

MYRSKY ENERGIA OY

LUUMÄEN TUULIVOIMAHANKE MELUSELVITYS

18.11.2024

317602

REV:



Sisällysluettelo

1. Hankkeen tiedot ja tehtävän kuvaus	3
2. Melun ohje- ja raja-arvot	3
2.1. Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista	3
2.2. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa	4
3. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät	5
3.1. Hankkeen tuulivoimalat	5
3.2. Laskentamalli	7
4. Tulokset	8
4.1. Nykytila	8
4.2. Mallinnustulokset	8
4.3. Melun vaikutusalue	10
5. Vaikutusten lieventäminen	11
6. Arvioinnin epävarmuus	11
Viitteet	11
Liitteet	12

1. Hankkeen tiedot ja tehtävän kuvaus

Myrsky Energia Oy suunnittelee Luumäen kunnan Suurikankaan alueelle tuulivoimapuisto. Tässä selvityksessä esitetään laskennallinen arvio tuulivoimaloista aiheutuvasta meluvaikutuksesta kaavaehdotusvaiheen hankesuunnitelman mukaisella tuulivoimalasijoittelulla. Työ on tehty Myrsky Energia Oy:n toimeksiannosta.

Selvityksessä on arvioitu tuulivoimalaitosten aiheuttamaa meluvaikutusta laskennallisen mallinnuksen avulla. Selvitys on laadittu perustuen Ympäristöministeriön ohjeeseen *Tuulivoimaloiden melun mallintaminen* [1]. Selvityksen tuloksia on verrattu Valtioneuvoston asetuksen 1107/2015 [2] mukaisiin tuulivoimaloiden ulkomelun ohjearvoihin sekä Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 545/2015 [3] pienitaajuisen melun toimenpiderajoista johdettuihin ulkomelutasojen vertailuarvoihin. Sisätilojen toimenpiderajojen muutos ulkotilojen vertailuarvoksi on tehty huomioimalla Suomessa mitattujen [4] asuinrakennusten ääneristävyyksien alalikiarvot.

Mallinnuksen avulla on tuotettu laskennallinen meluvyöhykekartta, josta käy ilmi voimaloiden aiheuttamat keskiäänitasot 5 dB:n vyöhykkeinä. Meluvyöhykkeiden lisäksi lähimmille asuin- ja lomarakennuksille on sijoitettu melun reseptoripisteet, joille on laskettu tarkat keskiäänitasot sekä pienitaajuisen (20–200 Hz) melun tasot.

Laskennan ja raportin on laatinut meluasiantuntija Ville-Veikko Kyllönen. Raportin on tarkastanut Sirpa Lappalainen.

2. Melun ohje- ja raja-arvot

2.1. Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista

Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 on säädetty tuulivoimaloiden melusta aiheutuvien terveyshaittojen sekä tuulivoimaloiden melusta aiheutuvan muun merkittävän ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi tarpeellisista ulkomelutason ohjearvoista. Asetusta sovelletaan maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaisessa maankäytön ja rakentamisen suunnittelussa, lupamenettelyissä ja valvonnassa sekä ympäristönsuojelulain mukaisessa lupamenettelyssä ja valvonnassa.

Tuulivoimaloiden toiminnasta aiheutuva melupäästön takuuarvon perusteella määriteltä laskennallinen melutaso ja valvonnan yhteydessä mitattu melutaso eivät saa ulkona ylittää melulle altistuvalla alueella melun A-taajuuspainotetun keskiäänitason (ekvivalenttitason L_{Aeq}) ohjearvoja (taulukko 1).

18.11.2024

Taulukko 1. Valtioneuvoston asetuksen 1107/2015 mukaiset 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

Elinympäristöön vaikuttavaa toimintaa suunniteltaessa ja järjestettäessä sekä tällaista toimintaa harjoittaessa huomioon otettavista sisämelutasoista säädetään terveydensuojelulaissa (763/1994) ja sen nojalla annetuissa säännöksissä.

2.2. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 545/2015 on asetettu toimenpiderajat asuntojen ja muiden oleskelutilojen sisätilojen melutasoille.

Yöaikainen (klo 22–7) musiikkimelu tai muu vastaava mahdollisesti unhäiriötä aiheuttava melu, joka erottuu selvästi taustamelusta, ei saa ylittää 25 dB yhden tunnin keskiäänitasona $L_{Aeq,1h}$ (klo 22–7) mitattuna niissä tiloissa, jotka on tarkoitettu nukkumiseen. Keskiäänitason arvioinnin lisäksi tulee huomioida melun mahdolliset erityisominaisuudet eli impulssimaisuus ja kapeakaistaisuus ja niistä aiheutuvat korjaukset. Näitä erityisominaisuuksia ei voida kuitenkaan etukäteen määrittää vaan ne on todennettava mittauksin.

Kun melu on pienitaajuisista, sovelletaan yöaikaiseen meluun taulukon 2 mukaisia toimenpiderajoja. Pienitaajuisen melun toimenpiderajat koskevat tiloja, jotka on tarkoitettu nukkumiseen.

Taulukko 2. Pienitaajuisen sisämelun tunnin keskiäänitason toimenpiderajat nukkumiseen tarkoitetuissa tiloissa.

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 kuin taulukossa 2.

3. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

3.1. Hankkeen tuulivoimalat

Hankesuunnitelma sisältää 14 tuulivoimalaa. Tarkastelussa kaikkien voimaloiden mallina on käytetty Nordex 6.X-voimalamallia ja roottorin halkaisijaa 200 m. Voimaloiden kokonaiskorkeudet vaihtelevat välillä 242–268 m.

Tuulivoimapuistossa käytettävä tuulivoimalamallin äänitehotaso on voimalamallin mukaan 106,9 dB (A). Äänitehotasoon on laskennassa lisätty standardin IEC 61400-14 mukainen kokonaispävarmuustaso 2 dB, joten äänitehotason takuuarvoksi saadaan 108,9 dB(A).

Melun kokonaisäänitasojen laskennat sekä pienitaajuisen melun laskennat on tehty 1/3-oktaavikaistoittain. Käytetty taajuusjakauma on esitetty taulukossa 3. Voimaloiden sijaintitiedot on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 3. Melulaskennassa käytetyn äänitehotason taajuusjakauma 1/3-oktaavikaistoittain.

Taajuus [Hz]	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
L _{WA} [dB]	66.3	69.9	74.8	79.1	82.9	86.8	90.6	91.6	93.2
Taajuus [Hz]	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
L _{WA} [dB]	94.6	94.8	93.4	91.9	93.2	95.5	95.8	96.9	98.5
Taajuus [Hz]	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
L _{WA} [dB]	99.8	97.9	95.3	95	93.2	90.2	85.7	79.2	73.5

18.11.2024

Taulukko 4. Hankesuunnitelman mukaiset voimaloiden sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa, maaston korkeudet merenpinnasta voimaloiden kohdalla sekä napakorkeudet (hub height).

Voimala	E	N	Maaston korkeus [m]	HH (m)
1	526501	6753139	82	155
2	525704	6753202	96	140
3	527339	6752564	82	155
4	525491	6752379	92	145
5	527010	6751585	93	145
6	522959	6751826	82	155
7	524132	6751841	80	160
8	523344	6751160	82	155
9	525641	6751678	98	140
10	526277	6751090	103	145
11	522695	6750543	84	155
12	526684	6750610	95	140
13	526916	6749677	78	160
14	527220	6748729	73	165

3.2. Laskentamalli

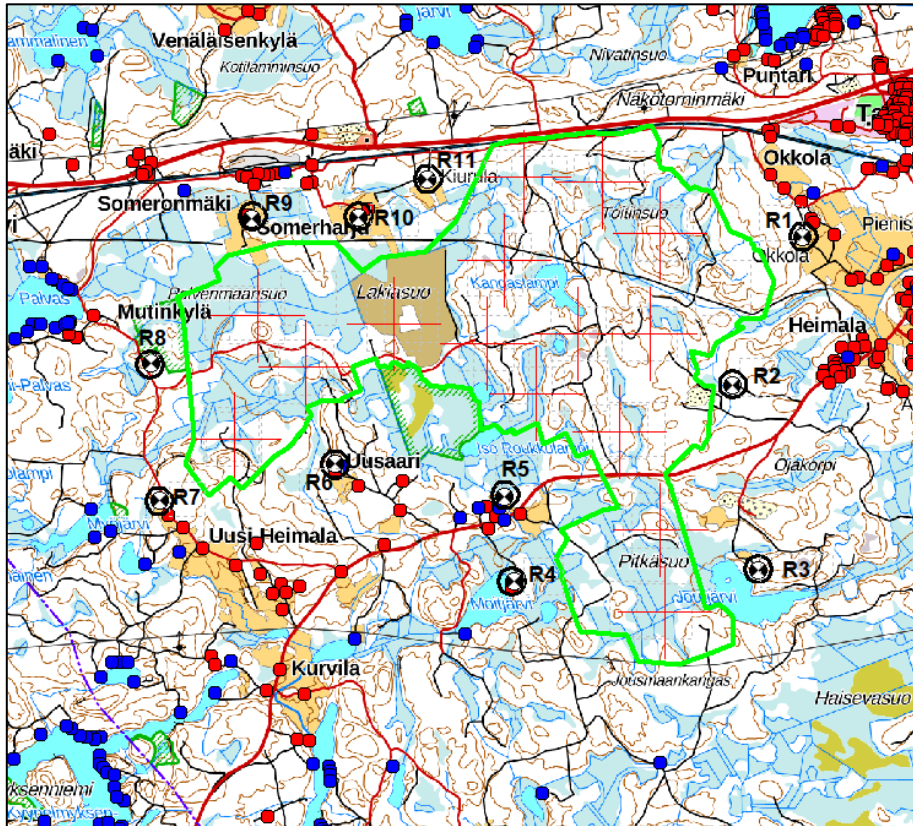
Melulaskennat on tehty CadnaA 2022 laskentaohjelmalla käyttäen ISO 9613-2 -laskentamallia. Laskennan maanpintamalli on muodostettu Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineistosta ja malliin on lisätty maastotietokannan rakennuskanta. Korkeuskäyrien tiheytenä on käytetty 1 metriä. Laskenta on tehty 4 metrin korkeudelle ja käytetty ruudukkokoko on 25 m x 25 m. Laskentamallin suhteellisena kosteutena on käytetty arvoa 70 % ja lämpötilana arvoa 15 °C. Vesistöjen absorptioarvona on käytetty arvoa 0 (akustisesti kova pinta) ja muilla maa-alueilla arvoa 0,4 (akustisesti puolikova pinta). Jokia ja puroja ei ole mallinnettu vesialueina. Sääolosuhteiden vaikutus on otettu mallinnuksessa huomioon käyttämällä meteorologisen korjauksen arvoa 0. Kaikki tuulivoimalat on mallinnettu ympäristäilevinä suuntaamattomina pistelähteinä tuulen suunnasta riippumatta.

Laskentamalliin on lisäksi sijoitettu yksitoista melun laskenta- eli reseptoripistettä lähimpien asuin- ja lomarakennusten kohdalle (kuva 1). Näihin pisteisiin on laskettu sekä melun keskiäänitasot että pienitaajuisen melun tasot YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti. Reseptoripisteiden sijainnit on esitetty taulukossa 5 ja laskentojen tulokset on esitetty taulukoissa 6–7.

Taulukko 5. Reseptorien sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa sekä maaston korkeudet vastaavasti.

Reseptorit	E	N	Maaston korkeus [m]	Rakennusluokitus
R1	528604	6752618	91	Asuinrakennus
R2	527874	6751075	83	Asuinrakennus
R3	528140	6749146	75	Lomarakennus
R4	525601	6749035	69	Lomarakennus
R5	525493	6749916	82	Lomarakennus
R6	523727	6750250	88	Asuinrakennus
R7	521904	6749872	110	Asuinrakennus
R8	521810	6751306	96	Asuinrakennus
R9	522868	6752817	91	Asuinrakennus
R10	523981	6752829	87	Asuinrakennus
R11	524696	6753219	98	Asuinrakennus

18.11.2024



Kuva 1. Hankealueen ja reseptoripisteiden R1–R11 sijainti.

4. Tulokset

4.1. Nykytila

Alueella tai sen läheisyydessä ei ole ennestään tuulivoimaloita, eikä siten nykytilanteessa esiinny tuulivoimaloiden aiheuttamaa melua.

4.2. Mallinnustulokset

Laskennallisen melumallinnuksen A-painotetut keskiäänitasovyöhykkeet on esitetty liitteessä 1. Tulostekuvuihin on merkitty voimalat roottorin kuvalla, lomarakennukset sinisellä ja asuinrakennukset punaisella. Tuloksissa ei ole huomioitu impulssimaisuuden ja kapeakaistaisuuden mahdollisia korjauksia, sillä niiden huomioimista ei edellytetä ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä. Lisäksi impulssimaisuuden ja kapeakaistaisuuden esiintyminen on aina tapauskohtaista, joten niiden esiintyminen voidaan todentaa vain altistuvissa kohteissa tehtävin mittauksin tuulivoimapuiston rakentamisen jälkeen.

Mallinnuksen perusteella suunnitellun tuulivoimapuiston aiheuttaman 35–40 dB(A) keskiäänitasovyöhykkeen sisälle jää 16 asuinrakennusta ja 6 lomarakennusta (taulukko 6). Yli 40 dB:n vyöhykkeillä ei ole yhtään asuin- tai lomarakennusta. Pienitajuisen melun (20–200 Hz) tasot eivät ylitä ulkoalueiden vertailuarvoja (taulukko 7).

Taulukko 6. Tuulivoimaloiden aiheuttamat keskiäänitasot reseptoripisteissä R1–R11.

Reseptoripiste	L _{Aeq} [dB]
R1	34
R2	38
R3	37
R4	34
R5	37
R6	36
R7	35
R8	38
R9	37
R10	38
R11	38

Taulukko 7. Matalataajuisen melun sisätilojen toimenpiderajat, niistä johdetut ulkotilojen vertailuarvot ja reseptoripisteisiin lasketut tasot.

Kaista [Hz]	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Sisämelun toimenpideraja L_{eq} [dB]	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Toimenpiderajasta johdettu ulkotilojen vertailuarvo L_{eq} [dB]	81,6	72,3	65,2	59,3	55,5	55	54,8	54,8	54,8	55,1	54,8
Reseptoripiste	Lasketut tasot										
R1	53,3	51,2	51,2	49,7	50	46,8	45,2	45,6	39,6	36	34,5
R2	55,9	53,9	53,9	52,3	52,7	49,5	47,9	48,4	42,5	38,9	37,6
R3	54,4	52,3	52,3	50,8	51,1	47,9	46,4	46,8	40,8	37,3	36
R4	54	51,9	51,9	50,4	50,7	47,5	45,9	46,3	40,3	36,7	35,3
R5	56	54	54	52,4	52,8	49,6	48	48,5	42,5	39	37,7
R6	56	54	53,9	52,4	52,8	49,6	48	48,5	42,5	39	37,7
R7	53,3	51,2	51,2	49,6	50	46,8	45,2	45,6	39,6	36,1	34,7
R8	54,2	52,1	52,2	50,6	51	47,8	46,2	46,6	40,7	37,1	35,8
R9	54,6	52,6	52,6	51,1	51,4	48,2	46,6	47,1	41,1	37,6	36,2
R10	55,8	53,9	53,8	52,3	52,7	49,5	47,9	48,3	42,4	38,9	37,6
R11	56,2	54,2	54,2	52,6	53	49,8	48,3	48,7	42,8	39,3	38

4.3. Melun vaikutusalue

Tuulivoimaloiden aiheuttamat meluvaikutukset eivät rajoitu ohjearvot ylittäviin melutasoihin, sillä voimaloiden melu saattaa olla kuultavissa jo matalammilla 20–40 dBA melutasoilla. Tuulivoimaloiden melupäästö kasvaa tuulen nopeuden kasvaessa tiettyyn pisteeseen asti, minkä jälkeen tuulen nopeuden kasvaessa melupäästö ei enää kasva. Tämä mallinnus on tehty maksimimelupäästöllä ja edustaa siten normaalin toiminnan pahinta mahdollista tilannetta. Tuulivoimamelun erottumiseen taustamelusta vaikuttaa merkittävästi taustamelun määrä. Jos sekä ylhäällä voimalan lapojen korkeudella että alhaalla havainnointipaikassa tuulen nopeus on suuri, voimaloiden melu peittyy helposti taustameluun (tuulen aiheuttamat äänet puissa, kasveissa yms.). Tilanteessa, jossa voimaloiden lapojen korkeudella tuulee, mutta maanpinnan lähellä ei, voimaloiden melu todennäköisesti erottuu selvemmin taustamelusta ja saattaa kuulostaa voimakkaammalta.

Tuulen nopeuden lisäksi tuulivoimaloiden aiheuttamaan meluun vaikuttaa merkittävästi tuulen suunta. Laskentamalli on ns. myötätuulimalli eli sillä arvioidut laskentatulokset pätevät olosuhteissa, joissa tuulen suunta on melukohteesta arvioitavaan kohteeseen. Lisäksi laskentamallissa tuulen suunnan oletetaan olevan jokaisesta äänilähteestä joka suuntaan.

18.11.2024

Pinta-alaltaan suurissa "äänilähteissä" (esimerkiksi tuulivoimapuisto tai iso tehdasalue) tämä voi aiheuttaa melun lievää yliarviointia.

Todellisuudessa tuulivoimaloiden melu suuntautuu voimaloista merkittävimmin myötätuulen suuntaan.

5. Vaikutusten lieventäminen

Ohje- ja raja-arvojen alla olevien tasojen on katsottu aiheuttavan hyväksyttäviä meluvaikutuksia, joten niiden vaikutuksia ei ole tarpeen erikseen lieventää. Mikäli tuulivoimapuiston käyttöönoton jälkeen syntyy epäily liian suurista melutasoista tai melun kapeakaistaisuudesta tai impulssimaisuudesta, on melutasoja ja melun erityisominaisuuksia mahdollista todentaa mittauksin. Mikäli melun todetaan mittauksin ylittävän sallittuja ohje- tai raja-arvoja, voidaan yksittäisiä voimaloita ohjelmoinnilla pysäyttää tai rajoittaa tietyissä tuulen suunta- ja nopeusolosuhteissa.

6. Arvioinnin epävarmuus

Selvityksessä äänitehotason taajuusjakaumaan on lisätty varmuusarvo 2 dB, joten käytetty epävarmuus on sen verran suuri, että mallinnuksen tuloksia voidaan pitää luotettavana.

Laajan mittauskokemuksemme mukaan tuulivoimaloiden mitatut keskiäänitasot ovat yleensä mallinnettujen keskiäänitasojen tasalla tai alle. Mitatut pienitaajuisen melun tasot ovat yleensä selvästi alle mallinnettujen tasojen. Mittauksissa todetut mallinnustuloksia suuremmat tasot ovat johtuneet lyhytkestoisista poikkeustilanteista, kuten voimaloiden laipojen jäätymisestä.

Oulussa 18.11.2024

WSP Finland Oy

Laatinut:

Ville-Veikko Kyllönen
Meluasiantuntija
Akustiikka ja melu

Tarkastanut:

Sirpa Lappalainen
Tiimipäällikkö
Akustiikka ja melu

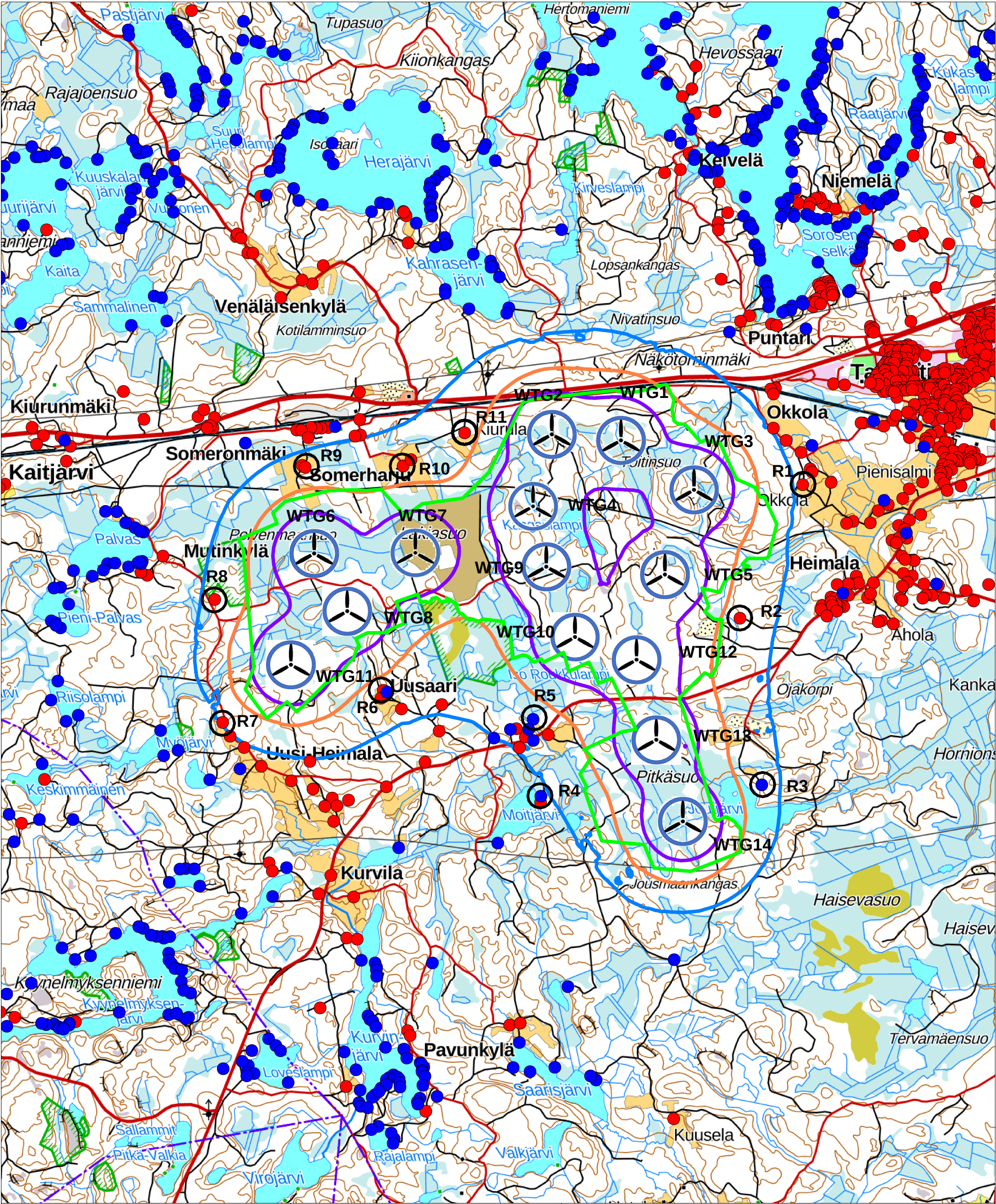
Viitteet

- 1) Tuulivoimaloiden melun mallintaminen, Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014
- 2) Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista. Asetus 1107/2015
- 3) Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Asetus 545/2015

- 4) Hongisto V., Radun J., Rajala V., Maula H., Keränen J. ja Saarinen P. 2020. Raportti. Miksi ympäristömelu häiritsee? Anojanssi-projektin loppuraportti

Liitteet

- 1) Tuulivoiman aiheuttamat keskiäänitasot



LUUMÄEN SUURIKANKAAN TUULIVOIMAPUISTO Voimaloiden sijoittelu	- Tuulivoimala - Reseptoripiste - Lomarakennus - Asuinrakennus - Hankealue	Keskiaänitaso LAeq22-07 [dB] 35 dB 40 dB 45 dB N	Laskentamalli ISO 9613-2 laskentakorkeus 4 m laskentatiheys 25 x 25 m wsp Mittakaava: 1:40000 (A4) WSP Finland Oy 18.11.2024
--	--	--	---