



MELUSELVITYS

Kivinevan Tuulipuisto

31.3.2025

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.....	9
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	Toiminnan aikaiset vaikutukset, VE3.....	14
6.6	Yhteisvaikutusten mallinnus, VE1	15
6.7	Yhteisvaikutusten mallinnus, VE2.....	16
6.8	Yhteisvaikutusten mallinnus, VE3.....	17
6.9	Pienitaajuinen melu	18
6.10	Käytön lopettamisen aikaiset vaikutukset.....	18
6.11	Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät	18
7	HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA SEURANTA.....	19

8	LÄHTEET	20
9	MALLINNUSTIETOJEN RAPORTTI, KIVINEVA	21
	Liite 1: Melumallinnuksen tulokset.....	24
	Liite 2: Melumallinnuksen tulokset: yhteisvaikutukset.....	25
	Liite 3: Pienitaajuisen melun laskenta (VE1).....	27
	Liite 4: Pienitaajuisen melun laskenta (VE2).....	29
	Liite 5: Pienitaajuisen melun laskenta (VE3).....	32
	Liite 6: Pienitaajuisen melun laskenta, Yhteisvaikutukset (VE1).....	34
	Liite 7: Pienitaajuisen melun laskenta, Yhteisvaikutukset (VE2).....	37
	Liite 8: Pienitaajuisen melun laskenta, Yhteisvaikutukset (VE3).....	39
	Liite 9: Sijoitussuunnitelmat.....	42

VERSIONHISTORIA

Versio	Tekijä, Päivämäärä	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1	Afonso Lugo, 2025-03-31	Christian Granlund, 2025-03-31	Christian Granlund, 2025-03-31	Kivinevan tuulivoimapuiston meluselvitys.

1 YHTEENVETO

Tehtävä:

Meluselvitys Kivinevan tuulivoimapuiston vaikutusalueella.

Työmenetelmät:

Meluselvitykseen on kerätty tietoa tuulivoimaloiden melun ominaispiirteistä, melun ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty windPRO Ver4.1 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:

Kivinevan melumallinnusten (VE1 - 28 voimalaa, VE2 - 20 voimalaa, VE3 - 9 voimalaa) perusteella valtioneuvoston asetuksen ohjearvoja asunnoille ja vapaa-ajan asunnoille ei ylitetä. Myöskään STM:n antamia sisätilojen pienitaajuisen melun ohjearvoja ei ylitetä.

Taikkonevan (41 voimalaa) ja Leuvannevan (41 voimalaa) kanssa tehdyn yhteisvaikutusmallinnusten perusteella ohjearvoja voi ylittyä VE1:ssä, jos kaikki kolme hanketta toteutuu maksimilaajuudessa (kappale 6.6). Yhteisvaikutuksia voidaan lieventää joko poistamalla voimaloita eri hankkeista, tai muuttamalla joidenkin hankkeiden voimalatyyppejä hiljaisempiin.

2 TAUSTA

Meluselvitys on tehty Kivinevan tuulivoimapuistolle Siikalatvan kunnan alueella. Suunniteltu hanke koostuu yhteensä 9–28 tuulivoimalasta. Melumallinnuksessa on käytetty Nordexin N175 6.22MW-voimalan lähtötietoja. Mallinnuksessa voimaloiden napakorkeus oli 200 metriä ja äänitehotaso 108,0 dB(A) + 2 dB(A) epävarmuusmarginaali. Mallinnuksessa käytettiin Nordexin heinäkuussa 2023 päivittämiä äänitietoja.

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

- VE1: 28 voimalaa.
- VE2: 20 voimalaa.
- VE3: 9 voimalaa.

Naapuripuistot Leuvanneva (41 voimalaa) ja Taikkoneva (41 voimalaa) on huomioitu yhteisvaikutusten mallinnuksissa (kappale 6.5–6.7). Taikkonevan voimalatyyppi on V172 7.2MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,8 +2 dB(A). Leuvannevan voimalatyyppi on V162 6.2MW, jonka kokonaisäänitaso on 104,8 +2 dB(A). Naapuripuistojen voimalasijainnit ja mallinnuksessa käytetyt alustavat voimalatyypit perustuvat hankkeiden hanketoimijoilta Prokon ja VSB saatuihin tietoihin.

Meluselvitys on tehty ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014 Tuulivoimaloiden melun mallintaminen) windPRO Ver4.1 ohjelmiston melulaskentatyökalulla. Pienitaajuinen melu on laskettu käyttäen windPRO-ohjelmistoa ja työ on tehty ympäristöministeriön helmikuussa 2014 julkaisemia ohjeita noudattaen.

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. Oleelliset 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 (1 m)	

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 melupäästöarvoja. Äänitehotasot on ilmoitettu 1/3 oktaavikaistoittain. Nordexin käyttämät melupäästöarvot eivät ole suoraan verrattavissa IEC TS 61400-14-standardiin. Tästä johtuen lähtömelutasoon on mallinnuksessa lisätty 2,0 dB:n epävarmuusmarginaali ympäristöministeriön ohjeen mukaan (Ympäristöministeriö, 2016).

Mallinnuksessa käytetty voimalatyyppi on mainittu alla.

Taulukko 4. Hankkeen voimalatiedot.

Hankealue	Voimalat	Voimalan tornin korkeus (m)	Voimalan äänitehotaso (Lwa)	1/3 oktaavikaistoittainen äänispektri
Kivineva	N175 6.22MW	200	108,0+2,0	Käytössä
Taikkoneva	V172 7.2MW	200	107,8+2,0	Käytössä
Leuvanneva	V162 6.2MW	200	104,8+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.

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

5.2 MENETELMÄT

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

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

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

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

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

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

missä

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

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

d_1 on tuulivoimalan navan etäisyys altistuvasta kohteesta [m]

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

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

d_2 on tuulivoimalan navan etäisyys altistuvasta kohteesta [km]

(Ympäristöministeriö 2014).

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

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

Taulukko 6. Äänieristyskertoimet.

f/ Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
$DL\sigma$ (DSO 1284)	6.6	8.4	10.8	11.4	13	16.6	19.7	21.2	20.2	21.2	25.0
$DL\sigma$ (Anojanssi-projekti)	7.6	8.3	9.2	10.3	11.5	13	14.8	16.8	18.8	21.1	22.8

6 ARVIOIDUT MELUVAIKUTUKSET

6.1 NYKYTILANNE

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

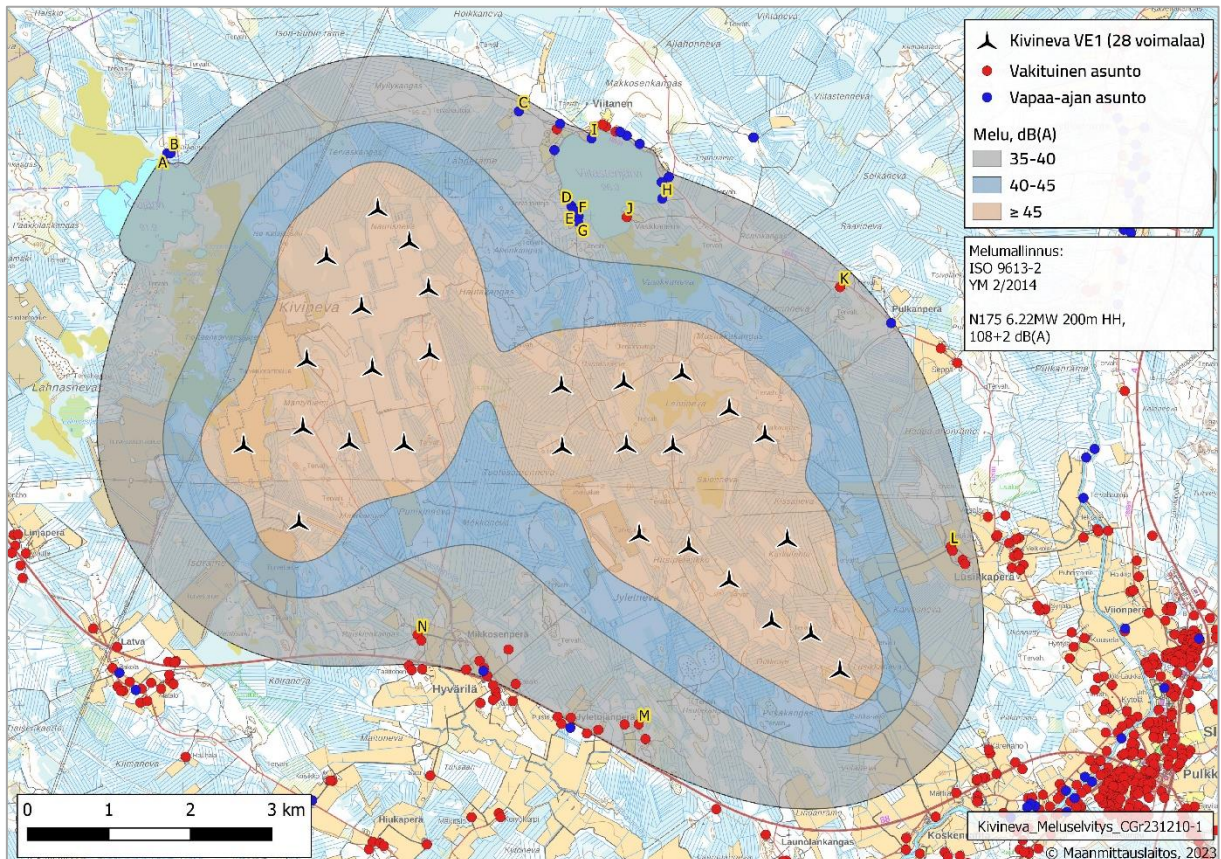
6.2 RAKENTAMISEN AIKAiset VAIKUTUKSET

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

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

6.3 TOIMINNAN AIKAiset VAIKUTUKSET, VE1

Melumallinnuksessa on käytetty Nordexin N175 6.22MW voimalaa, jonka kokonaisäänitaso on 108,0+2 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Melumallinnuksessa on käytetty 28 voimalan sijoitus suunnitelmaa. Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 8.



Kuva 1. Kivinevan tuulivoimapuiston melumallinnus (VE1). Neljätoista havainnointipistettä on merkitty kuvaan kirjaimilla.

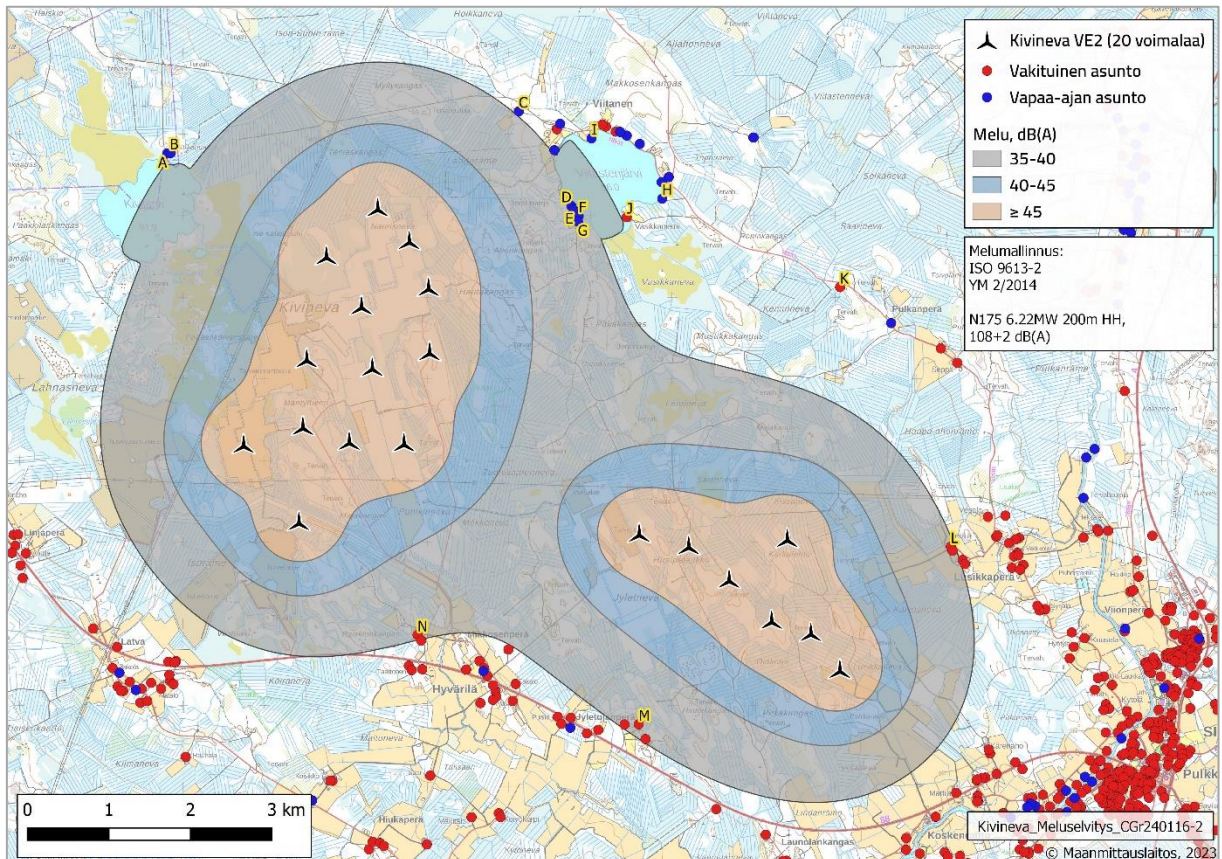
Melumallinnuksien mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Alueen läheisyydestä on valittu 14 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1.

Korkein äänitaso lähialueella sijaitsevan havaintopisteen kohdalla on 38,4 dB(A) (vapaa-ajan asunto G ja vakituinen asunto J). Tulosten perusteella voidaan todeta, että Kivinevan tuulivoimaloiden meluvaikutukset ovat melko vähäiset.

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 6.22MW voimalaa, jonka kokonaisäänitaso on 108,0+2 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Melumallinnuksessa on käytetty 20 voimalan sijoitusuunnitelmaa. Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 8.



Kuva 2. Kivinevan tuulivoimapuiston melumallinnus (VE2). Neljätoista havainnointipistettä on merkitty kuvaan kirjaimilla.

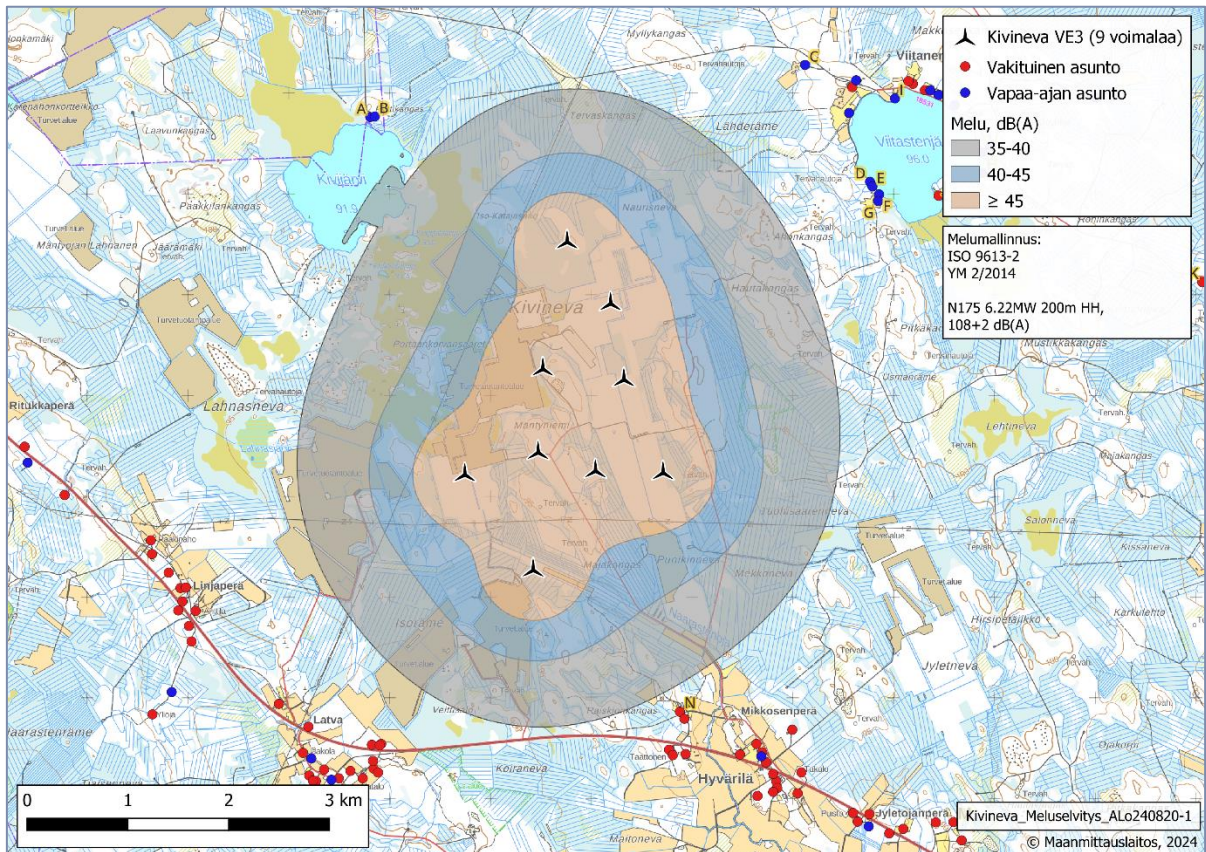
Melumallinnuksien mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Alueen läheisyydestä on valittu 14 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1.

Korkein äänitaso lähialueella sijaitsevan havaintopisteen kohdalla on 35,8 dB(A) (vakituinen asunto G). Tulosten perusteella voidaan todeta, että Kivinevan tuulivoimaloiden meluvaikutukset ovat melko vähäiset.

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

6.5 TOIMINNAN AIKAiset VAIKUTUKSET, VE3

Melumallinnuksessa on käytetty Nordexin N175 6.22MW voimalaa, jonka kokonaisäänitaso on 108,0+2 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Melumallinnuksessa on käytetty 9 voimalan sijoitus suunnitelmaa. Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 8.



Kuva 3. Kivinevan tuulivoimapuiston melumallinnus (VE3). Neljätoista havainnointipistettä on merkitty kuvaan kirjaimilla.

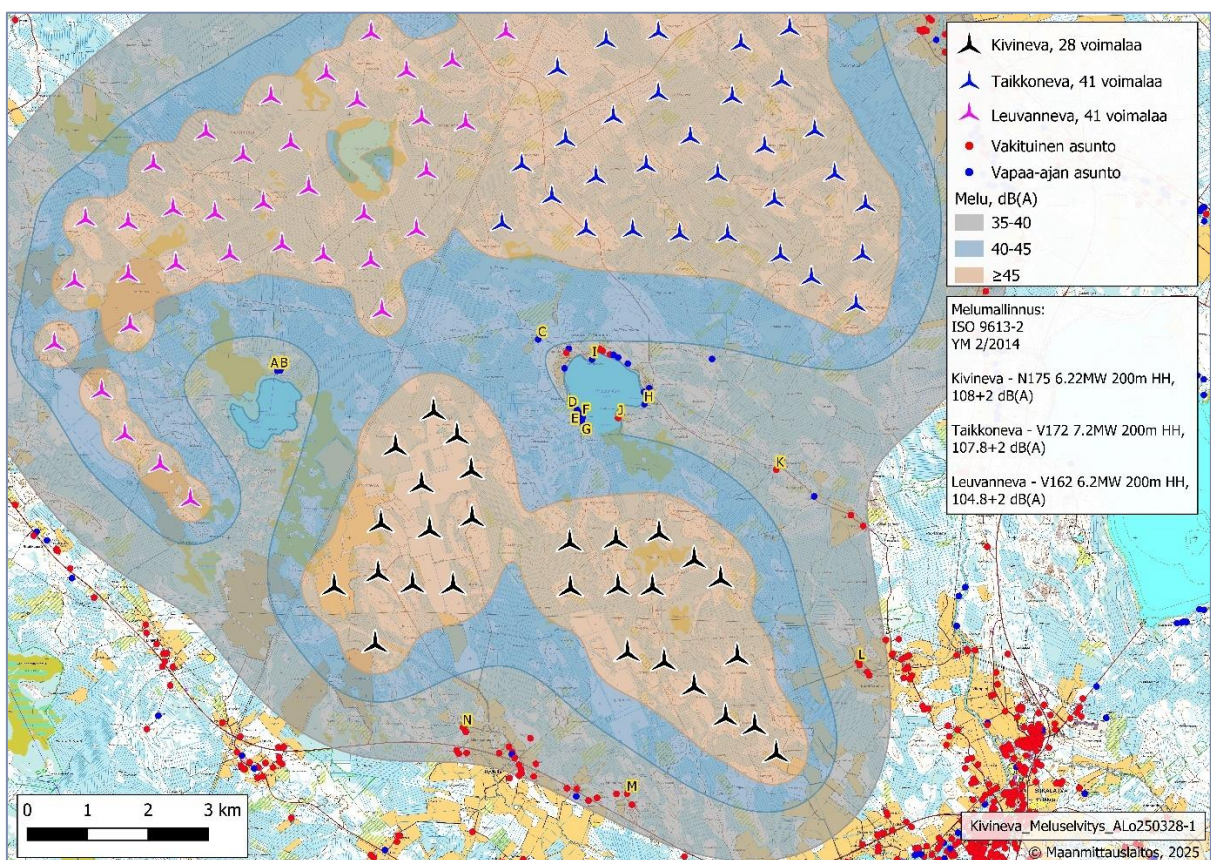
Melumallinnuksien mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Alueen läheisyydestä on valittu 14 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1.

Korkein äänitaso lähialueella sijaitsevan havaintopisteen kohdalla on 33,7 dB(A) (vakituinen asunto N). Tulosten perusteella voidaan todeta, että Kivinevan tuulivoimaloiden meluvaikutukset ovat melko vähäiset.

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

6.6 YHTEISVAIKUTUSTEN MALLINNUS, VE1

Alla esitellään meluvaikutukset, kun naapuripuistojen tuulivoimalat on myös otettu huomioon. Kivinevan melumallinnuksissa on käytetty vaihtoehdon VE1 mukaisia voimalapaikkoja (28 voimalaa) ja voimalamallia N175 6.22MW, jonka kokonaisäänitaso on 108,0 + 2 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Taikkonevan voimalatyyppi on V172 7.2MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,8 + 2 dB(A). Leuvannevan voimalatyyppi on V162 6.2MW, jonka kokonaisäänitaso on 104,8 + 2 dB(A).



Kuva 3. Kivinevan (VE1) ja naapuripuistojen yhteisvaikutusten melumallinnus.

Yhteisvaikutusten mallinnuksen mukaan valtioneuvoston asetuksen ohjearvo 40 dB(A) ylitetään 7 havainnointipisteessä Viitastenjärven alueella. Sekä Kivineva että Taikkoneva vaikuttavat ylityksiin.

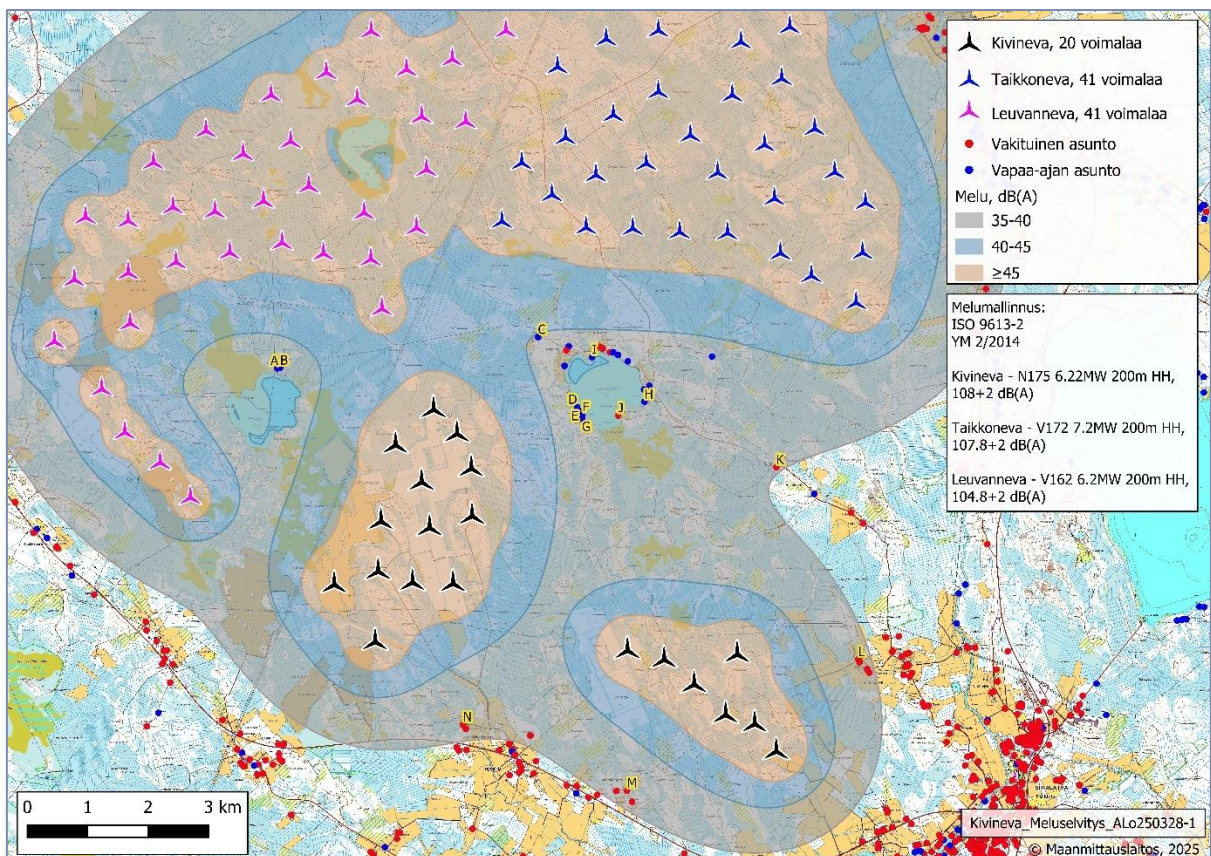
Korkein äänitaso alueella sijaitsevassa havaintopisteessä on 40,2 dB(A) (vapaa-ajan asunto C, D ja F, ja vakituinen asunto J).

Tulosten perusteella voidaan todeta, että hankkeiden yhteisvaikutukset tuulivoimamelun osalta ovat merkittävät.

Alueen läheisyydestä on valittu 14 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 2.

6.7 YHTEISVAIKUTUSTEN MALLINNUS, VE2

Alla esitellään meluvaikutukset, kun naapuripuistojen tuulivoimalat on myös otettu huomioon. Kivinevan melumallinnuksissa on käytetty vaihtoehdon VE2 mukaisia voimalapaikkoja (20 voimalaa) ja voimalamallia N175 6.22MW, jonka kokonaisäänitaso on 108,0 + 2 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Taikkonevan voimalatyyppi on V172 7.2MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,8 + 2 dB(A). Leuvannevan voimalatyyppi on V162 6.2MW, jonka kokonaisäänitaso on 104,8 + 2 dB(A).



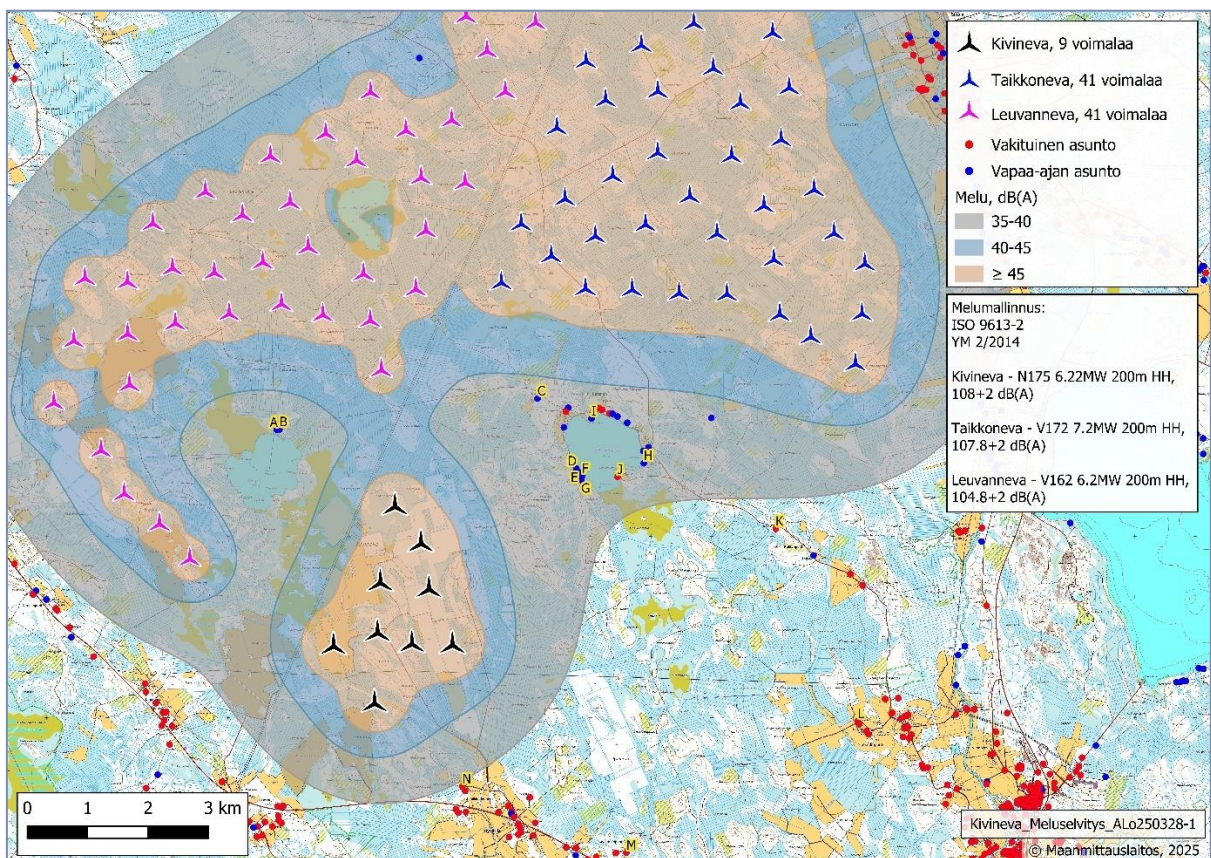
Kuva 4. Kivinevan (VE2) ja naapuripuistojen yhteisvaikutusten melumallinnus.

Yhteisvaikutusten mallinnuksen mukaan valtioneuvoston asetuksen ohjearvo 40 dB(A) ei ylity. Korkein äänitaso alueella sijaitsevassa havaintopisteessä on 39,9 dB(A) (vapaa-ajan asunto C).

Alueen läheisyydestä on valittu 14 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 2.

6.8 YHTEISVAIKUTUSTEN MALLINNUS, VE3

Alla esitellään meluvaikutukset, kun naapuripuistojen tuulivoimalat on myös otettu huomioon. Kivinevan melumallinnuksissa on käytetty vaihtoehdon VE1 mukaisia voimalapaikkoja (28 voimalaa) ja voimalamallia N175 6.22MW, jonka kokonaisäänitaso on 108,0 + 2 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Taikkonevan voimalatyyppi on V172 7.2MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,8 + 2 dB(A). Leuvannevan voimalatyyppi on V162 6.2MW, jonka kokonaisäänitaso on 104,8 + 2 dB(A).



Kuva 5. Kivinevan (VE3) ja naapuripuistojen yhteisvaikutusten melumallinnus.

Yhteisvaikutusten mallinnuksen mukaan valtioneuvoston asetuksen ohjearvo 40 dB(A) ei ylity. Korkein äänitaso alueella sijaitsevassa havaintopisteessä on 38,9 dB(A) (vapaa-ajan asunto C).

Alueen läheisyydestä on valittu 14 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 2.

6.9 PIENITAAJUINEN MELU

Pienitaajuinen melu on laskettu ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti.

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat selvästi lähimmissä asunnoissa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla sisätilojen toimenpiderajat alittuvat. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Laskennan tulokset löytyvät liitteistä 3–8.

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 Kivinevan tuulivoimaloiden pienitaajuisen melun vaikutukset ovat melko vähäiset.

6.10 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.

6.11 VAIKUTUSTEN ARVIOINNIN EPÄVARMUUSTEKIJÄT

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

7 HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA SEURANTA

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

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

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

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 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>

Nordex (2023). Third octave sound power levels Nordex N175/6.X. F008_278_A17_EN. Date: 2023-07-27

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 (2021). *Third Octave Noise emission EnVentus™ V162-6.2MW*. DMS 0105-5200_00. Date: 2021-04-21

Vestas (2024). V162 EnVentus Sound Performance Specification, Document no. 0180-3964.V00. Date: 2024-10-31.

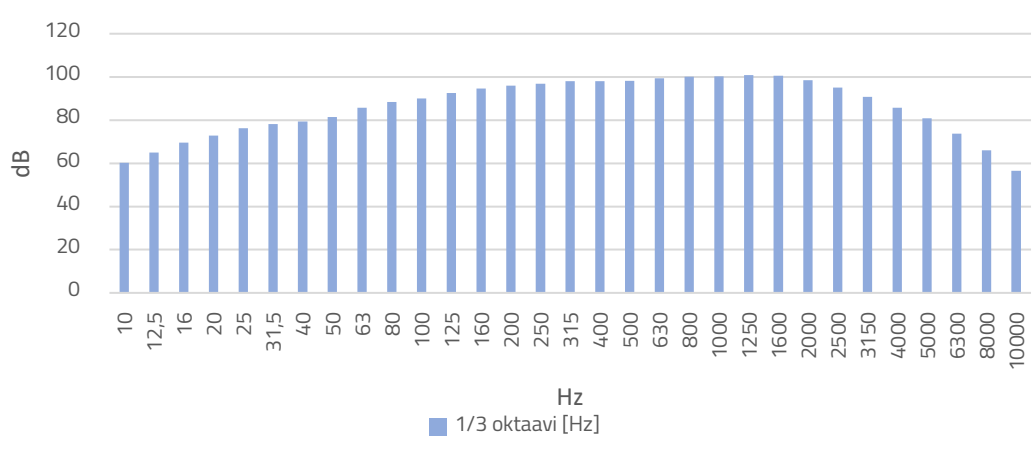
Vestas (2024). V172 EnVentus Sound Performance Specification, Document no. 0180-4980.V01. Date: 2024-11-05.

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

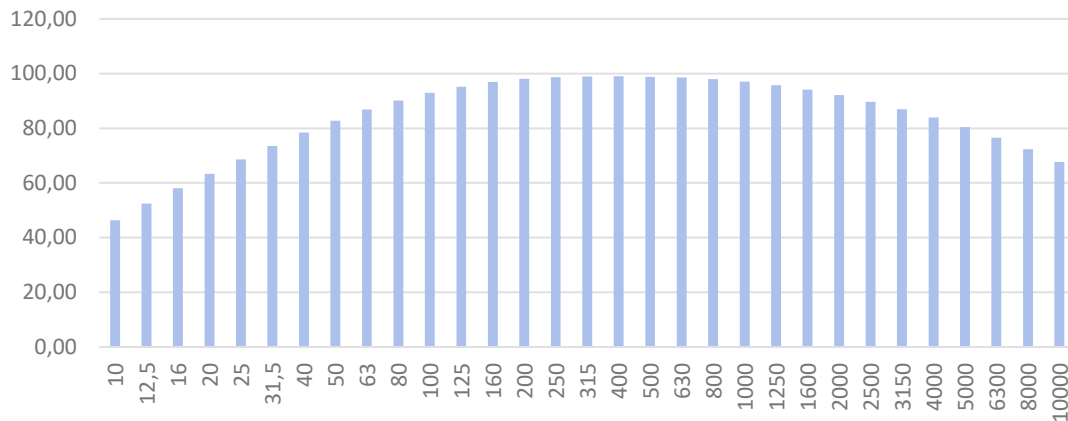
Ympäristöministeriö, (2016). Yhteenveto tuulivoimaloiden melupäästön takuuarvon käyttämisestä meluselvityksissä liittyvästä kyselystä. PDF-document

9 MALLINNUSTIETOJEN RAPORTTI, KIVINEVA

RAPORTIN JA RAPORTOIJAN TIEDOT		*tarkentavat tiedot voi esittää kartalla tai muissa liitteissä	
Mallinnusraportti numero/tunniste: ALo250328-1		Raportin hyväksyntäpäivämäärä: 31.3.2025	
Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: Etha Oy, Vaasanpuistikko 14 B11, 65100 VAASA, puh. +358 2900 20440			
Vastuuhenkilöt: Afonso Lugo			
Laatija: Afonso Lugo		Tarkastaja/hyväksyjä: Christian Granlund	
MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT			
Mallinnusohjelma ja versio: windPRO Ver4.1		Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2	
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)			
Tuulivoimalan valmistaja: Nordex		Tyyppi: N175/6.X	Sarjanumero/t:
Nimellisteho: 6,22 MW	Napakorkeus: 200 m	Roottorin halkaisija: 175 m	Tornin tyyppi: Putkitorni
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun			
Lapakulman säätö		Pyörimisnope	Muu, mikä
Kyllä	dB	Kyl	dB
Ei	Ei tiedossa	Ei	Ei tiedossa
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT			
Melupäästötiedot Nordex N175 6.22 MW 200 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama melupäästöarvo: 108,0 dB(A)+2 dB(A))			
Nordex N175 6.22 MW 200 m HH, 110,0 dB(A)  Hz ■ 1/3 oktaavi [Hz]			

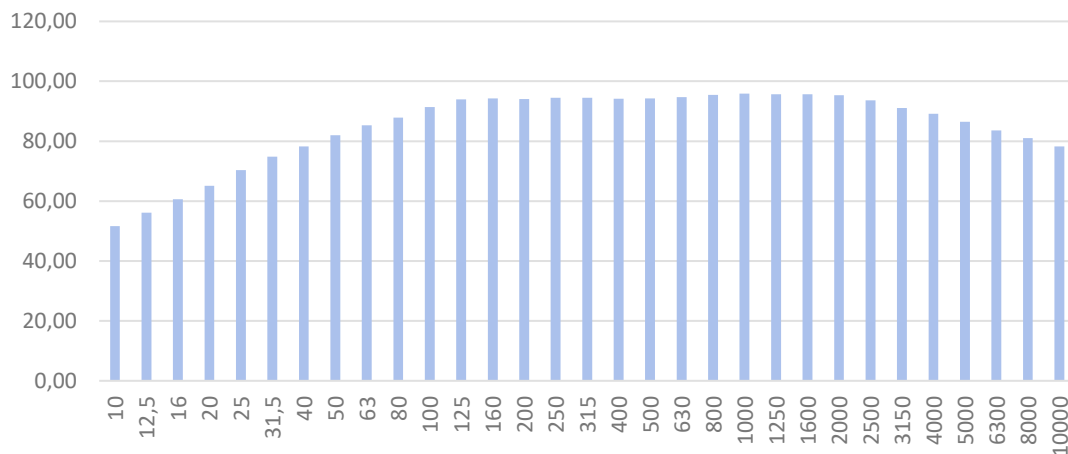
Melupäästötiedot Vestas V172 7.2 MW 200 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama melupäästöarvo:
107,8 dB(A)+2 dB(A))

Vestas V172, 200 m HH 109,8 dB(A)



Melupäästötiedot Vestas V162 6.2 MW 200 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama melupäästöarvo:
104,8 dB(A)+2 dB(A))

Vestas V162, 200 m HH 106,8 dB(A)



Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen syöntä (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:					25 m * 25 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: 0,3 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: 0-15 kpl*	Vapaa-ajan rakennukset: 0-12 kpl*	Hoito- ja oppilaitokset: 0 kpl	
Arvio perustuu vakituisten asuntojen määrään	Vakituiset asunnot: 0-5 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	

*Riippuen voimalatyypeistä

LIITE 1: MELUMALLINNUKSEN TULOKSET

Taulukko 7. Kivinevan mallinnuksen meluarvot valituissa kohteissa.

Havainnointipiste	Asunnon luokka	Itäinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS-TM35FIN)	Ohjearvo [dB(A)]	VE1 Melu [dB(A)]	VE2 Melu [dB(A)]	VE3 Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
A	Vapaa-ajan asunto	432807	7134762	40	33,8	33,5	31,7	Ei
B	Vapaa-ajan asunto	432854	7134769	40	33,9	33,6	31,8	Ei
C	Vapaa-ajan asunto	437121	7135280	40	35,7	34,7	29,6	Ei
D	Vapaa-ajan asunto	437765	7134120	40	37,9	35,7	30,6	Ei
E	Vapaa-ajan asunto	437789	7134074	40	38,0	35,7	30,6	Ei
F	Vapaa-ajan asunto	437855	7133996	40	38,2	35,6	30,5	Ei
G	Vapaa-ajan asunto	437847	7133928	40	38,4	35,8	30,7	Ei
H	Vapaa-ajan asunto	438880	7134208	40	36,4	32,6	27,9	Ei
I	Vapaa-ajan asunto	438013	7134947	40	35,7	33,6	28,8	Ei
J	Vakituinen asunto	438444	7133982	40	38,4	34,6	29,8	Ei
K	Vakituinen asunto	441061	7133124	40	36,0	30,2	22,7	Ei
L	Vakituinen asunto	442419	7129945	40	36,3	35,2	20,2	Ei
M	Vakituinen asunto	438592	7127768	40	36,5	35,7	24,9	Ei
N	Vakituinen asunto	435879	7128863	40	36,2	35,2	33,7	Ei

LIITE 2: MELUMALLINNUKSEN TULOKSET: YHTEISVAIKUTUKSET

Taulukko 8. Kivinevan ja naapuripuistojen yhteisvaikutukset, VE1.

Havainnoin tipiste	Asunnon luokka	Itäinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS-TM35FIN)	Ohjearvo [dB(A)]	VE1 Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
A	Vapaa-ajan asunto	432807	7134762	40	39,1	Ei
B	Vapaa-ajan asunto	432854	7134769	40	39,2	Ei
C	Vapaa-ajan asunto	437121	7135280	40	40,2	Kyllä
D	Vapaa-ajan asunto	437765	7134120	40	40,2	Kyllä
E	Vapaa-ajan asunto	437789	7134074	40	40,1	Kyllä
F	Vapaa-ajan asunto	437855	7133996	40	40,2	Kyllä
G	Vapaa-ajan asunto	437847	7133928	40	40,1	Kyllä
H	Vapaa-ajan asunto	438880	7134208	40	39,5	Ei
I	Vapaa-ajan asunto	438013	7134947	40	40,0	Kyllä
J	Vakituinen asunto	438444	7133982	40	40,2	Kyllä
K	Vakituinen asunto	441061	7133124	40	37,9	Ei
L	Vakituinen asunto	442419	7129945	40	36,8	Ei
M	Vakituinen asunto	438592	7127768	40	36,9	Ei
N	Vakituinen asunto	435879	7128863	40	36,7	Ei

Taulukko 9. Kivinevan ja naapuripuistojen yhteisvaikutukset, VE2.

Havainnoin tipiste	Asunnon luokka	Itäinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS-TM35FIN)	Ohjearvo [dB(A)]	VE2 Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
A	Vapaa-ajan asunto	432807	7134762	40	39	Ei
B	Vapaa-ajan asunto	432854	7134769	40	39,1	Ei
C	Vapaa-ajan asunto	437121	7135280	40	39,9	Ei
D	Vapaa-ajan asunto	437765	7134120	40	39,0	Ei
E	Vapaa-ajan asunto	437789	7134074	40	38,9	Ei
F	Vapaa-ajan asunto	437855	7133996	40	38,8	Ei
G	Vapaa-ajan asunto	437847	7133928	40	38,5	Ei
H	Vapaa-ajan asunto	438880	7134208	40	38,1	Ei
I	Vapaa-ajan asunto	438013	7134947	40	39,3	Ei
J	Vakituinen asunto	438444	7133982	40	38,0	Ei
K	Vakituinen asunto	441061	7133124	40	35,1	Ei
L	Vakituinen asunto	442419	7129945	40	35,9	Ei
M	Vakituinen asunto	438592	7127768	40	36,1	Ei
N	Vakituinen asunto	435879	7128863	40	35,9	Ei

Taulukko 10. Kivinevan ja naapuripuistojen yhteisvaikutukset VE3.

Havainnoin tipiste	Asunnon luokka	Itäinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS-TM35FIN)	Ohjearvo [dB(A)]	VE3 Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
A	Vapaa-ajan asunto	432807	7134762	40	38,6	Ei
B	Vapaa-ajan asunto	432854	7134769	40	38,6	Ei
C	Vapaa-ajan asunto	437121	7135280	40	38,9	Ei
D	Vapaa-ajan asunto	437765	7134120	40	37,3	Ei
E	Vapaa-ajan asunto	437789	7134074	40	37,1	Ei
F	Vapaa-ajan asunto	437855	7133996	40	37,1	Ei
G	Vapaa-ajan asunto	437847	7133928	40	36,5	Ei
H	Vapaa-ajan asunto	438880	7134208	40	37,2	Ei
I	Vapaa-ajan asunto	438013	7134947	40	38,5	Ei
J	Vakituinen asunto	438444	7133982	40	36,4	Ei
K	Vakituinen asunto	441061	7133124	40	33,7	Ei
L	Vakituinen asunto	442419	7129945	40	28,1	Ei
M	Vakituinen asunto	438592	7127768	40	28,4	Ei
N	Vakituinen asunto	435879	7128863	40	34,6	Ei

LIITE 3: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA (VE1)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pienitaajuinen melu on laskettu Kivinevan vaihtoehdolle VE1 (28 tuulivoimalaa).

Taulukko 11. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

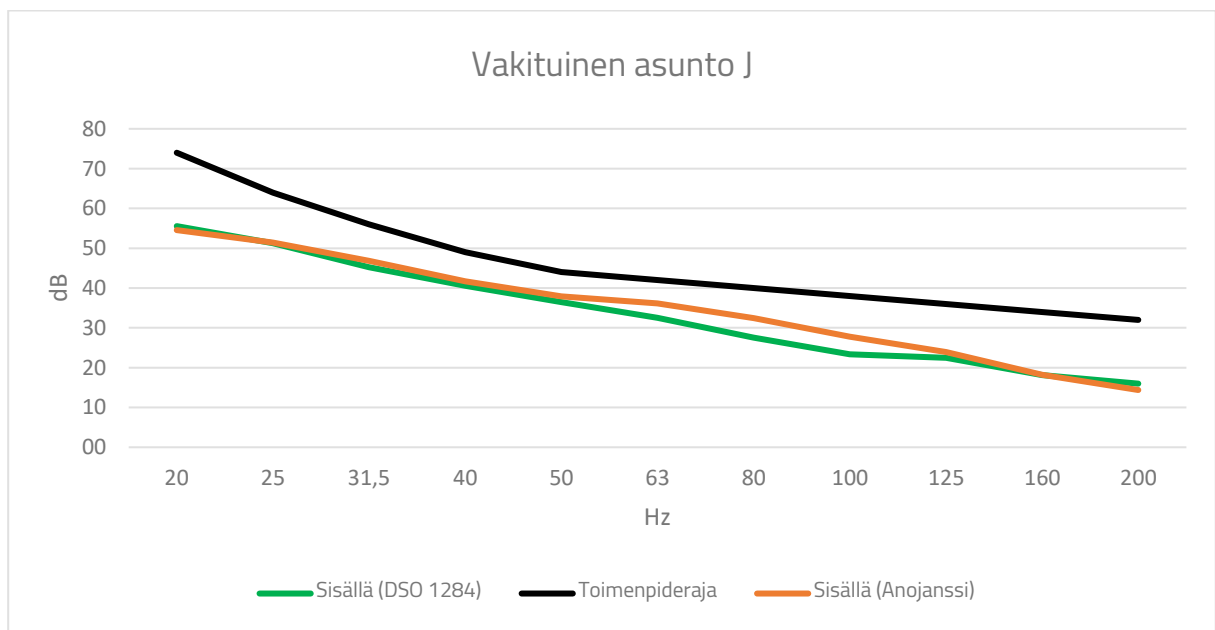
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	59,4	59,5	60,8	62,5	62,5	62,6	62,8	61,3	60,4	62,2	60,9	60,9	61,3	61,4
25	57,0	57,0	58,4	60,0	60,1	60,2	60,3	58,9	57,9	59,7	58,5	58,4	58,9	59,0
31,5	53,3	53,4	54,7	56,4	56,4	56,5	56,7	55,2	54,3	56,1	54,8	54,8	55,2	55,3
40	49,2	49,3	50,7	52,3	52,4	52,5	52,6	51,2	50,2	52,0	50,8	50,7	51,2	51,3
50	46,7	46,7	48,1	49,7	49,8	49,9	50,1	48,6	47,6	49,4	48,2	48,1	48,6	48,7
63	46,3	46,4	47,8	49,4	49,5	49,6	49,7	48,3	47,3	49,1	47,9	47,8	48,3	48,3
80	44,4	44,5	45,9	47,6	47,7	47,7	47,9	46,4	45,4	47,3	46,0	46,0	46,4	46,5
100	41,6	41,7	43,2	44,9	45,0	45,1	45,3	43,7	42,7	44,6	43,3	43,3	43,7	43,8
125	39,6	39,7	41,2	43,0	43,1	43,2	43,4	41,7	40,7	42,7	41,4	41,4	41,8	41,8
160	36,1	36,2	37,8	39,7	39,8	39,9	40,1	38,3	37,3	39,3	37,9	38,0	38,4	38,4
200	33,8	33,9	35,6	37,6	37,7	37,8	38,0	36,1	35,0	37,2	35,7	35,9	36,3	36,2

Taulukko 12. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyysarvoja.

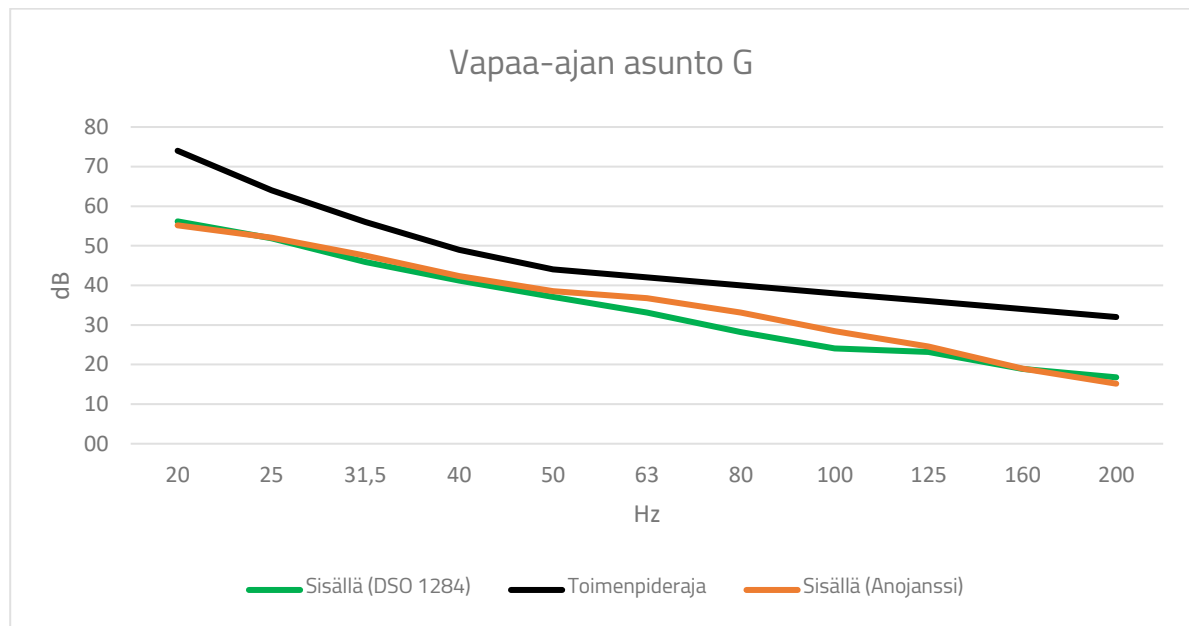
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	52,8	52,9	54,2	55,9	55,9	56,0	56,2	54,7	53,8	55,6	54,3	54,3	54,7	54,8
25	48,6	48,6	50,0	51,6	51,7	51,8	51,9	50,5	49,5	51,3	50,1	50,0	50,5	50,6
31,5	42,5	42,6	43,9	45,6	45,6	45,7	45,9	44,4	43,5	45,3	44,0	44,0	44,4	44,5
40	37,8	37,9	39,3	40,9	41,0	41,1	41,2	39,8	38,8	40,6	39,4	39,3	39,8	39,9
50	33,7	33,7	35,1	36,7	36,8	36,9	37,1	35,6	34,6	36,4	35,2	35,1	35,6	35,7
63	29,7	29,8	31,2	32,8	32,9	33,0	33,1	31,7	30,7	32,5	31,3	31,2	31,7	31,7
80	24,7	24,8	26,2	27,9	28,0	28,0	28,2	26,7	25,7	27,6	26,3	26,3	26,7	26,8
100	20,4	20,5	22,0	23,7	23,8	23,9	24,1	22,5	21,5	23,4	22,1	22,1	22,5	22,6
125	19,4	19,5	21,0	22,8	22,9	23,0	23,2	21,5	20,5	22,5	21,2	21,2	21,6	21,6
160	14,9	15,0	16,6	18,5	18,6	18,7	18,9	17,1	16,1	18,1	16,7	16,8	17,2	17,2
200	12,6	12,7	14,4	16,4	16,5	16,6	16,8	14,9	13,8	16,0	14,5	14,7	15,1	15,0

Taulukko 13. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	51,8	51,9	53,2	54,9	54,9	55,0	55,2	53,7	52,8	54,6	53,3	53,3	53,7	53,8
25	48,7	48,7	50,1	51,7	51,8	51,9	52,0	50,6	49,6	51,4	50,2	50,1	50,6	50,7
31,5	44,1	44,2	45,5	47,2	47,2	47,3	47,5	46,0	45,1	46,9	45,6	45,6	46,0	46,1
40	38,9	39,0	40,4	42,0	42,1	42,2	42,3	40,9	39,9	41,7	40,5	40,4	40,9	41,0
50	35,2	35,2	36,6	38,2	38,3	38,4	38,6	37,1	36,1	37,9	36,7	36,6	37,1	37,2
63	33,3	33,4	34,8	36,4	36,5	36,6	36,7	35,3	34,3	36,1	34,9	34,8	35,3	35,3
80	29,6	29,7	31,1	32,8	32,9	32,9	33,1	31,6	30,6	32,5	31,2	31,2	31,6	31,7
100	24,8	24,9	26,4	28,1	28,2	28,3	28,5	26,9	25,9	27,8	26,5	26,5	26,9	27,0
125	20,8	20,9	22,4	24,2	24,3	24,4	24,6	22,9	21,9	23,9	22,6	22,6	23,0	23,0
160	15,0	15,1	16,7	18,6	18,7	18,8	19,0	17,2	16,2	18,2	16,8	16,9	17,3	17,3
200	11,0	11,1	12,8	14,8	14,9	15,0	15,2	13,3	12,2	14,4	12,9	13,1	13,5	13,4



Kuva 6. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituuisessa asunnossa J.



Kuva 7. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa G.

LIITE 4: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA (VE2)

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

Pienitaajuinen melu on laskettu Kivinevan vaihtoehdolle VE2 (20 tuulivoimalaa).

Taulukko 14. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

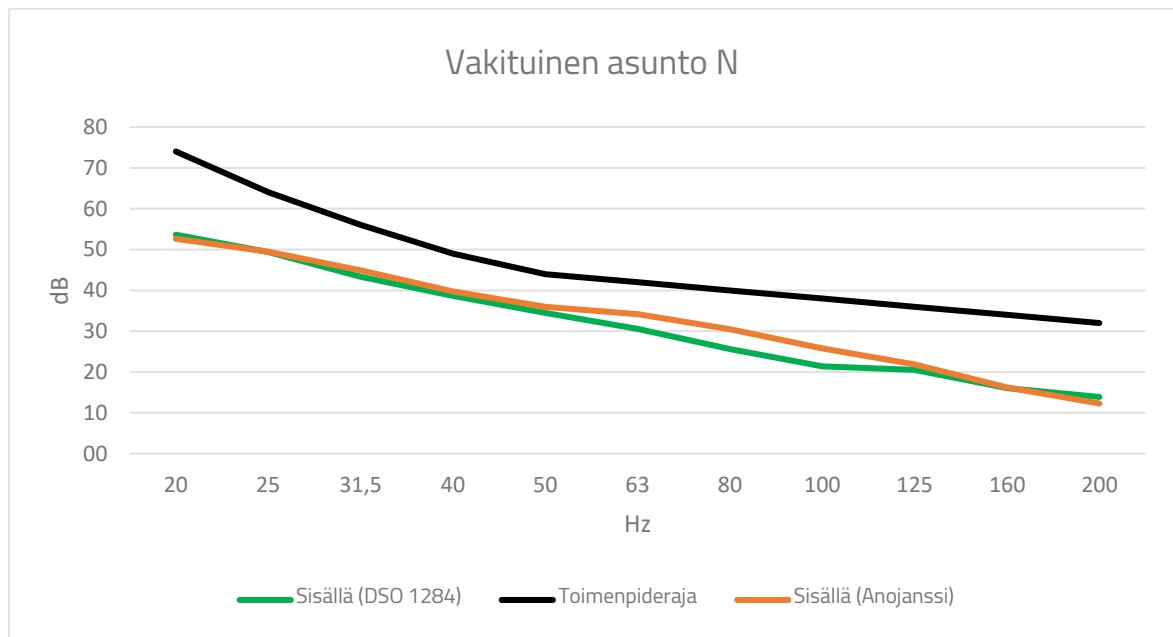
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	58,8	58,9	59,6	60,4	60,4	60,4	60,5	58,3	58,7	59,2	57,1	59,4	60,1	60,2
25	56,4	56,5	57,1	57,9	57,9	57,9	58,0	55,8	56,2	56,7	54,6	57,0	57,7	57,8
31,5	52,7	52,8	53,5	54,3	54,3	54,3	54,4	52,2	52,6	53,1	51,0	53,3	54,0	54,1
40	48,7	48,7	49,4	50,2	50,2	50,2	50,3	48,1	48,5	49,0	46,9	49,3	50,0	50,1
50	46,1	46,2	46,9	47,7	47,7	47,6	47,7	45,5	45,9	46,4	44,3	46,7	47,4	47,5
63	45,7	45,8	46,5	47,4	47,4	47,3	47,4	45,1	45,6	46,1	43,9	46,4	47,1	47,2
80	43,9	43,9	44,7	45,5	45,5	45,4	45,6	43,2	43,7	44,2	41,9	44,5	45,2	45,3
100	41,1	41,2	42,0	42,8	42,8	42,8	42,9	40,4	40,9	41,5	39,1	41,9	42,6	42,6
125	39,2	39,3	40,0	40,9	40,9	40,9	41,0	38,4	38,9	39,5	37,0	40,0	40,7	40,7
160	35,7	35,8	36,6	37,5	37,5	37,5	37,6	34,8	35,4	36,0	33,3	36,7	37,3	37,3
200	33,5	33,6	34,5	35,4	35,4	35,3	35,5	32,4	33,1	33,7	30,8	34,6	35,2	35,1

Taulukko 15. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyysarvoja.

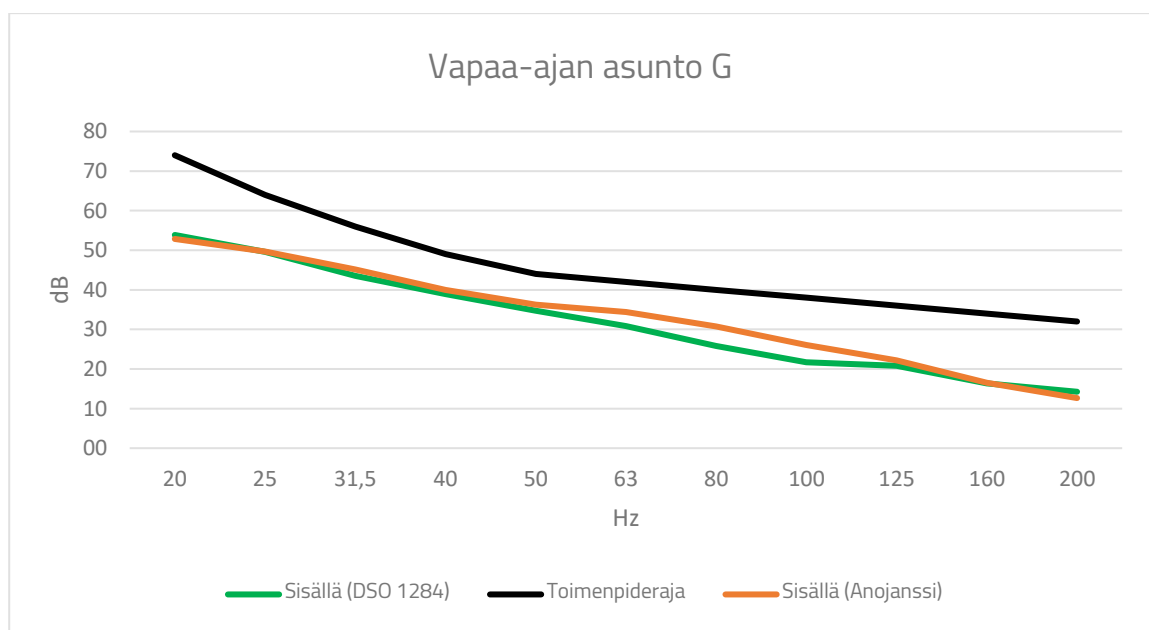
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	52,2	52,3	53,0	53,8	53,8	53,8	53,9	51,7	52,1	52,6	50,5	52,8	53,5	53,6
25	48,0	48,1	48,7	49,5	49,5	49,5	49,6	47,4	47,8	48,3	46,2	48,6	49,3	49,4
31,5	41,9	42,0	42,7	43,5	43,5	43,5	43,6	41,4	41,8	42,3	40,2	42,5	43,2	43,3
40	37,3	37,3	38,0	38,8	38,8	38,8	38,9	36,7	37,1	37,6	35,5	37,9	38,6	38,7
50	33,1	33,2	33,9	34,7	34,7	34,6	34,7	32,5	32,9	33,4	31,3	33,7	34,4	34,5
63	29,1	29,2	29,9	30,8	30,8	30,7	30,8	28,5	29,0	29,5	27,3	29,8	30,5	30,6
80	24,2	24,2	25,0	25,8	25,8	25,7	25,9	23,5	24,0	24,5	22,2	24,8	25,5	25,6
100	19,9	20,0	20,8	21,6	21,6	21,6	21,7	19,2	19,7	20,3	17,9	20,7	21,4	21,4
125	19,0	19,1	19,8	20,7	20,7	20,7	20,8	18,2	18,7	19,3	16,8	19,8	20,5	20,5
160	14,5	14,6	15,4	16,3	16,3	16,3	16,4	13,6	14,2	14,8	12,1	15,5	16,1	16,1
200	12,3	12,4	13,3	14,2	14,2	14,1	14,3	11,2	11,9	12,5	9,6	13,4	14,0	13,9

Taulukko 16. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyysarvoja.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	51,2	51,3	52,0	52,8	52,8	52,8	52,9	50,7	51,1	51,6	49,5	51,8	52,5	52,6
25	48,1	48,2	48,8	49,6	49,6	49,6	49,7	47,5	47,9	48,4	46,3	48,7	49,4	49,5
31,5	43,5	43,6	44,3	45,1	45,1	45,1	45,2	43,0	43,4	43,9	41,8	44,1	44,8	44,9
40	38,4	38,4	39,1	39,9	39,9	39,9	40,0	37,8	38,2	38,7	36,6	39,0	39,7	39,8
50	34,6	34,7	35,4	36,2	36,2	36,1	36,2	34,0	34,4	34,9	32,8	35,2	35,9	36,0
63	32,7	32,8	33,5	34,4	34,4	34,3	34,4	32,1	32,6	33,1	30,9	33,4	34,1	34,2
80	29,1	29,1	29,9	30,7	30,7	30,6	30,8	28,4	28,9	29,4	27,1	29,7	30,4	30,5
100	24,3	24,4	25,2	26,0	26,0	26,0	26,1	23,6	24,1	24,7	22,3	25,1	25,8	25,8
125	20,4	20,5	21,2	22,1	22,1	22,1	22,2	19,6	20,1	20,7	18,2	21,2	21,9	21,9
160	14,6	14,7	15,5	16,4	16,4	16,4	16,5	13,7	14,3	14,9	12,2	15,6	16,2	16,2
200	10,7	10,8	11,7	12,6	12,6	12,5	12,7	9,6	10,3	10,9	8,0	11,8	12,4	12,3



Kuva 8. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituksessa asunnossa N.



Kuva 9. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa G.

LIITE 5: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA (VE₃)

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

Pienitaajuinen melu on laskettu Kivinevan vaihtoehdolle VE3 (9 tuulivoimalaa).

Taulukko 17. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

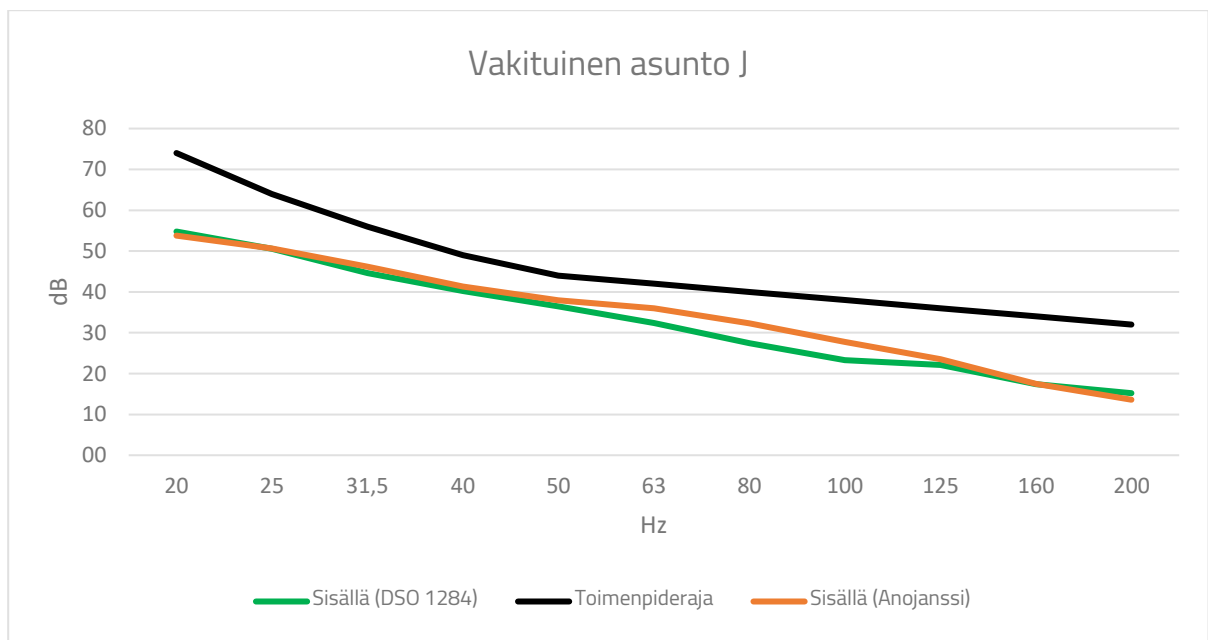
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	56,8	56,9	55,5	56,2	56,2	56,2	56,3	54,1	54,7	55,0	51,3	49,6	52,7	58,1
25	54,3	54,4	53,0	53,7	53,8	53,7	53,8	51,6	52,2	52,6	48,8	47,0	50,2	55,7
31,5	50,7	50,8	49,4	50,1	50,1	50,1	50,2	47,9	48,5	48,9	45,1	43,3	46,5	52,1
40	46,6	46,7	45,3	46,0	46,0	46,0	46,1	43,8	44,5	44,8	41,0	39,2	42,4	48,0
50	44,0	44,1	42,7	43,5	43,5	43,4	43,5	41,2	41,9	42,3	38,4	36,5	39,8	45,4
63	43,7	43,8	42,4	43,1	43,1	43,1	43,2	40,9	41,5	41,9	37,9	36,0	39,4	45,1
80	41,8	41,9	40,5	41,2	41,3	41,2	41,3	38,9	39,6	40,0	35,9	33,9	37,4	43,3
100	39,2	39,2	37,7	38,5	38,5	38,5	38,6	36,1	36,8	37,2	33,0	30,8	34,5	40,6
125	37,2	37,3	35,7	36,6	36,6	36,5	36,6	34,0	34,7	35,2	30,6	28,3	32,3	38,8
160	33,8	33,9	32,2	33,1	33,1	33,1	33,2	30,3	31,1	31,6	26,6	24,0	28,5	35,5
200	31,9	32,0	30,2	31,1	31,1	31,1	31,2	28,1	29,0	29,5	24,0	21,0	26,1	33,7

Taulukko 18. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

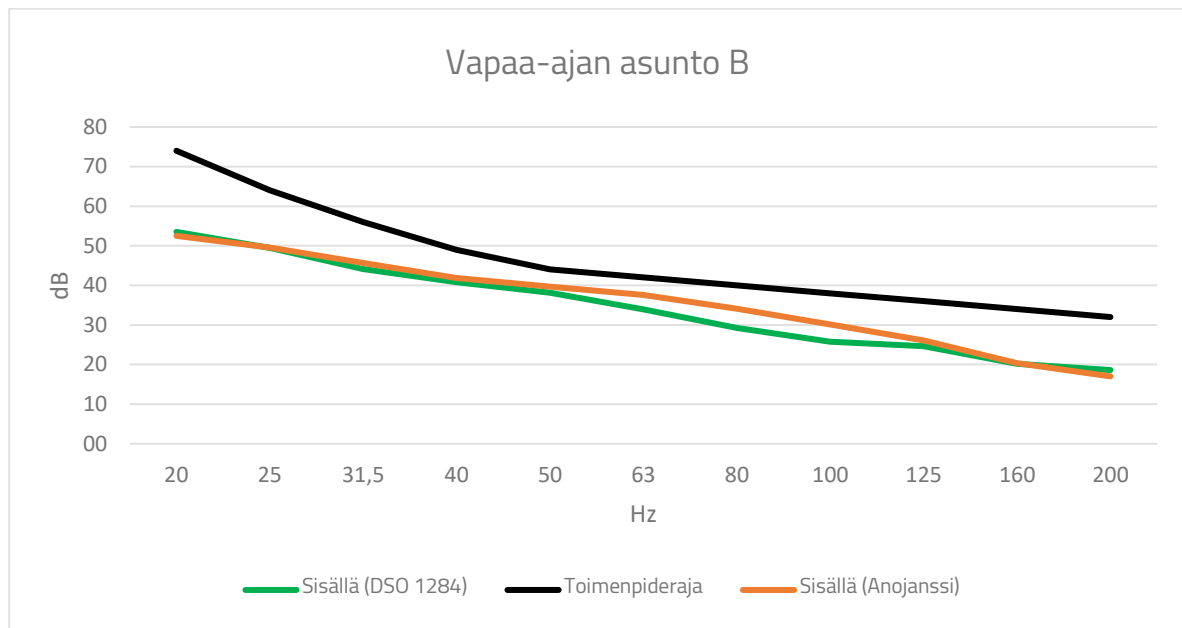
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	50,2	50,3	48,9	49,6	49,6	49,6	49,7	47,5	48,1	48,4	44,7	43,0	46,1	51,5
25	45,9	46,0	44,6	45,3	45,4	45,3	45,4	43,2	43,8	44,2	40,4	38,6	41,8	47,3
31,5	39,9	40,0	38,6	39,3	39,3	39,3	39,4	37,1	37,7	38,1	34,3	32,5	35,7	41,3
40	35,2	35,3	33,9	34,6	34,6	34,6	34,7	32,4	33,1	33,4	29,6	27,8	31,0	36,6
50	31,0	31,1	29,7	30,5	30,5	30,4	30,5	28,2	28,9	29,3	25,4	23,5	26,8	32,4
63	27,1	27,2	25,8	26,5	26,5	26,5	26,6	24,3	24,9	25,3	21,3	19,4	22,8	28,5
80	22,1	22,2	20,8	21,5	21,6	21,5	21,6	19,2	19,9	20,3	16,2	14,2	17,7	23,6
100	18,0	18,0	16,5	17,3	17,3	17,3	17,4	14,9	15,6	16,0	11,8	9,6	13,3	19,4
125	17,0	17,1	15,5	16,4	16,4	16,3	16,4	13,8	14,5	15,0	10,4	8,1	12,1	18,6
160	12,6	12,7	11,0	11,9	11,9	11,9	12,0	9,1	9,9	10,4	5,4	2,8	7,3	14,3
200	10,7	10,8	9,0	9,9	9,9	9,9	10,0	6,9	7,8	8,3	2,8	-0,2	4,9	12,5

Taulukko 19. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	49,2	49,3	47,9	48,6	48,6	48,6	48,7	46,5	47,1	47,4	43,7	42,0	45,1	50,5
25	46,0	46,1	44,7	45,4	45,5	45,4	45,5	43,3	43,9	44,3	40,5	38,7	41,9	47,4
31,5	41,5	41,6	40,2	40,9	40,9	40,9	41,0	38,7	39,3	39,7	35,9	34,1	37,3	42,9
40	36,3	36,4	35,0	35,7	35,7	35,7	35,8	33,5	34,2	34,5	30,7	28,9	32,1	37,7
50	32,5	32,6	31,2	32,0	32,0	31,9	32,0	29,7	30,4	30,8	26,9	25,0	28,3	33,9
63	30,7	30,8	29,4	30,1	30,1	30,1	30,2	27,9	28,5	28,9	24,9	23,0	26,4	32,1
80	27,0	27,1	25,7	26,4	26,5	26,4	26,5	24,1	24,8	25,2	21,1	19,1	22,6	28,5
100	22,4	22,4	20,9	21,7	21,7	21,7	21,8	19,3	20,0	20,4	16,2	14,0	17,7	23,8
125	18,4	18,5	16,9	17,8	17,8	17,7	17,8	15,2	15,9	16,4	11,8	9,5	13,5	20,0
160	12,7	12,8	11,1	12,0	12,0	12,0	12,1	9,2	10,0	10,5	5,5	2,9	7,4	14,4
200	9,1	9,2	7,4	8,3	8,3	8,3	8,4	5,3	6,2	6,7	1,2	-1,8	3,3	10,9



Kuva 10. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuuden melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituksessa asunnossa J.



Kuva 11. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa B.

LIITE 6: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA, YHTEISVAIKUTUKSET (VE1)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pientaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pientaajuinen melu on laskettu tilanteessa, jossa Kivineva (28 voimalaa) ja naapuripuistot (82 voimalaa) ovat toiminnassa.

Taulukko 20. Pientaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

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

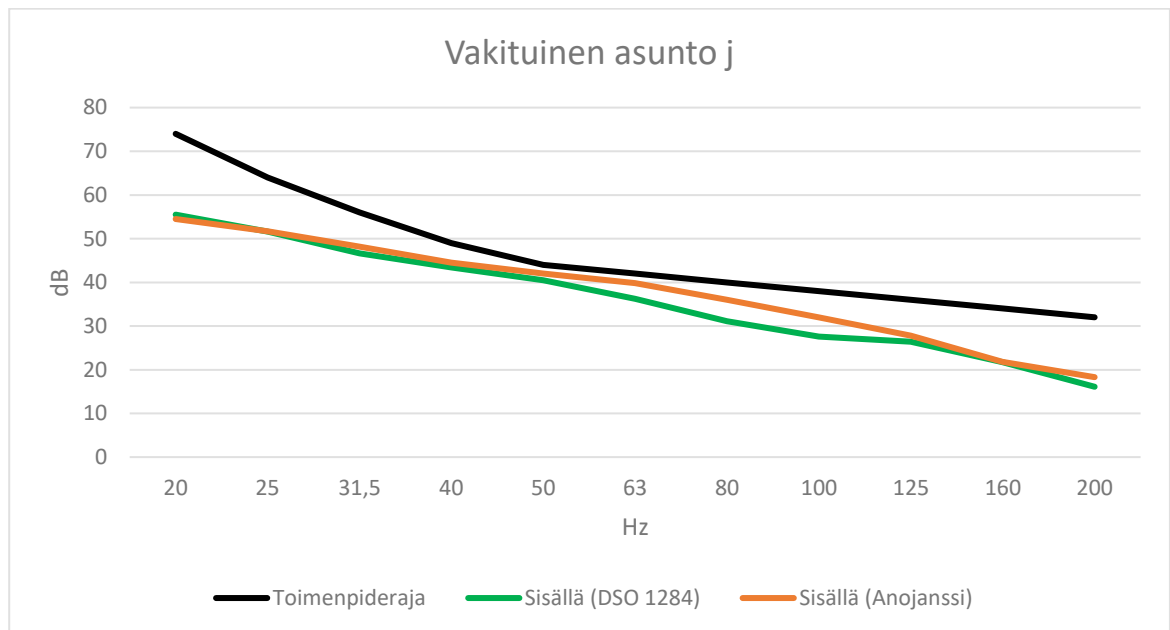
160	41,9	41,9	42,9	42,3	42,3	42,3	42,4	41,8	42,4	42,1	40,5	38,9	39,0	39,2
200	39,1	39,2	41,1	40,4	40,4	40,4	40,5	39,9	40,6	40,1	38,6	36,8	37,0	37,0

Taulukko 21. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

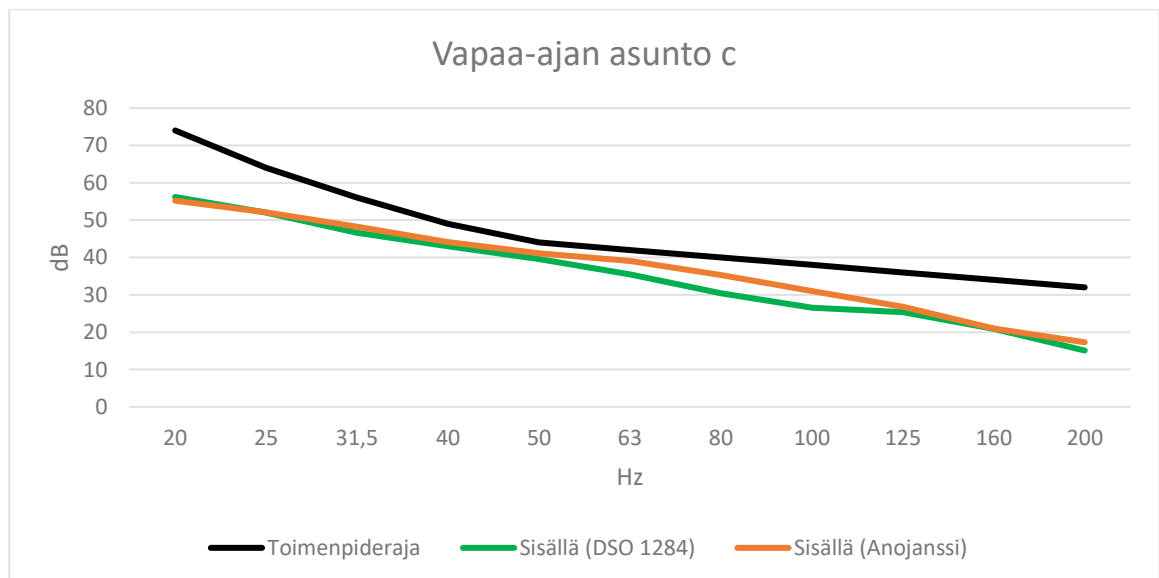
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	54,6	54,7	55,5	56,5	56,6	56,7	56,8	55,6	55,2	56,2	55,0	54,6	55,0	55,2
25	50,8	50,9	51,6	52,3	52,4	52,4	52,6	51,4	51,2	52,0	50,8	50,3	50,6	50,8
31,5	46,0	46,1	46,6	46,9	46,9	47,0	47,1	46,2	46,2	46,6	45,3	44,5	44,8	45,0
40	42,8	42,9	43,4	43,2	43,3	43,3	43,3	42,7	43,0	43,0	41,6	40,4	40,6	40,9
50	39,4	39,5	40,5	39,9	39,9	39,8	39,9	39,5	40,1	39,6	38,3	36,6	36,6	36,9
63	34,8	34,9	36,2	35,7	35,7	35,7	35,7	35,3	35,8	35,5	34,1	32,5	32,6	32,8
80	29,8	29,9	31,1	30,6	30,6	30,6	30,7	30,2	30,7	30,4	29,1	27,5	27,6	27,8
100	26,8	26,8	27,6	26,9	26,9	26,9	26,9	26,5	27,1	26,6	25,2	23,3	23,4	23,7
125	25,8	25,8	26,4	25,7	25,7	25,7	25,7	25,2	25,8	25,4	23,9	22,1	22,2	22,5
160	20,7	20,7	21,7	21,1	21,1	21,1	21,2	20,6	21,2	20,9	19,3	17,7	17,8	18,0
200	14,1	14,2	16,1	15,4	15,4	15,4	15,5	14,9	15,6	15,1	13,6	11,8	12,0	12,0

Taulukko 22. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	53,6	53,7	54,5	55,5	55,6	55,7	55,8	54,6	54,2	55,2	54,0	53,6	54,0	54,2
25	50,9	51,0	51,7	52,4	52,5	52,5	52,7	51,5	51,3	52,1	50,9	50,4	50,7	50,9
31,5	47,6	47,7	48,2	48,5	48,5	48,6	48,7	47,8	47,8	48,2	46,9	46,1	46,4	46,6
40	43,9	44,0	44,5	44,3	44,4	44,4	44,4	43,8	44,1	44,1	42,7	41,5	41,7	42,0
50	40,9	41,0	42,0	41,4	41,4	41,3	41,4	41,0	41,6	41,1	39,8	38,1	38,1	38,4
63	38,4	38,5	39,8	39,3	39,3	39,3	39,3	38,9	39,4	39,1	37,7	36,1	36,2	36,4
80	34,7	34,8	36,0	35,5	35,5	35,5	35,6	35,1	35,6	35,3	34,0	32,4	32,5	32,7
100	31,2	31,2	32,0	31,3	31,3	31,3	31,3	30,9	31,5	31,0	29,6	27,7	27,8	28,1
125	27,2	27,2	27,8	27,1	27,1	27,1	27,1	26,6	27,2	26,8	25,3	23,5	23,6	23,9
160	20,8	20,8	21,8	21,2	21,2	21,2	21,3	20,7	21,3	21,0	19,4	17,8	17,9	18,1
200	16,3	16,4	18,3	17,6	17,6	17,6	17,7	17,1	17,8	17,3	15,8	14,0	14,2	14,2



Kuva 12. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituiseissa asunnossa J.



Kuva 13. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa C.

LIITE 7: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA, YHTEISVAIKUTUKSET (VE2)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat yhdessä asunnossa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pienitaajuinen melu on laskettu tilanteessa, jossa Kivineva (20 voimalaa) ja naapuripuistot (82 voimalaa) ovat toiminnassa.

Taulukko 23. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

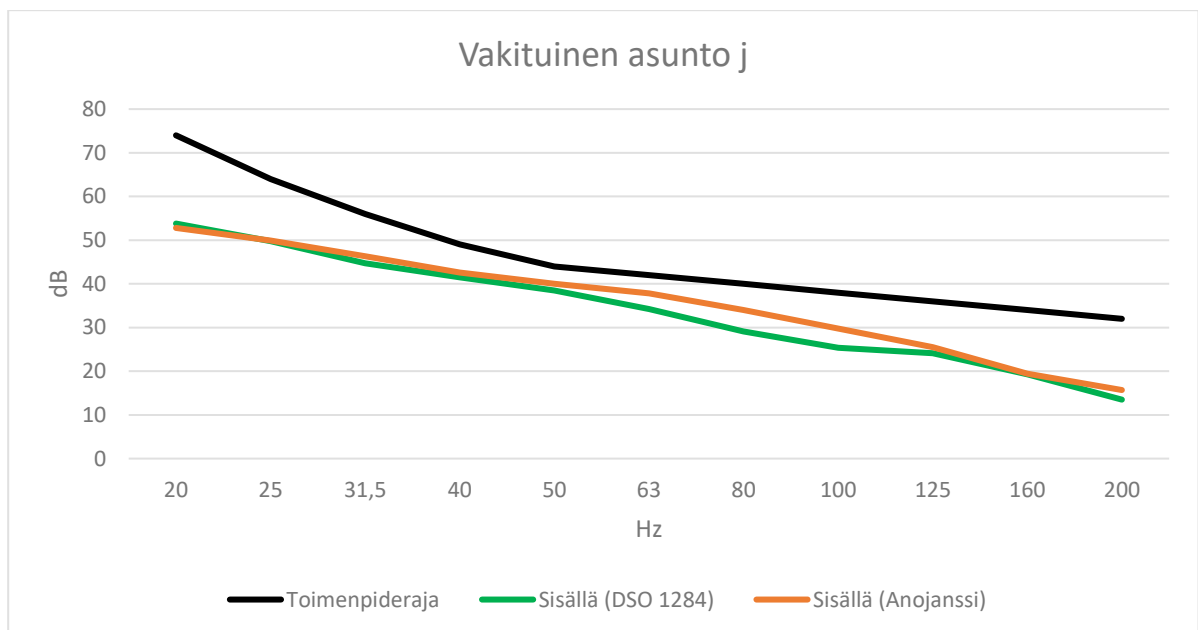
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	60,8	60,9	61,2	61,4	61,4	61,3	61,4	59,8	60,4	60,4	58,4	59,9	60,5	60,6
25	58,9	58,9	59,2	59,1	59,1	59,0	59,1	57,7	58,4	58,2	56,2	57,4	57,9	58,1
31,5	56,6	56,6	56,8	56,3	56,3	56,2	56,3	55,2	56,1	55,5	53,7	54,1	54,6	54,8
40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

Taulukko 24. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyysarvoja.

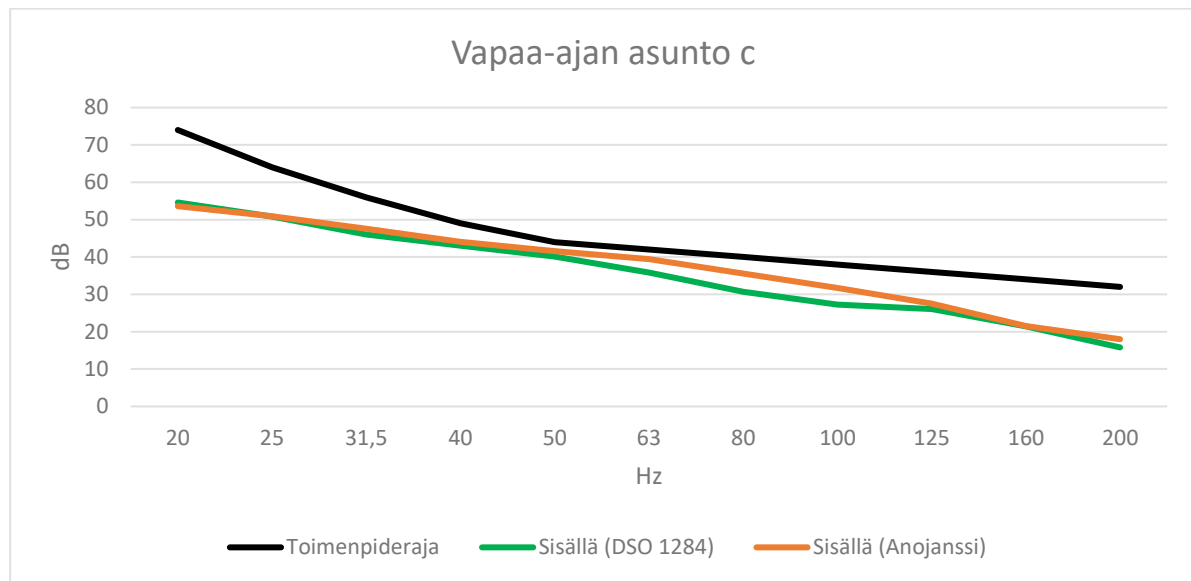
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	54,2	54,3	54,6	54,8	54,8	54,7	54,8	53,2	53,8	53,8	51,8	53,3	53,9	54,0
25	50,5	50,5	50,8	50,7	50,7	50,6	50,7	49,3	50,0	49,8	47,8	49,0	49,5	49,7
31,5	45,8	45,8	46,0	45,5	45,5	45,4	45,5	44,4	45,3	44,7	42,9	43,3	43,8	44,0
40	42,6	42,7	43,0	42,1	42,1	42,0	42,0	41,3	42,3	41,5	39,7	39,3	39,6	40,0
50	39,3	39,3	40,1	39,0	38,9	38,9	38,8	38,5	39,6	38,5	36,8	35,6	35,7	36,1
63	34,7	34,7	35,8	34,7	34,7	34,6	34,6	34,2	35,3	34,2	32,6	31,5	31,6	31,9
80	29,7	29,7	30,7	29,6	29,6	29,5	29,5	29,1	30,1	29,1	27,3	26,4	26,6	26,9
100	26,7	26,7	27,3	26,0	25,9	25,8	25,8	25,5	26,6	25,4	23,6	22,3	22,5	22,9
125	25,7	25,7	26,1	24,7	24,7	24,6	24,5	24,1	25,3	24,1	22,1	21,0	21,3	21,6
160	20,5	20,6	21,4	20,0	20,0	19,9	19,9	19,3	20,6	19,3	17,3	16,6	16,9	17,1
200	14,0	14,1	15,8	14,3	14,2	14,1	14,1	13,6	15,1	13,5	11,5	10,7	11,0	11,0

Taulukko 25. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	53,2	53,3	53,6	53,8	53,8	53,7	53,8	52,2	52,8	52,8	50,8	52,3	52,9	53,0
25	50,6	50,6	50,9	50,8	50,8	50,7	50,8	49,4	50,1	49,9	47,9	49,1	49,6	49,8
31,5	47,4	47,4	47,6	47,1	47,1	47,0	47,1	46,0	46,9	46,3	44,5	44,9	45,4	45,6
40	43,7	43,8	44,1	43,2	43,2	43,1	43,1	42,4	43,4	42,6	40,8	40,4	40,7	41,1
50	40,8	40,8	41,6	40,5	40,4	40,4	40,3	40,0	41,1	40,0	38,3	37,1	37,2	37,6
63	38,3	38,3	39,4	38,3	38,3	38,2	38,2	37,8	38,9	37,8	36,2	35,1	35,2	35,5
80	34,6	34,6	35,6	34,5	34,5	34,4	34,4	34,0	35,0	34,0	32,2	31,3	31,5	31,8
100	31,1	31,1	31,7	30,4	30,3	30,2	30,2	29,9	31,0	29,8	28,0	26,7	26,9	27,3
125	27,1	27,1	27,5	26,1	26,1	26,0	25,9	25,5	26,7	25,5	23,5	22,4	22,7	23,0
160	20,6	20,7	21,5	20,1	20,1	20,0	20,0	19,4	20,7	19,4	17,4	16,7	17,0	17,2
200	16,2	16,3	18,0	16,5	16,4	16,3	16,3	15,8	17,3	15,7	13,7	12,9	13,2	13,2



Kuva 14. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituiseissa asunnossa j.



Kuva 15. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa C.

LIITE 8: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA, YHTEISVAIKUTUKSET (VE₃)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle ei alittuvat lähimmissä asunnoissa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pienitaajuinen melu on laskettu tilanteessa, jossa Kivineva (9 voimalaa) ja naapuripuistot (82 voimalaa) ovat toiminnassa.

Taulukko 26. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

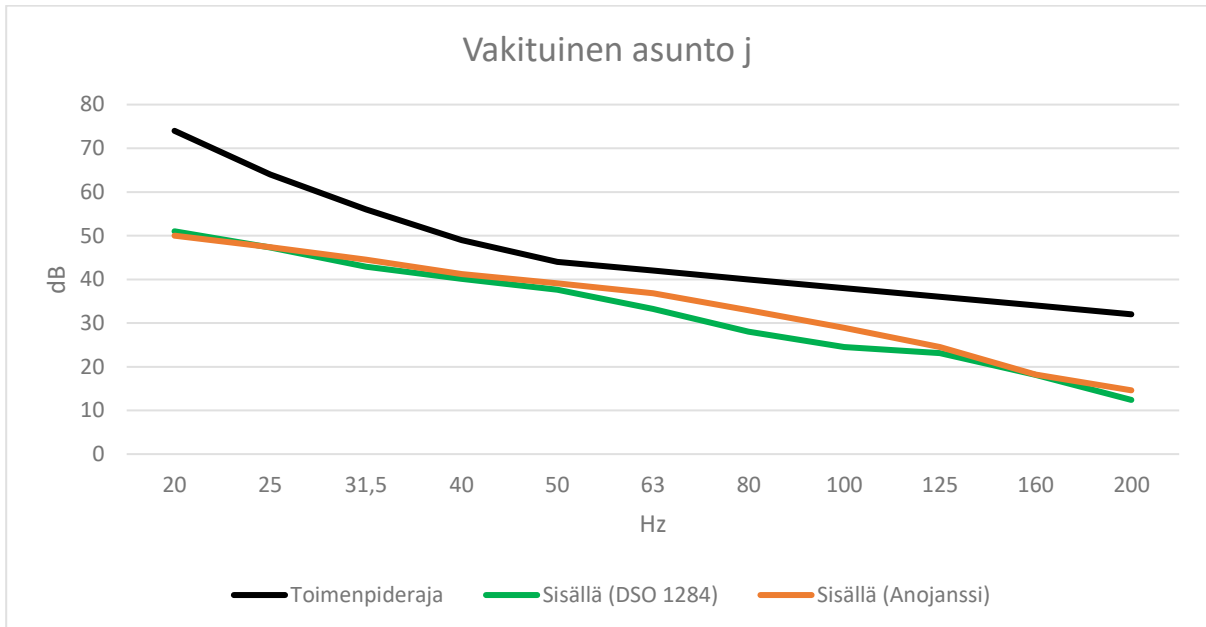
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	59,6	59,7	58,8	58,4	58,3	58,3	58,3	57,2	58,1	57,6	54,9	52,1	54,0	58,7
25	57,9	57,9	57,2	56,4	56,4	56,3	56,4	55,5	56,5	55,7	53,3	50,3	51,7	56,3
31,5	55,9	55,9	55,4	54,3	54,2	54,2	54,1	53,6	54,7	53,7	51,5	48,2	49,1	53,1
40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

Taulukko 27. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyysarvoja.

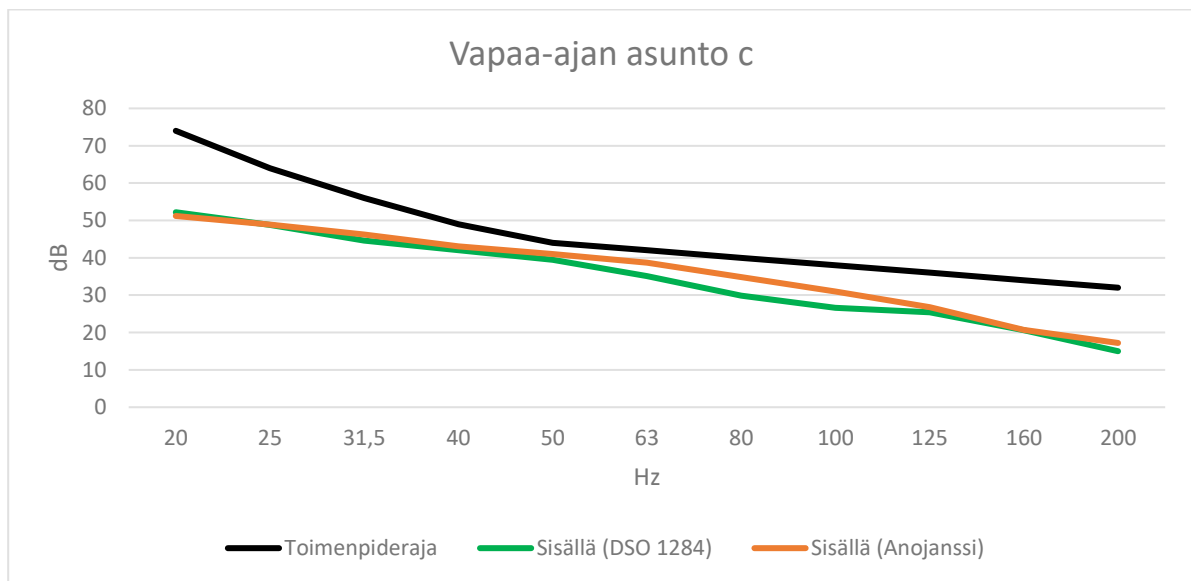
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	53,0	53,1	52,2	51,8	51,7	51,7	51,7	50,6	51,5	51,0	48,3	45,5	47,4	52,1
25	49,5	49,5	48,8	48,0	48,0	47,9	48,0	47,1	48,1	47,3	44,9	41,9	43,3	47,9
31,5	45,1	45,1	44,6	43,5	43,4	43,4	43,3	42,8	43,9	42,9	40,7	37,4	38,3	42,3
40	42,1	42,2	42,0	40,6	40,5	40,4	40,4	40,2	41,4	40,1	38,2	34,6	34,9	38,5
50	38,9	38,9	39,5	37,9	37,8	37,7	37,7	37,8	39,0	37,6	35,9	31,9	31,7	34,8
63	34,2	34,2	35,1	33,5	33,4	33,3	33,3	33,4	34,6	33,2	31,5	27,4	27,2	30,6
80	29,2	29,2	29,9	28,3	28,3	28,2	28,1	28,2	29,4	28,0	26,2	21,9	21,9	25,5
100	26,4	26,4	26,6	24,9	24,8	24,7	24,6	24,7	26,0	24,5	22,6	18,1	17,9	21,5
125	25,3	25,3	25,4	23,5	23,4	23,3	23,2	23,3	24,7	23,1	21,0	16,1	16,1	20,2
160	20,1	20,1	20,6	18,6	18,5	18,4	18,3	18,4	19,9	18,1	16,0	10,4	10,5	15,6
200	13,5	13,6	15,0	12,8	12,7	12,6	12,5	12,8	14,4	12,4	10,3	3,6	3,7	9,6

Taulukko 28. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyysarvoja.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
20	52,0	52,1	51,2	50,8	50,7	50,7	50,7	49,6	50,5	50,0	47,3	44,5	46,4	51,1
25	49,6	49,6	48,9	48,1	48,1	48,0	48,1	47,2	48,2	47,4	45,0	42,0	43,4	48,0
31,5	46,7	46,7	46,2	45,1	45,0	45,0	44,9	44,4	45,5	44,5	42,3	39,0	39,9	43,9
40	43,2	43,3	43,1	41,7	41,6	41,5	41,5	41,3	42,5	41,2	39,3	35,7	36,0	39,6
50	40,4	40,4	41,0	39,4	39,3	39,2	39,2	39,3	40,5	39,1	37,4	33,4	33,2	36,3
63	37,8	37,8	38,7	37,1	37,0	36,9	36,9	37,0	38,2	36,8	35,1	31,0	30,8	34,2
80	34,1	34,1	34,8	33,2	33,2	33,1	33,0	33,1	34,3	32,9	31,1	26,8	26,8	30,4
100	30,8	30,8	31,0	29,3	29,2	29,1	29,0	29,1	30,4	28,9	27,0	22,5	22,3	25,9
125	26,7	26,7	26,8	24,9	24,8	24,7	24,6	24,7	26,1	24,5	22,4	17,5	17,5	21,6
160	20,2	20,2	20,7	18,7	18,6	18,5	18,4	18,5	20,0	18,2	16,1	10,5	10,6	15,7
200	15,7	15,8	17,2	15,0	14,9	14,8	14,7	15,0	16,6	14,6	12,5	5,8	5,9	11,8



Kuva 16. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituksessa asunnossa j.



Kuva 17. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa c.

LIITE 9: SJOITUSSUUNNITELMAT

Voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevissa taulukoissa.

Taulukko 29. Kivineva, voimaloiden sijaintitiedot, VE1 (28 voimalaa).

Voimala	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)
1	436025	7132344
2	435040	7131246
3	439009	7131201
4	441057	7128450
5	435389	7134106
6	435776	7133705
7	434519	7132257
8	435711	7131227
9	434760	7133518
10	436012	7133132
11	435191	7132906
12	434472	7131429
13	433745	7131209
14	435323	7132151
15	434423	7130262
16	437642	7131939
17	438405	7131983
18	439119	7132094
19	440137	7131336
20	437652	7131188
21	438438	7131211
22	438596	7130119
23	439203	7129967
24	440411	7130055
25	440220	7129053
26	439699	7129556
27	439700	7131657
28	440700	7128902

Taulukko 30. Kivineva, voimaloiden sijaintitiedot, VE2 (20 voimalaa).

Voimala	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)
1	436025	7132344
2	435040	7131246
4	441057	7128450
5	435389	7134106
6	435776	7133705
7	434519	7132257
8	435711	7131227
9	434760	7133518
10	436012	7133132
11	435191	7132906
12	434472	7131429
13	433745	7131209
14	435323	7132151
15	434423	7130262
22	438596	7130119
23	439203	7129967
24	440411	7130055
25	440220	7129053
26	439699	7129556
28	440700	7128902

Taulukko 28. Kivineva, voimaloiden sijaintitiedot, VE3 (9 voimalaa).

Voimala	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)
9	434760	7133518
11	435191	7132906
7	434519	7132257
14	435323	7132151
13	433745	7131209
12	434472	7131429
2	435040	7131246
8	435711	7131227
15	434423	7130262

Taulukko 31. Leuvanneva, voimaloiden sijaintitiedot (41 voimalaa).

Voimala	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)
1	437600	7142900
2	436732	7142156
3	437088	7141464
4	433617	7139631
5	432701	7139256
6	434127	7139189
7	435194	7138902
8	435921	7138818
9	431625	7138667
10	433028	7138490
11	432240	7138284
12	430756	7138142
13	435273	7138024
14	433326	7137749
15	432576	7137503
16	431082	7137402
17	431774	7137332
18	434241	7137309
19	429634	7137237
20	430337	7137177
21	435108	7137058
22	432885	7136813
23	432020	7136652
24	433569	7136635
25	434353	7136542
26	431129	7136493
27	430340	7136315
28	429450	7136203
29	434537	7135721
30	430370	7135478
31	429119	7135178
32	429901	7134391
33	430283	7133673
34	430867	7133175
35	431369	7132596
36	435938	7141569
37	436286	7140993

38	436586	7140322
39	434358	7140314
40	435701	7139851
41	434943	7139681

Taulukko 32. Taikkoneva, voimaloiden sijaintitiedot (41 voimalaa).

Voimala	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)
1	436520	7137216
2	436848	7138187
3	437912	7137117
4	437346	7137659
5	437573	7138602
6	437439	7139774
7	440251	7137025
8	438684	7137100
9	438906	7138176
10	438363	7138980
11	438244	7140236
12	437921	7140875
13	442378	7135872
14	441639	7136318
15	441126	7136692
16	441027	7137597
17	440088	7138024
18	439637	7138642
19	439107	7139364
20	442485	7136701
21	442533	7137525
22	442024	7138032
23	440864	7138485
24	440330	7139308
25	439108	7140379
26	438836	7141140
27	438367	7141689
28	441693	7138754
29	441148	7139582
30	440474	7140188
31	440026	7140760

32	439704	7141504
33	439224	7142168
34	438800	7142753
35	441281	7140438
36	441008	7141347
37	440547	7141935
38	440204	7142611
39	439866	7143309
41	438075	7137985
42	439460	7137041