Välke- ja meluselvitys

Kolopetäjä-Rovavaaran tuulivoimahankkeen ympäristövaikutusten arviointiselostuksen **liite 12**

Sisällysluettelo*

Välkeselvitys.....1

Meluselvitys.....28

**Sisällysluettelossa esitetyt sivunumerot on merkitty liitteeseen sinisellä värillä sivun yläreunan keskelle. Liite koostuu useasta erillisestä raportista, joista osassa on omat sivunumerointinsa.*

ETHA



VÄLKESELVITYS

Kolopetäjä-Rovavaaran Tuulipuisto

17.12.2025

Etha Oy | Vaasanpuistikko 14 B11, 65100, Vaasa, Finland | +358 2900 20440 | firstname.lastname@etha-consultancy.com

SISÄLLYSLUETTELO

1 YHTEENVETO 2
2 TAUSTA 4
3 VARJOVÄLKKEEN MUODOSTUMINEN 5
3.1 Ohje- ja raja-arvot 6
3.2 Varjovälkkeen lähtötiedot ja menetelmät 6
4 VÄLKEVAIKUTUKSET 9
4.1 Vaihtoehdon VE1 välkevaikutukset 9
4.2 Vaihtoehdon VE2 välkevaikutukset 11
4.3 Yhteisvaikutusten mallinnus 13
4.3.1 Vaihtoehdon VE1 välkevaikutukset 13
4.3.2 Vaihtoehdon VE2 välkevaikutukset 14
4.4 Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät 17
4.5 Haittojen ehkäiseminen ja seuranta 17
5 LÄHTEET 18
Liite 1: Sijoitussuunnitelmat 19

VERSIOHISTORIA

Versio	Tekijä, Päivämäärä	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1	Elina Sippola, 2025-12-17	Alexander Ehrs-Dahl 2025-12-19	Alexander Ehrs-Dahl 2025-12-19	Kolopetäjä-Rovavaaran tuulivoimapuiston välkeselvitys.

1 YHTEENVETO

Tehtävä:

Välkeselvitys Kolopetäjä-Rovavaaran tuulivoimapuiston vaikutusalueella. Selvityksessä on otettu huomioon myös viereiset suunnitteilla olevat naapuripuistot Valkiavaara, Martimo, Kuorinki, Vinsanmaa, Löylyvaara ja Haapamaa.

Työmenetelmät:

Välkeselvitykseen on kerätty ajantasaista tietoa tuulivoimaloiden varjon välkkeen ominaispiirteistä, välkkeen ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty WindPRO Ver4.2 ohjelmiston SHADOW-moduulia. Mallinnuksessa ja raportoinnissa on käytetty ympäristöministeriön vuonna 2016 julkaisemia ohjeita raportista Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöministeriö, 2016). Vaikutusten arvioinnissa käytetyt laskentaparametrit on taulukoitu tässä raportissa.

Tulokset:

Suomen lainsäädännössä ei ole määritelty välkevaikutukselle raja-arvoja tai suosituksia. Ympäristöhallinnon ohjeen OH 5/2016 mukaan Suomessa vaikutuksia arvioitaessa on suositeltavaa käyttää apuna muiden maiden ohjearvoja. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä Kolopetäjä-Rovavaaran tuulivoimapuiston havainnointipisteissä kummassakaan hankevaihtoehdossa. Teoreettisia maksimisuosituksia (30 h/v ja 30 min/pv) ei myöskään ylitetä.

Kohtuuton haitta varjovälkkeestä pystytään ehkäisemään pysäyttämällä välkettä aiheuttavat voimalat kriittiseksi ajaksi. Voimalat voidaan ohjelmoida pysähtymään automaattisesti vallitsevien sääolosuhteiden mukaisesti (flicker control), kun välkettä muodostuisi herkälle alueelle.

Taulukko 1. Yhteenveto vertailuarvojen ylityksistä, mallinnus ilman puustoa. Taulukko kertoo kuinka monessa rakennuksessa (vakituinen tai vapaa-ajan asunto) kyseinen vertailuarvo ylitetään, kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu.

Vertailuarvo	VE1	VE2	VE1 ja naapuripuistot	VE2 ja naapuripuistot
> 10 h/v, todellinen tilanne	0	0	0	0
> 8 h/v, todellinen tilanne	0	0	0	0
> 30 h/v, teoreettinen maksimi	0	0	0	0
> 30 min/pv, teoreettinen maksimi	0	0	0	0

2 TAUSTA

Tämä välkeselvitys on tehty Kolopetäjä-Rovavaaran tuulivoimapuistolle Tervolan kunnan ja Tornion kaupungin alueilla. Tässä selvityksessä on tarkistettu kaksi eri sijoitussuunnitelman vaihtoehtoa, jotka on muodostettu ympäristövaikutusten arviointimenettelyä ja kaavoitusmenettelyä varten:

- VE1: 53 voimalaa. Roottorihalkaisija 200 m ja napakorkeus 200 m. Kokonaiskorkeus on 300 m.
- VE2: 34 voimalaa. Roottorihalkaisija 200 m ja napakorkeus 200 m. Kokonaiskorkeus on 300 m.

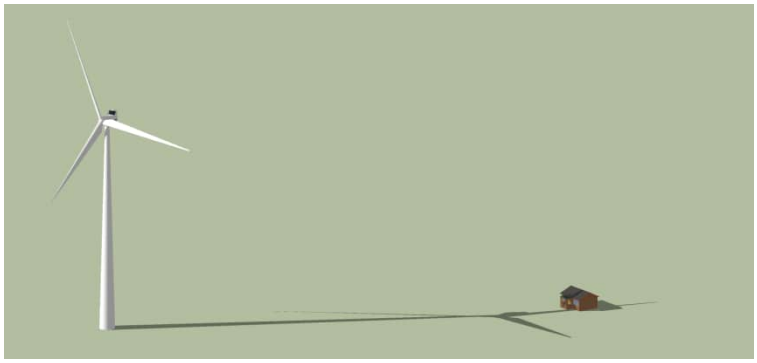
Välkeselvitys on tehty WindPRO 4.2 ohjelmiston SHADOW-moduulia käyttäen. Ympäristöhallinnon ohjeen OH 5/2016 mukaan Suomessa vaikutuksia arvioitaessa on suositeltavaa käyttää apuna muiden maiden ohjearvoja. Tuloksia on verrattu Saksan, Ruotsin ja Tanskan suositusarvoihin (LAI, 2002; Boverket, 2009; Miljøministeriet, 2015). Etha Oy on tarkistanut lähtötietojen oikeellisuuden ja vastaa siitä, että laskenta on oikein suoritettu.

3 VARJOVÄLKKEEN MUODOSTUMINEN

Tuulivoimaloiden roottorin pyörimisestä aiheutuu säännöllisesti välkkyvää varjovaikutusta, kun voimala pyörii tarkastelupisteen ja auringon välissä. Välkkeen määrä riippuu sääolosuhteista siten, että esimerkiksi pilvisellä säällä välkettä ei esiinny. Kesällä välkevaikutukset ovat laajimmillaan aamuisin ja iltaisin, kun aurinko on matalalla. Talvisin välkettä voidaan havaita laajemmalla alueella myös päivällä. Etäisyyden kasvaessa tuulivoimalan ja tarkastelupisteen välissä, välkkeen vaikutus pienenee. Kun tuulivoimala ei pyöri, välkettä ei esiinny. Välkevaikutus riippuu myös tuulen suunnasta eli roottorin kulmasta havainnointipisteeseen nähden.

Havaintopaikkaan kohdistuva varjovälke ei ole jatkuvaa, vaan välkkeen ajankohta ja kestoaika vaihtelevat vuorokauden ja vuodenajan mukaan. Yhtäjaksoista välkettä esiintyy yleensä 0-30 minuuttia päivässä riippuen havainnointipaikan suhteesta välkelähteeseen.

Ihmiset kokevat välkevaikutukset, kuten muutkin vaikutukset, hyvin eri tavoin. Suositusarvot ylittävä määrä varjovälkettä asuinalueella voi vaikuttaa asukkaiden viihtyvyyteen. Se havaitaanko varjovälkettä asuinalueella, loma-asunnolla tai työmaa-alueella, vaikuttaa ilmiön häiritsevyyteen. Myös eri hankkeiden varjovälkkeen kumuloituminen voi vaikuttaa lähialueen asuinviihtyvyyteen sekä virkistyskäyttöön.



Kuva 1. Varjovälkettä muodostuu, kun tuulivoimala pyörii tarkastelupisteen ja auringon välissä, aurinkoisella ja pilvettömällä säällä.

3.1 OHJE- JA RAJA-ARVOT

Suomen lainsäädännössä ei ole määritelty välkevaikutukselle raja-arvoja tai suosituksia. Ympäristöhallinnon ohjeen OH 5/2016 mukaan Suomessa vaikutuksia arvioitaessa on suositeltavaa käyttää apuna muiden maiden ohjearvoja. Saksassa ja Ruotsissa on tuulivoimapuistojen viereiselle asutukselle annettu suositusarvo maksimissaan kahdeksan tuntia välkettä vuodessa (nk. ”real case” eli todellinen tilanne, jossa huomioidaan auringonpaisteajat ja tuuliolosuhteet). Lisäksi Saksassa ja Ruotsissa on annettu suositusarvo 30 minuuttia päivässä sekä 30 tuntia vuodessa niin kutsutussa ”worst-case” -eli teoreettisessa maksimitilanteessa. Tanskassa sovelletaan yleensä kymmenen tunnin vuotuisen välkkeen raja-arvoa todellisessa tilanteessa.

Teoreettinen maksimitilanne tarkoittaa tilannetta, jossa kaikkien voimaloiden oletetaan olevan toiminnassa keskeytyksettä, ja taivaan oletetaan aina olevan pilvetön. Aurinkoisina ajanjaksoina teoreettinen maksimitilanne voi toteutua päivätasolla, mutta käytännössä ei vuositasolla. Tämän raportin välkemallinnustuloksia on verrattu edellä mainittuihin suositusarvoihin.

3.2 VARJOVÄLKKEEN LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT

Välkkeen muodostumiseen vaikuttavat oleellisesti sääolosuhteiden lisäksi voimaloiden käyttöaika, korkeus ja roottorin halkaisija. Myös kasvillisuus ja puusto vaikuttavat oleellisesti välkevaikutuksen muodostumiseen. Välkemallinnus on tehty ilman puuston suojaavan vaikutuksen huomiointia.

Tuulivoimaloiden aiheuttaman varjovälkkeen vaikutusalue ja –määrä mallinnetaan tuulivoimamallinnukseen käytettävällä WindPRO-ohjelmalla, jossa pohjatietona käytettiin paikallisia olosuhteita vastaavia tilastollisia tietoja. Ohjelmalla voidaan laskea sekä tiettyyn pisteeseen kohdistuva varjovälke, että koko tuulivoima-alueen varjovälkkeen muodostuminen. Laskennat tehdään todellisten olosuhteiden mukaisesti, jolloin otetaan huomioon tuulivoimaloiden korkeus, sijainti ja roottorin halkaisija sekä paikalliset, tilastolliset sääolosuhteet. Käyttöaste ja tuulensuunnat lasketaan käyttäen alueella EMD-WRF Europe+ MesoScale tuulisuustietoja.

Välkemallinnukset on suoritettu alalla vakiintuneen käytännön mukaisesti, ottaen huomioon voimalan lapojen keskimääräiset leveydet, joiden avulla lasketaan maksimitarkasteluetäisyys voimaloista (LAI 2002). Maksimitarkasteluetäisyys määritetään siten, että havainnointipisteessä voimalan lapa peittää vähintään 20 % auringosta. Mikäli voimala on niin kaukana havainnointipisteestä, että sen lavat peittävät alle 20 % auringon pinta-alasta, ei

havainnointipisteeseen muodostu häiritsevään voimakkaita liikkuvia varjoja. Maksimivaikutusten arvioimiseksi Kolopetäjä-Rovavaaran mallinnuksissa on käytetty nykyistä suurempaa voimalamallia, jonka lapojen paksuus on arvioitu nykyisten voimalamallien perusteella.

Välkemallinnuksessa on käytetty nk. kasvihuoneasetusta, eli välkettä lasketaan havaittavaksi aina, kun välkealue osuu rakennuksen kohdalle.

Maastotietokantana käytettiin Maanmittauslaitoksen kymmenen metrin korkeusmallia ja säähavaintotietoina käytettiin Rovaniemen säähavaintoja. Rovaniemen havaintoasema sijaitsee noin 66 kilometrin päässä suunnitellusta tuulivoimapuistoalueesta. Laskelmissa oletetaan, että tuulivoimaloiden roottorit pyörivät vain tuulennopeuden ollessa sopiva. Varjovälkettä tarkasteltiin kahden metrin korkeudelta eli suunnilleen ihmisen havainnointikorkeudelta. Mallinnuksessa käytetyt asetukset, auringonpaisteajat sekä tuulivoimaloiden toiminta-aika on esitetty alla olevissa taulukoissa.

Taulukko 2. Mallinnuksessa käytetyt asetukset.

Asetus	Kuvaus
Auringonpaisteajat	Rovaniemen sääaseman havainnot, Ilmatieteen laitos (taulukko 3)
Toiminta-aika	EMD WRF Europe+ datan perusteella (taulukko 4)
Asuntojen asetus	Kasvihuone-asetus
Mallinnus	Välkemallinnus vakiintuneen menetelmän mukaisesti (LAI 2002)
Lapaparametrit	Arvioidut lapaparametrit käytössä / Voimalavalmistajien lapaparametrejä käytössä
Vertailuarvot	10 h/v todellinen tilanne 8 h/v todellinen tilanne 30 h/v teoreettinen tilanne 30 min/pv teoreettinen tilanne

Taulukko 3. Mallinnuksessa käytetyt auringonpaisteajat

Kuukausi	Keskimääräinen auringonpaisteen tuntimäärä päivässä
Tammikuu	0,48
Helmikuu	2,03
Maaliskuu	4,26
Huhtikuu	6,77
Toukokuu	7,65
Kesäkuu	9,03
Heinäkuu	8,39
Elokuu	5,87
Syyskuu	7,73
Lokakuu	1,93
Marraskuu	0,60
Joulukuu	0,09
Keskiarvo	4,57

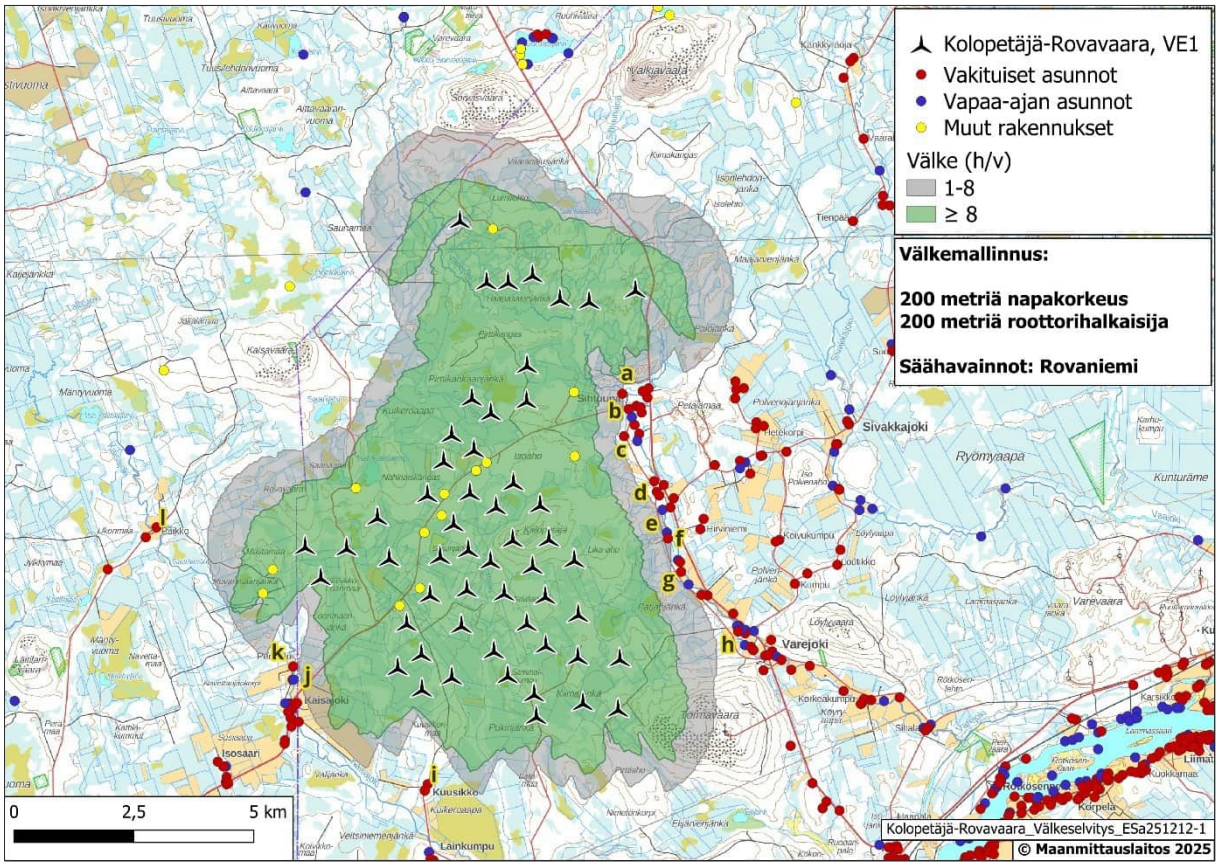
Taulukko 4. Tuulivoimaloiden toiminta-aika

Tuulensuunta	Toiminta-aika (h/v)
Pohjoinen	654
Pohjoiskoillinen	641
Itäkoillinen	576
Itä	532
Itäkaakko	519
Eteläkaakko	642
Etelä	1061
Etelälounas	1238
Länsilounas	628
Länsi	449
Länsiluode	449
Pohjoisluode	553
Summa	7943

4 VÄLKEVAIKUTUKSET

4.1 VAIHTOEHDON VE1 VÄLKEVAIKUTUKSET

Välkemallinnuksen tuloksia kuvataan visuaalisesti kartoilla, ja lisäksi tuloksia on kuvattu yksityiskohtaisesti sanallisesti. Kartalla tulokset on esitetty soveltaen todellisen tilanteen vertailuarvoa 8 h/v. Tässä mallinnuksessa puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu.



Kuva 2. Varjovälkkeen muodostuminen Kolopetäjä-Rovavaaran alueella (VE1). Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-l) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 5.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy vuodessa alle kahdeksan tuntia. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä

yhdessäkään havainnointipisteessä. Teoreettisia maksimisuosituksia (30 h/v ja 30 min/pv) ei myöskään ylitetä.

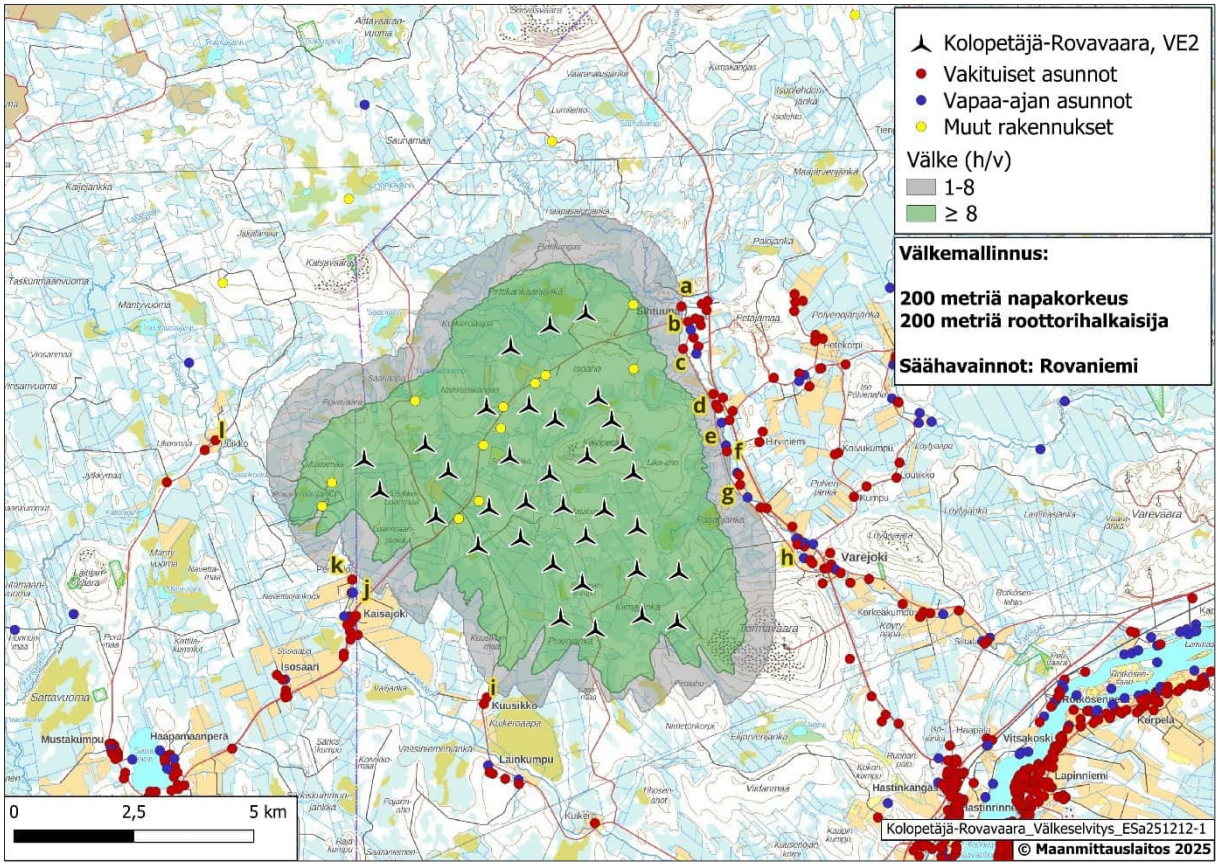
Laskennassa on tarkasteltu välkettä myös yksittäisissä havainnointipisteissä. Seuraavassa taulukossa on laskennasta saadut tulokset havainnointipisteille.

Taulukko 5. Varjovälkelaskennan tulokset, Kolopetäjä-Rovavaara VE1.

Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Vilkkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositus-arvon ylitys
a	Vakituinen asunto	393915	7341880	2:13	8:57	0:24	Ei
b	Vakituinen asunto	394051	7341557	0:00	0:00	0:00	Ei
c	Vakituinen asunto	393952	7340995	0:00	0:00	0:00	Ei
d	Vakituinen asunto	394636	7339835	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	394845	7338983	2:01	8:52	0:23	Ei
f	Vakituinen asunto	394865	7338861	2:10	9:02	0:24	Ei
g	Vakituinen asunto	395140	7338165	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vakituinen asunto	396329	7336923	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vakituinen asunto	389857	7333733	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	387065	7335918	0:00	0:00	0:00	Ei
k	Vakituinen asunto	387052	7336192	0:00	0:00	0:00	Ei
l	Vakituinen asunto	384201	7339092	0:00	0:00	0:00	Ei

4.2 VAIHTOEHDON VE2 VÄLKEVAIKUTUKSET

Välkemallinnuksen tuloksia kuvataan visuaalisesti kartoilla, ja lisäksi tuloksia on kuvattu yksityiskohtaisesti sanallisesti. Kartalla tulokset on esitetty soveltaen todellisen tilanteen vertailuarvoa 8 h/v. Tässä mallinnuksessa puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu.



Kuva 3. Varjovälkkeen muodostuminen Kolopetäjä-Rovavaaran alueella (VE2). Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-l) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 6.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy vuodessa alle kahdeksan tuntia. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä yhdessäkään havainnointipisteessä. Teoreettisia maksimisuosituksia (30 h/v ja 30 min/pv) ei myöskään ylitetä.

Laskennassa on tarkasteltu välkettä myös yksittäisissä havainnointipisteissä. Seuraavassa taulukossa on laskennasta saadut tulokset havainnointipisteille.

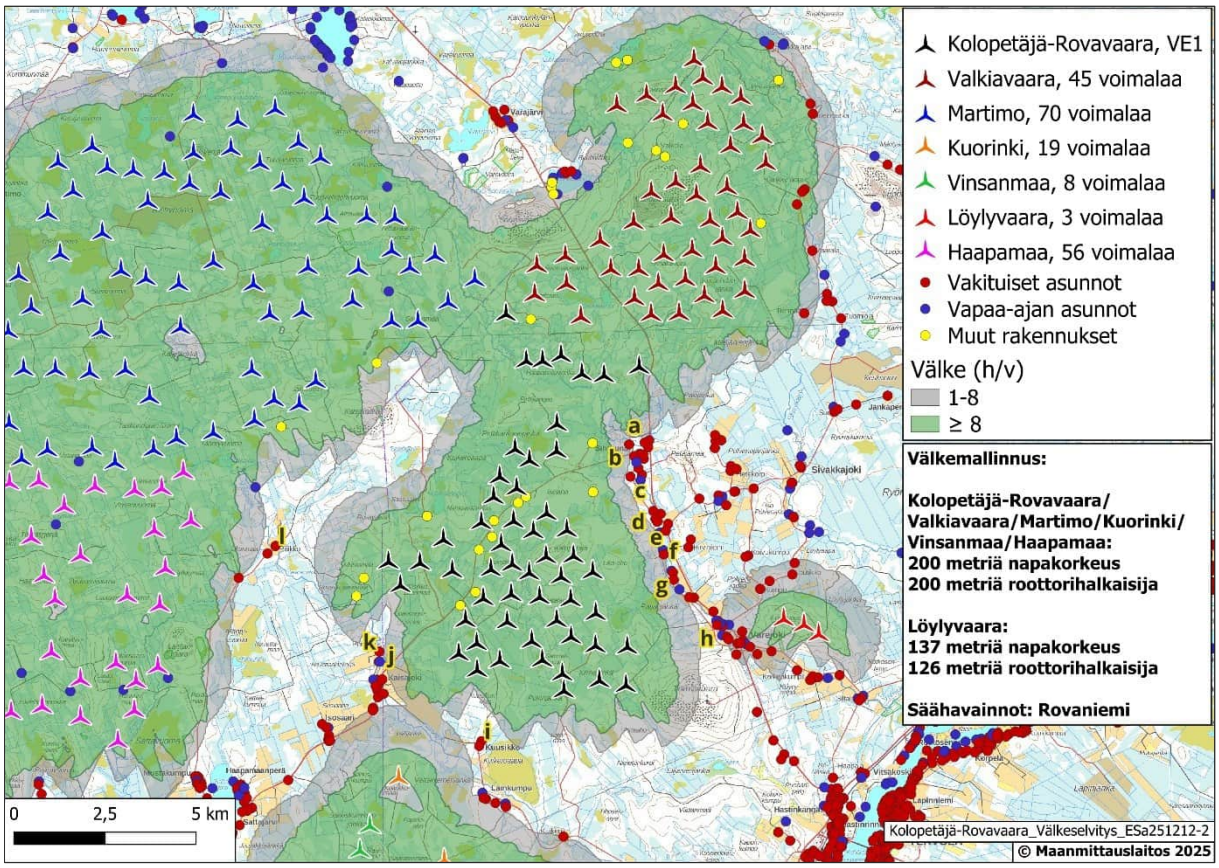
Taulukko 6. Varjovälkelaskennan tulokset, Kolopetäjä-Rovavaara VE2.

Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Vilkkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositus-arvon ylitys
a	Vakituinen asunto	393915	7341880	2:13	8:57	0:24	Ei
b	Vakituinen asunto	394051	7341557	0:00	0:00	0:00	Ei
c	Vakituinen asunto	393952	7340995	1:20	8:56	0:23	Ei
d	Vakituinen asunto	394636	7339835	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	394845	7338983	2:01	8:52	0:23	Ei
f	Vakituinen asunto	394865	7338861	2:10	9:02	0:24	Ei
g	Vakituinen asunto	395140	7338165	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vakituinen asunto	396329	7336923	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vakituinen asunto	389857	7333733	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	387065	7335918	0:00	0:00	0:00	Ei
k	Vakituinen asunto	387052	7336192	0:00	0:00	0:00	Ei
l	Vakituinen asunto	384201	7339092	0:00	0:00	0:00	Ei

4.3 YHTEISVAIKUTUSTEN MALLINNUS

4.3.1 VAIHTOEHDON VE1 VÄLKEVAIKUTUKSET

Seuraavassa kuvassa on esitetty Kolopetäjä-Rovavaaran ja naapuripuistojen yhteisvaikutusten tulokset. Välkemallinnuksessa on käytetty Kolopetäjä-Rovavaaran 53 voimalan sijoitussuunnitelmaa (VE1). Kolopetäjä-Rovavaaran mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 200 metriä ja roottorinhalkaisija 200 metriä. Myös naapuripuistot Valkiavaara (45 voimalaa), Martimo (70 voimalaa), Kuorinki (19 voimalaa), Vinsanmaa (8 voimalaa) ja Haapamaa (56 voimalaa) on mallinnettu voimalalla, jonka napakorkeus on 200 metriä ja roottorinhalkaisija 200 metriä. Naapuripuisto Löylyvaaran (3 voimalaa) mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 137 metriä ja roottorinhalkaisija 126 metriä.



Kuva 4. Kolopetäjä-Rovavaaran ja naapuripuistojen varjovälkkeen yhteisvaikutukset. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-l) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 7.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy mallinnuksen mukaan alle kahdeksan tuntia vuodessa ja harmaan viivan ulkopuolella välkettä esiintyy alle tunti vuodessa. Laskennan

perusteella Kolopetäjä-Rovavaaralla ja naapuripuistoilla ei ole varjovälkkeen osalta yhteisvaikutuksia vakituisiin tai vapaa-ajan asuntoihin. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä yhdenkään asunnon kohdalla Kolopetäjä-Rovavaaran alueella. Teoreettisia maksimisuosituksia (30 h/v ja 30 min/pv) ei myöskään ylitetä.

Laskennassa on tarkasteltu välkettä myös yksittäisissä havainnointipisteissä. Seuraavassa taulukossa on laskennasta saadut tulokset havainnointipisteille.

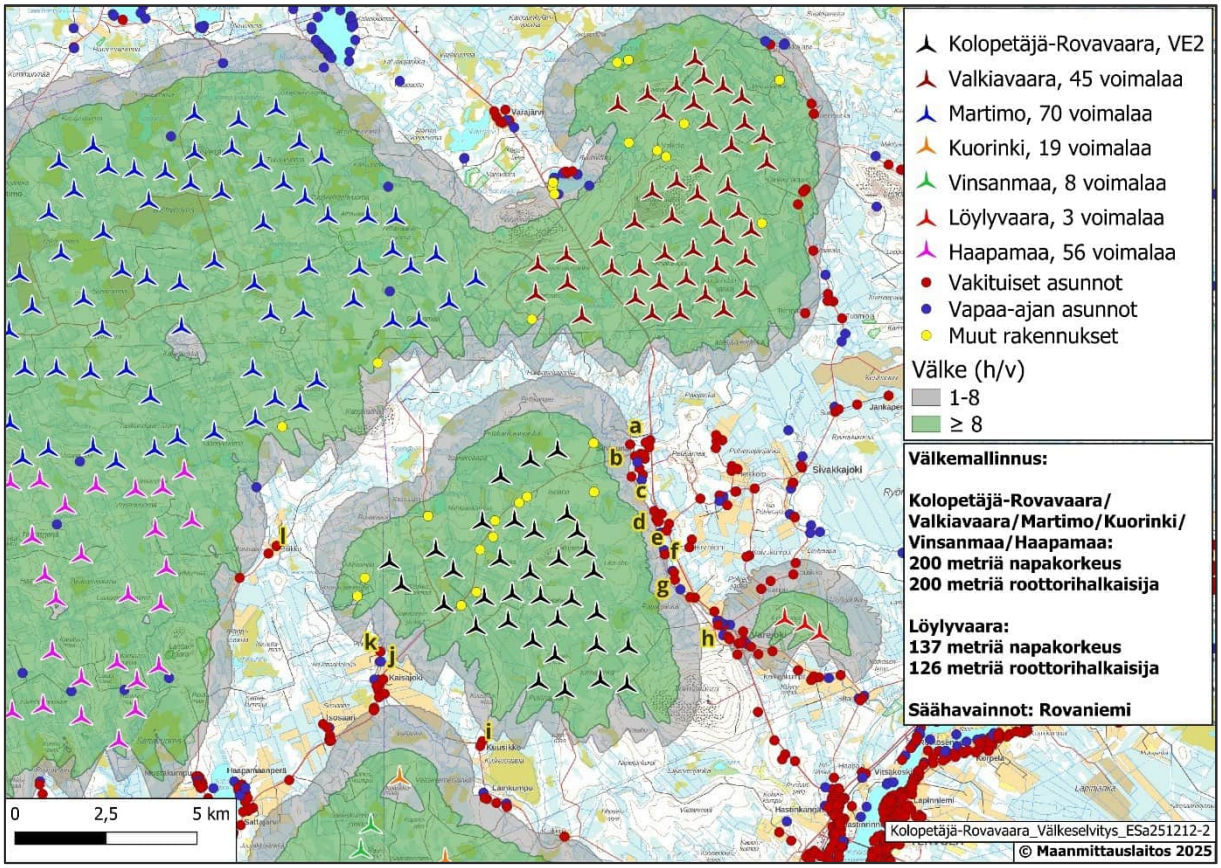
Taulukko 7. Varjovälkelaskennan tulokset, yhteisvaikutukset, Kolopetäjä-Rovavaara (VE1).

Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Vilkkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositus-arvon ylitys
a	Vakituinen asunto	393915	7341880	2:13	8:57	0:24	Ei
b	Vakituinen asunto	394051	7341557	0:00	0:00	0:00	Ei
c	Vakituinen asunto	393952	7340995	0:00	0:00	0:00	Ei
d	Vakituinen asunto	394636	7339835	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	394845	7338983	2:01	8:52	0:23	Ei
f	Vakituinen asunto	394865	7338861	2:10	9:02	0:24	Ei
g	Vakituinen asunto	395140	7338165	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vakituinen asunto	396329	7336923	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vakituinen asunto	389857	7333733	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	387065	7335918	0:00	0:00	0:00	Ei
k	Vakituinen asunto	387052	7336192	0:00	0:00	0:00	Ei
l	Vakituinen asunto	384201	7339092	0:00	0:00	0:00	Ei

4.3.2 VAIHTOEHDON VE2 VÄLKEVAIKUTUKSET

Seuraavassa kuvassa on esitetty Kolopetäjä-Rovavaaran ja naapuripuistojen yhteisvaikutusten tulokset. Välkemallinnuksessa on käytetty Kolopetäjä-Rovavaaran 34 voimalan sijoitussuunnitelmaa (VE2). Kolopetäjä-Rovavaaran mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 200 metriä ja roottorinhalkaisija 200 metriä. Myös naapuripuistot Valkiavaara (45 voimalaa), Martimo (70 voimalaa), Kuorinki (19 voimalaa), Vinsanmaa (8 voimalaa) ja Haapamaa (56

voimalaa) on mallinnettu voimalalla, jonka napakorkeus on 200 metriä ja roottorinhalkaisija 200 metriä. Naapuripuisto Löylyvaaran (3 voimalaa) mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 137 metriä ja roottorinhalkaisija 126 metriä.



Kuva 5. Kolopetäjä-Rovavaaran ja naapuripuistojen varjovälkkeen yhteisvaikutukset. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-l) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 8.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy mallinnuksen mukaan alle kahdeksan tuntia vuodessa ja harmaan viivan ulkopuolella välkettä esiintyy alle tunti vuodessa. Laskennan perusteella Kolopetäjä-Rovavaaralla ja naapuripuistoilla ei ole varjovälkkeen osalta yhteisvaikutuksia vakituisiin tai vapaa-ajan asuntoihin. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä yhdenkään asunnon kohdalla Kolopetäjä-Rovavaaran alueella. Teoreettisia maksimisuosituksia (30 h/v ja 30 min/pv) ei myöskään ylitetä.

Laskennassa on tarkasteltu välkettä myös yksittäisissä havainnointipisteissä. Seuraavassa taulukossa on laskennasta saadut tulokset havainnointipisteille.

Taulukko 8. Varjovälkelaskennan tulokset, yhteisvaikutukset, Kolopetäjä-Rovavaara (VE2).

Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Vilkkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositus-arvon ylitys
a	Vakituinen asunto	393915	7341880	2:13	8:57	0:24	Ei
b	Vakituinen asunto	394051	7341557	0:00	0:00	0:00	Ei
c	Vakituinen asunto	393952	7340995	1:20	8:56	0:23	Ei
d	Vakituinen asunto	394636	7339835	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	394845	7338983	2:01	8:52	0:23	Ei
f	Vakituinen asunto	394865	7338861	2:10	9:02	0:24	Ei
g	Vakituinen asunto	395140	7338165	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vakituinen asunto	396329	7336923	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vakituinen asunto	389857	7333733	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	387065	7335918	0:00	0:00	0:00	Ei
k	Vakituinen asunto	387052	7336192	0:00	0:00	0:00	Ei
l	Vakituinen asunto	384201	7339092	0:00	0:00	0:00	Ei

Suositusarvojen ylitys "Osittain" tarkoittaa tilannetta, jossa pelkästään teoreettisen maksimitilanteen vertailuarvoja ylitetään.

4.4 VAIKUTUSTEN ARVIOINNIN EPÄVARMUUSTEKIJÄT

Välkemallinnus edustaa keskimääräistä varjostustilannetta, jossa pohjana on käytetty pitkän ajan tilastollisia sääarvoja. Mikäli sääolosuhteet poikkeavat merkittävästi tilastoiduista arvoista, saattaa myös välkkeen määrä poiketa.

Tuulivoimaloiden käyttöaste, eli aika, jolloin voimalat pyörivät ja tuottavat sähköä, vaikuttaa merkittävästi välkkeen syntymiseen. Käyttöasteen pienentyessä saattaa välke yksittäisessä pisteessä vähentyä. Myös epävarmuus oletetuissa tuulensuunnissa voi vaikuttaa laskentatulokseen.

Välkemallinnuksessa ei otettu huomioon korkean kasvillisuuden mahdollista suojavaikutusta. Avoimilla alueilla sijaitseville rakennuksille välkemäärät ovat tässä mallinnuksessa samanlaiset, kuin mallinnettaessa kasvillisuuden kanssa. Rakennukset, jotka sijaitsevat lähellä metsäalueita, kokevat todellisuudessa vähemmän välkettä, kuin mallinnuksessa, koska metsä rajoittaa välkkeen syntymistä.

4.5 HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA SEURANTA

Tuulivoimaloiden varjovälkevaikutuksia pystytään ehkäisemään jo suunnitteluvaiheessa. Voimaloita voidaan sijoittaa siten, että ne aiheuttavat mahdollisimman vähän välkettä herkälle alueelle. Myös voimalan koko vaikuttaa merkittävästi syntyvän välkkeen määrään, joten valitsemalla matalampia voimaloita tai pienempiä roottoreita, voidaan välkevaikutuksia vähentää.

Kohtuuton haitta varjovälkkeestä pystytään ehkäisemään myös pysäyttämällä välkettä aiheuttavat voimalat kriittiseksi ajaksi. Voimalat voidaan ohjelmoida pysähtymään automaattisesti vallitsevien sääolosuhteiden mukaisesti, kun välkettä muodostuisi herkälle alueelle (flicker control).

5 LÄHTEET

Miljøministeriet Naturstyrelsen (2015). *Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller.*

Ympäristöministeriö (2016). *Tuulivoimarakentamisen suunnittelu* / OH 5/2016. Helsinki.

LAI (2002). *Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise), Länderausschuss für Immissionsschutz-Arbeitsgruppe Schattenwurf.*

Boverket (2009). *Vindkraftshandboken – planering och prövning av vindkraft på land och i kustnära vattenområden*.

Etha Oy (2025). *02_ Flicker_ Checklist_ ArM220711-1*. Internal work description.

LIITE 1: SIJOITUSSUUNNITELMAT

Voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevissa taulukoissa.

Taulukko 9. Kolopetäjä-Rovavaaran voimaloiden sijaintitiedot, VE1 (53 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	391171	7341514	200/200/300
2	391915	7341767	200/200/300
3	390818	7340744	200/200/300
4	391642	7340058	200/200/300
5	392198	7339596	200/200/300
6	390734	7339847	200/200/300
7	391279	7339556	200/200/300
8	388805	7339336	200/200/300
9	388162	7338693	200/200/300
10	389050	7338477	200/200/300
11	390699	7338661	200/200/300
12	391627	7338872	200/200/300
13	390669	7337833	200/200/300
14	391448	7337756	200/200/300
15	392304	7337689	200/200/300
16	392074	7335651	200/200/300
17	392992	7337313	200/200/300
18	389414	7337120	200/200/300
19	391522	7336031	200/200/300
20	392315	7336665	200/200/300
21	391919	7337121	200/200/300
22	390557	7337081	200/200/300
23	392380	7338887	200/200/300
24	389902	7337721	200/200/300
25	390393	7339200	200/200/300
26	391531	7344244	200/200/300
27	390526	7345524	200/200/300
28	389722	7336488	200/200/300
29	391234	7336548	200/200/300
30	389734	7335752	200/200/300
31	392984	7336423	200/200/300
32	392039	7344392	200/200/300
33	391083	7344243	200/200/300
34	392611	7343888	200/200/300

35	391925	7342504	200/200/300
36	390775	7341821	200/200/300
37	389848	7339808	200/200/300
38	390112	7338519	200/200/300
39	387625	7338076	200/200/300
40	387298	7338724	200/200/300
41	392117	7335184	200/200/300
42	390356	7336006	200/200/300
43	393091	7335467	200/200/300
44	393822	7335333	200/200/300
45	393858	7336386	200/200/300
46	389228	7336199	200/200/300
47	392910	7338448	200/200/300
48	391163	7338421	200/200/300
49	390353	7341060	200/200/300
50	390186	7340505	200/200/300
51	393220	7343841	200/200/300
52	394184	7344075	200/200/300
53	392040	7338314	200/200/300

Taulukko 10. Kolopetäjä-Rovavaaran voimaloiden sijaintitiedot, VE2 (34 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	391171	7341514	200/200/300
2	391915	7341767	200/200/300
3	390353	7341060	200/200/300
4	392176	7340018	200/200/300
5	392458	7339545	200/200/300
6	390734	7339847	200/200/300
7	391279	7339556	200/200/300
8	388572	7339032	200/200/300
9	387625	7338076	200/200/300
10	389050	7338477	200/200/300
11	390332	7338788	200/200/300
12	391947	7338786	200/200/300
13	390669	7337833	200/200/300
14	391448	7337756	200/200/300
15	392304	7337689	200/200/300
16	392117	7335184	200/200/300
17	392992	7337313	200/200/300
18	389673	7336921	200/200/300

19	391846	7336140	200/200/300
20	391394	7335415	200/200/300
21	391919	7337121	200/200/300
22	390557	7337081	200/200/300
23	392689	7339041	200/200/300
24	389902	7337721	200/200/300
25	393858	7336386	200/200/300
26	393091	7335467	200/200/300
27	393822	7335333	200/200/300
28	388794	7337539	200/200/300
29	391234	7336548	200/200/300
30	391163	7338421	200/200/300
31	392984	7336423	200/200/300
32	392910	7338448	200/200/300
33	389848	7339808	200/200/300
34	387298	7338724	200/200/300

Taulukko 11. Valkiavaaran voimaloiden sijaintitiedot, 45 voimalaa.

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	393569	7351251	200/200/300
2	395185	7351775	200/200/300
3	395691	7352506	200/200/300
4	395934	7352012	200/200/300
5	396461	7351763	200/200/300
6	396978	7351468	200/200/300
7	397054	7350748	200/200/300
8	395756	7348795	200/200/300
9	397568	7350397	200/200/300
10	397663	7349666	200/200/300
11	396886	7348324	200/200/300
12	396131	7348099	200/200/300
13	396289	7346820	200/200/300
14	396471	7347605	200/200/300
15	393111	7347547	200/200/300
16	395454	7346483	200/200/300
17	395978	7346033	200/200/300
18	395281	7345540	200/200/300
19	395643	7347277	200/200/300
20	394858	7347160	200/200/300

21	394173	7346753	200/200/300
22	394054	7345954	200/200/300
23	394513	7345518	200/200/300
24	394711	7346364	200/200/300
25	395189	7349148	200/200/300
26	395868	7349587	200/200/300
27	396598	7348997	200/200/300
28	392188	7346356	200/200/300
29	392156	7347118	200/200/300
30	391373	7346855	200/200/300
31	393407	7346761	200/200/300
32	392584	7345451	200/200/300
33	394517	7348868	200/200/300
34	394832	7351016	200/200/300
35	394387	7351538	200/200/300
36	395658	7351303	200/200/300
37	396067	7350776	200/200/300
38	396694	7350133	200/200/300
39	397238	7347823	200/200/300
40	397080	7347027	200/200/300
41	397086	7346156	200/200/300
42	396479	7345617	200/200/300
43	394033	7348041	200/200/300
44	391315	7346063	200/200/300
45	395061	7348178	200/200/300

Taulukko 12. Martimon voimaloiden sijaintitiedot, 70 voimalaa.

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	375548	7343958	200/200/300
2	375984	7342889	200/200/300
3	376337	7343974	200/200/300
4	376849	7345049	200/200/300
5	376874	7342518	200/200/300
6	377136	7346601	200/200/300
7	377219	7341555	200/200/300
8	377274	7344017	200/200/300
9	377484	7345706	200/200/300
10	377927	7341803	200/200/300
11	377939	7348298	200/200/300
12	378147	7344005	200/200/300

13	378218	7349690	200/200/300
14	378277	7347180	200/200/300
15	378631	7348904	200/200/300
16	378895	7345938	200/200/300
17	379088	7343932	200/200/300
18	379156	7341846	200/200/300
19	379158	7350131	200/200/300
20	379407	7345078	200/200/300
21	379436	7347755	200/200/300
22	379571	7349548	200/200/300
23	379785	7341455	200/200/300
24	379950	7346725	200/200/300
25	380067	7344005	200/200/300
26	380286	7349474	200/200/300
27	380634	7346505	200/200/300
28	380686	7348606	200/200/300
29	380735	7343249	200/200/300
30	380842	7341808	200/200/300
31	381136	7349414	200/200/300
32	381471	7342111	200/200/300
33	381534	7346355	200/200/300
34	381585	7345156	200/200/300
35	381836	7349104	200/200/300
36	381942	7349951	200/200/300
37	381939	7351003	200/200/300
38	382484	7342265	200/200/300
39	382486	7346956	200/200/300
40	382688	7348861	200/200/300
41	382970	7350062	200/200/300
42	383152	7350834	200/200/300
43	383541	7343989	200/200/300
44	383586	7346346	200/200/300
45	383614	7342612	200/200/300
46	383766	7349664	200/200/300
47	383831	7348006	200/200/300
48	384033	7345524	200/200/300
49	384153	7343180	200/200/300
50	384185	7351157	200/200/300
51	384387	7349114	200/200/300
52	384823	7350235	200/200/300
53	384845	7343049	200/200/300

54	384931	7345604	200/200/300
55	384979	7348706	200/200/300
56	385084	7346808	200/200/300
57	385299	7343681	200/200/300
58	385431	7349826	200/200/300
59	385606	7348200	200/200/300
60	386313	7345891	200/200/300
61	386473	7346774	200/200/300
62	386698	7348199	200/200/300
63	387386	7347276	200/200/300
64	387384	7345330	200/200/300
65	387472	7348166	200/200/300
66	387884	7346811	200/200/300
67	388106	7345330	200/200/300
68	388577	7347134	200/200/300
69	388935	7345847	200/200/300
70	389668	7346470	200/200/300

Taulukko 13. Kuoringin voimaloiden sijaintitiedot, 19 voimalaa.

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	387491	7328538	200/200/300
2	387581	7332705	200/200/300
3	387823	7329567	200/200/300
4	388473	7328341	200/200/300
5	389032	7326891	200/200/300
6	388584	7329804	200/200/300
7	388801	7327677	200/200/300
8	388834	7330452	200/200/300
9	389565	7330016	200/200/300
10	390135	7329576	200/200/300
11	390719	7327993	200/200/300
12	390890	7328783	200/200/300
13	390951	7327030	200/200/300
14	391536	7329187	200/200/300
15	391588	7328241	200/200/300
16	391470	7326322	200/200/300
17	391823	7327053	200/200/300
18	392117	7328677	200/200/300
19	392746	7328207	200/200/300

Taulukko 14. Vinsanmaan voimaloiden sijaintitiedot, 8 voimalaa.

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	384973	7329099	200/200/300
2	385354	7328258	200/200/300
3	385474	7330352	200/200/300
4	385728	7329146	200/200/300
5	386068	7328316	200/200/300
6	386789	7331387	200/200/300
7	386754	7329671	200/200/300
8	386519	7330708	200/200/300

Taulukko 15. Löylyvaaran voimaloiden sijaintitiedot, 3 voimalaa.

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	399117	7336738	137/126/200
2	398713	7336999	137/126/200
3	398156	7337154	137/126/200

Taulukko 16. Haapamaan voimaloiden sijaintitiedot, 56 voimalaa.

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	371068	7333867	200/200/300
2	371773	7333708	200/200/300
3	371568	7334613	200/200/300
4	372419	7334008	200/200/300
5	373065	7334513	200/200/300
6	372073	7335359	200/200/300
7	372766	7335670	200/200/300
8	373371	7333867	200/200/300
9	374234	7334407	200/200/300
10	374516	7333720	200/200/300
11	374140	7335464	200/200/300
12	375744	7333262	200/200/300
13	375239	7333861	200/200/300
14	375938	7334460	200/200/300
15	374892	7334859	200/200/300
16	376936	7334513	200/200/300
17	376637	7335165	200/200/300
18	376243	7336063	200/200/300

19	375139	7336157	200/200/300
20	373788	7336257	200/200/300
21	374587	7337767	200/200/300
22	375638	7338013	200/200/300
23	377788	7334671	200/200/300
24	378040	7336157	200/200/300
25	378839	7335411	200/200/300
26	378839	7334366	200/200/300
27	379867	7333714	200/200/300
28	380319	7334560	200/200/300
29	380366	7335359	200/200/300
30	379814	7335858	200/200/300
31	380965	7335758	200/200/300
32	381018	7337455	200/200/300
33	380120	7337708	200/200/300
34	381171	7338460	200/200/300
35	380866	7339505	200/200/300
36	378839	7338812	200/200/300
37	377835	7338260	200/200/300
38	378140	7337608	200/200/300
39	376537	7338607	200/200/300
40	375338	7338806	200/200/300
41	374939	7339658	200/200/300
42	376043	7340709	200/200/300
43	376889	7340809	200/200/300
44	377694	7340856	200/200/300
45	378393	7340157	200/200/300
46	377488	7339306	200/200/300
47	374340	7339253	200/200/300
48	374140	7341502	200/200/300
49	374739	7341908	200/200/300
50	375139	7341303	200/200/300
51	375844	7341455	200/200/300
52	379239	7340709	200/200/300
53	380325	7340610	200/200/300
54	381071	7340657	200/200/300
55	381664	7341109	200/200/300
56	381876	7339764	200/200/300

ETHA



MELUSELVITYS

Kolopetäjä-Rovavaaran Tuulipuisto

17.12.2025

Etha Oy | Vaasanpuistikko 14 B11, 65100, Vaasa, Finland | +358 2900 20440 | firstname.lastname@etha-consultancy.com

SISÄLLYSLUETTELO

1 YHTEENVETO 3
2 TAUSTA 4
3 MELU 5
3.1 Yleistä 5
3.2 Melun muodostuminen 5
4 MELUN OHJEARVOT 7
4.1 Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista 7
4.2 Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat 7
5 LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT 8
5.1 Lähtötiedot 8
5.2 Menetelmät 10
6 ARVIOIDUT MELUVAIKUTUKSET 11
6.1 Nykytilanne 11
6.2 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 11
6.3 Toiminnan aikaiset vaikutukset, VE1 12
6.4 Toiminnan aikaiset vaikutukset, VE2 13
6.5 Yhteisvaikutusten mallinnus, VE1 14
6.6 Yhteisvaikutusten mallinnus, VE2 16
6.7 Pienitaajuinen melu 17
6.8 Käytön lopettamisen aikaiset vaikutukset 17
6.9 Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät 18
7 HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA SEURANTA 18
8 LÄHTEET 19
9 MALLINNUSTIETOJEN RAPORTTI, KOLOPETÄJÄ-ROVAVAARA 20

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) 34
Liite 7: Sijoitussuunnitelmat 37

VERSIOHISTORIA

Versio	Tekijä	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1	Elina Sippola, 2025-12-17	Alexander Ehrs-Dahl 2025-12-19	Alexander Ehrs-Dahl 2025-12-19	Kolopetäjä-Rovavaaran tuulivoimapuiston meluselvitys.

1 YHTEENVETO

Tehtävä:

Meluselvitys Kolopetäjä-Rovavaaran tuulivoimapuiston vaikutusalueella. Selvityksessä on otettu huomioon myös viereiset suunnitteilla olevat naapuripuistot Valkiavaara, Martimo, Kuorinki, Vinsanmaa, Löylyvaara ja Haapamaa.

Työmenetelmät:

Meluselvitykseen on kerätty tietoa tuulivoimaloiden melun ominaispiirteistä, melun ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty windPRO Ver4.2 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 windPRO-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, kun huomioidaan pelkästään Kolopetäjä-Rovavaaran tuulivoimapuisto. Kun huomioidaan naapuripuistot, valtioneuvoston asetuksen ohjearvo 40 dB(A) ylittyy neljän vapaa-ajan asunnon kohdalla. Nämä asunnot sijaitsevat naapuripuisto Valkiavaaran toisella puolella Kolopetäjä-Rovavaarasta katsottuna, joten suurin osa melusta aiheutuu Valkiavaaran voimaloista. Asuntoihin kohdistuva melutaso riippuu siis ensisijaisesti Valkiavaaran toteutumisesta, sijoitussuunnitelmasta ja voimalatyypistä.

STM:n antamia sisätilojen pienitaajuisen melun ohjearvoja ei ylitetä.

2 TAUSTA

Meluselvitys on tehty Kolopetäjä-Rovavaaran tuulivoimapuistolle Tervolan kunnan ja Tornion kaupungin alueilla. Suunniteltu hanke koostuu yhteensä 34–53 tuulivoimalasta. Melumallinnuksessa on käytetty Vestaksen V172 7.2 MW-voimalan lähtötietoja hankevaihtoehdolle VE1. Mallinnuksessa voimaloiden napakorkeus on 214 metriä, jolloin kokonaiskorkeus on 300 metriä, ja äänitehotaso 107,8 dB(A) + 2,0 dB(A) epävarmuusmarginaali. Hankevaihtoehdolle VE2 on käytetty Nordexin N175 7,0 MW-voimalan lähtötietoja. Mallinnuksessa voimaloiden napakorkeus on 212,5 metriä, jolloin kokonaiskorkeus on 300 metriä, ja äänitehotaso 109,7 dB(A) + 2,0 dB(A) epävarmuusmarginaali.

Meluselvitys on tehty ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014 Tuulivoimaloiden melun mallintaminen) windPRO Ver4.2 ohjelmiston melulaskentatyökalulla. Pienitaajuinen melu on laskettu käyttäen windPRO-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: 53 voimalaa.
- VE2: 34 voimalaa.

Naapuripuistot Valkiavaara (45 voimalaa), Martimo (70 voimalaa), Kuorinki (19 voimalaa), Vinsanmaa (8 voimalaa), Löylyvaara (3 voimalaa) ja Haapamaa (56 voimalaa) on huomioitu yhteisvaikutusten mallinnuksissa (kappale 6.5–6.6). Valkiavaaran, Martimon, Kuoringin, Vinsanmaan ja Haapamaan voimalatyyppi on V172 7.2 MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,8+2,0 dB(A). Löylyvaaran voimalatyyppi on V126 3.3 MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,5+2,0 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 ohjearvot. Melulle altistuvalla alueella melutaso ei saa ulkona ylittää seuraavassa taulukossa lueteltuja A-taajuuspainotetun keskiäänitason ohjearvoja. Asetus on tullut voimaan 1.9.2015.

Taulukko 2. Ohjearvot valtioneuvoston asetuksessa.

	Ulkomelutaso L_{Aeq} päivällä 7-22	Ulkomelutaso L_{Aeq} yöllä 22-7
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	40 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 äänieristyksen 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. Turbiinivalmistajien äänitiedot sisältävät epävarmuusmarginaalin. Vestaksen ja Nordexin käyttämä epävarmuusmarginaali ei ole suoraan verrattavissa IEC TS 61400-14 -standardiin, johon ympäristöministeriön ohjeet viittaavat. Tästä johtuen lähtömelutasoon on mallinnuksessa lisätty 2 dB:n epävarmuusmarginaali. 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 oktaavi-kaistoittainen äänispektri
Kolopetäjä-Rovavaara, VE1	V172 7,2 MW	214	107,8+2,0 dB(A)	Käytössä
Kolopetäjä-Rovavaara, VE2	N175 7,0 MW	212,5	109,7+2,0 dB(A)	Käytössä
Valkiavaara	V172 7,2 MW	200	107,8+2,0 dB(A)	Käytössä
Martimo	V172 7,2 MW	200	107,8+2,0 dB(A)	Käytössä
Kuorinki	V172 7,2 MW	200	107,8+2,0 dB(A)	Käytössä
Vinsanmaa	V172 7,2 MW	200	107,8+2,0 dB(A)	Käytössä
Haapamaa	V172 7,2 MW	200	107,8+2,0 dB(A)	Käytössä
Löylyvaara	V126 3,3 MW	137	107,5+2,0 dB(A)	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 16 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 melumallinuksessa 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 äänenvoimakkuuden merkittävät jaksottaiset vaihtelut lisäävät melun häiritsevyyttä. Amplitudimodulaatio on paikallisista olosuhteista ja voimalatyypistä 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, DLσ, on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Äänieristyskertoimet.

f/ Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
DLσ (DSO 1284)	6.6	8.4	10.8	11.4	13	16.6	19.7	21.2	20.2	21.2	25.0
DLσ (Anojanssi-	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

Kolopetäjä-Rovavaaran tuulivoimapuiston alue on pääasiassa metsätalousaluetta ja sen äänimaisema on tällaiselle alueelle tyypillistä.

6.2 RAKENTAMISEN AIKAISET VAIKUTUKSET

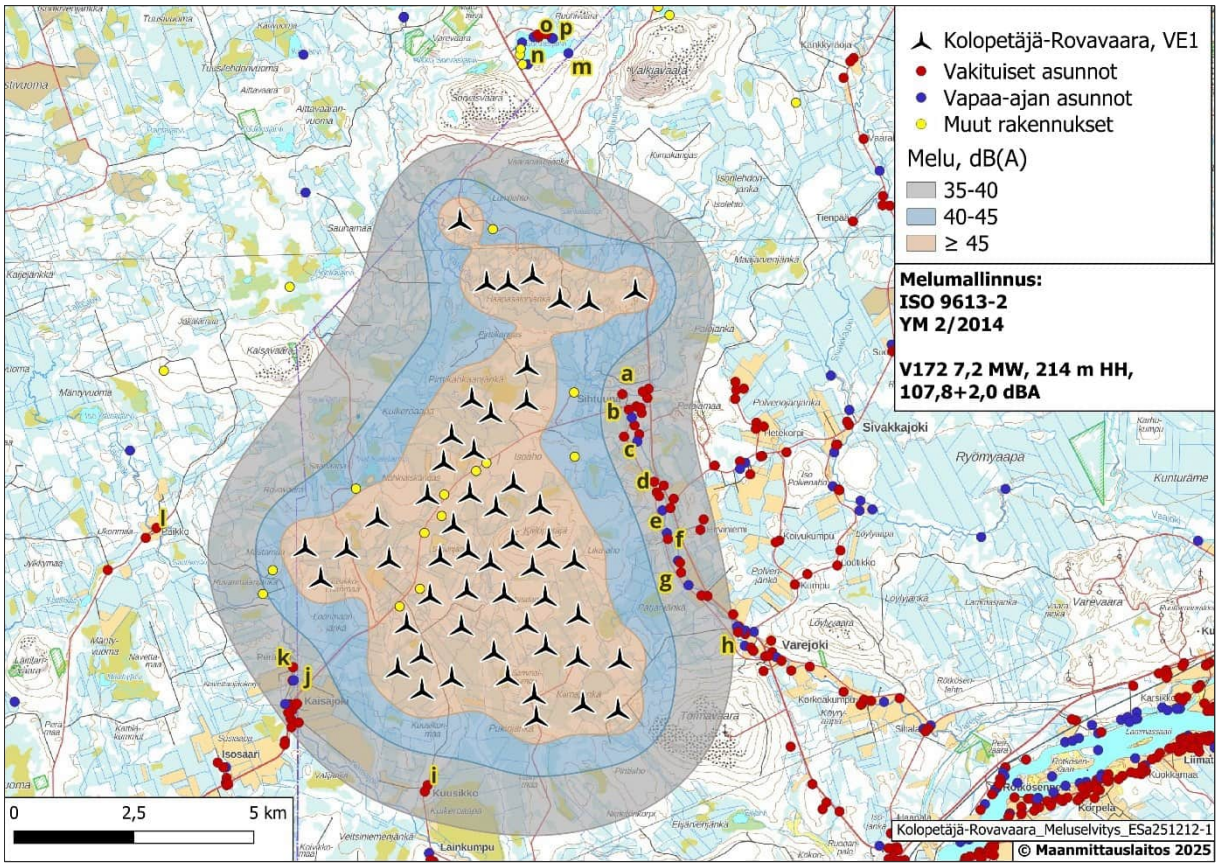
Tuulivoimapuiston rakentamisen aikana melua aiheutuu mm. maansiirtokoneista, nostureista, ajoneuvoliikenteestä sekä rakentamisesta. Rakennustyömaan melu on hyvin impulssimaista ja paikallista ja ajoittuu pääasiallisesti päiväaikaan. Tämän vuoksi meluvaikutukset eivät kasva

merkittäviksi. Tiestön ja perustusten rakentaminen tuottaa eniten melua ja lisääntyvä liikenne saattaa nostaa valtatien 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 V172 7.2 MW -voimalaa, jonka kokonaisäänitaso on 107,8+2,0 dB(A) ja napakorkeus 214 metriä. Melumallinnuksessa on käytetty 53 voimalan sijoitussuunnitelmaa. Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 7.



Kuva 1. Kolopetäjä-Rovavaaran tuulivoimapuiston melumallinnus (VE1). Kuusitoista havainnointi-pistettä on merkitty kuvaan kirjaimilla.

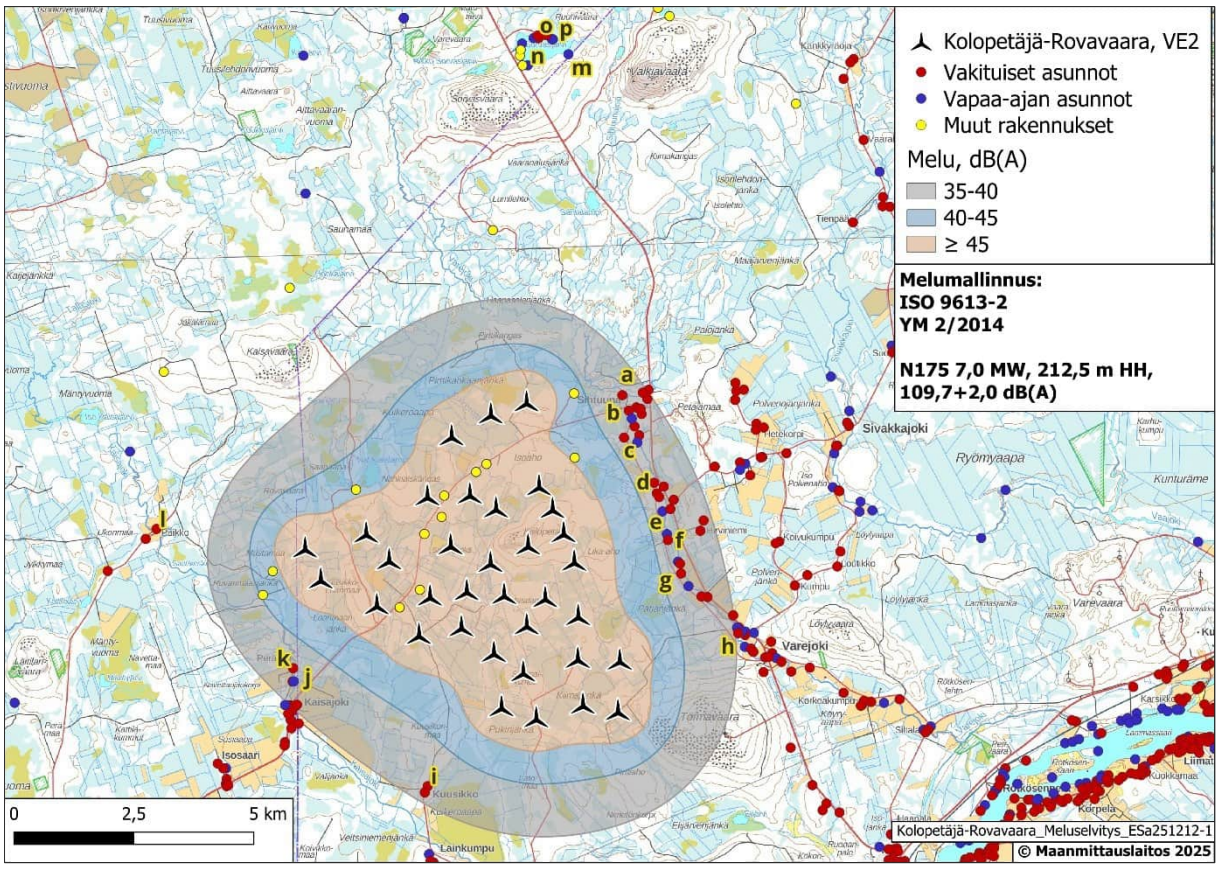
Melumallinnuksen mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Alueen läheisyydestä on valittu 16 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1.

Äänitaso lähimpien asuinrakennusten ja loma-asuntojen alueella on alle 39 dB(A), eli alle valtioneuvoston asetuksen mukaisen ohjearvon. Korkein äänitaso lähialueella sijaitsevan havaintopisteen kohdalla on 38,7 dB(A) (vakituiset asunnot a ja c).

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 Nordexin N175 7.0 MW -voimalaa, jonka kokonaisäänitaso on 109,7+2,0 dB(A) ja napakorkeus 212,5 metriä. Melumallinnuksessa on käytetty 34 voimalan sijoitussuunnitelmaa. Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 7.



Kuva 2. Kolopetäjä-Rovavaaran tuulivoimapuiston melumallinnus (VE2). Kuusitoista havainnointi-pistettä on merkitty kuvaan kirjaimilla.

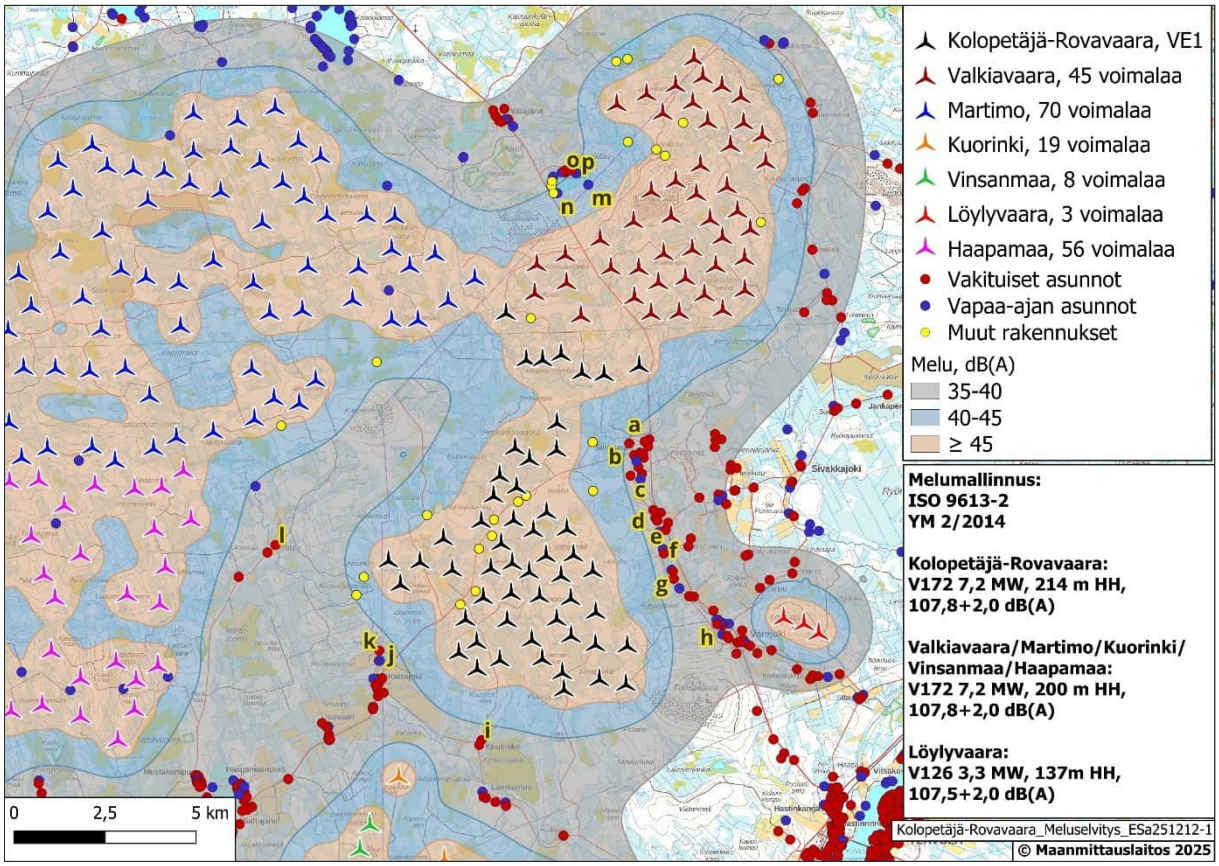
Melumallinnuksien mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Alueen läheisyydestä on valittu 16 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1.

Äänitaso lähimpien asuinrakennusten ja loma-asuntojen alueella on alle 39 dB(A), eli alle valtioneuvoston asetuksen mukaisen ohjearvon. Korkein äänitaso lähialueella sijaitsevan havaintopisteen kohdalla on 38,7 dB(A) (vakituinen asunto f).

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. Kolopetäjä-Rovavaaran melumallinnuksissa on käytetty vaihtoehdon VE1 mukaisia voimalapaikkoja (53 voimalaa) ja voimalamallia V172 7,2 MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,8+2,0 dB(A) ja napakorkeus 214 metriä. Valkiavaara (45 voimalaa), Martimo (70 voimalaa), Kuorinki (19 voimalaa), Vinsanmaa (8 voimalaa) ja Haapamaa (56 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä V172 7,2 MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,8+2,0 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Löylyvaara (3 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä V126 3,3 MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,5+2,0 dB(A) ja napakorkeus 137 metriä. Naapurihankkeiden koordinaatit löytyvät liitteestä 7.

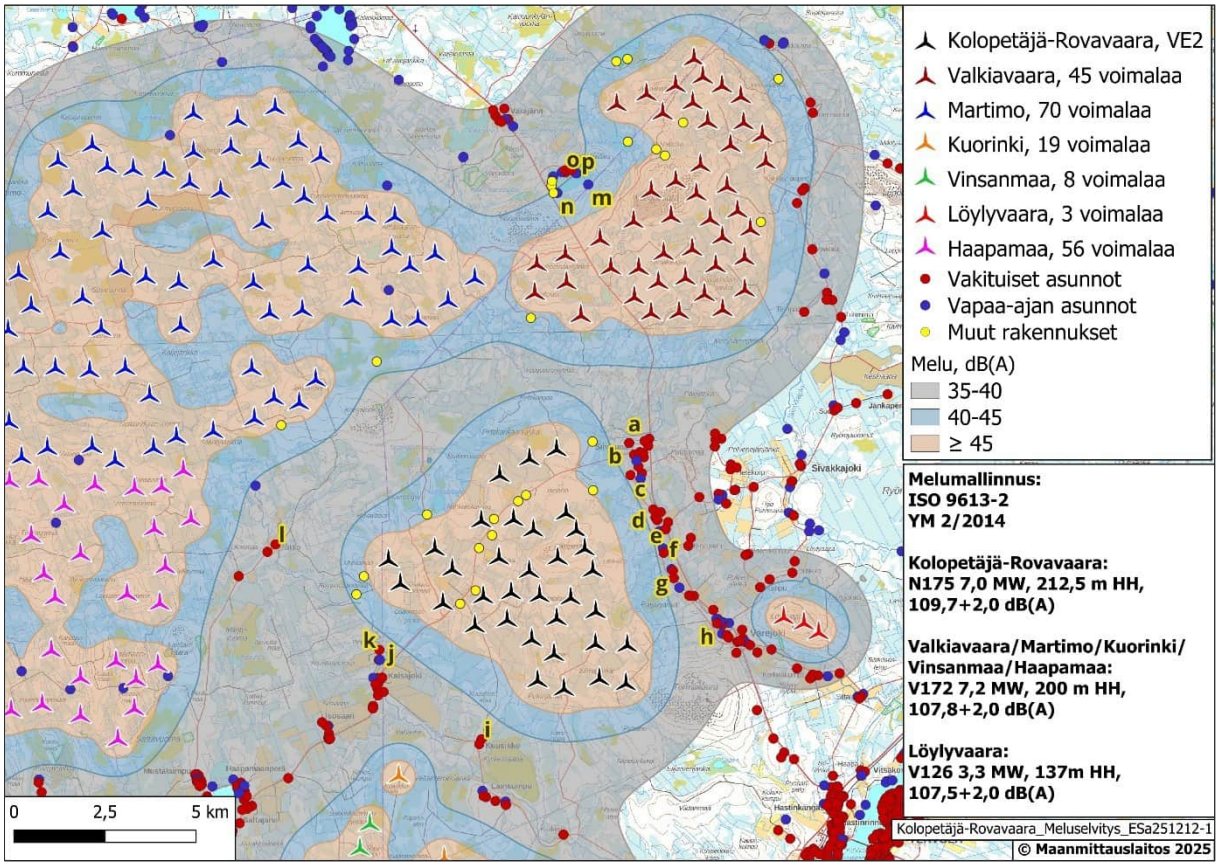


Kuva 3. Kolopetäjä-Rovavaaran (VE1) ja naapuripuistojen yhteisvaikutusten melumallinnus.

Yhteisvaikutusten mallinnuksen mukaan valtioneuvoston asetuksen ohjearvo 40 dB(A) ylitetään neljän vapaa-ajan asunnon kohdalla (vapaa-ajan asunnot m, n, o ja p). Kun yhteisvaikutukset otetaan huomioon, näiden vapaa-ajan asuntojen melutaso on 40,2-41,6 dBA. Asunnot sijaitsevat kuitenkin naapuripuisto Valkiavaaran toisella puolella Kolopetäjä-Rovavaarasta katsottuna, joten suurin osa melusta aiheutuu Valkiavaaran voimaloista. Alueen läheisyydestä on valittu yhteensä 16 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 2.

6.6 YHTEISVAIKUTUSTEN MALLINNUS, VE2

Alla esitellään meluvaikutukset, kun naapuripuistojen tuulivoimalat on myös otettu huomioon. Kolopetäjä-Rovavaaran melumallinnuksissa on käytetty vaihtoehdon VE2 mukaisia voimalapaikkoja (34 voimalaa) ja voimalamallia N175 7,0 MW, jonka kokonaisäänitaso on 109,7+2,0 dB(A) ja napakorkeus 212,5 metriä. Valkiavaara (45 voimalaa), Martimo (70 voimalaa), Kuorinki (19 voimalaa), Vinsanmaa (8 voimalaa) ja Haapamaa (56 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä V172 7,2 MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,8+2,0 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Löylyvaara (3 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä V126 3,3 MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,5+2,0 dB(A) ja napakorkeus 137 metriä. Naapurihankkeiden koordinaatit löytyvät liitteestä 7.



Kuva 4. Kolopetäjä-Rovavaaran (VE2) ja naapuripuistojen yhteisvaikutusten melumallinnus.

Yhteisvaikutusten mallinnuksen mukaan valtioneuvoston asetuksen ohjearvo 40 dB(A) ylitetään neljän vapaa-ajan asunnon kohdalla (vapaa-ajan asunnot m, n, o ja p). Kun yhteisvaikutukset otetaan huomioon, näiden vapaa-ajan asuntojen melutaso on 40,1-41,4 dB. Asunnot sijaitsevat kuitenkin naapuripuisto Valkiavaaran toisella puolella Kolopetäjä-Rovavaarasta katsottuna, joten

suurin osa melusta aiheutuu Valkiavaaran voimaloista. Alueen läheisyydestä on valittu yhteensä 16 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 2.

6.7 PIENITAAJUINEN MELU

Pienitaajuinen melu on laskettu ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla sisätilojen toimenpiderajat alittuvat. Myös kauempana sijaitsevissa asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Laskennan tulokset löytyvät liitteistä 3–6.

Rakennusten äänieristys on laskettu DSO 1284 menetelmän mukaisesti, käyttäen windPRO-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.

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.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että tuulivoimapuiston 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 päättämillä 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 ylity herkällä alueella.

Melumallinnusten perusteella valtioneuvoston asetuksen ohjearvoja sekä STM:n antamia sisätilojen pienitaajuisen melun ohjearvoja ei ylitetä. Mikäli ohjearvoja kuitenkin ylitetään, voidaan tätä ehkäistä muuttamalla tuulivoimaloiden ajotapaa tai jopa pysäyttämällä haittaa aiheuttavat voimalat.

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 Oy (2025). *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 (2025). *Maanmittauslaitoksen avoimen tietoaineiston 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

Nordex (2025). *Nordex N175/6.X : Third octave sound power levels.* Doc. no.: F008_278_A17_EN Revision 07, Date: 2025-01-21.

Vestas (2024). *Sound Performance Specification EnVentus™ V172-7.2MW.* DMS 0180-4980_01. Date: 2024-11-18

Vestas (2013). *Estimated 1/3 Octaves V126 3.3 MW Noise mode 0 Hub Height 137 m.* Based on DMS 0034-7616.V07. Date: 2013-11-28.

Ympäristöministeriö (2014). Tuulivoimaloiden melun mallintaminen. Helsinki. Saatavilla: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42937/OH_2_2014.pdf?sequence=1

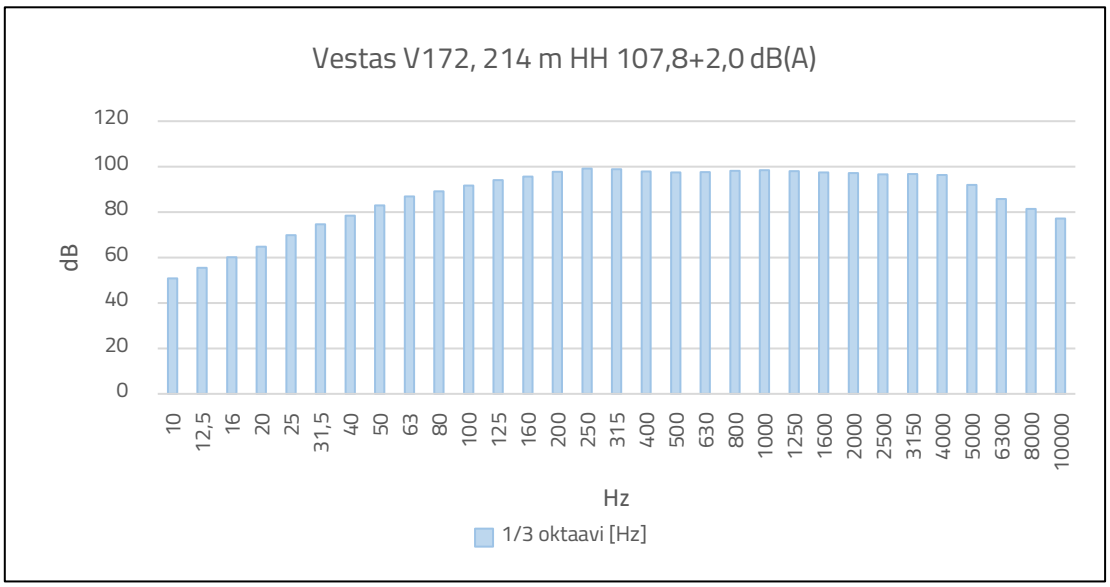
Ympäristöministeriö, (2016). Yhteenveto tuulivoimaloiden melupäästön takuuarvon käyttämisestä meluselvityksissä liittyvästä kyselystä. PDF-document .

Ympäristöministeriö (2016). Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016. Saatavilla: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/79057

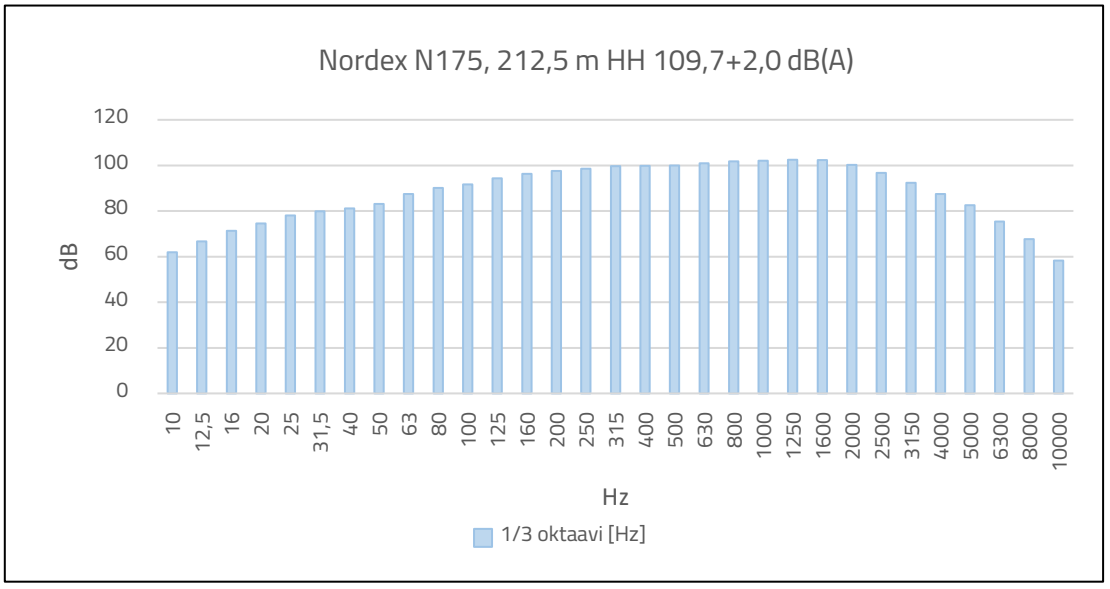
Ympäristöministeriö (2018). Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. Saatavilla: https://www.ym.fi/download/noname/%7B2852D34E-DA43-4DCA-9CEE-47DBB9EFCB08%7D/138568

9 MALLINNUSTIETOJEN RAPORTTI, KOLOPETÄJÄ-ROVAVAARA

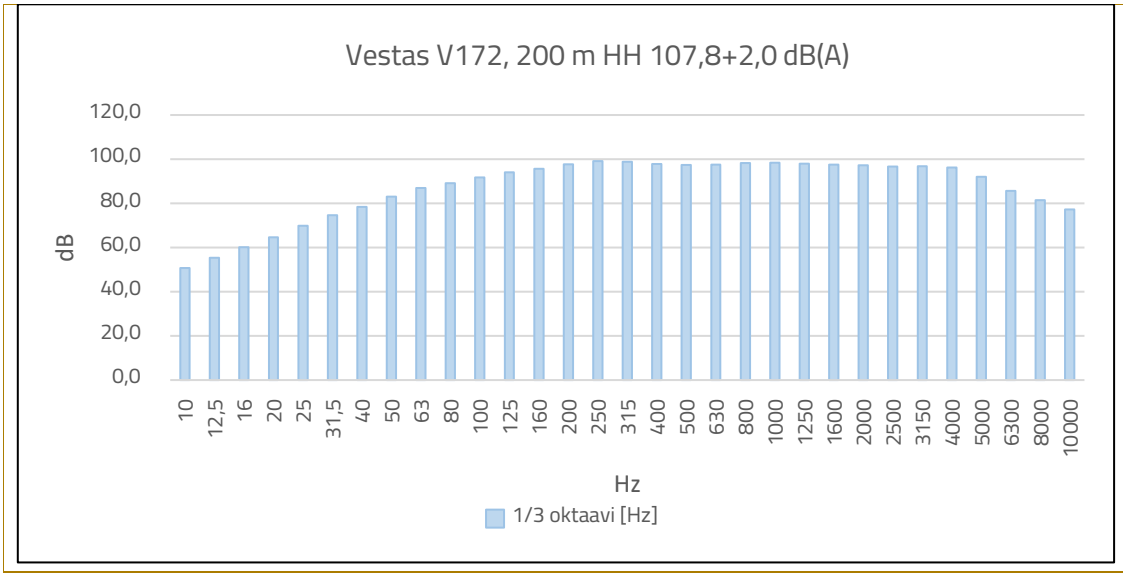
RAPORTIN JA RAPORTOIJAN TIEDOT *tarkentavat tiedot voi esittää kartalla tai muissa liitteissä					
Mallinnusraportti numero/tunniste: ESa251212-1			Raportin hyväksyntäpäivämäärä: 19.12.2025		
Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: Etha Oy, Vaasanpuistikko 14 B11, 65100 VAASA, puh. +358 2900 20440					
Vastuuhenkilöt: Elina Sippola					
Laatija: Elina Sippola			Tarkastaja/hyväksyjä: Alexander Ehrs-Dahl		
MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT					
Mallinnusohjelma ja versio: windPRO Ver4.2			Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2		
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)					
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas			Tyyppi: V172-7,2 MW		Sarjanumero/t:
Nimellisteho: 7,2 MW	Napakorkeus: 214 m		Roottorin halkaisija: 172 m		Tornin tyyppi: Putkitorni
Tuulivoimalan valmistaja: Nordex			Tyyppi: N175-7,0 MW		Sarjanumero/t:
Nimellisteho: 7,0 MW	Napakorkeus: 212,5 m		Roottorin halkaisija: 175 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 V172 7,2 MW 214 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 107,8 dB(A) + 2,0 dB(A))					



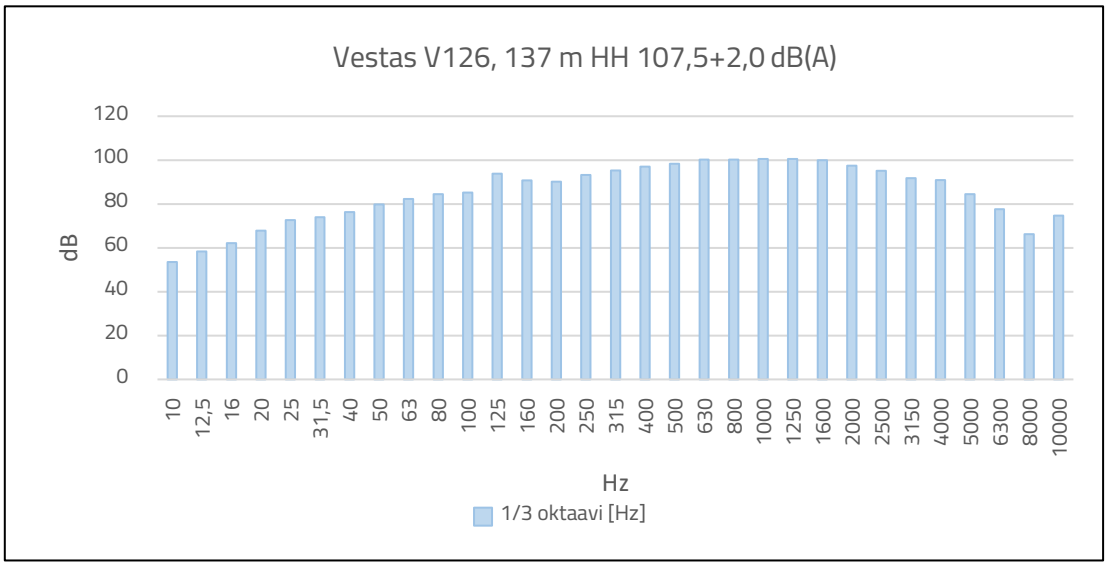
Melupäästötiedot Nordex V175 7,0 MW 212,5 m HH
(Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 109,7 dB(A) + 2,0 dB(A))



Melupäästötiedot Vestas V172 7,2 MW 200 m HH
(Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 107,8 dB(A) + 2,0 dB(A))



Melupäästötiedot Vestas V126 3,3 MW 137 m HH
(Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 107,5 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			
Laskenta korkeus			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 absorption 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: 0 kpl	Vapaa-ajan rakennukset: 4 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	

** Meluarvot ylittyvät vain yhteisvaikutusten mallinnuksessa, kun kaikki naapuripuistot on otettu huomioon.*

LIITE 1: MELUMALLINNUKSEN TULOKSET

Taulukko 7. Kolopetäjä-Rovavaaran mallinnuksen meluarvot valituissa kohteissa.

Havainnoin tipiste	Asunnon luokka	Itäinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS-TM35FIN)	Ohjearvo [dB(A)]	VE1 Melu [dB(A)]	VE2 Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
a	Vakituinen asunto	393915	7341880	40	38,7	36,8	Ei
b	Vakituinen asunto	394051	7341557	40	38,2	37,0	Ei
c	Vakituinen asunto	393952	7340995	40	38,7	38,5	Ei
d	Vakituinen asunto	394636	7339835	40	37,8	38,3	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	394845	7338983	40	38,0	38,6	Ei
f	Vakituinen asunto	394865	7338861	40	38,1	38,7	Ei
g	Vakituinen asunto	395140	7338165	40	37,8	38,3	Ei
h	Vakituinen asunto	396329	7336923	40	34,7	34,8	Ei
i	Vakituinen asunto	389857	7333733	40	37,3	36,2	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	387065	7335918	40	37,2	36,5	Ei
k	Vakituinen asunto	387052	7336192	40	37,7	37,3	Ei
l	Vakituinen asunto	384201	7339092	40	31,6	31,1	Ei
m	Vapaa-ajan asunto	392791	7348983	40	28,7	23,8	Ei
n	Vapaa-ajan asunto	391943	7348751	40	29,5	24,2	Ei
o	Vapaa-ajan asunto	392448	7349293	40	28,2	23,5	Ei
p	Vapaa-ajan asunto	392468	7349294	40	28,2	23,5	Ei

LIITE 2: MELUMALLINNUKSEN TULOKSET: YHTEISVAIKUTUKSET

Taulukko 8. Kolopetäjä-Rovavaaran ja naapuripuistojen yhteisvaikutukset. Meluarvot valituissa kohteissa.

Havainnoin tipiste	Asunnon luokka	Itäinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS-TM35FIN)	Ohjearvo [dB(A)]	VE1 Melu [dB(A)]	VE2 Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
a	Vakituinen asunto	393915	7341880	40	39,9	38,5	Ei
b	Vakituinen asunto	394051	7341557	40	39,4	38,4	Ei
c	Vakituinen asunto	393952	7340995	40	39,5	39,4	Ei
d	Vakituinen asunto	394636	7339835	40	38,6	39,0	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	394845	7338983	40	38,7	39,2	Ei
f	Vakituinen asunto	394865	7338861	40	38,7	39,2	Ei
g	Vakituinen asunto	395140	7338165	40	38,5	38,9	Ei
h	Vakituinen asunto	396329	7336923	40	36,8	36,9	Ei
i	Vakituinen asunto	389857	7333733	40	38,9	38,1	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	387065	7335918	40	38,4	38,0	Ei
k	Vakituinen asunto	387052	7336192	40	38,8	38,5	Ei
l	Vakituinen asunto	384201	7339092	40	37,6	37,4	Ei
m	Vapaa-ajan asunto	392791	7348983	40	41,6	41,4	Kyllä
n	Vapaa-ajan asunto	391943	7348751	40	40,6	40,3	Kyllä
o	Vapaa-ajan asunto	392448	7349293	40	40,2	40,1	Kyllä
p	Vapaa-ajan asunto	392468	7349294	40	40,3	40,1	Kyllä

LIITE 3: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA (VE1)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevissa asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pienitaajuinen melu on laskettu Kolopetäjä-Rovavaaran vaihtoehdolle VE1 (53 tuulivoimalaa).

Taulukko 9. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

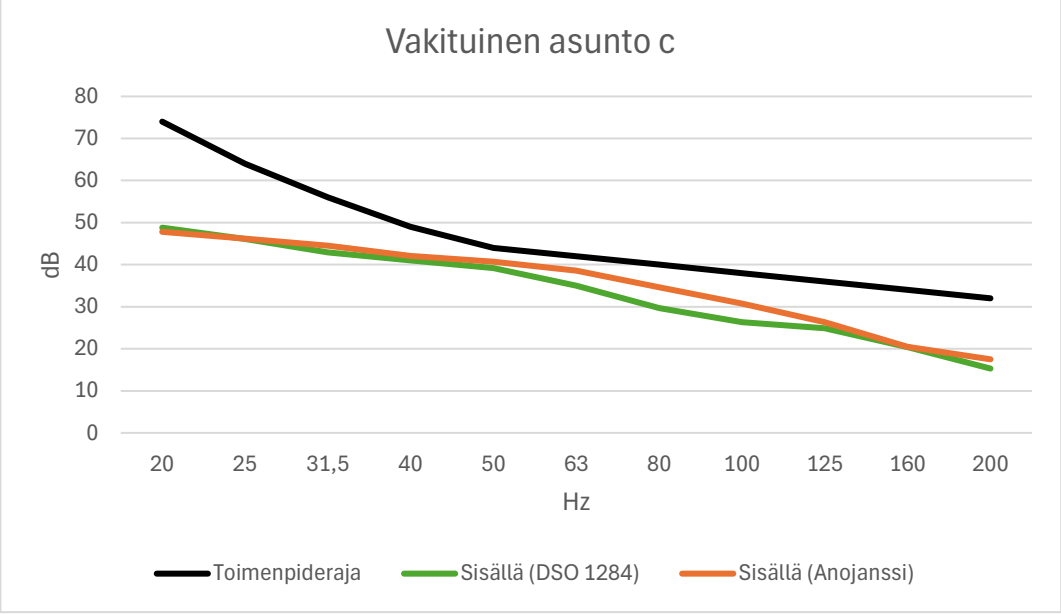
Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)															
(Hz)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
20	55,2	55,0	55,4	54,9	54,9	55,0	54,7	52,6	54,2	54,1	54,4	50,6	48,4	48,8	48,1	48,1
25	54,4	54,2	54,5	54,0	54,1	54,1	53,8	51,7	53,3	53,2	53,6	49,7	47,4	47,9	47,1	47,1
31,5	53,5	53,3	53,7	53,1	53,2	53,2	53,0	50,8	52,5	52,4	52,7	48,8	46,5	47,0	46,2	46,2
40	52,3	52,0	52,4	51,9	51,9	52,0	51,7	49,5	51,2	51,1	51,4	47,5	45,2	45,7	44,9	44,9
50	52,1	51,9	52,2	51,7	51,8	51,8	51,5	49,3	51,0	50,9	51,3	47,3	44,9	45,4	44,6	44,6
63	51,4	51,2	51,6	51,0	51,1	51,1	50,9	48,6	50,4	50,3	50,6	46,5	44,1	44,6	43,8	43,8
80	49,3	49,0	49,4	48,8	48,9	49,0	48,7	46,4	48,2	48,1	48,4	44,2	41,7	42,3	41,4	41,4
100	47,4	47,1	47,5	46,9	47,0	47,0	46,7	44,4	46,2	46,1	46,5	42,0	39,5	40,0	39,1	39,1
125	45,0	44,7	45,1	44,5	44,6	44,6	44,4	41,8	43,8	43,7	44,1	39,3	36,6	37,2	36,2	36,2
160	41,5	41,1	41,6	40,9	41,0	41,0	40,7	38,0	40,2	40,1	40,5	35,3	32,4	33,1	31,9	31,9
200	40,2	39,9	40,3	39,5	39,7	39,7	39,4	36,5	38,9	38,8	39,2	33,5	30,3	31,1	29,8	29,8

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

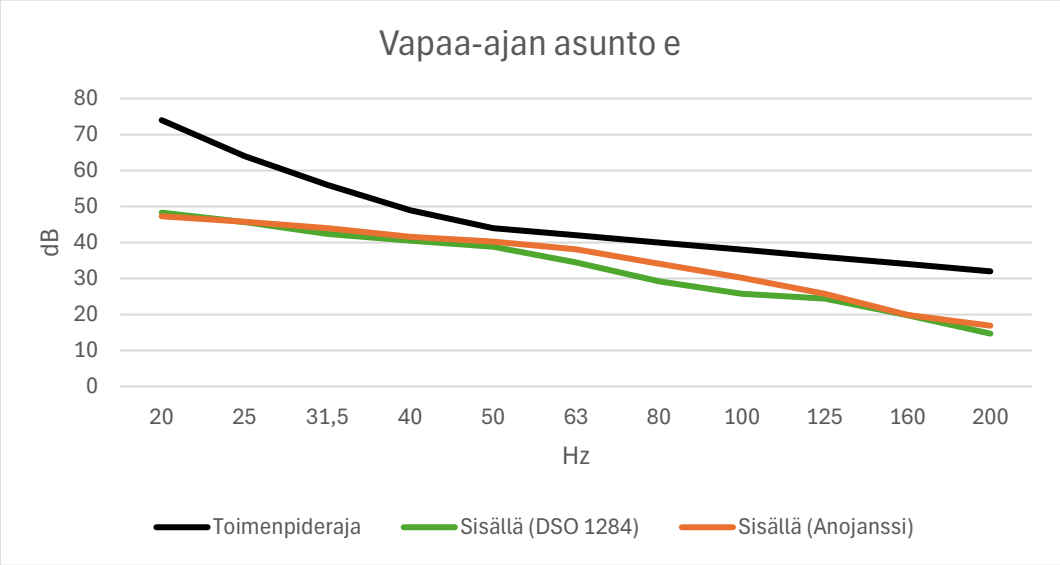
Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)															
(Hz)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
20	48,6	48,4	48,8	48,3	48,3	48,4	48,1	46,0	47,6	47,5	47,8	44,0	41,8	42,2	41,5	41,5
25	46,0	45,8	46,1	45,6	45,7	45,7	45,4	43,3	44,9	44,8	45,2	41,3	39,0	39,5	38,7	38,7
31,5	42,7	42,5	42,9	42,3	42,4	42,4	42,2	40,0	41,7	41,6	41,9	38,0	35,7	36,2	35,4	35,4
40	40,9	40,6	41,0	40,5	40,5	40,6	40,3	38,1	39,8	39,7	40,0	36,1	33,8	34,3	33,5	33,5
50	39,1	38,9	39,2	38,7	38,8	38,8	38,5	36,3	38,0	37,9	38,3	34,3	31,9	32,4	31,6	31,6
63	34,8	34,6	35,0	34,4	34,5	34,5	34,3	32,0	33,8	33,7	34,0	29,9	27,5	28,0	27,2	27,2
80	29,6	29,3	29,7	29,1	29,2	29,3	29,0	26,7	28,5	28,4	28,7	24,5	22,0	22,6	21,7	21,7
100	26,2	25,9	26,3	25,7	25,8	25,8	25,5	23,2	25,0	24,9	25,3	20,8	18,3	18,8	17,9	17,9
125	24,8	24,5	24,9	24,3	24,4	24,4	24,2	21,6	23,6	23,5	23,9	19,1	16,4	17,0	16,0	16
160	20,3	19,9	20,4	19,7	19,8	19,8	19,5	16,8	19,0	18,9	19,3	14,1	11,2	11,9	10,7	10,7
200	15,2	14,9	15,3	14,5	14,7	14,7	14,4	11,5	13,9	13,8	14,2	8,5	5,3	6,1	4,8	4,8

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

Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)															
(Hz)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
20	47,6	47,4	47,8	47,3	47,3	47,4	47,1	45,0	46,6	46,5	46,8	43,0	40,8	41,2	40,5	40,5
25	46,1	45,9	46,2	45,7	45,8	45,8	45,5	43,4	45,0	44,9	45,3	41,4	39,1	39,6	38,8	38,8
31,5	44,3	44,1	44,5	43,9	44,0	44,0	43,8	41,6	43,3	43,2	43,5	39,6	37,3	37,8	37,0	37
40	42,0	41,7	42,1	41,6	41,6	41,7	41,4	39,2	40,9	40,8	41,1	37,2	34,9	35,4	34,6	34,6
50	40,6	40,4	40,7	40,2	40,3	40,3	40,0	37,8	39,5	39,4	39,8	35,8	33,4	33,9	33,1	33,1
63	38,4	38,2	38,6	38,0	38,1	38,1	37,9	35,6	37,4	37,3	37,6	33,5	31,1	31,6	30,8	30,8
80	34,5	34,2	34,6	34,0	34,1	34,2	33,9	31,6	33,4	33,3	33,6	29,4	26,9	27,5	26,6	26,6
100	30,6	30,3	30,7	30,1	30,2	30,2	29,9	27,6	29,4	29,3	29,7	25,2	22,7	23,2	22,3	22,3
125	26,2	25,9	26,3	25,7	25,8	25,8	25,6	23,0	25,0	24,9	25,3	20,5	17,8	18,4	17,4	17,4
160	20,4	20,0	20,5	19,8	19,9	19,9	19,6	16,9	19,1	19,0	19,4	14,2	11,3	12,0	10,8	10,8
200	17,4	17,1	17,5	16,7	16,9	16,9	16,6	13,7	16,1	16,0	16,4	10,7	7,5	8,3	7,0	7,0



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



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

Liite 4: Pienitaajuisen melun laskenta (VE2)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevissa asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pienitaajuinen melu on laskettu Kolopetäjä-Rovavaaran vaihtoehdolle VE2 (34 tuulivoimalaa).

Taulukko 12. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

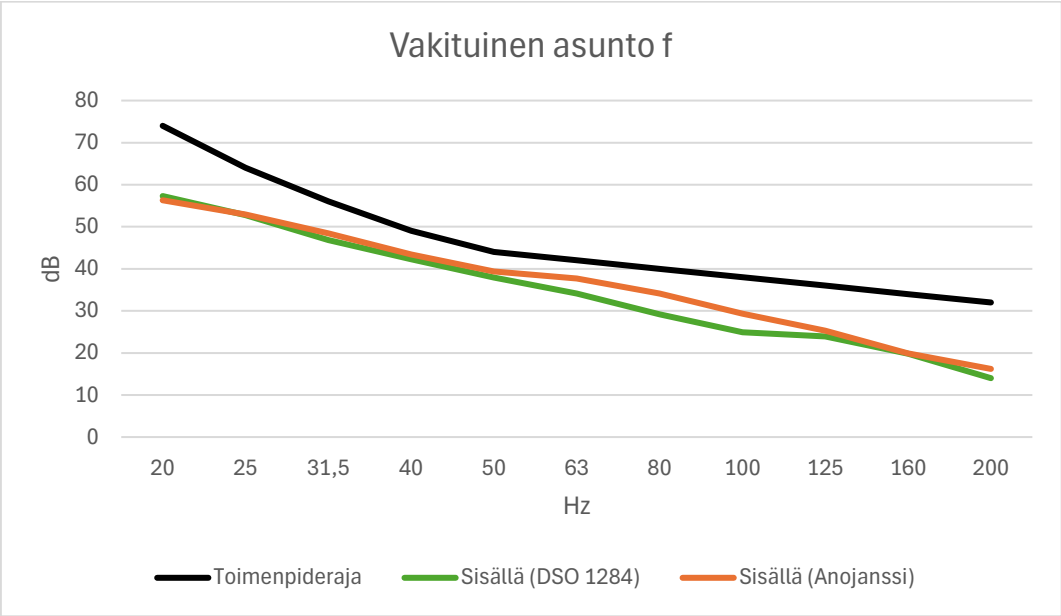
Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)															
(Hz)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
20	62,5	62,7	63,7	63,6	63,8	63,9	63,6	61,4	62,3	62,4	62,8	58,9	54,4	54,7	54,2	54,2
25	59,8	60,0	61,0	60,9	61,2	61,2	60,9	58,7	59,7	59,7	60,1	56,2	51,6	51,9	51,4	51,4
31,5	56,2	56,4	57,4	57,3	57,5	57,6	57,3	55,1	56,0	56,1	56,5	52,5	47,9	48,2	47,7	47,7
40	52,3	52,5	53,5	53,4	53,7	53,7	53,4	51,2	52,1	52,2	52,6	48,6	43,9	44,2	43,7	43,7
50	49,5	49,7	50,7	50,7	50,9	50,9	50,7	48,4	49,4	49,4	49,8	45,8	41,0	41,3	40,7	40,7
63	49,3	49,5	50,5	50,4	50,7	50,7	50,4	48,1	49,1	49,2	49,6	45,5	40,5	40,8	40,2	40,2
80	47,5	47,7	48,7	48,7	48,9	48,9	48,7	46,3	47,3	47,4	47,8	43,6	38,3	38,7	38,1	38,1
100	44,6	44,8	45,9	45,8	46,1	46,1	45,8	43,4	44,4	44,5	45,0	40,5	34,9	35,3	34,6	34,6
125	42,5	42,8	43,9	43,8	44,1	44,1	43,8	41,2	42,3	42,4	42,9	38,2	32,0	32,4	31,6	31,6
160	39,3	39,6	40,8	40,7	40,9	41,0	40,7	37,9	39,1	39,2	39,7	34,6	27,5	28,0	27,2	27,1
200	37,2	37,5	38,8	38,6	38,9	39,0	38,6	35,6	36,9	37,0	37,6	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0

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

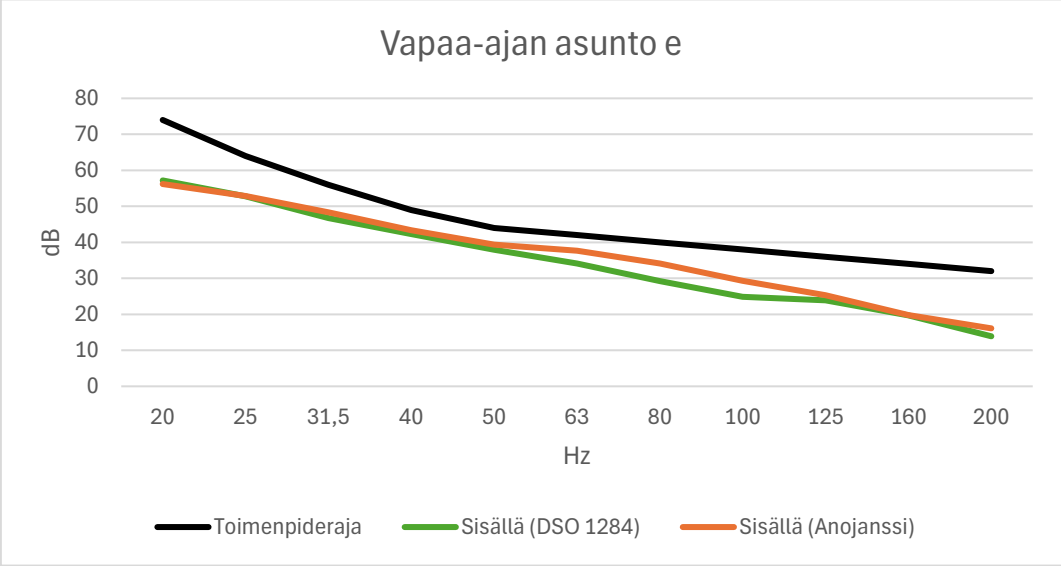
Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)															
(Hz)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
20	55,9	56,1	57,1	57,0	57,2	57,3	57,0	54,8	55,7	55,8	56,2	52,3	47,8	48,1	47,6	47,6
25	51,4	51,6	52,6	52,5	52,8	52,8	52,5	50,3	51,3	51,3	51,7	47,8	43,2	43,5	43,0	43
31,5	45,4	45,6	46,6	46,5	46,7	46,8	46,5	44,3	45,2	45,3	45,7	41,7	37,1	37,4	36,9	36,9
40	40,9	41,1	42,1	42,0	42,3	42,3	42,0	39,8	40,7	40,8	41,2	37,2	32,5	32,8	32,3	32,3
50	36,5	36,7	37,7	37,7	37,9	37,9	37,7	35,4	36,4	36,4	36,8	32,8	28,0	28,3	27,7	27,7
63	32,7	32,9	33,9	33,8	34,1	34,1	33,8	31,5	32,5	32,6	33,0	28,9	23,9	24,2	23,6	23,6
80	27,8	28,0	29,0	29,0	29,2	29,2	29,0	26,6	27,6	27,7	28,1	23,9	18,6	19,0	18,4	18,4
100	23,4	23,6	24,7	24,6	24,9	24,9	24,6	22,2	23,2	23,3	23,8	19,3	13,7	14,1	13,4	13,4
125	22,3	22,6	23,7	23,6	23,9	23,9	23,6	21,0	22,1	22,2	22,7	18,0	11,8	12,2	11,4	11,4
160	18,1	18,4	19,6	19,5	19,7	19,8	19,5	16,7	17,9	18,0	18,5	13,4	6,3	6,8	6,0	5,9
200	12,2	12,5	13,8	13,6	13,9	14,0	13,6	10,6	11,9	12,0	12,6	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0

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

Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)															
(Hz)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
20	54,9	55,1	56,1	56,0	56,2	56,3	56,0	53,8	54,7	54,8	55,2	51,3	46,8	47,1	46,6	46,6
25	51,5	51,7	52,7	52,6	52,9	52,9	52,6	50,4	51,4	51,4	51,8	47,9	43,3	43,6	43,1	43,1
31,5	47,0	47,2	48,2	48,1	48,3	48,4	48,1	45,9	46,8	46,9	47,3	43,3	38,7	39,0	38,5	38,5
40	42,0	42,2	43,2	43,1	43,4	43,4	43,1	40,9	41,8	41,9	42,3	38,3	33,6	33,9	33,4	33,4
50	38,0	38,2	39,2	39,2	39,4	39,4	39,2	36,9	37,9	37,9	38,3	34,3	29,5	29,8	29,2	29,2
63	36,3	36,5	37,5	37,4	37,7	37,7	37,4	35,1	36,1	36,2	36,6	32,5	27,5	27,8	27,2	27,2
80	32,7	32,9	33,9	33,9	34,1	34,1	33,9	31,5	32,5	32,6	33,0	28,8	23,5	23,9	23,3	23,3
100	27,8	28,0	29,1	29,0	29,3	29,3	29,0	26,6	27,6	27,7	28,2	23,7	18,1	18,5	17,8	17,8
125	23,7	24,0	25,1	25,0	25,3	25,3	25,0	22,4	23,5	23,6	24,1	19,4	13,2	13,6	12,8	12,8
160	18,2	18,5	19,7	19,6	19,8	19,9	19,6	16,8	18,0	18,1	18,6	13,5	6,4	6,9	6,1	6
200	14,4	14,7	16,0	15,8	16,1	16,2	15,8	12,8	14,1	14,2	14,8	9,2	1,0	1,6	0,6	0,6



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



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

LIITE 5: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA, YHTEISVAIKUTUKSET (VE1)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevissa asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pientaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pienitaajuinen melu on laskettu tilanteessa, jossa Kolopetäjä-Rovavaara (53 voimalaa) ja naapuripuistot Valkiavaara (45 voimalaa), Martimo (70 voimalaa), Kuorinki (19 voimalaa), Vinsanmaa (8 voimalaa), Löylyvaara (3 voimalaa) ja Haapamaa (56 voimalaa) ovat toiminnassa.

Taulukko 15. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

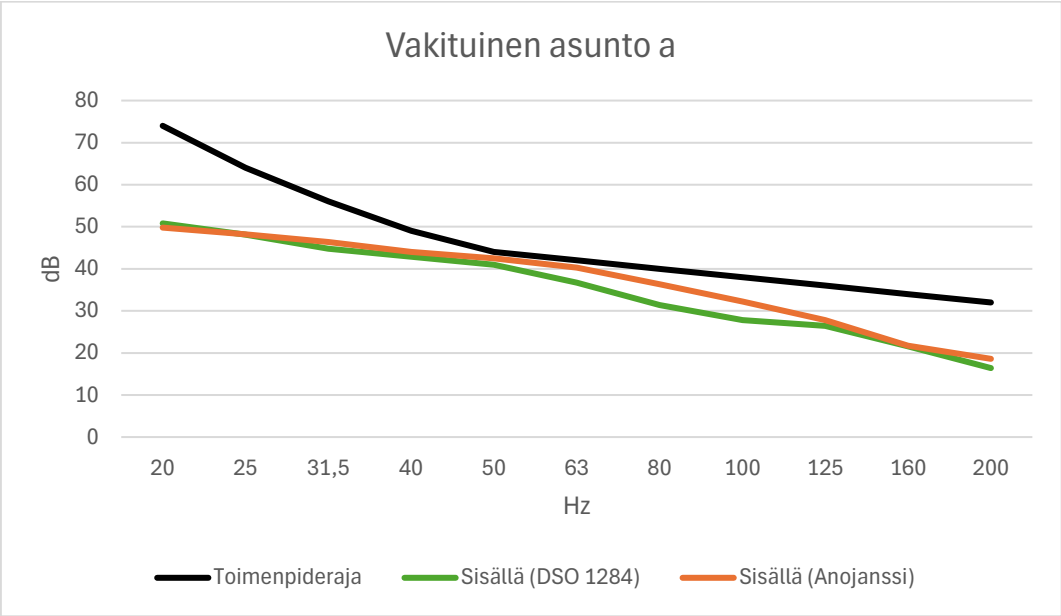
Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)															
(Hz)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
20	57,4	57,2	57,3	56,7	56,7	56,7	56,6	56,0	56,6	56,5	56,7	56,4	58,1	57,6	57,4	57,4
25	56,5	56,2	56,3	55,8	55,7	55,8	55,6	54,9	55,7	55,6	55,8	55,4	57,2	56,7	56,5	56,5
31,5	55,6	55,3	55,4	54,8	54,7	54,7	54,5	53,3	54,8	54,7	54,9	54,5	56,3	55,8	55,6	55,6
40	54,3	54,0	54,1	53,4	53,4	53,4	53,1	51,8	53,5	53,4	53,6	53,2	55,1	54,5	54,3	54,3
50	54,0	53,8	53,9	53,2	53,1	53,1	52,9	51,4	53,3	53,2	53,3	53,0	54,9	54,3	54,1	54,1
63	53,3	53,1	53,2	52,5	52,4	52,4	52,1	50,5	52,5	52,4	52,6	52,2	54,2	53,6	53,4	53,4
80	51,1	50,8	50,9	50,2	50,1	50,1	49,8	48,2	50,3	50,1	50,3	49,9	52,0	51,4	51,2	51,2
100	49,0	48,7	48,8	48,1	48,0	48,0	47,7	45,8	48,2	48,0	48,2	47,7	50,0	49,4	49,2	49,2
125	46,6	46,2	46,4	45,6	45,6	45,6	45,3	44,0	45,7	45,4	45,6	45,0	47,6	46,9	46,7	46,7
160	42,8	42,4	42,6	41,7	41,7	41,7	41,4	39,3	41,9	41,5	41,8	41,0	44,1	43,3	43,0	43,1
200	41,4	40,9	41,1	40,2	40,2	40,2	39,9	37,3	40,4	39,9	40,2	39,2	42,8	42,0	41,7	41,7

Taulukko 16. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyysarvoja.

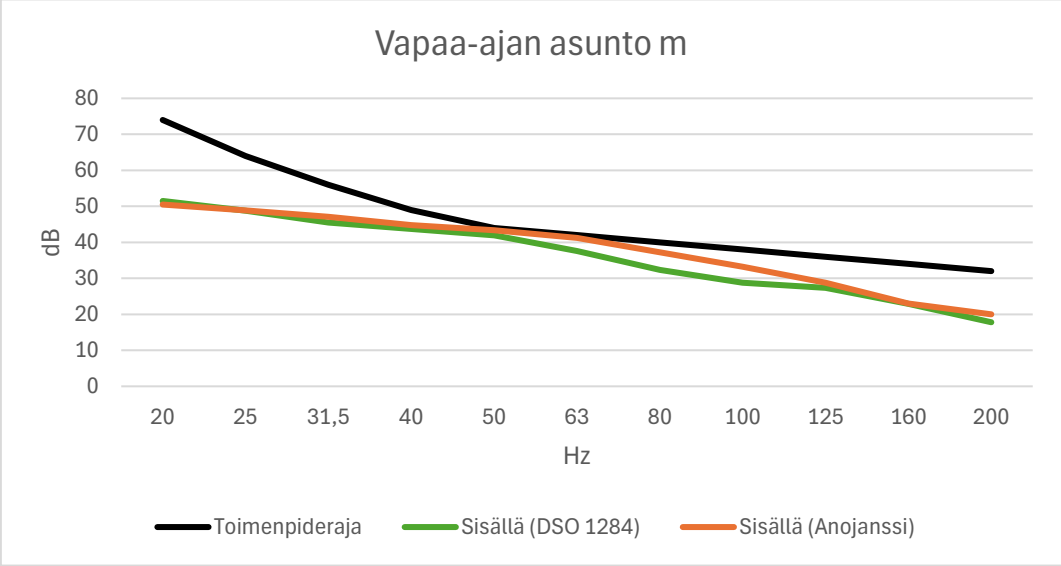
Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)															
(Hz)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
20	50,8	50,6	50,7	50,1	50,1	50,1	50,0	49,4	50,0	49,9	50,1	49,8	51,5	51,0	50,8	50,8
25	48,1	47,8	47,9	47,4	47,3	47,4	47,2	46,5	47,3	47,2	47,4	47,0	48,8	48,3	48,1	48,1
31,5	44,8	44,5	44,6	44,0	43,9	43,9	43,7	42,5	44,0	43,9	44,1	43,7	45,5	45,0	44,8	44,8
40	42,9	42,6	42,7	42,0	42,0	42,0	41,7	40,4	42,1	42,0	42,2	41,8	43,7	43,1	42,9	42,9
50	41,0	40,8	40,9	40,2	40,1	40,1	39,9	38,4	40,3	40,2	40,3	40,0	41,9	41,3	41,1	41,1
63	36,7	36,5	36,6	35,9	35,8	35,8	35,5	33,9	35,9	35,8	36,0	35,6	37,6	37,0	36,8	36,8
80	31,4	31,1	31,2	30,5	30,4	30,4	30,1	28,5	30,6	30,4	30,6	30,2	32,3	31,7	31,5	31,5
100	27,8	27,5	27,6	26,9	26,8	26,8	26,5	24,6	27,0	26,8	27,0	26,5	28,8	28,2	28,0	28
125	26,4	26,0	26,2	25,4	25,4	25,4	25,1	23,8	25,5	25,2	25,4	24,8	27,4	26,7	26,5	26,5
160	21,6	21,2	21,4	20,5	20,5	20,5	20,2	18,1	20,7	20,3	20,6	19,8	22,9	22,1	21,8	21,9
200	16,4	15,9	16,1	15,2	15,2	15,2	14,9	12,3	15,4	14,9	15,2	14,2	17,8	17,0	16,7	16,7

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

Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)															
(Hz)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
20	49,8	49,6	49,7	49,1	49,1	49,1	49,0	48,4	49,0	48,9	49,1	48,8	50,5	50,0	49,8	49,8
25	48,2	47,9	48,0	47,5	47,4	47,5	47,3	46,6	47,4	47,3	47,5	47,1	48,9	48,4	48,2	48,2
31,5	46,4	46,1	46,2	45,6	45,5	45,5	45,3	44,1	45,6	45,5	45,7	45,3	47,1	46,6	46,4	46,4
40	44,0	43,7	43,8	43,1	43,1	43,1	42,8	41,5	43,2	43,1	43,3	42,9	44,8	44,2	44,0	44
50	42,5	42,3	42,4	41,7	41,6	41,6	41,4	39,9	41,8	41,7	41,8	41,5	43,4	42,8	42,6	42,6
63	40,3	40,1	40,2	39,5	39,4	39,4	39,1	37,5	39,5	39,4	39,6	39,2	41,2	40,6	40,4	40,4
80	36,3	36,0	36,1	35,4	35,3	35,3	35,0	33,4	35,5	35,3	35,5	35,1	37,2	36,6	36,4	36,4
100	32,2	31,9	32,0	31,3	31,2	31,2	30,9	29,0	31,4	31,2	31,4	30,9	33,2	32,6	32,4	32,4
125	27,8	27,4	27,6	26,8	26,8	26,8	26,5	25,2	26,9	26,6	26,8	26,2	28,8	28,1	27,9	27,9
160	21,7	21,3	21,5	20,6	20,6	20,6	20,3	18,2	20,8	20,4	20,7	19,9	23,0	22,2	21,9	22,0
200	18,6	18,1	18,3	17,4	17,4	17,4	17,1	14,5	17,6	17,1	17,4	16,4	20,0	19,2	18,9	18,9



Kuva 9. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituisessa asunnossa a.



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

LIITE 6: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA, YHTEISVAIKUTUKSET (VE2)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevissa asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pientaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pienitaajuinen melu on laskettu tilanteessa, jossa Kolopetäjä-Rovavaara (34 voimalaa) ja naapuripuistot Valkiavaara (45 voimalaa), Martimo (70 voimalaa), Kuorinki (19 voimalaa), Vinsanmaa (8 voimalaa), Löylyvaara (3 voimalaa) ja Haapamaa (56 voimalaa) ovat toiminnassa.

Taulukko 18. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

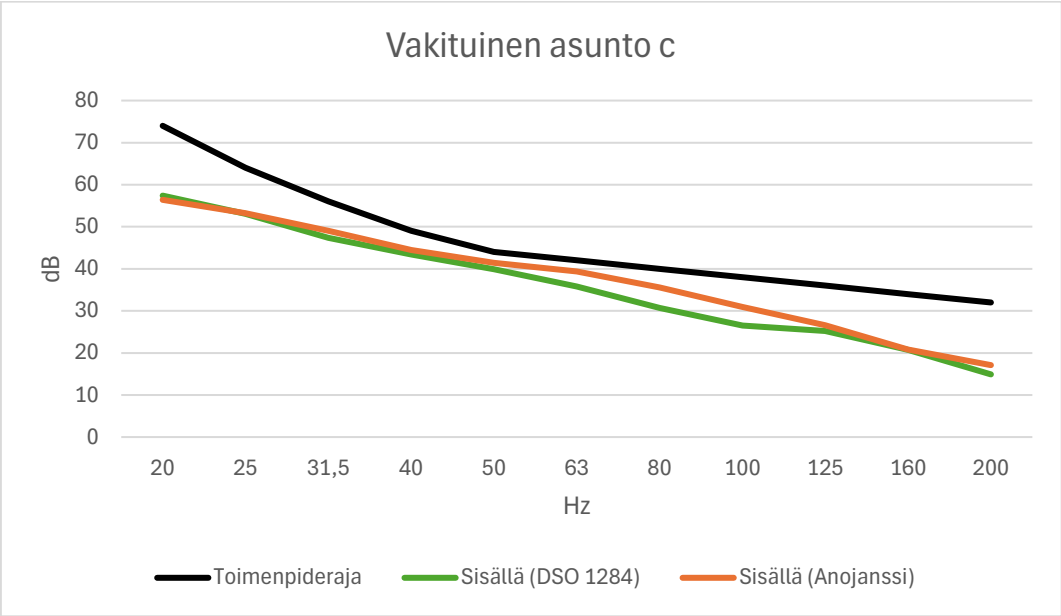
Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)															
(Hz)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
20	63,0	63,1	64,0	63,9	64,1	64,1	63,9	62,0	62,8	62,8	63,2	60,4	59,3	59,0	58,7	58,7
25	60,5	60,7	61,5	61,4	61,5	61,6	61,3	59,6	60,3	60,4	60,7	58,3	57,9	57,5	57,3	57,3
31,5	57,4	57,5	58,2	58,0	58,2	58,2	57,9	56,2	57,2	57,2	57,5	55,9	56,5	56,0	55,8	55,8
40	54,3	54,3	54,8	54,6	54,7	54,7	54,4	52,8	54,1	54,1	54,3	53,5	54,9	54,3	54,2	54,2
50	52,6	52,5	52,9	52,5	52,5	52,5	52,3	50,8	52,3	52,3	52,5	52,6	54,6	54,0	53,8	53,8
63	52,0	52,0	52,4	52,0	52,1	52,1	51,8	50,2	51,8	51,8	52,0	51,9	53,9	53,3	53,1	53,2
80	50,0	49,9	50,4	50,0	50,1	50,1	49,8	48,1	49,7	49,7	49,9	49,7	51,8	51,1	50,9	51
100	47,4	47,3	47,7	47,3	47,3	47,3	47,0	45,2	47,1	47,0	47,3	47,3	49,8	49,0	48,9	48,9
125	45,0	44,9	45,4	45,1	45,1	45,2	44,9	43,6	44,7	44,5	44,8	44,7	47,4	46,6	46,5	46,5
160	41,3	41,3	41,9	41,5	41,6	41,6	41,3	39,2	41,1	40,9	41,2	40,8	43,9	43,0	42,8	42,8
200	39,3	39,2	39,9	39,4	39,5	39,5	39,1	36,6	39,1	38,7	39,0	38,9	42,7	41,7	41,5	41,5

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

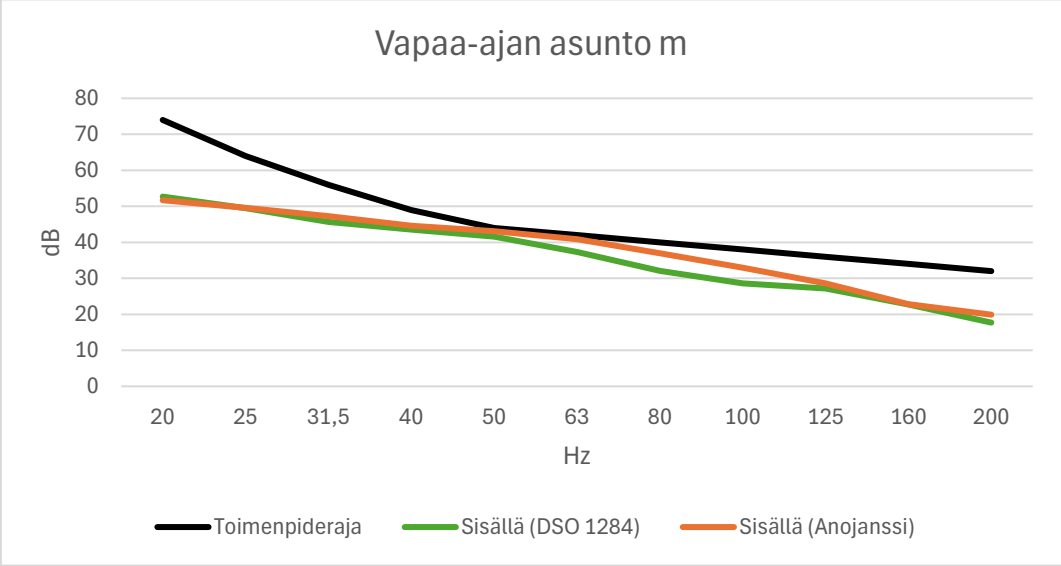
Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)															
(Hz)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
20	56,4	56,5	57,4	57,3	57,5	57,5	57,3	55,4	56,2	56,2	56,6	53,8	52,7	52,4	52,1	52,1
25	52,1	52,3	53,1	53,0	53,1	53,2	52,9	51,2	51,9	52,0	52,3	49,9	49,5	49,1	48,9	48,9
31,5	46,6	46,7	47,4	47,2	47,4	47,4	47,1	45,4	46,4	46,4	46,7	45,1	45,7	45,2	45,0	45
40	42,9	42,9	43,4	43,2	43,3	43,3	43,0	41,4	42,7	42,7	42,9	42,1	43,5	42,9	42,8	42,8
50	39,6	39,5	39,9	39,5	39,5	39,5	39,3	37,8	39,3	39,3	39,5	39,6	41,6	41,0	40,8	40,8
63	35,4	35,4	35,8	35,4	35,5	35,5	35,2	33,6	35,2	35,2	35,4	35,3	37,3	36,7	36,5	36,6
80	30,3	30,2	30,7	30,3	30,4	30,4	30,1	28,4	30,0	30,0	30,2	30,0	32,1	31,4	31,2	31,3
100	26,2	26,1	26,5	26,1	26,1	26,1	25,8	24,0	25,9	25,8	26,1	26,1	28,6	27,8	27,7	27,7
125	24,8	24,7	25,2	24,9	24,9	25,0	24,7	23,4	24,5	24,3	24,6	24,5	27,2	26,4	26,3	26,3
160	20,1	20,1	20,7	20,3	20,4	20,4	20,1	18,0	19,9	19,7	20,0	19,6	22,7	21,8	21,6	21,6
200	14,3	14,2	14,9	14,4	14,5	14,5	14,1	11,6	14,1	13,7	14,0	13,9	17,7	16,7	16,5	16,5

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

Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)															
(Hz)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
20	55,4	55,5	56,4	56,3	56,5	56,5	56,3	54,4	55,2	55,2	55,6	52,8	51,7	51,4	51,1	51,1
25	52,2	52,4	53,2	53,1	53,2	53,3	53,0	51,3	52,0	52,1	52,4	50,0	49,6	49,2	49,0	49
31,5	48,2	48,3	49,0	48,8	49,0	49,0	48,7	47,0	48,0	48,0	48,3	46,7	47,3	46,8	46,6	46,6
40	44,0	44,0	44,5	44,3	44,4	44,4	44,1	42,5	43,8	43,8	44,0	43,2	44,6	44,0	43,9	43,9
50	41,1	41,0	41,4	41,0	41,0	41,0	40,8	39,3	40,8	40,8	41,0	41,1	43,1	42,5	42,3	42,3
63	39,0	39,0	39,4	39,0	39,1	39,1	38,8	37,2	38,8	38,8	39,0	38,9	40,9	40,3	40,1	40,2
80	35,2	35,1	35,6	35,2	35,3	35,3	35,0	33,3	34,9	34,9	35,1	34,9	37,0	36,3	36,1	36,2
100	30,6	30,5	30,9	30,5	30,5	30,5	30,2	28,4	30,3	30,2	30,5	30,5	33,0	32,2	32,1	32,1
125	26,2	26,1	26,6	26,3	26,3	26,4	26,1	24,8	25,9	25,7	26,0	25,9	28,6	27,8	27,7	27,7
160	20,2	20,2	20,8	20,4	20,5	20,5	20,2	18,1	20,0	19,8	20,1	19,7	22,8	21,9	21,7	21,7
200	16,5	16,4	17,1	16,6	16,7	16,7	16,3	13,8	16,3	15,9	16,2	16,1	19,9	18,9	18,7	18,7



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



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

LIITE 7: SIJOITUSSUUNNITELMAT

Voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevissa taulukoissa.

Taulukko 21. Kolopetäjä-Rovavaaran voimaloiden sijaintitiedot, VE1 (53 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	391171	7341514	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
2	391915	7341767	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
3	390818	7340744	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
4	391642	7340058	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
5	392198	7339596	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
6	390734	7339847	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
7	391279	7339556	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
8	388805	7339336	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
9	388162	7338693	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
10	389050	7338477	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
11	390699	7338661	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
12	391627	7338872	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
13	390669	7337833	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
14	391448	7337756	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
15	392304	7337689	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
16	392074	7335651	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
17	392992	7337313	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
18	389414	7337120	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
19	391522	7336031	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
20	392315	7336665	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
21	391919	7337121	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
22	390557	7337081	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
23	392380	7338887	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
24	389902	7337721	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
25	390393	7339200	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
26	391531	7344244	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
27	390526	7345524	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
28	389722	7336488	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
29	391234	7336548	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
30	389734	7335752	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
31	392984	7336423	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
32	392039	7344392	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
33	391083	7344243	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
34	392611	7343888	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)

35	391925	7342504	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
36	390775	7341821	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
37	389848	7339808	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
38	390112	7338519	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
39	387625	7338076	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
40	387298	7338724	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
41	392117	7335184	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
42	390356	7336006	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
43	393091	7335467	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
44	393822	7335333	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
45	393858	7336386	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
46	389228	7336199	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
47	392910	7338448	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
48	391163	7338421	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
49	390353	7341060	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
50	390186	7340505	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
51	393220	7343841	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
52	394184	7344075	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)
53	392040	7338314	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 107,8+2,0 dB(A)

Taulukko 22. Kolopetäjä-Rovavaaran voimaloiden sijaintitiedot, VE2 (34 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	391171	7341514	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
2	391915	7341767	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
3	390353	7341060	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
4	392176	7340018	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
5	392458	7339545	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
6	390734	7339847	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
7	391279	7339556	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
8	388572	7339032	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
9	387625	7338076	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
10	389050	7338477	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
11	390332	7338788	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
12	391947	7338786	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
13	390669	7337833	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
14	391448	7337756	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
15	392304	7337689	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
16	392117	7335184	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
17	392992	7337313	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)

18	389673	7336921	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
19	391846	7336140	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
20	391394	7335415	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
21	391919	7337121	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
22	390557	7337081	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
23	392689	7339041	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
24	389902	7337721	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
25	393858	7336386	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
26	393091	7335467	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
27	393822	7335333	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
28	388794	7337539	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
29	391234	7336548	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
30	391163	7338421	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
31	392984	7336423	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
32	392910	7338448	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
33	389848	7339808	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)
34	387298	7338724	Nordex N175 7.0 MW, 212,5m HH, 109,7+2,0 dB(A)

Taulukko 23. Valkiavaaran voimaloiden sijaintitiedot (45 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	393569	7351251	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
2	395185	7351775	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
3	395691	7352506	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
4	395934	7352012	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
5	396461	7351763	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
6	396978	7351468	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
7	397054	7350748	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
8	395756	7348795	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
9	397568	7350397	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
10	397663	7349666	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
11	396886	7348324	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
12	396131	7348099	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
13	396289	7346820	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
14	396471	7347605	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
15	393111	7347547	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
16	395454	7346483	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
17	395978	7346033	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
18	395281	7345540	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
19	395643	7347277	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)

20	394858	7347160	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
21	394173	7346753	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
22	394054	7345954	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
23	394513	7345518	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
24	394711	7346364	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
25	395189	7349148	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
26	395868	7349587	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
27	396598	7348997	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
28	392188	7346356	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
29	392156	7347118	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
30	391373	7346855	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
31	393407	7346761	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
32	392584	7345451	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
33	394517	7348868	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
34	394832	7351016	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
35	394387	7351538	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
36	395658	7351303	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
37	396067	7350776	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
38	396694	7350133	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
39	397238	7347823	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
40	397080	7347027	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
41	397086	7346156	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
42	396479	7345617	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
43	394033	7348041	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
44	391315	7346063	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
45	395061	7348178	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)

Taulukko 24. Martimon voimaloiden sijaintitiedot (70 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	375548	7343958	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
2	375984	7342889	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
3	376337	7343974	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
4	376849	7345049	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
5	376874	7342518	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
6	377136	7346601	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
7	377219	7341555	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
8	377274	7344017	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
9	377484	7345706	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
10	377927	7341803	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)

11	377939	7348298	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
12	378147	7344005	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
13	378218	7349690	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
14	378277	7347180	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
15	378631	7348904	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
16	378895	7345938	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
17	379088	7343932	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
18	379156	7341846	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
19	379158	7350131	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
20	379407	7345078	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
21	379436	7347755	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
22	379571	7349548	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
23	379785	7341455	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
24	379950	7346725	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
25	380067	7344005	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
26	380286	7349474	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
27	380634	7346505	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
28	380686	7348606	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
29	380735	7343249	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
30	380842	7341808	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
31	381136	7349414	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
32	381471	7342111	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
33	381534	7346355	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
34	381585	7345156	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
35	381836	7349104	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
36	381942	7349951	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
37	381939	7351003	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
38	382484	7342265	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
39	382486	7346956	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
40	382688	7348861	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
41	382970	7350062	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
42	383152	7350834	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
43	383541	7343989	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
44	383586	7346346	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
45	383614	7342612	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
46	383766	7349664	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
47	383831	7348006	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
48	384033	7345524	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
49	384153	7343180	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
50	384185	7351157	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
51	384387	7349114	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)

52	384823	7350235	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
53	384845	7343049	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
54	384931	7345604	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
55	384979	7348706	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
56	385084	7346808	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
57	385299	7343681	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
58	385431	7349826	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
59	385606	7348200	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
60	386313	7345891	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
61	386473	7346774	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
62	386698	7348199	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
63	387386	7347276	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
64	387384	7345330	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
65	387472	7348166	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
66	387884	7346811	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
67	388106	7345330	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
68	388577	7347134	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
69	388935	7345847	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
70	389668	7346470	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)

Taulukko 25. Kuoringin voimaloiden sijaintitiedot (19 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	387491	7328538	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
2	387581	7332705	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
3	387823	7329567	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
4	388473	7328341	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
5	389032	7326891	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
6	388584	7329804	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
7	388801	7327677	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
8	388834	7330452	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
9	389565	7330016	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
10	390135	7329576	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
11	390719	7327993	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
12	390890	7328783	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
13	390951	7327030	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
14	391536	7329187	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
15	391588	7328241	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
16	391470	7326322	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
17	391823	7327053	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)

18	392117	7328677	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
19	392746	7328207	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)

Taulukko 26. Vinsanmaan voimaloiden sijaintitiedot (8 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	384973	7329099	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
2	385354	7328258	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
3	385474	7330352	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
4	385728	7329146	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
5	386068	7328316	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
6	386789	7331387	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
7	386754	7329671	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
8	386519	7330708	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)

Taulukko 27. Löylyvaaran voimaloiden sijaintitiedot (3 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	399117	7336738	Vestas V126 3.3 MW, 137m HH, 107,5+2,0 dB(A)
2	398713	7336999	Vestas V126 3.3 MW, 137m HH, 107,5+2,0 dB(A)
3	398156	7337154	Vestas V126 3.3 MW, 137m HH, 107,5+2,0 dB(A)

Taulukko 28. Haapamaan voimaloiden sijaintitiedot (56 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	371068	7333867	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
2	371773	7333708	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
3	371568	7334613	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
4	372419	7334008	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
5	373065	7334513	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
6	372073	7335359	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
7	372766	7335670	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
8	373371	7333867	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
9	374234	7334407	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
10	374516	7333720	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
11	374140	7335464	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
12	375744	7333262	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
13	375239	7333861	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)

14	375938	7334460	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
15	374892	7334859	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
16	376936	7334513	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
17	376637	7335165	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
18	376243	7336063	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
19	375139	7336157	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
20	373788	7336257	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
21	374587	7337767	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
22	375638	7338013	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
23	377788	7334671	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
24	378040	7336157	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
25	378839	7335411	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
26	378839	7334366	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
27	379867	7333714	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
28	380319	7334560	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
29	380366	7335359	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
30	379814	7335858	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
31	380965	7335758	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
32	381018	7337455	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
33	380120	7337708	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
34	381171	7338460	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
35	380866	7339505	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
36	378839	7338812	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
37	377835	7338260	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
38	378140	7337608	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
39	376537	7338607	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
40	375338	7338806	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
41	374939	7339658	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
42	376043	7340709	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
43	376889	7340809	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
44	377694	7340856	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
45	378393	7340157	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
46	377488	7339306	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
47	374340	7339253	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
48	374140	7341502	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
49	374739	7341908	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
50	375139	7341303	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
51	375844	7341455	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
52	379239	7340709	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
53	380325	7340610	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
54	381071	7340657	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)

55	381664	7341109	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
56	381876	7339764	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)