

The logo for FCG, consisting of the letters 'FCG' in a bold, dark blue sans-serif font, followed by a small orange circle.

Finnish
Consulting
Group

Kärmekallion tuulivoimahanke, Sastamala

LIITE 7A: MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUSRAPORTTI

Sisällysluettelo

1	Melu- ja varjostusmallinnuksen tavoitteet.....	2
1.1	Lähtötiedot ja menetelmät	2
1.2	Melu	2
1.2.1	Melumallinnus ISO 9613-2	2
1.2.2	Pienitaajuinen melu	4
1.3	Varjostusmallinnus.....	5
1.4	Raja- ja ohjearvot	6
1.4.1	Melu	6
1.4.2	Varjostus	7
2	Melu- ja varjostusmallinnusten tulokset.....	7
2.1	Melu	7
2.1.1	Hankevaihtoehto VE1: Melun laskentatulokset (ISO 9613-2).....	7
2.1.2	Hankevaihtoehto VE2: Melun laskentatulokset (ISO 9613-2).....	9
2.1.3	Pienitaajuiset melutasot	10
2.2	Varjostus.....	12
2.2.1	Hankevaihtoehto VE1.....	12
2.2.2	Hankevaihtoehto VE2.....	15
	Lähteet	18

Liitteet (YVA-selostuksen liite 7B)

- Liite 1. Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2, YM 2 /2014 - Hankevaihtoehto VE1
- Liite 2. Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2, YM 2 /2014 - Hankevaihtoehto VE2
- Liite 3. Pienitaajuisen melun rakennuskohtaiset arvot - Hankevaihtoehto VE1
- Liite 4. Pienitaajuisen melun rakennuskohtaiset arvot - Hankevaihtoehto VE2
- Liite 5. Varjostusmallinnuksen tulokset "Real Case, No forest" - Hankevaihtoehto VE1
- Liite 6. Varjostusmallinnuksen tulokset "Real Case, Luke forest" - Hankevaihtoehto VE1
- Liite 7. Varjostusmallinnuksen tulokset "Real Case, No forest" - Hankevaihtoehto VE2
- Liite 8. Varjostusmallinnuksen tulokset "Real Case, Luke forest" - Hankevaihtoehto VE2

1.8.2024

1 Melu- ja varjostusmallinnuksen tavoitteet

Eurowind Energy Oy suunnittelee Kärmekallion tuulivoimahanketta Sastamalan kaupunkiin Pirkanmaan maakuntaan. Tuulivoimahankkeen aiheuttamia melu- ja varjostusvaikutuksia on arvioitu laatimalla mallinnukset tuulivoimaloiden aiheuttamista äänenpainetasoista ja varjostuksista. Mallinnusten tavoitteena on osoittaa, kuinka laajalle alueelle kyseiset vaikutukset ulottuvat ja arvioida vaikutukset lähiseudun ympärivuotiselle ja vapaa-ajan asutukselle.

Tuulivoimaloiden aiheuttamia melu- ja varjostusvaikutuksia on arvioitu WindPRO-ohjelmalla YVA-selostusvaiheen kahden hankevaihtoehdon VE1 ja VE2 voimaloiden sijoitussuunnitelmien mukaisesti. Melu- ja varjostusmallinnukset on laatinut YTM Henri Korhonen FCG Finnish Consulting Group Oy:stä ja laaduntarkastuksen on tehnyt ins. (AMK) Henna-Riikka Rintamäki.

1.1 Lähtötiedot ja menetelmät

1.2 Melu

1.2.1 Melumallinnus ISO 9613-2

Tuulivoimaloiden aiheuttamat äänenpainetasot on mallinnettu WindPRO-laskentaohjelman Decibel-moduulilla ISO 9613-2 standardin mukaisesti. Ympäristöministeriön (2014) tuulivoimaloiden melun mallintamista koskevan ohjeen mukaisesti tuulen nopeutena käytettiin kymmenen metrin korkeudella mitattuna 8 m/s, ilman lämpötilana 15 °C, ilmanpaineena 101,325 kPa, ilman suhteellisenä kosteutena 70 % ja maanpinnan kovuutena arvoa 0,4. Laskenta on tehty 4,0 metriä maan pinnan tasosta (Taulukko 1).

Taulukko 1 Käytetyt mallinnusparametrit ISO 9613-2 laskelmissa.

Akustiset tiedot/laskennan lähtötiedot		
Laskentakorkeus		Laskentaruudun koko [m·m]
ISO 9613-2: 4,0 metriä		25x25 metriä
Suhteellinen kosteus		Lämpötila
70 %	Muu, mikä ja miksi: -	ISO 9613-2: 15 C°
Maastomallin lähde ja tarkkuus		
Lähde: Maanmittauslaitoksen maastotietokanta		Vaakaresoluutio: 1,0 Pystyresoluutio: 0,5
Maan- ja vedenpinnan absorption ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet		
ISO 9613-2	0,4 / vesialueilla 0	Huom: -
Ilmakehän stabiilius laskennassa/meteorologinen korjaus		
Neutraali, (0): Neutraali		Muu, mikä ja miksi: -
Sääolosuhteiden huomiointi; laskennassa käytetty tuulen suunnat ja nopeus		
Tuulen suunta: 0–360°		Tuulen nopeus: Kymmenen metrin korkeudella mitattuna 8 m/s
Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen		
Vapaa avaruus: kyllä		Muu, mikä, miksi: -

Hankevaihtoehdoissa VE1 voimalamäärä on seitsemän kappaletta. Hankevaihtoehdossa VE2 voimalamäärä on pienempi, koostuen yhteensä viidestä tuulivoimalaitoksesta. Tuulivoimaloiden äänenpainetasot on mallinnettu molemmissa hankevaihtoehdoissa käyttäen SG 6.6-155 voimalaitosta (Taulukko 2). Molemmissa hankevaihtoehdoissa voimalaitosten napakorkeutena on käytetty 182,5 metriä, jolloin voimalaitosten

1.8.2024

kokonaiskorkeudeksi muodostuu 260 metriä. SG 6.6-155 voimalaitoksen valmistajan ilmoittama tuulivoimalan tuottama äänitehotaso on 103 dB(A) ja siihen on lisätty 2 dB(A) varmuusarvoksi.

Taulukko 2 Kärmevallion tuulivoimahankkeen mallinnusohjelma ja tuulivoimaloiden äänitehotasot voimalaitoksella SG 6.6-155 sekä melun erityispiirteet.

Mallinnusohjelman tiedot							
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO version 3.6				Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2			
Tuulivoimalan tiedot							
Tuulivoimalan valmistaja: Siemens Gamesa			Malli: SG 6.6-155			Sarjanumero/t: -	
Nimellisteho: 6,6 MW		Napakorkeus: 182,5 m		Roottorin halkaisija: 155 m		Tornin tyyppi: teräs/hybridi	
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun							
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä:			
Kyllä	dB	Kyllä	dB	Noise mode säätö:			Kyllä
Ei		Ei		Noise mode, lähtömelutaso			103 dB(A) + 2 dB (A)
Akustiset tiedot/laskennan lähtötiedot							
Noise Rev. 0_IEC ed. 3_230830_ExtID1446, Order n: TR-23-028							
<i>Lähtömelutasoon on lisätty varmuusarvoksi 2 dB(A)</i>							
Oktaaveittain [Hz], dB(A)		1/3-oktaaveittain [Hz], dB(A)					
		12,5		125	86,3	1 250	95,0
62,5	85,4	16		160	89,0	1 600	95,4
125	91,8	20	59,5	200	89,0	2 000	95,9
250	95,6	25	63,7	250	90,6	2 500	94,7
500	97,1	31,5	67,6	315	92,3	3 150	92,1
1 000	98,9	40	72,8	400	92,1	4 000	89,0
2 000	100,1	50	76,5	500	91,8	5 000	84,6
4 000	94,3	63	79,6	630	93,1	6 300	77,8
8 000	79,6	80	83,2	800	93,0	8 000	72,6
105 dB(A)		100	84,5	1 000	94,3	10 000	71,0
Melun erityispiirteiden mittausta ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / To- naalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)		Muu, Mikä:	
Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei

Melumallinnusten laskentatuloksia on havainnollistettu ns. keskiäänitasokarttojen avulla. Keskiäänitasokartoissa on melun keskiäänitaso- eli ekvivalenttiäänitasokäyrät (LAeq) 5 dB:n välein. Sen lisäksi mallinnuksessa on erikseen laskettu vaikutus tuulivoimahankkealueen ympäristössä oleviin herkkiin kohteisiin (laskentapistteet A-AB).

Laskentapistteet AA ja AB sijaitsevat hankealueella ja ovat Maanmittauslaitoksen maastotietokannan mukaan asuinrakennuksia. Hanketoimija käy tarvittaessa neuvotteluja rakennusten omistajien kanssa rakennusten käyttötarkoituksen muutoksesta tai siitä, että hankkeen melu- ja/tai varjostusvaikutukset ylittävät ohjeavot rakennusten kohdalla.

Suunnitellun voimalan numero 3 pohjoispuolella sijaitsee maastotietokannan mukaan yksi lomarakennus. Sastamalan kaupungin rakennusrekisterin mukaan kyseessä on kuitenkin varistorakennus (tieto saatu

1.8.2024

1.8.2024), joten rakennusta ei huomioida tässä raportissa ja siihen viitataan kartoissa muuna rakennuksena. Liitetiedostoina olevissa WindPRO -raporteissa se on huomioitu laskentapisteenä AC.

1.2.2 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuisella melulla tarkoitetaan häiritseväksi koettuja matalia ääniä. Pienitaajuinen melu laskettiin ympäristöministeriön (2014) ohjeen mukaisin menetelmin käyttäen voimalavalmistajalta saatuja arvioita niiden äänitehotasoista.

Ympäristöministeriön ohje antaa menetelmän pienitaajuisen melun laskentaan rakennusten ulkopuolelle. Ympäristöministeriön asetuksen 796/2017 mukaan asuin-, majoitus- tai potilashuoneiden uudisrakennuksissa ulkovaipan ääneneristykseen on oltava vähintään 30 desibeliä. Tällä oletuksella tuulivoimaloiden ulkomelutason alittaessa 40 dB(A), sisämelutaso pysyy toimenpiderajan alapuolella. Vanhemmat rakennukset eivät kuitenkaan välttämättä täytä asetuksen vaatimusta, joten asetuksen vaatimusta ei voida suoraan käyttää pienitaajuisen melun mallintamiseen.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista (545/2015) eli niin sanottu asumisterveysasetus antaa pienitaajuiselle melulle (20–200 Hz) toimenpiderajat asuinhuoneissa. Rakennusten sisälle kantautuva äänitaso arvioitiin Turun AMK:n (Keränen ym. 2019) julkistamien Anojanssi -projektin tulosten mukaisten ääneneristävyysarvoin, ja tuloksia verrattiin toimenpiderajoihin.

Anojanssi -projektissa mitattiin ilmaääneneristävyys standardin ISO 16283-3:2016 mukaan. Projektissa valittiin 13 pientaloa ja 26 julkisivurakennetta niin, että edustettuina oli kevyitä, raskaita, uusia ja vanhoja julkisivurakenteita. Tuloksista johdettiin 84 % percentiili, joka kertoo arvon, joka ylittyi 84 % mitatuista suomalaisista pientaloista. (Taulukko 3)

Taulukko 3 Suomalaisen pientalon julkisivun äänitasoeron alalikiarvo Anojanssi -projektin tulosten mukaisesti (Keränen ym 2019).

f [Hz]	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200
DL _σ [dB]	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13,0	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8

Pienitaajuisen melun laskelmassa huomioitiin maanpinnan muodon vaikutus ympäristöministeriön (2014) ohjeen mukaisesti. Tulokset on esitetty taajuuskohtaisena taulukkona hankealuetta ympäröiville asuin- ja lomarakennuksille (laskentapisteen A-AB).

Ohjeistuksen mukaiset mallinnustulokset vastaavat matalataajuisen melun tasoa ulkotiloissa, joten ne eivät ole suoraan verrannollisia Asumisterveysasetuksen arvoihin. Ulkomelutasojen avulla voidaan kuitenkin arvioida sisämelutasoja, kun rakennuksen vaipan ääneneristävyys tunnetaan riittävällä tarkkuudella. Yleisellä tasolla rakennusten ääneneristävydessä on suuria yksilöllisiä eroja pienillä taajuuksilla ja sisällä vallitsevaan äänitasoon vaikuttaa merkittävästi myös huoneen mitat sekä sisustus. Sisämelujen arviointi tehdään ainoastaan matalille taajuuksille, koska rakennusten ilmaääneneristys paranee keskimäärin korkeammilla taajuuksilla. Mikäli matalataajuisen sisämelun tasot pysyvät annetuissa toimenpiderajoissa, on todennäköistä, että myös kokonaismelutaso alittaa raja-arvot.

1.8.2024

1.3 Varjostusmallinnus

Tuulivoimaloiden varjostusvaikutukset on mallinnettu molemmissa hankevaihtoehdoissa käyttäen roottorin halkaisijaltaan 155 metristä voimalaitosta, jonka napakorkeus on 182,5 metriä. Kokonaiskorkeudeltaan voimalat ovat tällöin 260 metriä korkeita. (Taulukko 4)

Taulukko 4 Kärmevallion tuulivoimahankkeessa käytetty mallinnusohjelma ja tuulivoimaloiden koko varjostusmallinnuksissa.

Mallinnusohjelman tiedot			
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO versiot 3.6		Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2	
Tuulivoimalan valmistaja: Generic		Tyyppi: Generic RD155xHH182	Sarjanumero/t: -
Nimellisteho: -	Napakorkeus: 182,5 m	Roottorin halkaisija: 155 m	Tornin tyyppi: teräs/hybridi
Lavan maksimi leveys: 4,28 m	90 % säteelle laskettu lapaleveys: 1,27 m	Maksimivälke-etäisyys: 1 882 m	

Varjostusvaikutuksia mallinnettiin WindPRO-ohjelman Shadow-moduulilla. Laskennassa varjot huomioidaan, kun aurinko on yli kolme astetta horisontin yläpuolella. Varjoksi lasketaan tilanne, jossa lapa peittää vähintään 20 % auringosta.

Auringon keskimääräiset paistetunnit perustuvat Seinäjoen sääaseman mitattuihin säätietoihin vuosilta 1991–2020. Laskentojen tuulen suunta ja nopeusjakamana käytettiin NASA:n MERRA-dataa (Modern Era Retrospective-analysis for Research and Applications) (1993–2023) hankealueen läheisyydestä (Lon: 26,88, Lat: 63,50).

Varjostusmallin laskennassa on huomioitu hankealueen korkeustiedot, tuulivoimaloiden sijainnit, tuulivoimalan napakorkeudet ja roottorin halkaisija sekä hankealueen aikavyöhyke. Lisäksi myös lavan muoto ja leveys vaikuttavat maksimivälke-etäisyyteen, joka mallinnusohjelman mukaan on tälle laitosmallille noin 1 882 metriä. Mallinnuksessa otettiin huomioon auringon asema horisontissa eri kellon- ja vuodenaikoina, pilvisuus kuukausittain, eli kuinka paljon aurinko paistaa ollessaan horisontin yläpuolella, sekä tuulivoimalaitosten arvioitu vuotuinen käyttöaika.

Varjostuksen tarkastelukorkeutena lähialueen asuin- tai lomarakennusten pihapiirissä käytettiin 1,0 metriä ja laskenta-alueen kokoa 5,0 x 5,0 metriä. Laskentaikkunoiden suunnat asennettiin voimaloita kohti ns. greenhouse mode:lla. Mallinnus tehtiin niin sanotulle todelliselle tilanteelle (Real Case), jossa puuston suojaava vaikutusta ei huomioitu (Real Case, no forest).

Varjostusmallinnusten tuloksia on havainnollistettu karttojen avulla. Kartoilla esitetään varjostusvaikutuksen (1, 8 ja 20 tuntia vuodessa) laajuus. Sen lisäksi mallinnuksessa on erikseen laskettu vaikutus tuulivoimahankkeeseen ympäristössä oleviin herkkiin kohteisiin (laskentapistet A-AB).

Laskentapistet AA ja AB sijaitsevat hankealueella ja ovat Maanmittauslaitoksen maastotietokannan mukaan asuinrakennuksia. Hanketoimija käy tarvittaessa neuvotteluja rakennusten omistajien kanssa rakennusten käyttötarkoituksen muutoksesta tai siitä, että hankkeen melu- ja/tai varjostusvaikutukset ylittävät ohjeavot rakennusten kohdalla.

1.8.2024

Suunnitellun voimalan numero 3 pohjoispuolella sijaitsee maastotietokannan mukaan yksi lomarakennus. Sastamalan kaupungin rakennusrekisterin mukaan kyseessä on kuitenkin varistorakennus (tieto saatu 1.8.2024), joten rakennusta ei huomioida tässä raportissa ja siihen viitataan kartoissa muuna rakennuksena. Liitetiedostoina olevissa WindPRO-raporteissa se on huomioitu laskentapisteenä AC.

1.4 Raja- ja ohjearvot

1.4.1 Melu

Valtioneuvoston asetuksessa tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista (1107/2015) tuulivoimaloille on määritelty ohjearvot päivä- ja yöajan keskiäänitasojen maksimiarvolle (Taulukko 5). Jos tuulivoimalan melu sisältää tonaalisia, kapeakaistaisia tai impulssimaisia komponentteja, mallinnustuloksiin tulee asetuksen mukaan lisätä 5 dB ennen ohjearvoon vertaamista. Koska ohjearvo sisältää jo tyypillisen tuulivoimamelun piirteet, edellä mainittujen äänenpiirteiden tulee olla tuulivoimalalle epätyypillisen voimakkaita, jotta mallinnustuloksissa täytyy huomioida 5 dB:n lisä äänenvoimakkuuteen.

Taulukko 5 Valtioneuvoston asetuksen (1107/2015) mukaiset tuulivoimaloiden melutason ohjearvot.

Tuulivoimarakentamisen ulkomelutaso	L _{Aeq} klo 07–22 (dB)	L _{Aeq} klo 22–07 (dB)
Pysyvä asutus	45	40
Vapaa-ajan asutus	45	40
Hoitolaitokset	45	40
Oppilaitokset	45	-
Virkistysalueet	45	-
Leirintäalueet	45	40
Kansallispuistot	40	40

Asumisterveysasetuksessa (545/2015) säädetään matalataajuisen melun (20–200 Hz) toimenpiderajoista sisätiloissa. Matalien taajuuksien melulle on asetettu erilliset tunnin keskiäänitasoon perustuvat rajat, mutta sen lisäksi päivä- ja yöajan kokonaismelutasot on rajoitettu. Päivisin (klo 07–22) sisätiloissa keskiäänitaso ei saa ylittää 35 dB(A), kun taas yöaikaan (klo 22–07) vastaava taso on 30 dB(A). Lisäksi erityisesti yöaikaan esiintyvä melu, kuten musiikki tai muu ääni, joka erottuu selvästi taustamelusta ja saattaa aiheuttaa inihäiriöitä, ei saa ylittää 25 dB yhden tunnin keskiäänitasoa Leq,1h tiloissa, jotka on tarkoitettu nukkumiseen. Taulukossa kuusi on esitelty mallinnuksessa käytetyt toimenpiderajat. Ne koskevat yöaikaan asuinhuoneita ja ne on annettu taajuuspainottamattomina yhden tunnin keskiäänitasoina tersseittäin.

Taulukko 6 Pienitaajuisen sisämelun tunnin keskiäänitason toimenpiderajat taajuvälillä 20–200 Hz. Nämä ovat enimmäisarvoja, jotka on laadittu yöaikaiselle melulle nukkumiseen tarkoitettuihin tiloihin.

Terssikaista (Hz)	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Keskiäänitaso Leq,1h (dB)	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Edellisestä laskettu keskiäänitaso A-painotettuna L _{Aeq,1h} (dB)	24	19	17	14	14	16	18	19	20	21	21

1.8.2024

1.4.2 Varjostus

Suomessa ei ole viranomaisten antamia yleisiä määräyksiä tuulivoimaloiden muodostaman varjostuksen enimmäiskestoista eikä varjonmuodostuksen arviointiperusteista. Ympäristöministeriön (2016) tuulivoimarakentamisen suunnitteluohjeistuksessa esitetään käytettäväksi muiden maiden suosituksia välkkeen rajoittamisesta.

Useissa maissa on annettu raja-arvoja tai suosituksia hyväksyttävän välkevaikutuksen määrystä. Esimerkiksi Tanskassa sovelletaan yleensä enintään kymmenen tunnin vuotuista todellisen tilanteen raja-arvoa. Ruotsissa todellisen tilanteen raja-arvon suositus on kahdeksan tuntia vuodessa ja 30 minuuttia päivässä. Suomessa välkevaikutukselle ei ole määritelty omia suosituksia tai raja-arvoja.

Arvioinnissa on tarkasteltu vaikutuksia alueella, jossa varjoja tai välkettä mallinnuksen mukaisessa todellisessa tilanteessa ("Real Case") esiintyy vähintään kahdeksan tuntia vuodessa.

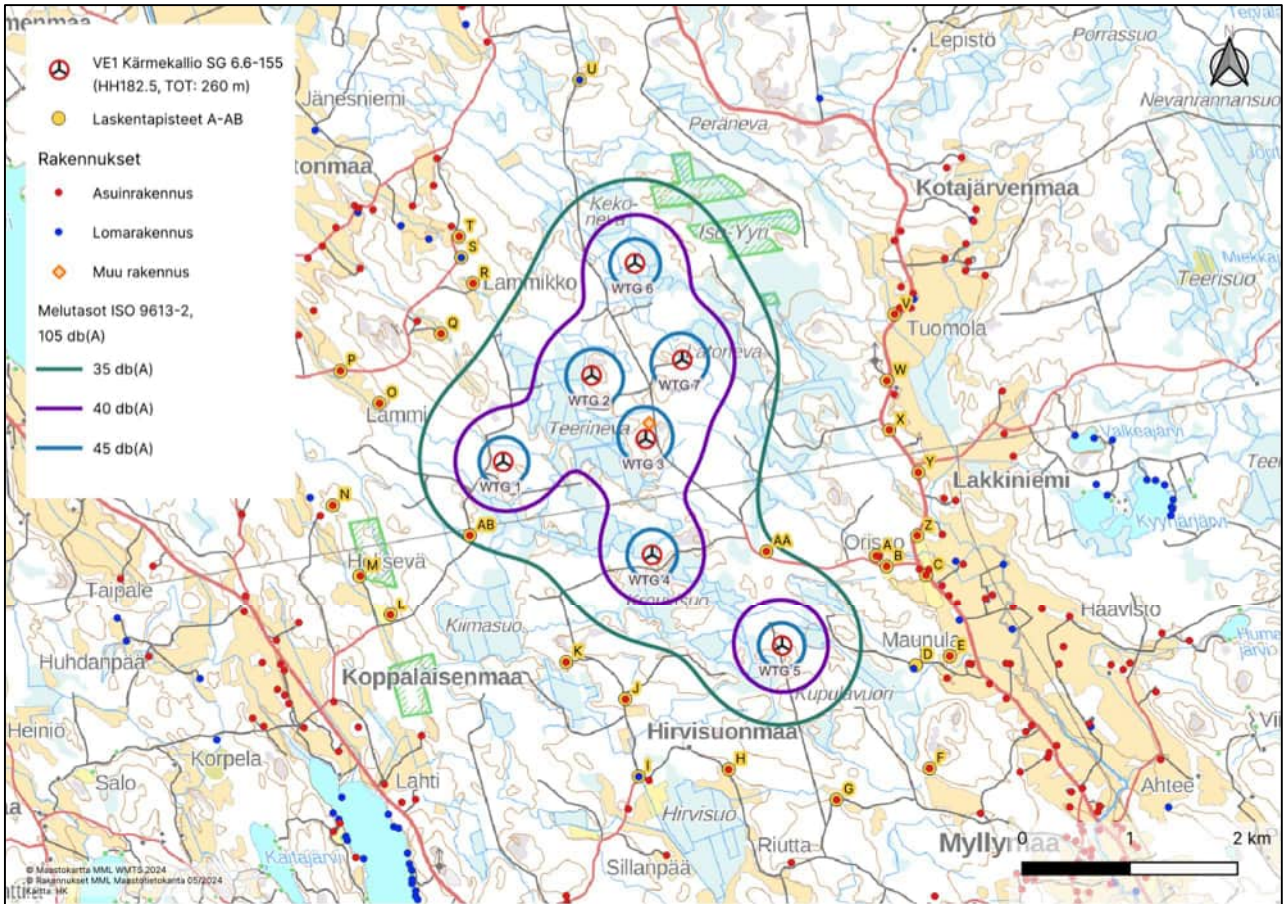
2 Melu- ja varjostusmallinnusten tulokset

2.1 Melu

2.1.1 Hankevaihtoehto VE1: Melun laskentatulokset (ISO 9613-2)

Hankevaihtoehtoon VE1 melumallinnuksen tulosten mukaan melutaso 40 dB(A) ei ylity lähimmillä asuin- ja lomarakennuksilla (Kuva 1, Taulukko 7). Tarkemmat laskentatulokset on esitetty liitteessä 1.

1.8.2024



Kuva 1 Melumallinnuksen tulos hankevaihtoehdossa VE1.

Taulukko 7 Laskennalliset melutasot Kärme-kallion tuulivoimahankkeen ympäristössä hankevaihtoehdossa VE1.

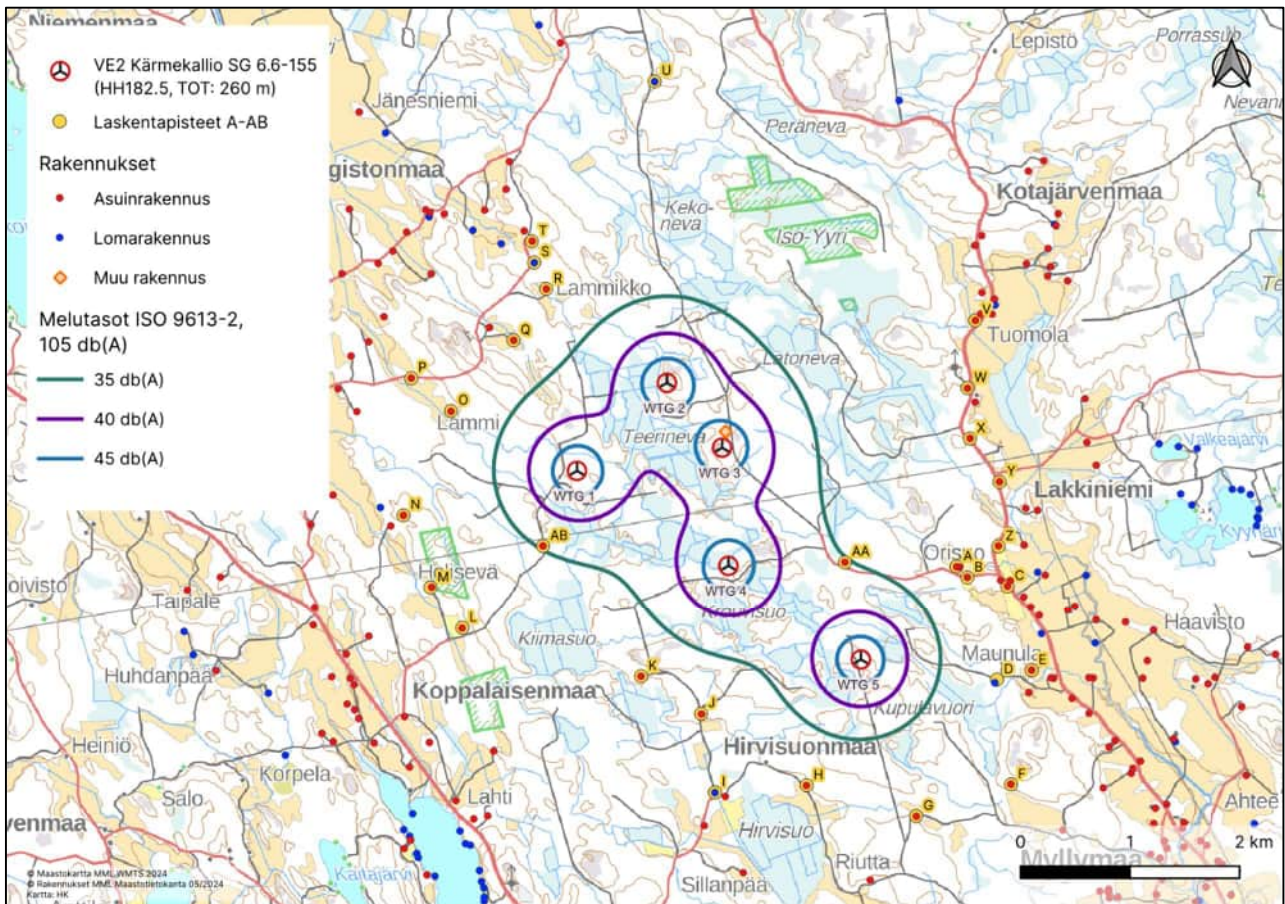
Laskentapiste	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskenta-korkeus (m)	Melutaso dB(A)
Asuinrakennus A (Orisuo)	274265	6815959	82,5	4	30,9
Asuinrakennus B (Kallio)	274364	6815858	82,5	4	30,6
Asuinrakennus C (Lannemaa)	274730	6815777	80,0	4	28,5
Lomarakennus D (Koluojja)	274635	6814919	86,3	4	29,5
Asuinrakennus E (Maunula)	274952	6815004	81,2	4	27,4
Asuinrakennus F (Kalliorinne)	274763	6813962	95,0	4	25,7
Asuinrakennus G (Pajuoja)	273897	6813673	100,5	4	27,5
Asuinrakennus H (Vuorenoja)	272896	6813954	89,1	4	30,0
Lomarakennus I (Hirvisuontie)	272059	6813889	85,0	4	27,6
Asuinrakennus J (Riihimäki)	271933	6814607	95,0	4	30,9
Asuinrakennus K (Toivola)	271384	6814949	92,5	4	31,2
Asuinrakennus L (Palomäki)	269752	6815392	75,7	4	27,5
Asuinrakennus M (Heliseva)	269461	6815767	77,0	4	27,5
Asuinrakennus N (Kulmala)	269214	6816426	81,8	4	27,8
Asuinrakennus O (Lammi)	269648	6817378	77,9	4	30,7
Asuinrakennus P (Vormula)	269285	6817676	75,0	4	27,9
Asuinrakennus Q (Saarela)	270219	6818023	82,5	4	32,1
Asuinrakennus R (Lammikko)	270518	6818492	77,5	4	32,1

1.8.2024

Laskentapiste	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskenta- korkeus (m)	Melutaso dB(A)
Asuinrakennus S (Tammisto)	270408	6818733	77,5	4	30,7
Asuinrakennus T (Veittimäki)	270386	6818928	75,0	4	29,9
Lomarakennus U (Santala)	271508	6820385	87,9	4	26,9
Asuinrakennus V (Rossi)	274436	6818205	77,5	4	27,3
Asuinrakennus W (Makiniemi)	274364	6817588	86,5	4	28,3
Asuinrakennus X (Kuusela)	274388	6817127	88,3	4	28,4
Asuinrakennus Y (Miekkajarventie)	274658	6816731	81,5	4	27,5
Asuinrakennus Z (Lahdesmäki)	274649	6816143	78,1	4	28,3
Asuinrakennus AA (Lantee)	273246	6815997	95,0	4	35,6
Asuinrakennus AB (Portaanpää)	270488	6816146	89,8	4	35,6

2.1.2 Hankevaihtoehto VE2: Melun laskentatulokset (ISO 9613-2)

Hankevaihtoehto VE2 melumallinnuksen tulosten mukaan melutaso 40 dB(A) ei ylitä lähimmillä asuin- ja lomarakennuksilla (Kuva 2, Taulukko 8). Tarkemmat laskentatulokset on esitetty liitteessä 2.



Kuva 2 Melumallinnuksen tulos hankevaihtoehdossa VE2.

Taulukko 8 Laskennalliset melutasot Kärmekallion tuulivoimahankkeen ympäristössä hankevaihtoehdossa VE2.

1.8.2024

Laskentapiste	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskentakorkeus (m)	Melutaso dB(A)
Asuinrakennus A (Orisuo)	274265	6815959	82,5	4	30,4
Asuinrakennus B (Kallio)	274364	6815858	82,5	4	30,2
Asuinrakennus C (Lannemaa)	274730	6815777	80,0	4	28,0
Lomarakennus D (Koluojja)	274635	6814919	86,3	4	29,3
Asuinrakennus E (Maunula)	274952	6815004	81,2	4	27,0
Asuinrakennus F (Kalliorinne)	274763	6813962	95,0	4	25,4
Asuinrakennus G (Pajuoja)	273897	6813673	100,5	4	27,3
Asuinrakennus H (Vuorenoja)	272896	6813954	89,1	4	29,8
Lomarakennus I (Hirvisuontie)	272059	6813889	85,0	4	27,3
Asuinrakennus J (Riihimäki)	271933	6814607	95,0	4	30,7
Asuinrakennus K (Toivola)	271384	6814949	92,5	4	30,9
Asuinrakennus L (Palomäki)	269752	6815392	75,7	4	27,0
Asuinrakennus M (Helisevä)	269461	6815767	77,0	4	27,1
Asuinrakennus N (Kulmala)	269214	6816426	81,8	4	27,3
Asuinrakennus O (Lammi)	269648	6817378	77,9	4	30,1
Asuinrakennus P (Vormula)	269285	6817676	75,0	4	27,1
Asuinrakennus Q (Saarela)	270219	6818023	82,5	4	31,1
Asuinrakennus R (Lammikko)	270518	6818492	77,5	4	30,2
Asuinrakennus S (Tammisto)	270408	6818733	77,5	4	28,4
Asuinrakennus T (Veittimäki)	270386	6818928	75,0	4	27,4
Lomarakennus U (Santala)	271508	6820385	87,9	4	22,1
Asuinrakennus V (Rossi)	274436	6818205	77,5	4	24,2
Asuinrakennus W (Mäkinen)	274364	6817588	86,5	4	25,7
Asuinrakennus X (Kuusela)	274388	6817127	88,3	4	26,5
Asuinrakennus Y (Miekkajärventie)	274658	6816731	81,5	4	26,2
Asuinrakennus Z (Lahdesmäki)	274649	6816143	78,1	4	27,6
Asuinrakennus AA (Lantee)	273246	6815997	95,0	4	35,3
Asuinrakennus AB (Portaanpää)	270488	6816146	89,8	4	35,4

2.1.3 Pienitaajuiset melutasot

Sisätilojen laskennallisia tuloksia on verrattu asumisterveysasetuksessa (545/2015) annettuihin toimenpiderajoihin. Toimenpiderajat ovat enimmäisarvoja, jotka on laadittu yöaikaiselle melulle nukkumiseen tarkoitettuihin tiloihin.

Kärmevallion tuulivoimahankkeen aiheuttama pienitaajuinen melu ei kummassakaan hankevaihtoehdossa ylitä yöajan asumisterveysohjearvoa laskentapisteen sisätiloissa.

Hankevaihtoehdon VE1 tulokset laskentapistettäin on esitetty taulukossa (Taulukko 9) ja hankevaihtoehdon VE2 taulukossa (Taulukko 10). Taulukoissa näkyy toimenpiderajan alitus (negatiivinen arvo) tai ylitys (positiivinen arvo).

Tarkemmat pienitaajuisen melun rakennuskohtaiset laskentatulokset on esitetty kuvaajilla liitteissä 3 ja 4.

Taulukko 9 Pienitaajuisen melun laskentatulokset hankevaihtoehdossa VE1. Negatiivinen arvo tarkoittaa toimenpiderajan alitusta ja positiivinen ylitystä.

1.8.2024

Laskentapiste	Äänitaso ulkona		Äänitaso sisällä	
	$L_{eq,1h}$ – asumisterveys- asetus sisällä	Hz	$L_{eq,1h}$ – asumisterveys- asetus sisällä	Hz
Asuinrakennus A (Orisuo)	-0,4	80	-12,1	50
Asuinrakennus B (Kallio)	-0,6	80	-12,4	50
Asuinrakennus C (Lannemaa)	-2,0	80	-13,7	50
Lomarakennus D (Koluojja)	-1,7	80	-13,4	50
Asuinrakennus E (Maunula)	-3,0	80	-14,7	50
Asuinrakennus F (Kalliorinne)	-4,2	80	-15,8	50
Asuinrakennus G (Pajuoja)	-3,1	80	-14,8	50
Asuinrakennus H (Vuorenoja)	-1,3	80	-13,0	50
Lomarakennus I (Hirvisuontie)	-2,5	80	-14,2	50
Asuinrakennus J (Riihimäki)	-0,2	80	-12,0	50
Asuinrakennus K (Toivola)	0,0	80	-11,7	50
Asuinrakennus L (Palomäki)	-2,5	80	-14,2	50
Asuinrakennus M (Helisevä)	-2,5	80	-14,2	50
Asuinrakennus N (Kulmala)	-2,4	80	-14,1	50
Asuinrakennus O (Lammi)	-0,4	80	-12,2	50
Asuinrakennus P (Vormula)	-2,2	80	-13,9	50
Asuinrakennus Q (Saarela)	0,8	80	-11,0	50
Asuinrakennus R (Lammikko)	0,8	80	-11,0	50
Asuinrakennus S (Tammisto)	-0,2	80	-12,0	50
Asuinrakennus T (Veittimäki)	-0,8	80	-12,5	50
Lomarakennus U (Santala)	-3,0	80	-14,7	50
Asuinrakennus V (Rossi)	-2,4	80	-14,1	50
Asuinrakennus W (Mäkiniepi)	-1,7	80	-13,4	50
Asuinrakennus X (Kuusela)	-1,6	80	-13,3	50
Asuinrakennus Y (Miekkajärventie)	-2,3	80	-14,0	50
Asuinrakennus Z (Lahdesmäki)	-2,0	80	-13,7	50
Asuinrakennus AA (Lantee)	3,1	80	-8,7	50
Asuinrakennus AB (Portaanpää)	2,8	80	-9,0	50

Taulukko 10 Pienitaajuuden melun laskentatulokset hankevaihtoehdossa VE2. Negatiivinen arvo tarkoittaa toimenpiderajan alitusta ja positiivinen ylitystä.

Laskentapiste	Äänitaso ulkona		Äänitaso sisällä	
	$L_{eq,1h}$ – asumisterveys- asetus sisällä	Hz	$L_{eq,1h}$ – asumisterveys- asetus sisällä	Hz
Asuinrakennus A (Orisuo)	-1,1	80	-12,9	50
Asuinrakennus B (Kallio)	-1,3	80	-13,1	50
Asuinrakennus C (Lannemaa)	-2,8	80	-14,5	50
Lomarakennus D (Koluojja)	-2,2	80	-13,9	50
Asuinrakennus E (Maunula)	-3,6	80	-15,3	50
Asuinrakennus F (Kalliorinne)	-4,7	80	-16,4	50
Asuinrakennus G (Pajuoja)	-3,5	80	-15,2	50
Asuinrakennus H (Vuorenoja)	-1,7	80	-13,4	50
Lomarakennus I (Hirvisuontie)	-3,0	80	-14,8	50
Asuinrakennus J (Riihimäki)	-0,6	80	-12,4	50
Asuinrakennus K (Toivola)	-0,5	80	-12,2	50
Asuinrakennus L (Palomäki)	-3,2	80	-14,9	50
Asuinrakennus M (Helisevä)	-3,2	80	-14,9	50

1.8.2024

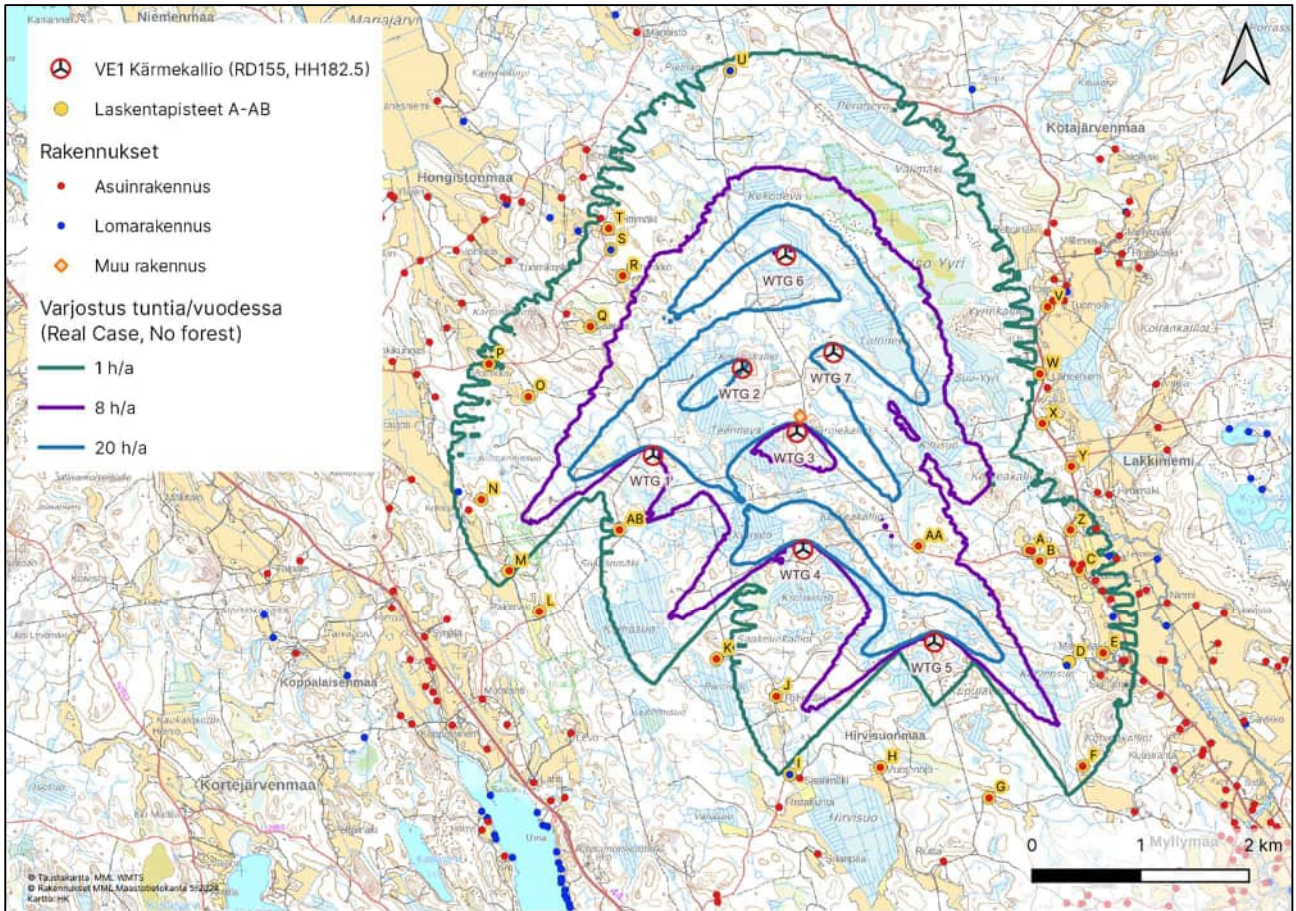
Laskentapiste	Äänitaso ulkona		Äänitaso sisällä	
	$L_{eq,1h}$ – asumisterveys- asetus sisällä	Hz	$L_{eq,1h}$ – asumisterveys- asetus sisällä	Hz
Asuinrakennus N (Kulmala)	-3,2	80	-14,9	50
Asuinrakennus O (Lammi)	-1,3	80	-13,0	50
Asuinrakennus P (Vormula)	-3,3	80	-15,0	50
Asuinrakennus Q (Saarela)	-0,5	80	-12,2	50
Asuinrakennus R (Lammikko)	-1,1	80	-12,9	50
Asuinrakennus S (Tammisto)	-2,3	80	-14,1	50
Asuinrakennus T (Veittimäki)	-3,0	80	-14,8	50
Lomarakennus U (Santala)	-6,5	63	-18,1	50
Asuinrakennus V (Rossi)	-5,0	80	-16,6	50
Asuinrakennus W (Makiniemi)	-3,9	80	-15,6	50
Asuinrakennus X (Kuusela)	-3,4	80	-15,1	50
Asuinrakennus Y (Miekkajarventie)	-3,7	80	-15,4	50
Asuinrakennus Z (Lahdesmäki)	-2,9	80	-14,6	50
Asuinrakennus AA (Lantee)	2,5	80	-9,3	50
Asuinrakennus AB (Portaanpää)	2,4	80	-9,4	50

2.2 Varjostus

2.2.1 Hankevaihtoehto VE1

Hankevaihtoehdossa VE1 varjostusvaikutusalueelle 8 h/a sijoittuu yksi asuinrakennus (laskentapiste AA), kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu. Mallinnustulosten mukaan laskentapisteellä AA ilmenee varjostusta 13 tuntia ja 46 minuuttia vuodessa (Kuva 3, Taulukko 11). Tarkemmat laskentatulokset on esitetty liitteessä 5.

1.8.2024



Kuva 3 Varjostusmallinnuksen tulos hankevaihtoehdossa VE1, kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu.

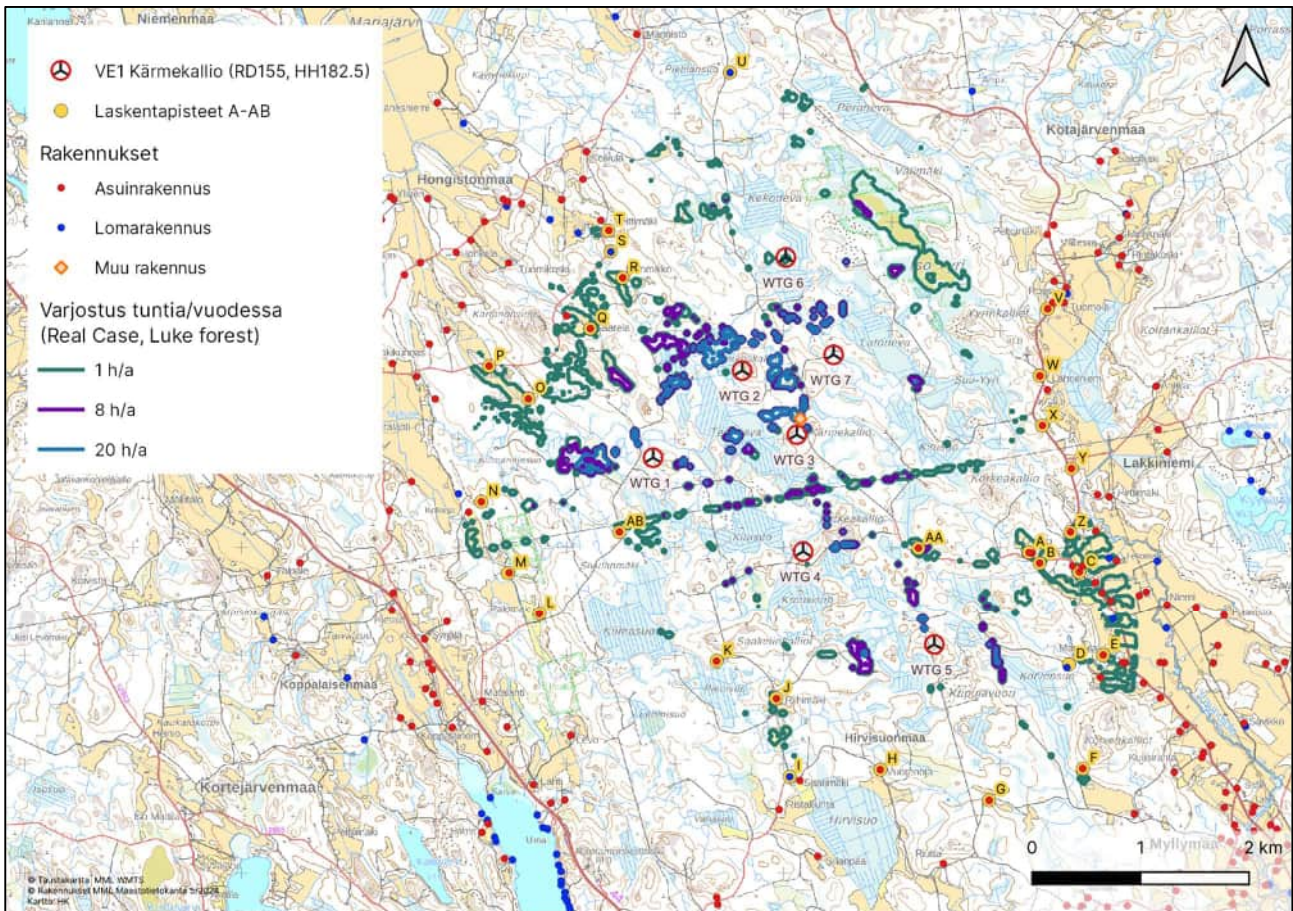
Taulukko 11 Varjostusmallinnuksen tulos hankevaihtoehdossa VE1, kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu.

Rakennus	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskentaikkuna (m)	Varjostus (h/a)
Asuinrakennus A (Orisuo)	274265	6815959	82,5	5,0 x 5,0	2:44
Asuinrakennus B (Kallio)	274364	6815858	82,5	5,0 x 5,0	2:34
Asuinrakennus C (Lannemaa)	274730	6815777	80,0	5,0 x 5,0	1:41
Lomarakennus D (Koluojja)	274635	6814919	86,3	5,0 x 5,0	3:10
Asuinrakennus E (Maunula)	274952	6815004	81,2	5,0 x 5,0	1:45
Asuinrakennus F (Kalliorinne)	274763	6813962	95,0	5,0 x 5,0	5:38
Asuinrakennus G (Pajuojja)	273897	6813673	100,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus H (Vuorenoja)	272896	6813954	89,1	5,0 x 5,0	0:00
Lomarakennus I (Hirvisuontie)	272059	6813889	85,0	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus J (Riihimäki)	271933	6814607	95,0	5,0 x 5,0	3:27
Asuinrakennus K (Toivola)	271384	6814949	92,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus L (Palomäki)	269752	6815392	75,7	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus M (Heliseva)	269461	6815767	77,0	5,0 x 5,0	2:45
Asuinrakennus N (Kulmala)	269214	6816426	81,8	5,0 x 5,0	2:27
Asuinrakennus O (Lammi)	269648	6817378	77,9	5,0 x 5,0	2:11
Asuinrakennus P (Vormula)	269285	6817676	75,0	5,0 x 5,0	1:11
Asuinrakennus Q (Saarela)	270219	6818023	82,5	5,0 x 5,0	4:03
Asuinrakennus R (Lammikko)	270518	6818492	77,5	5,0 x 5,0	6:43

1.8.2024

Rakennus	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskentaikkuna (m)	Varjostus (h/a)
Asuinrakennus S (Tammisto)	270408	6818733	77,5	5,0 x 5,0	3:05
Asuinrakennus T (Veittimäki)	270386	6818928	75,0	5,0 x 5,0	2:39
Lomarakennus U (Santala)	271508	6820385	87,9	5,0 x 5,0	2:03
Asuinrakennus V (Rossi)	274436	6818205	77,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus W (Makiniemi)	274364	6817588	86,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus X (Kuusela)	274388	6817127	88,3	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus Y (Miekkajärventie)	274658	6816731	81,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus Z (Lahdesmäki)	274649	6816143	78,1	5,0 x 5,0	1:30
Asuinrakennus AA (Lantee)	273246	6815997	95,0	5,0 x 5,0	13:46
Asuinrakennus AB (Portaanpää)	270488	6816146	89,8	5,0 x 5,0	5:05

Kun puuston suojaava vaikutus huomioidaan, hankevaihtoehdossa VE1 varjostusvaikutusalueelle sijoittuu yksi asuinrakennus (laskentapiste AA). Mallinnustulosten mukaan kyseisellä rakennuksella ilmenee varjostusta enimmillään 8 tuntia ja 30 minuuttia vuodessa (Kuva 4, Taulukko 12). Tarkemmat laskentatulokset on esitetty liitteessä 6.



Kuva 4 Varjostusmallinnuksen tulos hankevaihtoehdossa VE1, kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu.

Taulukko 12 Varjostusmallinnuksen tulos hankevaihtoehdossa VE1, kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu.

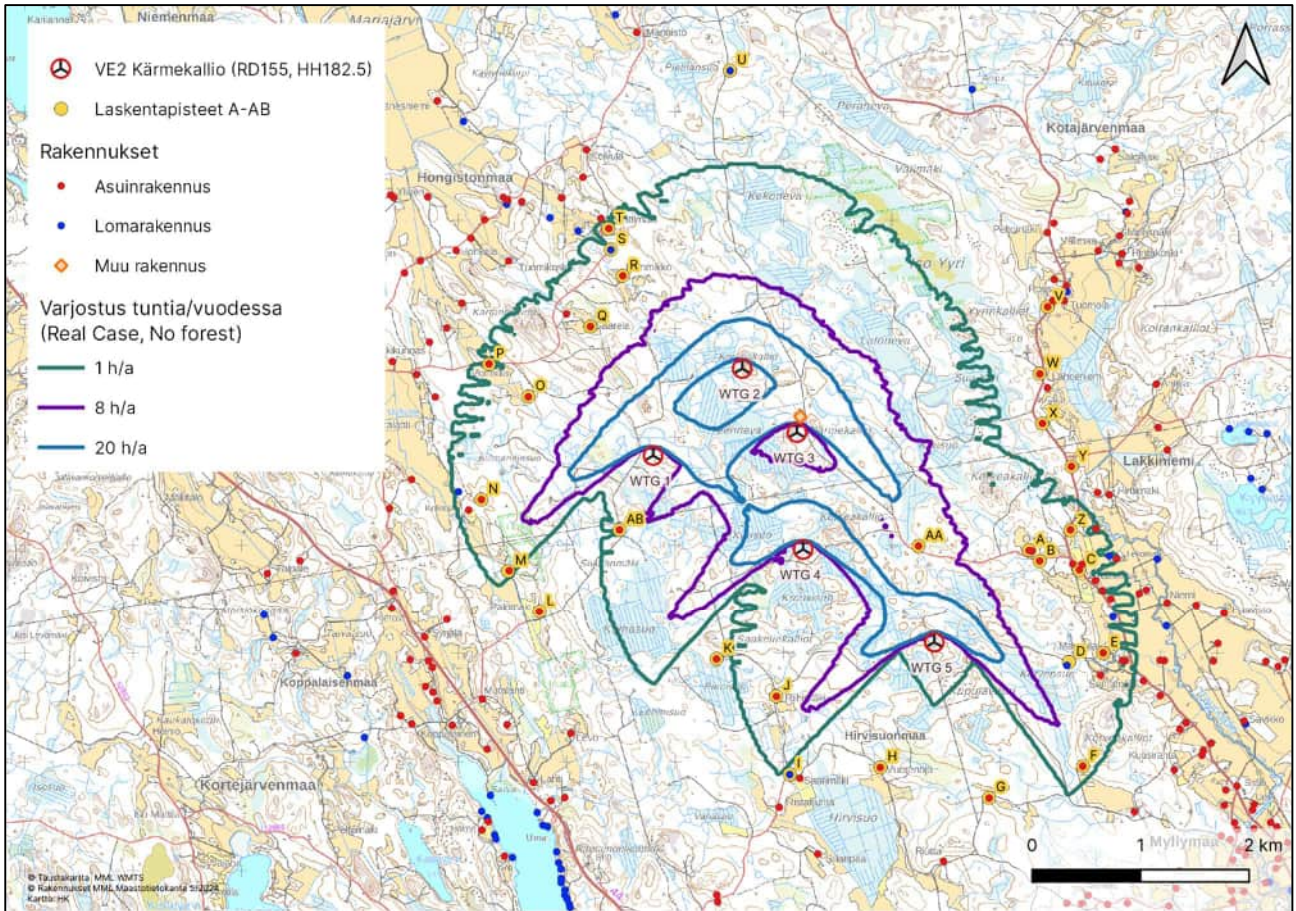
1.8.2024

Rakennus	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskentaikkuna (m)	Varjostus (h/a)
Asuinrakennus A (Orisuo)	274265	6815959	82,5	5,0 x 5,0	2:44
Asuinrakennus B (Kallio)	274364	6815858	82,5	5,0 x 5,0	2:34
Asuinrakennus C (Lannemaa)	274730	6815777	80,0	5,0 x 5,0	1:41
Lomarakennus D (Koluojja)	274635	6814919	86,3	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus E (Maunula)	274952	6815004	81,2	5,0 x 5,0	1:45
Asuinrakennus F (Kalliorinne)	274763	6813962	95,0	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus G (Pajuoja)	273897	6813673	100,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus H (Vuorenoja)	272896	6813954	89,1	5,0 x 5,0	0:00
Lomarakennus I (Hirvisuontie)	272059	6813889	85,0	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus J (Riihimäki)	271933	6814607	95,0	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus K (Toivola)	271384	6814949	92,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus L (Palomäki)	269752	6815392	75,7	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus M (Helisevä)	269461	6815767	77,0	5,0 x 5,0	2:45
Asuinrakennus N (Kulmala)	269214	6816426	81,8	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus O (Lammi)	269648	6817378	77,9	5,0 x 5,0	2:11
Asuinrakennus P (Vormula)	269285	6817676	75,0	5,0 x 5,0	1:11
Asuinrakennus Q (Saarela)	270219	6818023	82,5	5,0 x 5,0	4:03
Asuinrakennus R (Lammikko)	270518	6818492	77,5	5,0 x 5,0	2:20
Asuinrakennus S (Tammisto)	270408	6818733	77,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus T (Veittimäki)	270386	6818928	75,0	5,0 x 5,0	1:13
Lomarakennus U (Santala)	271508	6820385	87,9	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus V (Rossi)	274436	6818205	77,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus W (Mäkiniepi)	274364	6817588	86,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus X (Kuusela)	274388	6817127	88,3	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus Y (Miekkajärventie)	274658	6816731	81,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus Z (Lahdesmäki)	274649	6816143	78,1	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus AA (Lantee)	273246	6815997	95,0	5,0 x 5,0	8:30
Asuinrakennus AB (Portaanpää)	270488	6816146	89,8	5,0 x 5,0	5:05

2.2.2 Hankevaihtoehto VE2

Hankevaihtoehtossa VE2 varjostusvaikutusalueelle 8 h/a sijoittuu yksi asuinrakennus (laskentapiste AA), kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu. Mallinnustulosten mukaan laskentapisteellä AA ilmenee varjostusta 13 tuntia ja 46 minuuttia vuodessa (Kuva 5, Taulukko 13). Tarkemmat laskentatulokset on esitetty liitteessä 7.

1.8.2024



Kuva 5 Varjostusmallinnuksen tulos hankevaihtoehdossa VE2, kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu.

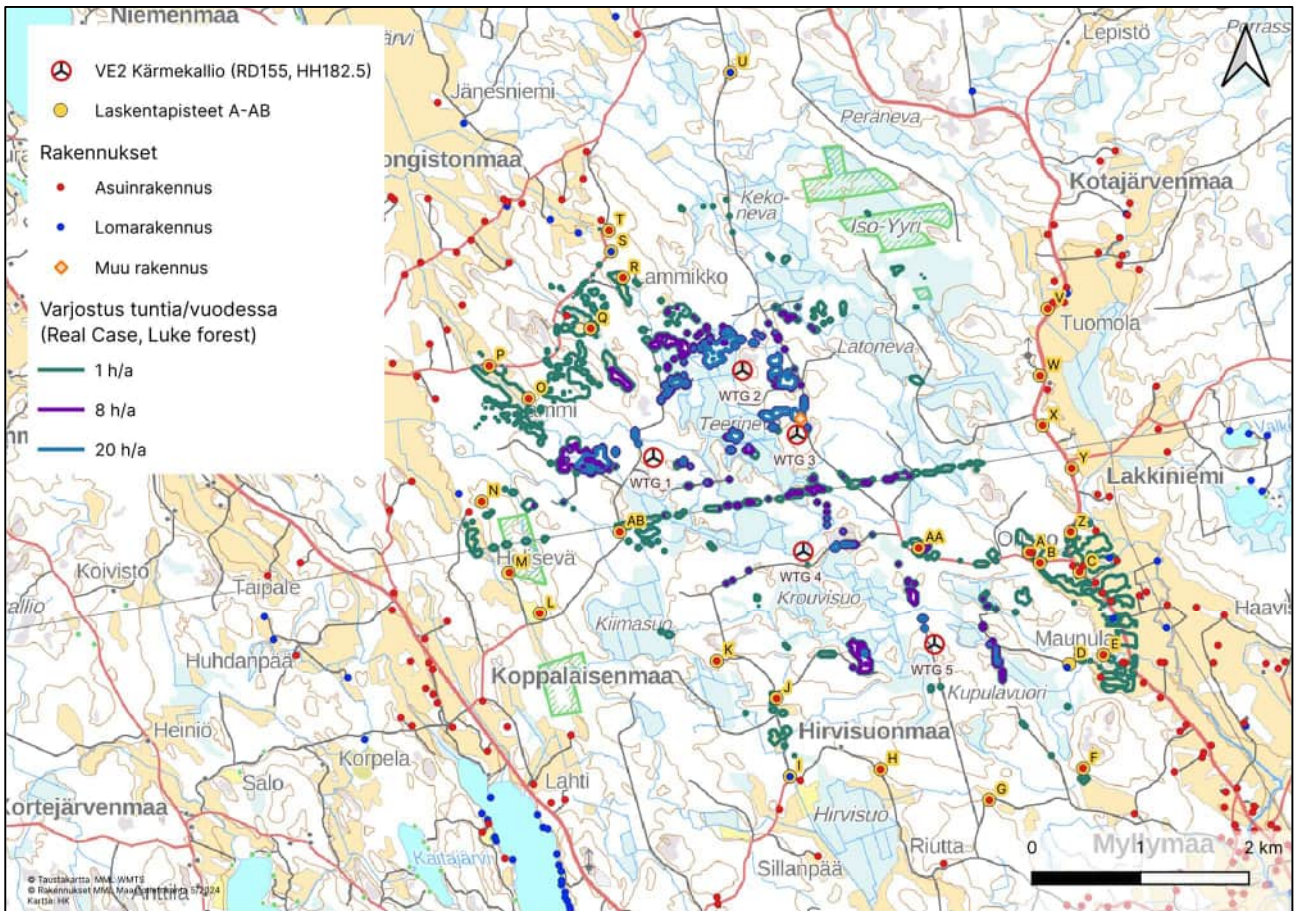
Taulukko 13 Varjostusmallinnuksen tulos hankevaihtoehdossa VE2, kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu.

Rakennus	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskentaikkuna (m)	Varjostus (h/a)
Asuinrakennus A (Orisuo)	274265	6815959	82,5	5,0 x 5,0	2:44
Asuinrakennus B (Kallio)	274364	6815858	82,5	5,0 x 5,0	2:34
Asuinrakennus C (Lannemaa)	274730	6815777	80,0	5,0 x 5,0	1:41
Lomarakennus D (Koluoja)	274635	6814919	86,3	5,0 x 5,0	3:10
Asuinrakennus E (Maunula)	274952	6815004	81,2	5,0 x 5,0	1:45
Asuinrakennus F (Kalliorinne)	274763	6813962	95,0	5,0 x 5,0	5:38
Asuinrakennus G (Pajuoja)	273897	6813673	100,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus H (Vuorenoja)	272896	6813954	89,1	5,0 x 5,0	0:00
Lomarakennus I (Hirvisuontie)	272059	6813889	85,0	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus J (Riihimäki)	271933	6814607	95,0	5,0 x 5,0	3:27
Asuinrakennus K (Toivola)	271384	6814949	92,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus L (Palomäki)	269752	6815392	75,7	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus M (Helisevä)	269461	6815767	77,0	5,0 x 5,0	2:45
Asuinrakennus N (Kulmala)	269214	6816426	81,8	5,0 x 5,0	2:27
Asuinrakennus O (Lammi)	269648	6817378	77,9	5,0 x 5,0	2:11
Asuinrakennus P (Vormula)	269285	6817676	75,0	5,0 x 5,0	1:11
Asuinrakennus Q (Saarela)	270219	6818023	82,5	5,0 x 5,0	4:03
Asuinrakennus R (Lammikko)	270518	6818492	77,5	5,0 x 5,0	4:16

1.8.2024

Rakennus	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskentaikkuna (m)	Varjostus (h/a)
Asuinrakennus S (Tammisto)	270408	6818733	77,5	5,0 x 5,0	1:24
Asuinrakennus T (Veittimäki)	270386	6818928	75,0	5,0 x 5,0	1:13
Lomarakennus U (Santala)	271508	6820385	87,9	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus V (Rossi)	274436	6818205	77,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus W (Makiniemi)	274364	6817588	86,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus X (Kuusela)	274388	6817127	88,3	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus Y (Miekkajarventie)	274658	6816731	81,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus Z (Lahdesmäki)	274649	6816143	78,1	5,0 x 5,0	1:30
Asuinrakennus AA (Lantee)	273246	6815997	95,0	5,0 x 5,0	13:46
Asuinrakennus AB (Portaanpää)	270488	6816146	89,8	5,0 x 5,0	5:05

Kun puuston suojaava vaikutus huomioidaan, hankevaihtoehdossa VE2 varjostusvaikutusalueelle sijoittuu yksi asuinrakennus (laskentapiste AA). Mallinnustulosten mukaan kyseisellä rakennuksella ilmenee varjostusta enimmillään 8 tuntia ja 30 minuuttia vuodessa (Kuva 6, Taulukko 14). Tarkemmat laskentatulokset on esitetty liitteessä 8.



Kuva 6 Varjostusmallinnuksen tulos hankevaihtoehdossa VE2, kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu.

Taulukko 14 Varjostusmallinnuksen tulos hankevaihtoehdossa VE2, kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu.

1.8.2024

Rakennus	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskentaikkuna (m)	Varjostus (h/a)
Asuinrakennus A (Orisuo)	274265	6815959	82,5	5,0 x 5,0	2:44
Asuinrakennus B (Kallio)	274364	6815858	82,5	5,0 x 5,0	2:34
Asuinrakennus C (Lannemaa)	274730	6815777	80,0	5,0 x 5,0	1:41
Lomarakennus D (Koluojja)	274635	6814919	86,3	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus E (Maunula)	274952	6815004	81,2	5,0 x 5,0	1:45
Asuinrakennus F (Kalliorinne)	274763	6813962	95,0	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus G (Pajuoja)	273897	6813673	100,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus H (Vuorenoja)	272896	6813954	89,1	5,0 x 5,0	0:00
Lomarakennus I (Hirvisuontie)	272059	6813889	85,0	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus J (Riihimäki)	271933	6814607	95,0	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus K (Toivola)	271384	6814949	92,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus L (Palomäki)	269752	6815392	75,7	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus M (Helisevä)	269461	6815767	77,0	5,0 x 5,0	2:45
Asuinrakennus N (Kulmala)	269214	6816426	81,8	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus O (Lammi)	269648	6817378	77,9	5,0 x 5,0	2:11
Asuinrakennus P (Vormula)	269285	6817676	75,0	5,0 x 5,0	1:11
Asuinrakennus Q (Saarela)	270219	6818023	82,5	5,0 x 5,0	4:03
Asuinrakennus R (Lammikko)	270518	6818492	77,5	5,0 x 5,0	2:20
Asuinrakennus S (Tammisto)	270408	6818733	77,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus T (Veittimäki)	270386	6818928	75,0	5,0 x 5,0	1:13
Lomarakennus U (Santala)	271508	6820385	87,9	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus V (Rossi)	274436	6818205	77,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus W (Mäkinen)	274364	6817588	86,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus X (Kuusela)	274388	6817127	88,3	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus Y (Miekkajärventie)	274658	6816731	81,5	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus Z (Lahdesmäki)	274649	6816143	78,1	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus AA (Lantee)	273246	6815997	95,0	5,0 x 5,0	8:30
Asuinrakennus AB (Portaanpää)	270488	6816146	89,8	5,0 x 5,0	5:05

Lähteet

Keränen, J., Hongisto, V. & Hakala, J. 2019. The sound insulation of façades at frequencies 5–5000 Hz. Building and Environment, 156 12–20.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015.

Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista 1107/2015.

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

Ympäristöministeriö 2016. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 6/2016.