

Nuolivaaran tuulipuiston melumallinnus



Johdanto

Wpd Finland Oy suunnittelee tuulivoimalaitosten rakentamista Kemijärven ja Sallan kuntiin Nuolivaaran ja Kuninkaankuusikon alueelle. Tässä selvityksessä on mallinnettu Nuolivaaran tuulipuiston osayleiskaavan luonnoksessa tarkastellun toteuttamisvaihtoehdon mukaisesti tuulivoimalaitoksista ympäristöön aiheutuva melutaso sekä tarkasteltu pienitaajuisten melun leviämistä.

Melumallinnus tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen"-raportin mukaisilla laskentaparametreilla WindPro 3.2-ohjelman DECIBEL-moduulilla. Pienitaajuisten melun tarkastelu tehtiin soveltaen DSO 1284 mukaista menetelmää Ympäristöministeriön ohjeen 2/2014 mukaisesti. Laitosmallina laskennassa on käytetty Vestas V150-laitosta, jonka roottorin halkaisija on 150,0 metriä, napakorkeus 175 metriä ja nimellisteho 4,2 MW.

Työ on tehty wpd Finland Oy:n omana selvitystyönä ja päivityksen ovat laatineet Elina Piekola ja Paul Bade.

Tuulivoimaloiden melun syntymekanismit

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

Äänen ominaisuudet, kuten voimakkuus, taajuussisältö ja ajallinen vaihtelu, riippuvat tuulivoimaloiden lukumäärästä, niiden etäisyyksistä tarkastelupisteeseen, sekä tuulen nopeudesta ja eteneemisestä, ympäröivästä maastosta ja sääoloista. Taustäääni, 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 ISO 9613-2-menetelmällä WindPro 3.2-ohjelman DECIBEL-moduulilla. Mallinnusmenetelmä ottaa huomioon ilmakehän absorption ja maaston topografian. Mallinnus on tehty Ympäristöministeriön hallinnon ohjeiden 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisilla laskentaparametreilla ja -menetelmillä lukuun ottamatta laskennan vaakaresoluutiota, joka on 75 m. Tulokset on esitetty ohjearvoihin verrannollisina pitkän ajan keskiäänitasoina (LA-eq meluvyöhykkeet) karttapohjalla. Matalataajuisten äänen osalta melutasot on laskettu Ympäristöministeriön ohjeen mukaan käyttäen DSO-1284 laskentamenetelmää valituissa kohteissa (HH 01-02 ja RH 01-06).

Mallinnuksessa käytetty voimalatyyppi on Vestas V150 4,2 MW. Voimalat on mallinnettu ilman ääntä vaimentavia hammastettuja lapoja tai melumoodia. Melulaskennassa käytetyt melun lähtöarvo ja taajuusjakauma 1/3 oktaaveittain välillä 10 Hz – 10 kHz ovat voimalavalmistaja Vestasin ilmoittamia dokumentissa DMS 0067-4767 V05. Voimalavalmistaja toteaa näiden melupäästöarvojen edustavan 95 % luottamusväliä tuulivoimalan suoritteesta, mikä käytännössä vastaa voimalalle ostosopimuksessa määriteltävää takuuarvoa. Voimalavalmistajan tekninen dokumentti on rakennuslupavaiheessa tarkin ja suhteellisen konservatiivinen arvio lopullisesta voimalan melupäästön takuuarvosta.

Analyysiin on valittu ne asuin- ja lomarakennukset, jotka sijaitsevat noin 4 km säteellä kaavaluonnoksen ohjeellisista voimalasijainneista. Kohteille (HH 01-02 ja RH 01-06) on laskettu meluarvot kohteen tarkan sijainnin perusteella. Melunleviämiskartassa laskentaruudukko on 82 metriä.

Mallinnuksen tuloksia verrataan Valtioneuvoston asetuksen 1107/2015 mukaisiin ulkomelutason ohjearvoihin (Taulukko 1) ja Sosiaali- ja Terveysministeriön (STM) Asumisterveysasetuksen (4/2015) mukaisiin pienitaajuuden sisämelun yöaikaisiin ohjearvoihin (Taulukko 2). Tuulivoimarakentamisen 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 ulkomelutason ohjeisarvot (8/2015).

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)	-
virkestysalueet	45 dB (A)	-
leirintäalueet	45 dB (A)	40 dB (A)
kansallispuistot	40 dB (A)	40 dB (A)

Sen lisäksi on esitetty ohjearvoja matalataajuiselle melulle koskien tunnin taajuuspainottamattomia keskiäänitasoja sisätiloissa. Ohjearvot on esitetty Taulukossa 2.

Taulukko 2. Yöaikaisen pienitaajuuden 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
$L_{eq, 1h}$ / dB	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Tulokset ja yhteenveto

Melumallinnuksissa on selvitetty tuulivoimaloiden melutasoja ISO 9613-2 -menetelmällä WindPro-ohjelmiston DECIBEL-moduulin avulla. Voimaloiden ja rakennusten sijainnit on esitetty melumallinnuksen tuloksissa melunleviämiskartassa liitteessä 1.

Melumallinnuksessa on lisätty kahden voimalan lähtömelutasoon 2 dB sanktio yhden rakennuksen melutason laskennassa, koska voimaloiden perustusten korkeustaso on 60 metriä korkeampi kuin maanpinnan taso kyseisen rakennusten kohdalla, ja voimalan ja rakennusten välinen etäisyys on alle 3 kilometriä. Sanktioidut voimalat on esitetty taulukossa 5.

Valtioneuvoston asetuksen mukaiset meluarvot eivät ylitä yhtenkään asuin- tai lomarakennuksen kohdalla (Liite 1, Liite 2).

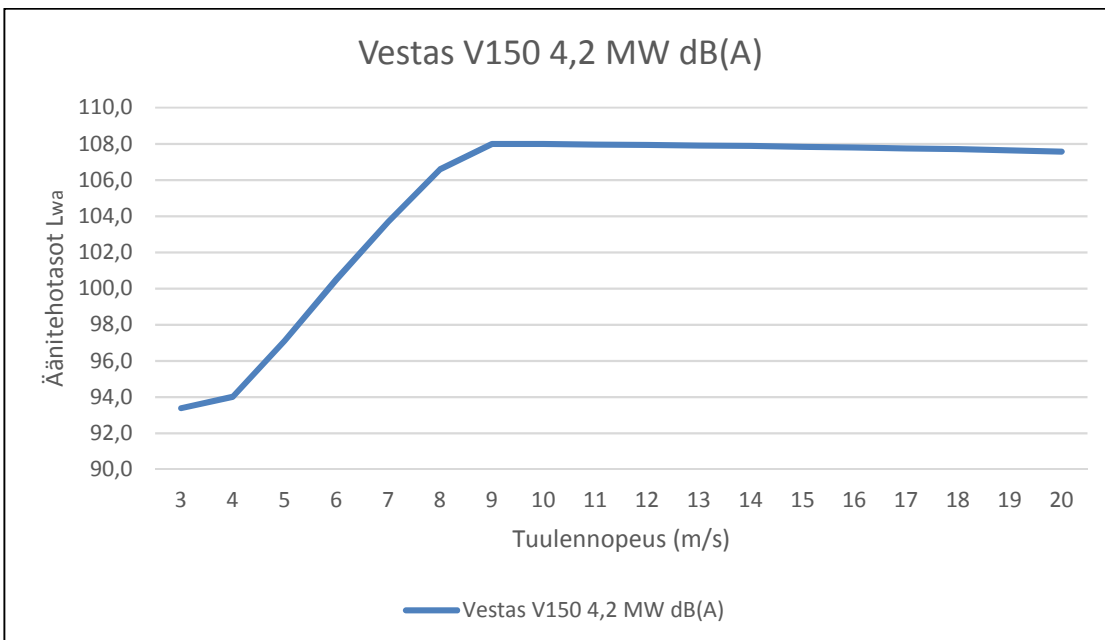
Matalataajuuden melun arvot on laskettu DSO 1284-menetelmällä lähimmissä häiriintyvissä kohteissa. Laskentatulosten mukaan STM:n rajat eivät ylitä yhdessäkään kohteessa, kun käytetään DSO 1284 mukaisia ääneneristävyyssarvoja (Kuvat 2-3). Melunleviämiskartat ja mallinnusten raportit on esitetty liitteissä.

Taulukko 3. Melumallinnuksen tiedot.

Melumallinnuksen tiedot		
Laatija:	Elina Piekkola ja Paul Bade, wpd Finland Oy	
Päivämäärä:	16.11.2018	
Hankevastaava:	wpd Finland Oy	
Hankealue:	Nuolivaara	
Mallinnusohjelman tiedot		
Mallinnusohjelma ja versio:	WindPro 3.2	
Mallinnusmenetelmä:	ISO 9613-2	
Tuulivoimaloiden perustiedot		
Tuulivoimalan valmistaja:	Tyyppi:	Sarjanumero: -
Vestas	V150	
Nimellisteho:	Napakorkeus:	Roottorin halkaisija:
4,2 MW	175 m	150 m
Tornin tyyppi:	Putkitorni	
Laskennan lähtötiedot (Melupäästötiedot; Tuulenoisuus ilmoitettu referenssikorkeudella 10 m maanpinnasta)		
Äänitehotaso L_{WA} Tuulenoisuudella 8 m/s (10 m korkeudella):	107,9 dB(A)	
Äänitehotaso 1/3-oktaaveittain (A-painotettu) kokonaisäänitehotasolla 107,9 dB ks. Taulukko 4		

Taulukko 4. V150 4,2 MW-voimalatyypin äänitehotaso 1/3-oktaaveittain (A-painotettu).

Taajuus [Hz]	L _{WA} [dB(A)]	Taajuus [Hz]	L _{WA} [dB(A)]	Taajuus [Hz]	L _{WA} [dB(A)]
10	50,7	125	85,4	1600	97,3
12,5	54,7	160	87,6	2000	97,2
16	58,9	200	89,4	2500	97,0
20	62,5	250	90,9	3150	96,5
25	66,0	315	92,4	4000	95,9
31,5	69,3	400	93,7	5000	95,1
40	72,6	500	94,8	6300	94,1
50	75,5	630	95,7	8000	92,8
63	78,3	800	96,3	10000	91,5
80	80,9	1000	96,9		
100	83,3	1250	97,2	SUMMA	107,9

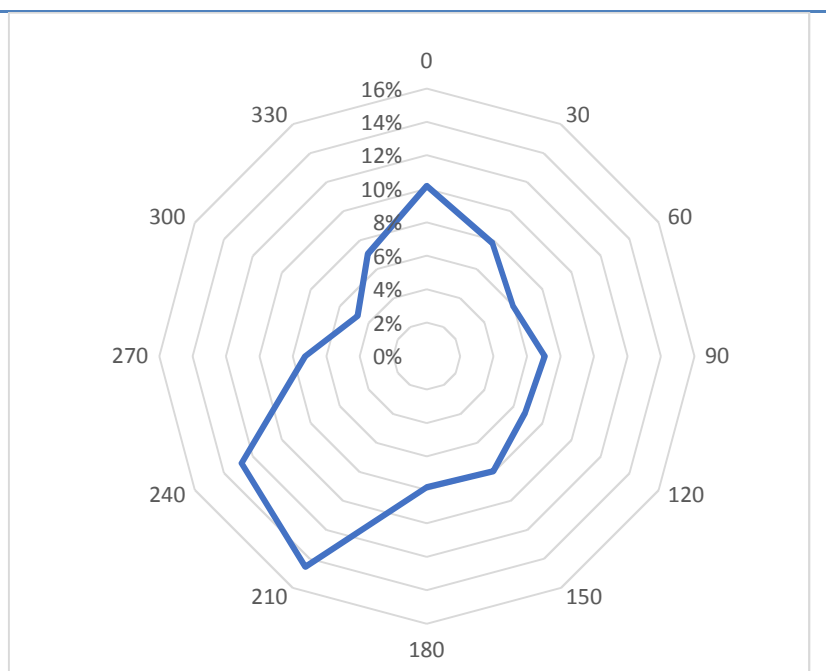


Kuva 1. V150 4,2 MW voimalatyypin äänitehotaso tuulen nopeuden funktiona.

Taulukko 5. Melulaskennassa käytetyt parametrit.

Melun laskentamallin parametrit		
Kapeakaistaisuus /		
Tonaalisuus	Impulssimaisuus	Merkityksellinen sykintä (Amplitudimodulaatio)
Ei	Ei	Ei
Laskentaverkko		
Laskentakorkeus:		Laskentaruudukon koko
4 m	82 m	
Sääolosuhteet		
Suhteellinen kosteus:		Lämpötila:
70 %		15 °C
Korkeusmalli		
Korkeusmallin lähde:		Vaakaresoluutio:
Maanmittauslaitos, korkeusmalli 2 m		2 m
		Korkeustarkkuus:
		1,4 m - 0,3 m
Maaston kovuusarvot		
Maanpinnan absorptio vaikutuskerroin 0,4		
Hankealueen korkeuserot		
Tuulivoimalan perustusten ja altistuvan kohteen korkeusero yli 60 m (3km etäisyydellä voimaloista)		
HH01, WTG 4 ja WTG 5		Sanktio + 2 dB
Voimalan äänen suuntaavuus	Vapaa avaruus : kyllä	Muu
Ilmakehän stabiilius laskennassa / meteorologinen korjaus		
Ympäristöministeriön ohjeen 2/2014 mukaan		
Tuulen suuntien osuus		
Oheinen taulukko 6 esittää tuulimittauksilla saadut tuulitilastot 175 metrin korkeudella maanpinnasta pisteessä 7416454 N, 537729 E. Näitä mittauksia ei ole käytetty laskentojen aineistona, vaan laskennat on suoritettu epäedullisimmilla tuulensuunnilla, jotka ovat kohtisuoraan kutakin rakennusta.		

tuulen suunta	osuus (%)	tuulen nopeus (m/s)
0	10,2	7,86
30	7,8	8,13
60	5,9	7,31
90	7,0	6,79
120	6,8	7,69
150	7,9	7,86
180	7,8	7,86
210	14,5	7,37
240	12,8	8,85
270	7,3	7,77
300	4,8	7,22
330	7,1	7,99
Keskimäärin		8,39



Taulukko 6. Tuulitilastot tuuliruusu ja tuulen jakautuminen 175 metrin korkeudella maanpinnasta (7416454 N, 537729 E).

Taulukko 7. Suunnitteluohjeavrot ylittävälle melulle altistuvat kohteet. Melulle altistuvat rakennukset ja kohteet, lkm.

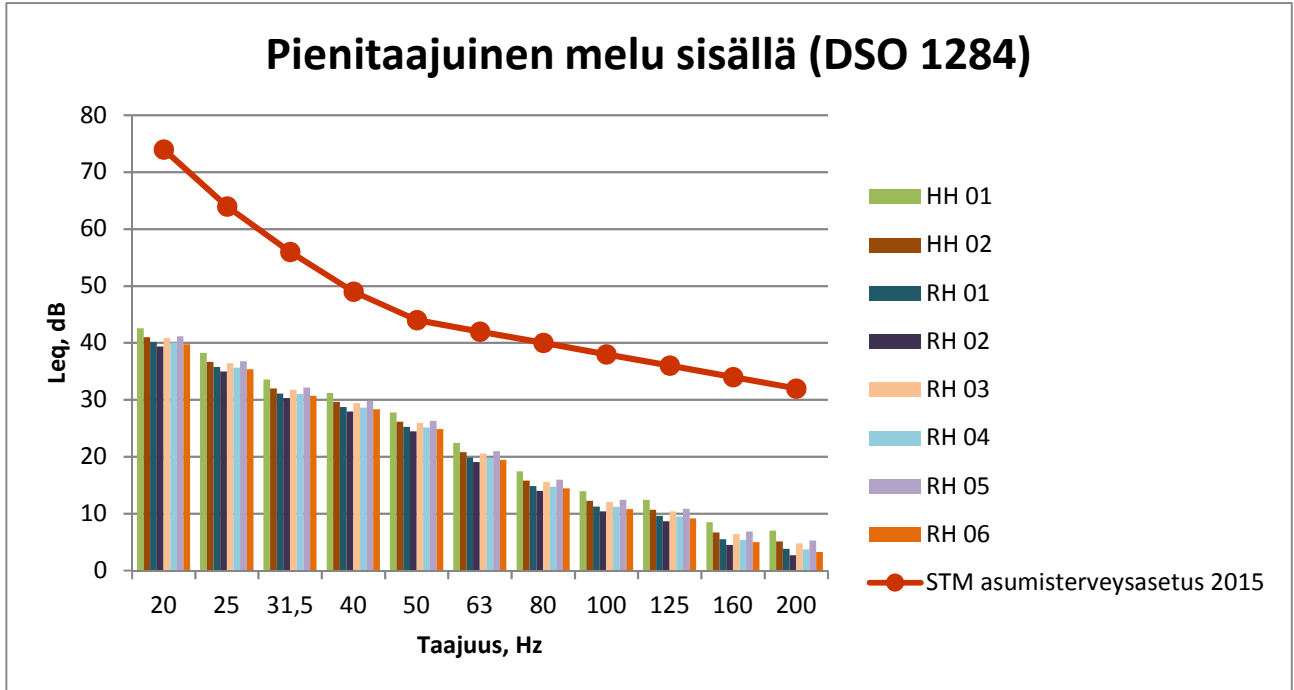
	17 turbiinia
Asuinrakennukset	0 kpl
Lomarakennukset	0 kpl
Hoito - ja oppilaitokset	0 kpl
Virkistysalueet	0 kpl
Leirintäalueet	0 kpl
Kansallispuistot	0 kpl

Taulukko 8. Melulaskennan tulokset tarkasteltujen rakennusten kohdalla, dB(A), koottu liitteestä 2.

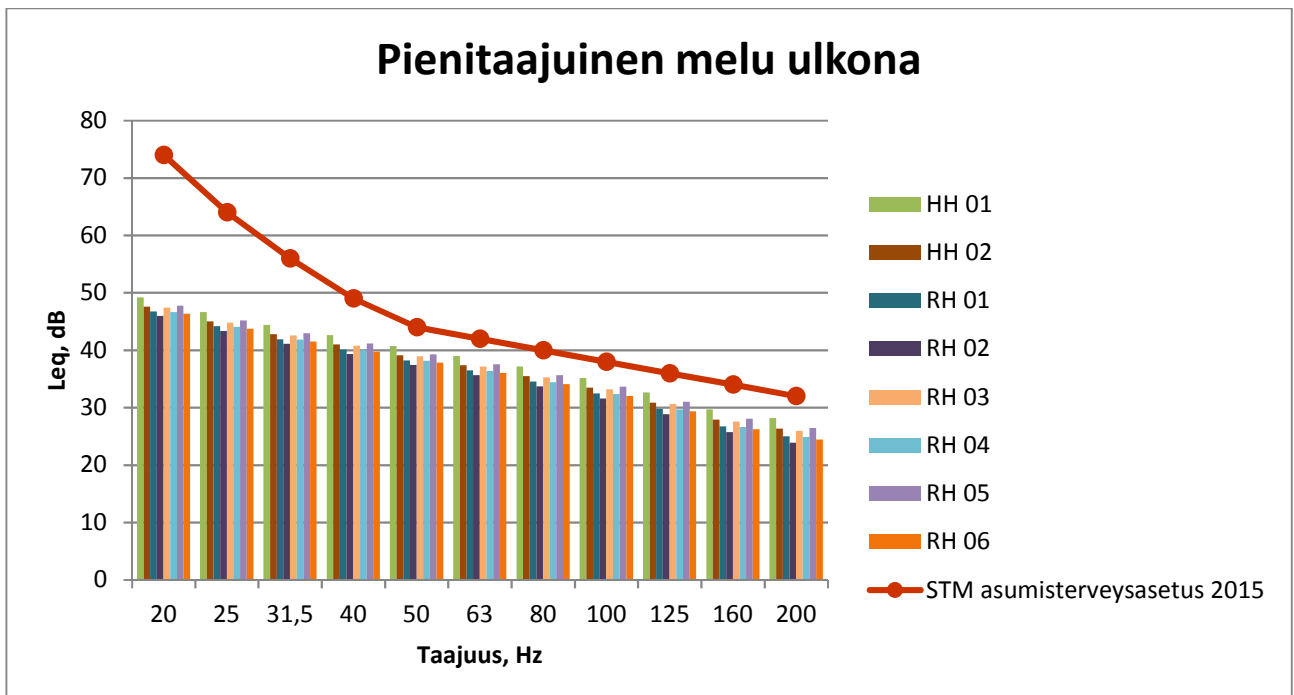
	dB(A)
HH 01	29,8
HH 02	27,2
RH 01	25,2
RH 02	23,9
RH 03	26,5
RH 04	25,2
RH 05	27,2
RH 06	24,6

Matalataajuisen melun laskentatulokset

Pienitaajuisen melun laskentatulokset sisätiloissa eivät ylitä STM:n asumisterveysohjeen mukaisia ohje arvoja.



Kuva 2. Pienitaajuisen melun laskentatulokset sisätiloissa suhteutettuna STM:n asumisterveysohjeen 2015:12 arvoihin tarkastelluissa kohteissa



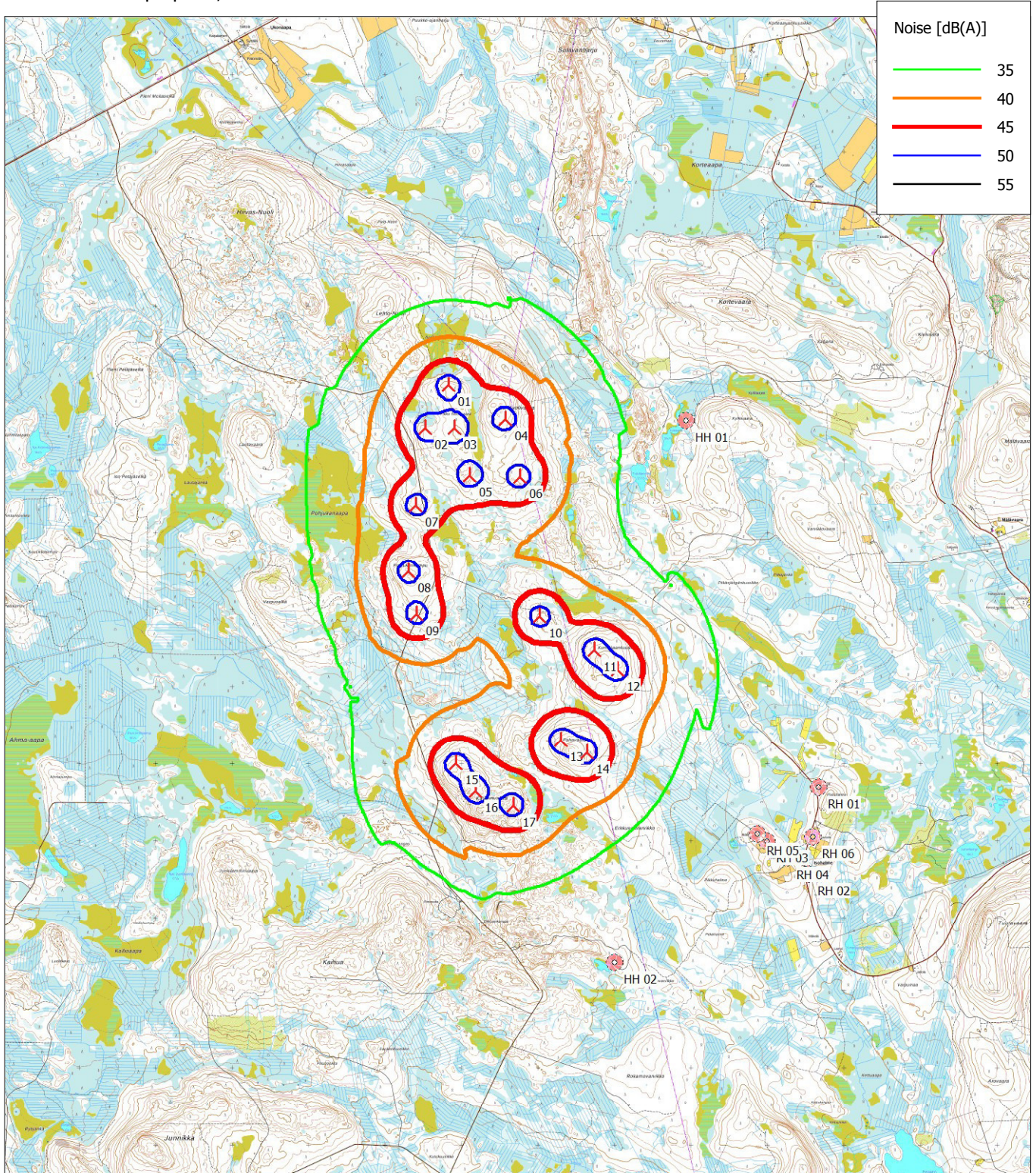
Kuva 3. Pienitaajuisen melun arvot tarkastelluissa kohteissa ulkona.

Liitteet

- 1. ISO 9613-2 mukainen melunleviämiskartta**
- 2. ISO 9613-2 melumallinnukset tulokset**
- 3. ISO 9613-2 laskennassa käytetyt parametrit**

DECIBEL - Map 8,0 m/s

Calculation: MP proposal, 17xV150 @175m



0 1 2 3 4 km

Map: T20 , Print scale 1:75.000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 538.735 North: 7.416.172

New WTG

Noise sensitive area

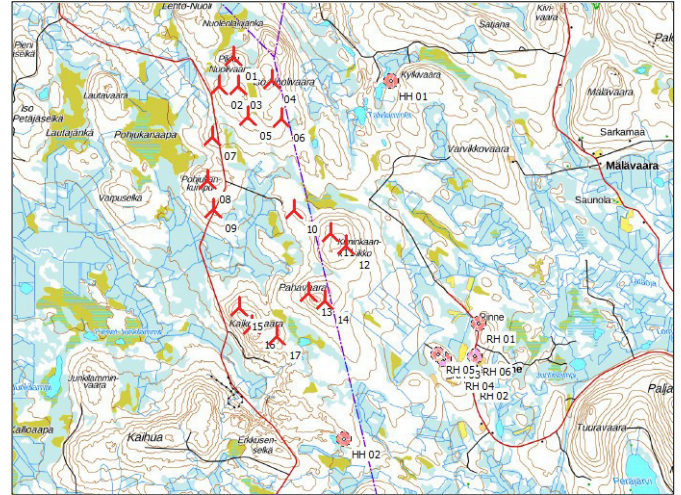
Noise calculation model: ISO 9613-2 Finland. Wind speed: 8,0 m/s
Height above sea level from active line object

DECIBEL - Main Result

Calculation: MP proposal, 17xV150 @175m

Calculation is done according to Finnish guideline " Ympäristöhallinnon ohjeita 2 | 2014" from the Ministry of the Environment of Finland

All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89



Scale 1:150.000

▲ New WTG

■ Noise sensitive area

WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Noise data		Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]	Pure tones
					Valid	Manufact.	Type-generator				Creator	Name			
01	537.824	7.418.926	280,9	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) ...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	USER	V150 4.2 MW 3rd Oct clean blades	8,0	107,9	No
02	537.523	7.418.364	269,2	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) ...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	USER	V150 4.2 MW 3rd Oct clean blades	8,0	107,9	No
03	537.902	7.418.364	279,3	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) ...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	USER	V150 4.2 MW 3rd Oct clean blades	8,0	107,9	No
04	538.574	7.418.480	297,1	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) ...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	USER	V150 4.2 MW 3rd Oct clean blades	8,0	107,9	No
05	538.107	7.417.744	269,4	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) ...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	USER	V150 4.2 MW 3rd Oct clean blades	8,0	107,9	No
06	538.759	7.417.724	268,4	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) ...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	USER	V150 4.2 MW 3rd Oct clean blades	8,0	107,9	No
07	537.403	7.417.354	251,3	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) ...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	USER	V150 4.2 MW 3rd Oct clean blades	8,0	107,9	No
08	537.303	7.416.487	255,4	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) ...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	USER	V150 4.2 MW 3rd Oct clean blades	8,0	107,9	No
09	537.410	7.415.923	234,1	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) ...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	USER	V150 4.2 MW 3rd Oct clean blades	8,0	107,9	No
10	539.016	7.415.897	241,2	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) ...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	USER	V150 4.2 MW 3rd Oct clean blades	8,0	107,9	No
11	539.737	7.415.456	276,1	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) ...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	USER	V150 4.2 MW 3rd Oct clean blades	8,0	107,9	No
12	540.042	7.415.202	273,4	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) ...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	USER	V150 4.2 MW 3rd Oct clean blades	8,0	107,9	No
13	539.294	7.414.276	276,8	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) ...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	USER	V150 4.2 MW 3rd Oct clean blades	8,0	107,9	No
14	539.633	7.414.114	277,1	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) ...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	USER	V150 4.2 MW 3rd Oct clean blades	8,0	107,9	No
15	537.924	7.413.973	249,2	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) ...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	USER	V150 4.2 MW 3rd Oct clean blades	8,0	107,9	No
16	538.178	7.413.613	248,3	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) ...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	USER	V150 4.2 MW 3rd Oct clean blades	8,0	107,9	No
17	538.678	7.413.418	251,6	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) ...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	USER	V150 4.2 MW 3rd Oct clean blades	8,0	107,9	No

Calculation Results

Sound level

Noise sensitive area

No.	Name	East	North	Z [m]	Imission height [m]	Noise [dB(A)]	Sound level From WTGs [dB(A)]	2 dB penalty applied for one or more WTGs
HH 01	HH 01	540.937	7.418.458	208,5	4,0	40,0	29,8	Yes
HH 02	HH 02	539.997	7.411.368	224,5	4,0	40,0	27,2	No
RH 01	RH 01	542.667	7.413.658	210,8	4,0	40,0	25,2	No
RH 02	RH 02	542.532	7.412.529	206,5	4,0	40,0	23,9	No
RH 03	RH 03	541.987	7.412.952	220,6	4,0	40,0	26,5	No
RH 04	RH 04	542.253	7.412.732	220,8	4,0	40,0	25,2	No
RH 05	RH 05	541.869	7.413.054	223,1	4,0	40,0	27,2	No
RH 06	RH 06	542.590	7.413.011	212,8	4,0	40,0	24,6	No

Distances (m)

WTG	HH 01	HH 02	RH 01	RH 02	RH 03	RH 04	RH 05	RH 06
01	3148	7864	7156	7943	7282	7615	7130	7596
02	3415	7420	6972	7690	7015	7355	6861	7370
03	3036	7302	6697	7449	6780	7117	6628	7115
04	2363	7253	6325	7148	6497	6825	6348	6785
05	2918	6650	6123	6840	6166	6505	6012	6518
06	2299	6475	5640	6421	5761	6094	5611	6073
07	3702	6523	6432	7042	6355	6700	6199	6764

To be continued on next page...

DECIBEL - Main Result

Calculation: MP proposal, 17xV150 @175m

...continued from previous page

WTG	HH 01	HH 02	RH 01	RH 02	RH 03	RH 04	RH 05	RH 06
08	4133	5785	6064	6559	5868	6213	5712	6327
09	4343	5238	5724	6145	5456	5800	5302	5942
10	3200	4634	4283	4869	4183	4528	4028	4593
11	3233	4096	3438	4048	3366	3708	3211	3757
12	3377	3834	3046	3654	2974	3315	2820	3360
13	4493	2992	3429	3680	3001	3338	2850	3530
14	4535	2770	3068	3304	2625	2962	2474	3155
15	5403	3329	4754	4829	4189	4504	4050	4764
16	5575	2890	4489	4488	3866	4169	3733	4453
17	5522	2438	3996	3955	3341	3640	3211	3933

DECIBEL - Detailed results

Calculation: MP proposal, 17xV150 @175m **Noise calculation model:** ISO 9613-2 Finland 8,0 m/s
Assumptions

Calculated L(DW) = LWA,ref + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet
(when calculated with ground attenuation, then Dc = Domega)

LWA,ref:	Sound pressure level at WTG
K:	Pure tone
Dc:	Directivity correction
Adiv:	the attenuation due to geometrical divergence
Aatm:	the attenuation due to atmospheric absorption
Agr:	the attenuation due to ground effect
Abar:	the attenuation due to a barrier
Amisc:	the attenuation due to miscellaneous other effects
Cmet:	Meteorological correction

Calculation Results

Noise sensitive area: HH 01 HH 01

		Wind speed: 8,0 m/s											
WTG	No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Penalty [dB]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
	01	3.148	3.157	0	17,53	107,9	0,00	80,99	-	-	0,00	0,00	-
	02	3.415	3.423	0	16,33	107,9	0,00	81,69	-	-	0,00	0,00	-
	03	3.036	3.046	0	18,06	107,9	0,00	80,67	-	-	0,00	0,00	-
	04	2.363	2.378	2	23,61	107,9	0,00	78,52	-	-	0,00	0,00	-
	05	2.918	2.927	2	20,63	107,9	0,00	80,33	-	-	0,00	0,00	-
	06	2.299	2.310	0	22,02	107,9	0,00	78,27	-	-	0,00	0,00	-
	07	3.702	3.708	0	15,14	107,9	0,00	82,38	-	-	0,00	0,00	-
	08	4.133	4.139	0	13,48	107,9	0,00	83,34	-	-	0,00	0,00	-
	09	4.343	4.347	0	12,74	107,9	0,00	83,76	-	-	0,00	0,00	-
	10	3.200	3.207	0	17,30	107,9	0,00	81,12	-	-	0,00	0,00	-
	11	3.233	3.242	0	17,14	107,9	0,00	81,22	-	-	0,00	0,00	-
	12	3.377	3.385	0	16,50	107,9	0,00	81,59	-	-	0,00	0,00	-
	13	4.493	4.499	0	12,22	107,9	0,00	84,06	-	-	0,00	0,00	-
	14	4.535	4.541	0	12,07	107,9	0,00	84,14	-	-	0,00	0,00	-
	15	5.403	5.407	0	9,42	107,9	0,00	85,66	-	-	0,00	0,00	-
	16	5.575	5.579	0	9,00	107,9	0,00	85,93	-	-	0,00	0,00	-
	17	5.522	5.526	0	9,12	107,9	0,00	85,85	-	-	0,00	0,00	-
	Sum				29,77								

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: HH 02 HH 02

		Wind speed: 8,0 m/s											
WTG	No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Penalty [dB]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
	01	7.864	7.867	0	4,33	107,9	0,00	88,92	-	-	0,00	0,00	-
	02	7.420	7.423	0	5,13	107,9	0,00	88,41	-	-	0,00	0,00	-
	03	7.302	7.306	0	5,34	107,9	0,00	88,27	-	-	0,00	0,00	-
	04	7.253	7.257	0	5,43	107,9	0,00	88,21	-	-	0,00	0,00	-
	05	6.650	6.653	0	6,61	107,9	0,00	87,46	-	-	0,00	0,00	-
	06	6.475	6.479	0	6,98	107,9	0,00	87,23	-	-	0,00	0,00	-
	07	6.523	6.526	0	6,88	107,9	0,00	87,29	-	-	0,00	0,00	-
	08	5.785	5.788	0	8,50	107,9	0,00	86,25	-	-	0,00	0,00	-
	09	5.238	5.241	0	9,88	107,9	0,00	85,39	-	-	0,00	0,00	-
	10	4.634	4.638	0	11,75	107,9	0,00	84,33	-	-	0,00	0,00	-
	11	4.096	4.102	0	13,62	107,9	0,00	83,26	-	-	0,00	0,00	-
	12	3.834	3.840	0	14,62	107,9	0,00	82,69	-	-	0,00	0,00	-
	13	2.992	3.000	0	18,28	107,9	0,00	80,54	-	-	0,00	0,00	-
	14	2.770	2.779	0	19,39	107,9	0,00	79,88	-	-	0,00	0,00	-
	15	3.329	3.335	0	16,72	107,9	0,00	81,46	-	-	0,00	0,00	-
	16	2.890	2.896	0	18,79	107,9	0,00	80,24	-	-	0,00	0,00	-
	17	2.438	2.446	0	21,22	107,9	0,00	78,77	-	-	0,00	0,00	-
	Sum				27,16								

- Data undefined due to calculation with octave data

DECIBEL - Detailed results

Calculation: MP proposal, 17xV150 @175m **Noise calculation model:** ISO 9613-2 Finland 8,0 m/s

Noise sensitive area: RH 01 RH 01

WTG		Wind speed: 8,0 m/s										
No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Penalty [dB]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
01	7.156	7.160	0	5,62	107,9	0,00	88,10	-	-	0,00	0,00	-
02	6.972	6.976	0	5,97	107,9	0,00	87,87	-	-	0,00	0,00	-
03	6.697	6.701	0	6,52	107,9	0,00	87,52	-	-	0,00	0,00	-
04	6.325	6.331	0	7,29	107,9	0,00	87,03	-	-	0,00	0,00	-
05	6.123	6.127	0	7,73	107,9	0,00	86,75	-	-	0,00	0,00	-
06	5.640	5.645	0	8,84	107,9	0,00	86,03	-	-	0,00	0,00	-
07	6.432	6.436	0	7,07	107,9	0,00	87,17	-	-	0,00	0,00	-
08	6.064	6.068	0	7,86	107,9	0,00	86,66	-	-	0,00	0,00	-
09	5.724	5.727	0	8,64	107,9	0,00	86,16	-	-	0,00	0,00	-
10	4.283	4.288	0	12,95	107,9	0,00	83,64	-	-	0,00	0,00	-
11	3.438	3.446	0	16,24	107,9	0,00	81,75	-	-	0,00	0,00	-
12	3.046	3.055	0	18,01	107,9	0,00	80,70	-	-	0,00	0,00	-
13	3.429	3.438	0	16,27	107,9	0,00	81,73	-	-	0,00	0,00	-
14	3.068	3.077	0	17,91	107,9	0,00	80,76	-	-	0,00	0,00	-
15	4.754	4.758	0	11,36	107,9	0,00	84,55	-	-	0,00	0,00	-
16	4.489	4.494	0	12,23	107,9	0,00	84,05	-	-	0,00	0,00	-
17	3.996	4.002	0	13,99	107,9	0,00	83,04	-	-	0,00	0,00	-

Sum 25,24

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: RH 02 RH 02

WTG		Wind speed: 8,0 m/s										
No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Penalty [dB]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
01	7.943	7.947	0	4,20	107,9	0,00	89,00	-	-	0,00	0,00	-
02	7.690	7.694	0	4,64	107,9	0,00	88,72	-	-	0,00	0,00	-
03	7.449	7.453	0	5,07	107,9	0,00	88,45	-	-	0,00	0,00	-
04	7.148	7.152	0	5,63	107,9	0,00	88,09	-	-	0,00	0,00	-
05	6.840	6.844	0	6,23	107,9	0,00	87,71	-	-	0,00	0,00	-
06	6.421	6.425	0	7,09	107,9	0,00	87,16	-	-	0,00	0,00	-
07	7.042	7.045	0	5,84	107,9	0,00	87,96	-	-	0,00	0,00	-
08	6.559	6.562	0	6,80	107,9	0,00	87,34	-	-	0,00	0,00	-
09	6.145	6.148	0	7,69	107,9	0,00	86,77	-	-	0,00	0,00	-
10	4.869	4.874	0	10,99	107,9	0,00	84,76	-	-	0,00	0,00	-
11	4.048	4.055	0	13,80	107,9	0,00	83,16	-	-	0,00	0,00	-
12	3.654	3.661	0	15,33	107,9	0,00	82,27	-	-	0,00	0,00	-
13	3.680	3.688	0	15,22	107,9	0,00	82,34	-	-	0,00	0,00	-
14	3.304	3.313	0	16,82	107,9	0,00	81,40	-	-	0,00	0,00	-
15	4.829	4.834	0	11,12	107,9	0,00	84,69	-	-	0,00	0,00	-
16	4.488	4.493	0	12,24	107,9	0,00	84,05	-	-	0,00	0,00	-
17	3.955	3.961	0	14,15	107,9	0,00	82,96	-	-	0,00	0,00	-

Sum 23,87

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: RH 03 RH 03

WTG		Wind speed: 8,0 m/s										
No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Penalty [dB]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
01	7.282	7.285	0	5,38	107,9	0,00	88,25	-	-	0,00	0,00	-
02	7.015	7.019	0	5,89	107,9	0,00	87,93	-	-	0,00	0,00	-
03	6.780	6.784	0	6,35	107,9	0,00	87,63	-	-	0,00	0,00	-
04	6.497	6.502	0	6,93	107,9	0,00	87,26	-	-	0,00	0,00	-
05	6.166	6.170	0	7,64	107,9	0,00	86,81	-	-	0,00	0,00	-
06	5.761	5.765	0	8,55	107,9	0,00	86,22	-	-	0,00	0,00	-
07	6.355	6.358	0	7,23	107,9	0,00	87,07	-	-	0,00	0,00	-
08	5.868	5.872	0	8,31	107,9	0,00	86,38	-	-	0,00	0,00	-
09	5.456	5.459	0	9,29	107,9	0,00	85,74	-	-	0,00	0,00	-
10	4.183	4.188	0	13,31	107,9	0,00	83,44	-	-	0,00	0,00	-
11	3.366	3.374	0	16,55	107,9	0,00	81,56	-	-	0,00	0,00	-
12	2.974	2.982	0	18,36	107,9	0,00	80,49	-	-	0,00	0,00	-
13	3.001	3.009	0	18,23	107,9	0,00	80,57	-	-	0,00	0,00	-
14	2.625	2.634	0	20,16	107,9	0,00	79,41	-	-	0,00	0,00	-

To be continued on next page...

DECIBEL - Detailed results

Calculation: MP proposal, 17xV150 @175m **Noise calculation model:** ISO 9613-2 Finland 8,0 m/s

...continued from previous page

		Wind speed: 8,0 m/s										
No.	Distance	Sound distance	Penalty	Calculated	LwA,ref	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A
	[m]	[m]	[dB]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
15	4.189	4.194	0	13,28	107,9	0,00	83,45	-	-	0,00	0,00	-
16	3.866	3.871	0	14,50	107,9	0,00	82,76	-	-	0,00	0,00	-
17	3.341	3.347	0	16,67	107,9	0,00	81,49	-	-	0,00	0,00	-
Sum	26,55											

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: RH 04 RH 04

		Wind speed: 8,0 m/s										
No.	Distance	Sound distance	Penalty	Calculated	LwA,ref	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A
	[m]	[m]	[dB]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
01	7.615	7.618	0	4,77	107,9	0,00	88,64	-	-	0,00	0,00	-
02	7.355	7.358	0	5,24	107,9	0,00	88,34	-	-	0,00	0,00	-
03	7.117	7.121	0	5,69	107,9	0,00	88,05	-	-	0,00	0,00	-
04	6.825	6.829	0	6,26	107,9	0,00	87,69	-	-	0,00	0,00	-
05	6.505	6.508	0	6,91	107,9	0,00	87,27	-	-	0,00	0,00	-
06	6.094	6.097	0	7,80	107,9	0,00	86,70	-	-	0,00	0,00	-
07	6.700	6.703	0	6,51	107,9	0,00	87,52	-	-	0,00	0,00	-
08	6.213	6.217	0	7,54	107,9	0,00	86,87	-	-	0,00	0,00	-
09	5.800	5.803	0	8,47	107,9	0,00	86,27	-	-	0,00	0,00	-
10	4.528	4.532	0	12,11	107,9	0,00	84,12	-	-	0,00	0,00	-
11	3.708	3.715	0	15,11	107,9	0,00	82,40	-	-	0,00	0,00	-
12	3.315	3.323	0	16,78	107,9	0,00	81,43	-	-	0,00	0,00	-
13	3.338	3.346	0	16,67	107,9	0,00	81,49	-	-	0,00	0,00	-
14	2.962	2.971	0	18,42	107,9	0,00	80,46	-	-	0,00	0,00	-
15	4.504	4.508	0	12,19	107,9	0,00	84,08	-	-	0,00	0,00	-
16	4.169	4.174	0	13,36	107,9	0,00	83,41	-	-	0,00	0,00	-
17	3.640	3.646	0	15,40	107,9	0,00	82,24	-	-	0,00	0,00	-
Sum	25,15											

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: RH 05 RH 05

		Wind speed: 8,0 m/s										
No.	Distance	Sound distance	Penalty	Calculated	LwA,ref	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A
	[m]	[m]	[dB]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
01	7.130	7.134	0	5,67	107,9	0,00	88,07	-	-	0,00	0,00	-
02	6.861	6.865	0	6,19	107,9	0,00	87,73	-	-	0,00	0,00	-
03	6.628	6.632	0	6,66	107,9	0,00	87,43	-	-	0,00	0,00	-
04	6.348	6.353	0	7,24	107,9	0,00	87,06	-	-	0,00	0,00	-
05	6.012	6.016	0	7,98	107,9	0,00	86,59	-	-	0,00	0,00	-
06	5.611	5.615	0	8,91	107,9	0,00	85,99	-	-	0,00	0,00	-
07	6.199	6.202	0	7,57	107,9	0,00	86,85	-	-	0,00	0,00	-
08	5.712	5.716	0	8,67	107,9	0,00	86,14	-	-	0,00	0,00	-
09	5.302	5.305	0	9,70	107,9	0,00	85,49	-	-	0,00	0,00	-
10	4.028	4.032	0	13,88	107,9	0,00	83,11	-	-	0,00	0,00	-
11	3.211	3.219	0	17,24	107,9	0,00	81,15	-	-	0,00	0,00	-
12	2.820	2.828	0	19,14	107,9	0,00	80,03	-	-	0,00	0,00	-
13	2.850	2.859	0	18,98	107,9	0,00	80,12	-	-	0,00	0,00	-
14	2.474	2.484	0	21,00	107,9	0,00	78,90	-	-	0,00	0,00	-
15	4.050	4.055	0	13,79	107,9	0,00	83,16	-	-	0,00	0,00	-
16	3.733	3.738	0	15,02	107,9	0,00	82,45	-	-	0,00	0,00	-
17	3.211	3.217	0	17,25	107,9	0,00	81,15	-	-	0,00	0,00	-
Sum	27,22											

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: RH 06 RH 06

		Wind speed: 8,0 m/s										
No.	Distance	Sound distance	Penalty	Calculated	LwA,ref	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A
	[m]	[m]	[dB]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
01	7.596	7.600	0	4,81	107,9	0,00	88,62	-	-	0,00	0,00	-
02	7.370	7.374	0	5,22	107,9	0,00	88,35	-	-	0,00	0,00	-
03	7.115	7.119	0	5,69	107,9	0,00	88,05	-	-	0,00	0,00	-
04	6.785	6.790	0	6,34	107,9	0,00	87,64	-	-	0,00	0,00	-

To be continued on next page...

DECIBEL - Detailed results

Calculation: MP proposal, 17xV150 @175m **Noise calculation model:** ISO 9613-2 Finland 8,0 m/s

...continued from previous page

WTG												
No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Penalty [dB]	Wind speed: 8,0 m/s								
				Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
05	6.518	6.522	0	6,88	107,9	0,00	87,29	-	-	0,00	0,00	-
06	6.073	6.077	0	7,84	107,9	0,00	86,67	-	-	0,00	0,00	-
07	6.764	6.768	0	6,38	107,9	0,00	87,61	-	-	0,00	0,00	-
08	6.327	6.330	0	7,29	107,9	0,00	87,03	-	-	0,00	0,00	-
09	5.942	5.945	0	8,14	107,9	0,00	86,48	-	-	0,00	0,00	-
10	4.593	4.598	0	11,89	107,9	0,00	84,25	-	-	0,00	0,00	-
11	3.757	3.764	0	14,92	107,9	0,00	82,51	-	-	0,00	0,00	-
12	3.360	3.368	0	16,58	107,9	0,00	81,55	-	-	0,00	0,00	-
13	3.530	3.538	0	15,84	107,9	0,00	81,98	-	-	0,00	0,00	-
14	3.155	3.164	0	17,50	107,9	0,00	81,01	-	-	0,00	0,00	-
15	4.764	4.768	0	11,33	107,9	0,00	84,57	-	-	0,00	0,00	-
16	4.453	4.458	0	12,36	107,9	0,00	83,98	-	-	0,00	0,00	-
17	3.933	3.938	0	14,24	107,9	0,00	82,91	-	-	0,00	0,00	-

Sum 24,55

- Data undefined due to calculation with octave data

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: MP proposal, 17xV150 @175m

Noise calculation model:

ISO 9613-2 Finland

Wind speed (in 10 m height):

8,0 m/s

Ground attenuation:

General, Ground factor: 0,4

Meteorological coefficient, C0:

0,0 dB

Type of demand in calculation:

1: WTG noise is compared to demand (DK, DE, SE, NL etc.)

Noise values in calculation:

All noise values are mean values (Lwa) (Normal)

Pure tones:

Pure tones penalty is added to total noise impact at receptors

Model: 5,0 dB(A)

Height above ground level, when no value in NSA object:

4,0 m; Don't allow override of model height with height from NSA object

Uncertainty margin:

0,0 dB; Uncertainty margin in NSA has priority

Deviation from "official" noise demands. Negative is more restrictive, positive is less restrictive.:

0,0 dB(A)

Octave data required

Frequency dependent air absorption

63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
[db/km]	[db/km]	[db/km]	[db/km]	[db/km]	[db/km]	[db/km]	[db/km]
0,1	0,4	1,1	2,4	4,1	8,8	26,6	95,0

WTG: VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O!

Noise: V150 4.2 MW 3rd Oct clean blades

Source Source/Date Creator Edited
Vestas 15.03.2018 USER 16.11.2018 08:58
0067-4767_V05 - V150-4_0&4_2MW Third Octaves.pdf

Status	Hub height [m]	Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]	Pure tones	Octave data							
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
From Windcat	175,0	8,0	107,9	No	83,6	90,6	95,9	99,6	101,6	101,9	100,7	97,7

NSA: HH 01-HH 01

Predefined calculation standard:

Imission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

NSA: HH 02-HH 02

Predefined calculation standard:

Imission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

NSA: RH 01-RH 01

Predefined calculation standard:

Imission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

NSA: RH 02-RH 02

Predefined calculation standard:

Imission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: MP proposal, 17xV150 @175m

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

NSA: RH 03-RH 03

Predefined calculation standard:

Imission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

NSA: RH 04-RH 04

Predefined calculation standard:

Imission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

NSA: RH 05-RH 05

Predefined calculation standard:

Imission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

NSA: RH 06-RH 06

Predefined calculation standard:

Imission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand