Oulaisten Maaselänkankaan tuulivoimapuiston melumallinnus

wpd Finland Oy
Keilaranta 19
02150 Espoo
Y-tunnus: 2087967-3
www.wpd.fi

Paul Bade
Niina Lappalainen

5.11.2021

SISÄLLYSLUETTELO

1 Johdanto 3

2 Tuulivoimaloiden melun syntymekanismit 3

3 Tuulivoimaloiden melutason ohjearvot 3

4 Arviointimenetelmät 4

5 Tulokset ja yhteenveto 5

6 Liitteet 8

1 Johdanto

wpd Finland Oy suunnittelee seitsemän tuulivoimalan rakentamista Oulaisten kuntaan. Tässä selvityksessä on mallinnettu Maaselänkankaan tuulipuiston osayleiskaavan luonnoksessa tarkastellun toteuttamisvaihtoehdon mukaisesti tuulivoimalaitoksista ympäristöön aiheutuva melutaso sekä tarkasteltu pienitaajuisen melun leviämistä.

Melumallinnus tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 ”Tuulivoimaloiden melun mallintaminen”-raportin mukaisilla laskentaparametreilla Nord2000 -mallinnusmenetelmällä Soundplan 8.2 -ohjelman avulla. Pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin käyttäen WindPro 3.4 -ohjelmaa Ympäristöministeriön ohjeen 2/2014 mukaisesti. Melumallinnuksessa on käytetty Nordex N163 -voimalan äänilähtötietoja maksimiäänitehotasolla 107,2 dB(A). Tässä mallinnuksessa voimaloiden lapaprofiili on hammastettu.

2 Tuulivoimaloiden melun syntymekanismit

Tuulivoimalan ääni koostuu roottorin lapojen liikkeestä (aerodynaaminen) ja voimalan koneiston (mekaaninen) osien aiheuttamasta äänestä. Lapojen pyörimisestä aiheutuva ääni on näistä kahdesta haittavaikutustensa kannalta yleensä merkittävämpi. Tuulivoimalan tuottama ääni syntyy korkealla voimalan nasellissa (tässä tapauksessa 148 metrissä) ja on lapojen pyörimisestä johtuen jaksottaista. Tuulivoimaloiden ääni on laajakaistaista ja se sisältää myös pienitaajuisia (matalataajuisia n. 20–200 Hz) ääniä. Äänen ominaisuudet, kuten voimakkuus, taajuus ja ajallinen vaihtelu, riippuvat tuulivoimaloiden ominaisuuksista, lukumäärästä, niiden etäisyyksistä toisiinsa sekä tuulen nopeudesta. (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016 Tuulivoimarakentamisen suunnittelu, päivitys 2016)

Tuulivoimalan äänen leviäminen ympäristöön riippuu maaston pinnanmuodoista, kasvillisuudesta ja sääoloista, kuten tuulen nopeudesta ja suunnasta sekä lämpötilasta. Ääni etenee tavallisesti veden yllä laajemmalle kuin maalla johtuen pienemmästä vaimentumisesta. Pienitaajuinen ääni etenee muuta ääntä laajemmalle alueelle eikä juuri vaimene ilmakehässä. Taustaääni, kuten tuulen tai aaltojen tuottama kohina, voi vaikuttaa tuulivoimalan äänen kuultavuuteen ja sen häiriövaikutukseen. (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016 Tuulivoimarakentamisen suunnittelu, päivitys 2016)

3 Tuulivoimaloiden melutason ohjearvot

Tuulivoimalarakentamisen suunnitteluohjearvot ovat riskienhallinnan ja suunnittelun apuväline. Niiden avulla voidaan tunnistaa tuulivoimarakentamiseen parhaiten soveltuvat alueet.

Tuulivoimaloiden melutasoja ohjaa Valtioneuvoston asetus Tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista (1107/2015). Ohjearvot on esitetty Taulukossa 1.

Taulukko 1. Tuulivoimaloiden melutason ohjearvot (Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista (1107/2015)).

Tuulivoimaloiden melutason ohjearvot	Ulkomelutaso L_{Aeq} päivällä klo 7-22	Ulkomelutaso L_{Aeq} yöllä klo 22-7
Pysyvä asutus	45 dB(A)	40 dB(A)
Vapaa-ajan asutus	45 dB(A)	40 dB(A)
Hoitolaitokset	45 dB(A)	40 dB(A)
Oppilaitokset	45 dB(A)	-
Virkistysalueet	45 dB(A)	-
Leirintäalueet	45 dB(A)	40 dB(A)
Kansallispuistot	40 dB(A)	40 dB(A)

Sen lisäksi on esitetty ohjearvoja pienitaajuiselle (matalataajuiselle) melulle koskien tunnin taajuuspainottamattomia keskiäänitasoja sisätiloissa. Nämä ohjearvot on esitetty Taulukossa 2.

Taulukko 2. Yöaikaisen pienitaajuisen sisämelun yöajan toimenpiderajat nukkumiseen tarkoitetuissa tiloissa terssikaistoittain (STM Asumisterveysasetus, 23.4.2015).

Kaista / Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Leq, 1h / dB	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

4 Arviointimenetelmät

Melumallinnus tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 ”Tuulivoimaloiden melun mallintaminen”-raportin mukaisilla laskentaparametreilla Nord2000 -mallinnusmenetelmällä Soundplan 8.2 –ohjelman avulla. Melumallinnuksen tarkemmat tiedot on esitetty Liitteessä 1.

Ympäristöministeriön ohjeessa todetaan, että melumallinnustarkastelu käytetään tuulivoimaloiden melupäästölle valmistajan ilmoittamaa takuuarvoa standardin IEC TS 61400-14 mukaisesti. Tässä mallinnuksessa käytetty maksimiäänitehotaso 107,2 dB(A) (hammastettu lapaprofiili) ja taajuusjakauma 1/3 oktaaveittain välillä 10 Hz – 10 kHz ovat voimalavalmistaja Nordexin ilmoittamia dokumentissa F008_276a_A17_EN Revision 03. Melumallinnuksessa käytetyissä voimaloissa on käytetty ääntä vaimentavia hammastettuja lapoja. Laskennassa on käytetty Nordex N163 -voimalatyyppiä, jonka roottorin halkaisija on 163 metriä, napakorkeus 148 metriä ja nimellisteho 5,9 MW.

Tarkasteluun on valittu ne lähimmät asuin- ja lomarakennukset (havaintopisteet) jotka sijaitsevat lähimmillään noin 1,0–1,7 km etäisyydellä rakennuslupahakemusten (marraskuu

2021) mukaisista voimalasijainneista. Asuinrakennukset RH01–RH05 (RH = residential house) on nimetty satunnaisessa järjestyksessä (Kuva 1).

5 Tulokset ja yhteenveto

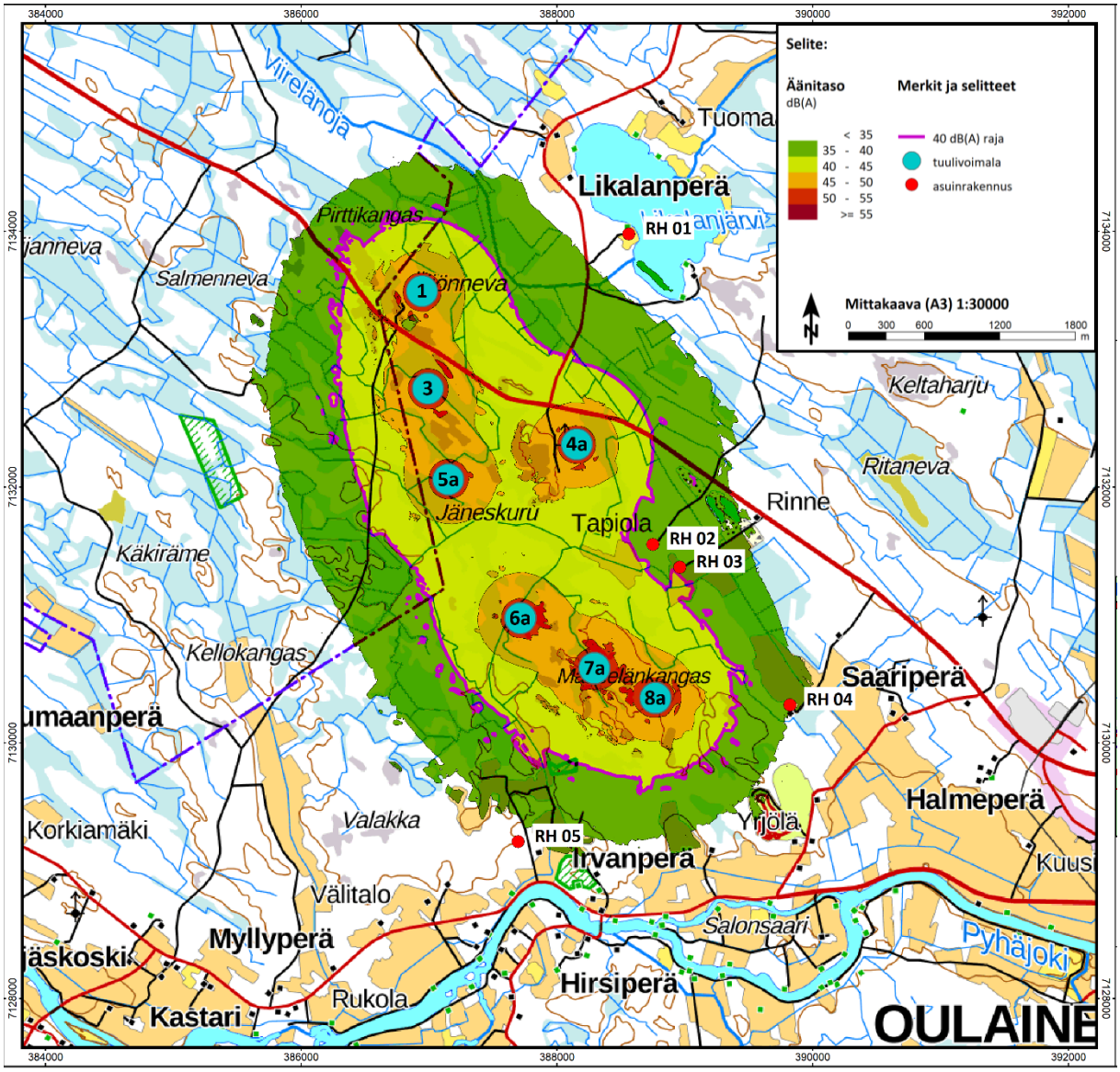
Mallinnuksen tuloksia verrataan Valtioneuvoston asetuksen mukaisiin melun ohjearvoihin (Taulukko 1) ja Sosiaali- ja Terveysministeriön Asumisterveysasetuksen mukaisiin pienitaajuisen sisämelun ohjearvoihin (Taulukko 2).

Melumallinnuksen tulokset on esitetty ohjearvoihin verrannollisina pitkän ajan keskiäänitasoina karttapohjalla Kuvassa 1. Melunleviämiskartasta voidaan nähdä, että havaintopisteet RH02–RH04 sijaitsevat äänitasoltaan 35 dB(A) – 40 dB(A) välillä. Taulukkoon 3 on kootusti kerätty 40 dB raja-arvon ylittävälle melulle altistuvien kohteiden lukumäärät, joita on 0 kappaletta. Asuin- ja lomarakennusten melulaskennan arvot on esitetty Taulukossa 4. Melumallinnuksen tulokset on esitetty Liitteessä 2.

Pienitaajuisen (matalataajuisen) äänen osalta melutasot on laskettu Ympäristöministeriön ohjeen mukaan käyttäen DSO 1284 laskentamenetelmää valituissa kohteissa. Laskentatulosten mukaan sosiaali- ja terveysministeriön raja-arvot eivät ylity yhdessäkään kohteessa (Kuva 2, Liite 3).

Tuloksia on vertailtu myös suomalaistutkimuksen pientalojen julkisivurakenteiden äänitasoeron estimaattiarvoihin DL90 (Keränen ym. 2019), jotka ovat Ympäristöministeriön ohjeissa käytettävää DSO 1284:n ääniasetuksen mukaisia arvoja alhaisempia. Myös tämän vertailun osalta voidaan todeta, että sisätilan toimenpiderajat alittuvat havaintopisteissä (RH01–RH05) kaikkien terssikaistojen osalta.

Yhteenvetona tuloksista voidaan sanoa, että valtioneuvoston asetuksen mukaiset melun raja-arvot eivät ylity yhdenkään asuin- tai lomarakennuksen kohdalla.



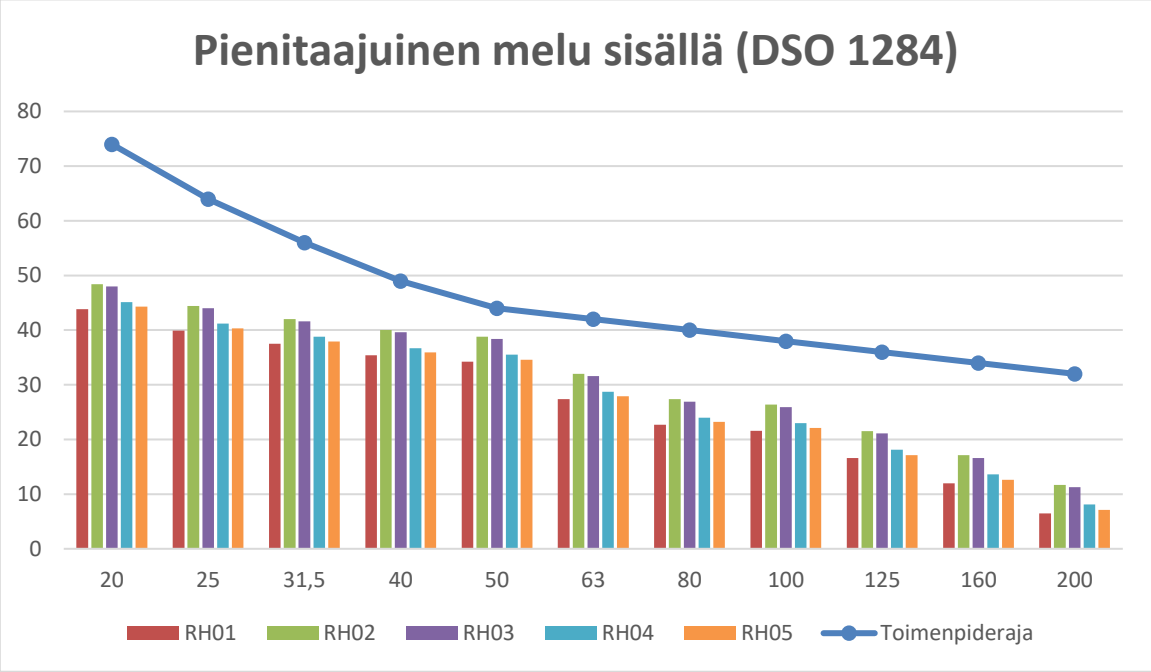
Kuva 1. Melunleviämiskartta.

Taulukko 3. Suunnitteluohjearvot ylittävälle melulle altistuvat kohteet, lkm.

Suunnitteluohjearvot ylittävälle melulle altistuvat kohteet.	Lukumäärät
Pysyvä asutus	0 kpl
Vapaa-ajan asutus	0 kpl
Hoitolaitokset	0 kpl
Oppilaitokset	0 kpl
Virkistysalueet	0 kpl
Leirintäalueet	0 kpl
Kansallispuistot	0 kpl

Taulukko 4. Melulaskennan tulokset lähimpien rakennusten kohdalla.

Asunto	dB(A)
RH01	32,7
RH02	39,0
RH03	38,7
RH04	35,0
RH05	33,5



Kuva 2. Pienitaajuisen melun laskentatulokset sisätiloissa suhteutettuna STM:n asumisterveysohjeen arvoihin tarkastelluissa havaintopisteissä.

6 Viitteet

Keränen J, Hakala J & Hongisto V 2019. The sound insulation of façades at frequencies 5–5000 Hz. Building and Environment 156, pp. 12-20. DOI:10.1016/j.buildenv.2019.03.061. https://www.researchgate.net/publication/332174876_The_sound_insulation_of_facades_at_frequencies_5-5000_Hz

STM Asumisterveysasetus, 23.4.2015.

Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014. Tuulivoimaloiden melun mallintaminen.

Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016.

Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista (1107/2015).

7 Liitteet

Liite 1. Melumallinnuksen tiedot, maaston kovuuden määrittely ja melupäästötasot oktaaveittain (Nordex).

Liite 2. Melumallinnuksen tulokset.

Liite 1

Melumallinnuksen tiedot

Melumallinnuksen tiedot		
Laatija:	Paul Bade, wpd Finland Oy	
Päivämäärä:	1.11.2021	
Hankevastaava:	wpd Finland Oy	
Hankealue:	Maaselänkangas, Oulainen	
Mallinnusohjelman tiedot		
Mallinnusohjelma ja versio:	Soundplan 8.2, pienitaajuinen melu WindPro 3.4	
Mallinnusmenetelmä:	Nord2000, ISO 9613-2	
Tuulivoimaloiden perustiedot		
Tuulivoimalan valmistaja:	Tyyppi:	Sarjanumero: -
Nordex	N163	
Nimellisteho:	Napakorkeus:	Roottorin halkaisija:
5,9 MW	148 m	163 m
Tornin tyyppi:	Putkitorni	
Laskennan lähtötiedot (Melupäästötiedot; Tuulennopeus ilmoitettu referenssikorkeudella 10 m maanpinnasta)		
Äänitehotaso L_{WA} Tuulennopeudella 8 m/s (10 m korkeudella):	107,2 dB(A)	
Suurin äänitehotaso L_{WA}:	107,2 dB(A)	
Äänitehotaso 107,2 dB ja taajuusjakauma 1/3 oktaaveittain (A-painotettu) välillä 10 Hz – 10 kHz ovat voimalavalmistaja Nordexin ilmoittamia dokumentissa F008_276a_A17_EN Revision 03 (katso kohta Nordex, mallinnuksessa käytetyt melupäästötasot oktaaveittain).		

Melun laskentamallin parametrit		
Kapeakaistaisuus /		
Tonaalisuus	Impulssimaisuus	Merkityksellinen sykintä
		(Amplitudimodulaatio)
Ei	Ei	Ei
Laskentaverkko		
Laskentakorkeus:	Laskentaruudukon koko	
2 m Nord2000, 4 m ISO 9613-2	5 m x 5 m	
Sääolosuhteet		
Suhteellinen kosteus:	Lämpötila:	
70 %	15 °C	
Korkeusmalli		
Korkeusmallin lähde:	Vaakaresoluutio:	Korkeustarkkuus:
Maanmittauslaitos, korkeusmalli 2 m	2 m	0,3-1,0 m
Maaston kovuusarvot		
Maanpinnan vaimentava vaikutus Nord 2000 mukainen, katso kohta maaston kovuuden määrittely.		
Hankealueen korkeuserot		
Tuulivoimalan perustusten ja altistuvan kohteen korkeusero yli 60 m (3 km etäisyydellä voimaloista)		
Ei		
Voimalan äänen suuntaavuus	Vapaa avaruus : kyllä	Muu
Ilmakehän stabiilius laskennassa / meteorologinen korjaus		
Ympäristöministeriön ohjeen 2/2014 mukaan		
Laskennat (Nord2000) on tehty epäedullisimman tuulen suuntaan kussakin laskentapisteessä. Voimaloiden äänen suuntaavuus; tuulennopeus 8 m/s 10 metrin korkeudella, downwind-tilanne.		

Maaston kovuuden määrittely

Maastoon kovuus on mallinnettu Nord2000 laskennassa jokaiselle maaston aluetyypille erikseen maanmittauslaitoksen maastomallin perusteella. Alla oleva taulukko näyttää mitä kovuusarvoa on käytetty millekin aluetyypille. Taustakovuus on asetettu luokkaan B, joka vastaa metsän kovuusluokkaa.

Terrain hardness (for NORD2000)

A Snow
B Forest, Heather
C Crop field summer, grass(soft)
D Crop field spring, autumn, grass(normal)
E Crop field winter, grass(compact)
F City, Frozen ground, rock
G Water, ice concrete, asphalt

Object type	Class
Suo, helppokulkuinen metsää kasvava	B
Suo, vaikeakulkuinen metsää kasvava	B
hietikko	E
puisto	E
pelto	E
puutarha	E
niitty	E
Suo, helppokulkuinen puuton	E
soistuma	E
turvetuotantoalue	E
kaatopaikka	E
täytemaa	E
urheilu- ja virkistysalue	E
avoin metsämaa	E
varvikko	E
Kallio - alue	F
Harva louhikko	F
kivikko	F
louhos	F
sorakuoppa	F
Taajaan rakennettu alue	F
Suo, vaikeakulkuinen puuton	G
avoin vesijättöalue	G
Merivesi	G
maatuva vesialue	G
tulva-alue	G
Allas - alue	G
Varastoalue	G
Asuinrakennus, ? krs	G
Asuinrakennus, 1-2 krs	G
Asuinrakennus, 3-n krs	G
Liike- tai julkinen rakennus, ? krs	G
Liike- tai julkinen rakennus, 1-2 krs	G
Liike- tai julkinen rakennus, 3-n krs	G
Lomarakennus, ? krs	G
Lomarakennus, 1-2 krs	G
Lomarakennus, 3-n krs	G
Teollinen rakennus, ? krs	G
Teollinen rakennus, 1-2 krs	G
Teollinen rakennus, 3-n krs	G

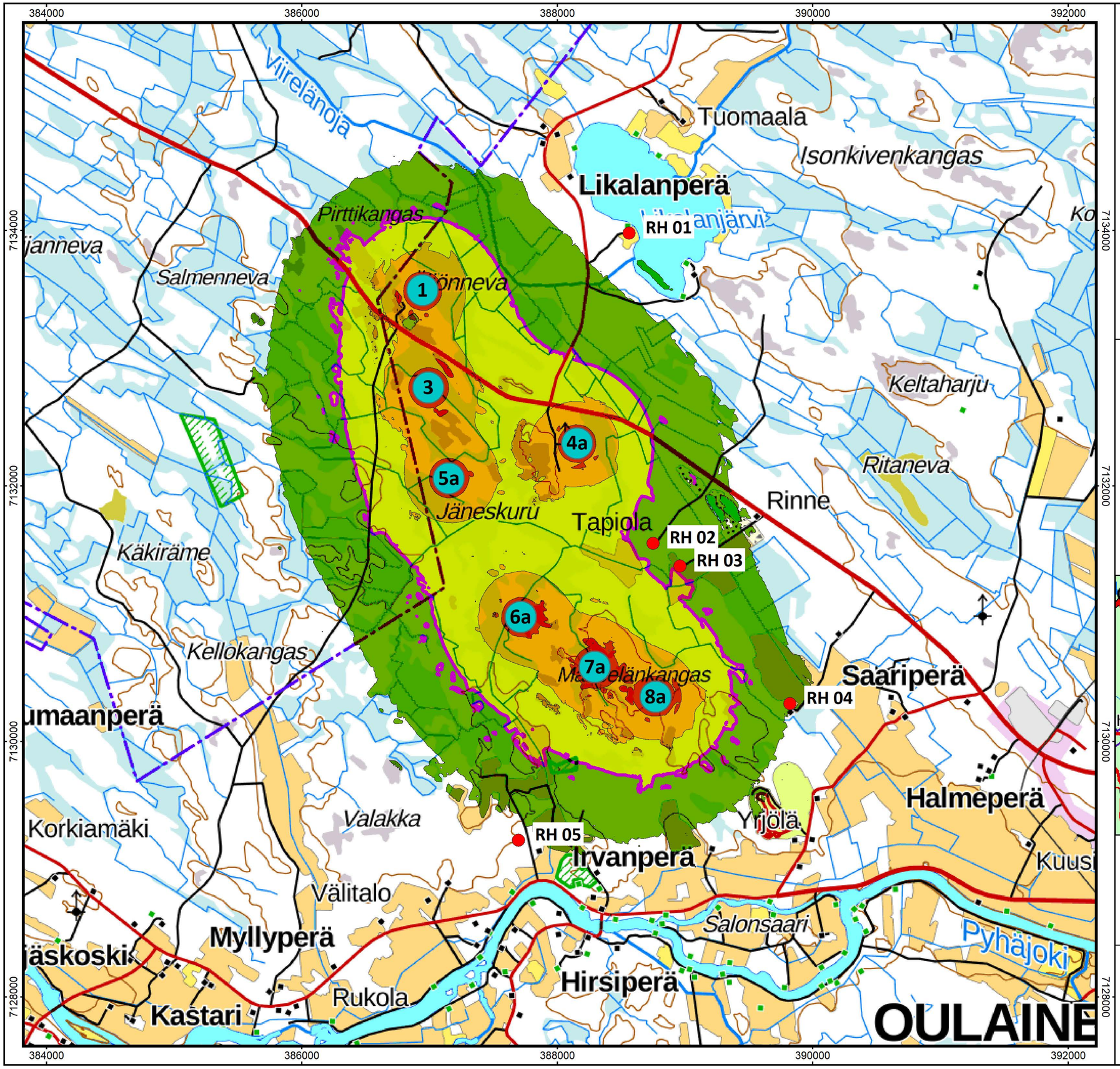
Kirkollinen rakennus, ? krs	G
Kirkollinen rakennus, 1-2 krs	G
Kirkollinen rakennus, 3-n krs	G
Muu rakennus, ? krs	G
Muu rakennus, 1-2 krs	G
Muu rakennus, 3-n krs	G
Järvivesi	G
Vesikivikko	G
Liikennealue	G
Virtavesialue	G

Nordex, mallinnuksessa käytetyt melupäästötasot oktaaveittain (dokumentista F008_276a_A17_EN Revision 03)

Frequency	
10 Hz	50.0
12.5 Hz	54.9
16 Hz	59.5
20 Hz	63.9
25 Hz	67.8
31.5 Hz	73.3
40 Hz	76.9
50 Hz	82.0
63 Hz	83.3
80 Hz	86.1
100 Hz	90.8
125 Hz	89.3
160 Hz	90.6
200 Hz	91.9
250 Hz	92.8
315 Hz	96.1
400 Hz	95.7
500 Hz	95.9
630 Hz	97.9
800 Hz	97.0
1000 Hz	97.8
1250 Hz	97.1
1600 Hz	96.1
2000 Hz	94.9
2500 Hz	92.9
3150 Hz	90.2
4000 Hz	86.2
5000 Hz	81.4
6300 Hz	81.2
8000 Hz	79.3
10000 Hz	75.1
Total sound power level	**107.2**

Liite 2

Melumallinnuksen tulokset



Selite:

Äänitaso
dB(A)

	< 35
35	- 40
40	- 45
45	- 50
50	- 55
	>= 55

Merkit ja selitteet

- 40 dB(A) raja
- tuulivoimala
- asuinrakennus

Mittakaava (A3) 1:30000

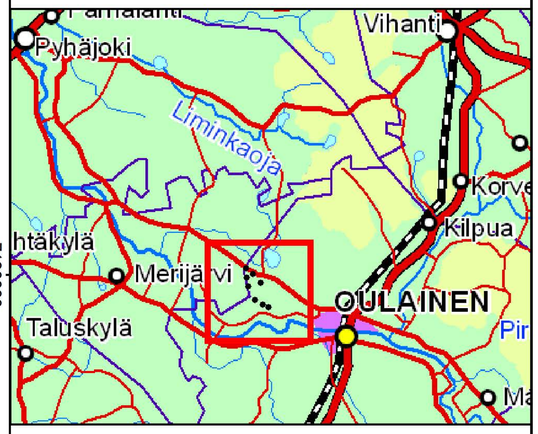
0 300 600 1200 1800 m

Laskentaparametrit:

Laskentamenetelmä: Nord2000
Wind direction: "kohti reseptoria"
Havaintopisteen korkeus maanpinnasta:2 m
Tuulivoimalan napakorkeus: 148,0 m
Lähtömelutaso: L_{WA}: 107,2 dB(A)

Projektio: ETRF89_ETRS_TM35FIN
Mallinnuksessa käytetty ohjelmisto SoundPlan 8.2, päivitetty 21.06.2021

Maastokartta Maanmittauslaitos 2021



Maaselänkangas (Oulainen)

Melukartta - 7 Tuulivoimala

Tekijä: Paul Bade
Päivämäärä: 01.11.2021
OULA 7xN163 5.9 MW, BPA 2021 - 5

© wpd Finland Oy

wpd think energy