



PROKON Wind Energy Finland Oy

Kattiharjun tuulivoimapuiston laajennus, Laihia  
**Melumallinnus**

5.12.2024

## Sisällysluettelo

1. Lähtötiedot ja menetelmät .....	- 3 -
1.1. Tuulivoimaloiden tiedot .....	- 3 -
1.2. Melun lähtöarvot .....	- 6 -
2. Melumallinnuksen tulokset .....	- 8 -
2.1. Keskiäänitasojen mallinnuksen tulokset .....	- 8 -
2.2. Matalataajuinen melu .....	- 11 -
Lähdeluettelo .....	- 12 -
Liitteet .....	- 12 -

## 1. Lähtötiedot ja menetelmät

Tässä raportissa esitetään Kattiharjun tuulivoimapuiston laajennuksen melumallinnus. Melumallinnus on tehty Ympäristöministeriön ohjeen 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" mukaisesti ja ohjeessa määritetyillä laskentaparametreilla, jotka on esitetty taulukossa 1. Mallinnusmenetelmänä on käytetty ISO 9613-2.

**Taulukko 1.** Laskennassa käytetyt parametrit.

Parametri	Arvo
Immissiopisteiden korkeus	4 m
Suhteellinen kosteus	70 %
Ilman lämpötila 2 m korkeudella	15 °C
Stabiilisuus parametrit	Yö kirkas taivas
Maan- tai vedenpinnan absorptio ja heijastuksen vaikutuskerroin	0,4

Melumallinnus on tehty WindPRO:n DECIBEL-moduulilla ja laskennassa on käytetty WindPRO versiota 4.0.552. Melumallinnuksen on laatinut Prokon Wind Energy Finland Oy. Laskennan on tehnyt Benjamin Stjernberg, raportin on laatinut Marja Meriluoto ja laaduntarkastuksesta on vastannut Jakob Kjellman.

### 1.1. Tuulivoimaloiden tiedot

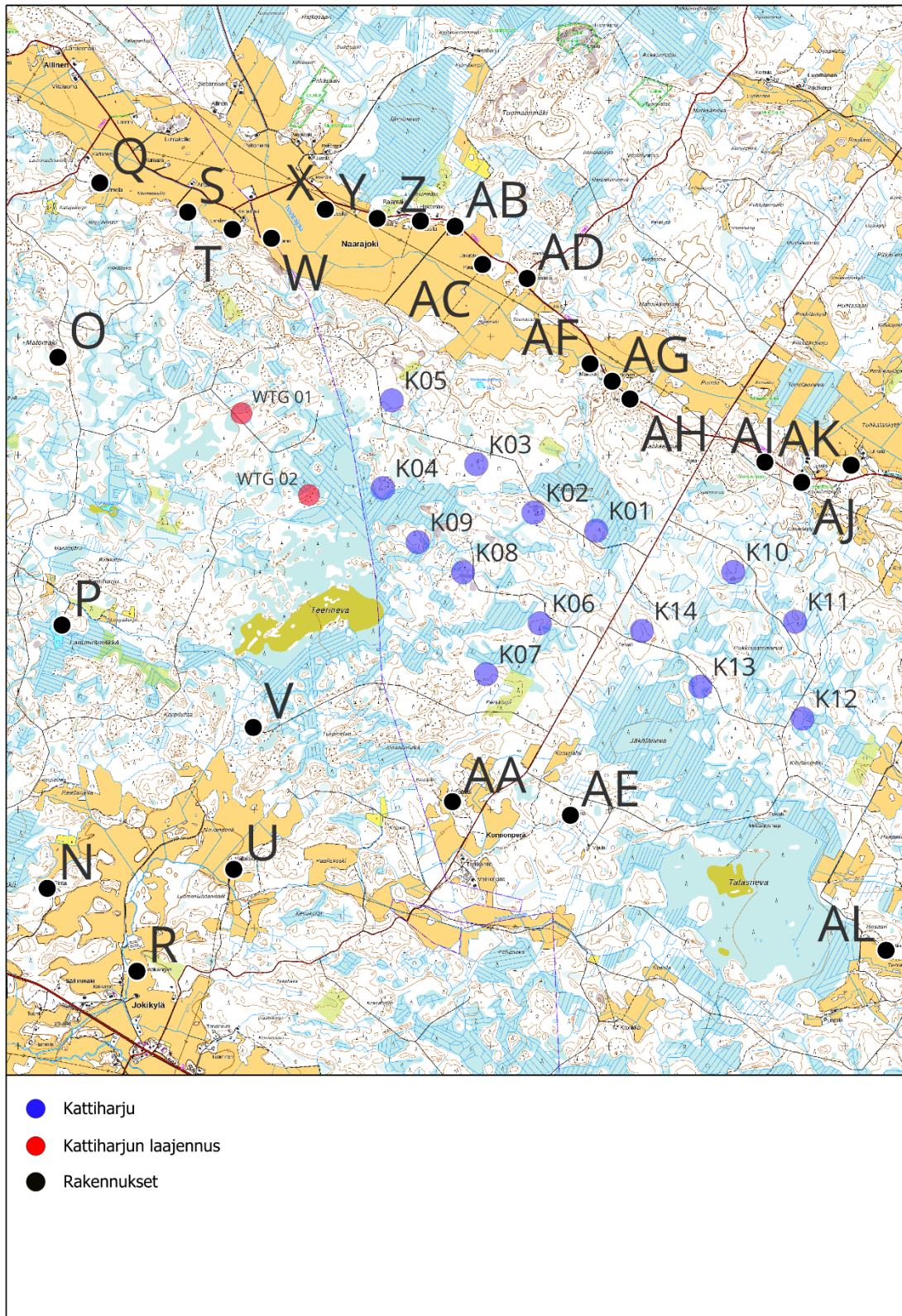
Taulukossa 2 on esitetty Kattiharjun tuulivoimapuiston laajennuksen voimalakoordinaatit ja taulukossa 3 Kattiharjun tuulivoimapuiston voimalakoordinaatit. Kuvassa 1 on esitetty Kattiharjun tuulivoimapuiston laajennuksen voimalat (WTG 01 ja WTG 02), Kattiharjun tuulivoimapuiston voimalat (K01-K14) ja lähellä olevien rakennusten (A-AP) sijainnit.

**Taulukko 2.** Kattiharjun tuulivoimapuiston laajennuksen koordinaatit.

Tuulivoimala	X_ETRSTM35	Y_ETRSTM35
WTG 01	255892	6985353
WTG 02	256462	6984661

**Taulukko 3.** Kattiharjun tuulivoimapuiston koordinaatit. Osassa voimaloista on korotettu perustus.

Tuulivoimala	X_ETRSTM35	Y_ETRSTM35	Korotettu perustus [m]
K01	258892	6984359	2
K02	258361	6984512	1
K03	257878	6984922	2
K04	257087	6984720	2
K05	257163	6985462	2
K06	258414	6983575	0
K07	257962	6983145	1
K08	257766	6984006	1
K09	257382	6984262	2
K10	260052	6984010	2
K11	260574	6983589	2
K12	260637	6982769	2
K13	259773	6983040	2
K14	259278	6983511	2



Kuva 1. Tuulivoimaloiden ja lähellä olevien rakennusten sijainnit.

## 1.2. Melun lähtöarvot

Laajennusosan tuulivoimaloille käytetään turbiinimallin Nordex N175/6.X (mode 0 ja STE) melupäästöjä. Koska saatavilla olevat äänitehotasot eivät ole takuuarvoja, melupäästöihin on lisätty varmuusarvona 2 dB. Nordex N175/6.X voimalan roottorin halkaisija on 175 m ja napakorkeutena on käytetty 171,5 m.

Kattiharjun tuulivoimaloille käytetään turbiinimallin Nordex N163/6.X (mode 1 ja STE) melupäästöjä. Koska saatavilla olevat äänitehotasot eivät ole takuuarvoja, melupäästöihin on lisätty varmuusarvona 2 dB. Nordex N163/6.X voimalan roottorin halkaisija on 163 m ja voimalan napakorkeus 148,5 m. Osassa voimaloista on korotettu perustus taulukon 2 mukaisesti.

Melupäästön lähtöarvot on esitetty taulukoissa 4 ja 5.

**Taulukko 4.** Äänitasot oktaaveittain ja kokonaisäänitaso 8 m/s tuulennopeudella 10 m korkeudessa. Luvut eivät sisällä 2 dB varmuusarvoa. [1, 2]

Taajuus [Hz]	N163/6.X Mode 1, STE [dB(A)]	N175/6.X Mode 0, STE [dB(A)]
62,5	88,4	89,7
125	96,0	96,5
250	98,1	99,9
500	99,3	100,4
1000	101,1	101,3
2000	101,8	99,2
4000	96,2	89,9
8000	81,8	73,4
<b>Kokonais-melupäästö</b>	<b>107,2</b>	<b>106,9</b>

**Taulukko 5.** Äänitasot 1/3 oktaaveittain ja kokonaisäänitaso 8 m/s tuulennopeudella 10 m korkeudessa. Luvut eivät sisällä 2 dB varmuusarvoa. [1, 2]

Taajuus [Hz]	N163/6.X Mode 1, STE [dB(A)]	N175/6.X Mode 0, STE [dB(A)]
10	56,6	59,0
12,5	61,4	63,9
16	66,0	68,5
20	70,3	71,8
25	73,7	75,2
31,5	76,0	77,1
40	78,0	78,3
50	80,0	80,3
63	83,0	84,6
80	86,0	87,3
100	89,0	88,9
125	92,0	91,5
160	92,0	93,5
200	93,0	94,5
250	93,3	95,0
315	93,6	95,8
400	94,0	95,7
500	94,5	95,5
630	95,0	95,8
800	95,5	96,5
1000	96,5	96,5
1250	97,0	96,7
1600	98,0	96,0
2000	97,0	94,6
2500	96,0	91,4
3150	93,5	88,1
4000	91,0	83,8
5000	88,0	79,7
6300	81,0	72,6
8000	73,0	64,9
10 000	67,6	55,5
<b>Kokonais- melupäästö</b>	<b>107,2</b>	<b>106,9</b>

## 2. Melumallinnuksen tulokset

### 2.1. Keskiäänitasojen mallinnuksen tulokset

Rakennusten A-AP mallinnetut melutasot on esitetty taulukossa 6. Melurajat kartalla on esitetty kuvassa 2. 40 dB meluraja ylittyy rakennuksille AG-AJ.

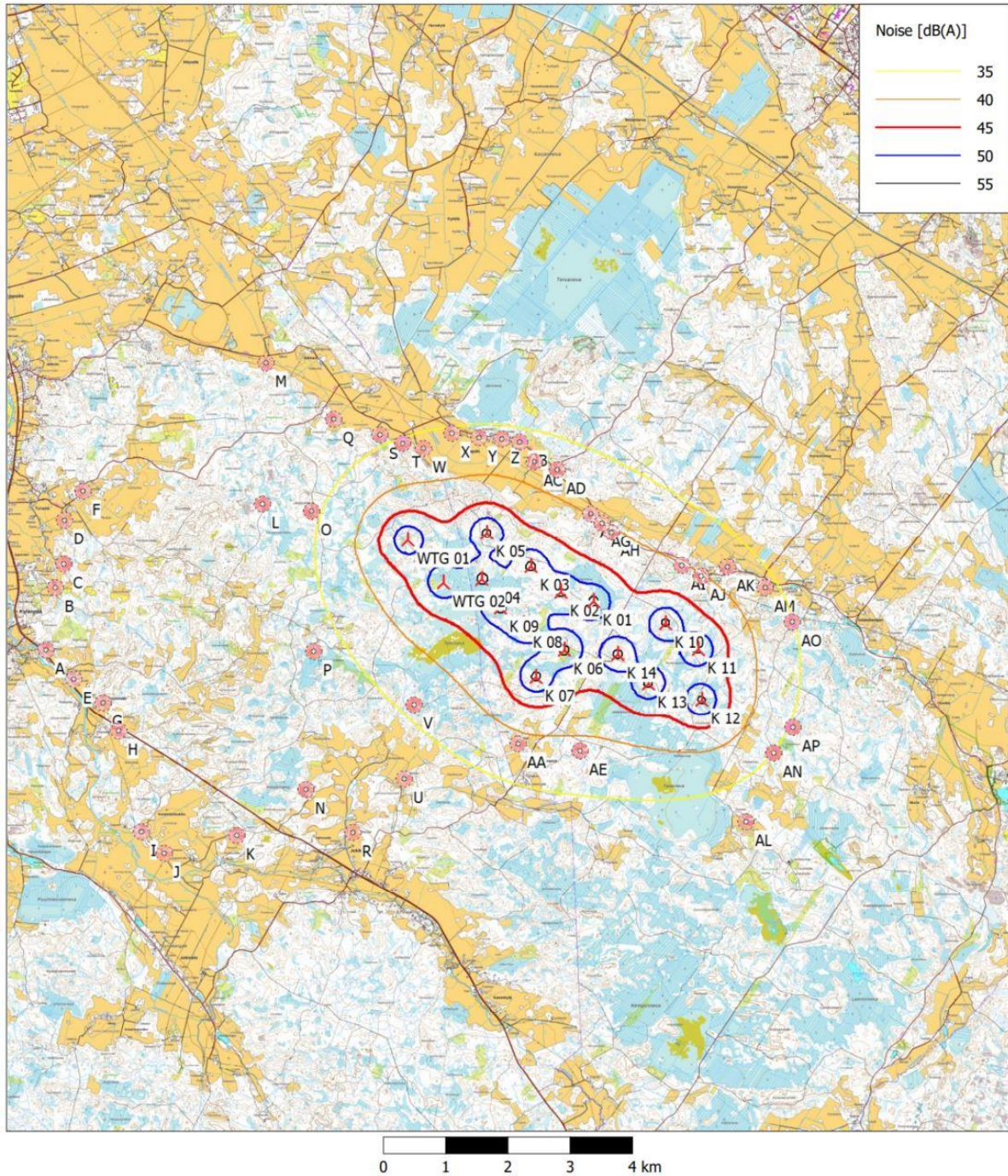
Jotta meluarvot pysyisivät raja-arvojen sisällä edellä mainittujen asuinrakennusten osalta, Kattiharjun tuulivoimaloiden melutasoja tulee Isokyrön ympäristölautakunnan päätöksen mukaisesti (9.8.2022 / 74§) osittain rajoittaa. Kuitenkaan Kattiharjun laajennusosan tuulivoimalat eivät johda melun raja-arvojen ylitykseen, sillä laajennusosan yksittäisten voimaloiden vaikutus rakennusten AG-AJ melutasoon on alle 25 dB (Liite 1, s. 16–17).

**Taulukko 6.** Melumallinnuksen tulokset. Ohjearvot ylittävät arvot on merkitty punaisella.

Kattiharjun tuulivoimapuisto ja tuulivoimapuiston laajennus	
Rakennus	Ulkomelutaso $L_{Aeq}$ [dB]
A	22,6
B	22,9
C	23,2
D	23,0
E	23,2
F	23,4
G	23,8
H	23,9
I	23,3
J	23,5
K	25,4
L	30,5
M	26,9
N	28,3
O	34,1
P	32,8
Q	31,3
R	28,3
S	34,0
T	35,5
U	31,8
V	36,0
W	36,4



X	35,5
Y	36,1
Z	36,1
AA	38,6
AB	36,1
AC	37,5
AD	37,4
AE	38,6
AF	39,9
AG	40,1
AH	40,5
AI	40,3
AJ	40,3
AK	37,6
AL	31,9
AM	36,1
AN	35,0
AO	35,1
AP	34,6



Kuva 2. Melurajat kartalla.

## 2.2. Matalataajuinen melu

Rakennusten A-AP matalataajuisten sisämelun mallinnustulokset on esitetty taulukossa 7. Mallinnusten perusteella ohjearvojen ylityksiä ei tapahdu.

Taulukko 7. Matalataajuisten sisämelun mallinnuksen tulokset.

Leq [dB]	Taajuus [Hz]										
	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
A	42,1	38,6	34,3	29,9	25,8	23,0	19,4	15,2	10,9	3,2	-1,9
B	42,3	38,9	34,6	30,1	26,1	23,2	19,7	15,5	11,2	3,6	-1,4
C	42,5	39,0	34,8	30,3	26,3	23,4	19,8	15,7	11,4	3,8	-1,2
D	42,4	39,0	34,7	30,2	26,2	23,3	19,8	15,6	11,3	3,7	-1,3
E	42,5	39,1	34,8	30,3	26,3	23,4	19,9	15,7	11,5	3,8	-1,2
F	42,7	39,2	34,9	30,5	26,4	23,6	20,0	15,9	11,7	4,1	-0,8
G	43,0	39,5	35,2	30,8	26,8	23,9	20,4	16,3	12,1	4,5	-0,4
H	43,1	39,6	35,4	30,9	26,9	24,0	20,5	16,5	12,3	4,7	-0,2
I	42,6	39,2	34,9	30,5	26,5	23,5	20,0	15,9	11,7	3,9	-1,1
J	42,8	39,3	35,1	30,7	26,6	23,7	20,2	16,1	11,9	4,1	-0,9
K	44,2	40,8	36,5	32,1	28,1	25,2	21,8	17,8	13,7	6,2	1,5
L	47,5	44,1	39,8	35,3	31,3	28,8	25,4	21,4	17,5	10,8	6,6
M	45,1	41,7	37,4	32,9	28,9	26,2	22,8	18,7	14,7	7,6	3,1
N	46,3	42,9	38,6	34,3	30,3	27,5	24,1	20,2	16,3	9,0	4,7
O	49,7	46,4	42,1	37,5	33,6	31,2	27,8	23,7	20,0	13,6	9,7
P	49,2	45,8	41,5	37,1	33,1	30,5	27,2	23,3	19,5	12,8	8,8
Q	48,0	44,6	40,3	35,8	31,9	29,3	25,9	21,9	18,1	11,4	7,3
R	46,3	42,9	38,7	34,3	30,3	27,5	24,1	20,3	16,4	9,0	4,6
S	49,8	46,4	42,1	37,6	33,7	31,2	27,8	23,9	20,1	13,6	9,7
T	50,7	47,4	43,1	38,6	34,7	32,2	28,8	25,0	21,3	14,8	11,0
U	48,7	45,3	41,1	36,8	32,8	30,0	26,6	23,0	19,2	12,1	8,0
V	51,4	48,0	43,8	39,5	35,6	32,8	29,5	25,9	22,3	15,4	11,6
W	51,4	48,0	43,8	39,3	35,4	32,9	29,5	25,7	22,0	15,5	11,7
X	50,9	47,5	43,3	38,9	34,9	32,3	29,0	25,2	21,6	14,9	11,0
Y	51,3	47,9	43,7	39,3	35,4	32,7	29,4	25,7	22,1	15,3	11,5
Z	51,3	48,0	43,7	39,4	35,5	32,8	29,5	25,8	22,2	15,4	11,5
AA	52,9	49,6	45,4	41,2	37,3	34,4	31,1	27,8	24,3	17,2	13,5
AB	51,3	48,0	43,8	39,5	35,5	32,8	29,5	25,9	22,3	15,4	11,6
AC	52,3	48,9	44,7	40,5	36,5	33,7	30,5	27,0	23,4	16,5	12,7
AD	52,3	48,9	44,8	40,5	36,6	33,7	30,5	27,0	23,5	16,5	12,7
AE	53,0	49,7	45,5	41,3	37,4	34,5	31,3	27,9	24,4	17,3	13,6
AF	53,9	50,6	46,4	42,2	38,3	35,4	32,2	28,8	25,4	18,3	14,7
AG	54,1	50,8	46,6	42,4	38,5	35,6	32,4	29,0	25,6	18,5	14,9
AH	54,3	51,0	46,8	42,7	38,7	35,8	32,6	29,3	25,8	18,8	15,1
AI	53,9	50,6	46,4	42,3	38,3	35,4	32,2	28,9	25,5	18,4	14,7
AJ	53,8	50,5	46,3	42,2	38,2	35,3	32,1	28,8	25,4	18,3	14,7
AK	52,1	48,7	44,6	40,4	36,5	33,5	30,3	27,0	23,5	16,3	12,6
AL	48,2	44,9	40,7	36,5	32,5	29,5	26,2	22,8	19,1	11,7	7,7
AM	51,0	47,6	43,5	39,3	35,4	32,4	29,2	25,8	22,3	15,1	11,3
AN	50,0	46,6	42,5	38,3	34,4	31,4	28,1	24,8	21,2	13,9	10,1
AO	50,3	46,9	42,8	38,6	34,7	31,7	28,4	25,1	21,5	14,3	10,4
AP	49,8	46,4	42,3	38,1	34,1	31,2	27,9	24,5	21,0	13,7	9,8
Pienitaajuisten melun toimenpiderajat	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

## Lähdeluettelo

[1] Nordex, Third octave sound power levels, Nordex N163/6.X. Revision 09, 2023-10-13.

[2] Nordex, Noise level, Power curves, Thrust curves Nordex N175/6.X. Revision 03, 2023-10-13.

## Liitteet

Liite 1. Melumallinnuksen laskentatulokset