

TUULIVOIMAPUISTO Rajamäenkylä

Pienitaajuinen melu

Versio	Päivämäärä	Tekijät	Hyväksytty	Tiivistelmä
Rev01	10.02.2015	CGr	TBo	Tuulivoimapuiston pienitaajuisen melun selvitys. Kaksi vaihtoehtoa: 100 ja 78 voimalaa.

Sisällys

1	Yhteenveto	3
1	Tausta	4
2	Melun ohjeistot ja laskentamenetelmät	4
2.1	Asumisterveysohjeen suunnitteluohjeistot	4
2.2	Menetelmät	4
3	Arvioidut meluvaikutukset	5
4	Lähteet	9

1 Yhteenveto

- Tehtävä: Pienitaajuisen melun vaikutusselvitys Rajamäenkylän tuulivoimapuiston vaikutusalueella.
- Työmenetelmät: Meluselvitykseen on kerätty ajantasaista tietoa tuulivoimaloiden melun ominaispiirteistä, melun ohjearvoista, sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty R Ver3.1.1-ohjelmistoa ja työ on tehty Ympäristöministeriön helmikuussa 2014 julkaisemia ohjeita (Tuulivoimaloiden melun mallintaminen) noudattaen. Rakennusten äänieristys on laskettu DSO 1284 menetelmän mukaisesti, ja tuloksia on vertailtu asumisterveysohjeessa oleviin sisämelun ohjearvoihin.
- Tulokset: Sosiaali- ja terveysministeriön antamia sisätilan pienitaajuisen melun ohjearvoja ei ylitetä.

1 Tausta

OX2 Wind Finland Oy suunnittelee Karijokeen ja Isojokeen Rajamäen kylän tuulivoimapuistoa. Etha Wind Oy on laskenut hankkeesta aiheutuvan pienitaajuisen melun vaikutukset lähimmän asutuksen luona. Laskennassa on tarkasteltu kahta hankevaihtoehtoa - 100 voimalan ja 87 voimalan laajuista tuulivoimapuistoa.

Tämä selvitys on tehty ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014 Tuulivoimaloiden melun mallintaminen) R Ver3.1.1. ohjelmiston avulla. Etha Wind Oy on parhaan kykynsä mukaan tarkistanut tietojen ja laskennan oikeellisuuden. Vastuu melu- selvityksestä rajoittuu konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen mukaisesti (KSE2013) tähän selvitykseen.

2 Melun ohjearvot ja laskentamenetelmät

2.1 Asumisterveysohjeen suunnitteluohjearvot

Sosiaali- ja terveysministeriön vuoden 2003 Asumisterveysohjeessa määrittelemät yöaikaisen pieni- eli matalataajuisen sisämelun ohjearvot on esitetty alla. Taulukoista 2 ja 3 löytyvät pienitaajuisen melun laskennan tulokset rakennusten sisä- ja ulkopuolelta.

Taulukko 1. Asumisterveysohjeen ohjearvot yöaikaiselle pienitaajuiselle sisämelulle terssikaistoittain.

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

2.2 Menetelmät

Pienitaajuisen melun mallinnus on tehty Vestas V126 3.3 MW -voimalalla, jonka napakorkeus on 137 metriä ja roottorin halkaisija 126 metriä. Kyseessä oli sahalaitaisilla roottorin lavoilla ("serrated blades") varustettu versio voimalasta. Mallinnuksessa käytettiin Vestaksen toimittamia V126:n melutietoja marraskuulta 2014.

Pienitaajuisen melun laskenta on tehty ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti, asuntojen ja vapaa-ajan asuntojen ulkopuolelta käyttäen annettua laskentakaavaa. Sisätilojen melutasot on laskettu niin ikään ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti. Rakennusten äänieristys on laskettu DSO 1284 menetelmän mukaisesti, ja tuloksia on vertailtu asumisterveysohjeessa oleviin sisämelun ohjearvoihin.

Pienitaajainen melu 1/3-oktaavitasoittain altistuvassa kohteessa rakennuksen ulkopuolella arvioidaan yhtälöllä

$$L_p = L_w - 20 \text{ dB} \cdot \log_{10}(d_1 / 1 \text{ m}) - 11 \text{ dB} + A_{gr} - A_{atm} \cdot d_2$$

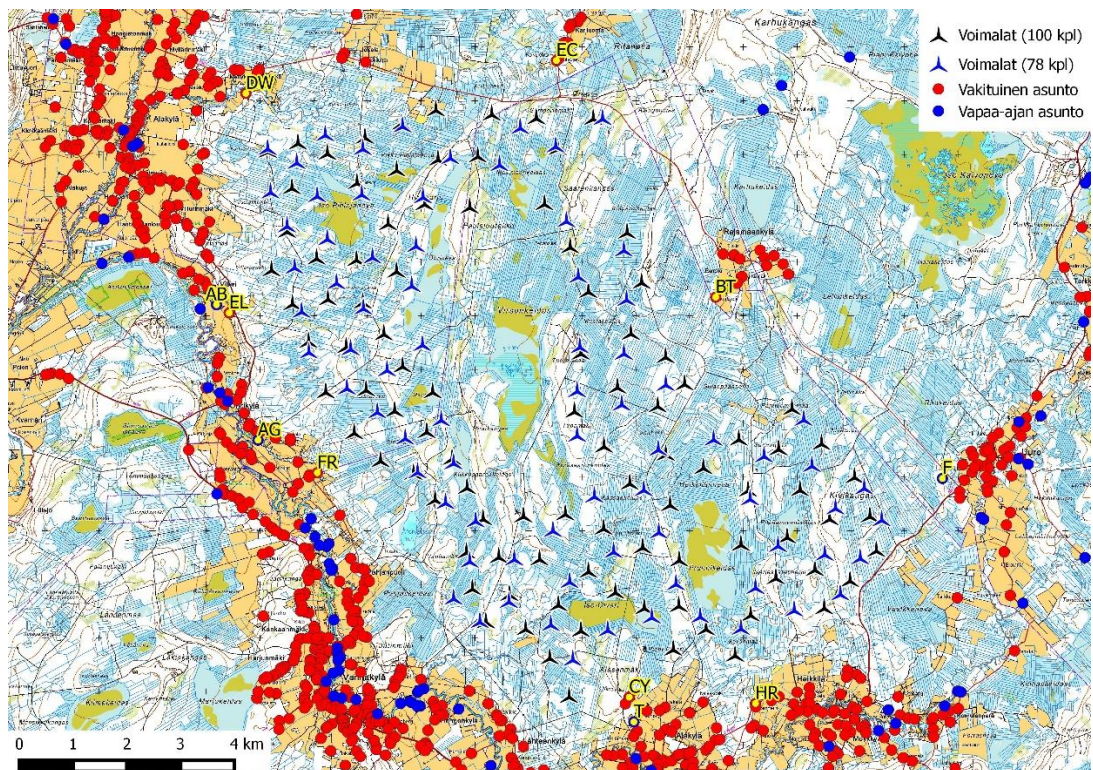
missä

- L_p on äänen 1/3-oktaavitaso altistuvassa kohteessa [dB]
 L_w on tuulivoimalan 1/3-oktaavikaistan äänitehotaso [dB]
 d_1 on tuulivoimalan navan etäisyys altistuvasta kohteesta [m]
 A_{gr} on heijastavan pinnan tuottama korjaus [dB]
 A_{atm} on ilmakehän tuottama vaimennus lämpötilassa 15 C° ja 70 % suhteellisessa kosteudessa [dB/km]
 d_2 on tuulivoimalan navan etäisyys altistuvasta kohteesta [km]

Kuva 1. Pienitaajaisen melun laskentakaava (Ympäristöministeriö, 2014).

3 Arvioidut meluvaikutukset

Asumisterveysohjeen ohjearvot pienitaajaiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoissa ohjearvot alittuvat, koska pienitaajainen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Laskennan tulokset löytyvät taulukoista 2-5.



Kuva 1. Rajamäen kylän havainnointipisteet.

Taulukko 2. Pienitaajainen melu rakennuksen ulkopuolella. 100 voimalaa.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)										
Hz	F	T	AB	AG	BT	CY	DW	EC	EL	FR	HR
20	56.58	57.92	57.80	57.27	58.37	59.10	57.07	57.58	58.42	59.01	58.13
25	58.10	59.45	59.33	58.79	59.90	60.64	58.60	59.11	59.96	60.54	59.66
31,5	52.65	54.01	53.89	53.35	54.46	55.21	53.17	53.67	54.53	55.11	54.23
40	51.37	52.74	52.62	52.07	53.19	53.95	51.90	52.40	53.26	53.85	52.96
50	51.79	53.17	53.05	52.49	53.62	54.39	52.33	52.83	53.70	54.29	53.39
63	50.24	51.63	51.52	50.93	52.08	52.87	50.79	51.30	52.17	52.77	51.86
80	47.74	49.16	49.05	48.44	49.61	50.43	48.32	48.84	49.72	50.32	49.40
100	45.51	46.95	46.86	46.20	47.41	48.27	46.12	46.65	47.55	48.16	47.22
125	44.54	46.03	45.95	45.22	46.48	47.41	45.22	45.76	46.68	47.29	46.33
160	37.10	38.63	38.58	37.75	39.07	40.11	37.87	38.42	39.37	39.97	38.99
200	34.81	36.39	36.38	35.41	36.81	37.99	35.70	36.27	37.23	37.83	36.82

Taulukko 3. Pienitaajainen melu sisätiloissa. 100 voimalaa.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)										
Hz	F	T	AB	AG	BT	CY	DW	EC	EL	FR	HR
20	49.98	51.32	51.20	50.67	51.77	52.50	50.47	50.98	51.82	52.41	51.53
25	49.70	51.05	50.93	50.39	51.50	52.24	50.20	50.71	51.56	52.14	51.26
31,5	41.85	43.21	43.09	42.55	43.66	44.41	42.37	42.87	43.73	44.31	43.43
40	39.97	41.34	41.22	40.67	41.79	42.55	40.50	41.00	41.86	42.45	41.56
50	38.79	40.17	40.05	39.49	40.62	41.39	39.33	39.83	40.70	41.29	40.39
63	33.64	35.03	34.92	34.33	35.48	36.27	34.19	34.70	35.57	36.17	35.26
80	28.04	29.46	29.35	28.74	29.91	30.73	28.62	29.14	30.02	30.62	29.70
100	24.31	25.75	25.66	25.00	26.21	27.07	24.92	25.45	26.35	26.96	26.02
125	24.34	25.83	25.75	25.02	26.28	27.21	25.02	25.56	26.48	27.09	26.13
160	15.90	17.43	17.38	16.55	17.87	18.91	16.67	17.22	18.17	18.77	17.79
200	13.61	15.19	15.18	14.21	15.61	16.79	14.50	15.07	16.03	16.63	15.62

Taulukko 2. Pienitaajainen melu rakennuksen ulkopuolella. 78 voimalaa.

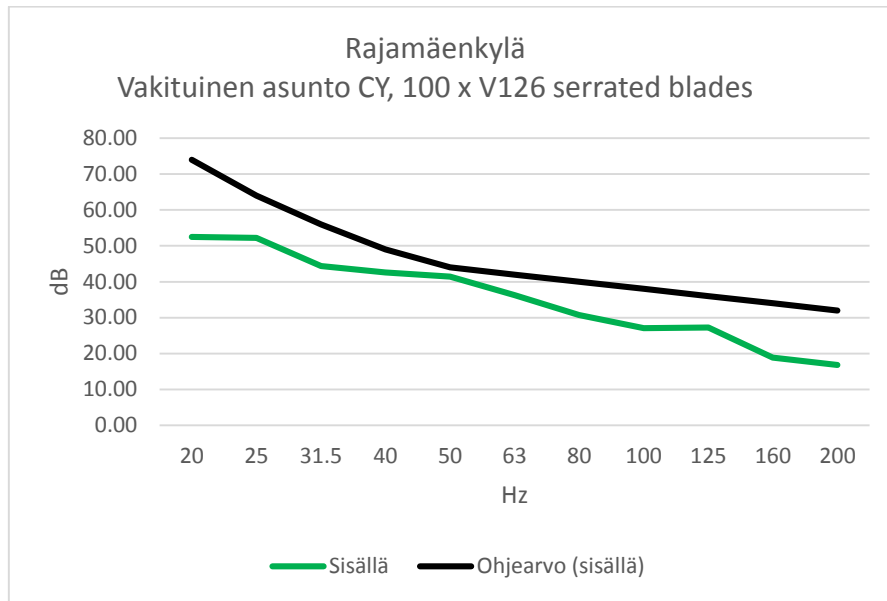
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)										
Hz	F	T	AB	AG	BT	CY	DW	EC	EL	FR	HR
20	55.87	56.16	56.84	56.06	56.88	57.43	56.70	56.14	57.41	57.28	56.16
25	57.40	57.68	58.37	57.58	58.40	58.96	58.24	57.67	58.94	58.81	57.69
31,5	51.96	52.24	52.93	52.14	52.97	53.53	52.81	52.23	53.51	53.37	52.25
40	50.69	50.96	51.66	50.85	51.69	52.27	51.54	50.96	52.25	52.10	50.97
50	51.11	51.38	52.09	51.27	52.12	52.70	51.98	51.39	52.68	52.53	51.40
63	49.57	49.83	50.55	49.71	50.57	51.17	50.45	49.84	51.15	50.99	49.85
80	47.09	47.34	48.08	47.21	48.08	48.72	47.99	47.36	48.70	48.52	47.36
100	44.88	45.11	45.88	44.95	45.85	46.54	45.83	45.15	46.52	46.32	45.14
125	43.96	44.14	44.96	43.95	44.89	45.66	44.95	44.22	45.63	45.39	44.19
160	36.58	36.68	37.57	36.44	37.43	38.32	37.65	36.84	38.29	37.98	36.76
200	34.37	34.36	35.34	34.05	35.10	36.15	35.53	34.62	36.12	35.72	34.48

Taulukko 3. Pienitaajainen melu sisätiloissa. 78 voimalaa.

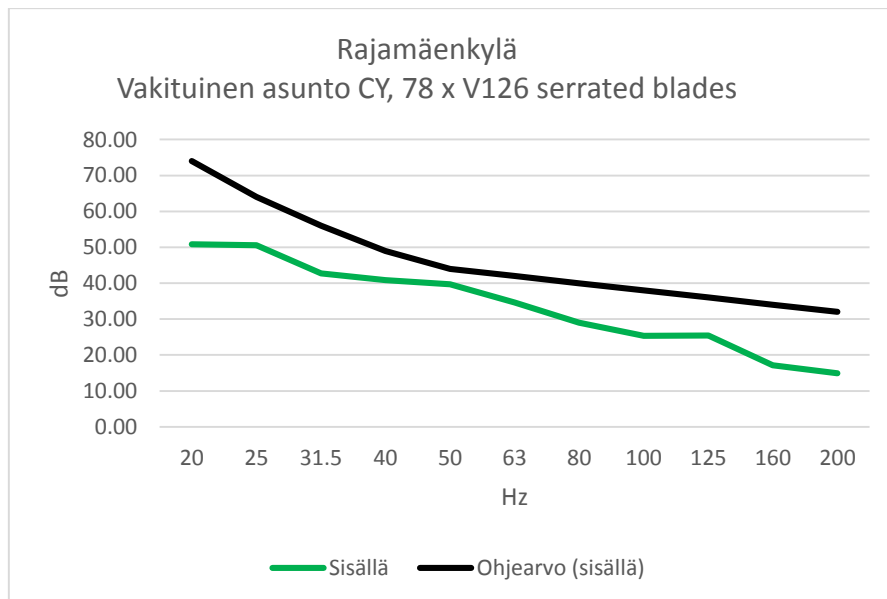
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)										
Hz	F	T	AB	AG	BT	CY	DW	EC	EL	FR	HR
20	49.27	49.56	50.24	49.46	50.28	50.83	50.10	49.54	50.81	50.68	49.56
25	49.00	49.28	49.97	49.18	50.00	50.56	49.84	49.27	50.54	50.41	49.29
31,5	41.16	41.44	42.13	41.34	42.17	42.73	42.01	41.43	42.71	42.57	41.45
40	39.29	39.56	40.26	39.45	40.29	40.87	40.14	39.56	40.85	40.70	39.57
50	38.11	38.38	39.09	38.27	39.12	39.70	38.98	38.39	39.68	39.53	38.40
63	32.97	33.23	33.95	33.11	33.97	34.57	33.85	33.24	34.55	34.39	33.25
80	27.39	27.64	28.38	27.51	28.38	29.02	28.29	27.66	29.00	28.82	27.66
100	23.68	23.91	24.68	23.75	24.65	25.34	24.63	23.95	25.32	25.12	23.94
125	23.76	23.94	24.76	23.75	24.69	25.46	24.75	24.02	25.43	25.19	23.99
160	15.38	15.48	16.37	15.24	16.23	17.12	16.45	15.64	17.09	16.78	15.56
200	13.17	13.16	14.14	12.85	13.90	14.95	14.33	13.42	14.92	14.52	13.28

Kun laskettua sisätilojen melua verrataan Asumisterveysohjeen ohjearvoihin asunnossa, jossa meluvaikutus on suurin (Kuva 2) nähdään, että 50 Hz kohdalla pienitaajainen melu on lähimpänä ohjearvoa (2,6 dB alempi 100 voimalan vaihtoehdossa ja 4,3 dB alempi 78 voimalan vaihtoehdossa). Kuvaaja on piirretty sille asunnolle, jolla on korkeimmat melutasot (asunto CY).

Laskennassa ei ole otettu huomioon asuntojen todellisia äänieristysominaisuuksia, joten todellinen pienitaajaisen melun taso sisätiloissa voi olla laskettua korkeampi tai matalampi (DSO laskentamenetelmässä käytetään ainoastaan rakennusten keskimääräistä äänieristystä) asuntojen äänieristysominaisuuksista riippuen.



Kuva 2. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisen matalataajuisen melun laskennan tulokset asunnossa CY sekä sosiaali- ja terveysministeriön ohjearvot. 100 voimalaa.



Kuva 3. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisen matalataajuisen melun laskennan tulokset asunnossa CY sekä sosiaali- ja terveysministeriön ohjearvot. 78 voimalaa.

4 Lähteet

Sosiaali- ja Terveysministeriö (2003). Asumisterveysohje. Helsinki. http://www.finlex.fi/pdf/normit/14951-asumisterveysohje_pdf.pdf

Vestas (2014). DMS 0048-2151_V01. V126-3.3MW-Mk2A-50/60 Hz Third Octaves according to General Specification.

Ympäristöministeriö (2014). Tuulivoimaloiden melun mallintaminen. Helsinki.
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42937/OH_2_2014.pdf?sequence=1