

Alajärven Suolasalmenharjun tuulivoimapuisto

Meluselvitys

LUONNOS



Muutosluettelo

Versio:	Päiväys:	Muutoksen kuvaus	Tarkastettu	Hyväksyjä
01	18.10.2023		Tuomo Pynnönen	Pekka Lähde
02	24.04.2024	Suolasalmenharjun hankevaihtoehdon VE2 lisääminen.	Tuomo Pynnönen	Tuomo Pynnönen

Projekti: Alajärvi Suolasalmenharju meluselvitys
Työnumero: 25006696
Asiakas: Pohjan Voima Oy
Päiväys: 10.05.2024
Tekijä: Juho Ali-Tolppa

Sisältö

1.	JOHDANTO	4
2.	MELU	7
3.	MELUN OHJEARVOT	8
3.1	Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista	8
3.2	Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat	9
4.	LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT	9
4.1	Lähtötiedot	9
4.2	Menetelmät	11
5.	MELUVAIKUTUKSET	12
5.1	Melumallinnus ISO 9613-2	12
5.2	Pienitaajuinen melu	15
5.3	Yhteisvaikutusmallinnus	17
5.4	Epävarmuustekijät	22
6.	YHTEENVETO	22
7.	MALLINNUSTIETOJEN RAPORTTI	23
8.	LÄHTEET	33
	LIITE 1. SUOLASALMENHARJUN VE1 MELUMALLINNUSTULOSTEITA	34
	LIITE 2. VE1 YHTEISVAIKUTUSMALLINNUKSEN MALLINNUSTULOSTEITA	35
	LIITE 3. SUOLASALMENHARJU VE2 MELUMALLINNUSTULOSTEITA	36
	LIITE 4. VE2 YHTEISVAIKUTUSMALLINNUKSEN MALLINNUSTULOSTEITA	37

1. Johdanto

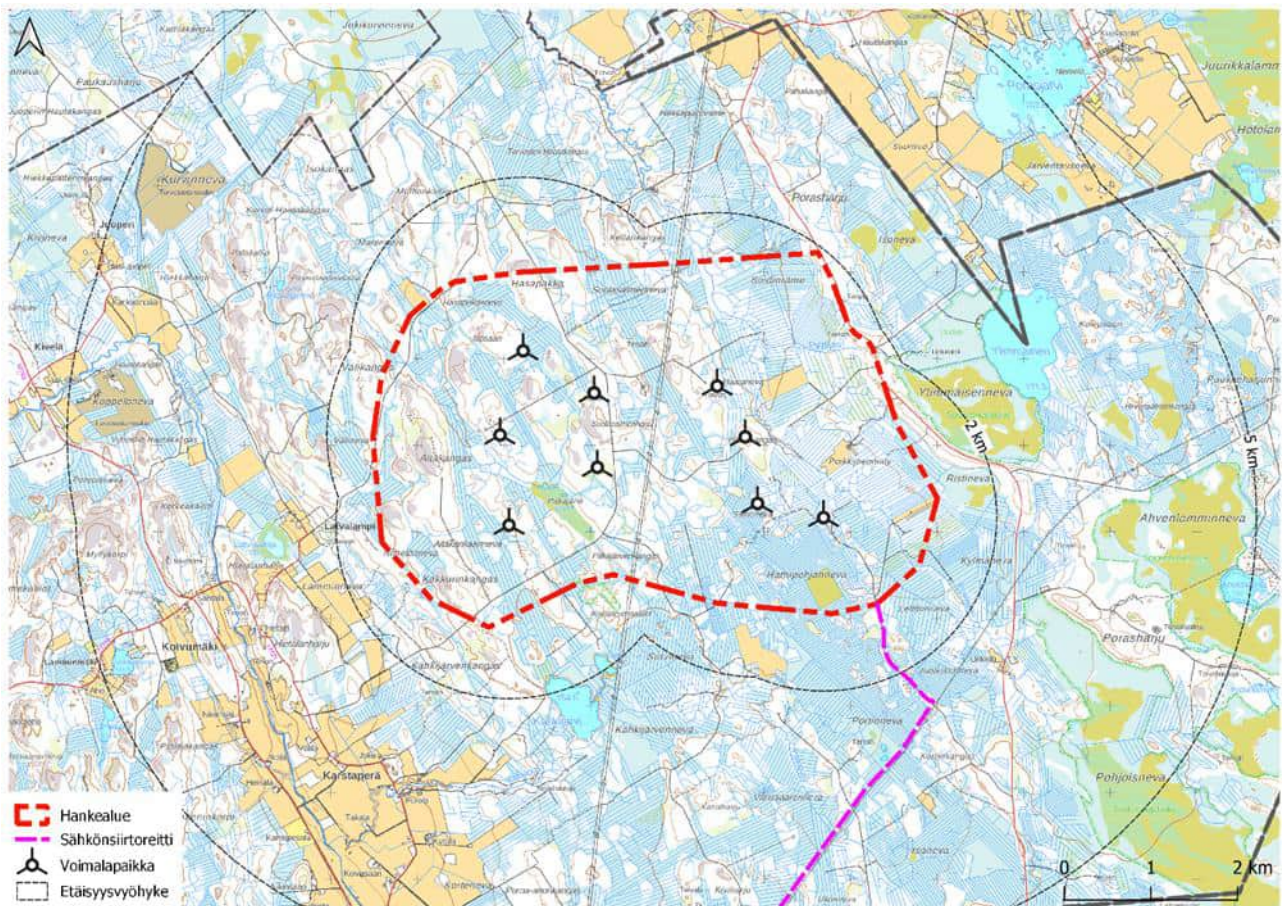
Meluselvitys on tehty Suolasalmenharjun tuulivoimapuistolle Alajärvelle, johon Pohjan Voima Oy suunnittelee tuulivoimapuiston rakentamista. Suunniteltu Suolasalmenharjun hanke muodostuu yhteensä 9 tuulivoimalasta. Tämän selvityksen melumallinnukset on tehty windPRO 3.6 -ohjelmistolla ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti (Ympäristöministeriö, 2014). Tässä meluselvityksessä on tarkasteltu seuraavia hankevaihtoehtoja Suolasalmenharjun osalta:

- VE1 (9 voimalaa)
- VE2 (9 voimalaa)

Melumallinuksissa on käytetty Suolasalmenharjun hankevaihtoehdon VE1:n tuulivoimaloissa Vestaksen V172-7.2 MW:n PO7200-0S (lavat ilman sahalaitaisia jättöreunoja, eng. blades without serrated trailing edges) tuulivoimalan taajuusjakaumia lähtömelutason ollessa 110,1 + 2 dB(A). Mallinuksissa Suolasalmenharjun VE1 voimaloiden napakorkeus on 180 m ja roottorin halkaisija 240 m.

Melumallinuksissa on käytetty Suolasalmenharjun hankevaihtoehdon VE2 tuulivoimaloissa Vestaksen V172-7.2 MW:n PO7200 (lavat serraatioilla, eng. blades with serrated trailing edges) tuulivoimalan taajuusjakaumia lähtömelutason ollessa 106,9 + 2,5 dB(A). Mallinuksissa Suolasalmenharjun VE2 voimaloiden napakorkeus on 180 m ja roottorin halkaisija 180 m.

Kuvassa 1 on esitetty Suolasalmenharjun vaihtoehdon VE1 voimaloiden sijainnit kartalla ja kuvassa 2 on esitetty Suolasalmenharjun vaihtoehdon VE2 voimalat kartalla. Voimaloiden sijaintikoordinaatit on esitetty liitteiden mallinnustulosteissa.

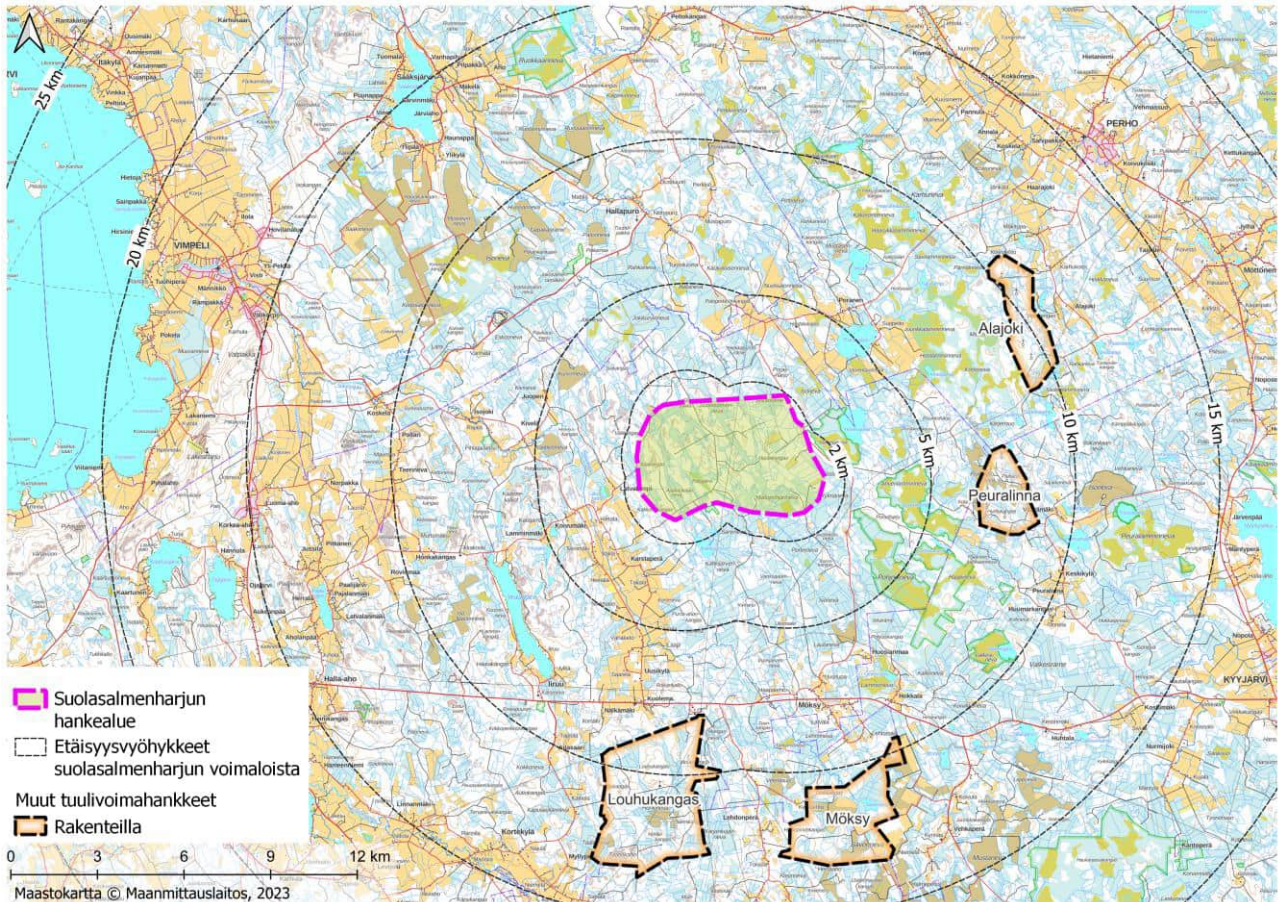


Kuva 1. Suolasalmen tuulivoimahankkeen voimaloiden sijainnit hankevaihtoehdossa VE1



Kuva 2. Suolasalmen tuulivoimahankkeen voimaloiden sijainnit hankevaihtoehdossa VE2

Tässä meluselvityksessä on lisäksi tarkasteltu tuulivoimamelun yhteisvaikutuksia Möksyn ja Louhukankaan sekä Alajoki-Peuralinnan tuulivoimapuistojen kanssa. Kuvassa 3 on esitetty yhteisvaikutusmallinnuksen tuulivoimapuistojen sijainnit verrattuna Suolasalmenharjuun. Yhteisvaikutusmallinnuksen voimaloiden sijaintikoordinaatit on esitetty liitteiden 2 ja 4 mallinnustulosteissa. Yhteisvaikutusmallinnuksessa käytettyjen voimaloiden tietoja on esitetty taulukossa 5.



Kuva 3. Yhteisvaikutusmallinnuksen tuulivoimapuistojen sijainnit

2. Melu

Tuulivoimalan ääni syntyy roottorin lapojen sekä voimalan koneiston osien aiheuttamasta äänestä. Lapojen pyörimisestä aiheutuva ääni on näistä merkittävämpi ja sen merkitys kasvaa tavallisesti roottorin koon kasvaessa. Melu syntyy lapojen kärjissä, kun ilmavirtaukset eri suunnista törmäävät. Ilmavirtausten törmätessä aiheutuu turbulenssia ja kohinamainen ääni. Lisäksi lavan ohittaessa tornin jää lavan sekä tornin välinen ilmassa puristuksiin, mistä aiheutuu melua. Tuulivoimalan tuottama ääni syntyy korkealla ja se on lapojen pyörimisliikkeestä johtuen jaksottaista, joten se erottuu taustamelusta. Lisäksi se sisältää pienitaajuisia ääniä. Äänen voimakkuus, taajuus ja ajallinen vaihtelu riippuvat tuulivoimaloiden lukumäärästä, niiden etäisyyksistä toisiinsa sekä tuulen nopeudesta. Erottuvuuden takia tuulivoimaloiden melu koetaan häiritsevämpänä kuin monet muut melulähteet, kuten liikenne. (Di Napoli, 2007; Ympäristöministeriö, 2016a)

Tuulivoimalan äänen leviäminen ympäristöön riippuu maastonmuodoista, sääoloista, kuten tuulen nopeudesta ja suunnasta sekä lämpötilasta. Ääni etenee veden yllä laajemmalle kuin maalla pienemmän vaimenemisen takia. Pienitaajuinen ääni etenee muuta ääntä laajemmalle alueelle. (Ympäristöministeriö, 2016a)

Melu on ääntä, joka koetaan häiritseväksi tai epämiellyttäväksi ja joka on ihmisten terveydelle vahingollista tai haitallista. Lyhytaikainen altistuminen tuulivoimaloiden melulle ei aiheuta terveyshaittaa, mutta riittävän voimakkaana ja pitkäaikaisena altistuminen melulle saattaa vaikuttaa terveyshaitan syntymiseen. Erityisesti haitallista on rakennuksen sisälle kuuluva pienitaajuinen ääni, joka vaikuttaa uneen ja lepoon. Pienitaajuisuuden lisäksi tuulivoimalan äänen erityispiirteitä ovat äänen kapeakaistaisuus, impulssimaisuus

Sweco | Alajärven Suolasalmenharjun tuulivoimapuiston meluselvitys

Työnumero: 25006696

Päiväys: 10.05.2024

Versio: 02 (LUONNOS)

ja merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio). Erityispiirteet lisäävät tuulivoimalan äänen häiritsevyyttä. (Ympäristöministeriö, 2016a) Alle 40 dB tuulivoiman äänitasolla ei ole havaittu muita yhteyksiä terveyteen kuin melun häiritsevyys ja on epätodennäköistä, että alle 40 dB meluallistus aiheuttaa oireita tai sairauksia tuulivoima-alueilla (Hongisto ym, 2022).

Taulukossa 1 on esitetty minkälaisia tyypillisiä äänilähteitä eri äänenpainetasot tarkoittavat (Kuuloliitto ry, 2022). Yön ulkomelutason ohjearvo (40 dB) vastaa tietokoneen ääntä (Taulukko 1).

Taulukko 1. Tyypillisiä äänilähteitä eri äänenpainetasoilla (Kuuloliitto ry, 2024)

dB	Ääni
0	Ihmisen kuulokynnys
10–30	Lehtien havina
30–50	Tietokone
50–70	Keskustelu
70–85	Liikenne
80–100	Ravintola
90–100	Konsertti
125-	Kipukynnys
130–135	Suihkukone

3. Melun ohjearvot

3.1 Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista

Suomessa tuulivoimaloiden sallittavista äänitasoista säädetään valtioneuvoston asetuksessa tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista (1107/2015), joka on tullut voimaan vuonna 2015. Asetuksessa säädetään toimivien tuulivoimaloiden aiheuttaman laskennallisen tai mitatun melutason ohjearvot, jotka on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 2).

Taulukko 2. Tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvot.

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

3.2 Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat

Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetus (545/2015) sisältää toimenpideraja-arvot pienitaajuiselle sisämelulle. Raja-arvot on annettu yhden tunnin pienitaajuisen melun tasolle (raja-arvot eivät ole A-painotettuja). Seuraavan taulukon (Taulukko 3) toimenpiderajat koskevat nukkumiseen tarkoitettua tilaa yöaikana (klo 22–7).

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

Päiväajan (klo 7–22) pienitaajuiselle melulle sovelletaan 5 dB suurempia arvoja.

4. Lähtötiedot ja menetelmät

4.1 Lähtötiedot

Tuulivoimaloiden aiheuttamat meluvaikutukset on mallinnettu ISO 9613-2 standardin mukaisesti. Ympäristöhallinnon tuulivoimaloiden melun mallintamista koskevan ohjeen (Ympäristöministeriö, 2014) mukaisesti mallinnuksessa käytettiin seuraavan taulukon arvoja (Taulukko 4).

Taulukko 4. Mallinnuksessa käytettyjä lähtötietoja

Lähtötiedot	
Ilman lämpötila	15 °C
Tarkastelupisteen laskentakorkeus maanpinnan yläpuolella	4 m
Ilmanpaine	101,325 kPa
Ilman suhteellinen kosteus	70 %
Maanpinnan vaikutus melun etenemiseen, kerroin	0,4
Vesistöjen vaikutus melun etenemiseen, kerroin	0

Mallinuksissa käytettyjen voimaloiden määrät, lähtömelutasot, napakorkeudet, roottorin halkaisijat sekä voimalatyypit on esitetty taulukossa 5.

Suolasalmenharjun hankevaihtoehdon VE1 tuulivoimaloissa on käytetty Vestaksen V172-7,2 MW -tuulivoimalan (blades without serrated trailing edges) taajuusjakaumia lähtömelutason ollessa 110,1 + 2 dB(A). Mallinuksessa käytetyt taajuusjakaumat perustuvat voimalavalmistajan meludokumenttiin (Vestas, 2022). Meludokumentin perusteella testitulokset V172-voimalatyypille eivät ole vielä saatavilla, minkä takia V172:n taajuusjakaumissa esitetyt arvot perustuvat V136-voimalan mittaustuloksiin. Mallinuksissa Suolasalmenharjun hankevaihtoehdon VE1 voimaloiden lähtömelutasoon on lisätty 2 dB(A):n varmuusarvo Ympäristöministeriön yhteenvetomuistion mukaisesti (Ympäristöministeriö, 2016b).

Suolasalmenharjun hankevaihtoehdon VE2 tuulivoimaloissa on käytetty Vestaksen V172-7,2 MW -tuulivoimalan (blades with serrated trailing edges) taajuusjakaumia lähtömelutason ollessa 106,9 + 2,5 dB(A). Mallinuksessa käytetyt taajuusjakaumat perustuvat voimalavalmistajan meludokumenttiin (Vestas, 2022). Meludokumentin perusteella testitulokset V172-voimalatyypille eivät ole vielä saatavilla, minkä takia V172:n taajuusjakaumissa esitetyt arvot perustuvat V136-voimalan mittaustuloksiin. Mallinuksissa Suolasalmenharjun hankevaihtoehdon VE2 voimaloiden lähtömelutasoon on lisätty 2,5 dB(A):n varmuusarvo, mikä on suurempi kuin Ympäristöministeriön yhteenvetomuistion mukainen 2,0 dB(A):n varmuusarvo (Ympäristöministeriö, 2016b).

Möksyn ja Louhukankaan tuulivoimaloissa on käytetty Louhukankaan ja Möksyn tuulivoimahankkeen meluselvityksen (Numerola Oy, 2021b) laskennan lähtötiedoissa esitettyjä taajuusjakaumia. Möksyn voimaloissa M01, M02, M04, M07 ja M13 on käytetty Vestaksen V162-6.0 MW:n PO6000 voimalatyypin taajuusjakaumiin perustuvaa lähtömelutasoa 104,3 + 2 dB(A). Möksyn muissa voimaloissa ja Louhukankaan voimaloissa on käytetty Vestaksen V162-6.2 MW:n PO6200 voimalatyypin taajuusjakaumiin perustuvaa lähtömelutasoa 104,8 + 2 dB(A). (Numerola Oy, 2021b)

Alajoki-Peuralinnan voimaloissa on käytetty Kämpäkankaan tuulivoimahankkeen meluselvityksessä (FCG, 2023) Alajoki-Peuralinnan voimaloissa käytettyä 1/3-oktaavijakaumaa. Tämän Suolasalmenharjun meluselvityksen mallinuksissa Alajoki-Peuralinnan voimaloiden lähtömelutasoon lisättiin Alajoki-Peuralinnan meluselvityksessä käytetty varmuusarvo 1,5 dB, jolloin Alajoki-Peuralinnan voimaloiden lähtömelutaso on meluselvityksessä esitetty 106,5 dB(A) (Numerola Oy, 2021a).

Taulukko 5. Yhteenveto melumallinnusten voimaloiden lähtötiedoista

Tuulivoimapuisto	Voimaloiden määrä	Voimalan lähtömelutaso (dB(A))	Napakorkeus (m)	Roottorin halkaisija (m)	Voimalatyyppi
Suolasalmenharju	9 (VE1)	110,1+2	180	240	Vestas V172 – 7.2 MW (blades without serrated trailing edges)
	9 (VE2)	106,9+2,5	180	180	Vestas V172 – 7.2 MW (blades with serrated trailing edges)
Möksy (M01, M02, M04, M07, M13)	5 (13)	104,3 + 2	139	162	Vestas V162 – 6.0 MW, PO6200
Möksy (M05, M08, M09, M11, M12 M14, M15, M16)	8 (13)	104,8 + 2	139	162	Vestas V162 – 6.2 MW, PO6200

Louhukangas	23	104,8+2	139	162	Vestas V162 – 6.2 MW, PO6200
Alajoki-Peuralinna	14	105+1,5	162,9	155	Siemens Gamesa SG6.0 –155, AM 0, 6,6 MW – 105dB(A)

Meluvaikutuksia ja pienitaajuista melua tarkasteltiin kahdeksan Suolasalmenharjun lähialueen rakennuksen kohdalla. Melumallinnuksissa käytettyjen rakennusten koordinaatit ja rakennusluokka on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 6).

Taulukko 6. Tarkasteltujen havainnointipisteiden sijaintikoordinaatit ja rakennusluokat

Havainnointipiste	Rakennusluokka	Itä	Pohjoinen
A	Asuinrakennus	353 645	7 000 066
B	Lomarakennus	354 006	6 999 820
C	Lomarakennus	355 606	7 003 632
D	Lomarakennus	357 094	6 998 661
E	Lomarakennus	357 545	7 004 366
F	Lomarakennus	358 259	6 998 677
G	Lomarakennus	361 494	7 002 345
H	Lomarakennus	361 730	6 998 471

4.2 Menetelmät

Tuulivoimaloiden aiheuttama melu on mallinnettu windPRO 3.6 -ohjelman DECIBEL-moduulilla ISO 9613-2 standardin mukaisesti. Mallinnuksissa on laskettu melutasot valituissa havainnointipisteissä ja esitetty melun leviäminen meluvyöhykekarttoina. Mallinnuksissa tuulen nopeus on oletettu olevan 8 m/s 10 metrin korkeudella. Maaston korkeusaineistona mallinnuksissa on käytetty Maanmittauslaitoksen kahden metrin korkeusmallia. Mallinnuksien vesistötietoina on käytetty SYKE:n Jarvi10-paikkatietoaineistoa. Koska mallinnuksen tuulivoimaloiden, joiden etäisyys on alle 3 kilometriä tarkastelurakennuksista, perustukset eivät sijaitse 60 metriä korkeammalla kuin mallinnuksen tarkastelurakennukset, lähtömelutasoihin ei huomioida korkeuseroista johtuvaa ylimääräistä 2dB:n lisäystä.

Pienitaajuinen melu on mallinnettu ympäristöministeriön ohjeita noudattaen myös windPro 3.6 -ohjelman DECIBEL-moduulilla. Rakennuksen melueristystietoina pienitaajuisen sisämelun laskennassa on käytetty suomalaisia mitattuja ääneneristävyysarvoja tanskalaisten arvojen sijasta (Taulukko 7).

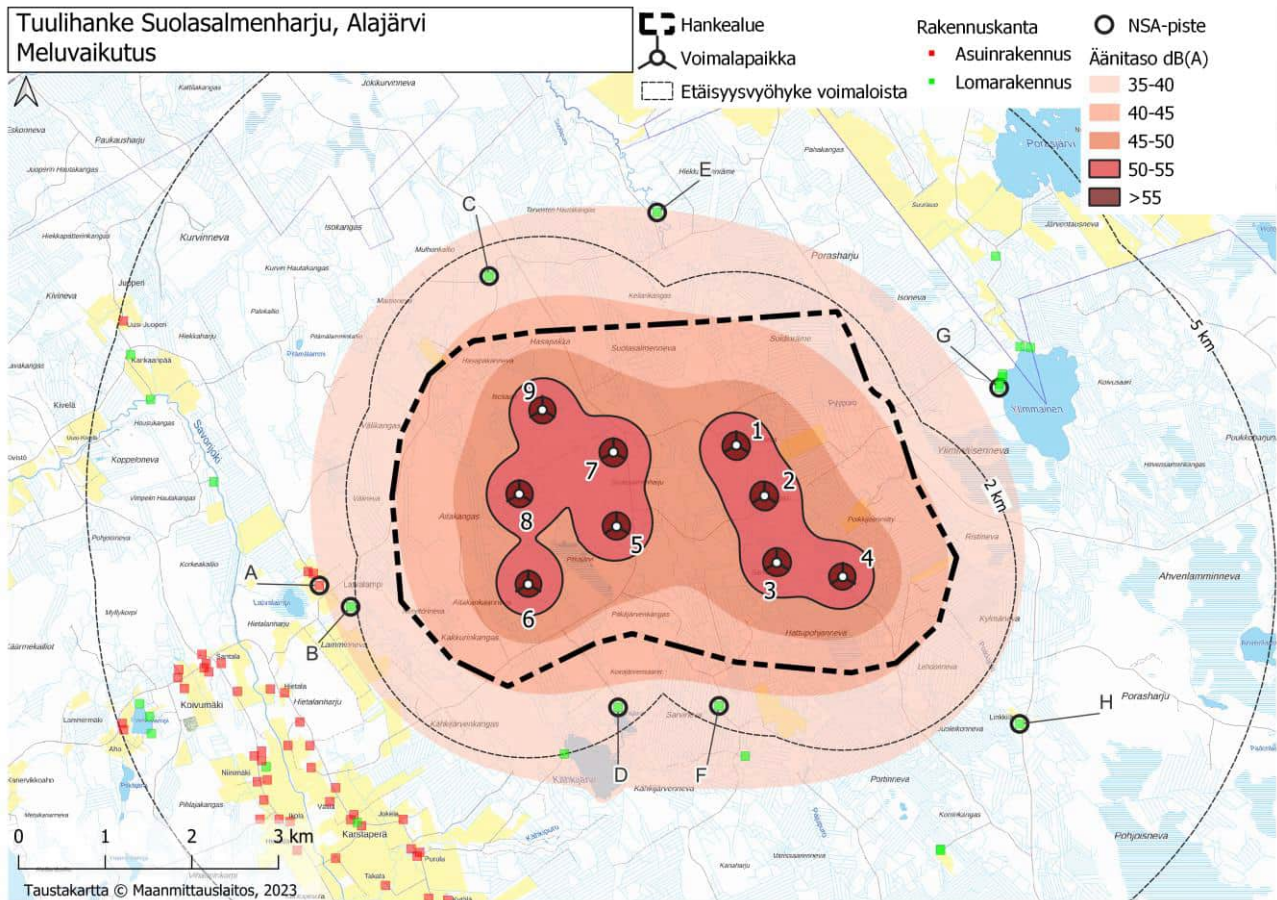
Taulukko 7. Suomalaiset mitatut ääneneristävyyssarvot eri taajuuksilla (Hongisto ym., 2020).

Kaista, Hz	DL_{σ} (dB)
20	7,6
25	8,3
31,5	9,2
40	10,3
50	11,5
63	13
80	14,8
100	16,8
125	18,8
160	21,1
200	22,8

5. Meluvaikutukset

5.1 Melumallinnus ISO 9613-2

Kuvassa 4 on esitetty Suolasalmenharjun VE1:n melumallinnuksen mukaiset meluvyöhykkeet. Mallinnustulosten perusteella VNa 1107/2015 mukainen 40 dB(A):n ohjearvo ei ylitä Suolasalmenharjun tuulivoimapuiston vaikutusalueen asuin- tai lomarakennusten kohdalla tuulivoimaloiden toiminnasta syntyvän melun vuoksi.



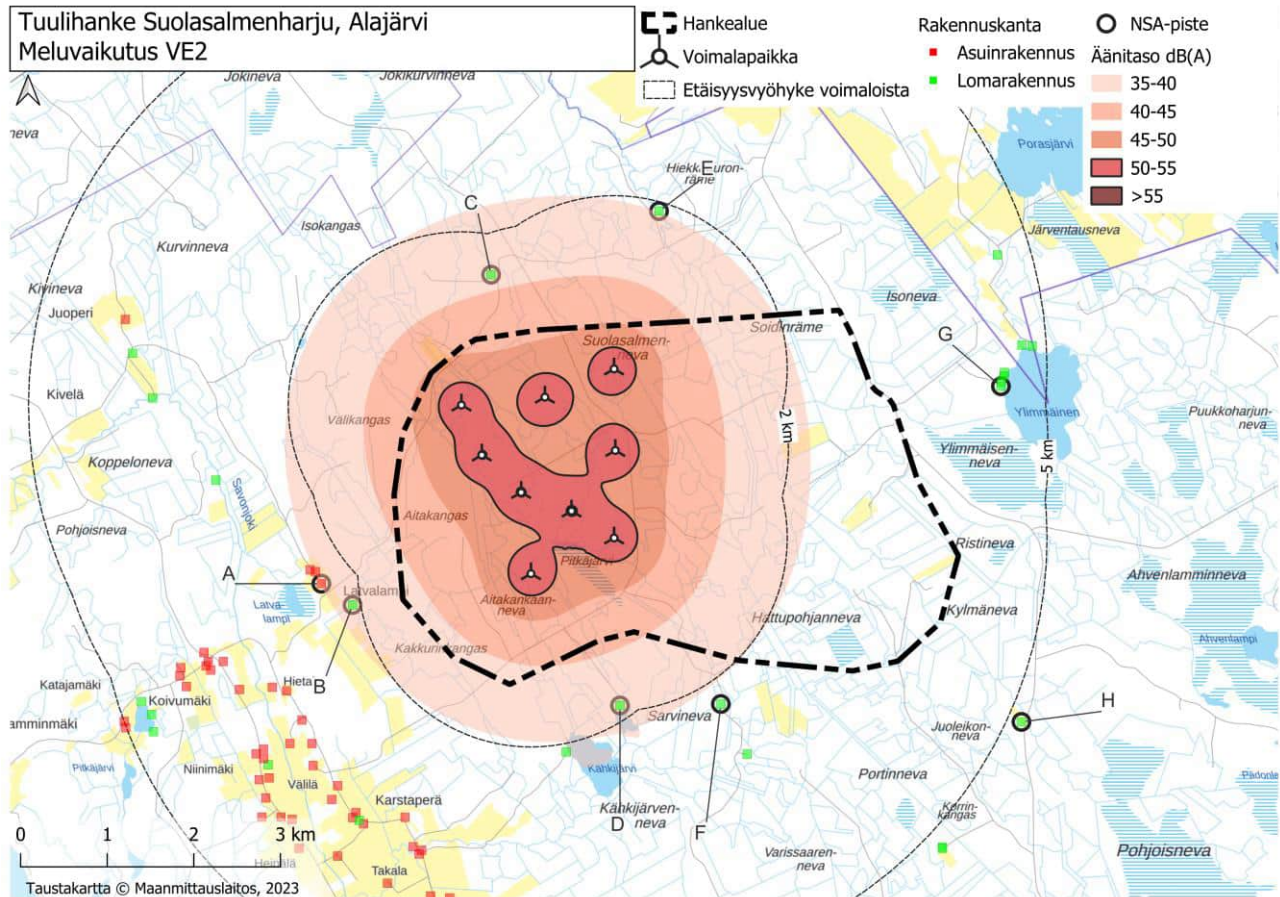
Kuva 4. VE1-layutin melumallinnuksen mukainen meluvyöhykekartta

Korkein Suolasalmenharjun VE1:n mallinnuksen melutaso tarkastelurakennuksen kohdalla on lomarakennuksen F kohdalla, jossa melutaso on mallinnustuloksien perusteella 38,9 dB(A). Matalin melutaso tarkastelurakennuksen kohdalla on lomarakennuksen H kohdalla, jossa melutaso on mallinnustuloksien perusteella 32,5 dB(A). (Taulukko 8)

Taulukko 8. VE1-layutin melumallinnuksen melutasot tarkasteltujen rakennusten kohdalla.

Tarkastelurakennus	Ohjearvo (dB)	VE1 (dB(A))
A	40	34,9
B	40	36,1
C	40	37,6
D	40	38,8
E	40	35,2
F	40	38,9
G	40	33,9
H	40	32,5

Kuvassa 5 on esitetty Suolasalmenharjun VE2:n melumallinnuksen mukaiset meluvyöhykkeet. Mallinnustulosten perusteella VNa 1107/2015 mukainen 40 dB(A):n ohjearvo ei ylitä Suolasalmenharjun tuulivoimapuiston vaikutusalueen asuin- tai lomarakennusten kohdalla tuulivoimaloiden toiminnasta syntyvän melun vuoksi.



Kuva 5. VE2-layutin melumallinnuksen mukainen meluvyöhykekartta

Korkein Suolasalmenharjun VE2:n mallinnuksen melutaso tarkastelurakennuksen kohdalla on lomarakennuksen C kohdalla, jossa melutaso on mallinnustuloksien perusteella 38,9 dB(A). Matalin melutaso tarkastelurakennuksen kohdalla on lomarakennuksen H kohdalla, jossa melutaso on mallinnustuloksien perusteella 25,7 dB(A). (Taulukko 9)

Taulukko 9. Suolasalmenharju VE2 melumallinnuksen melutasot tarkasteltujen rakennusten kohdalla.

Tarkastelurakennus	Ohjearvo (dB)	VE2 (dB(A))
A	40	35,0
B	40	35,9
C	40	38,9
D	40	36,4
E	40	34,9
F	40	34,0
G	40	27,6
H	40	25,7

5.2 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuinen melu laskettiin mallintaen ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti käyttäen windPRO 3.6:n DECIBEL-moduulilla. Pienitaajuinen melu laskettiin mallintaen tarkastelurakennusten kohdalla sisällä (sisämelu), missä huomioitiin suomalaiset pientalojen julkisivun ääneneristävyyssarvot (Hongisto ym., 2020). Lisäksi pienitaajuinen melu laskettiin mallintaen tarkastelurakennuksien A-H kohdilla ulkopuolella.

Mallinnustuloksien perusteella Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetuksen (545/2015) sisältämät toimenpideraja-arvot yöaikaiselle pienitaajuiselle sisämelulle eivät ylity tarkastelurakennuksien kohdalla Suolasalmenharjun hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 mallinuksissa (Taulukko 10 ja Taulukko 11). Taulukoissa 12 ja 13 on esitetty pienitaajuisen melun mallinnustulokset tarkastelurakennusten kohdalla ilman eristystietoja (ulkomelu) Suolasalmenharjun hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 mallinuksissa.

Taulukko 10. VE1-layoutin mallinnuksen pienitaajuinen melu sisätiloissa tarkastelupisteiden A-H kohdalla.

Hz	Yöaikainen toimenpideraja (klo 22–07) $L_{eq, 1h}/dB$	A	B	C	D	E	F	G	H
20	74	37,2	38,0	39,0	40,0	37,6	40,1	36,7	35,6
25	64	36,4	37,1	38,2	39,2	36,7	39,3	35,8	34,7
31,5	56	35,3	36,1	37,1	38,2	35,7	38,3	34,7	33,7
40	49	34,5	35,3	36,4	37,4	34,9	37,5	34,0	32,9
50	44	33,5	34,3	35,3	36,4	33,9	36,5	32,9	31,8
63	42	31,9	32,7	33,7	34,8	32,3	34,9	31,3	30,2
80	40	29,4	30,2	31,3	32,4	29,8	32,5	28,8	27,7
100	38	26,2	27,0	28,2	29,2	26,6	29,3	25,6	24,4
125	36	22,2	23,1	24,3	25,4	22,6	25,5	21,6	20,3
160	34	16,9	17,8	19,0	20,1	17,2	20,3	16,1	14,8
200	32	13,3	14,3	15,6	16,8	13,7	16,9	12,5	11,1

Taulukko 11. VE2-layoutin mallinnuksen pienitaajuinen melu sisätiloissa tarkastelupisteiden A-H kohdalla.

Hz	Yöaikainen toimenpideraja (klo 22–07) L _{eq, 1h} /dB	A	B	C	D	E	F	G	H
20	74	42,3	42,9	45,0	43,2	42,1	41,5	37,2	35,9
25	64	40,8	41,3	43,5	41,6	40,6	39,9	35,6	34,2
31,5	56	39,1	39,7	41,9	40,0	38,9	38,3	34,0	32,6
40	49	37,7	38,3	40,5	38,6	37,5	36,9	32,5	31,1
50	44	36,2	36,8	38,9	37,1	36,0	35,3	30,9	29,5
63	42	34,0	34,6	36,8	34,9	33,8	33,1	28,6	27,2
80	40	31,0	31,6	33,9	31,9	30,8	30,2	25,6	24,1
100	38	27,4	28,1	30,3	28,4	27,2	26,5	21,8	20,2
125	36	23,1	23,7	26,1	24,1	22,9	22,1	17,1	15,4
160	34	17,4	18,1	20,6	18,4	17,2	16,4	11,0	9,1
200	32	13,6	14,4	17,0	14,8	13,4	12,6	6,6	4,5

Taulukko 12. VE1-layoutin mallinnuksen pienitaajuinen melu ulkotiloissa tarkastelupisteiden A-H kohdalla

Hz	A	B	C	D	E	F	G	H
20	44,8	45,6	46,6	47,6	45,2	47,7	44,3	43,2
25	44,7	45,4	45,5	47,5	45,0	47,6	44,1	43,0
31,5	44,5	45,3	46,3	47,4	44,9	47,5	43,9	42,9
40	44,8	45,6	46,7	47,7	45,2	47,8	44,3	43,2
50	45,0	45,8	46,8	47,9	45,4	48,0	44,4	43,3
63	44,9	45,7	46,7	47,8	45,3	47,9	44,3	43,2
80	44,2	45,0	46,1	47,2	44,6	47,3	43,6	42,5
100	43,0	43,8	45,0	46,0	43,4	46,1	42,4	41,2
125	41,0	41,9	43,1	44,2	41,4	44,3	40,4	39,1
160	38,0	38,9	40,1	41,2	38,3	41,4	37,2	35,9
200	36,1	37,1	38,4	39,6	36,5	39,7	35,3	33,9

Taulukko 13. VE2-layoutin mallinnuksen pienitaajuinen melu ulkotiloissa tarkastelupisteiden A-H kohdalla.

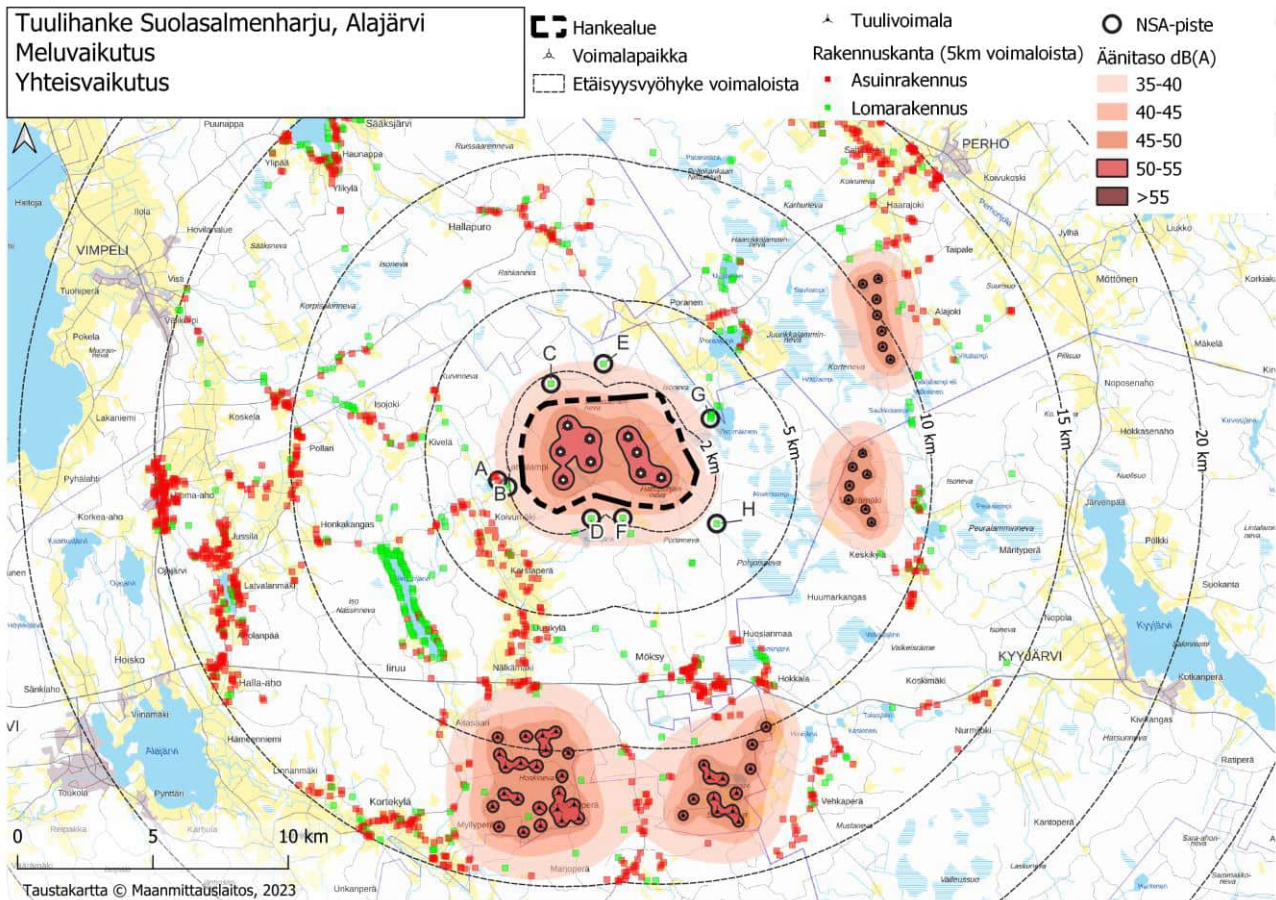
Hz	A	B	C	D	E	F	G	H
20	49,9	50,5	52,6	50,8	49,7	49,1	44,8	43,5
25	49,1	49,6	51,8	49,9	48,9	48,2	43,9	42,5

31,5	48,3	48,9	51,1	49,2	48,1	47,5	43,2	41,8
40	48,0	48,6	50,8	48,9	47,8	47,2	42,8	41,4
50	47,7	48,3	50,4	48,6	47,5	46,8	42,4	41,0
63	47,0	47,6	49,8	47,9	46,8	46,1	41,6	40,2
80	45,8	46,4	48,7	46,7	45,6	45,0	40,4	38,9
100	44,2	44,9	47,1	45,2	44,0	43,3	38,6	37,0
125	41,9	42,5	44,9	42,9	41,7	40,9	35,9	34,2
160	38,5	39,2	41,7	39,5	38,3	37,5	32,1	30,2
200	36,4	37,2	39,8	37,6	36,2	35,4	29,4	27,3

5.3 Yhteisvaikutusmallinnus

Suolasalmenharjun hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 melun yhteisvaikutuksia tarkasteltiin mallintaen Möksyn ja Louhukankaan sekä Alajoki-Peuralinnan tuulivoimapuistojen kanssa. Yhteisvaikutusmallinnuksissa käytettyjen tuulivoimaloiden määrät, lähtömelutasot, napakorkeudet, roottorin halkaisijat ja voimalatyypit on esitetty taulukossa 5. Yhteisvaikutusten arvioinnin voimaloiden sijaintikoordinaatit on esitetty liitteiden 2 ja 4 mallinnustulosteissa.

Kuvassa 6 on esitetty Suolasalmenharjun VE1:n yhteismelumallinnuksen mukainen meluvyöhykekartta. Yhteisvaikutusmallinnustulosten perusteella VNa 1107/2015 mukainen 40 dB(A):n ohjearvo ei ylitä Suolasalmenharjun tuulivoimapuiston vaikutusalueen asuin- tai lomarakennusten kohdalla tuulivoimaloiden toiminnasta syntyvän melun vuoksi.



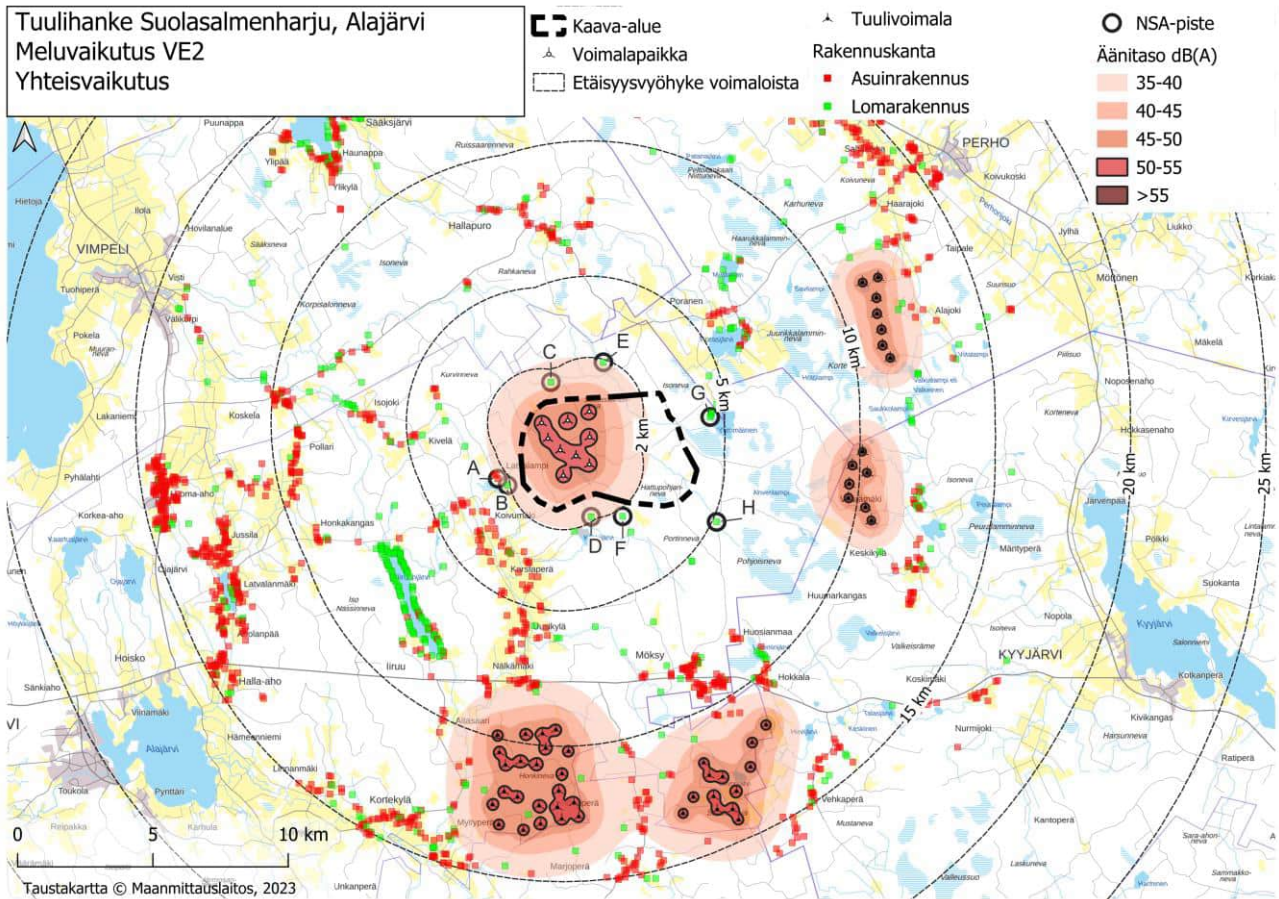
Kuva 6. VE1-layoutin melun yhteisvaikutusmallinnuksen mukainen meluvyöhykekartta

Korkein mallinnuksen tarkastelupisteen melutaso on VE1 yhteisvaikutusmallinnustuloksien perusteella tarkastelupisteen F kohdalla, jossa melutaso on 39,0 dB(A). Matalin melutaso tarkastelupisteiden kohdalla on mallinnustuloksien perusteella tarkastelupisteen H kohdalla, jossa melutaso on 33,0 dB(A). (Taulukko 14)

Taulukko 14. Suolasalmenharjun VE1:n yhteisvaikutusmallinnuksen melutasot tarkasteltujen rakennusten kohdalla.

Tarkastelupiste	Ohjearvo (dB(A))	VE1 yhteisvaikutusten mallinnus(dB(A))
A	40	35,0
B	40	36,2
C	40	37,7
D	40	38,9
E	40	35,2
F	40	39,0
G	40	34,3
H	40	33,0

Kuvassa 7 on esitetty Suolasalmenharjun VE2:n yhteismelumallinnuksen mukainen meluvyöhykekartta. Yhteisvaikutusmallinnustulosten perusteella VNa 1107/2015 mukainen 40 dB(A):n ohjearvo ei ylitä Suolasalmenharjun tuulivoimapuiston vaikutusalueen asuin- tai lomarakennusten kohdalla tuulivoimaloiden toiminnasta syntyvän melun vuoksi.



Kuva 7. VE2-layoutin melun yhteisvaikutusmallinnuksen mukainen meluvyöhykekartta

Korkein mallinnuksen tarkastelupisteen melutaso on VE2 yhteisvaikutusmallinnustuloksien perusteella tarkastelupisteen C kohdalla, jossa melutaso on 38,9 dB(A). Matalin melutaso tarkastelupisteiden kohdalla on mallinnustuloksien perusteella tarkastelupisteen H kohdalla, jossa melutaso on 27,8 dB(A). (Taulukko 15)

Taulukko 15. Suolasalmenharjun VE2:n yhteisvaikutusmallinnuksen melutasot tarkasteltujen rakennusten kohdalla.

Tarkastelupiste	Ohjearvo (dB(A))	VE2 yhteisvaikutusten mallinnus(dB(A))
A	40	35,2
B	40	36,0
C	40	38,9
D	40	36,6
E	40	35,0
F	40	34,2
G	40	28,9
H	40	27,8

Suolasalmenharjun VE1 ja VE2 yhteisvaikutusmallinnustuloksien perusteella Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetuksen (545/2015) sisältämät toimenpideraja-arvot yöaikaiselle pienitaajuiselle sisämelulle eivät ylitä mallinnuksen tarkastelupisteiden kohdalla kummankaan tarkastellun hankevaihtoehdon mallinnuksissa (Taulukko 16 ja 17). Taulukoissa 18 ja 19 on esitetty Suolasalmenharjun VE1 ja VE2 yhteisvaikutusmallinnuksien tuloksien mukainen pienitaajuinen melu ulkotiloissa tarkastelupisteiden kohdalla.

Taulukko 16. Suolasalmenharjun VE1 yhteisvaikutusmelumallinnuksen pienitaajuinen melu sisätiloissa tarkastelupisteiden A-H kohdalla.

Hz	Yöaikainen toimenpideraja (klo 22–07) $L_{eq, 1h}/dB$	A	B	C	D	E	F	G	H
20	74	39,5	40,0	40,3	41,8	39,5	41,9	40,1	40,3
25	64	38,0	38,6	39,1	40,5	38,1	40,6	38,4	38,4
31,5	56	36,6	37,2	37,8	39,1	36,7	39,3	36,8	36,7
40	49	35,5	36,2	36,9	38,1	35,6	38,2	35,5	35,1
50	44	34,2	34,9	35,7	36,9	34,4	37,0	33,9	33,4
63	42	32,3	33,1	34,0	35,1	32,6	35,3	32,1	31,4
80	40	29,8	30,5	31,5	32,6	30,0	32,7	29,3	28,6
100	38	26,5	27,3	28,3	29,4	26,8	29,5	26,0	25,1
125	36	22,4	23,3	24,4	25,5	22,7	25,6	21,9	21,0
160	34	17,0	17,9	19,1	20,2	17,3	20,4	16,4	15,3
200	32	13,4	14,4	15,7	16,8	13,7	17,0	12,7	11,5

Taulukko 17. Suolasalmenharjun VE2:n yhteisvaikutusmelumallinnuksen pienitaajuinen melu sisätiloissa tarkastelupisteiden A-H kohdalla.

Hz	Yöaikainen toimenpideraja (klo 22–07) L _{eq, 1h} /dB	A	B	C	D	E	F	G	H
20	74	43,1	43,7	45,4	44,1	42,9	42,9	40,4	40,4
25	64	41,4	42,0	43,8	42,4	41,2	41,1	38,4	38,2
31,5	56	39,7	40,3	42,1	40,7	39,4	39,3	36,4	36,2
40	49	38,2	38,8	40,7	39,2	37,9	37,7	34,5	34,2
50	44	36,5	37,1	39,1	37,5	36,3	36,0	32,5	32,0
63	42	34,3	34,8	36,9	35,2	34,0	33,7	30,0	29,4
80	40	31,3	31,9	33,9	32,2	31,0	30,6	26,6	25,9
100	38	27,6	28,2	30,4	28,6	27,4	26,9	22,7	21,9
125	36	23,2	23,9	26,1	24,3	23,0	22,5	18,1	17,2
160	34	17,5	18,2	20,6	18,6	17,3	16,7	11,8	10,8
200	32	13,7	14,4	17,0	14,9	13,5	12,8	7,3	6,0

Taulukko 18. Suolasalmenharjun VE1:n yhteisvaikutusmelumallinnuksen pienitaajuinen melu ulkotiloissa tarkastelupisteiden A-H kohdalla

Hz	A	B	C	D	E	F	G	H
20	47,1	47,6	47,9	49,4	47,1	49,5	47,7	47,9
25	46,3	46,9	47,4	48,8	46,4	48,9	46,7	46,7
31,5	45,8	46,4	47,0	48,3	45,9	48,5	46,0	45,9
40	45,8	46,5	47,2	48,4	45,9	48,5	45,8	45,4
50	45,7	46,4	47,2	48,4	45,9	48,5	45,4	44,9
63	45,3	46,1	47,0	48,1	45,6	48,3	45,1	44,4
80	44,6	45,3	46,3	47,4	44,8	47,5	44,1	43,4
100	43,3	44,1	45,1	46,2	43,6	46,3	42,8	41,9
125	41,2	42,1	43,2	44,3	41,5	44,4	40,7	39,8
160	38,1	39,0	40,2	41,3	38,4	41,5	37,5	36,4
200	36,2	37,2	38,5	39,6	36,5	39,8	35,5	34,3

Taulukko 19. Suolasalmenharjun VE2:n yhteisvaikutusmelumallinnuksen pienitaajuinen melu ulkotiloissa tarkastelupisteiden A-H kohdalla.

Hz	A	B	C	D	E	F	G	H
20	50,7	51,3	53,0	51,7	50,5	50,5	48,0	48,0
25	49,7	50,3	52,1	50,7	49,5	49,4	46,7	46,5
31,5	48,9	49,5	51,3	49,9	48,6	48,5	45,6	45,4
40	48,5	49,1	51,0	49,5	48,2	48,0	44,8	44,5
50	48,0	48,6	50,6	49,0	47,8	47,5	44,0	43,5
63	47,3	47,8	49,9	48,2	47,0	46,7	43,0	42,4
80	46,1	46,7	48,7	47,0	45,8	45,4	41,4	40,7
100	44,4	45,0	47,2	45,4	44,2	43,7	39,5	38,7
125	42,0	42,7	44,9	43,1	41,8	41,3	36,9	36,0
160	38,6	39,3	41,7	39,7	38,4	37,8	32,9	31,9
200	36,5	37,2	39,8	37,7	36,3	35,6	30,1	28,8

5.4 Epävarmuustekijät

Mallinnuksessa on käytetty standardien mukaista menetelmää ja se on tehty ympäristöministeriön ohjeiden mukaisesti. Mahdollista epävarmuutta voi syntyä lähtötietojen ja käytetyn aineiston epävarmuudesta.

6. Yhteenveto

Tämä meluselvitys tehtiin Suolasalmenharjun tuulivoimapuistolle Alajärvelle. Melumallinnus tehtiin windPRO-ohjelmistolla ympäristöministeriön ohjeistusta noudattaen. Tässä meluselvityksessä tarkasteltiin Suolasalmenharjun hankevaihtoehtoja VE1 ja VE2, joissa molemmissa vaihtoehdoissa suunniteltu voimalamäärä on 9 tuulivoimalaa. Tuulivoimaloiden toiminnan meluvaikutuksia on arvioitu melun leviämismallilaskelmien avulla. Lisäksi rakennuksiin kohdistuvia meluvaikutuksia on tarkemmin tutkittu kahdeksassa eri pisteessä tuulivoimaloiden läheisyydessä.

Suolasalmenharjun hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 melumallinnustulosten perusteella Suolasalmenharjun vaikutusalueen asuin- tai lomarakennuksien kohdalla ei ylittynyt VNa 1107/2015 mukainen 40 dB(A):n ohjearvo kummankaan hankevaihtoehdon mallinnuksessa. Lisäksi Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetuksen (545/2015) sisältämät toimenpideraja-arvot yöaikaiselle pienitaajuiselle sisämelulle eivät ylittyneet tarkastelurakennuksien (A-H) kohdalla Suolasalmenharjun VE1 ja VE2 mallinnuksissa.

Meluselvityksessä tarkasteltiin myös tuulivoimamelun yhteisvaikutuksia Möksyn ja Louhukankaan sekä Alajoki-Peuralinnan tuulivoimapuistojen kanssa. Suolasalmenharjun hankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 melun yhteisvaikutusmallinnuksien tulosten perusteella Suolasalmenharjun vaikutusalueen asuin- tai lomarakennuksien kohdalla ei ylittynyt VNa 1107/2015 mukainen 40 dB(A):n ohjearvo kummankaan hankevaihtoehdon yhteisvaikutusmallinnuksessa. Lisäksi Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetuksen (545/2015) sisältämät toimenpideraja-arvot yöaikaiselle pienitaajuiselle sisämelulle eivät ylittyneet Suolasalmenharjun vaikutusalueen asuin- tai lomarakennuksien kohdalla kummankaan Suolasalmenharjun hankevaihtoehdon (VE1 ja VE2) melun yhteisvaikutusmallinnuksissa.

7. Mallinnustietojen raportti

Suolasalmenharjun VE1 voimaloiden lähtötiedot

RAPORTIN JA RAPORTTOIJAN TIEDOT				*tarkentavat tiedot voi esittää kartalla tai muissa liitteissä			
Mallinnusraportin numero/tunniste:				Raportin hyväksyntäpäivämäärä: 24.04.2024			
Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: Sweco Finland Oy, Ilmalanportti 2, 00240 Helsinki							
Vastuhenkilöt: Juho Ali-Tolppa							
Laatija: Juho Ali-Tolppa				Tarkastaja/hyväksyjä: Tuomo Pynnönen			
MALLINUSOHJELMAN TIEDOT							
Mallinnusohjelma ja versio: windPRO 3.6				Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2			
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN) TIEDOT							
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas				Tyyppi: V172-7.2 MW (PO7200-0S, blades without serrated trailing edges)		Sarjanumero/t:	
Nimellisteho: 7.2 MW		Napakorkeus: 180 m		Roottorin halkaisija: 240 m		Tornin tyyppi:	
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun							
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä			
Kyllä	dB	Kyllä	dB			dB	
Ei	Ei tiedossa	Ei	Ei tiedossa			dB	
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Melupäästötiedot Vestas V172 7.2 MW (PO7200-0S, blades without serrated trailing edges).							
Tiedot perustuvat dokumenttiin: Third octave noise emission EnVentus™ V172-7.2 MW 50/60 Hz (doc nro 0128_4336_00) 2022-06-30							
Alla esitettyihin arvoihin on lisätty vielä 2 dB:n varmuusarvo mallinuksissa.							
Oktaaveittain [Hz], dB(A)		1/3-oktaaveittain [Hz], dB(A)					
31,5		20	59,2	200	98,4	2000	94,5
63	91,0	25	65,1	250	99,4	2500	92,2
125	99,9	31,5	70,5	315	99,8	3150	89,4
250	104	40	75,9	400	100,2	4000	86,3
500	105	50	80,8	500	100,2	5000	82,8
1000	103,8	63	85,2	630	100,3	6300	79,0
2000	99,5	80	89,0	800	99,9	8000	74,7

4000	91,8	100	92,2	1000	99,1	10000	70,1
8000	80,8	125	94,9	1250	98,0		
		160	96,9	1600	96,4		
Melun erityispiirteiden mittaustulos ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)		Muu, mikä	
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei
Akustiset tiedot/laskennan lähtötiedot							
Laskenta korkeus				Laskentaruudun koko [m-m]			
4,0 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 absorptio ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet							
ISO 9613-2				HUOM			
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): neutraali			Muu, mikä ja miksi				
Sääolosuhteiden huomiointi; laskennassa käytetty tuulen tilastollinen jakauma							
Tuulen suunta: 0–360 °				Tuulen nopeus: 8 m/s (10m korkeudella)			
Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen							
Vapaa avaruus: kyllä			Muu, mikä ja miksi:				
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet. lkm (ilman meluntorjuntaa/voimalan ohjausta)							
Asuinrakennukset: 0 kpl	Vapaa-ajan rakennukset: 0 kpl			Hoito- ja oppilaitokset: 0 kpl			
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, lkm (meluntorjunta/voimalan ohjaus huomioiden)							
Asuinrakennukset: 0 kpl	Vapaa-ajan rakennukset: 0 kpl			Hoito- ja oppilaitokset: 0 kpl			
Melun leviäminen virkistys- tai luonnonsuojelualueille							
Virkistysalueet: 0 kpl				Luonnonsuojelualueet: 0 kpl			
Pienitaajuisen melun laskentamenetelmä: windPRO 3.6, DECIBEL-moduuli, Finland Low Frequency - laskentamalli							
Suolasalmenharjun pienitaajuisen melun laskentatulokset on esitetty kappaleessa 5.2.							

--

Suolasalmenharjun VE2 voimaloiden lähtötiedot

RAPORTIN JA RAPORTOIJAN TIEDOT		*tarkentavat tiedot voi esittää kartalla tai muissa liitteissä					
Mallinnusraportin numero/tunniste:		Raportin hyväksyntäpäivämäärä: 24.04.2024					
Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: Sweco Finland Oy, Ilmalanportti 2, 00240 Helsinki							
Vastuuhenkilöt: Juho Ali-Tolppa							
Laatija: Juho Ali-Tolppa				Tarkastaja/hyväksyjä: Tuomo Pynnönen			
MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT							
Mallinnusohjelma ja versio: windPRO 3.6				Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2			
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN) TIEDOT							
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas				Tyyppi: V172-7.2 MW (PO7200, blades with serrated trailing edges)		Sarjanumero/t:	
Nimellisteho: 7.2 MW		Napakorkeus: 180 m		Roottorin halkaisija: 180 m		Tornin tyyppi:	
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun							
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä			
Kyllä	dB	Kyllä	dB			dB	
Ei	Ei tiedossa	Ei	Ei tiedossa			dB	
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Melupäästötiedot Vestas V172 7.2 MW (PO7200, blades with serrated trailing edges).							
Tiedot perustuvat dokumenttiin: Third octave noise emission EnVentus™ V172-7.2 MW 50/60 Hz (doc nro 0128_4336_00) 2022-06-30							
Alla esitettyihin arvoihin on lisätty vielä 2,5 dB:n varmuusarvo mallinuksissa.							
Oktaaveittain [Hz], dB(A)		1/3-oktaaveittain [Hz], dB(A)					
31,5		20	62,1	200	96,1	2000	90,2
63	90,5	25	67,3	250	96,7	2500	87,9
125	98,2	31,5	72,1	315	96,8	3150	85,2
250	101,3	40	76,8	400	97,0	4000	82,2
500	101,5	50	81,2	500	96,7	5000	78,8
1000	99,8	63	85,0	630	96,5	6300	75,0
2000	95,2	80	88,3	800	96,0	8000	70,9
4000	87,6	100	91,1	1000	95,1	10000	66,4

8000	76,9	125	93,3	1250	93,8		
		160	95,0	1600	92,2		
Melun erityispiirteiden mittaustiedot ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)		Muu, mikä	
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei
Akustiset tiedot/laskennan lähtötiedot							
Laskenta korkeus				Laskentaruudun koko [m·m]			
4,0 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 absorptio ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet							
ISO 9613-2				HUOM			
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): neutraali				Muu, mikä ja miksi:			
Sääolosuhteiden huomiointi; laskennassa käytetty tuulen tilastollinen jakauma							
Tuulen suunta: 0–360 °				Tuulen nopeus: 8 m/s (10m korkeudella)			
Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen							
Vapaa avaruus: kyllä				Muu, mikä ja miksi:			
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet. lkm (ilman meluntorjuntaa/voimalan ohjausta)							
Asuinrakennukset: 0 kpl	Vapaa-ajan rakennukset: 0 kpl			Hoito- ja oppilaitokset: 0 kpl			
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, lkm (meluntorjunta/voimalan ohjaus huomioiden)							
Asuinrakennukset: 0 kpl	Vapaa-ajan rakennukset: 0 kpl			Hoito- ja oppilaitokset: 0 kpl			
Melun leviäminen virkistys- tai luonnonsuojelualueille							
Virkistysalueet: 0 kpl				Luonnonsuojelualueet: 0 kpl			
Pienitaajuisen melun laskentamenetelmä: windPRO 3.6, DECIBEL-moduuli, Finland Low Frequency - laskentamalli							
Suolasalmenharjun pienitaajuisen melun laskentatulokset on esitetty kappaleessa 5.2.							

Yhteisvaikutusmallinnuksien voimaloiden lähtötiedot

Möksy (M01, M02, M04, M07, M13)

RAPORTIN JA RAPORTOIJAN TIEDOT				*tarkentavat tiedot voi esittää kartalla tai muissa liitteissä			
Mallinnusraportin numero/tunniste:			Raportin hyväksyntäpäivämäärä: 24.04.2024				
Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: Sweco Finland Oy, Ilmalanportti 2, 00240 Helsinki							
Vastuhenkilöt: Juho Ali-Tolppa							
Laatija: Juho Ali-Tolppa			Tarkastaja/hyväksyjä: Tuomo Pynnönen				
MALLINUSOHJELMAN TIEDOT							
Mallinnusohjelma ja versio:			Mallinnusmenetelmä:				
windPRO 3.6			ISO 9613-2				
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN) TIEDOT							
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas			Tyyppi: V162 MW PO6000		Sarjanumero/t:		
Nimellisteho:		Napakorkeus:		Roottorin halkaisija:		Tornin tyyppi:	
6.0 MW		139 m		162 m		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							
Tiedot perustuvat mallinnusraporttiin: Numerola Oy: Tuulivoimahankkeen melu- ja välkeseelvitys: turbiinityypit V162-6.2 MW ja V162-6.0 MW. Alajärvi – Louhukangas ja Möksy. 23.11.2021. TV-2021-188-1.							
Mallinnusraportissa (TV-2021-188-1) esitetyt mallinnuksen akustiset tiedot perustuvat dokumenttiin:							
Third octave noise emission EnVentus™ V162-6.0 MW. Document no 0095-3732_01, 2020-11-03.							
Oktaaveittain [Hz]		1/3-oktaaveittain [Hz]					
31,5		20	62,4	200	93,4	2000	91,7
63	87,4	25	66,8	250	94,7	2500	89,8
125	94,9	31,5	71,1	315	95,7	3150	87,5
250	99,5	40	75,2	400	96,3	4000	84,7
500	101,3	50	78,7	500	96,7	5000	81,9
1000	100,4	63	82,0	630	96,7	6300	78,6
2000	96,6	80	85,0	800	96,3	8000	74,8
4000	90,1	100	87,5	1000	95,7	10000	71,0
8000	80,6	125	89,8	1250	94,7		

	160	91,9	1600	93,3		
Melun erityispiirteiden mittaustulos ja havainnot:						
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)		Muu, mikä
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä ei
Akustiset tiedot/laskennan lähtötiedot						
Laskenta korkeus				Laskentaruudun koko [m·m]		
4,0 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 absorptio ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet						
ISO 9613-2			HUOM			
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): neutraali			Muu, mikä ja miksi			
Sääolosuhteiden huomiointi; laskennassa käytetty tuulen tilastollinen jakauma						
Tuulen suunta: 0–360 °				Tuulen nopeus: 8 m/s (10 metrin korkeudella)		
Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen						
Vapaa avaruus: kyllä			Muu, mikä ja miksi:			
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet. Ikkm (ilman meluntorjuntaa/voimalan ohjausta)						
Asuinrakennukset: kpl	Vapaa-ajan rakennukset: kpl			Hoito- ja oppilaitokset: kpl		
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, Ikkm (meluntorjunta/voimalan ohjaus huomioiden)						
Asuinrakennukset: kpl	Vapaa-ajan rakennukset: kpl			Hoito- ja oppilaitokset: kpl		
Melun leviäminen virkistys- tai luonnonsuojelualueille						
Virkistysalueet: kpl				Luonnonsuojelualueet: kpl		
Pienitaajuisen melun laskentamenetelmä: windPRO 3.6, DECIBEL-moduuli, Finland Low Frequency - laskentamalli						
Yhteisvaikutusmallinnuksen pienitaajuisen melun laskentatulokset on esitetty kappaleessa 5.3.						

Möksy (M05, M08, M09, M11, M12, M14, M15) ja Louhukangas

RAPORTIN JA RAPORTOIJAN TIEDOT				*tarkentavat tiedot voi esittää kartalla tai muissa liitteissä			
Mallinnusraportin numero/tunniste:				Raportin hyväksyntäpäivämäärä: 24.4.2024			
Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: Sweco Finland Oy, Ilmalanportti 2, 00240 Helsinki							
Vastuhenkilöt: Juho Ali-Tolppa							
Laatija: Juho Ali-Tolppa				Tarkastaja/hyväksyjä: Tuomo Pynnönen			
MALLINUSOHJELMAN TIEDOT							
Mallinnusohjelma ja versio: windPRO 3.6				Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2			
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN) TIEDOT							
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas				Tyyppi: V162-6.2 MW PO6200		Sarjanumero/t:	
Nimellisteho: 6.2 MW		Napakorkeus: 139 m		Roottorin halkaisija: 162 m		Tornin tyyppi: Putkitorni	
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun							
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä			
Kyllä	dB	Kyllä	dB			dB	
Ei	Ei tiedossa	Ei	Ei tiedossa			dB	
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Tiedot perustuvat mallinnusraporttiin: <i>Numerola Oy: Tuulivoimahankkeen melu- ja välkeseelvitys: turbiinityypit V162-6.2 MW ja V162-6.0 MW. Alajärvi – Louhukangas ja Möksy. 23.11.2021. TV-2021-188-1.</i>							
Mallinnusraportissa (TV-2021-188-1) esitetyt mallinnuksen akustiset tiedot perustuvat dokumenttiin: Third octave noise emission EnVentus™ V162-6.2 MW. Document no 0105-5200_00, 2020-06-22.							
Oktaaveittain [Hz]		1/3-oktaaveittain [Hz]					
31,5		20	62,9	200	93,9	2000	92,2
63	87,9	25	67,3	250	95,2	2500	90,3
125	95,4	31,5	71,6	315	96,2	3150	88,0
250	100,0	40	75,7	400	96,8	4000	85,3
500	101,8	50	79,2	500	97,2	5000	82,4
1000	100,9	63	82,5	630	97,2	6300	79,1
2000	97,1	80	85,5	800	96,8	8000	75,4
4000	90,6	100	88,0	1000	96,2	10000	71,5
8000	81,1	125	90,3	1250	95,2		

	160	92,4	1600	93,8		
Melun erityispiirteiden mittaustulos ja havainnot:						
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)		Muu, mikä
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä ei
Akustiset tiedot/laskennan lähtötiedot						
Laskenta korkeus				Laskentaruudun koko [m·m]		
4,0 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 absorptio ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet						
ISO 9613-2			HUOM			
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): neutraali			Muu, mikä ja miksi			
Sääolosuhteiden huomiointi; laskennassa käytetty tuulen tilastollinen jakauma						
Tuulen suunta: 0–360 °				Tuulen nopeus: 8 m/s (10 m korkeudella)		
Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen						
Vapaa avaruus: kyllä			Muu, mikä ja miksi:			
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet. Ikkm (ilman meluntorjuntaa/voimalan ohjausta)						
Asuinrakennukset: kpl	Vapaa-ajan rakennukset: kpl			Hoito- ja oppilaitokset: kpl		
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, Ikkm (meluntorjunta/voimalan ohjaus huomioiden)						
Asuinrakennukset: kpl	Vapaa-ajan rakennukset: kpl			Hoito- ja oppilaitokset: kpl		
Melun leviäminen virkistys- tai luonnonsuojelualueille						
Virkistysalueet: kpl				Luonnonsuojelualueet: kpl		
Pienitaajuisen melun laskentamenetelmä: windPRO 3.6, Decibel-moduuli, Finland Low Frequency - laskentamalli						
Yhteisvaikutusmallinnuksen pienitaajuisen melun laskentatulokset on esitetty kappaleessa 5.3.						

Alajoki-Peuralinna

RAPORTIN JA RAPORTOIJAN TIEDOT								*tarkentavat tiedot voi esittää kartalla tai muissa liitteissä							
Mallinnusraportin numero/tunniste:				Raportin hyväksyntäpäivämäärä: 24.4.2024											
Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: Sweco Finland Oy, Ilmalanportti 2, 00240 Helsinki															
Vastuhenkilöt: Juho Ali-Tolppa															
Laatija: Juho Ali-Tolppa				Tarkastaja/hyväksyjä: Tuomo Pynnönen											
MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT															
Mallinnusohjelma ja versio: windPRO 3.6				Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2											
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN) TIEDOT															
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas				Tyyppi: Siemens Gamesa SG6.0–155				Sarjanumero/t:							
Nimellisteho: 6,6 MW		Napakorkeus: 162,9 m		Roottorin halkaisija: 155 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															
Tiedot perustuvat meluselvitysraportin ”FCG: Kämpäkankaan tuulivoimahanke, melu- ja varjostusmallinnusraportti, 30.5.2023” sivun 7 Alajoki-Peuralinnan tuulivoimapuiston voimaloille esitettyyn 1/3-oktaavijakaumaan.															
Meluselvitysraportin ”FCG: Kämpäkankaan tuulivoimahanke, melu- ja varjostusmallinnusraportti, 30.5.2023” sivun 7 akustiset tiedot perustuvat asiakirjaan: SG-F18.16-IN-01318_R01, 2021-11-09															
Alla esitettyihin arvoihin on vielä mallinnoissa lisätty Alajoki-Peuralinnan rakennuslupavaiheen meluselvityksessä käytetty 1,5 dB:n varmuusarvo. (Numerola, 2021a)															
Oktaaveittain [Hz]		1/3-oktaaveittain [Hz]													
31,5		20	61,7	200	89,4	2000	95,0								
63	84,6	25	66,1	250	92,2	2500	92,4								
125	92,0	31,5	70,1	315	93,2	3150	90,2								
250	96,6	40	73,6	400	93,5	4000	87,0								
500	98,9	50	76,5	500	94,3	5000	82,6								
1000	98,7	63	80,0	630	94,5	6300	76,3								
2000	99,0	80	81,5	800	93,3	8000	70,4								
4000	92,4	100	84,4	1000	94,2	10000	60,5								
8000	77,4	125	87,5	1250	94,3										

	160	88,8	1600	94,9		
Melun erityispiirteiden mittaustulos ja havainnot:						
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)		Muu, mikä
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä ei
Akustiset tiedot/laskennan lähtötiedot						
Laskenta korkeus				Laskentaruudun koko [m-m]		
4,0 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 absorptio ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet						
ISO 9613-2			HUOM			
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): neutraali			Muu, mikä ja miksi			
Sääolosuhteiden huomiointi; laskennassa käytetty tuulen tilastollinen jakauma						
Tuulen suunta: 0–360 °				Tuulen nopeus: 8 m/s (10 m korkeudella)		
Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen						
Vapaa avaruus: kyllä			Muu, mikä ja miksi:			
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet. Ik _m (ilman meluntorjuntaa/voimalan ohjausta)						
Asuinrakennukset: kpl	Vapaa-ajan rakennukset: kpl			Hoito- ja oppilaitokset: kpl		
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, Ik _m (meluntorjunta/voimalan ohjaus huomioiden)						
Asuinrakennukset: kpl	Vapaa-ajan rakennukset: kpl			Hoito- ja oppilaitokset: kpl		
Melun leviäminen virkistys- tai luonnonsuojelualueille						
Virkistysalueet: kpl				Luonnonsuojelualueet: kpl		
Pienitaajuisen melun laskentamenetelmä:						
Yhteisvaikutusmallinnuksen pienitaajuisen melun laskentatulokset on esitetty kappaleessa 5.3.						

8. Lähteet

Di Napoli, C., 2007. Tuulivoimaloiden melun syntytavat ja leviäminen. Suomen ympäristö, 4/2007.

FCG, 2023. Kämpäkankaan tuulivoimahanke, Melu- ja varjostusmallinnusraportti, 30.05.2023.

<https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/Liite%204.%20Melu-%20ja%20varjostusmallinnusraportti.pdf>

Hongisto, V., Radun, J., Maula, H., Saarinen, P., Keränen, J., Alakoivu, R., 2022. Tuulivoiman ja tieliikenteen melun terveysvaikutukset. Ympäristö ja Terveys-lehti 1/2022, 53. vsk, s. 52–59.

Hongisto, V., Radun J., Rajala, V., Maula, H., Keränen, J., Saarinen, P., 2020. Miksi ympäristömelu häiritsee? Anojanssi-projektin loppuraportti. Turun ammattikorkeakoulun raportteja 265.

<https://www.turkuamk.fi/fi/tutkimus-kehitys-ja-innovaatiot/julkaisuhaku/41/>

Kuuloliitto ry, 2024. Vapaa-ajan melu. Saatavilla: <https://www.kuuloliitto.fi/vapaa-ajan-melu/> (luettu: 18.4.2024)

Numerola Oy, 2021a. Tuulivoimahankkeen melu- ja välkeselvitys, julkinen versio. Perho-Kyyjärvi – Alajoki-Peuralinna. TV-2020-424-1, 12.04.2021.

Numerola Oy, 2021b. Tuulivoimahankkeen melu- ja välkeselvitys: turbiinityypit V162-6.2 MW ja V162-6.0 MW. Alajärvi – Louhukangas ja Möksy. TV-2021-188-1, 23.11.2021.

Vestas, 2022. Third octave noise emission EnVentus™ V172-7.2MW 50/60 Hz. Document no 0128-4336_00. 30.06.2022.

Ympäristöministeriö, 2014. Tuulivoimaloiden melun mallintaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014.

Ympäristöministeriö, 2016a. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016.

Ympäristöministeriö, 2016b. Yhteenveto tuulivoimaloiden melupäästö takuuarvon käyttämisestä meluselvityksissä liittyvästä kyselystä, Dnro YM9/5511/2016.