



UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



Tyrnävän Kivimaan tuulipuisto, meluselvitys

7.12.2015

Projektinnumero: 306712

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
2	Lähtötiedot ja menetelmät	1
2.1	Laskentamalli kokonaistasojen arvioinnissa	2
2.2	Pienitaajuisen melun laskennallinen arviointi	3
2.3	Laskennoissa käytetyt äänitehotasot	3
2.3.1	Äänitehotasot kokonaistasojen laskennassa	3
2.3.2	Äänitehotasot pienitaajuisen melun arvioinnissa	4
3	Ympäristömelun ohjearvot	4
4	Tulokset	6
4.1	Melun kokonaistasot	6
4.2	Pienitaajuinen melu	6
5	Johtopäätökset	7
	Viitteet	7

Liite 1 – Tyrnävän Kivimaan tuulipuiston aiheuttamat toiminnan aikaiset keskiäänitasot

Liite 2 – Laskennalliset arviot pienitaajuisen melun tasoista ulkona kymmenen lähimmän melulle altistuvan kohteen tapauksessa

1 Johdanto

WSP Oy on laatinut Winda Invest Oy:n toimeksiannosta laskennallisen selvityksen Tyrnävän Kivimaalle suunniteltujen tuulivoimaloiden aiheuttamasta ympäristömelusta. Tuulivoimaloiden aiheuttamien ympäristömelutasojen laskennallinen arviointi tehtiin Nord2000-laskentamallia (DELTA 2002: Nordic Environmental Noise Prediction Methods, Nord 2000 – Summary report, Lyngby, Denmark, 2002) noudattaen.

Meluselvitys sisältää voimaloiden aiheuttamat meluvyöhykkeet tunnusluvulle L_{Aeq} sekä kymmenen lähimmän asuinrakennuksen piha-alueille lasketut kokonaistasot ja pienitaajuisen (20–200 Hz) melun tasot.

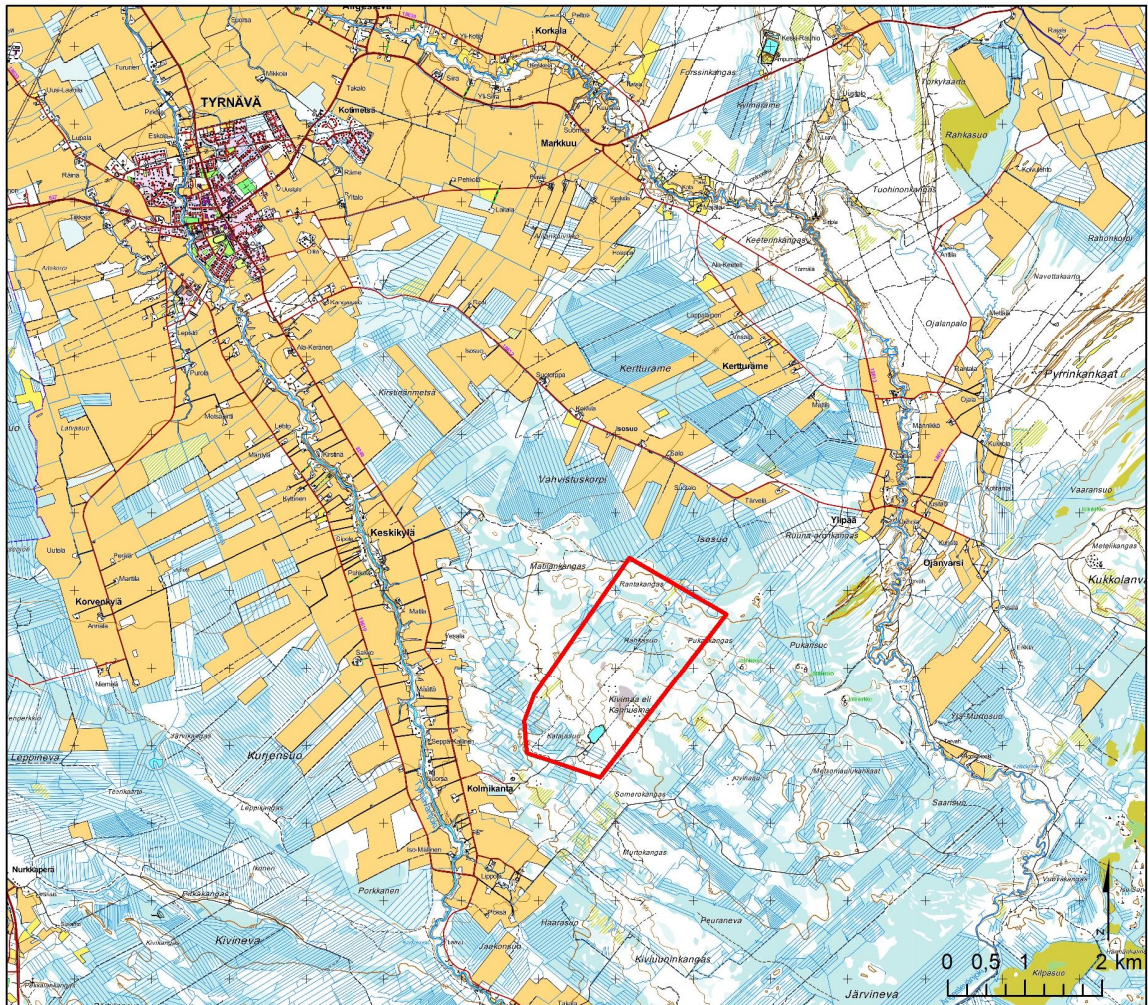
Melulaskennat sekä raportin on laatinut DI Kai Jussila. Raportin on tarkistanut DI Tuukka Lyly.

2 Lähtötiedot ja menetelmät

Tyrnävän Kivimaahan suunniteltu tuulipuisto sisältää kahdeksan tuulivoimalaa. Laskennallinen arviointi on tehty käyttäen Vestas V126 -voimalan (3,3 MW) äänitehotasoa. Laskennassa on käytetty tuuliturbiinivalmistajan ilmoittamia 1/3-oktaavikaistojen äänitehotasoja tuulen nopeudella 8 m/s (10 metrin korkeudella). Nämä äänitehotasot ovat melupäästön maksimiarvoja.

Hankealue sijaitsee Tyrnävän kunnan alueella noin yhdeksän kilometriä keskustasta kaakkoon. Lähin asuinrakennus sijaitsee noin 1,1 km etäisyydellä lähimmästä tuulivoimalasta hankealueen länsipuolella ja lähin vapaa-ajan rakennus hankealueen länsipuolella noin 1,7 kilometrin päässä lähimmästä tuulivoimalasta. Hankealuetta lähinnä olevat asuin- ja/tai vapaa-ajan rakennukset on lueteltu kirjaimin A-J liitteessä 1.

Tarvittaessa lähtötietojen muuttuessa laskennat voidaan uusia.



Kuva 1. Hankealueen sijainti.

2.1 Laskentamalli kokonaistasojen arvioinnissa

Ympäristömelun laskennallinen arviointi tehtiin Cadna A / 4.4 -melulaskentaohjelmistoon kuuluvalla Nord2000-laskentamallilla. Standardi sisältää algoritmit etäisyysvaimennuksen, ilmakehän absorptio, maan pinnan vaikutusten ja esteiden arvioimiseen.

Laskentamallin asetukset on tehty ympäristöministeriön ohjeen (Ympäristöministeriö 2014a) mukaisesti: ilman lämpötila +15 °C ja suhteellinen kosteus 70 %. Maanpinnan absorptioarvona käytettiin arvoa 0,5 (vastaa Nord2000 mallin kertoimia C...D) ja laskentakorkeutena 2 m. Laskentamallissa vesistöjen pinnat on mallinnettu kovina, akustisesti heijastavina pintoja.

Laskennassa ei ole otettu huomioon mahdollista melun impulssimaisuuden tai kapeakaistaisuuden lisäystä.

Laskentamallin maastomalli on laadittu maanmittauslaitoksen avoimen korkeusmalliaineiston pohjalta. Melulaskenta on tehty noin 63 km² laajuiselle alueelle. Laskentapisteverkossa pisteet sijaitsivat tasaisin välein 25 metrin etäisyydellä toisistaan ja 2 metrin korkeudella maan pinnan tasosta.

Tuulivoimaloiden aiheuttamia melutasoja on laskettu erikseen lähimpien rakennusten kohdalle. Näitä erillisiä laskentapisteitä oli yhteensä kymmenen, kaikki asuinrakennuksien pihoilla.

2.2 Pienitaajuisen melun laskennallinen arviointi

Tuulivoimaloiden aiheuttaman pienitaajuisen melun tasoa on laskettu ympäristöministeriön ohjeistuksen (Ympäristöministeriö 2014a) mukaisesti kymmeneen laskentapisteeseen. Pienitaajuisen melun tasojen laskenta on tehty alla esitetyn laskentakaavan mukaisesti 1/3-oktaavikaistoittain painottamattomilla äänitehotason arvoilla.

$$L_p = L_w - 20 * \log_{10}\left(\frac{d_1}{1m}\right) - 11 \text{ dB} + A_{gr} - A_{atm} * d_2, \text{ missä}$$

L_p = äänen 1/3 oktaavitaso altistuvassa kohteessa (dB),

L_w = tuulivoimalan 1/3-oktaavikaistan äänitehotaso (dB),

d_1 = tuulivoimalan navan etäisyys altistuvasta kohteesta (m),

A_{gr} = heijastavan pinnan tuottama korjaus,

A_{atm} = ilmakehän tuottama vaimennus lämpötilassa 15 °C ja 70 % suhteellisessa kosteudessa (dB / km),

d_2 = tuulivoimalan navan etäisyys altistuvasta kohteesta (km).

Kuhunkin altistuvaan kohteeseen on laskettu kolmen kilometrin säteellä sijaitsevien tuulivoimaloiden aiheuttamat pienitaajuisen melun tasot erikseen. Lisäksi on laskettu yhdistetyt voimaloiden aiheuttamat äänenpainetasot 1/3-oktaavikaistoittain. Laskennat on tehty 2 metrin korkeudelle maanpinnan tasosta. Heijastavan pinnan korjauksena ja ilmakehän vaimennuksen kertomina on käytetty ympäristöministeriön ohjeessa (Ympäristöministeriö 2014a, sivu 16) esitetyjä arvoja.

Laskentatulokset on esitetty liitteessä 2 sekä A-taajuuspainotettuina että painottamattomina äänenpainetasoina 1/3-oktaavikaistoittain ja taajuusalueen 20–200 Hz yhteenlaskettuina äänenpainetasoina. Laskentatuloksia on verrattu VTT:n tutkimusraportissa (VTT 2014) esitettyihin tuulivoimalan aiheuttamiin melutason ohjearvoihin rakennuksen ulkopuolella. VTT on määrittänyt ohjearvot rakennuksen ulkopuolelle lisäämällä asumisterveysohjeen pienitaajuisen melun ohjearvoihin tanskalaisten ohjeiden (Tanskan ympäristöministeriö 2011) mukaiset rakennuksen julkisivuääneneristävyyden arvot.

2.3 Laskennoissa käytetyt äänitehotasot

2.3.1 Äänitehotasot kokonaistasojen laskennassa

Melulaskennan lähtöarvoina käytettiin tuulivoimalavalmistajan ilmoittamia äänitehotasoa oktaavikaistoittain (tuulen nopeus 10 metrin korkeudella 8 m/s). Nämä äänitehotasot ovat melupäästön takuuarvoja.

Laskennassa on arvioitu tuulivoimalatyyppin Vestas V126 aiheuttamia ympäristömelutasoja ja meluvyöhykkeiden laskennassa käytetyt äänitehotasot on esitetty taulukossa 1. Tuulivoimalatyyppin (A-taajuuspainotettu) kokonaisäänitehotaso on 107,5 dB. Melulaskennassa tuulivoimaloiden nasellin korkeutena on käytetty 138 metriä.

Taulukko 1. Meluvyöhykkeiden kokonaistasojen laskennassa käytetty äänitehotaso oktaavikaistoittain ja kokonaisäänitehotaso (L_{WA}) tuulen nopeudella 8 m/s.

	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{WA} (dB)
Vestas V126	77,3	85,4	93,9	96,1	101,5	103,2	100,7	92,8	77,6	107,5

2.3.2 Äänitehotasot pienitaajuisen melun arvioinnissa

Pienitaajuisen melun arvioinnissa lähtötasoina on käytetty tuulivoimalavalmistajan ilmoittamia äänitehotasoja 1/3-oktaavikaistoittain taajuusalueelta 20–200 Hz (tuulen nopeus 10 metrin korkeudella 8 m/s). Pienitaajuisen melun laskennassa käytetyt äänitehotasot on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Pienitaajuisen melun laskennassa käytetyt äänitehotasot (L_{WA}) 1/3-oktaavikaistoittain.

L_{WA} terssikais-toilla 20–200 Hz	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
Vestas V126	65,9	70,6	72	74,3	77,8	80,3	82,5	83,2	91,8	88,7	88,1

3 Ympäristömelun ohjearvot

Ympäristöministeriön suunnitteluohjeen mukaan yksityiskohtaisen suunnittelun tavoitteena on, että melun aiheuttama hättäväikutus estyy tai minimoituu. Hättäväikutuksen katsotaan minimoituvan, kun tuulivoimarakentamisen päivä- ja yöajan keskiäänitason suunnitteluohjearvot alittuvat tarkastelupisteessä (Ympäristöministeriö 2012).

Valtioneuvoston asetuksen (1107/2015) mukaan tuulivoimalan 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 taulukon 3 mukaisesti.

Taulukko 3. Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista (VNa 1107/2015).

Alueen kuvaus	Päiväajan (klo 7 – 22) keskiäänitason ohjearvot	Yöajan (klo 22 – 7) keskiäänitason ohjearvot
Ulkona		
Pysyvä asutus, lomaa-asutus, hoitolaitokset, leirintäalueet	45 dB	40 dB
Oppilaitokset, virkistysalueet	45 dB	-
Kansallispuistot	40 dB	40 dB

Asumisterveysasetuksessa (Sosiaali- ja terveysministeriö 2015) on annettu sisämelun päivä- ja yöajan keskiäänitasojen toimenpiderajat asunnoissa (taulukko 4).

Taulukko 4. Sisämelun päivä- ja yöajan keskiäänitasojen toimenpiderajat asunnoissa (Sosiaali- ja terveysministeriö 2015)

<i>Huoneisto ja huonetila</i>	<i>Päiväajan (klo 7 – 22) keskiäänitason ohjearvot</i>	<i>Yöajan (klo 22 – 7) keskiäänitason ohjearvot</i>
<i>Asuinhuoneistot, palvelutalot, vanhainkodit, lasten päivähoitopaikat ja vastaavat tilat</i>		
Asuinhuoneet ja oleskelutilat	35 dB	30 dB
Muut tilat ja keittiö	40 dB	40 dB

Sosiaali- ja terveysministeriö on antanut asumisterveysasetuksessa (Sosiaali- ja terveysministeriö 2015) asuntojen sisätiloille yöajan pienitaajuisen melun toimenpiderajat taajuuspainottamattomina tunnin keskiäänitasoina $L_{eq, 1h}$ terssikaistoittain (taulukko 5). Nämä toimenpiderajat ovat samat kuin vuoden 2003 asumisterveysohjeessa (Sosiaali- ja terveysministeriö 2003). Päiväajan (klo 7-22) pienitaajuiselle melulle sovelletaan 5 dB tätä suurempia arvoja. Näitä ohjearvoja sovelletaan myös tuulivoimaloiden aiheuttamaan pienitaajuisen meluun.

Taulukko 5. Yöaikaisen pienitaajuisen sisämelun ohjearvotasot terssikaistoittain (Sosiaali- ja terveysministeriö 2015).

Terssikaista (Hz)	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
$L_{eq, 1h}$ (dB)	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Lähimpänä tuulipuistoa sijaitsevien asuinrakennusten piha-alueille laskettuja pienitaajuisen melun tasoja on verrattu VTT:n tutkimusraportissa (VTT 2014) esitettyyn tuulivoimalan aiheuttaman melutason ohjearvoon rakennuksen ulkopuolella (taulukko 6). VTT on määrittänyt ohjearvon rakennuksen ulkopuolella lisäämällä asumisterveysohjeen (Sosiaali- ja terveysministeriö 2003) pienitaajuisen melun ohjearvoihin tanskalaisten ohjeiden (Tanskan ympäristöministeriö 2011) mukaiset rakennuksen ääneneristävyyden arvot.

Taulukko 6. Tuulivoimalan aiheuttaman pienitaajuisen melun ohjearvot rakennuksen ulkopuolella (VTT 2014).

Terssikaista Hz	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
Leq (dB)	80,6	72,4	66,8	60,4	57,0	58,6	59,7	59,2	56,2	55,2	53,5

4 Tulokset

4.1 Melun kokonaistasot

Laskennallisen arvioinnin perusteella Tyrnävän Kivimaahan suunnitellun kahdeksan tuulivoimalan aiheuttama 40 dB:n keskiäänitason meluvyöhyke ulottui noin 700–800 metrin etäisyydelle yksittäisestä tuulivoimalasta (liite 1). Tuulivoimaloiden aiheuttama 35 dB:n keskiäänitason meluvyöhyke leviää noin 1100–1700 metrin etäisyydelle voimaloista.

Taulukossa 6 on esitetty kymmenen lähimmän asuinrakennuksen piha-alueilla (kohteet A-J) valitsevat melutasot. Kohteet on merkitty liitteen 1 karttakuviin.

Taulukko 6. Tuulivoimaloiden aiheuttamat toiminnan aikaiset A-taajuuspainotetut keskiäänitasot lähimpien asuinrakennusten piha-alueilla.

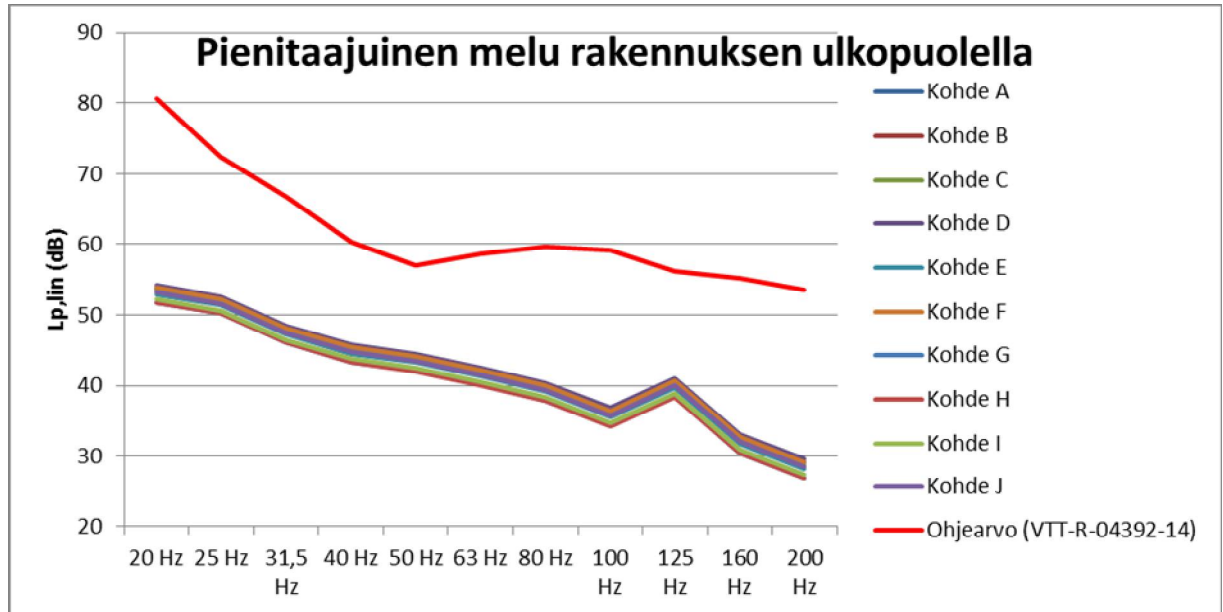
Kohde	L_{Aeq} (dB)
A	35,9
B	35,9
C	35,2
D	36,3
E	34,5
F	35,9
G	33,1
H	33,0
I	33,6
J	35,0

Laskennallisen arvioinnin perusteella tuulivoimaloiden aiheuttamat melutasot alittivat selvästi tuulivoimaloiden ulkomelulle asetetut ohjearvot.

4.2 Pienitaajuinen melu

Liitteen 2 taulukossa 2 on esitetty laskennallisesti arvioidut voimaloiden aiheuttamat pienitaajuisen melun kokonaistasot (L_{pA} 20-200 Hz) ulkona. Pienitaajuisen melun kokonaistasot erillispisteissä vaihtelivat välillä noin 26–29 dB.

Tuulivoimaloiden aiheuttamat pienitaajuisen melun tasot ulkona olivat laskennallisen arvioinnin perusteella matalia. Laskennallisesti arvioidut lineaariset ulkomelutasot alittivat VTT:n ohjeessa annetun ohjearvon kaikkien terssikaistojen osalta yli 12 dB:llä (kuva 2 ja liite 2).



Kuva 2. Pienitaajuiselle melulle arvioidut äänenpainetasot terssikaistoittain ($L_{p,lin}$, 20–200 Hz) rakennusten ulkopuolella verrattuna VTT:n raportissa (VTT 2014) annettuun melutason ohjearvoon.

5 Johtopäätökset

WSP Finland Oy on laatinut laskennallisen meluselvityksen Tyrnävän Kivimaalle suunniteltujen tuulivoimaloiden aiheuttamasta ympäristömelusta. Selvityksen perusteella asuinrakennusten piha-alueille kohdistuva melu alittaa ohjearvot ja on enimmillään noin 36 dB. Tästä voidaan päätellä, että myös sisätiloille annetut ohjearvot alittuvat sekä päivä- että yöaikana. Myös pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella on selvästi ohjearvojen alapuolella.

Viitteet

DELTA 2002: Nordic Environmental Noise Prediction Methods, Nord 2000 – Summary report, Lyngby, Denmark, 2002

Ympäristöministeriö 2014a: Tuulivoimamelun mallintaminen – Ympäristöhallinnon ohjeita 2 / 2014

VTT 2014: Tutkimusraportti VTT-R-04392-14: Tuulivoimalan meluvaikutukset: Häiritsevyysmittaristo ja sen käyttö.

Tanskan ympäristöministeriö 2011. Statutory Order on Noise from Wind Turbines. Translation of Statutory Order no. 1284 of 15 December 2011. Tanskan ympäristöministeriön ohjeet tuulivoimaloiden melua koskevista määräyksistä ja ohjeet määräysten mukaisten tasojen arvioinnista.

Ympäristöministeriö 2012: Tuulivoimarakentamisen suunnittelu – Ympäristöhallinnon ohjeita 4 / 2012

VNa 1107/2015. Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista

Sosiaali- ja terveysministeriö 2015: Asumisterveysasetus 23.4.2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiain-
tuntijoiden pätevyysvaatimuksista

Sosiaali- ja terveysministeriö 2003: Asumisterveysohje. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fyysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät - Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1. Helsinki 2003.

Helsingissä 7.12.2015

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Kai Jussila'.

Kai Jussila, DI
WSP Finland Oy

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Tuukka Lyly'.

Tuukka Lyly, DI
WSP Finland Oy

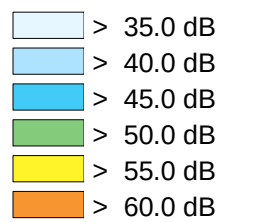
Keskikylä

Ylipää

**Tyrnävän Kivimaan
tuulipuiston
meluselvitys**

Tuulivoimaloiden tyyppi
Vestas V126,
äänitehotaso LWA 107,5 dB @ 8 m/s

Tuulivoimaloiden aiheuttamat
toiminnan aikaiset
keskiäänitasot LAeq 7-22 ja
LAeq 22-7 (dB)



Laskentamalli Nord2000

Laskenta-asetukset:
laskentakorkeus 2 m
maan pinnan absorptioarvo 0,5
ilman lämpötila +15 C
suhteellinen kosteus 70 %

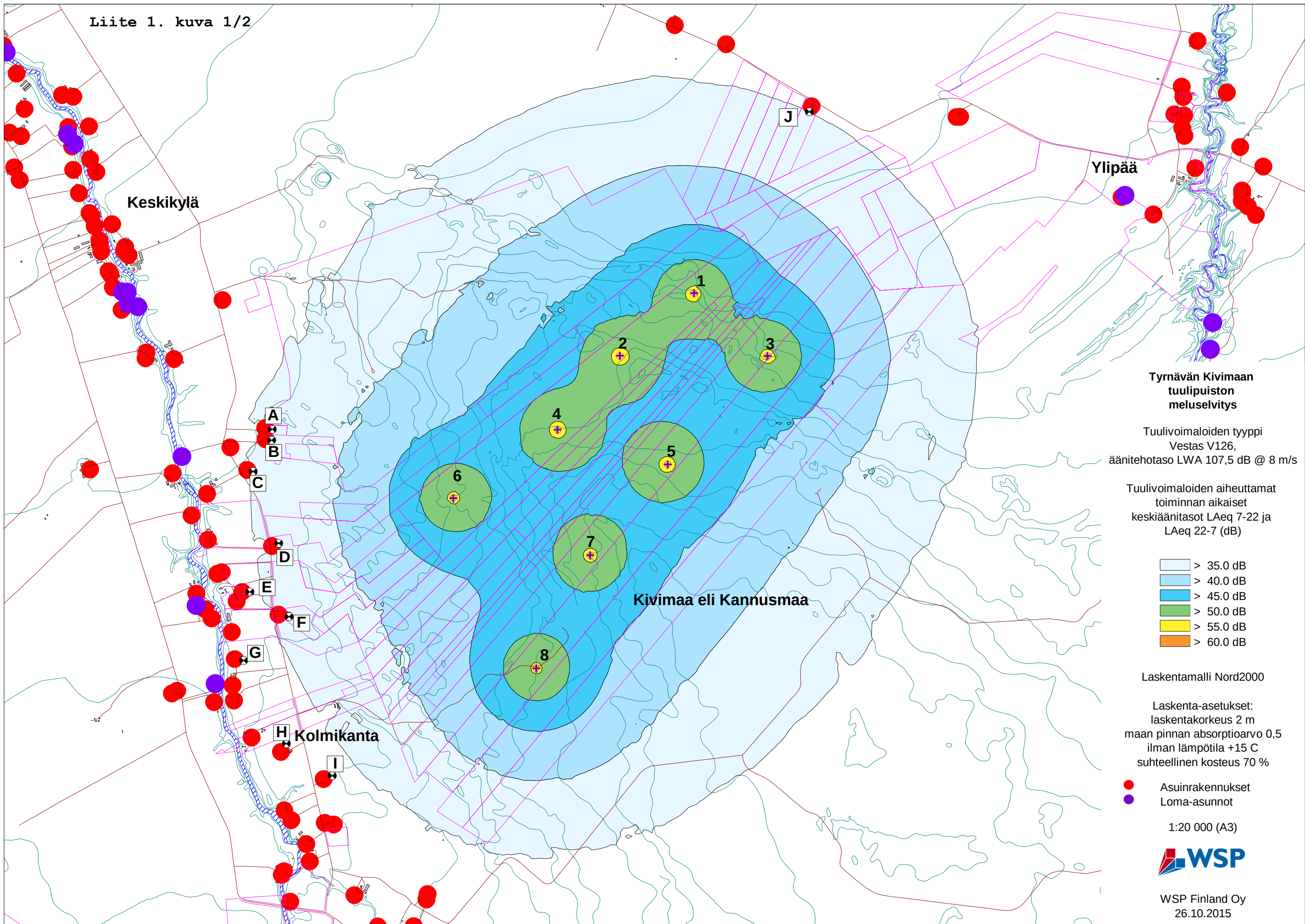
 Asuinrakennukset
 Loma-asunnot

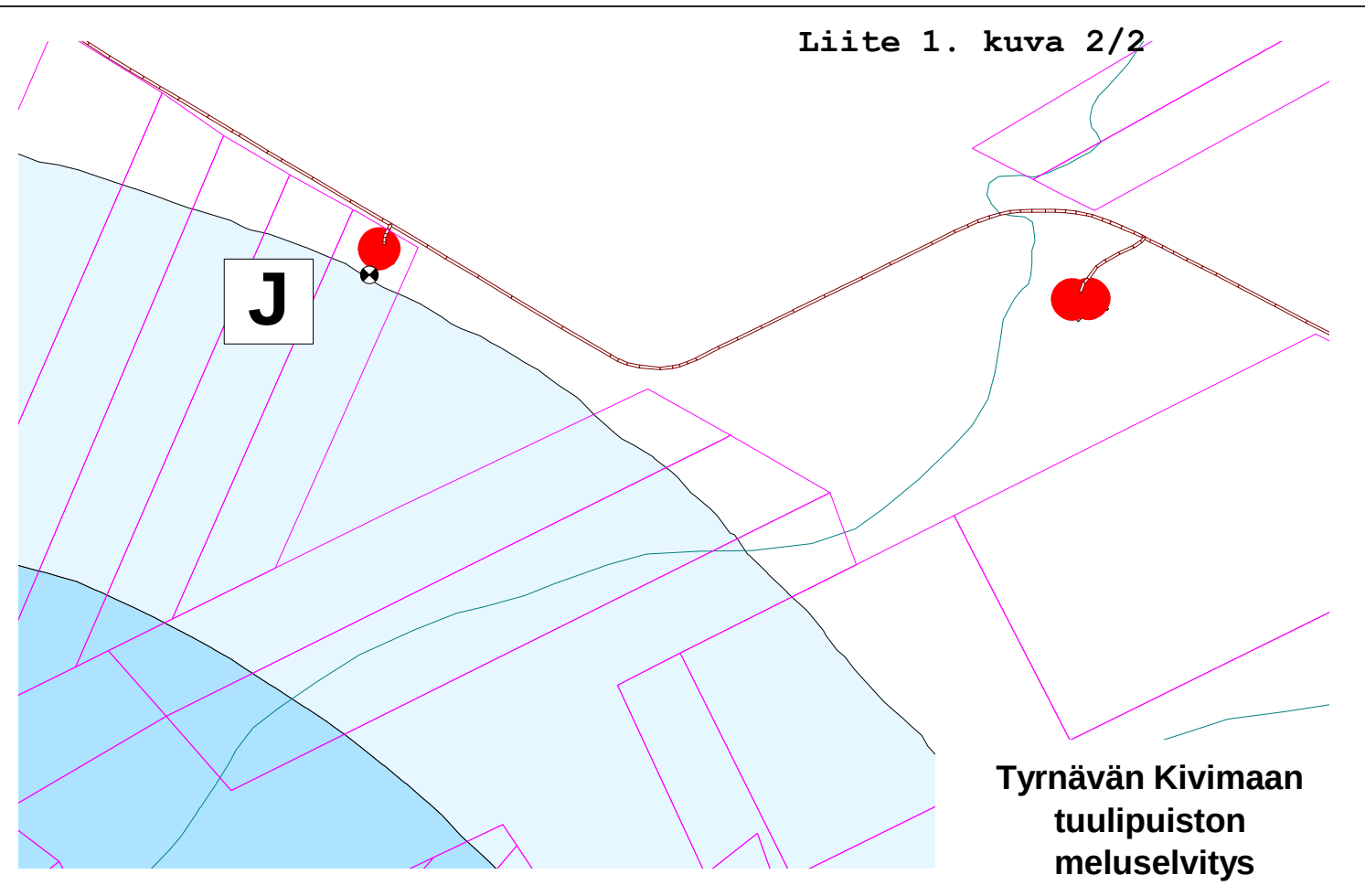
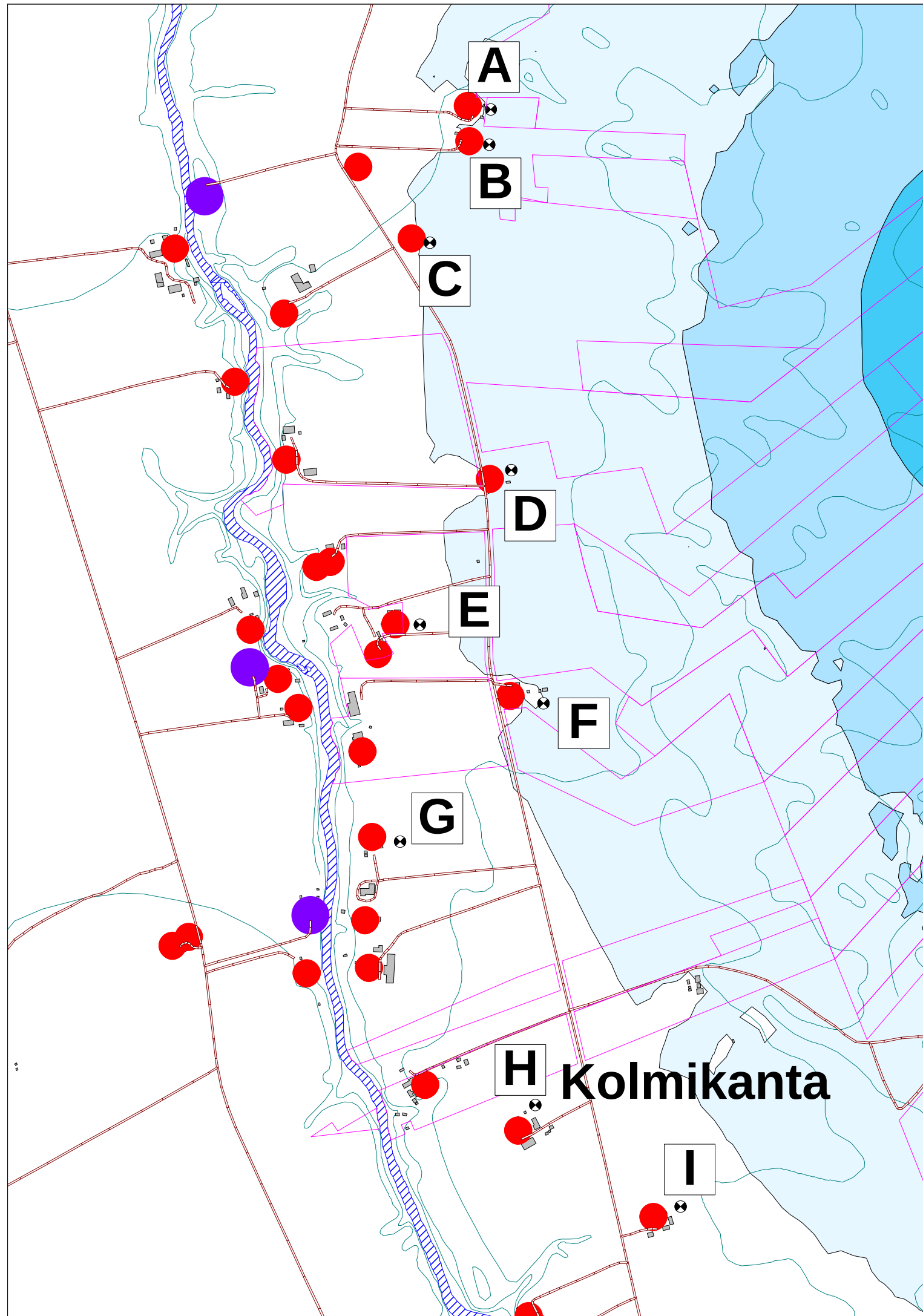
1:20 000 (A3)



WSP Finland Oy
26.10.2015

Kivimaa eli Kannusmaa





Tyrnävän Kivimaan tuulipuiston meluselvitys

Tuulivoimaloiden tyyppi
Vestas V126,
äänitehotaso LWA 107,5 dB @ 8 m/s

Tuulivoimaloiden aiheuttamat
toiminnan aikaiset
keskiäänitasot LAeq 7-22 ja
LAeq 22-7 (dB)

- > 35.0 dB
- > 40.0 dB
- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB

Laskentamalli Nord2000

Laskenta-asetukset:
laskentakorkeus 2 m
maan pinnan absorptioarvo 0,5
ilman lämpötila +15 C
suhteellinen kosteus 70 %

- Asuinrakennukset
- Loma-asunnot

1:9000 (A3)



Kivimaa, Tyrnävä

Tuulivoimalatyyppi: laskennat tyypille Vestas V126

8 voimalaa

Pienitaajuisen melun laskenta Ympäristöministeriön ohjeen (Ympäristöministeriö 2014: Tuulivoimaloiden melun mallintaminen - Ympäristöhallinnon ohjeita 2 / 2014) mukaisesti.

(* Tutkimusraportti VTT-R-04392-14, Tuulivoimalan meluvaikutukset: häiritsevyyssmittaristo ja sen käyttö, sivu 18, taulukko 2

Taulukko 1. Ulkomelutaso, lineaarinen äänenpainetaso.

Keskitaajuus Hz	Kohde A Lp (lin) dB	Kohde B Lp (lin) dB	Kohde C Lp (lin) dB	Kohde D Lp (lin) dB	Kohde E Lp (lin) dB	Kohde F Lp (lin) dB	Kohde G Lp (lin) dB	Kohde H Lp (lin) dB	Kohde I Lp (lin) dB	Kohde J Lp (lin) dB	Tuulivoimalan aiheuttaman melutason ohjearvo rakennuksen ulkopuolella (* dB (lin)
20 Hz	53,7	53,8	53,4	54,1	53,0	53,8	51,8	51,7	52,2	53,2	80,6
25 Hz	52,2	52,2	51,8	52,6	51,4	52,3	50,2	50,2	50,7	51,6	72,4
31,5 Hz	48,1	48,1	47,7	48,5	47,3	48,2	46,1	46,1	46,5	47,5	66,8
40 Hz	45,3	45,4	45,0	45,8	44,6	45,4	43,4	43,3	43,8	44,8	60,4
50 Hz	44,1	44,2	43,7	44,5	43,3	44,2	42,1	42,1	42,6	43,5	57
63 Hz	42,1	42,2	41,8	42,6	41,3	42,2	40,2	40,1	40,6	41,6	58,6
80 Hz	39,9	40,0	39,6	40,4	39,1	40,0	38,0	37,9	38,4	39,4	59,7
100 Hz	36,4	36,4	36,0	36,8	35,6	36,5	34,4	34,3	34,8	35,8	59,2
125 Hz	40,5	40,6	40,2	41,0	39,7	40,7	38,5	38,5	39,0	40,0	56,2
160 Hz	32,6	32,7	32,2	33,1	31,8	32,7	30,5	30,5	31,0	32,1	55,2
200 Hz	29,1	29,2	28,7	29,6	28,2	29,2	26,9	26,9	27,4	28,5	53,5
Lp 20 - 200 Hz	57,5	57,6	57,2	58,0	56,8	57,7	55,6	55,6	56,0	57,0	

Taulukko 2. Ulkomelutaso, A-taajuuspainotettu äänenpainetaso.

Keskitaajuus Hz	Kohde A LpA dB	Kohde B LpA dB	Kohde C LpA dB	Kohde D LpA dB	Kohde E LpA dB	Kohde F LpA dB	Kohde G LpA dB	Kohde H LpA dB	Kohde I LpA dB	Kohde J LpA dB
20 Hz	3,2	3,3	2,9	3,6	2,5	3,3	1,3	1,2	1,7	2,7
25 Hz	7,5	7,5	7,1	7,9	6,7	7,6	5,5	5,5	6,0	6,9
31,5 Hz	8,7	8,7	8,3	9,1	7,9	8,8	6,7	6,7	7,1	8,1
40 Hz	10,7	10,8	10,4	11,2	10,0	10,8	8,8	8,7	9,2	10,2
50 Hz	13,9	14,0	13,5	14,3	13,1	14,0	11,9	11,9	12,4	13,3
63 Hz	15,9	16,0	15,6	16,4	15,1	16,0	14,0	13,9	14,4	15,4
80 Hz	17,4	17,5	17,1	17,9	16,6	17,5	15,5	15,4	15,9	16,9
100 Hz	17,3	17,3	16,9	17,7	16,5	17,4	15,3	15,2	15,7	16,7
125 Hz	24,4	24,5	24,1	24,9	23,6	24,6	22,4	22,4	22,9	23,9
160 Hz	19,2	19,3	18,8	19,7	18,4	19,3	17,1	17,1	17,6	18,7
200 Hz	18,2	18,3	17,8	18,7	17,3	18,3	16,0	16,0	16,5	17,6
LpA 20 - 200 Hz	28,0	28,0	27,6	28,4	27,1	28,1	25,9	25,9	26,4	27,4