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 104,8 dB(A)+2,0 dB(A))					



Melupäästötiedot Nordex N149 4.8 MW, 155m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 106,1 dB(A)+2,0 dB(A))



Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitu- dimodulaatio)		Muu, Mikä:	
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Laskentakorkeus				Laskentaruudun koko [m-m]			
4 m	Muu, mikä ja miksi:			20 m * 20 m			
Suhteellinen kosteus				Lämpötila			
70 %	Muu, mikä ja miksi:			15 C°		Muu, mikä ja miksi:	
Maastomallin lähde ja tarkkuus							
Maastomallin lähde: Maanmittauslaitos				Vaakaresoluutio: 10 m		Pystyresoluutio: 1,4 m	
Maan- ja vedenpinnan absorptio ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet							

ISO 9613-2		
Vesialueet, (0) / (G)	0	
Maa-alueet, (0,4) / (A-D/E-F)	0,4	
Maa-alueet, (0) / (G)		
Ilmakehän stabiilius laskennassa/meteorologinen korjaus		
Neutraali, (0): kyllä	Muu, mikä ja miksi:	
Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen		
Vapaa avaruus	Muu, mikä, miksi:	
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, lkm (ilman meluntorjuntaa/voimalan ohjausta)		
Asukkaat: 1 asunto*	Vapaa-ajan rakennukset: 1 kpl*	Hoito- ja oppilaitokset: 0 kpl
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, lkm (meluntorjunta/voimalan ohjaus huomioiden)		
Asukkaat: 0 kpl	Vapaa-ajan rakennukset: 0 kpl	Hoito- ja oppilaitokset: 0 kpl
Melun leviäminen virkistys- tai luonnonsuojelualueille		
Virkistysalueet: 0 kpl	Luonnonsuojelualueet: 0 kpl	

* Meluarvo ylittyy vain yhteisvaikutusten mallinnuksessa vaihtoehdossa VE1, kun naapuripuistot on otettu huomioon.

LIITE 1: MELUMALLINNUKSEN TULOKSET

Taulukko 7. Hanhinevan mallinnuksen meluarvot valituissa kohteissa.

Havainnointipiste	Asunnon luokka	Itäinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS-TM35FIN)	Ohjearvo [dB(A)]	VE1 Melu [dB(A)]	VE2 Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
a	Vapaa-ajan asunto	377766	6991468	40	37,3	30,3	Ei
b	Vakituinen asunto	378683	6991832	40	36,0	30,3	Ei
c	Vakituinen asunto	380534	6990182	40	39,5	37,7	Ei
d	Vakituinen asunto	380931	6990565	40	36,9	35,3	Ei
e	Vakituinen asunto	381808	6986391	40	40,0*	38,6	Ei
f	Vapaa-ajan asunto	382216	6986096	40	38,1	36,8	Ei
g	Vakituinen asunto	381870	6985904	40	39,9	38,3	Ei
h	Vakituinen asunto	381913	6985738	40	39,7	38,3	Ei
i	Vakituinen asunto	382268	6983481	40	34,2	33,2	Ei
j	Vakituinen asunto	378077	6983134	40	34,6	33,4	Ei
k	Vapaa-ajan asunto	377607	6985188	40	39,7	37,6	Ei
l	Vapaa-ajan asunto	377660	6985460	40	40,0**	37,7	Ei
m	Vakituinen asunto	375390	6986411	40	34,4	30,2	Ei
n	Vakituinen asunto	374238	6989696	40	31,4	26,0	Ei

*Kahdella desimaalilla 39,97 dB(A)

**Kahdella desimaalilla 39,96 dB(A)

LIITE 2: MELUMALLINNUKSEN TULOKSET: YHTEISVAIKUTUKSET

Taulukko 8. Hanhinevan ja naapuripuistojen yhteisvaikutukset. Meluarvot valituissa kohteissa.

Havainnointipiste	Asunnon luokka	Itäinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS-TM35FIN)	Ohjearvo [dB(A)]	VE1 Melu [dB(A)]	VE2 Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
a	Vapaa-ajan asunto	377766	6991468	40	37,3	30,6	Ei
b	Vakituinen asunto	378683	6991832	40	36,1	30,6	Ei
c	Vakituinen asunto	380534	6990182	40	39,5	37,7	Ei
d	Vakituinen asunto	380931	6990565	40	37,0	35,4	Ei
e	Vakituinen asunto	381808	6986391	40	40,0*	38,6	Kyllä (VE1) / Ei (VE2)
f	Vapaa-ajan asunto	382216	6986096	40	38,1	36,9	Ei
g	Vakituinen asunto	381870	6985904	40	39,9	38,4	Ei
h	Vakituinen asunto	381913	6985738	40	39,7	38,3	Ei
i	Vakituinen asunto	382268	6983481	40	34,3	33,4	Ei
j	Vakituinen asunto	378077	6983134	40	35,0	34,0	Ei
k	Vapaa-ajan asunto	377607	6985188	40	39,8	37,7	Ei
l	Vapaa-ajan asunto	377660	6985460	40	40,1**	37,9	Kyllä (VE1) / Ei (VE2)
m	Vakituinen asunto	375390	6986411	40	34,7	31,0	Ei
n	Vakituinen asunto	374238	6989696	40	32,8	29,7	Ei

*Kahdella desimaalilla 40,00 dB(A)

**Kahdella desimaalilla 40,05 dB(A)

LIITE 3: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA (VE1)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoilla toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pienitaajuinen melu on laskettu Hanhinevan vaihtoehdolle VE1 (24 tuulivoimalaa).

Taulukko 9. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

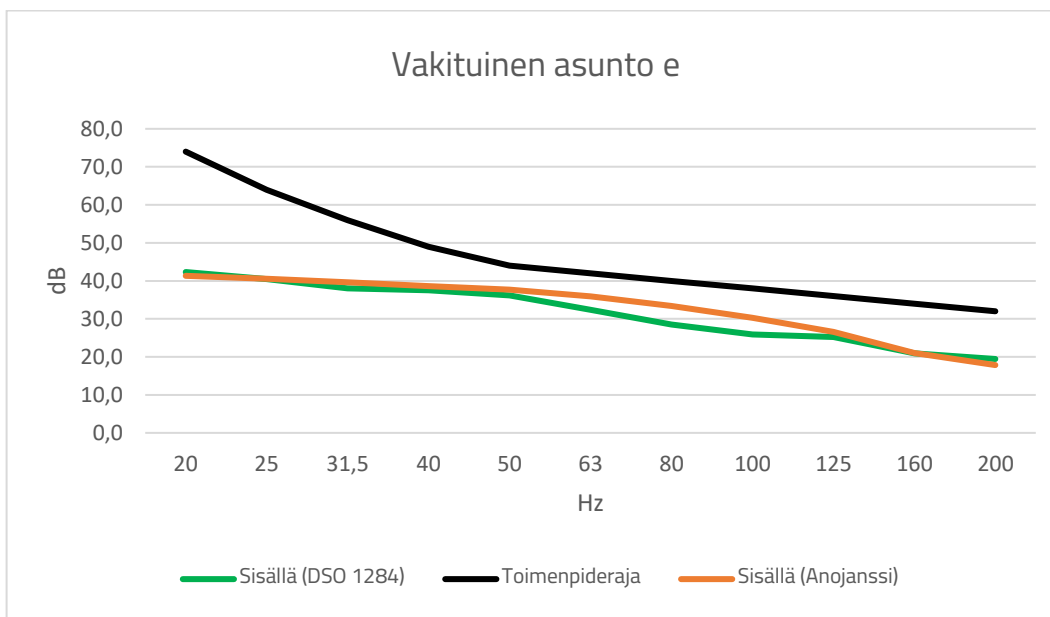
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	46,9	46,1	48,6	46,9	48,9	47,6	48,7	48,6	44,8	45,3	48,4	49,0	45,4	43,3
25	46,8	46,1	48,5	46,8	48,9	47,6	48,7	48,5	44,8	45,2	48,4	49,0	45,3	43,2
31,5	46,8	46,0	48,5	46,8	48,8	47,6	48,7	48,5	44,7	45,2	48,4	49,0	45,3	43,2
40	46,8	46,1	48,6	46,9	48,9	47,6	48,7	48,6	44,7	45,2	48,4	49,0	45,3	43,2
50	47,1	46,3	48,8	47,1	49,1	47,8	49,0	48,8	45,0	45,4	48,6	49,3	45,5	43,4
63	46,8	46,0	48,6	46,9	48,9	47,6	48,8	48,6	44,7	45,2	48,4	49,1	45,3	43,1
80	46,1	45,3	47,9	46,1	48,2	46,9	48,0	47,9	43,9	44,4	47,7	48,3	44,5	42,3
100	44,9	44,1	46,7	44,9	47,1	45,7	46,9	46,8	42,7	43,1	46,6	47,2	43,2	40,9
125	43,1	42,3	45,0	43,1	45,4	44,0	45,2	45,0	40,8	41,3	44,8	45,5	41,3	38,9
160	39,8	38,8	41,7	39,7	42,1	40,6	42,0	41,8	37,3	37,8	41,5	42,2	37,8	35,2
200	38,2	37,1	40,2	38,1	40,6	39,0	40,5	40,3	35,5	36,0	40,0	40,7	35,9	33,1

Taulukko 10. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

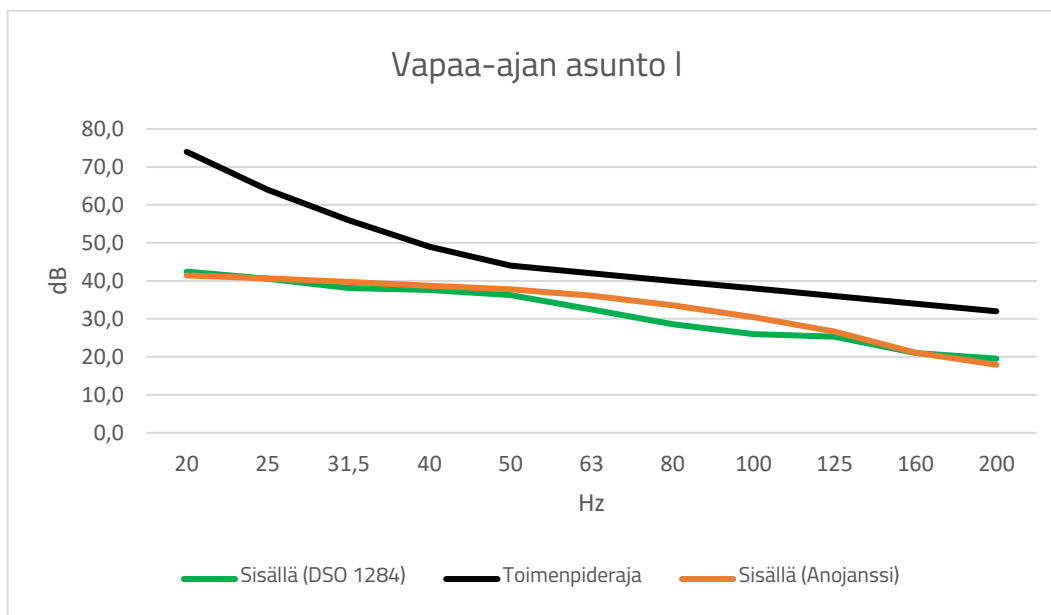
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	40,3	39,5	42,0	40,3	42,3	41,0	42,1	42,0	38,2	38,7	41,8	42,4	38,8	36,7
25	38,4	37,7	40,1	38,4	40,5	39,2	40,3	40,1	36,4	36,8	40,0	40,6	36,9	34,8
31,5	36,0	35,2	37,7	36,0	38,0	36,8	37,9	37,7	33,9	34,4	37,6	38,2	34,5	32,4
40	35,4	34,7	37,2	35,5	37,5	36,2	37,3	37,2	33,3	33,8	37,0	37,6	33,9	31,8
50	34,1	33,3	35,8	34,1	36,1	34,8	36,0	35,8	32,0	32,4	35,6	36,3	32,5	30,4
63	30,2	29,4	32,0	30,3	32,3	31,0	32,2	32,0	28,1	28,6	31,8	32,5	28,7	26,5
80	26,4	25,6	28,2	26,4	28,5	27,2	28,3	28,2	24,2	24,7	28,0	28,6	24,8	22,6
100	23,7	22,9	25,5	23,7	25,9	24,5	25,7	25,6	21,5	21,9	25,4	26,0	22,0	19,7
125	22,9	22,1	24,8	22,9	25,2	23,8	25,0	24,8	20,6	21,1	24,6	25,3	21,1	18,7
160	18,6	17,6	20,5	18,5	20,9	19,4	20,8	20,6	16,1	16,6	20,3	21,0	16,6	14,0
200	17,0	15,9	19,0	16,9	19,4	17,8	19,3	19,1	14,3	14,8	18,8	19,5	14,7	11,9

Taulukko 11. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	39,3	38,5	41,0	39,3	41,3	40,0	41,1	41,0	37,2	37,7	40,8	41,4	37,8	35,7
25	38,5	37,8	40,2	38,5	40,6	39,3	40,4	40,2	36,5	36,9	40,1	40,7	37,0	34,9
31,5	37,6	36,8	39,3	37,6	39,6	38,4	39,5	39,3	35,5	36,0	39,2	39,8	36,1	34,0
40	36,5	35,8	38,3	36,6	38,6	37,3	38,4	38,3	34,4	34,9	38,1	38,7	35,0	32,9
50	35,6	34,8	37,3	35,6	37,6	36,3	37,5	37,3	33,5	33,9	37,1	37,8	34,0	31,9
63	33,8	33,0	35,6	33,9	35,9	34,6	35,8	35,6	31,7	32,2	35,4	36,1	32,3	30,1
80	31,3	30,5	33,1	31,3	33,4	32,1	33,2	33,1	29,1	29,6	32,9	33,5	29,7	27,5
100	28,1	27,3	29,9	28,1	30,3	28,9	30,1	30,0	25,9	26,3	29,8	30,4	26,4	24,1
125	24,3	23,5	26,2	24,3	26,6	25,2	26,4	26,2	22,0	22,5	26,0	26,7	22,5	20,1
160	18,7	17,7	20,6	18,6	21,0	19,5	20,9	20,7	16,2	16,7	20,4	21,1	16,7	14,1
200	15,4	14,3	17,4	15,3	17,8	16,2	17,7	17,5	12,7	13,2	17,2	17,9	13,1	10,3



Kuva 5. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituksessa asunnossa e.



Kuva 6. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa I.

LIITE 4: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA (VE2)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoilla toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat.

Pienitaajuinen melu on laskettu Hanhinevan vaihtoehdolle VE2 (14 tuulivoimalaa).

Taulukko 12. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

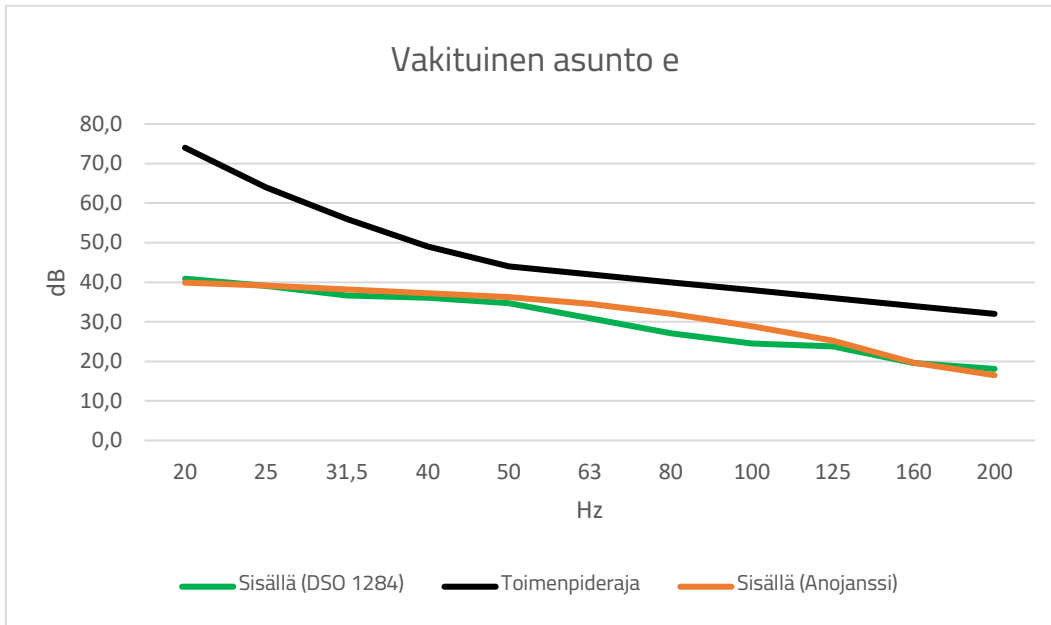
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	41,8	41,8	46,6	45,0	47,5	46,3	47,2	47,1	43,5	43,7	46,3	46,8	41,9	39,3
25	41,7	41,8	46,6	44,9	47,4	46,2	47,2	47,1	43,5	43,6	46,2	46,7	41,8	39,1
31,5	41,7	41,7	46,5	44,9	47,4	46,2	47,2	47,1	43,4	43,6	46,2	46,7	41,8	39,1
40	41,7	41,7	46,6	45,0	47,5	46,2	47,2	47,1	43,5	43,6	46,3	46,7	41,8	39,0
50	41,9	41,9	46,8	45,2	47,7	46,5	47,5	47,4	43,7	43,8	46,5	47,0	42,0	39,2
63	41,6	41,7	46,6	45,0	47,5	46,3	47,3	47,2	43,4	43,6	46,3	46,8	41,7	38,9
80	40,8	40,8	45,9	44,2	46,8	45,5	46,6	46,4	42,7	42,8	45,6	46,1	40,9	38,0
100	39,5	39,5	44,8	43,1	45,7	44,4	45,4	45,3	41,5	41,6	44,4	44,9	39,6	36,5
125	37,6	37,6	43,1	41,3	44,0	42,7	43,7	43,6	39,6	39,8	42,7	43,2	37,6	34,3
160	33,9	34,0	39,8	37,9	40,8	39,3	40,5	40,4	36,2	36,3	39,4	40,0	34,0	30,4
200	32,0	32,0	38,4	36,3	39,3	37,8	39,0	38,9	34,4	34,6	37,9	38,5	32,0	28,0

Taulukko 13. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

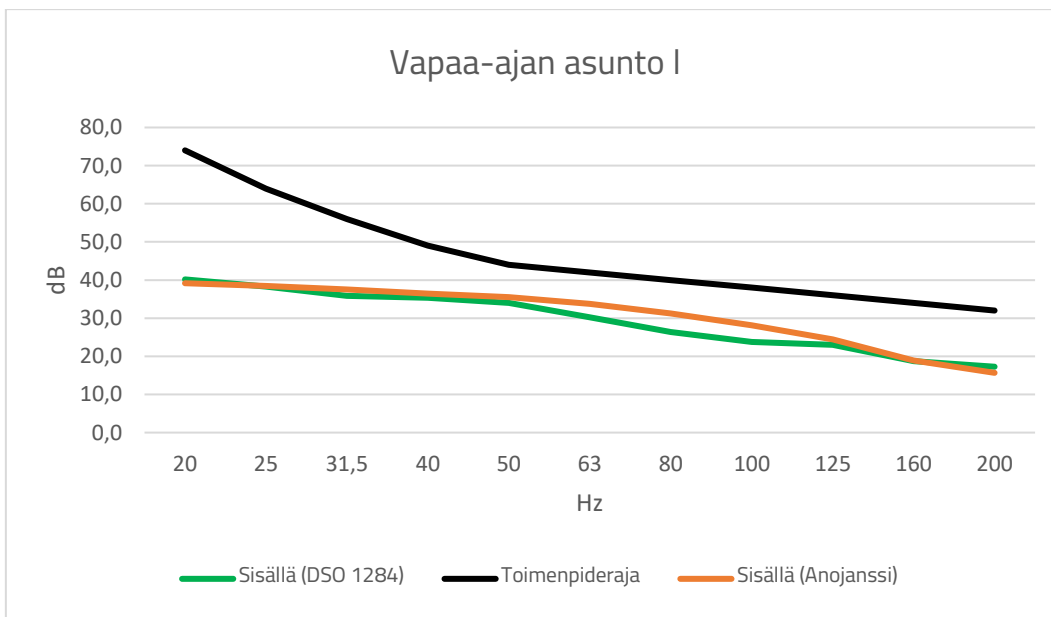
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	35,2	35,2	40,0	38,4	40,9	39,7	40,6	40,5	36,9	37,1	39,7	40,2	35,3	32,7
25	33,3	33,4	38,2	36,5	39,0	37,8	38,8	38,7	35,1	35,2	37,8	38,3	33,4	30,7
31,5	30,9	30,9	35,7	34,1	36,6	35,4	36,4	36,3	32,6	32,8	35,4	35,9	31,0	28,3
40	30,3	30,3	35,2	33,6	36,1	34,8	35,8	35,7	32,1	32,2	34,9	35,3	30,4	27,6
50	28,9	28,9	33,8	32,2	34,7	33,5	34,5	34,4	30,7	30,8	33,5	34,0	29,0	26,2
63	25,0	25,1	30,0	28,4	30,9	29,7	30,7	30,6	26,8	27,0	29,7	30,2	25,1	22,3
80	21,1	21,1	26,2	24,5	27,1	25,8	26,9	26,7	23,0	23,1	25,9	26,4	21,2	18,3
100	18,3	18,3	23,6	21,9	24,5	23,2	24,2	24,1	20,3	20,4	23,2	23,7	18,4	15,3
125	17,4	17,4	22,9	21,1	23,8	22,5	23,5	23,4	19,4	19,6	22,5	23,0	17,4	14,1
160	12,7	12,8	18,6	16,7	19,6	18,1	19,3	19,2	15,0	15,1	18,2	18,8	12,8	9,2
200	10,8	10,8	17,2	15,1	18,1	16,6	17,8	17,7	13,2	13,4	16,7	17,3	10,8	6,8

Taulukko 14. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	34,2	34,2	39,0	37,4	39,9	38,7	39,6	39,5	35,9	36,1	38,7	39,2	34,3	31,7
25	33,4	33,5	38,3	36,6	39,1	37,9	38,9	38,8	35,2	35,3	37,9	38,4	33,5	30,8
31,5	32,5	32,5	37,3	35,7	38,2	37,0	38,0	37,9	34,2	34,4	37,0	37,5	32,6	29,9
40	31,4	31,4	36,3	34,7	37,2	35,9	36,9	36,8	33,2	33,3	36,0	36,4	31,5	28,7
50	30,4	30,4	35,3	33,7	36,2	35,0	36,0	35,9	32,2	32,3	35,0	35,5	30,5	27,7
63	28,6	28,7	33,6	32,0	34,5	33,3	34,3	34,2	30,4	30,6	33,3	33,8	28,7	25,9
80	26,0	26,0	31,1	29,4	32,0	30,7	31,8	31,6	27,9	28,0	30,8	31,3	26,1	23,2
100	22,7	22,7	28,0	26,3	28,9	27,6	28,6	28,5	24,7	24,8	27,6	28,1	22,8	19,7
125	18,8	18,8	24,3	22,5	25,2	23,9	24,9	24,8	20,8	21,0	23,9	24,4	18,8	15,5
160	12,8	12,9	18,7	16,8	19,7	18,2	19,4	19,3	15,1	15,2	18,3	18,9	12,9	9,3
200	9,2	9,2	15,6	13,5	16,5	15,0	16,2	16,1	11,6	11,8	15,1	15,7	9,2	5,2



Kuva 7. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituuisessa asunnossa e.



Kuva 8. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa l.

LIITE 5: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA, YHTEISVAIKUTUKSET (VE1)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoilla toimenpiderajat alittuvat, koska pientaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pientaajuinen melu on laskettu tilanteessa, jossa Hanhineva (24 voimalaa) ja naapuripuistot (18 voimalaa) ovat toiminnassa.

Taulukko 15. Pientaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

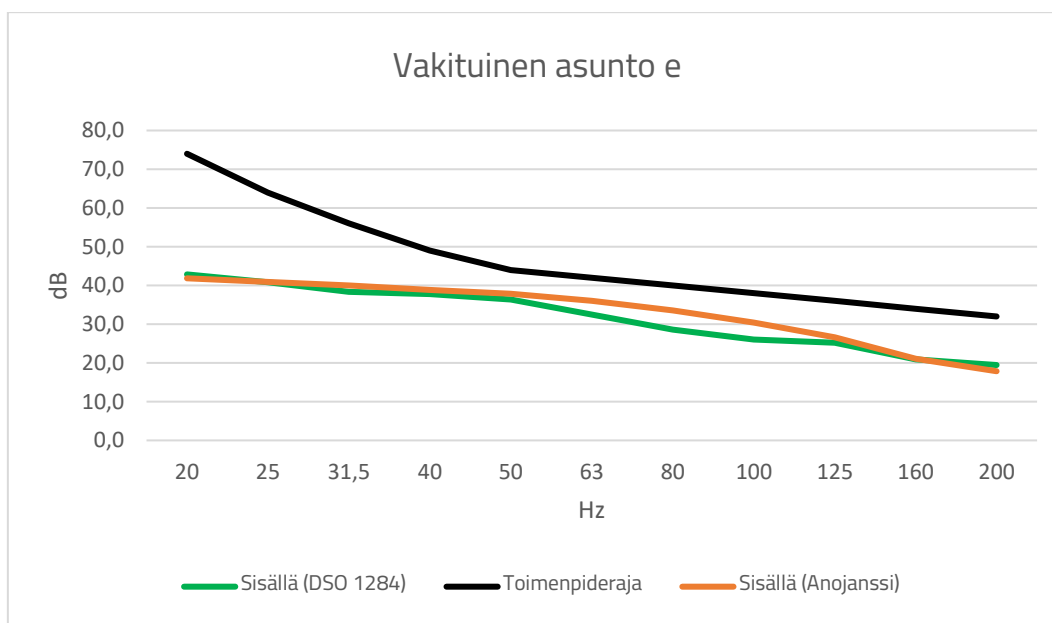
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	47,6	46,9	49,0	47,5	49,5	48,3	49,3	49,2	46,4	48,4	49,7	50,1	47,6	46,3
25	47,4	46,6	48,8	47,3	49,2	48,0	49,1	48,9	45,8	47,5	49,2	49,7	46,9	45,7
31,5	47,3	46,5	48,8	47,2	49,2	48,0	49,0	48,9	45,7	47,4	49,2	49,6	46,8	45,5
40	47,2	46,4	48,8	47,1	49,1	47,9	49,0	48,8	45,5	46,8	49,0	49,5	46,5	45,1
50	47,4	46,7	49,0	47,4	49,4	48,2	49,2	49,1	45,7	47,1	49,3	49,8	46,7	45,4
63	47,1	46,3	48,7	47,0	49,1	47,8	48,9	48,8	45,1	46,1	48,8	49,3	46,0	44,7
80	46,3	45,5	48,0	46,2	48,3	47,0	48,1	48,0	44,2	45,1	48,0	48,6	45,1	43,6
100	45,1	44,3	46,8	45,0	47,2	45,9	47,0	46,9	43,0	44,1	46,9	47,5	43,9	42,3
125	43,2	42,4	45,1	43,2	45,4	44,0	45,2	45,1	40,9	41,7	44,9	45,6	41,7	40,0
160	39,9	38,9	41,8	39,8	42,2	40,7	42,0	41,8	37,4	38,1	41,6	42,3	38,1	36,3
200	38,2	37,2	40,2	38,1	40,7	39,1	40,5	40,3	35,5	36,2	40,0	40,8	36,2	34,4

Taulukko 16. Pientaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

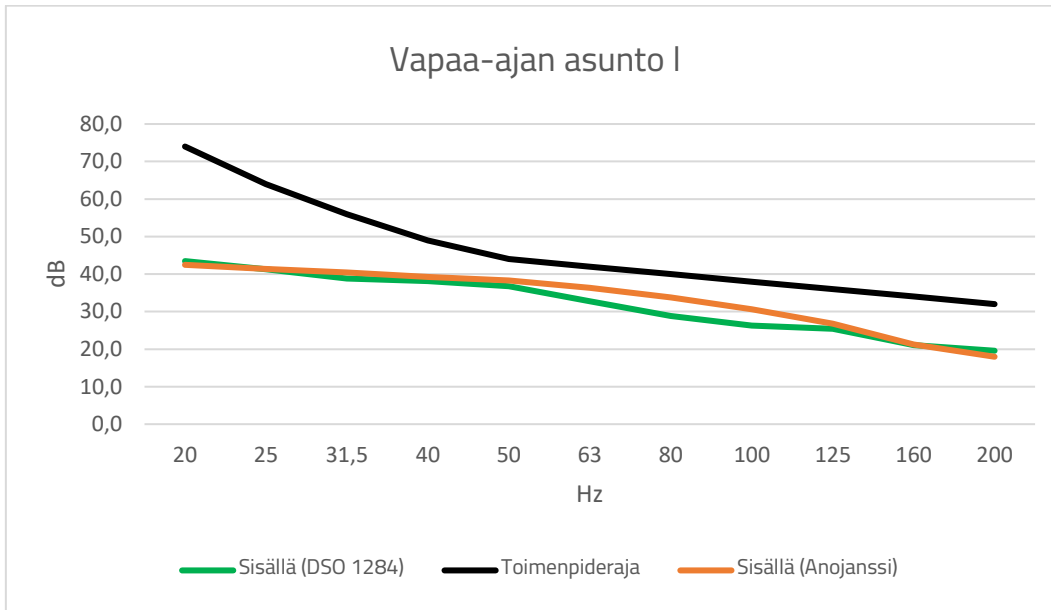
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	41,0	40,3	42,4	40,9	42,9	41,7	42,7	42,6	39,8	41,8	43,1	43,5	41,0	39,7
25	39,0	38,2	40,4	38,9	40,8	39,6	40,7	40,5	37,4	39,1	40,8	41,3	38,5	37,3
31,5	36,5	35,7	38,0	36,4	38,4	37,2	38,2	38,1	34,9	36,6	38,4	38,8	36,0	34,7
40	35,8	35,0	37,4	35,7	37,7	36,5	37,6	37,4	34,1	35,4	37,6	38,1	35,1	33,7
50	34,4	33,7	36,0	34,4	36,4	35,2	36,2	36,1	32,7	34,1	36,3	36,8	33,7	32,4
63	30,5	29,7	32,1	30,4	32,5	31,2	32,3	32,2	28,5	29,5	32,2	32,7	29,4	28,1
80	26,6	25,8	28,3	26,5	28,6	27,3	28,4	28,3	24,5	25,4	28,3	28,9	25,4	23,9
100	23,9	23,1	25,6	23,8	26,0	24,7	25,8	25,7	21,8	22,9	25,7	26,3	22,7	21,1
125	23,0	22,2	24,9	23,0	25,2	23,8	25,0	24,9	20,7	21,5	24,7	25,4	21,5	19,8
160	18,7	17,7	20,6	18,6	21,0	19,5	20,8	20,6	16,2	16,9	20,4	21,1	16,9	15,1
200	17,0	16,0	19,0	16,9	19,5	17,9	19,3	19,1	14,3	15,0	18,8	19,6	15,0	13,2

Taulukko 17. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	40,0	39,3	41,4	39,9	41,9	40,7	41,7	41,6	38,8	40,8	42,1	42,5	40,0	38,7
25	39,1	38,3	40,5	39,0	40,9	39,7	40,8	40,6	37,5	39,2	40,9	41,4	38,6	37,4
31,5	38,1	37,3	39,6	38,0	40,0	38,8	39,8	39,7	36,5	38,2	40,0	40,4	37,6	36,3
40	36,9	36,1	38,5	36,8	38,8	37,6	38,7	38,5	35,2	36,5	38,7	39,2	36,2	34,8
50	35,9	35,2	37,5	35,9	37,9	36,7	37,7	37,6	34,2	35,6	37,8	38,3	35,2	33,9
63	34,1	33,3	35,7	34,0	36,1	34,8	35,9	35,8	32,1	33,1	35,8	36,3	33,0	31,7
80	31,5	30,7	33,2	31,4	33,5	32,2	33,3	33,2	29,4	30,3	33,2	33,8	30,3	28,8
100	28,3	27,5	30,0	28,2	30,4	29,1	30,2	30,1	26,2	27,3	30,1	30,7	27,1	25,5
125	24,4	23,6	26,3	24,4	26,6	25,2	26,4	26,3	22,1	22,9	26,1	26,8	22,9	21,2
160	18,8	17,8	20,7	18,7	21,1	19,6	20,9	20,7	16,3	17,0	20,5	21,2	17,0	15,2
200	15,4	14,4	17,4	15,3	17,9	16,3	17,7	17,5	12,7	13,4	17,2	18,0	13,4	11,6



Kuva 9. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön toimenpiderajat vakituuisessa asunnossa e.



Kuva 10. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa I.

LIITE 6: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA, YHTEISVAIKUTUKSET (VE2)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoilla toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuisen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pienitaajuisen melu on laskettu tilanteessa, jossa Hanhineva (14 voimalaa) ja naapuripuistot (18 voimalaa) ovat toiminnassa.

Taulukko 18. Pienitaajuisen melu rakennuksen ulkopuolella.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	43,9	43,7	47,3	45,9	48,2	47,2	48,0	47,9	45,5	47,7	48,2	48,4	45,8	44,7
25	43,3	43,1	47,0	45,6	47,9	46,8	47,7	47,6	44,8	46,6	47,6	47,9	44,8	43,8
31,5	43,1	43,0	47,0	45,5	47,9	46,8	47,7	47,6	44,8	46,5	47,5	47,8	44,7	43,5
40	42,8	42,7	46,9	45,4	47,8	46,7	47,6	47,5	44,4	45,8	47,2	47,5	44,1	43,0
50	43,1	42,9	47,2	45,6	48,1	46,9	47,8	47,7	44,7	46,1	47,5	47,8	44,4	43,2
63	42,4	42,3	46,8	45,2	47,7	46,5	47,5	47,4	44,0	44,9	46,8	47,3	43,3	42,2
80	41,4	41,3	46,1	44,4	46,9	45,7	46,7	46,6	43,1	43,9	46,0	46,4	42,2	41,0
100	40,1	40,0	44,9	43,2	45,8	44,6	45,6	45,5	41,9	43,0	44,9	45,4	41,0	39,5
125	37,9	37,9	43,2	41,4	44,1	42,7	43,8	43,7	39,8	40,4	42,9	43,4	38,5	37,0

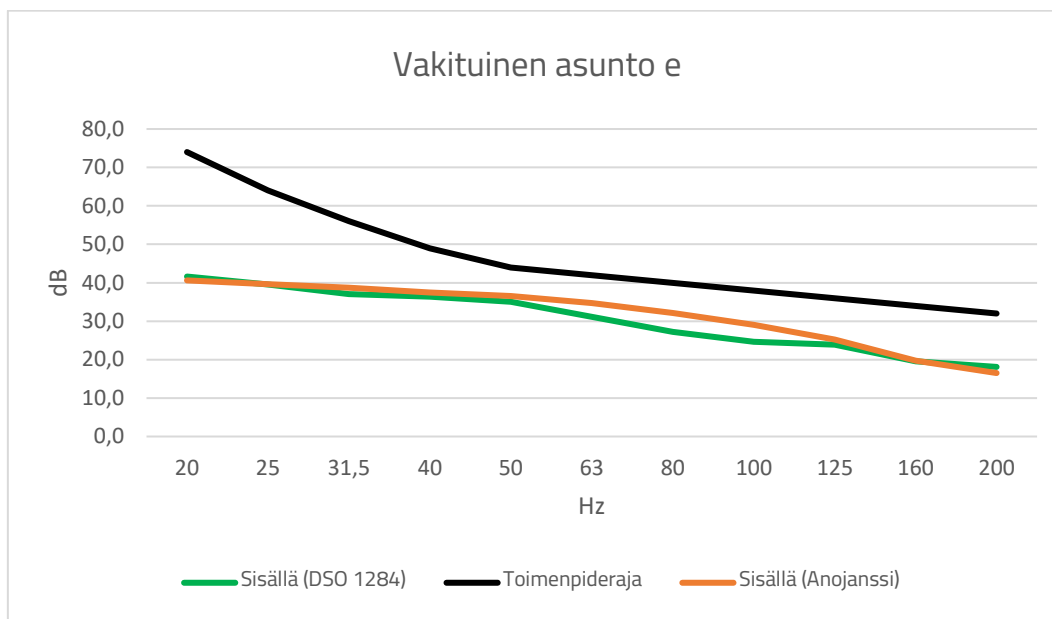
160	34,2	34,2	39,9	38,0	40,8	39,4	40,5	40,4	36,3	36,8	39,6	40,1	34,7	33,2
200	32,2	32,2	38,4	36,4	39,3	37,8	39,0	38,9	34,5	35,0	38,0	38,6	32,6	31,1

Taulukko 19. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

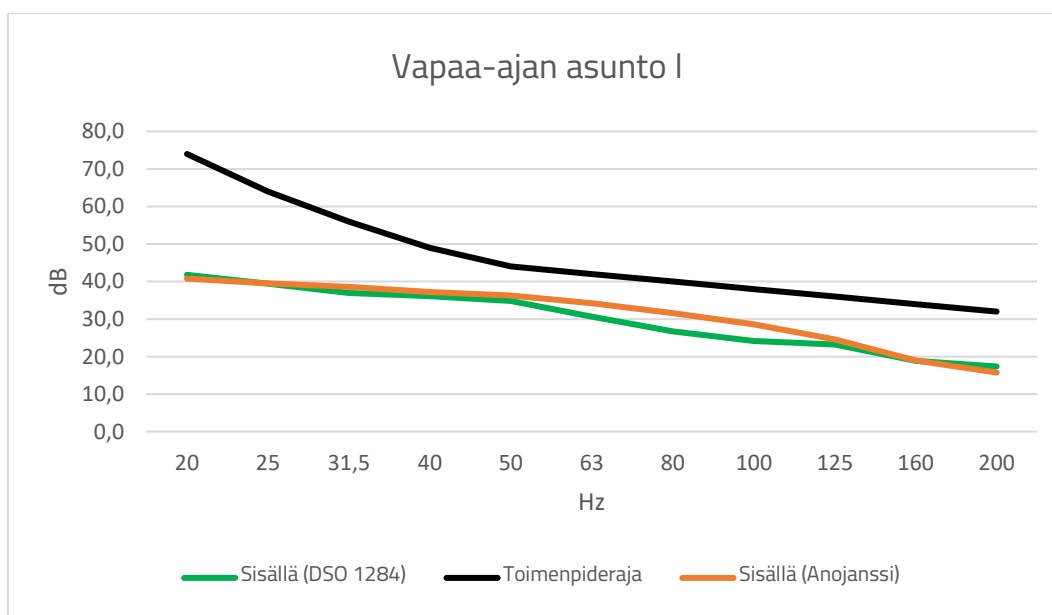
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	37,3	37,1	40,7	39,3	41,6	40,6	41,4	41,3	38,9	41,1	41,6	41,8	39,2	38,1
25	34,9	34,7	38,6	37,2	39,5	38,4	39,3	39,2	36,4	38,2	39,2	39,5	36,4	35,4
31,5	32,3	32,2	36,2	34,7	37,1	36,0	36,9	36,8	34,0	35,7	36,7	37,0	33,9	32,7
40	31,4	31,3	35,5	34,0	36,4	35,3	36,2	36,1	33,0	34,4	35,8	36,1	32,7	31,6
50	30,1	29,9	34,2	32,6	35,1	33,9	34,8	34,7	31,7	33,1	34,5	34,8	31,4	30,2
63	25,8	25,7	30,2	28,6	31,1	29,9	30,9	30,8	27,4	28,3	30,2	30,7	26,7	25,6
80	21,7	21,6	26,4	24,7	27,2	26,0	27,0	26,9	23,4	24,2	26,3	26,7	22,5	21,3
100	18,9	18,8	23,7	22,0	24,6	23,4	24,4	24,3	20,7	21,8	23,7	24,2	19,8	18,3
125	17,7	17,7	23,0	21,2	23,9	22,5	23,6	23,5	19,6	20,2	22,7	23,2	18,3	16,8
160	13,0	13,0	18,7	16,8	19,6	18,2	19,3	19,2	15,1	15,6	18,4	18,9	13,5	12,0
200	11,0	11,0	17,2	15,2	18,1	16,6	17,8	17,7	13,3	13,8	16,8	17,4	11,4	9,9

Taulukko 20. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	36,3	36,1	39,7	38,3	40,6	39,6	40,4	40,3	37,9	40,1	40,6	40,8	38,2	37,1
25	35,0	34,8	38,7	37,3	39,6	38,5	39,4	39,3	36,5	38,3	39,3	39,6	36,5	35,5
31,5	33,9	33,8	37,8	36,3	38,7	37,6	38,5	38,4	35,6	37,3	38,3	38,6	35,5	34,3
40	32,5	32,4	36,6	35,1	37,5	36,4	37,3	37,2	34,1	35,5	36,9	37,2	33,8	32,7
50	31,6	31,4	35,7	34,1	36,6	35,4	36,3	36,2	33,2	34,6	36,0	36,3	32,9	31,7
63	29,4	29,3	33,8	32,2	34,7	33,5	34,5	34,4	31,0	31,9	33,8	34,3	30,3	29,2
80	26,6	26,5	31,3	29,6	32,1	30,9	31,9	31,8	28,3	29,1	31,2	31,6	27,4	26,2
100	23,3	23,2	28,1	26,4	29,0	27,8	28,8	28,7	25,1	26,2	28,1	28,6	24,2	22,7
125	19,1	19,1	24,4	22,6	25,3	23,9	25,0	24,9	21,0	21,6	24,1	24,6	19,7	18,2
160	13,1	13,1	18,8	16,9	19,7	18,3	19,4	19,3	15,2	15,7	18,5	19,0	13,6	12,1
200	9,4	9,4	15,6	13,6	16,5	15,0	16,2	16,1	11,7	12,2	15,2	15,8	9,8	8,3



Kuva 11. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituudessa asunnossa e.



Kuva 12. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa l.

LIITE 7: SIOITUSSUUNNITELMAT

Voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevissa taulukoissa.

Taulukko 21. Hanhinevan voimaloiden sijaintitiedot, VE1 (24 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	380791	6984907	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
2	380100	6985270	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
3	380435	6985945	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
4	379745	6986156	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
5	380306	6986999	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
6	379554	6987161	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
7	379857	6987829	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
8	380332	6988411	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
9	379679	6988706	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
10	379162	6989173	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
11	378831	6989838	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
12	378067	6989912	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
13	378375	6989147	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
14	379098	6988384	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
15	378053	6988407	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
16	377601	6988960	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
17	377381	6988338	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
18	377788	6987757	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
19	378424	6987452	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
20	378809	6986864	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
21	379105	6986256	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
22	379320	6985310	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
23	379674	6984663	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
24	379030	6987710	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)

Taulukko 22. Hanhinevan voimaloiden sijaintitiedot, VE2 (14 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	380791	6984907	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
2	380100	6985270	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
3	379745	6986156	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
4	379554	6987161	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
5	379857	6987829	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
6	380649	6987732	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)

7	381000	6988522	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
8	380332	6988411	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
9	379679	6988706	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
10	379098	6988384	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
11	378809	6986864	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
12	379320	6985310	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
13	379674	6984663	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)
14	379030	6987710	Vestas V162 7.2 MW, 200m HH, 107,1+2,0 dB(A)

Taulukko 23. Kauniskankaan voimaloiden sijaintitiedot (9 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	366788	6988407	Vestas V162 6.2 MW, 200m HH, 104,8+2,0 dB(A)
2	367686	6988744	Vestas V162 6.2 MW, 200m HH, 104,8+2,0 dB(A)
3	368055	6989716	Vestas V162 6.2 MW, 200m HH, 104,8+2,0 dB(A)
4	367319	6991304	Vestas V162 6.2 MW, 200m HH, 104,8+2,0 dB(A)
5	367943	6990765	Vestas V162 6.2 MW, 200m HH, 104,8+2,0 dB(A)
6	368770	6990488	Vestas V162 6.2 MW, 200m HH, 104,8+2,0 dB(A)
7	369855	6990221	Vestas V162 6.2 MW, 200m HH, 104,8+2,0 dB(A)
8	370881	6989994	Vestas V162 6.2 MW, 200m HH, 104,8+2,0 dB(A)
9	371538	6989713	Vestas V162 6.2 MW, 200m HH, 104,8+2,0 dB(A)

Taulukko 24. Korkeakankaan voimaloiden sijaintitiedot (9 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	376233	6978103	Nordex N149 4.8 MW, 155m HH, 106,1+2,0 dB(A)
2	375945	6978992	Nordex N149 4.8 MW, 155m HH, 106,1+2,0 dB(A)
3	375094	6979521	Nordex N149 4.8 MW, 155m HH, 106,1+2,0 dB(A)
4	374639	6980320	Nordex N149 4.8 MW, 155m HH, 106,1+2,0 dB(A)
5	374125	6980090	Nordex N149 4.8 MW, 155m HH, 106,1+2,0 dB(A)
6	374476	6979597	Nordex N149 4.8 MW, 155m HH, 106,1+2,0 dB(A)
7	374764	6978433	Nordex N149 4.8 MW, 155m HH, 106,1+2,0 dB(A)
8	374184	6978848	Nordex N149 4.8 MW, 155m HH, 106,1+2,0 dB(A)
9	373325	6979817	Nordex N149 4.8 MW, 155m HH, 106,1+2,0 dB(A)