wpd Finland Oy
Keilaranta 13
02150 Espoo
P + 358 9 4520 1500
F + 358 9 4520 1555

www.wpd.fi

Y-tunnus: 2087967-3

Palovaaran tuulipuiston Nord2000-melumallinnus

Riikka Arffman
wpd Finland
8.4.2016

Yleistä

Wpd Finland Oy suunnittelee tuulivoimalaitosten rakentamista Pellon Palovaaran alueelle. Tässä selvityksessä on mallinnettu tuulivoimalaitoksista ympäristöön aiheutuvat melutasot.

Melumallinnus tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 ”Tuulivoimaloiden melun mallintaminen” raportin mukaisilla laskentaparametreilla. Meluvyöhykkeiden mallinnuksessa on käytetty Nord2000 –laskentamallia. Laitosmallina laskennassa on käytetty Vestas V136-laitosta, jonka roottorin halkaisija on 136,0 metriä ja napakorkeus 162 metriä.

Työ on tehty wpd Finland Oy:n omana selvitystyönä ja sen on tehnyt Paul Bade.

Tuulivoimaloiden melun synty

Tuulivoimaloiden ääni syntyy roottorin lapojen aerodynaamisesta äänestä sekä voimalan koneiston osien aiheuttamasta äänestä. Lapojen pyörimisestä aiheutuva ääni on näistä kahdesta haittavaikutustensa kannalta yleensä merkittävämpi. Lisäksi aerodynaaminen äänen osuus kokonaisäänentuotannosta lisääntyy tuulivoimalan koon kasvaessa.

Äänen ominaisuudet, kuten voimakkuus, taajuussisältö ja ajallinen vaihtelu, riippuvat tuulivoimaloiden lukumäärästä, niiden etäisyyksistä tarkastelupisteeseen, sekä tuulen nopeudesta ja etenemisestä, ympäröivästä maastosta ja sääoloista. Taustaääni, kuten tuulen tai aaltojen tuottama kohina, vaikuttaa käyntiäänen kuultavuuteen ja samalla sen synnyttämään häiriövaikutukseen. Pienitaajuisia komponentteja sisältäessään ääni voi edetä pitkiä etäisyyksiä vain vähän vaimentuen. Äänen voimakkuutta mitataan desibeliasteikolla.

Arviointimenetelmät

Melumallinnus on tehty Vestas V136 3,45 MW–voimalatyypillä. Mallinnus on tehty ilman ääntä vaimentavaa lapatyyppiä. Melulaskennat on tehty Ympäristöministeriön hallinnon ohjeiden 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisilla laskentaparametreilla ja -menetelmillä. Nord2000 melumallinnus on tehty SoundPlan – melulaskentaohjelmalla. Nord 2000 - laskentamalli huomioi kolmiulotteisessa laskennassa mm. topografian, etäisyysvaimentumisen, ilman ääniabsorption, esteet, heijastukset ja maanpinnan absorptio-ominaisuudet sekä säätiedot. Tulokset on esitetty ohjearvoihin verrannollisina pitkän ajan keskiäänitasoina (LA-eq meluvyöhykkeet) karttapohjalla.

Mallinnuksen tuloksia verrataan Valtioneuvoston asetuksen (9/2015) mukaisiin melun ohjearvoihin (taulukko 2). Tuulivoimalarakentamisen suunnitteluohjearvot ovat riskienhallinnan ja suunnittelun apuväline. Niiden avulla voidaan tunnistaa tuulivoimarakentamiseen parhaiten soveltuvat alueet.

Melun ohjearvot

Tuulivoimaloiden melutasoja ohjaa 27.8.2015 hyväksytty Valtioneuvoston asetus Tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista, joka astui voimaan 1.9.2015 (Taulukko 1).

Taulukko 1.

Tuulivoimaloiden melutason ohjearvot (8/2015)	**ulkomelutaso L_{Aeq} päivällä klo 7-22**	**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)

Tulokset ja yhteenveto

Arvojen laskennassa on huomioitu, etteivät melun lähtötasot olisi ylioptimistisia. Näin voidaan olettaa, että mittaukset toiminnan aikana antavat melutasoltaan alhaisempia tuloksia kuin edellä esitetty laskentatapa.

Melumallinnuksen 17 turbiinin osalta laskentaohjelman perusoletuksilla (ei melunvaimennusta, maksimituulella 8m/s, tuulen suunta aina suoraan turbiinista reseptoriin) Valtioneuvoston asetuksen mukaiset meluarvot eivät ylity yhdenkään asuin- tai lomarakennuksen kohdalla (ks. Liitteet).

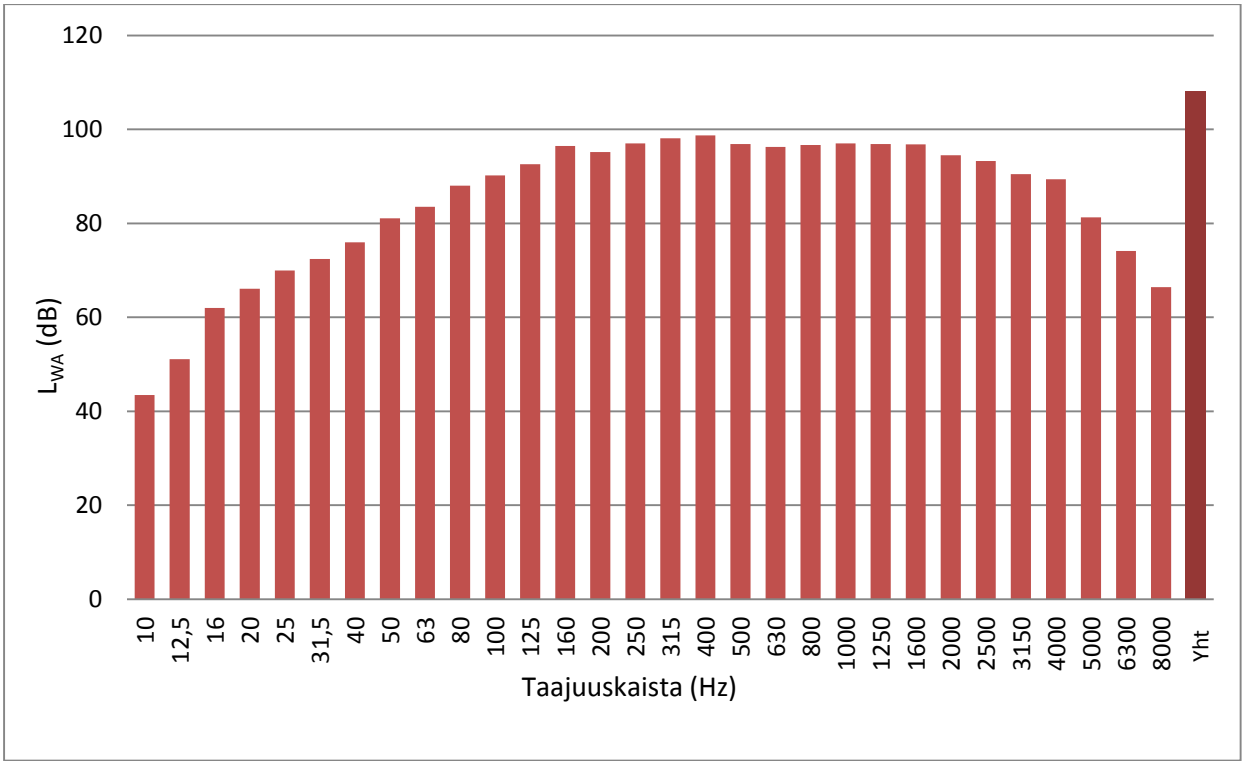
Melunleviämiskartat ja mallinnusten raportit on esitetty liitteissä.

Taulukko 2. Melumallinnuksen tiedot

Melumallinnuksen tiedot	
Laatija:	Paul Bade, wpd europe GmbH
Päivämäärä:	8.4.2016
Hankevastaava:	wpd Finland Oy
Hankealue:	Palovaara, Pello
Mallinnusohjelman tiedot	
Mallinnusohjelma ja versio:	SoundPLAN 7.4 huhtikuu 2016
Mallinnusmenetelmä:	Nord2000

Tuulivoimaloiden perustiedot		
Tuulivoimalan valmistaja:	Tyyppi:	Sarjanumero: -
Vestas	V136	
Nimellisteho:	napakorkeus:	Roottorin halkaisija:
3,45 MW	162 m	136 m
Tornin tyyppi:	Putkitorni	
Laskennan lähtötiedot (Melupäästötiedot; Tuulennopeus ilmoitettu referenssikorkeudella 10 m maanpinnasta)		
Äänitehotaso L_{WA} Tuulennopeudella 8 m/s (10 m korkeudella):	108,2 dB(A) (mode 0)	
Suurin äänitehotaso L_{WA}:	108,2 dB(A) (mode 0)	
Äänitehotaso 1/3-oktaaveittain (A-painotettu) kokonaisäänitehotasolla 108,2 dB (Kuva 1)		

Kaavio 1. V136-voimalatyypin äänitehotaso 1/3-oktaaveittain (A-painotettu)

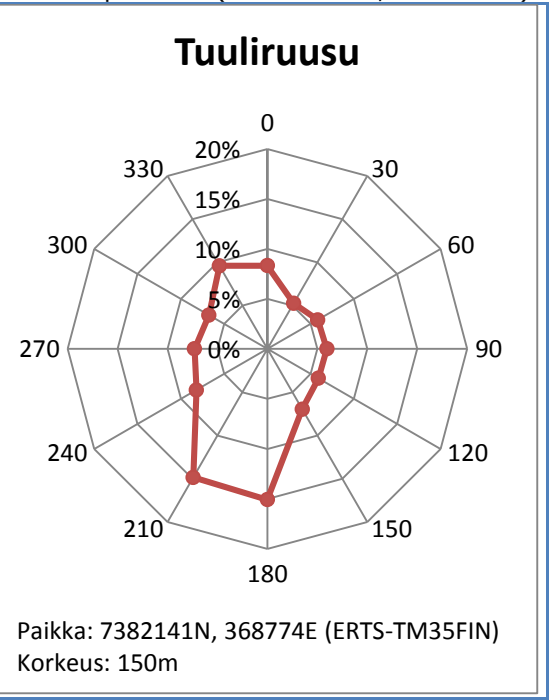


Taulukko 3. Melulaskennassa käytetyt parametrit.

Melun laskentamallin parametrit		
Kapeakaistaisuus /		
Tonaalisuus	Impulssimaisuus	Merkityksellinen sykintä
		(Amplitudimodulaatio)
Ei	Ei	Ei
Laskentaverkko		
Laskentakorkeus:	Laskentaruudukon koko	
2 m (Nord2000)	25 *25 N2000 tasot laskettu häiriintyvissä kohteissa	
Sääolosuhteet		
Suhteellinen kosteus:	Lämpötila:	
70 %	15 °C	
Korkeusmalli		
Korkeusmallin lähde:	Vaakaresoluutio:	Korkeustarkkuus:
Nord2000: Maanmittauslaitos, korkeusmalli 2 m (I)	2 m	0,3 m
Maaston kovuusarvot		
Maastotietokanta, Maanmittauslaitos		
Hankealueen korkeuserot		
Tuulivoimalan perustuksen ja altistuvan kohteen korkeusero yli 60 m (3km etäisyydellä voimaloista)		
Kyllä 7 asuinrakennukset, 4 lomarakennukset	Ei	
Jos kyllä, niin mitkä voimalat:		
WTG 16, 17 ja 19		
Voimalan äänen suuntaavuus	Vapaa avaruus : kyllä	Muu
Ilmakehän stabiilius laskennassa / meteorologinen korjaus		
Ympäristöministeriön ohje 2/2014		
Tuulen suuntien osuus		
Oheinen taulukko 5 esittää Tuuliatlaksen tuulitilastot 150 m korkeudella maanpinnasta pisteessä 73.82141 N ; 36.8774 E. Näitä mittaustietoja ei ole käytetty Nord2000 laskentojen aineistona, vaan laskennat on suoritettu epäedullisimmilla tuulensuunnilla, jotka ovat kohtisuoraan lähimpiä taloja.		

Taulukko 4. Tuuliatlaksen tuulitilastot 150 metrin korkeudella maanpinnasta (73.82141 N ; 36.8774 E)

tuulen suunta	osuus (%)	tuulen nopeus (m/s)
0	8.3	7.2
30	5.3	6.1
60	5.8	6
90	6.0	5.8
120	5.9	6.3
150	7.0	6.6
180	15.1	8.3
210	14.8	7.9
240	8.2	7.4
270	7.3	7.2
300	6.8	7.1
330	9.6	7.5
Keskimäärin		7.2



Taulukko 5. Suunnitteluohjearvot ylittävälle melulle altistuvat kohteet. Melulle altistuvat rakennukset ja kohteet, lkm

	Nord2000
Asuinrakennukset	0 kpl
Lomarakennukset	0 kpl
Hoito – ja oppilaitokset	0 kpl
Virkistysalueet	0 kpl
Kansallispuistot	0 kpl

Taulukko 6. Melulaskennan tulokset joidenkin rakennusten kohdalla, dB(A) (Nord2000)

	Nord2000 V136 dB (A)
HH 52 (Kauhajärvi pohjoisranta)	33,9
HH 51 (Kauhajärvi pohjoisranta)	33,3
HH 53 (Kauhajärvi itäranta)	32,7
HH 54 (Kauhajärvi itäranta)	32,0
HH 55 (Kauhajärvi kaakkoisranta)	32,8
HH 57 (Kauhajärvi eteläranta)	33,6
HH 56 (Kauhajärvi eteläranta)	33,2
HH 41 (Alinen Pahtajärvi itäranta)	31,5
HH 43 (Alinen Pahtajärvi itäranta)	31,7
HH 46 (Alinen Pahtarjärvi, lomakylä)	30,3
RH 67 (Ratasjärventie)	32,7
RH 66 (Ratasjärventie)	33,6

RH 64 (Ratasjärventie)	33,5
RH 65 (Ratasjärventie)	32,7
RH 68 (Ratasvuomantie)	31,2
RH 69 (Ratasvuomantie)	31,1

Laskentojen mukaisella kolmen kilometrin etäisyydellä on 11 asuntoa, joiden korkeustaso on 60 metriä matalammalla kun tuulivoimalan perustukset. Näistä asunnoista 7 on vakituista ja 4 vapaa-ajan asuntoa. Laskennoissa on osalle voimaloista asetettu 2 dB lisäys lähtömelutasoon suuren korkeusvaihtelun vuoksi. Huolimatta korkeammasta melun lähtötasosta kaikissa 11 matalan korkeustason asunnossa melutasot jäävät alle 40 desibelin (Liitteet 2 ja 3).

Maaston kovuuden määrittely

Maastoon kovuus on mallinnettu Nord2000-laskennassa jokaiselle maaston aluetyypille erikseen Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan perusteella. Alla oleva taulukko 7 näyttää mallinnuksessa kullekin aluetyypille käytetyn kovuusarvon. Taustakovuus on asetettu luokkaan B, joka vastaa metsän kovuusluokkaa.

Taulukko 7. Mallinnuksessa käytetyt maaston kovuusarvot

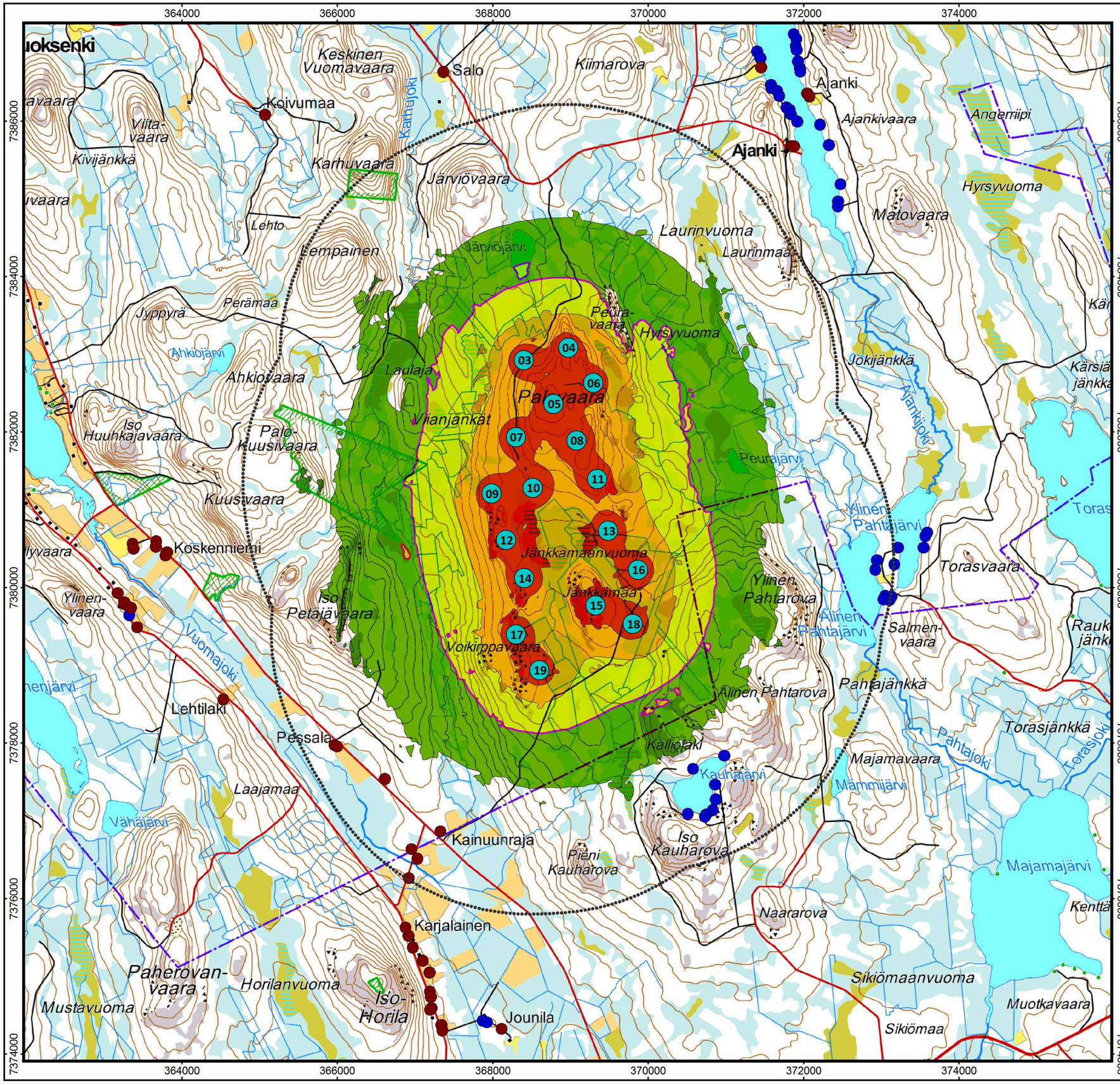
B – Metsä E – Pelto talvella, ruoho (tiivis)

F – Routainen maa, kallio G – Vesi, jää, betoni, asfaltti

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

Liitteet

1. **Nord2000-mallinnuksen mukainen melunleviämiskartta**
2. **Nord2000-mallinnuksen mukainen melunleviämiskartta, 2 dB lisäys äänitehotasoon: Ratasjärventie**
3. **Nord2000-mallinnuksen mukainen melunleviämiskartta, 2 dB lisäys äänitehotasoon: Pahtajärvi**
4. **Nord2000-mallinnuksen asuntokohtaiset laskentatulokset tuulensuunnittain**



Selite:

Äänitaso
dB(A)

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

Merkit ja selitteet

- tuulivoimala
- 40 dB(A) raja
- lomarakennus
- asuinrakennus
- 3 km

Mittakaava (A3) 1:50000

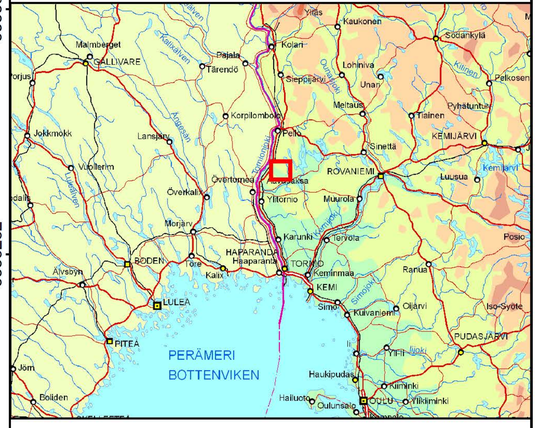
0 500 1000 2000 3000 m

Laskentaparametrit:

Laskentamenetelmä: Nord2000
Wind direction: "kohti reseptoria"
Havaintopisteen korkeus maanpinnasta:2 m
Tuulivoimalan napakorkeus: 162 m
Lähtömelutaso: L_{WA}: 108,2 dB(A)

Projektio: ETRF89_ETRS_TM35FIN
Mallinnuksessa käytetty ohjelmisto SoundPlan 7.4, päivitetty 23.03.2016

Maastokartta Maanmittauslaitos 10.03.2016

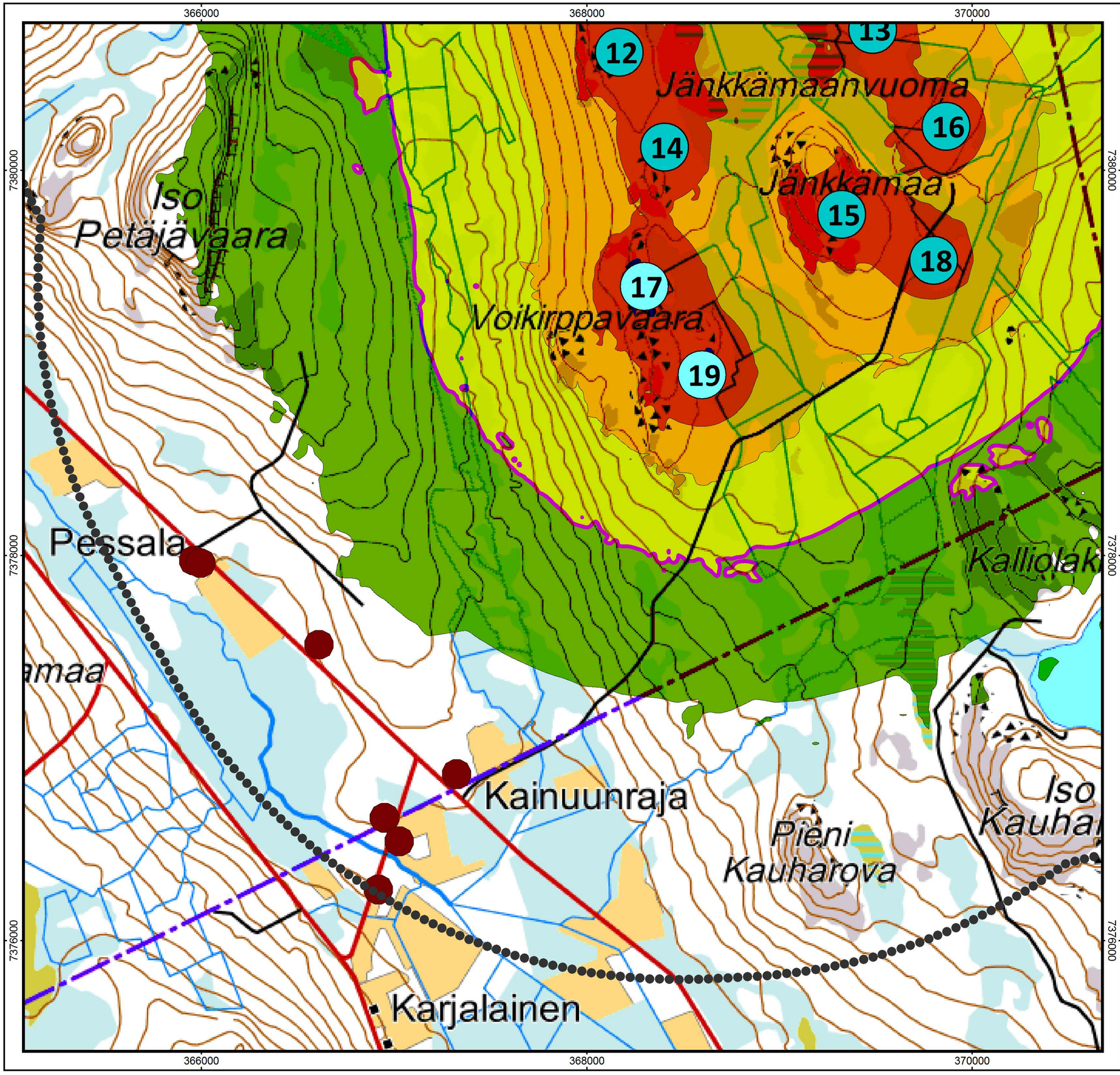


wpd Palovaaran Tuulipuisto Oy

Melukartta - 17 Tuulivoimalaa (VE5)

Tekijä: Paul Bade
Päivämäärä: 06.04.2016
PALO_VE5
© wpd Finland Oy

wpd think energy



Selite:

Äänitaso
dB(A)

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

Merkit ja selitteet

- tuulivoimala
- tuulivoimala +2 dB(A)
- 40 dB(A) raja
- lomarakennus
- asuinrakennus
- 3 km

Mittakaava (A3) 1:20000

0 200 400 800 1200 m

Laskentaparametrit:

Laskentamenetelmä: Nord2000
Wind direction: "kohti reseptoria"
Havaintopisteen korkeus maanpinnasta:2 m
Tuulivoimalan napakorkeus: 162 m
Lähtömelutaso: L_{WA}: 108,2 dB(A)

Projektio: ETRF89_ETRS_TM35FIN
Mallinnuksessa käytetty ohjelmisto SoundPlan 7.4, päivitetty 23.03.2016

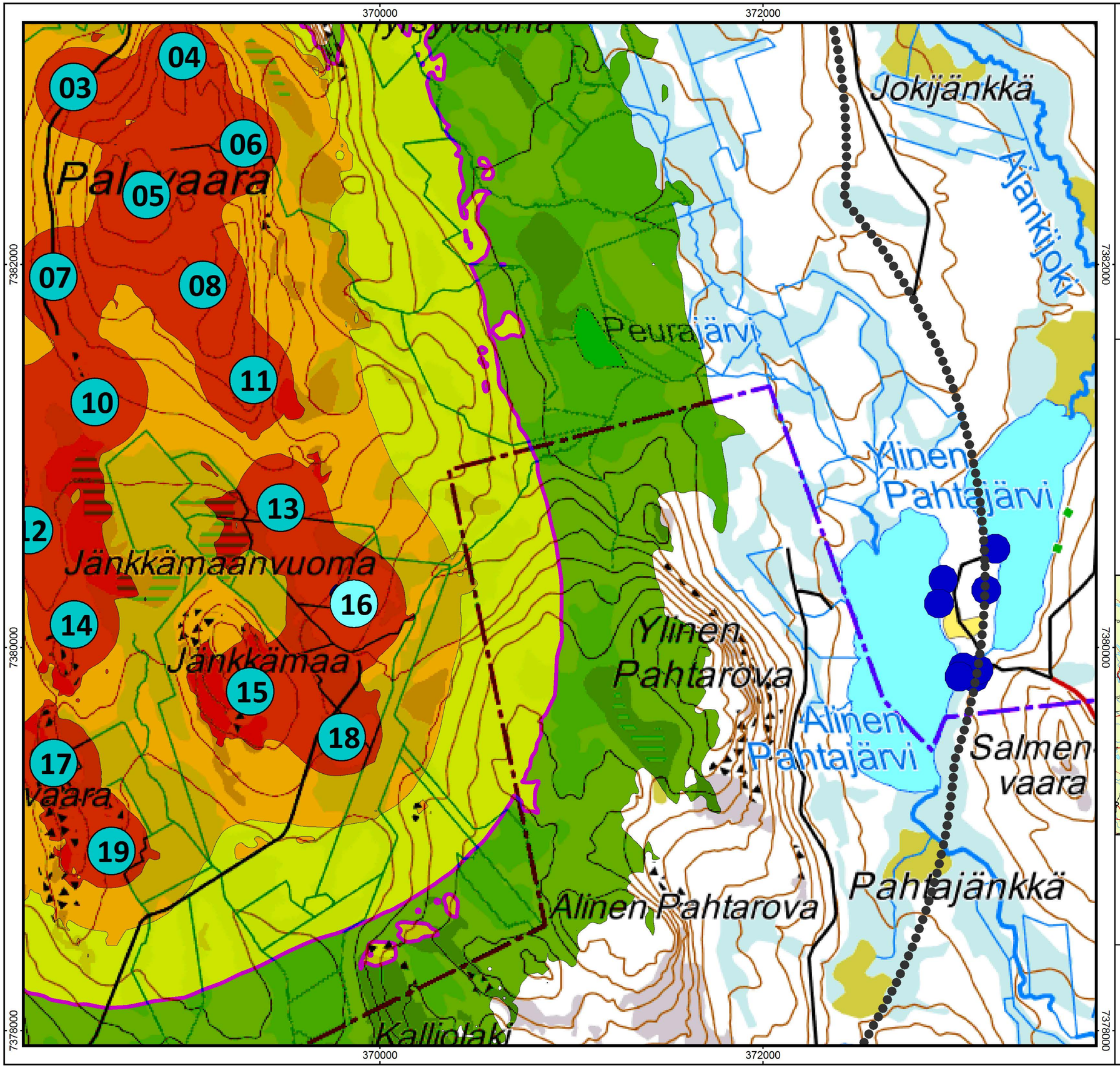
Maastokartta Maanmittauslaitos 10.03.2016

wpd Palovaaran Tuulipuisto Oy

Melukartta - 17 Tuulivoimalaa (VE5)

Tekijä: Paul Bade
Päivämäärä: 07.04.2016
PALO_VE5_surcharge southwest ro
© wpd Finland Oy

wpd think energy



Selite:

Äänitaso
dB(A)

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

Merkit ja selitteet

- tuulivoimala
- tuulivoimala +2 dB(A)
- 40 dB(A) raja
- lomarakennus
- asuinrakennus
- 3 km

Mittakaava (A3) 1:20000

0 200 400 800 1200 m

Laskentaparametrit:

Laskentamenetelmä: Nord2000
Wind direction: "kohti reseptoria"
Havaintopisteen korkeus maanpinnasta:2 m
Tuulivoimalan napakorkeus: 162 m
Lähtömelutaso: L_{WA}: 108,2 dB(A)

Projektio: ETRF89_ETRS_TM35FIN
Mallinnuksessa käytetty ohjelmisto SoundPlan 7.4, päivitetty 23.03.2016

Maastokartta Maanmittauslaitos 10.03.2016

wpd Palovaaran Tuulipuisto Oy

Melukartta - 17 Tuulivoimalaa (VE5)

Tekijä: Paul Bade
Päivämäärä: 06.04.2016
PALO_VE5_surcharge Pahtajärvi ove

© wpd Finland Oy

wpd think energy

Palovaara

160405 PALO - Receiver table

Coordinates			MAX	dw	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
X	Y	Z	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
363.169	7.379.930	80	26,3	26,3	21,4	26,0	26,3	26,3	25,9	24,4	15,9	3,4	0,2	-0,2	1,7	7,3
363.253	7.379.789	82	26,6	26,6	22,5	26,4	26,6	26,6	26,1	25,1	14,3	2,3	-0,3	-0,3	1,8	7,5
363.256	7.379.812	81	25,6	25,4	21,4	25,6	25,4	25,5	25,2	24,1	13,1	1,5	-0,9	-0,9	1,2	6,9
363.319	7.379.649	86	26,3	26,4	24,0	26,3	26,3	26,3	26,0	25,0	14,1	3,3	0,7	0,7	3,0	9,7
363.340	7.379.740	80	26,5	26,3	23,2	26,5	26,3	26,4	25,9	25,2	15,3	4,5	2,0	2,1	4,6	10,5
363.362	7.380.568	66	25,1	25,4	7,0	19,0	24,7	25,1	23,3	21,2	14,3	3,3	-0,6	-2,1	-1,5	1,1
363.375	7.380.502	66	25,4	25,6	8,1	21,5	25,1	25,4	23,8	22,1	14,0	3,6	-0,5	-2,1	-1,4	1,6
363.418	7.379.490	88	26,7	26,8	24,9	26,5	26,7	26,7	26,6	25,0	15,9	3,1	0,8	1,0	3,4	10,0
363.662	7.380.530	69	23,4	23,5	7,9	15,5	23,1	23,4	22,7	21,0	13,5	5,6	1,6	-0,1	0,5	3,1
363.668	7.380.597	72	23,2	23,4	5,9	13,2	22,2	23,2	22,2	19,9	12,6	3,6	0,4	-0,9	-0,4	1,7
363.785	7.380.415	70	24,0	24,1	9,0	17,5	23,9	24,0	23,4	22,4	12,9	5,8	2,6	1,6	2,4	5,0
363.805	7.380.458	73	23,6	23,7	8,4	15,4	23,5	23,6	23,1	21,5	12,9	5,6	2,6	1,5	2,3	4,7
364.527	7.378.565	94	29,3	29,3	28,3	28,9	29,3	29,2	27,6	25,4	16,6	7,3	5,8	5,9	8,6	17,8
365.068	7.386.082	108	26,0	26,1	-1,5	2,7	23,7	25,1	26,0	26,0	26,0	23,6	6,5	1,0	-2,4	-3,3
365.959	7.377.974	72	32,5	32,3	31,9	32,2	32,3	32,5	30,8	26,5	18,9	10,6	10,0	10,7	18,0	29,8
365.995	7.377.961	72	31,9	31,6	31,6	31,6	31,6	31,9	30,3	26,7	19,2	11,3	10,7	11,8	18,7	30,1
366.609	7.377.539	73	32,6	32,6	32,4	32,6	32,6	32,0	29,9	24,3	15,8	8,7	8,6	13,2	26,3	30,8
366.874	7.375.632	83	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	26,9	25,1	16,6	11,4	10,9	12,7	19,9	26,9	27,0
366.911	7.375.526	84	27,0	26,9	26,9	26,9	26,8	27,0	24,5	16,9	11,7	11,3	13,0	20,1	26,7	26,8
366.916	7.376.267	72	29,1	29,1	29,0	29,1	29,0	29,0	26,8	20,7	14,0	12,1	13,4	21,7	27,9	29,0
366.949	7.376.638	72	30,2	30,1	30,2	30,1	30,2	30,1	28,6	24,2	18,1	14,6	17,5	23,9	29,2	30,2
366.968	7.375.371	86	27,1	26,7	26,8	26,7	26,8	26,8	25,0	15,3	10,4	10,2	12,0	19,9	27,1	26,6
367.026	7.376.518	71	30,1	29,9	30,0	29,9	30,0	30,1	28,6	23,6	17,6	14,9	18,3	24,5	29,7	30,1
367.096	7.375.202	84	26,3	26,3	26,2	26,3	26,2	25,7	21,5	12,4	9,0	8,9	10,6	19,5	25,3	26,1
367.182	7.375.052	82	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	24,8	21,0	10,3	8,0	7,9	9,8	18,6	24,9	25,4
367.186	7.374.803	86	25,3	25,3	25,3	25,3	25,2	24,7	19,5	9,1	7,0	7,0	8,8	17,9	24,5	25,2
367.193	7.374.571	90	24,6	24,7	24,6	24,6	24,6	24,2	18,1	7,8	6,2	6,1	7,8	17,1	24,2	24,5
367.202	7.374.737	87	25,1	25,1	25,1	25,1	25,1	24,7	19,1	8,5	6,8	6,8	8,3	17,7	24,4	25,1
367.210	7.374.592	89	24,7	24,7	24,7	24,7	24,6	23,8	17,8	7,5	5,9	6,0	7,5	17,0	23,7	24,5
367.323	7.376.866	75	31,7	31,6	31,6	31,6	31,7	31,3	30,3	27,3	22,4	21,7	23,7	28,5	30,7	31,7
367.334	7.374.380	82	25,8	24,4	24,4	24,4	24,7	25,8	17,4	7,4	5,4	5,4	7,6	17,3	25,8	24,6
367.348	7.374.307	82	24,3	24,1	24,1	24,1	24,3	23,6	17,2	7,2	5,0	5,1	7,5	17,4	23,9	24,3
367.360	7.386.635	98	27,5	27,5	2,4	5,2	16,1	24,1	27,2	27,5	27,4	27,0	22,1	7,7	4,2	1,9
367.867	7.374.434	77	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	23,8	16,6	7,1	4,8	5,5	8,9	19,6	24,6	24,7
367.920	7.374.411	81	24,6	24,6	24,6	24,5	24,5	23,5	16,3	6,6	4,1	4,9	9,0	19,7	24,3	24,4
368.111	7.374.329	77	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	22,7	16,0	5,1	2,7	4,1	8,4	19,6	24,1	24,1
370.505	7.377.092	181	33,2	31,7	31,8	31,8	33,2	26,7	18,9	16,9	19,3	26,5	31,8	32,2	31,6	31,7
370.574	7.377.669	180	33,9	33,9	33,7	32,2	29,9	21,3	17,8	18,0	19,8	23,7	29,1	33,4	33,8	33,9
370.726	7.377.059	182	32,9	31,1	31,1	31,2	32,9	23,4	17,4	16,5	20,2	28,5	31,3	31,3	31,1	31,1
370.742	7.377.081	180	33,6	31,2	31,2	31,7	33,6	21,9	16,2	15,9	19,9	29,3	32,0	31,5	31,2	31,2
370.828	7.377.140	182	32,8	31,2	31,2	31,6	32,8	22,2	15,3	14,6	18,0	29,0	32,2	31,3	31,2	31,3
370.857	7.377.469	179	32,7	32,2	32,2	32,7	31,2	24,1	16,0	15,0	17,4	27,0	31,8	32,1	32,2	32,2
370.867	7.377.275	182	32,0	32,0	31,9	31,7	30,1	23,2	15,4	12,4	19,8	27,9	30,0	31,5	31,8	32,0
370.975	7.377.840	182	33,3	33,3	33,0	29,8	25,5	20,3	18,0	18,2	20,3	26,9	28,4	31,7	32,9	33,3

Palovaara

160405 PALO - Receiver table

Coordinates			MAX	dw	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
X	Y	Z	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
371.375	7.387.399	119	23,5	23,4	2,8	2,4	3,7	4,9	10,9	21,0	22,9	23,5	23,0	14,4	4,8	4,1
371.400	7.386.897	113	25,2	25,1	0,0	-0,5	0,0	9,8	22,1	24,5	25,2	25,1	25,1	24,6	19,0	8,7
371.442	7.386.812	113	25,7	25,7	-5,5	-8,3	-5,6	-2,5	21,0	25,3	25,5	25,7	25,6	24,9	21,1	-2,3
371.448	7.386.692	114	26,9	26,9	-8,0	-9,1	-8,4	-5,8	18,9	25,9	26,7	26,9	26,8	25,0	21,1	-5,3
371.576	7.386.467	115	12,2	12,3	3,3	3,0	4,0	4,9	6,4	9,4	11,7	12,2	10,6	7,6	4,7	4,0
371.583	7.386.427	122	14,1	14,1	4,5	4,1	5,1	6,3	8,0	11,2	13,3	14,1	12,7	9,8	5,8	5,3
371.658	7.386.389	115	21,8	21,8	9,7	9,6	9,7	11,0	11,6	17,0	21,1	21,8	20,2	15,1	11,5	11,3
371.685	7.386.323	115	23,1	23,1	8,7	8,2	8,4	10,3	12,2	19,7	22,0	23,1	22,4	16,6	11,8	11,1
371.776	7.386.175	116	27,0	27,0	8,9	8,3	8,4	10,7	14,3	23,1	26,3	27,0	27,0	23,8	14,2	12,0
371.820	7.386.145	113	27,1	27,0	10,5	9,4	9,5	11,1	14,2	23,9	26,7	27,0	27,1	25,0	15,5	13,0
371.832	7.386.093	116	27,4	27,3	9,2	7,4	7,4	9,4	12,8	23,6	27,2	27,3	27,4	25,8	14,8	12,1
371.843	7.385.679	118	27,9	27,9	4,1	1,6	1,7	4,1	8,6	20,8	27,2	27,9	27,8	26,0	14,3	7,5
371.871	7.387.118	114	25,1	24,6	3,8	3,1	4,2	7,6	21,9	25,1	24,6	24,7	24,6	25,0	23,9	5,4
371.874	7.385.677	116	27,1	27,1	4,7	2,0	1,9	4,5	8,9	20,9	26,7	27,1	27,0	25,2	15,1	8,0
371.896	7.386.969	118	25,4	25,4	3,1	2,1	3,7	7,0	17,7	24,7	25,1	25,4	25,4	24,7	19,1	5,5
371.902	7.387.056	118	25,1	24,7	2,0	1,3	2,7	7,3	18,8	24,9	24,7	24,7	24,9	25,1	20,0	4,5
371.908	7.386.917	119	25,5	25,2	6,4	6,1	6,6	10,2	18,8	25,0	25,4	25,2	25,5	24,8	19,0	9,6
371.913	7.386.000	114	27,2	27,2	1,2	-0,6	0,1	3,3	9,7	25,2	27,2	27,2	27,2	26,9	15,9	4,9
371.914	7.385.995	114	26,7	26,7	1,2	-0,6	0,1	3,3	9,6	24,5	26,6	26,7	26,6	26,0	16,1	4,9
371.923	7.386.768	119	26,0	25,1	8,3	7,7	8,3	11,6	19,8	24,7	25,4	25,2	25,3	26,0	17,4	12,0
371.950	7.386.681	123	25,5	25,3	9,1	7,4	8,2	11,8	20,7	24,6	25,3	25,4	25,4	25,5	19,9	13,7
371.953	7.386.639	121	25,6	25,6	8,5	6,7	7,2	10,6	20,1	25,2	25,4	25,5	25,6	25,6	19,8	13,0
372.042	7.386.358	118	25,6	25,6	6,6	4,1	4,1	6,7	14,7	25,2	25,4	25,6	25,4	25,5	22,0	10,0
372.072	7.386.317	118	26,0	26,1	6,1	3,5	3,5	6,0	13,8	25,2	25,7	26,0	25,9	25,6	22,0	9,4
372.207	7.385.954	114	26,6	26,2	2,6	-0,7	-1,0	1,7	9,7	26,4	26,3	26,3	26,1	26,6	23,6	7,8
372.323	7.385.695	117	26,8	26,5	-5,8	-6,5	-4,0	1,3	6,3	25,8	26,8	26,6	26,4	26,7	24,9	-1,2
372.436	7.384.907	114	28,7	28,6	8,7	6,4	6,5	9,4	14,2	22,4	28,2	28,7	28,6	28,6	25,1	12,8
372.439	7.384.967	114	27,9	27,9	6,7	4,5	4,6	7,2	13,1	21,1	27,5	27,9	27,9	27,5	24,7	12,3
372.469	7.385.188	117	27,7	27,2	6,3	4,7	5,2	8,3	14,2	23,5	27,7	27,3	27,3	27,3	26,0	10,7
372.918	7.380.231	107	31,4	30,5	28,1	27,7	12,1	9,3	8,4	10,1	20,8	31,4	30,5	30,5	30,4	29,0
372.940	7.380.355	108	31,2	30,4	29,0	27,9	13,0	11,0	10,2	11,8	26,7	31,2	30,4	30,4	30,3	29,6
373.024	7.379.850	107	29,9	30,0	26,3	25,5	11,0	6,9	5,0	6,7	11,4	29,9	29,9	29,9	29,9	29,0
373.044	7.379.897	107	29,8	29,9	26,1	24,2	11,2	7,3	5,6	7,3	12,8	29,4	29,7	29,8	29,8	29,0
373.102	7.379.845	110	30,0	30,0	26,2	23,3	11,4	6,2	4,8	6,3	11,5	28,5	29,8	29,9	30,0	29,3
373.126	7.379.886	110	29,7	29,6	26,0	22,5	11,2	6,6	5,3	6,9	12,9	29,1	29,5	29,5	29,7	29,2
373.164	7.380.302	111	29,7	29,6	27,2	22,4	11,4	9,6	8,9	10,9	23,4	29,1	29,5	29,6	29,7	29,0
373.212	7.380.516	109	29,7	29,7	27,5	21,3	11,7	9,6	9,1	12,8	26,6	29,4	29,6	29,7	29,7	29,3
373.540	7.380.516	112	29,6	28,7	28,5	24,8	10,8	9,3	9,1	15,5	28,8	29,6	28,6	28,7	28,6	28,5
373.561	7.380.665	110	29,0	28,7	27,7	23,9	11,0	9,4	9,6	16,0	28,3	29,0	28,7	28,7	28,5	28,4
373.590	7.380.710	111	28,6	28,5	26,9	23,5	10,9	9,4	9,6	16,2	27,4	28,6	28,5	28,5	28,4	28,1

Palovaara

160407 PALO surcharge southwest road - Receiver table

Coordinates			MAX	dw	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
X	Y	Z	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
365.959	7.377.974	72	33,5	33,3	32,7	33,2	33,3	33,5	32,0	28,0	20,9	12,3	11,7	12,3	19,2	30,4
365.995	7.377.961	72	32,7	32,4	32,5	32,5	32,4	32,7	31,4	28,3	21,0	12,9	12,2	13,2	19,7	30,6
366.609	7.377.539	73	33,6	33,6	33,3	33,6	33,5	33,1	31,4	26,2	17,8	10,6	10,5	15,1	27,4	31,9
366.916	7.376.267	72	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	29,9	28,0	22,3	15,7	13,8	14,8	23,0	28,9	29,9
366.949	7.376.638	72	31,2	31,1	31,1	31,1	31,2	31,1	29,8	25,8	20,0	16,3	19,2	25,3	30,3	31,2
367.026	7.376.518	71	31,1	30,9	30,9	30,9	31,0	31,0	29,8	25,2	19,4	16,7	20,0	25,8	30,7	31,1
367.323	7.376.866	75	32,7	32,6	32,6	32,6	32,6	32,4	31,6	29,1	24,3	23,6	25,3	30,0	31,9	32,7

Palovaara

160405 PALO surcharge Pahtajärvi - Receiver table

Coordinates			MAX	dw	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
X	Y	Z	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
372.918	7.380.231	107	31,7	30,8	28,2	27,7	12,1	9,3	8,4	10,1	21,3	31,7	30,8	30,8	30,7	29,4
372.940	7.380.355	108	31,5	30,7	29,3	27,9	13,0	11,0	10,2	11,8	28,1	31,5	30,8	30,7	30,7	29,9
373.024	7.379.850	107	30,3	30,3	26,3	25,5	11,0	6,9	5,1	6,7	11,4	30,1	30,3	30,2	30,2	29,4
373.044	7.379.897	107	30,2	30,2	26,1	24,2	11,2	7,3	5,6	7,3	12,8	29,7	30,0	30,1	30,2	29,4
373.102	7.379.845	110	30,3	30,2	26,2	23,3	11,4	6,2	4,8	6,3	11,5	28,8	30,1	30,2	30,3	29,7
373.126	7.379.886	110	30,0	29,9	26,0	22,5	11,2	6,6	5,3	6,9	12,9	29,5	29,8	29,8	30,0	29,6
373.164	7.380.302	111	30,0	30,0	27,6	22,4	11,4	9,6	8,9	11,0	24,2	29,4	29,9	30,0	30,0	29,3
373.212	7.380.516	109	30,0	30,0	27,8	21,3	11,7	9,6	9,2	12,8	26,9	29,7	29,9	30,0	30,0	29,6