



MELUSELVITYS

Kaukasen Tuulivoimapuiston laajennus

07.01.2025

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	12
6.1	Nykytilanne	12
6.2	Rakentamisen aikaiset vaikutukset	12
6.3	Toiminnan aikaiset vaikutukset, Nykytilanne (Kaukasenneva ja Mutkalampi)	12
6.4	Toiminnan aikaiset vaikutukset, Nykytilanne ja VE1	13
6.5	Toiminnan aikaiset vaikutukset, Nykytilanne ja VE2	15
6.6	Toiminnan aikaiset vaikutukset, Nykytilanne, laajennus VE1 ja naapuripuistot	16
6.7	Toiminnan aikaiset vaikutukset, Nykytilanne, laajennus VE2 ja naapuripuistot	17
6.8	Pienitaajuinen melu	18
6.9	Käytön lopettamisen aikaiset vaikutukset.....	19
6.10	Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät	19
7	HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA SEURANTA.....	20
8	LÄHTEET	21

9	MALLINNUSTIETOJEN RAPORTTI, KAUKASEN LAAJENNUS.....	22
	Liite 1: Melumallinnuksen tulokset.....	27
	Liite 2: Pienitaajuisen melun laskenta (Nykytilanne ja VE1).....	30
	Liite 3: Pienitaajuisen melun laskenta, Nykytilanne, VE1 ja Naapuripuistot.....	34
	Liite 4: Sijoitussuunnitelmat	37

VERSIOHISTORIA

Versio	Tekijä, Päivämäärä	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1	Elina Sippola, 2025-01-07	Ilmari Katajamäki, 2025-01-08	Ilmari Katajamäki, 2025-01-08	Kaukasen tuulivoimapuiston laajennuksen meluseelvitys.

1 YHTEENVETO

Tehtävä:

Meluselvitys Kaukasen laajennukselle Kaukasennevan tuulivoimapuiston vaikutusalueella. Selvityksessä on otettu huomioon myös viereiset suunniteltavat tuulivoimapuistot Malakakangas ja Tuohiräme-Linnanharju sekä operoinnissa olevat tuulivoimapuistot Kaukasenneva ja Mutkalampi.

Työmenetelmät:

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

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

Tulokset:

Melumallinnusten perusteella valtioneuvoston asetuksen ohjearvoja asunnoille ja vapaa-ajan asunnoille ei ylitetä. Myöskään STM:n antamia sisätilojen pienitaajuisen melun ohjearvoja ei ylitetä.

2 TAUSTA

Meluselvitys on tehty Kaukasen tuulivoimapuiston laajennukselle Kannuksen kaupungin alueella. Suunniteltu hanke koostuu yhteensä 9–16 tuulivoimalasta. Melumallinnuksessa on käytetty Siemens Gamesan SG170 6,6MW -voimalan lähtötietoja. Mallinnuksessa voimaloiden napakorkeus oli 215 metriä ja äänitehotaso 106,0 + 2 dB(A) epävarmuusmarginaali.

Mallinnuksessa on huomioitu operoinnissa olevien voimaloiden (Kaukasenneva ja Mutkalampi) tilanne yhtenä vaihtoehtona, ja sitä on verrattu suunniteltaviin puistoihin, joita ovat Kaukasen laajennus sekä naapuripuistot Malakakangas ja Tuohiräme-Linnanharju. Hankekohtaiset voimalatyypit on listattu taulukossa 4.

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

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

- VE1: 16 voimalaa.
- VE2: 9 voimalaa.

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 7-22
Pysyvä asutus	45 dB	40 dB
Loma-asutus	45 dB	40 dB
Hoitolaitokset	45 dB	40 dB
Oppilaitokset	45 dB	-
Virkistysalueet	45 dB	-
Leirintäalueet	45 dB	40 dB
Kansallispuistot	45 dB	40 dB

4.2 ASUMISTERVEYSASETUKSEN TOIMENPIDERAJAT

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

Taulukko 3. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat yöaikaiselle pienitaajuiselle sisämelulle.

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

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

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

Sisämelun kokonaisäänitason mallintamiseksi ei ole annettu ohjeita eikä alalla ole yleisesti käytössä olevaa laskentamenetelmää. Asetuksen mukaisilla ulkomelun ohjearvoilla (40 dB(A)) pyritään kuitenkin varmistamaan myös sisämelun toimenpiderajojen alittuminen. Alalla sovelletun DSO 1284 -laskentamenetelmän mukaan rakennusten äänieristys taajuuksilla 80–200 Hz on noin 20 dB. Äänieristys vaimentaa korkeampia taajuuksia tyypillisesti tehokkaammin, jolloin taajuuksilla 200–500 Hz 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 takuarvoja. Äänitehotasot on ilmoitettu 1/3 oktaavikaistoittain. Voimalavalmistajan käyttämät melupäästöarvot eivät ole suoraan verrattavissa IEC TS 61400-14-standardiin, ja epävarmuutta ei ole erikseen ilmoitettu. Tästä johtuen lähtömelutasoon on mallinnuksessa lisätty 2,0 dB:n epävarmuusmarginaali ympäristöministeriön ohjeen mukaisesti (Ympäristöministeriö, 2016).

Lisätyllä marginaalilla varmistetaan, että mallinnustulokset ovat riittävän konservatiiviset suhteessa ympäristöministeriön ohjeisiin ja lopulliseen voimalatyyppiin.

Mutkalammin voimalatiedot on saatu Kannuksen kaupungin rakennusvalvonnasta. Käytetyt voimalatiedot ovat Mutkalammin voimaloiden rakennusluvista eli kyseessä on rakennetut voimalatyyppit jolloin epävarmuusmarginaali ei ole käytössä.

Mallinnuksessa käytetty voimalatyyppi on mainittu alla.

Taulukko 4. Hankkeen voimalatiedot.

Hankealue	Voimalat	Voimalan tornin korkeus (m)	Voimalan äänitehotaso (Lwa)	1/3 oktaavikaistoittainen äänispektri
Kaukasen laajennus	SG170 6.6 MW	215	106.0+2,0	Käytössä
Kaukasenneva	V162 5.6 MW	149	104,0+2,0	Käytössä
Mutkalampi	63 x V162 6.0 MW	139	104,3	Käytössä
	6 x V150 4.3 MW	145	104,9	Käytössä
Malakakangas	V172 7.2 MW	214	106,9+2,0	Käytössä
Tuohiräme-Linnanharju	N163 7.0 MW	195	108.6 +2,0	Käytössä

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

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

Alueen korkeustietona on käytetty Maanmittauslaitoksen kahden 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. Maastotietokannan mukaan hankealueelle sijoittuu kolme vapaa-ajan rakennusta, jotka on merkitty selvityksessä muuksi rakennukseksi. Näiden kolmen rakennuksen tarkemmat tiedot on selvitetty kunnalta ja rakennusten omistajien kanssa on tehty tarvittaessa käyttötarkoituksen muutos. Näin ollen rakennuksia ei ole huomioitu melun havaintopisteinä.

Laskennassa on otettu lähtökohdaksi voimalan tuottama äänenvoimakkuus ja tämän pohjalta on mallinnettu äänen vaimeneminen (geometrisen 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 13 havainnointipistettä, joiden kohdalta voimaloiden aiheuttamat äänenvoimakkuudet ilmoitetaan.

5.2 MENETELMÄT

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

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

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

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

on tehty kansainvälisiä tutkimuksia (esim. Bertagnolio, 2014), joiden mukaan havaittu amplitudimodulaatio on mahdollista hallita teknisesti.

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

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

missä

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

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

d_1 on tuulivoimalan navan etäisyys altistuvasta kohteesta [m]

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

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

d_2 on tuulivoimalan navan etäisyys altistuvasta kohteesta [km]

(Ympäristöministeriö 2014).

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

Äänieristys, DL_σ , on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Äänieristyskertoimet.

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

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

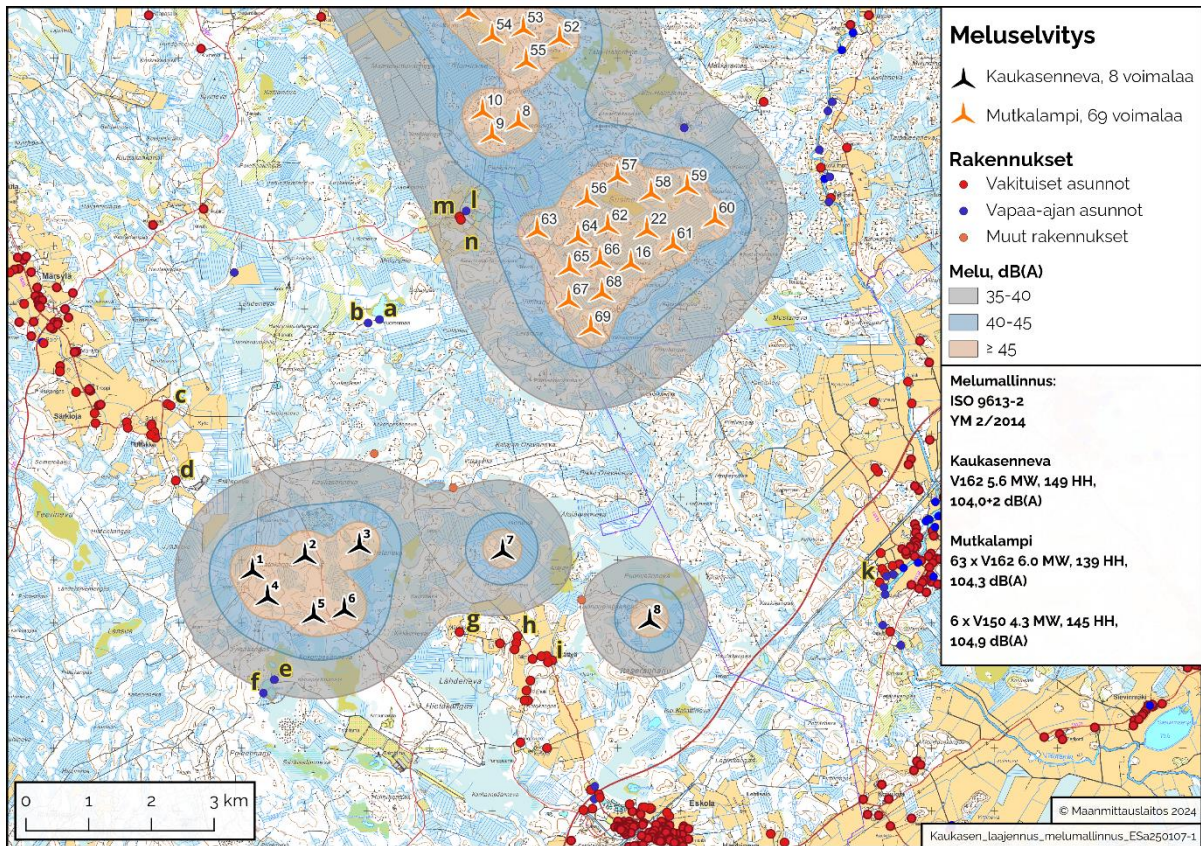
6.2 RAKENTAMISEN AIKAISET VAIKUTUKSET

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

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

6.3 TOIMINNAN AIKAISET VAIKUTUKSET, NYKYTILANNE (KAUKASENNEVA JA MUTKALAMPI)

Nykytilanteen melumallinnuksessa on huomioitu pelkästään operoinnissa olevat voimalat, Kaukasenneva ja Mutkalampi. Kaukasenneva on mallinnettu 8 kappaleella Vestaksen V162 5,6 MW -voimalatyyppejä, joiden kokonaisäänitaso on 104,0+2 dB(A) ja napakorkeus on 149 metriä. Mutkalampi on mallinnettu 63 kappaleella Vestaksen V162 6,0 MW -voimalatyyppejä, joiden kokonaisäänitaso on 104,3 dB(A) napakorkeus on 139 metriä, sekä 6 kappaleella V150 4,3MW -voimalatyyppejä, joiden kokonaisäänitaso on 104,9 dB(A) napakorkeus on 145 metriä. Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 4.



Kuva 1. Kaukasennevan ja Mutkalammen tuulivoimapuiston melumallinnus. Kolmetoista havainnointipistettä 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 13 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1 (taulukko 7).

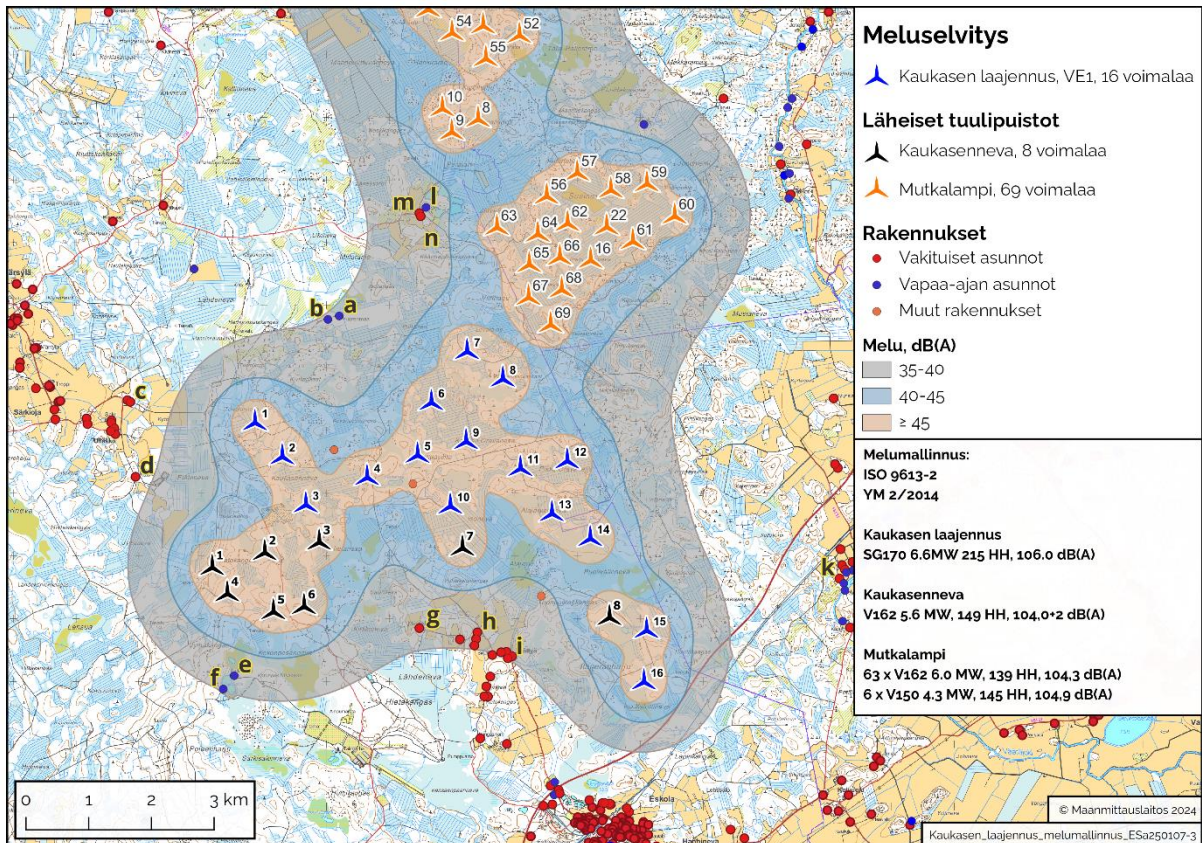
Äänitaso lähimpien asuinrakennusten ja loma-asuntojen alueella on alle 38 dB(A), eli alle valtioneuvoston asetuksen mukaisen ohjearvon. Korkein äänitaso lähialueella sijaitsevan havaintopisteen kohdalla on 37,7 dB(A) (vapaa-ajan asunto I).

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

6.4 TOIMINNAN AIKAiset VAIKUTUKSET, NYKYTILANNE JA VE1

Melumallinnuksessa on huomioitu nykytilanne (Kaukasenneva ja Mutkalampi) sekä laajennettava VE1. Kaukasen laajennus (VE1) on mallinnettu 16 kappaleella Siemens Gamesan SG170 6,6 MW-

voimalatyyppiä, jonka kokonaisäänitaso on 106,0+2 dB(A) ja napakorkeus on 215 metriä. Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 4.



Kuva 2. Kaukasen laajennuksen (VE1) melumallinnus, kun huomioidaan myös Kaukasenneva ja Mutkalampi. Kolmetoista havainnointipistettä on merkitty kuvaan kirjaimilla.

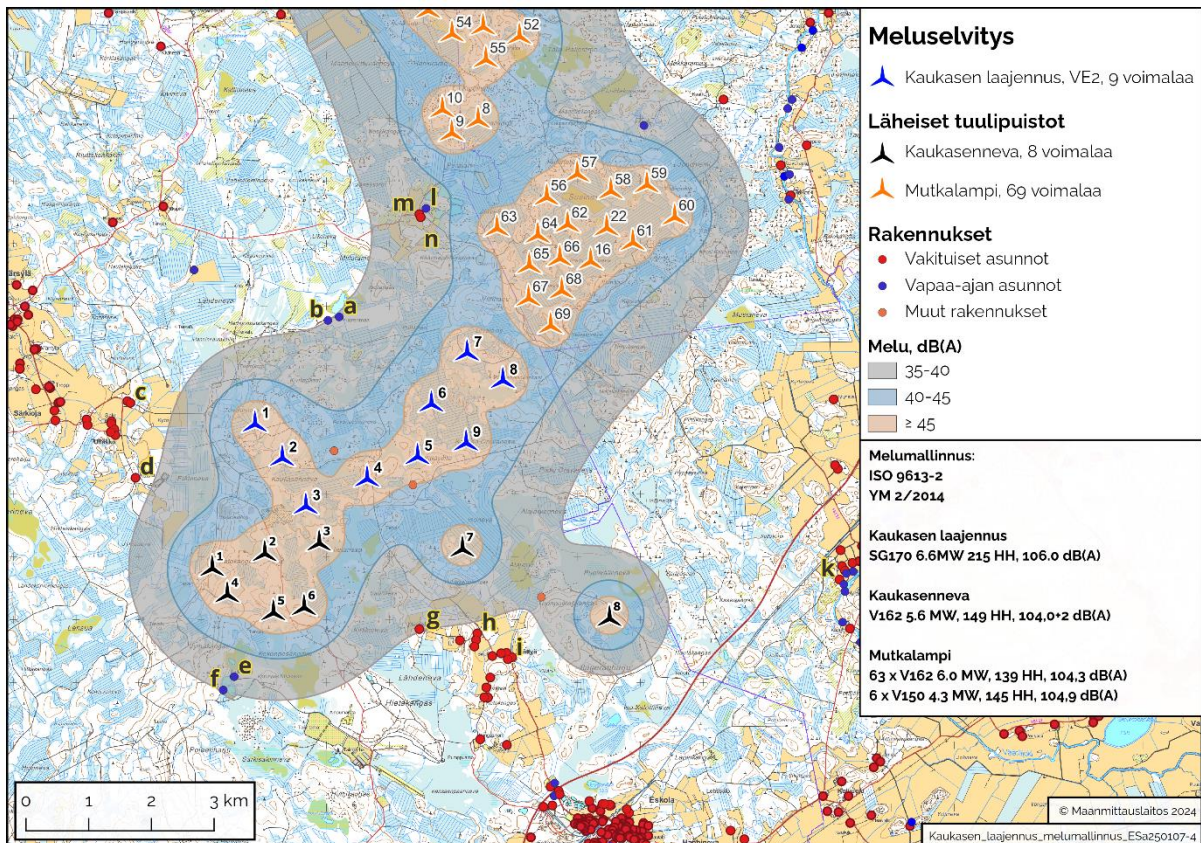
Voimaloiden läheisyydestä valituissa 13 havainnointipisteessä ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dBA. Melutasot on lueteltu liitteessä 1 (taulukko 8).

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 38,3 dB(A) (vapaa-ajan asunto I).

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

6.5 TOIMINNAN AIKAiset VAIKUTUKSET, NYKYTILANNE JA VE2

Melumallinnuksessa on huomioitu nykytilanne (Kaukasenneva ja Mutkalampi) sekä laajennettava VE2. Kaukasen laajennus (VE2) on mallinnettu 9 kappaleella Siemens Gamesan SG170 6,6 MW -voimalatyyppeä, joiden kokonaisäänitaso on 106,0+2 dB(A) ja napakorkeus on 215 metriä. Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 4.



Kuva 3. Kaukasen laajennuksen (VE2) melumallinnus, kun huomioidaan myös Kaukasenneva ja Mutkalampi. Kolmetoista havainnointipistettä on merkitty kuvaan kirjaimilla.

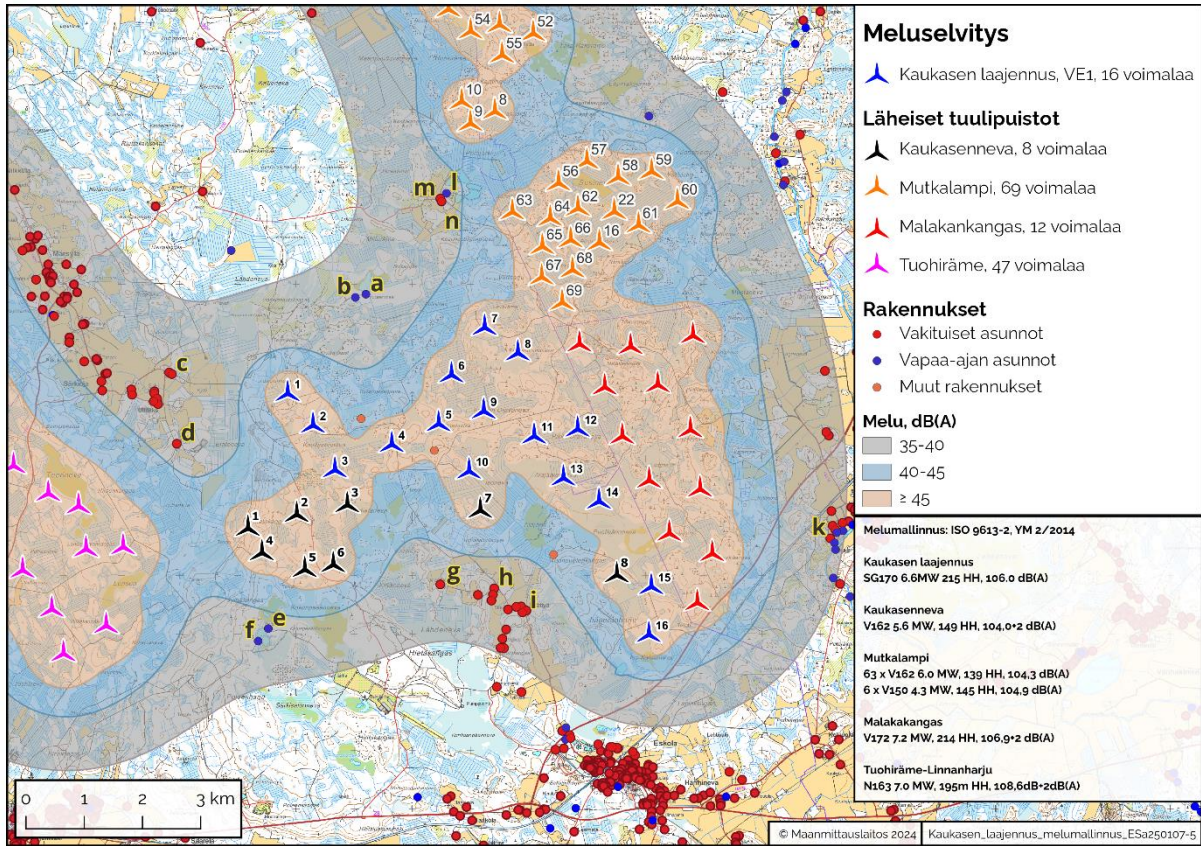
Melumallinnuksen mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dBA. Alueen läheisyydestä on valittu 13 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1 (taulukko 8).

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 38,2 dB(A) (vapaa-ajan asunto I).

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

6.6 TOIMINNAN AIKAISET VAIKUTUKSET, NYKYTILANNE, LAAJENNUS VE1 JA NAAPURIPUISTOT

Alla esitellään meluvaikutukset, kun myös luvituksessa olevien naapuripuistojen (Malakakangas ja Tuohiräme-Linnanharju) tuulivoimalat on otettu huomioon. Kaukasen laajennuksen melumallinnuksissa on käytetty vaihtoehdon VE1 mukaisia voimalapaikkoja (16 voimalaa) ja voimalamallia SG170 6,6 MW, jonka kokonaisäänitaso on 106,0+2 dB(A) ja napakorkeus 215 metriä. Malakakangas on mallinnettu 12 kappaleella Vestaksen V172 7,2 MW -voimalatyyppejä, joiden kokonaisäänitaso on 106,9+2 dB(A) ja napakorkeus on 214 metriä. Tuohiräme-Linnanharju on mallinnettu 47 kappaleella Nordexin N163 7,0 MW -voimalatyyppejä, joiden kokonaisäänitaso on 108,6+2 dB(A) ja napakorkeus on 195 metriä. Tuohiräme-Linnanharjun mallinnuksessa käytettiin 47 voimalan sijoitussuunnitelmaa, joka on YVA:n arviointiselostuksen ja osayleiskaavaaluonnoksen suunniteltu voimalamäärä. Malakakankaan 12 voimalan sijoitussuunnitelma on YVA:n arviointiohjelman voimalasuunnitelma. Molemmat edellä mainitut voimalavaihtoehdot ovat hankkeiden enimmäisvoimalamääriä. Lisäksi huomioitiin nykytilanne (Kaukasenneva ja Mutkalampi). Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 4.



Kuva 4. Kaukasen laajennuksen (VE1) ja naapuripuistojen yhteisvaikutusten melumallinnus.

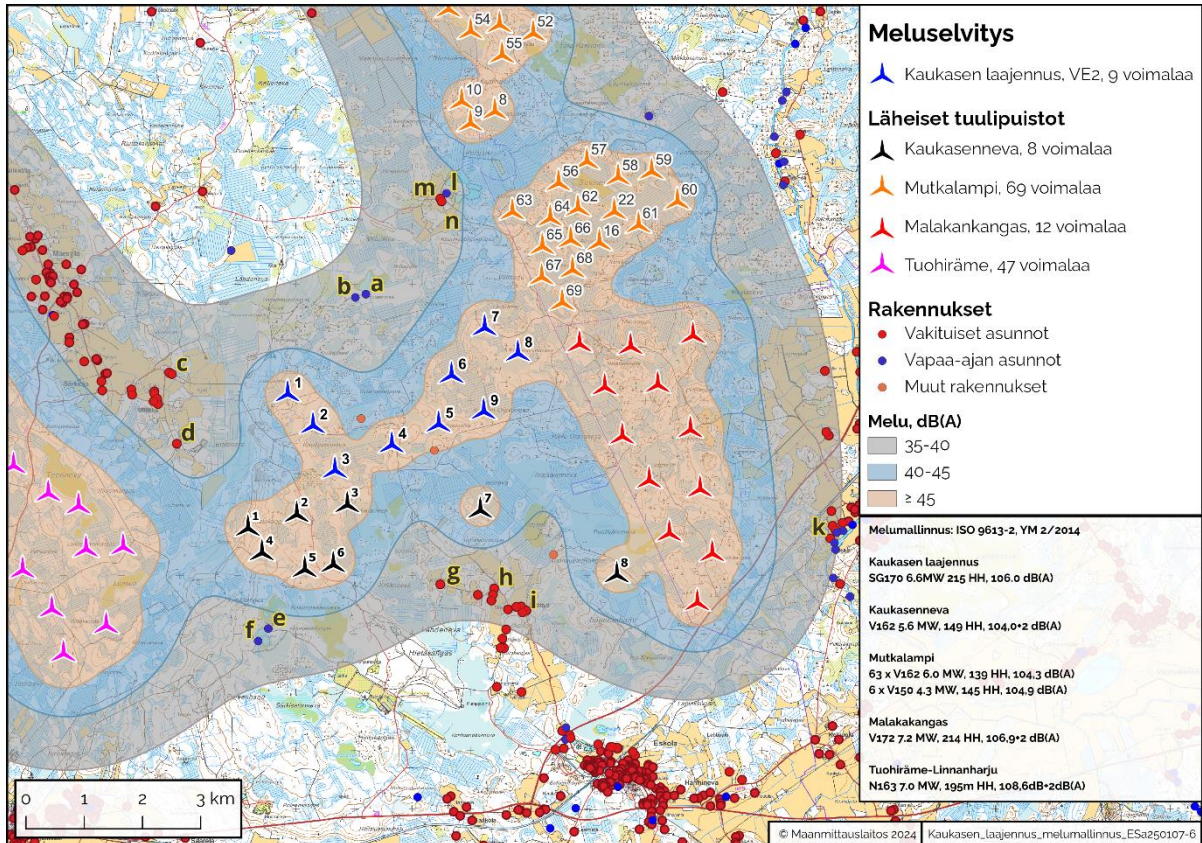
Yhteisvaikutusten mallinnuksen mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Korkein äänitaso Kaukasen laajennuksen lähialueella sijaitsevien havaintopisteiden kohdalla on 39,0 dB(A) (vakituinen asunto d). Tulosten perusteella voidaan todeta, että hankkeiden yhteisvaikutukset tuulivoimamelun osalta ovat kohtalaiset.

Alueen läheisyydestä on valittu 13 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1 (taulukko 9).

6.7 TOIMINNAN AIKAiset VAIKUTUKSET, NYKYTILANNE, LAAJENNUS VE2 JA NAAPURIPUISTOT

Alla esitellään meluvaikutukset, kun myös luvituksessa olevien naapuripuistojen (Malakakangas ja Tuohiräme-Linnanharju) tuulivoimalat on otettu huomioon. Kaukasen laajennuksen melumallinnuksissa on käytetty vaihtoehdon VE2 mukaisia voimalapaikkoja (9 voimalaa) ja voimalamallia SG170 6,6 MW, jonka kokonaisäänitaso on 106,0 +2 dB(A) ja napakorkeus 215

metriä. Lisäksi huomioitiin nykytilanne (Kaukasenneva ja Mutkalampi). Naapurihankkeiden tiedot löytyvät liitteestä 4.



Kuva 5. Kaukasen laajennuksen (VE2) ja naapuripiistojen yhteisvaikutusten melumallinnus.

Yhteisvaikutusten mallinnuksen mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Korkein äänitaso Kaukasen laajennuksen lähialueella sijaitsevien havaintopisteiden kohdalla on 39,0 dB(A) (vakituinen asunto d). Tulosten perusteella voidaan todeta, että hankkeiden yhteisvaikutukset tuulivoimamelun osalta ovat kohtalaiset.

Alueen läheisyydestä on valittu 13 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1 (taulukko 9).

6.8 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 sijaitsevilla asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Laskennan tulokset löytyvät liitteistä 2 ja 3.

Laskennassa on käytetty laskentastandardissa todettuja äänieristysominaisuuksia, joten todellinen pienitaajuinen melu voi poiketa lasketusta arvosta (laskentamenetelmässä käytetään ainoastaan talojen keskimääräistä äänieristystä). Lasketut arvot eivät kuitenkaan ole lähellä asumisterveysasetuksen toimenpideraja-arvoja, joten arvion mukaan marginaalit ovat riittävät, eivätkä raja-arvot ylity. Lisäksi pienitaajuisen melun laskennassa on käytetty Turun Ammattikorkeakoulun tutkimuksessa (ANOJANSSI-projekti, 2020) ehdotettuja vaihtoehtoisia eristyskertoimia.

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

6.9 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.

6.10 VAIKUTUSTEN ARVIOINNIN EPÄVARMUUSTEKIJÄT

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

7 HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA SEURANTA

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

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

Yksinkertaisesti voimalan ääntä saadaan vaimennettua hidastamalla roottorin pyörimistä tai säätämällä lapojen pyörimiskulmaa, mutta molemmilla tavoilla myös voimalan tuotanto pienenee. Säätämällä lähellä toisiaan pyörivien voimaloiden toimintaa, voidaan melua pienentää esimerkiksi muuttamalla lapojen kohtauskulmaa. Myös voimaloiden toimintaa voidaan tarvittaessa rajoittaa siten, että ohjeavot eivät ylitä herkällä alueella, joskaan tälle ei meluselvityksen tulosten mukaan ole tarvetta.

8 LÄHTEET

Bertagnolio, F. et.al. (2014). *Cyclic pitch for the control of wind turbine noise amplitude modulation*. Viitattu 14.1.2014. Saatavilla:
http://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/INTERNOISE2014/papers/p551.pdf.

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

Hongisto V., Radun J., Rajala V., et al. (2020) Anojanssi - Projektin Tulokset: Ympäristömelun Häiritsevyys. Turun ammattikorkeakoulu.
 Saatavilla: <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522167606.pdf>

Maanmittauslaitos (2023). *Maanmittauslaitoksen avoimen tietoaaineiston CC 4.0 -lisenssi*.
<http://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/avoimien-aineistojen-tiedostopalvelu>

Siemens Gamesa (2022). SG-F18.16-TR-00891_R00_Standard Acoustic Emission Document, SG 6.6-170, Rev. 0_. Doc. ID SG-F18.16-TR-00891_R00. Date: 2022-10-04

Sosiaali- ja Terveysministeriö (2015). *Asumisterveysasetus. Helsinki*. Saatavilla:
<http://www.stm.fi/tiedotteet/tiedote/-/view/1907834>

Valtioneuvosto (2015). *Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista*.
 Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151107>

Vestas (2018). *Third Octave Noise emission EnVentus™ V150-4.2MW*. 0067-4767_06. Date: 2018-15-03

Vestas (2020). *Third Octave Noise emission EnVentus™ V150-4.3MW*. DMS 0080-4413_02. Date: 2020-04-03

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

Vestas (2023). *Third Octave Noise emission EnVentus™ V162-6.2MW*. DMS 0105-5200_01. Date: 2023-05-12

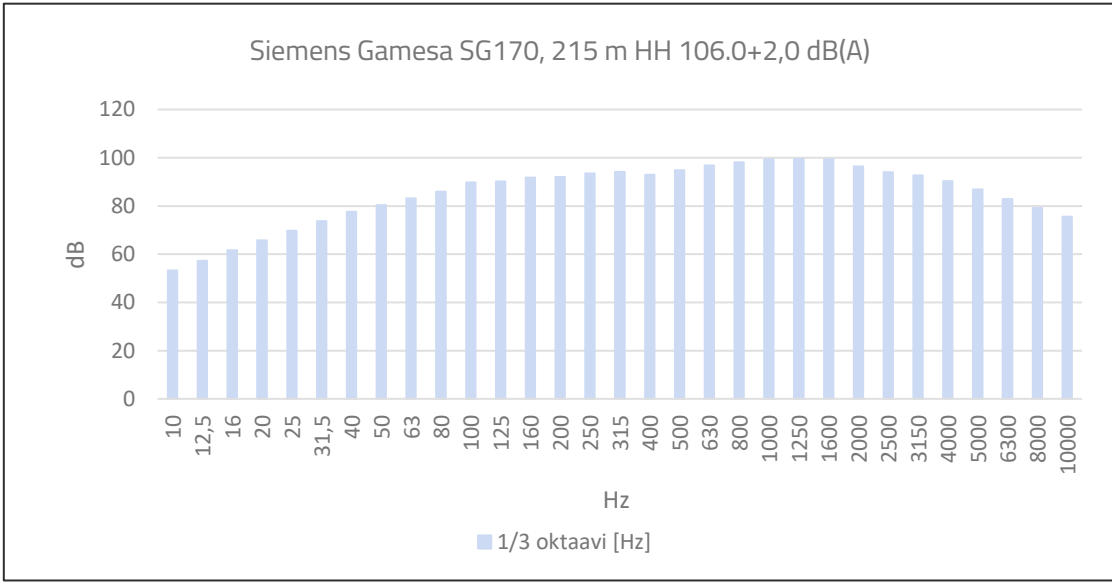
Vestas (2022). *Third Octave Noise emission EnVentus™ V172-7.2MW*. DMS 0128-4336_00. Date: 2022-06-30

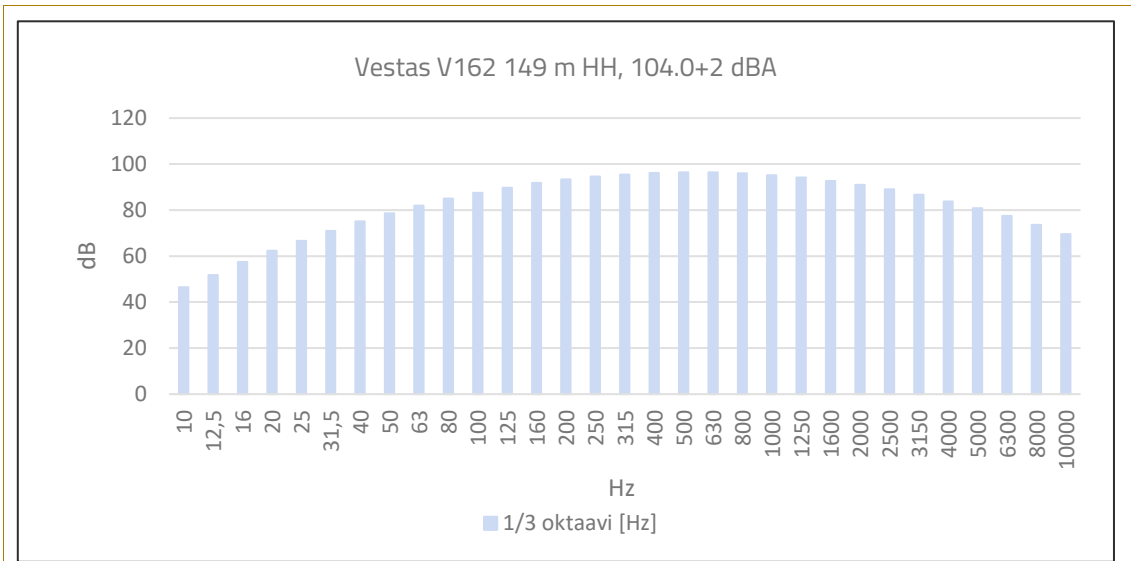
Ympäristöministeriö (2016). *Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016*. Saatavilla:
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10138/42937>

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

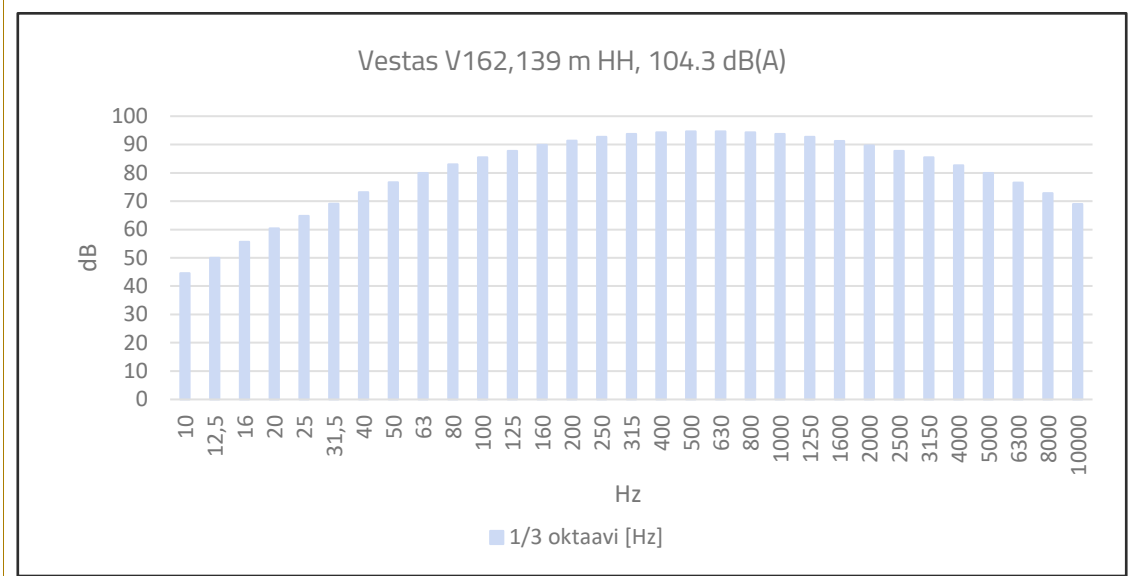
Ympäristöministeriö, (2016). Yhteenvedo tuulivoimaloiden melupäästön takuarvon käyttämisestä meluselvityksissä liittyvästä kyselystä. PDF-document

9 MALLINNUSTIETOJEN RAPORTTI, KAUKASEN LAAJENNUS

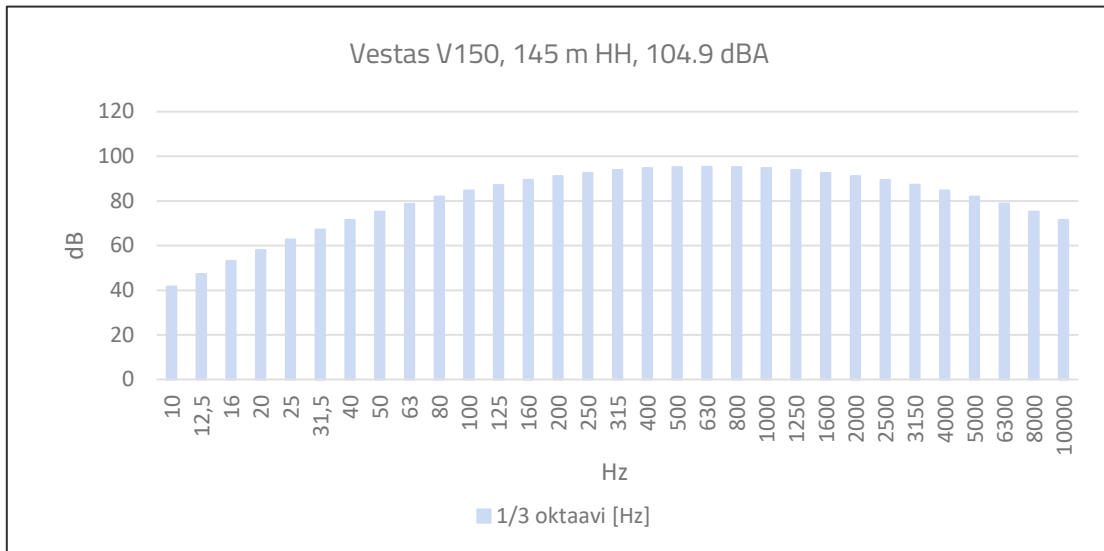
RAPORTIN JA RAPORTOIJAN TIEDOT				*tarkentavat tiedot voi esittää kartalla tai muissa liitteissä			
Mallinnusraportti numero/tunniste: ESa-250107				Raportin hyväksyntäpäivämäärä: 08.01.2025			
Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: Etha Oy, Vaasanpuistikko 14 B11, 65100 VAASA, puh. +358 2900 20440							
Vastuuhenkilöt: Elina Sippola							
Laatija: Elina Sippola				Tarkastaja/hyväksyjä: Ilmari Katajamäki			
MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT							
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO Ver4.0				Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2			
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)							
Tuulivoimalan valmistaja: Siemens-Gamesa				Tyyppi:		Sarjanumero/t:	
Nimellisteho: 6.6 MW		Napakorkeus: 215 m		Roottorin halkaisija: 170 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 Siemens Gamesa SG 6.6-170 215 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 106,0 dB(A) + 2,0 dB(A))							
 <p>Siemens Gamesa SG170, 215 m HH 106.0+2,0 dB(A)</p>							
Melupäästötiedot Vestas V162 5.6 MW 149 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 104,0 dB(A)+2 dB(A))							



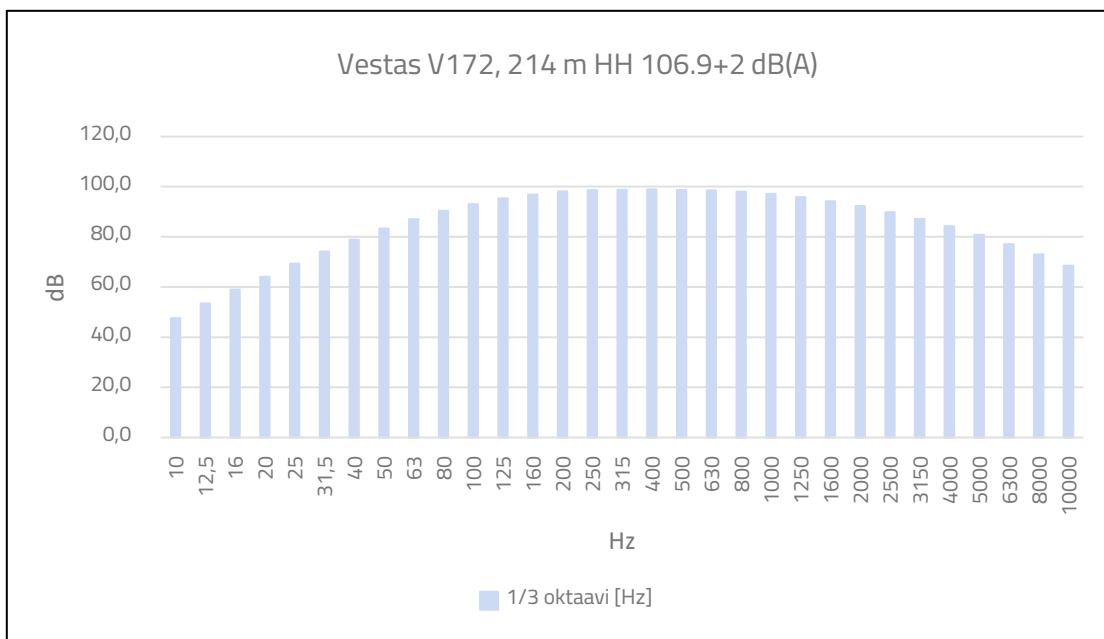
Melupäästötiedot Vestas V162 6.0 MW 139 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 104,3 dB(A))

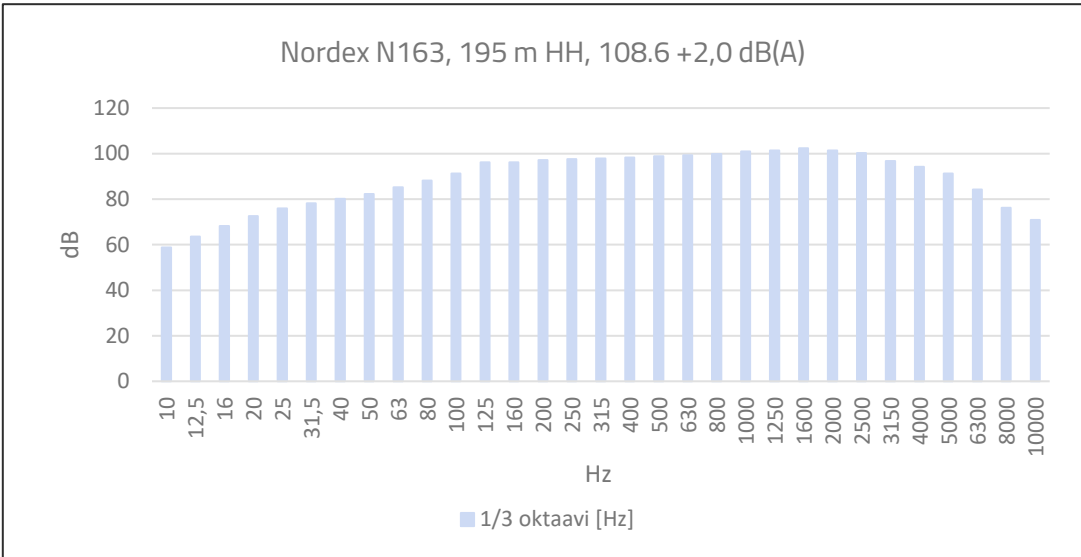


Melupäästötiedot Vestas V150 4.3 MW 145 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 104,9 dB(A))



Melupäästötiedot Vestas V172 7.2 MW 214 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 106,9 dB(A)+2 dB(A))



Melupäästötiedot Nodex N163 7.0 MW 195 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 108,6 dB(A)+2 dB(A))							
<div style="text-align: center;"> <p>Nordex N163, 195 m HH, 108.6 +2,0 dB(A)</p>  <p>1/3 oktaavi [Hz]</p> </div>							
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: 2 m		Pystyresoluutio: 1 m	
Maan- ja vedenpinnan absorptio ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet							
ISO 9613-2							
Vesialueet, (0) / (G)				0			
Maa-alueet, (0,4) / (A-D/E-F)				0,4			
Maa-alueet, (0) / (G)							
Ilmakehän stabiilius laskennassa/meteorologinen korjaus							
Neutraali, (0): kyllä				Muu, mikä ja miksi:			
Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen							
Vapaa avaruus				Muu, mikä, miksi:			
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, lkm (ilman meluntorjuntaa/voimalan ohjausta)							
Asukkaat: 0 kpl		Vapaa-ajan rakennukset: 0 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	

LIITE 1: MELUMALLINNUKSEN TULOKSET

Taulukko 7. Kaukasennevan ja Mutkalammen mallinnuksen meluarvot valituissa kohteissa.

Havainnointipiste	Asunnon luokka	Itäinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS-TM35FIN)	Ohjearvo [dB(A)]	Nykytilanne, Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
a	Vapaa-ajan asunto	356199	7098830	40	31,1	Ei
b	Vapaa-ajan asunto	356018	7098776	40	30,8	Ei
c	Vakituinen asunto	352869	7097459	40	28,3	Ei
d	Vakituinen asunto	352952	7096265	40	31,5	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	354524	7093093	40	36,3	Ei
f	Vapaa-ajan asunto	354350	7092879	40	35,4	Ei
g	Vakituinen asunto	357476	7093851	40	33,9	Ei
h	Vakituinen asunto	358402	7093784	40	32,9	Ei
i	Vakituinen asunto	358953	7093402	40	31,6	Ei
k	Vakituinen asunto	364172	7094642	40	24,0	Ei
l	Vapaa-ajan asunto	357583	7100560	40	37,7	Ei
m	Vakituinen asunto	357477	7100469	40	37,1	Ei
n	Vakituinen asunto	357498	7100421	40	37,1	Ei

Taulukko 8. Kaukasen laajennuksen mallinnuksen meluarvot valituissa kohteissa, kun huomioidaan myös operoinnissa olevat Kaukasenneva ja Mutkalampi.

Havainnointipiste	Asunnon luokka	Itäinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS-TM35FIN)	Ohjearvo [dB(A)]	VE1 Melu [dB(A)]	VE2 Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
a	Vapaa-ajan asunto	356199	7098830	40	35,5	35,2	Ei
b	Vapaa-ajan asunto	356018	7098776	40	35,3	35,0	Ei
c	Vakituinen asunto	352869	7097459	40	31,9	31,7	Ei
d	Vakituinen asunto	352952	7096265	40	33,8	33,6	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	354524	7093093	40	36,8	36,7	Ei
f	Vapaa-ajan asunto	354350	7092879	40	36,0	35,8	Ei
g	Vakituinen asunto	357476	7093851	40	36,3	35,2	Ei
h	Vakituinen asunto	358402	7093784	40	36,0	34,1	Ei
i	Vakituinen asunto	358953	7093402	40	35,2	32,6	Ei
k	Vakituinen asunto	364172	7094642	40	27,8	25,0	Ei
l	Vapaa-ajan asunto	357583	7100560	40	38,3	38,2	Ei
m	Vakituinen asunto	357477	7100469	40	37,8	37,7	Ei
n	Vakituinen asunto	357498	7100421	40	37,8	37,7	Ei

Taulukko 9. Kaukasen laajennuksen mallinnuksen meluarvot valituissa kohteissa, kun huomioidaan operoinnissa olevat Kaukasenneva ja Mutkalampi sekä suunniteltavat naapuripuistot Malakakangas ja Tuohiräme-Linnanharju.

Havainnointipiste	Asunnon luokka	Itäinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS-TM35FIN)	Ohjearvo [dB(A)]	VE1 Melu [dB(A)]	VE2 Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
a	Vapaa-ajan asunto	356199	7098830	40	36,8	36,6	Ei
b	Vapaa-ajan asunto	356018	7098776	40	36,6	36,4	Ei
c	Vakituinen asunto	352869	7097459	40	36,9	36,9	Ei
d	Vakituinen asunto	352952	7096265	40	39,0	39,0	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	354524	7093093	40	38,5	38,4	Ei
f	Vapaa-ajan asunto	354350	7092879	40	38,0	37,9	Ei
g	Vakituinen asunto	357476	7093851	40	37,5	36,7	Ei
h	Vakituinen asunto	358402	7093784	40	37,8	36,6	Ei
i	Vakituinen asunto	358953	7093402	40	37,4	36,1	Ei
k	Vakituinen asunto	364172	7094642	40	35,9	35,5	Ei
l	Vapaa-ajan asunto	357583	7100560	40	38,9	38,9	Ei
m	Vakituinen asunto	357477	7100469	40	38,5	38,4	Ei
n	Vakituinen asunto	357498	7100421	40	38,6	38,5	Ei

LIITE 2: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA (NYKYTILANNE JA VE1)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoilla toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pienitaajuinen melu on laskettu Kaukasen laajennuksen vaihtoehdolle VE1 (16 tuulivoimalaa), huomioiden myös Kaukasennevan ja Mutkalammen vaikutukset.

Taulukko 10. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

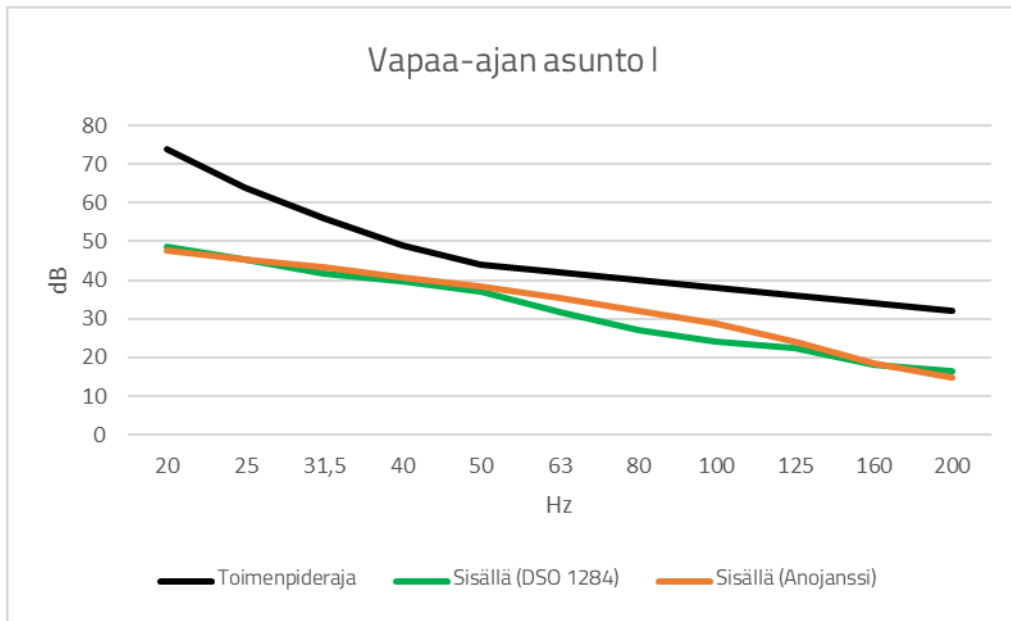
Taajuus s Hz	Melutaso kohteissa (dB)												
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n
20	55,	54,	52,	52,	53,	52,	54,	54,	54,	49,	55,	55,	55,
25	53,	53,	50,	51,	51,	51,	53,	53,	52,	48,	53,	53,	53,
31,5	51,	51,	48,	49,	50,	49,	51,	51,	51,	46,	52,	52,	52,
40	50,	50,	47,	48,	49,	48,	50,	50,	49,	45,	51,	50,	51,
50	48,	48,	46,	46,	48,	47,	48,	48,	48,	43,	49,	49,	49,
63	47,	47,	44,	45,	46,	45,	47,	47,	46,	41,	48,	48,	48,
80	45,	45,	42,	43,	45,	44,	45,	45,	44,	40,	46,	46,	46,
100	44,	44,	41,	42,	43,	42,	44,	44,	44,	38,	45,	45,	45,
125	41,	41,	38,	39,	41,	39,	41,	41,	40,	35,	42,	42,	42,
160	37,	37,	34,	35,	37,	36,	37,	37,	36,	30,	39,	39,	39,
200	35,	34,	31,	33,	36,	34,	35,	35,	34,	27,	37,	37,	37,

Taulukko 11. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

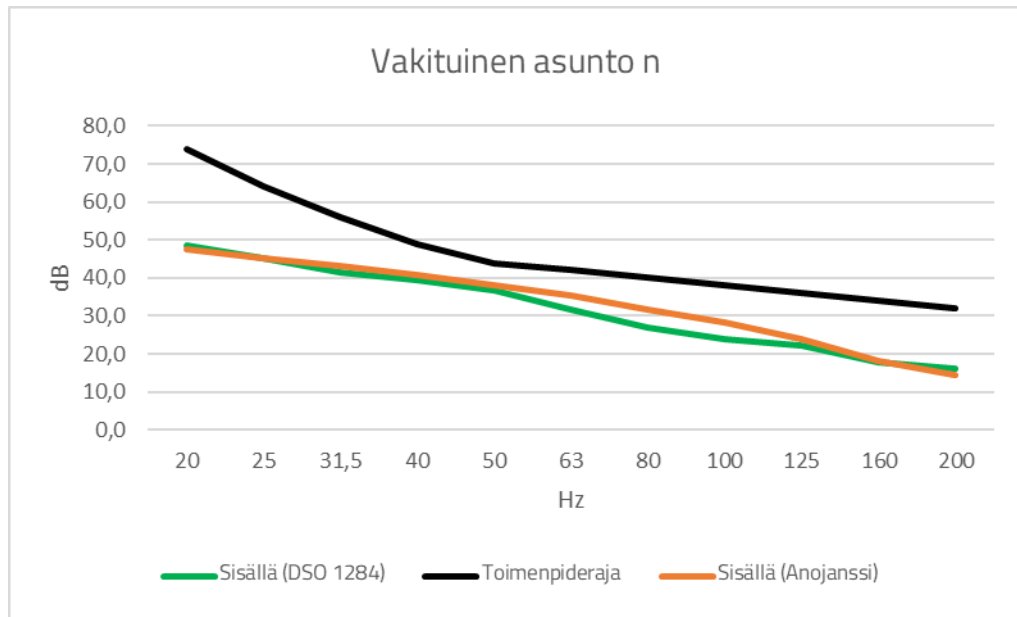
Taajuus s Hz	Melutaso kohteissa (dB)												
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n
20	48,	48,	45,	46,	46,	46,	48,	48,	47,	43,	48,	48,	48,
25	44,	44,	42,	42,	43,	42,	44,	44,	44,	39,	45,	45,	45,
31,5	41,	40,	38,	38,	39,	38,	40,	40,	40,	35,	41,	41,	41,
40	39,	38,	36,	36,	37,	37,	38,	38,	38,	33,	39,	39,	39,
50	35,	35,	33,	33,	35,	34,	35,	35,	35,	30,	36,	36,	36,
63	30,	30,	27,	28,	30,	29,	30,	30,	30,	25,	31,	31,	31,
80	25,	25,	23,	23,	25,	24,	25,	25,	25,	20,	27,	26,	27,
100	23,	23,	20,	21,	22,	21,	23,	23,	22,	17,	24,	24,	24,
125	21,	20,	17,	19,	20,	19,	21,	21,	20,	14,	22,	22,	22,
160	16,	16,	13,	14,	16,	15,	16,	16,	15,	9,7	18,	18,	18,
200	13,	13,	10,	12,	14,	13,	14,	14,	13,	6,7	16,	16,	16,

Taulukko 12. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

Taajuus s Hz	Melutaso kohteissa (dB)												
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n
20	47,	47,	44,	45,	45,	45,	47,	47,	46,	42,	47,	47,	47,
25	44,	44,	42,	42,	43,	42,	44,	44,	44,	39,	45,	45,	45,
31,5	42,	42,	39,	40,	41,	40,	42,	42,	41,	37,	43,	43,	43,
40	40,	40,	37,	38,	39,	38,	40,	40,	39,	34,	40,	40,	40,
50	37,	37,	34,	35,	36,	35,	37,	37,	36,	32,	38,	38,	38,
63	34,	34,	31,	32,	33,	32,	34,	34,	33,	28,	35,	35,	35,
80	30,	30,	27,	28,	30,	29,	30,	30,	30,	25,	32,	31,	31,
100	27,	27,	24,	25,	26,	25,	27,	27,	27,	22,	28,	28,	28,
125	22,	22,	19,	20,	22,	21,	22,	22,	21,	16,	24,	23,	23,
160	16,	16,	13,	14,	16,	15,	16,	16,	15,	9,8	18,	18,	18,
200	12,	12,	8,8	10,	13,	11,	12,	12,	11,	5,1	15,	14,	14,



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



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

LIITE 3: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA, NYKYTILANNE, VE1 JA NAAPURIPUISTOT

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoilla toimenpiderajat alittuvat, koska pientaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pientaajuinen melu on laskettu tilanteessa, jossa Kaukasen laajennus (16 voimalaa) ja kaikki naapuripuistot (136 tuulivoimalaa) ovat toiminnassa.

Taulukko 13. Pientaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

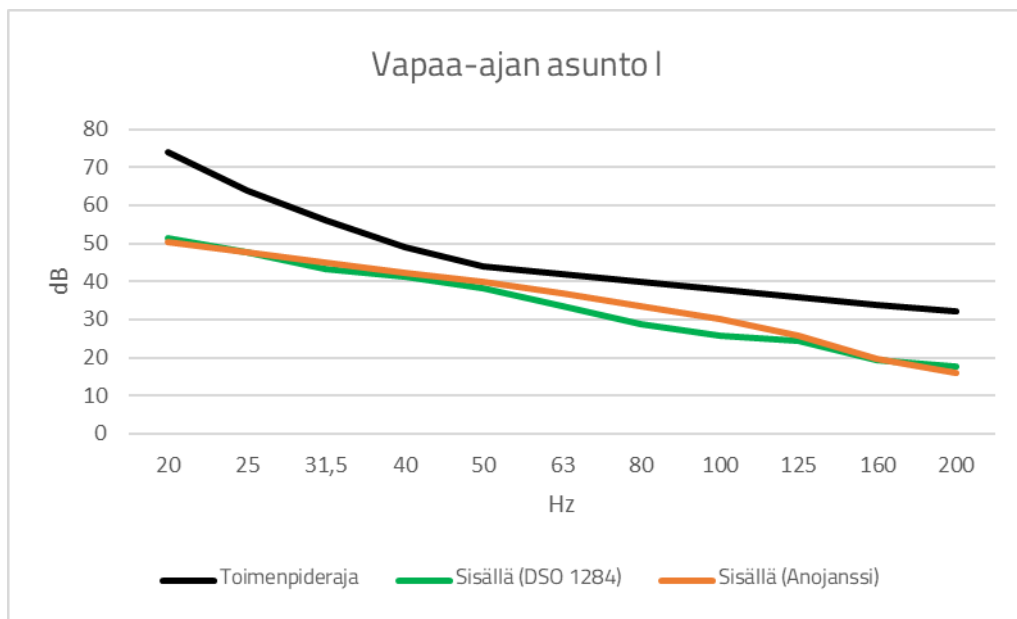
Taajuus s Hz	Melutaso kohteissa (dB)												
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n
20	58,	58,	61,	62,	59,	59,	58,	57,	57,	54,	57,	57,	57,
25	56,	56,	58,	59,	57,	57,	56,	55,	55,	53,	56,	56,	56,
31,5	54,	54,	55,	56,	54,	54,	54,	54,	53,	51,	54,	54,	54,
40	52,	52,	53,	54,	52,	52,	52,	52,	52,	50,	52,	52,	52,
50	50,	50,	50,	51,	50,	50,	50,	51,	50,	49,	51,	51,	51,
63	49,	49,	49,	50,	49,	48,	49,	49,	49,	48,	49,	49,	49,
80	47,	47,	47,	48,	47,	47,	47,	48,	48,	47,	48,	48,	48,
100	46,	46,	46,	47,	46,	45,	46,	46,	46,	45,	46,	46,	46,
125	43,	43,	45,	46,	44,	44,	44,	44,	44,	42,	44,	44,	44,
160	39,	39,	40,	41,	40,	39,	39,	40,	40,	39,	40,	40,	40,
200	36,	36,	37,	39,	38,	37,	37,	37,	37,	36,	38,	38,	38,

Taulukko 14. Pientaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

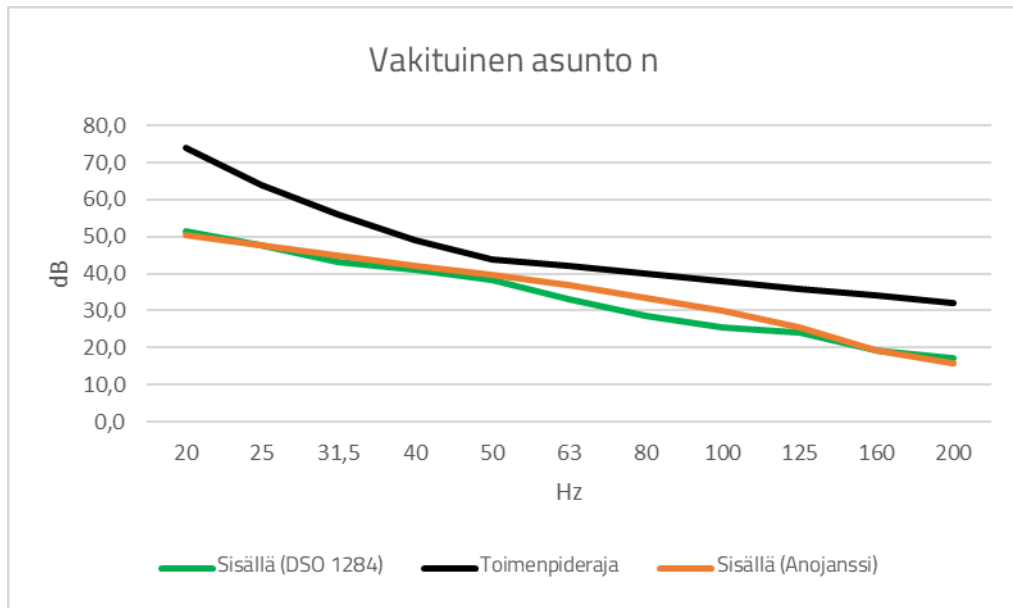
Taajuus Hz	Melutaso kohteissa (dB)												
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n
20	51,9	51,9	54,4	55,4	53,1	53,0	51,5	51,2	50,8	48,1	51,3	51,3	51,3
25	48,0	48,0	50,2	51,2	49,0	48,9	47,7	47,5	47,1	44,6	47,6	47,6	47,6
31,5	43,5	43,5	44,9	45,9	44,1	43,9	43,3	43,3	42,9	40,7	43,4	43,3	43,3
40	41,0	41,0	41,6	42,6	41,2	40,8	41,0	41,1	40,8	38,9	41,2	41,1	41,1
50	37,8	37,8	37,9	38,8	37,8	37,4	37,9	38,1	37,9	36,5	38,3	38,2	38,2
63	32,7	32,6	32,6	33,6	32,7	32,2	32,9	33,1	33,0	31,8	33,3	33,2	33,2
80	28,0	27,9	27,9	28,9	28,0	27,5	28,2	28,5	28,3	27,3	28,7	28,5	28,5
100	25,2	25,1	25,0	26,1	25,0	24,5	25,4	25,7	25,5	24,3	25,6	25,5	25,5
125	23,6	23,6	25,2	26,4	24,6	24,3	23,8	24,0	23,8	22,7	24,3	24,1	24,1
160	18,3	18,1	19,0	20,4	19,1	18,6	18,7	19,0	18,8	17,8	19,5	19,2	19,3
200	15,7	15,5	16,5	18,1	17,1	16,4	16,4	16,7	16,5	15,7	17,5	17,2	17,3

Taulukko 15. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

Taajuus s Hz	Melutaso kohteissa (dB)												
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n
20	50,	50,	53,	54,	52,	52,	50,	50,	49,	47,	50,	50,	50,
25	48,	48,	50,	51,	49,	49,	47,	47,	47,	44,	47,	47,	47,
31,5	45,	45,	46,	47,	45,	45,	44,	44,	44,	42,	45,	44,	44,
40	42,	42,	42,	43,	42,	41,	42,	42,	41,	40,	42,	42,	42,
50	39,	39,	39,	40,	39,	38,	39,	39,	39,	38,	39,	39,	39,
63	36,	36,	36,	37,	36,	35,	36,	36,	36,	35,	36,	36,	36,
80	32,	32,	32,	33,	32,	32,	33,	33,	33,	32,	33,	33,	33,
100	29,	29,	29,	30,	29,	28,	29,	30,	29,	28,	30,	29,	29,
125	25,	25,	26,	27,	26,	25,	25,	25,	25,	24,	25,	25,	25,
160	18,	18,	19,	20,	19,	18,	18,	19,	18,	17,	19,	19,	19,
200	14,	13,	14,	16,	15,	14,	14,	15,	14,	14,	15,	15,	15,



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



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

LIITE 4: SJOITUSSUUNNITELMAT

Voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevissa taulukoissa.

Taulukko 16. Kaukasen laajennuksen voimaloiden sijaintitiedot, VE1 (16 voimalaa)

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	354853	7097134	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
2	355289	7096590	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
3	355664	7095824	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
4	356641	7096260	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
5	357445	7096615	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
6	357666	7097455	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
7	358235	7098268	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
8	358805	7097829	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
9	358219	7096833	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
10	357968	7095802	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
11	359085	7096404	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
12	359831	7096523	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
13	359587	7095684	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
14	360199	7095286	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
15	361096	7093821	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
16	361055	7092999	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)

Taulukko 17. Kaukasen laajennuksen voimaloiden sijaintitiedot, VE2 (9 voimalaa)

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	354853	7097134	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
2	355289	7096590	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
3	355664	7095824	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
4	356641	7096260	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
5	357445	7096615	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
6	357666	7097455	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
7	358235	7098268	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
8	358805	7097829	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)
9	358219	7096833	Siemens Gamesa SG 6.6-170 200 HH, 106,0 + 2,0 dB(A)

Taulukko 18. Kaukasennevan voimaloiden sijaintitiedot (8 voimalaa)

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	354172	7094870	Vestas V162 5.6 MW, 149m HH, 104,0+2 dB(A)
2	355009	7095107	Vestas V162 5.6 MW, 149m HH, 104,0+2 dB(A)
3	355877	7095274	Vestas V162 5.6 MW, 149m HH, 104,0+2 dB(A)
4	354412	7094451	Vestas V162 5.6 MW, 149m HH, 104,0+2 dB(A)
5	355147	7094164	Vestas V162 5.6 MW, 149m HH, 104,0+2 dB(A)
6	355636	7094247	Vestas V162 5.6 MW, 149m HH, 104,0+2 dB(A)
7	358161	7095179	Vestas V162 5.6 MW, 149m HH, 104,0+2 dB(A)
8	360505	7094071	Vestas V162 5.6 MW, 149m HH, 104,0+2 dB(A)

Taulukko 19. Mutkalammen voimaloiden sijaintitiedot (69 voimalaa)

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	354278	7110449	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
2	351753	7107598	Vestas V150 4.3 MW, 145m HH, 104,9 dB(A)
3	356921	7107319	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
4	359072	7103298	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
5	352290	7107930	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
6	359364	7100127	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
7	357998	7103337	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
8	351884	7108222	Vestas V150 4.3 MW, 145m HH, 104,9 dB(A)
9	350922	7107655	Vestas V150 4.3 MW, 145m HH, 104,9 dB(A)
10	357410	7107428	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
11	350494	7107232	Vestas V150 4.3 MW, 145m HH, 104,9 dB(A)
12	356956	7107805	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
13	354803	7110837	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
14	355055	7110420	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
15	357466	7106144	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
16	361104	7100930	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
17	359993	7101103	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
18	356167	7108274	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
19	353757	7107576	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
20	355902	7107698	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
21	356270	7107310	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
22	356094	7106652	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
23	357583	7105600	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)

24	353535	7108055	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
25	355816	7107084	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
26	358713	7100236	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
27	354902	7106976	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
28	356637	7106853	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
29	360529	7100831	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
30	353280	7107433	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
31	354187	7106994	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
32	354968	7106309	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
33	357191	7106757	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
34	354176	7109514	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
35	356413	7107814	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
36	358493	7103449	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
37	358211	7104423	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
38	356988	7104494	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
39	357283	7104093	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
40	358202	7103875	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
41	357616	7103714	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
42	357878	7106595	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
43	358533	7102931	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
44	357843	7102130	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
45	357993	7101756	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
46	358281	7108163	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
47	354560	7109846	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
48	359228	7099643	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
49	359217	7099119	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
50	359569	7098683	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
51	355140	7109301	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
52	359746	7099241	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
53	359715	7099759	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
54	359839	7100299	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
55	360463	7100241	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
56	359506	7100732	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
57	355721	7108438	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
58	360880	7100011	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
59	361547	7100416	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
60	354400	7111115	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
61	356111	7106177	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
62	356460	7105920	Vestas V150 4.3 MW, 145m HH, 104,9 dB(A)
63	354605	7107420	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
64	358413	7101960	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)

65	358877	7104562	Vestas V150 4.3 MW, 145m HH, 104,9 dB(A)
66	360207	7099710	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
67	358170	7107635	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
68	358082	7107087	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)
69	350122	7106975	Vestas V162 6.0 MW, 139m HH, 104,3 dB(A)

Taulukko 20. Malakakankaan voimaloiden sijaintitiedot (12 voimalaa)

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	359863	7098032	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
2	360297	7097295	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
3	360598	7096450	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
4	361060	7095695	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
5	361405	7094785	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
6	361886	7093595	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
7	360740	7097990	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
8	361207	7097335	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
9	361768	7096560	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
10	361933	7095542	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
11	362143	7094438	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
12	361811	7098177	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)

Taulukko 21. Tuohiräme-Linnanharjun voimaloiden sijaintitiedot (47 voimalaa)

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	352031	7094490	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
2	351394	7094452	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
3	351265	7095190	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
4	350746	7095407	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
5	350149	7095883	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
6	349571	7095990	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
7	349514	7096796	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
8	348443	7097029	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
9	351740	7093139	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
10	351007	7092658	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
11	350807	7093421	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
12	350305	7094090	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
13	349756	7094462	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
14	349190	7094620	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
15	348851	7095119	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
16	348575	7096300	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
17	347810	7096127	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
18	347212	7096922	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
19	346662	7097078	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
20	345610	7097444	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
21	345213	7097860	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
22	345762	7099206	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
23	345081	7099467	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
24	344601	7099986	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
25	343831	7099766	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
26	343569	7100359	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
27	343312	7100955	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
28	347928	7097244	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
29	347772	7097952	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
30	346393	7098126	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
31	346040	7098631	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
32	345817	7100098	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
33	345337	7100451	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
34	344298	7100782	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
35	347298	7098254	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
36	346777	7099201	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
37	346607	7100036	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)

38	345022	7100993	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
39	349133	7097263	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
40	348507	7098192	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
41	348394	7098984	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
42	348261	7099725	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
43	347591	7099621	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
44	347285	7100188	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
45	346843	7101285	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
46	346422	7101663	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)
47	346037	7102151	Nordex N163 7.0 MW, 195m HH, 108,6dB+2dB(A)