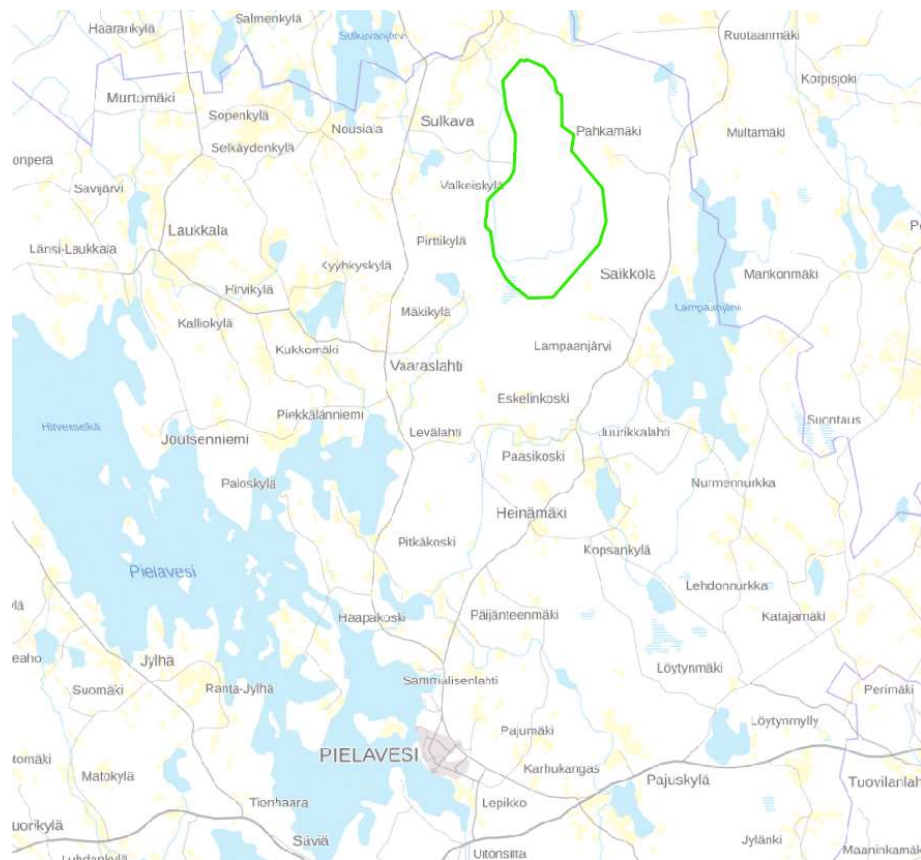


ABO WIND OY

LÖYTÄNÄN TUULIVOIMAHANKE MELUSELVITYS

7.2.2024



317266



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	9
4.3. Vaihtoehtojen vertailu	11
4.4. Melun vaikutusalue	11
5. Löytämän ja läheisen tuulivoimapuiston yhteisvaikutusten arviointi.....	11
5.1. Yhteisvaikutusten mallinnustulokset	13
6. Vaikutusten lieventäminen.....	14
7. Arvioinnin epävarmuus	14
Viitteet	14
Liitteet	15

1. Hankkeen tiedot ja tehtävän kuvaus

ABO Wind Oy suunnittelee tuulivoimapuistoa Pielaveden Katajamäen alueelle. Osana lainmukaista hankkeen ympäristövaikutusten arviointia WSP Finland Oy on laatinut selvityksen suunnitellun tuulivoimapuiston meluvaikutuksista. Työ on tehty ABO Wind 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] pienitaajuisten melun toimenpiderajoista johdettuihin ulkomelutasojen vertailuarvoihin. Sisätilojen toimenpiderajojen muutos ulkotilojen vertailuarvoksi on tehty huomioimalla Suomessa mitattujen [4] asuinrakennusten äänen-eristävyyksien alalikiarvot.

Tarkastelu on tehty hankkeen kahdelle suunnitelmavaihtoehdolle (VE1 ja VE2), joiden tiedot on saatu tilaajalta. Lisäksi on tarkasteltu hankkeen yhteisvaikutuksia hankealueen lähistölle suunnitteilla olevan Vuorimäen tuulivoimapuiston hankevaihtoehdon VE1 kanssa. 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 pienitaajuisten (20–200 Hz) melun tasot.

Laskennan on laatinut meluasiantuntija Joel Lindholm ja raportin 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 määritelty laskennallinen melutaso ja valvonnan yhteydessä mitattu melutaso eivät saa ulkona ylittää melulle altistuvalla alueella melun A-taajuuspainotetun keskiäänitason (ekvivalenttitason L_{Aeq}) ohjearvoja (taulukko 1).

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 unihäiriötä 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 pienitaajuista, sovelletaan yöaikaiseen meluun taulukon 2 mukaisia toimenpiderajoja. Pienitaajuisen melun toimenpiderajat koskevat tiloja, jotka on tarkoitettu nukkumiseen. Sisämelutasoille annetuista toimenpiderajoista on johdettu ulkomelutasolle laaditut vertailuarvot, siten että toimenpiderajoihin on lisätty rakennusten julkisivujen arvioidut ääneneristävydet (Hongisto ym. 2020). Tämä on VTT:n ohjeistuksen mukainen menettely (Nykänen ym. 2014) sillä erotuksella, että tanskalaisten ääneneristävyysarvojen sijaan on käytetty Suomessa tehtyjen mittausten tuloksia.

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

Suunnitelmaversio VE1 sisältää 13 tuulivoimalaa, ja versio VE2 11 voimalaa. Kaikkien voimaloiden mallina on käytetty Vestaksen V172- voimalamallia, napakorkeutta 215 metriä. 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 taulukoissa 4 ja 5.

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

Taajuus [Hz]	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
L_{WA} [dB]	68	73	78	82,5	86,5	89,9	92,8	95,1	96,8
Taajuus [Hz]	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
L_{WA} [dB]	98	98,7	98,9	99,1	98,8	98,6	98,1	97,1	95,8
Taajuus [Hz]	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
L_{WA} [dB]	94,1	92,1	89,7	86,9	83,7	80,2	76,3	72	67,3

7.2.2024

Taulukko 4. Suunnitelma-versio VE1 mukaiset voimaloiden sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatissa sekä maaston korkeudet merenpinnasta voimaloiden kohdalla.

Voimala	E	N	Maaston korkeus [m]
1	491334	7029256	143
2	490773	7029890	143
3	491944	7030273	144
4	491247	7030665	148
5	492646	7030956	145
6	491948	7031326	147
7	490429	7031378	143
8	491251	7031611	148
9	492589	7031847	157
10	491986	7032315	170
11	491470	7033471	163
12	491211	7032973	140
13	490970	7035925	133

7.2.2024

Taulukko 5. Suunnitelma-versio VE2 mukaiset voimaloiden sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa sekä maaston korkeudet merenpinnasta voimaloiden kohdalla.

Voimala	E	N	Maaston korkeus [m]
1	491334	7029256	143
2	490773	7029890	143
3	491944	7030665	144
4	491247	7030665	148
6	491948	7031326	147
7	490429	7031378	143
8	491251	7031611	148
10	491986	7032315	170
11	491470	7033471	163
12	491211	7034973	140
13	490970	7035925	133

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 ympärisäteilevinä suuntaamattomina pistelähteinä tuulen suunnasta riippumatta.

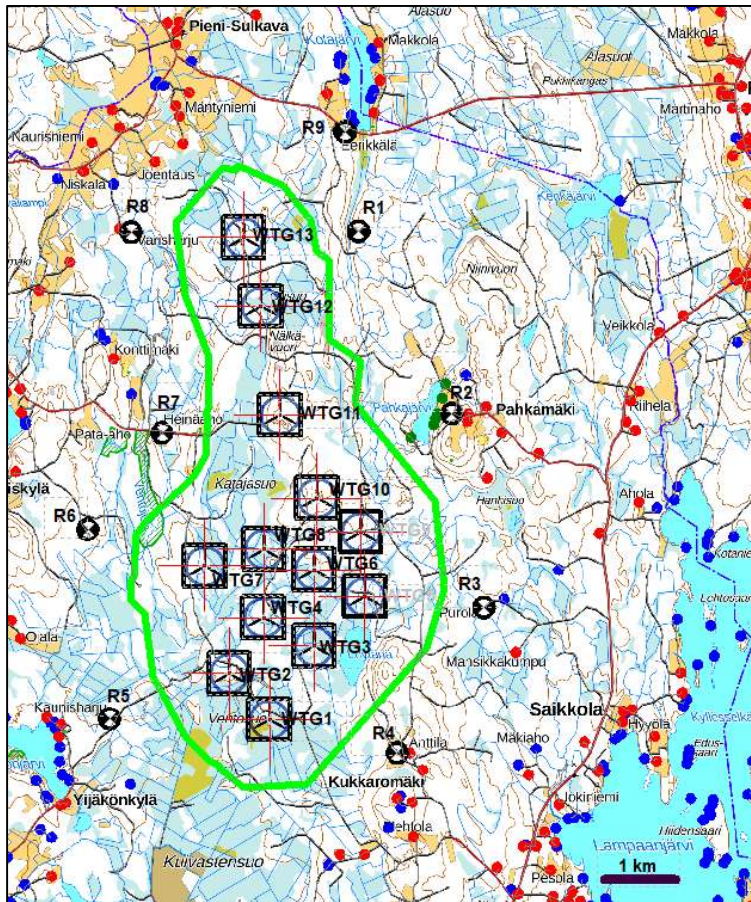
Laskentamalliin on lisäksi sijoitettu yhdeksän melun laskenta- eli reseptoripistettä lähimpien asuin- ja lomarakennusten kohdalle (kuva 1). Näihin pisteisiin on laskettu sekä melun keskiäänitasot että pienitaajuisen melun tasot YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti. Reseptoripisteiden sijainnit on esitetty taulukossa 6 ja laskentojen tulokset on esitetty taulukoissa 7–9.

Taulukko 6. Reseptorien sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa sekä maaston korkeudet vastaavasti.

Reseptorit	E	N	Maaston korkeus [m]	Rakennusluokitus
R1	492555	7036002	143	Lomarakennus
R2	493844	7033479	186	Asuinrakennus
R3	494292	7030801	147	Asuinrakennus

7.2.2024

R4	493088	7028792	173	Asuinrakennus
R5	489118	7029266	143	Lomarakennus
R6	488821	7031879	143	Asuinrakennus
R7	489847	7033214	128	Asuinrakennus
R8	489417	7035991	128	Lomarakennus
R9	492369	7037382	138	Asuinrakennus



Kuva 1. Hankealueen ja reseptoripisteiden R1–R9 sijainti. Voimaloiden sijainnit esitety vaihtoehdolle VE1.

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 vaihtoehdolle VE1 on esitetty liitteessä 1 ja vaihtoehdolle VE2 liitteessä 2. Tulostekuviiin on merkitty voimat 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 VE1 neljä asuinrakennusta ja yksi lomarakennus ja VE2 kaksi asuinrakennusta ja yksi lomarakennus (taulukko 7). Yli 40 dB:n vyöhykkeillä ei ole kummassakaan vaihtoehdossa yhtään asuin- tai lomarakennusta.

Kummassakaan tarkastellussa vaihtoehdossa pienitajuisen melun (20–200 Hz) tasot eivät ylitä ulkoalueiden vertailuarvoja (taulukot 8 ja 9). Terssikaistoilla 20 Hz, 25 Hz ja 200 Hz lähimpien asuin- tai lomakohteiden piha-alueille arvioidut laskennalliset pienitajuisen melun tasot ulkona alittavat yli 20 desibelillä näiden taajuuskaistojen melutasojen vertailuarvot. Terssikaistoilla 31,5 Hz, 40 Hz, 80 Hz, 100 Hz, 125 Hz ja 160 Hz lähimpien asuin- tai lomakohteiden piha-alueille arvioidut laskennalliset pienitajuisen melun tasot ulkona alittavat tyypillisesti yli 10 dB taajuuskaistojen melutasojen vertailuarvot. Terssikaistoilla 50 Hz ja 60 Hz laskennalliset melutasot alittavat vertailuarvot yleisesti alle 10 desibelillä, pienimmillään ero ulkomelun vertailuarvoon on noin 5 dB.

Taulukko 7. Tuulivoimaloiden aiheuttamat keskiäänitasot reseptoripisteissä R1–R9 tarkastelutilanteissa VE1 ja VE2.

Reseptoripiste	LAeq [dB]	
	VE1	VE2
R1	35	35
R2	34	33
R3	36	33
R4	36	35
R5	35	34
R6	35	34
R7	37	36
R8	34	34
R9	31	31

7.2.2024

Taulukko 8. Matalataajuisen melun sisätilojen toimenpiderajat, niistä johdetut ulkotilojen vertailuarvot ja reseptoripisteisiin lasketut tasot tarkastelutilanteessa VE1.

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 VE1										
R1	51,5	49,4	49,4	47,9	48,2	45	43,4	43,7	37,7	34	32,5
R2	52	49,9	49,9	48,3	48,7	45,5	43,8	44,2	38,1	43,1	32,7
R3	52,6	50,6	50,5	49	49,3	46,1	44,5	44,9	38,8	35,1	33,6
R4	52,6	50,5	50,5	48,9	49,3	46,1	44,4	44,8	38,8	35,1	33,6
R5	51,9	49,8	49,8	48,2	48,6	45,3	43,7	44	38	34,3	32,7
R6	52,1	50,1	50	48,5	48,8	45,6	44	44,3	38,3	34,5	33
R7	53,4	51,4	51,3	49,8	50,1	47	45,3	45,7	39,7	36	34,5
R8	50,7	46,6	48,7	47,1	47,4	44,2	42,6	42,9	36,8	33,1	31,6
R9	48,8	46,8	46,7	45,1	45,5	42,2	40,5	40,8	34,6	30,8	29

Taulukko 9. Matalataajuisen melun sisätilojen toimenpiderajat, niistä johdetut ulkotilojen vertailuarvot ja reseptoripisteisiin lasketut tasot tarkastelutilanteessa VE2.

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 VE2										
R1	51,2	49,1	49,1	47,5	47,9	44,7	43	43,4	37,4	33,7	32,2
R2	50,7	48,6	48,6	47,1	47,4	44,2	42,5	42,8	36,7	33	31,3
R3	50,6	48,5	48,5	46,9	47,3	44,1	42,4	42,7	36,6	32,8	31,2
R4	51,6	49,6	49,6	48	48,4	45,2	43,5	43,9	37,9	34,2	32,6
R5	51,5	49,4	49,4	47,8	48,2	45	43,3	43,7	37,6	33,9	32,4
R6	51,7	49,7	49,6	48,1	48,4	45,2	43,6	43,9	37,9	34,2	32,6

7.2.2024

R7	53	51	50,9	49,4	49,7	46,5	44,9	45,3	39,3	35,7	32,2
R8	50,5	46,2	48,4	46,8	47,2	44	42,3	42,7	36,6	32,9	31,4
R9	48,5	46,4	46,4	44,8	45,1	41,9	40,2	40,5	34,3	30,5	28,8

4.3. Vaihtoehtojen vertailu

Tarkasteltujen vaihtoehtojen VE1 ja VE2 välillä melutasot ovat hieman korkeammat VE1 osalta. Mallinnuksen perusteella 35-40 dB(A) keskiäänitasovyöhykkeen sisälle jää hankevaihtoehdolla VE1 yhteensä 5, ja hankevaihtoehdolla VE2 yhteensä kolme loma- tai asuinrakennusta. Molemmissa vaihtoehdoissa melun keskiäänitasot ovat alle ohjearvotason ja pienitaajuuden melun tasot alittavat ulkoalueiden pienitaajuuden melun vertailutasot. Vaihtoehdossa VE2 tuulivoimapuiston itäpuolelle kohdistuva keskiäänitaso on lievästi pienempi vaihtoehtoon VE1 verrattuna.

Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 välillä ei ole merkittäviä eroja reseptoreiden pienitaajuuden melun laskennallisissa tasoissa.

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

Todellisuudessa tuulivoimaloiden melu suuntautuu voimaloista merkittävimmin myötätuulen suuntaan.

5. Löytänän ja läheisen tuulivoimapuiston yhteisvaikutusten arviointi

Löytänän hankealueen läheisyydessä sijaitsee suunnitteluvaiheessa olevan Vuorimäen tuulivoimalaitoksen hankealue. Etäisyys Löytänän ja Vuorimäen voimaloiden välillä on lyhimmillään n. 3850 m, jolloin yhteisvaikutus on mahdollinen.

7.2.2024

Yhteisvaikutuksen mallinnus tehtiin Vuorimäen tuulivoimalan hankevaihtoehdolle VE2, joka sisältää 24 voimalaa. Voimalamallina käytettiin mallia VESTAS V172, napakorkeutta 200 m ja roottorin halkaisijaa 200 m.

Taulukko 10. Tuulivoimaloiden aiheuttamat keskiäänitasot reseptoripisteissä R1–R9 tarkastelutilanteissa VE1 ja VE2 yhdessä Vuorimäen tuulivoimalan hankevaihtoehdon VE1 kanssa.

Reseptoripiste	LAeq [dB]	
	VE1+Vuorimäki	VE2+Vuorimäki
R1	36	36
R2	35	34
R3	36	33
R4	36	35
R5	35	34
R6	35	34
R7	37	36
R8	34	34
R9	35	35

Taulukko 11. Matalataajuisen melun sisätilojen toimenpiderajat, niistä johdetut ulkotilojen vertailuarvot ja reseptoripisteisiin lasketut tasot tarkastelutilanteessa VE1 + Vuorimäen tuulivoimalat.

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 VE1+ Vuorimäen tuulivoimalat										
R1	54	51,9	51,9	50,3	50,6	47,4	45,7	46	39,9	36,1	34,4
R2	53,2	51,1	51,1	49,5	49,8	46,6	44,9	45,2	39	35,2	33,4
R3	53,2	51,1	51,1	49,5	49,8	46,6	44,9	45,2	39,1	35,4	33,8
R4	53	50,9	50,8	49,3	49,6	46,4	44,7	45	39	35,2	33,6
R5	52,3	50,2	50,2	48,6	48,9	45,7	44	44,3	38,2	34,3	32,8
R6	52,7	50,6	50,6	49	49,3	46,1	44,4	44,7	38,6	34,8	33,1

7.2.2024

R7	54	52	51,9	50,4	50,7	47,5	45,8	46,1	40	36,3	34,7
R8	52,3	50,2	50,2	48,6	48,9	45,7	44	44,2	38	34,1	32,4
R9	53,8	51,7	51,7	50,1	50,4	47,2	45,5	45,8	39,6	35,7	34

Taulukko 12. Matalataajuisen melun sisätilojen toimenpiderajat, niistä johdetut ulkotilojen vertailuarvot ja reseptoripisteisiin lasketut tasot tarkastelutilanteessa VE2 + Vuorimäen tuulivoimalat.

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 VE2 + Vuorimäen tuulivoimalat										
R1	53,8	51,7	51,7	50,1	50,4	47,2	45,5	45,8	39,7	35,9	34,3
R2	52,3	50,2	50,2	48,6	48,9	45,6	43,9	44,2	38	34	32,3
R3	51,5	49,4	49,3	47,8	48,1	44,8	43,1	43,3	37,1	33,2	31,5
R4	52,1	50,1	50	48,5	48,8	45,5	43,9	44,2	38,1	34,3	32,7
R5	51,9	49,9	49,8	48,2	48,6	45,3	43,7	44	37,8	34,1	32,5
R6	52,3	50,3	50,2	48,7	49	45,7	44,1	44,3	38,2	34,4	32,8
R7	53,7	51,6	51,6	50	50,3	47,1	45,4	45,8	39,7	36	34,4
R8	52,1	50	50	48,4	48,7	45,5	43,8	44	37,8	34	32,3
R9	53,7	51,6	51,6	50	50,3	47,1	45,4	45,7	39,5	35,7	33,9

5.1. Yhteisvaikutusten mallinnustulokset

Laskennallisen melumallinnuksen A-painotetut keskiäänitasovyöhykkeet yhteisvaikutusten VE1 + Vuorimäen tuulivoimapuisto on esitetty liitteessä 3 ja VE2 + Vuorimäen tuulivoimapuisto on esitetty liitteessä 4.

Mallinnuksen perusteella VE1 + Vuorimäki yhteisvaikutuksen aiheuttaman 35–40 dB(A) keskiäänitasovyöhykkeen sisälle jää yhteensä kahdeksan, ja VE2 + Vuorimäki yhteensä 4 loma- tai asuinrakennusta (taulukko 10). Yli 40 dB:n vyöhykkeillä ei ole kummassakaan vaihtoehdossa yhtään asuin- tai lomarakennusta. Kummassakaan tarkastellussa vaihtoehdossa pienitajuisen melun (20–200 Hz) tasot eivät ylitä ulkoalueiden vertailuarvoja (taulukot 11 ja 12). Reseptoripisteillä R9 ja R1 melutasot nousevat 2-4 dB yhteisvaikutusten johdosta. Laskentatulokset on ylimitoitettu, sillä tuulivoimaloiden melu suuntautuu voimaloista merkittävimmin myötätuulen suuntaan. Hankealueiden välialueella kuuluu todellisuudessa tuulivoimaloiden ääntä useammin kahden hankkeen toteutuessa, kuin vain yhden

7.2.2024

hankkeen tapauksessa, mutta hetkellisesti kuultavissa oleva melu ei ole kovempaa, koska se kantautuu kerrallaan vain toisen hankkeen suunnalta.

6. 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.

7. 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 7.2.2024

WSP Finland Oy

Laatinut:

Ville-Veikko Kyllönen
Meluasiantuntija
Akustiikka ja melu

Tarkastanut:

Sirpa Lappalainen
Tiimipäällikkö
Akustiikka ja melu

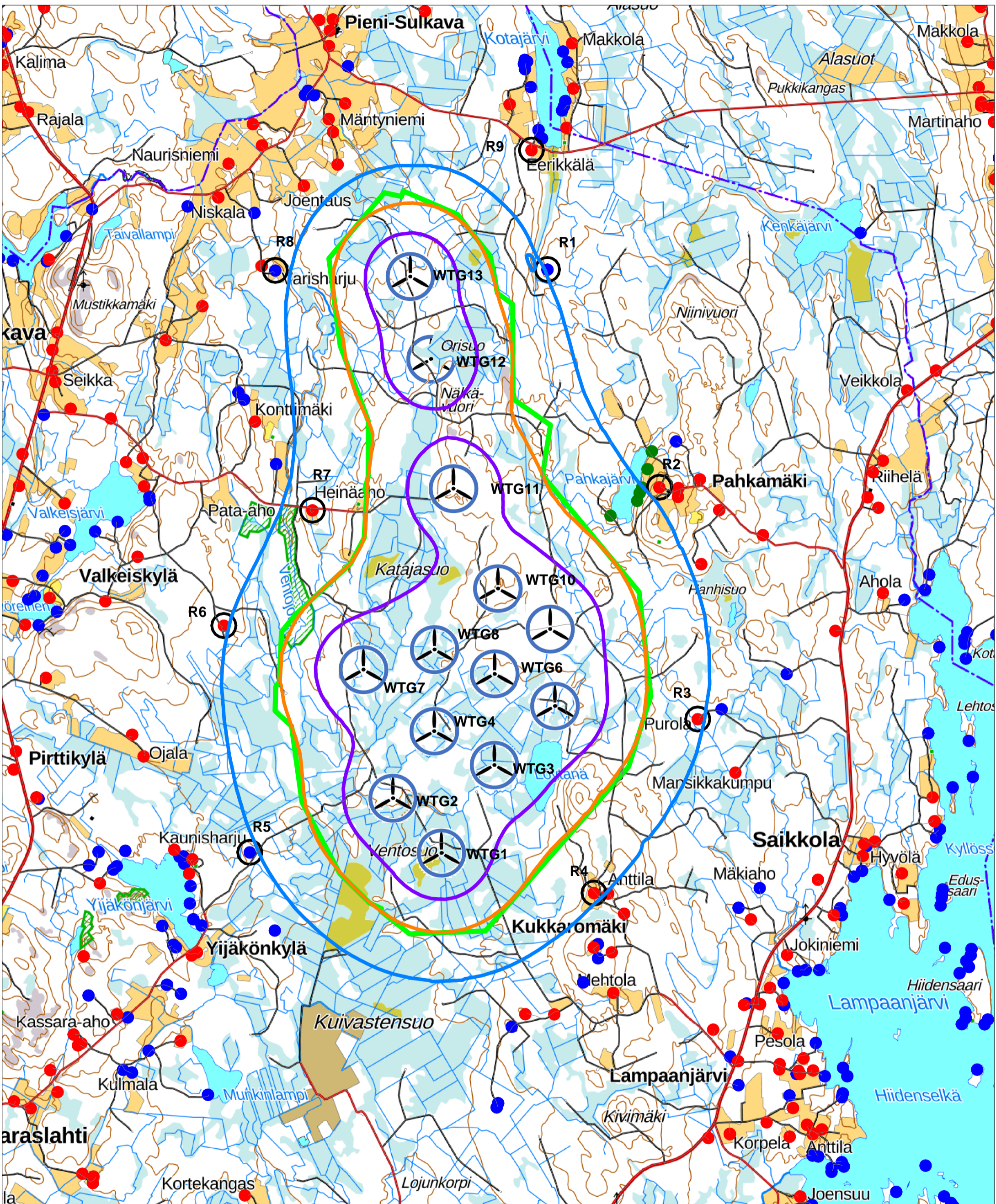
Viitteet

- 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

7.2.2024

Liitteet

- 1) Tuulivoiman aiheuttamat keskiäänitasot tarkasteluvaihtoehdossa VE1
- 2) Tuulivoiman aiheuttamat keskiäänitasot tarkasteluvaihtoehdossa VE2
- 3) Löytänän tuulivoimapuiston tarkasteluvaihtoehdon VE1 ja Vuorimäen tuulivoimapuiston VE1 yhteisvaikutus
- 4) Löytänän tuulivoimapuiston tarkasteluvaihtoehdon VE2 ja Vuorimäen tuulivoimapuiston VE1 yhteisvaikutus



Pielaveden Löytänän
tuulivoimapuiston YVA

Meluselvitys

Voimaloiden sijoittelu
vaihtoehdon
VE1 mukaan

- Hankealue
- Tuulivoimala -
Löytänä VE1
- Reseptoripiste
- Lomarakennus
- Asuinrakennus
- Rantayleiskaavan rakennuspaikat

Keskiaänitaso
LAeq [dB]

- 35 dB
- 40 dB
- 45 dB

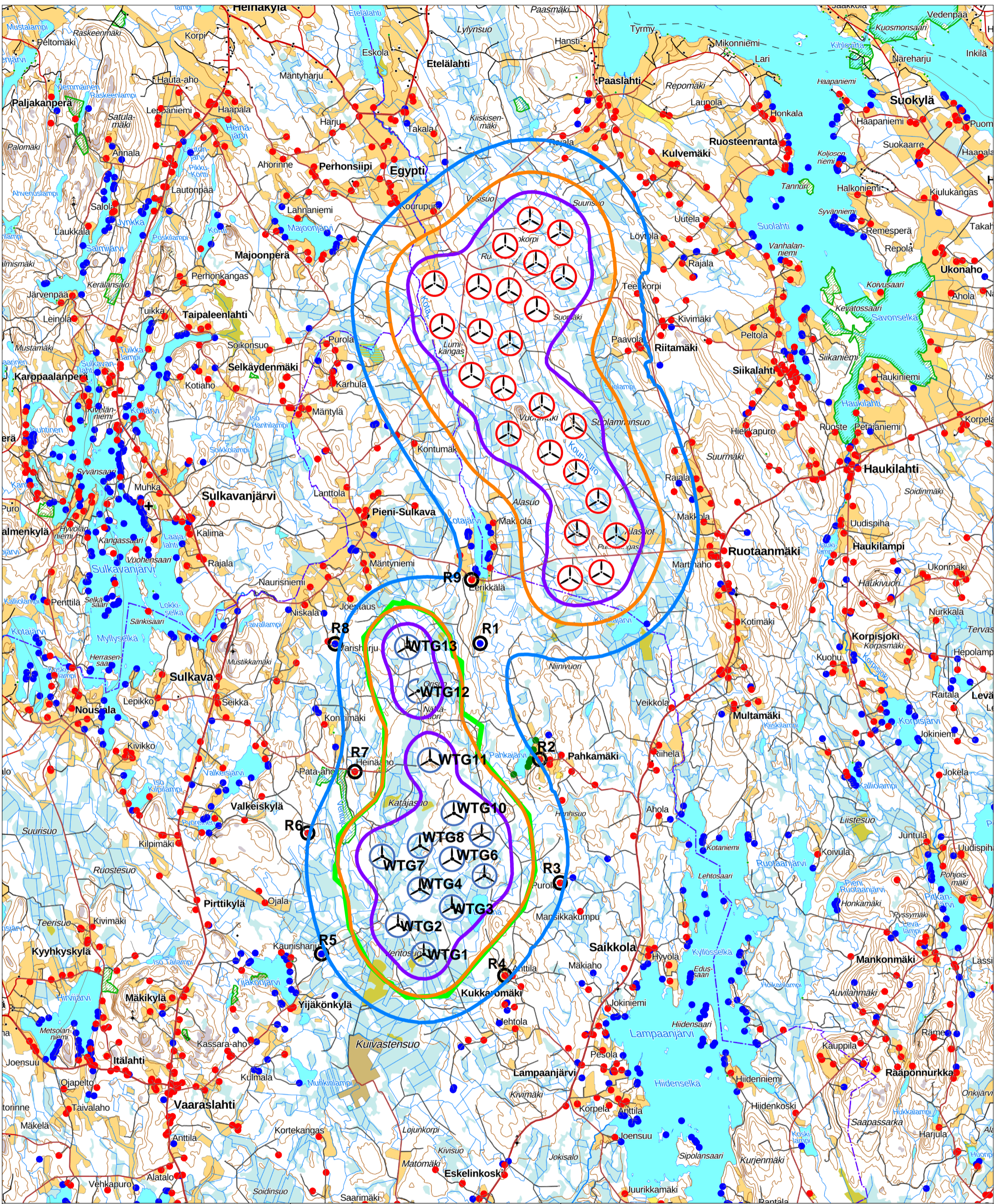


Laskentamalli ISO 9613-2
laskentakorkeus 4 m
laskentatiheys 25 x 25 m

wsp

Mittakaava: 1:40000 (A4)

WSP Finland Oy
Luonnos 30.1.2024



Pielaveden Löytänän
tuulivoimapuiston YVA

Meluselvitys

Voimaloiden sijoittelu
vaihtoehdon
VE1+Vuorimäki mukaan

- Hankealue
- Tuulivoimala - Vuorimäki
- Tuulivoimala - Löytänä VE1
- Reseptoripiste
- Lomarakennus
- Asuinrakennus
- Rantayleiskaavan rakennuspaikat

Keskiaänitaso
LAeq [dB]

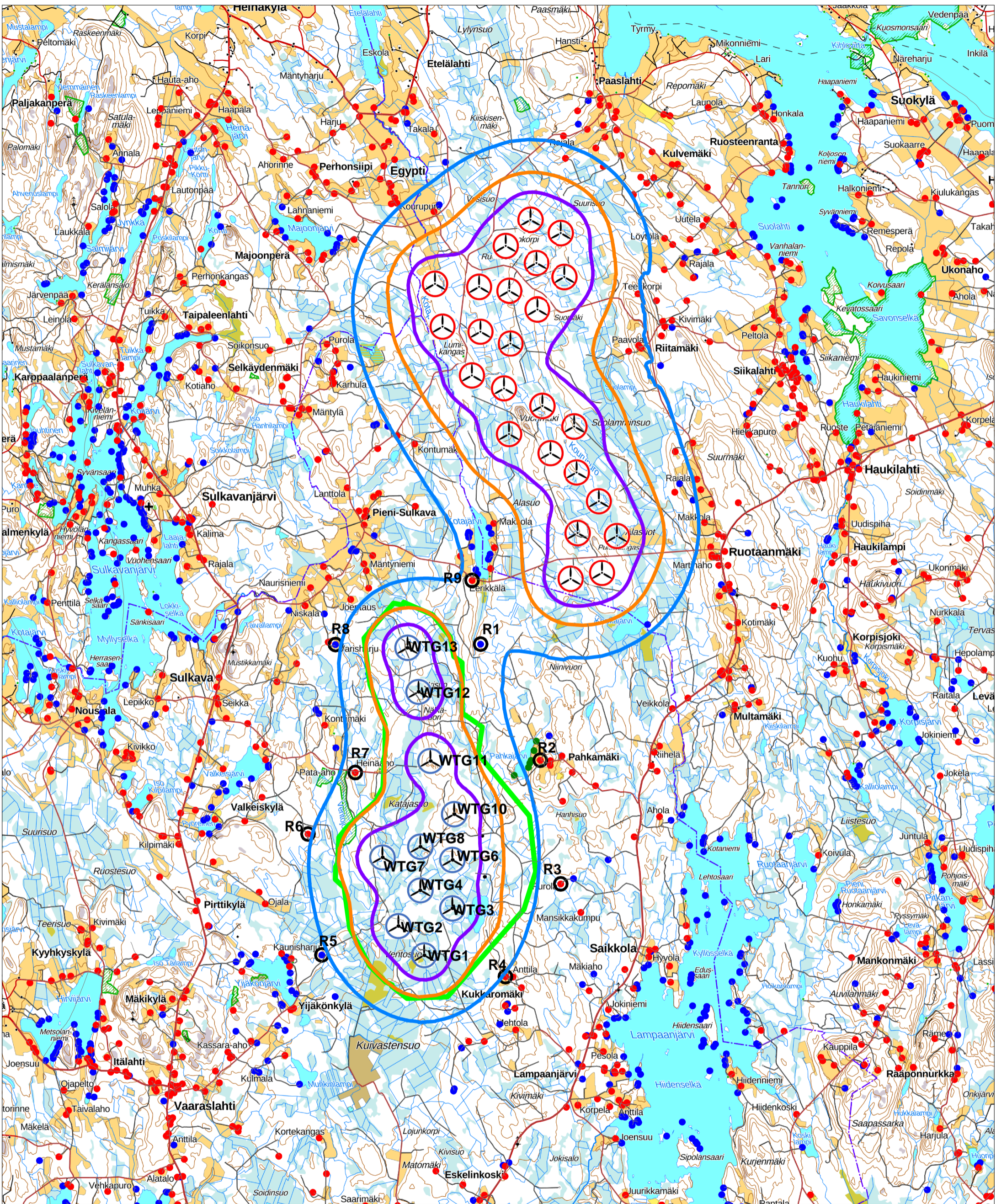
- 35 dB
- 40 dB
- 45 dB



Laskentamalli ISO 9613-2
laskentakorkeus 4 m
laskentatiheys 25 x 25 m

Mittakaava: 1:75000 (A4)

WSP Finland Oy
Luonnos 30.1.2024



Pielaveden Löytänä
tuulivoimapuiston YVA

Meluselvitys

Voimaloiden sijoittelu
vaihtoehdon
VE2+Vuorimäki mukaan

- Hankealue
- Tuulivoimala - Vuorimäki
- Tuulivoimala - Löytänä VE2
- Reseptoripiste
- Lomarakennus
- Asuinrakennus
- Rantayleiskaavan rakennuspaikat

Keskiaänitaso
L_{Aeq} [dB]

- 35 dB
- 40 dB
- 45 dB



Laskentamalli ISO 9613-2
laskentakorkeus 4 m
laskentatiheys 25 x 25 m

Mittakaava: 1:75000 (A4)

WSP Finland Oy
Luonnos 30.1.2024