

Vastaanottaja
Megatuuli Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
2.4.2020

Viite
1510040325-020

YLI-OLHAVAN TUULIVOIMA- HANKE MELUMALLINNUS

YLI-OLHAVAN TUULIVOIMAHANKE MELUMALLINNUS

Päivämäärä 2.4.2020
Laatija Ville Virtanen
Tarkastaja Janne Ristolainen

Yli-Olhavan tuulivoimapuiston melumallinnus.

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 12/2019 aineistoa.

Viite 1510040325-020

SISÄLTÖ

1.	YLEISTÄ	1
2.	MELUN OHJEARVOT	1
2.1	Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista	1
2.2	Asumisterveysasetuksen melutason toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa	2
3.	MELUMALLINNUKSEN TIEDOT	2
3.1	Tuulivoimalatiedot	2
3.2	Melulaskenta	3
3.3	Maastomalli	4
4.	TULOKSET	4
4.1	Meluvyöhyke- ja reseptoritulokset	4
4.2	Pienitaajuinen melu	5
5.	TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	9
5.1	Melun erityispiirteet ja häiritsevyysskorjaukset	9
5.2	Melutasot verrattuna ohjearvoihin	9
5.3	Alueen yleiset tuuliolosuhteet ja niiden vaikutus melutasojen esiintyvyyteen	9

LIITTEET

Liite 1	Melulaskennan lähtötiedot ja tuulivoimaloiden akustiset tiedot
Liite 2	Meluvyöhykekartta, Yli-Olhavan tuulivoimahanke VE1
Liite 3	Meluvyöhykekartta, Yli-Olhavan tuulivoimahanke VE2
Liite 4	Meluvyöhykekartta, Yli-Olhavan tuulivoimahanke VE1 sekä alueen muiden voimaloiden yhteismelu
Liite 5	Meluvyöhykekartta, Yli-Olhavan tuulivoimahanke VE2 sekä alueen muiden voimaloiden yhteismelu
Liite 6	Reseptoripistekartta

1. YLEISTÄ

Megatuuli Oy suunnittelee tuulivoima-alueen rakentamista Iin Yli-Olhavan alueelle noin 20 kilometriä Iin keskustajamasta pohjoiseen. Tuulivoimahankkeen suunnittelualue koostuu kolmesta osa-alueesta, joista kaksi sijoittuu Yli-Olhavan ja Hyryn kylien väliselle alueelle ja yksi Yli-Olhavan kylän ja Oulun Yli-Iin kuntarajan väliselle alueelle. Hankkeesta on käynnistetty kaava-YVA-yhteismenettely, hankevaihtoehtoja on kaksi (VE1, 68 tuulivoimalaitosta ja VE2 48 tuulivoimalaitosta). Tässä työssä tarkasteltiin Iin Yli-Olhavan tuulivoimapuiston meluvaikutuksia sekä melun yhteisvaikutuksia alueen muiden olemassa olevien ja lainvoimaisessa kaavassa olevien tuulivoimalaitosten kanssa (Isokangas, Nyby, Olhava, Palokangas, Myllykangas I & II).

Työ on tehty Megatuuli Oy:n toimeksiannosta. YVA-kaava-projektipäällikkönä Rambollissa on Juha-Matti Märijärvi, meluselvityksestä ja meluvaikutusten arvioinnista on vastannut ins. (AMK) Janne Ristolainen. Melumallinnuksen ja raportoinnin on Rambollissa tehnyt ins. (AMK) Ville Virtanen.

2. MELUN OHJEARVOT

2.1 Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista

Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 (voimaantulopäivä 1.9.2015) on annettu tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvot. Ohjearvot on annettu absoluuttisina lukuarvoina, joissa ei huomioida taustamelua. Asetusta sovelletaan maankäyttö- ja rakennusalan mukaisessa maankäytön ja rakentamisen suunnittelussa, lupamenettelyissä ja valvonnassa sekä ympäristönsuojelulain mukaisessa lupamenettelyssä ja valvonnassa.

Tuulivoimalan toiminnasta aiheutuvan melupäästön takuarvon perusteella määritelty laskennallinen melutaso ja valvonnan yhteydessä mitattu melutason eivät saa ulkona ylittää melulle altistuvalla alueella melun A-taajuuspainotetun keskiäänitason (ekvivalenttitason L_{Aeq}) ohjearvoja taulukossa 1 esitetyn mukaisesti.

Taulukko 1. Valtioneuvoston asetuksen mukaiset tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvot

	Uikomelutason L_{Aeq} päivällä klo 7-22	Uikomelutason L_{Aeq} yöllä klo 22-7
Pysyvä asetus	45 dB	40 dB
Loma-asutus	45 dB	40 dB
Hoitolaitokset	45 dB	40 dB
Oppilaitokset	45 dB	-
Virkistysalueet	45 dB	-
Leirintäalueet	45 dB	40 dB
Kansallispuistot	40 dB	40 dB

Elinympäristöön vaikuttavaa toimintaa suunniteltaessa ja järjestettäessä sekä tällaista toimintaa harjoitettaessa huomioon otettavista sisämelutasoista säädetään terveydensuojelulaissa (763/1994) ja sen nojalla annetuissa säännöksissä.

Valvonnan yhteydessä saatuun mittaustulokseen tehdään 5 dB lisäys, mikäli tuulivoimalan melu on impulssimaista tai kapeakaistaista altistuvalla alueella.

- 2.2 Asumisterveysasetuksen melutason toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa
Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 545/2015 (voimaantulopäivä 15.5.2015) on annettu toimenpiderajoja asuntojen ja muiden oleskelutilojen sisämelulle (ns. asumisterveysasetus).

Asuinhuoneistojen asuinhuoneisiin (paitsi keittiö ja muut tilat) toimenpiderajoiksi on annettu päiväjän keskiäänitasolle $L_{Aeq, 7-22}$ 35 dB ja yöajan keskiäänitasolle $L_{Aeq, 22-7}$ 30 dB. Selvästi taustamelusta erottuvalle melulle, joka voi aiheuttaa unihäiriötä, on toimenpiderajana nukkumiseen käytettävissä tiloissa yöaikaan (klo 22-7) yhden tunnin keskiäänitaso $L_{Aeq, 1h}$ 25 dB. Lisäksi on huomioitava melun erityisominaisuudet eli mahdolliset kapeakaistaisuus- ja impulssimaisuuskorjaukset. Asetus sisältää toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle, jotka on annettu taajuuspainottamattomina tunnin keskiäänitasoina $L_{eq, 1h}$.

Taulukko 2. Yöaikaisen pienitaajuisen sisämelun toimenpiderajat terssikaistoittain (Asumisterveysasetus). Päiväaikana sallitaan 5 dB suurempia arvoja.

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

3. MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

3.1 Tuulivoimalatiedot

Tuulivoimalaitosten sijainnit perustuvat 2.10.2019 päivättyyn sijoitussuunnitelmaan.

Mallinnuksessa voimaloiden tyyppinä käytettiin Nordex N149/4.0-4.5 Serrated trailing edge -voimalaa. Voimaloiden napakorkeus on 200 m maanpinnasta. Melutiedot ilmenivät hankevastaavan toimittamista hankekohtaisista meludokumenteista:

- *Third octave sound power levels, Nordex N149/4.0-4.5, Revision 00, 2018-03-29*

Laitoksen suurin äänitehotaso (L_{WA}) on 107,6 dB tuulen nopeuden ollessa ≥ 7 m/s referenssikorkeudella 10 metriä. Äänitehotaso sisältää laitosvalmistajan ilmoittaman epävarmuuden, eli se vastaa mallinnusohjeen 2/2014 vaatimuksen mukaista äänitehotason takuuarvoa (L_{WAd} , declared value). Äänitehotaso on ilmoitettu 1/3 – oktaavikaistoittain taajuusvälillä 10–10 000 Hz tuulen nopeuden arvoille 3-12 m/s.

Tuulivoimaloiden tarkemmat akustiset tiedot on esitetty liitteessä 1.

Tuulivoimalaitosten koordinaatit on esitetty taulukossa 3, jossa Z-koordinaatti kertoo maaston korkeuden metreissä merenpinnan yläpuolella tuulivoimalan suunnitellulla sijaintipaikalla.

Taulukko 3. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

Tunnus	X	Y	Z	Tunnus	X	Y	Z
1	423567	7275725	55	54	442289	7270308	83
2	424217	7275415	54	59	444006	7270760	104
4	425387	7276297	54	60	443538	7269860	96
5	426458	7276442	63	61	443879	7271561	95
9	427756	7270266	53	S3	424615	7276211	55
10	427798	7269082	49	S6	427306	7276825	70
11	428538	7270881	55	S15	429542	7271806	53
12	428372	7269909	54	S18	431459	7271165	49
13	428737	7269317	51	S19	432524	7270484	51
14	429158	7270523	55	S22	431528	7272797	56
16	429929	7271158	52	S23	431696	7272029	55
17	430807	7271523	48	S24	432948	7271903	66
20	430760	7274155	57	S25	431796	7274854	67
21	430755	7273195	55	S26	432376	7274444	70
28	433224	7273311	71	S27	432896	7273959	72
29	434081	7273433	74	S31	433854	7275065	80
30	441729	7271765	86	S35	432208	7275710	74
32	434029	7275940	88	S38	432431	7278560	79
33	434749	7275054	89	S39	433869	7277737	81
34	431688	7276367	72	S41	433952	7278576	82
36	431122	7276831	68	S52	433081	7275160	75
37	431536	7277749	70	S56	442649	7272584	91
40	433456	7279117	77	S57	443055	7272005	97
42	434332	7279434	81	S58	443137	7270424	93
43	434150	7280196	77	U62	430680	7272343	51
44	438432	7270669	79	U64	432268	7271165	52
45	439299	7270971	82	U65	433784	7274225	78
46	439361	7270189	79	U66	433079	7275978	79
47	440198	7271681	88	U67	432561	7276633	77
48	440076	7270855	88	U68	432153	7277196	74
49	440148	7270055	84	U69	433007	7277524	86
50	440868	7271392	94	U70	433132	7278311	80
51	440962	7270617	85	U71	431338	7275392	66
53	442223	7271264	90	U72	443004	7271178	90

Yhteismelumallinnuksessa alueen muiden tuulivoimalaitosten napakorkeudet ja melupäästöt perustuvat Palokankaan tuulivoimapuiston yhteismeluselvityksen tietoihin. (FCG suunnittelu ja tekniikka Oy, 10.4.2018, P27171). Alueen muiden voimalaitosten tarkennetut sijaintitiedot saatiin linnasta.

3.2 Melulaskenta

Melumallinnus tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisilla laskentaparametreilla. Koska kyseessä on ympäristövaikutusten arviointia varten tehty selvitys, on meluvyöhykkeiden mallinnuksessa käytetty ISO 9613-2-laskentamallia.

Melumallinnukset on tehty SoundPlan 8.1 -melulaskentaohjelmalla. SoundPlan -ohjelmistosta saa lisätietoa internet-sivustolta www.soundplan.eu.

ISO 9613-2 -mallissa tuulen nopeutta tai suuntaa ei voida varioida, vaan laskentamallissa on oletuksena lievä myötätuuli melulähteestä laskentapisteeseen päin. Malli huomioi kolmiulotteisessa laskennassa mm. maastonmuodot sekä etäisyysvaimentumisen, ilman ääniabsorption, esteet, heijastukset ja maanpinnan absorptio-ominaisuudet.

Meluvyöhykelaskennat on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapisteidien välisille alueille. Työssä laskettiin melutasot myös hankealuetta lähinnä olevien asuintalojen kohdalle sijoitettuihin reseptoripisteisiin. Reseptoripisteiden sijainnit on esitetty liitteen 6 kartassa ja laskentatulokset taulukossa 4. Taulukossa ja melukartoissa esitetyt melutasot ovat suoraan mallinnuksen tuloksia, eikä niihin ole lisätty mitään mahdollisia häiritsevyysskorjauksia.

Pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin soveltaen DSO 1284 mukaista menetelmää YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti. Pienitaajuisen melun ulko- ja sisämeluntasoa (Leq) tarkasteltiin tuulivoimaloita lähinnä sijaitsevien asuin- ja lomarakennusten kohdalla olevissa reseptoripisteissä (9kpl). Melupäästötietoina käytettiin laitostmallin Nordex N149/4.0-4.5 -voimalaitoksesta käytössä olevia 1/3-oktaavikaistatietoja väliltä 20Hz – 200 Hz laitoksen suurimmalle äänitehotasolle, joka sisältää laitostvalmistajan ilmoittaman epävarmuuden. Rakennusten sisälle aiheutuvia pientaajuisia melutasoja arvioitiin Turun ammattikorkeakoulun tekemässä "The sound insulation of façades at frequencies 5–5000 Hz, Keränen et. al." tutkimuksessa esitettyjen pientalojen julkisivun ilmaääneneristävyysarvojen avulla. Ko. tutkimuksen tulokset on esitelty julkaisussa "Building and Environment 156 (2019) 12-20".

Liitteessä 1 on esitetty melulaskennan oleelliset lähtötiedot, esim. laskentaparametrit.

3.3 Maastomalli

Maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen maastotietokannan aineistosta. Maastomallissa ei huomioitu rakennuksia. Mallissa ei ole huomioitu metsäkasvillisuutta melua vaimentavana tekijänä. Metsäkasvillisuus (puusto yms.) voi vaimentaa melua, mikäli kasvillisuusvyöhyke on riittävän korkea ja syvyys on suuri. Kuitenkin ympäristömeluarvioinneissa pääsääntöisesti kasvillisuuden vaikutusta ei oteta huomioon, koska vyöhykkeiden pysyvyydestä ei voida olla varmoja (esim. puuston avohakkuut). Myöskään laskentamallien kyvystä huomioida luotettavasti puuston vaikutus melun etenemiseen oikein ei ole vielä riittävästi tutkittua tietoa.

Hankealueella tuulivoimalan suunniteltujen sijaintipaikkojen ja kaikkien kolmen kilometrin etäisyydellä laitoksista sijaitsevien asuintalojen ja loma-asuntojen välinen maanpinnan korkeusero oli alle 60 metriä, joten ympäristöministeriön ohjeessa 2/2014 mainittua korkeuseroon perustuvaa korjausta tuulivoimalaitosten äänitehotasoon ei tehdä.

4. TULOKSET

Mallinnuksen tulokset pätevät selvityksessä käytetyllä laitostmallilla ja sen melupäästöllä sekä muilla suunnittelutiedoilla. Mikäli rakennettavan tuulivoimalaitoksen melupäästö on nyt tarkasteltua suurempi tai sijainti tai napakorkeus muuttuvat merkittävästi, tulee mallinnus ja meluvaikutusten arviointi päivittää.

4.1 Meluvyöhyke- ja reseptoritulokset

Yli-Olhavan hankealueen meluvyöhykkeet (A-painotettu keskiäänitaso) hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 on esitetty liitteissä 2 ja 3, sekä yhteismeluvyöhykkeet alueen muiden tuulivoimalaitosten kanssa liitteissä 4 ja 5. Kaikki asuin- ja lomarakennukset jäävät 40 dB melualueen ulkopuolelle.

Meluvyöhykkeet ovat keskiäänitasoja tilanteessa, jossa tuulivoimalaitokset tuottavat suurimman mahdollisen melupäästön koko päivä- tai yöajan. Todellisuudessa tuulennopeus vaihtelee päivä- ja yöaikana ja todellinen päivä- tai yöajan keskiäänitaso vaihtelee sen mukaisesti. Myös tuulen suunta vaikuttaa melun leviämiseen ja laskennassa tuulen oletetaan olevan myötätuuli kaikkiin suuntiin.

Taulukossa 4 on esitetty mallinnetut melutasot liitteessä 6 esitetyissä reseptoripisteissä. Myös reseptoripistelaskennat on tehty myötätuuliolosuhteessa ja suurimmalla melupäästöllä, jolloin melun leviäminen reseptoripisteen suuntaan on otollisinta.

Taulukko 4. Yli-Olhavan vaihtoehtojen VE1 ja VE2 keskiäänitasot reseptoripisteissä erikseen, sekä yhteismallinnuksena alueen muiden tuulipuistojen kanssa

Reseptori	VE1	VE2	VE1 yhteis	VE2 yhteis
	L_{Aeq} , dB	L_{Aeq} , dB	L_{Aeq} , dB	L_{Aeq} , dB
1	32,5	22,1	32,7	23,8
2	33,7	33,2	33,7	33,2
3	38	37,9	38	37,9
4	36,3	27	36,5	28,3
5	34,2	31,7	34,2	31,7
6	34,4	33,9	34,4	33,9
7	35,3	35,2	35,3	35,2
8	34,8	34,7	34,8	34,7
9	37,4	37,4	37,4	37,4

Taulukossa 5 on esitetty mallinnetut melutasot liitteessä 6 esitetyissä reseptoripisteissä olemassa olevia voimaloita lähimmissä reseptoripisteissä 10-12, joihin tarkasteltiin Yli-Olhavan suunniteltujen voimaloiden vaikutusta. Vain reseptoripisteessä 10 Yli-Olhavan voimaloiden meluvaikutukset kasvattavat melutasoa, jään kuitenkin 40 dB melualueen alapuolelle.

Taulukko 5. Yli-Olhavan vaihtoehtojen VE1 ja VE2 keskiäänitasot reseptoripisteissä erikseen, sekä yhteismallinnuksena alueen muiden tuulipuistojen kanssa ja vain alueen muiden voimaloiden osalta

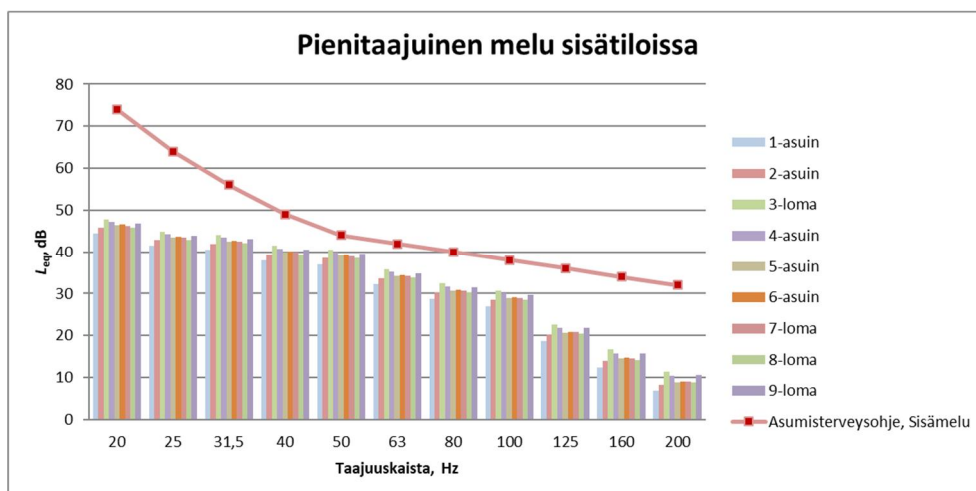
Reseptori	VE1	VE2	Muut	VE1 yhteis	VE2 yhteis
	L_{Aeq} , dB	L_{Aeq} , dB	L_{Aeq} , dB	L_{Aeq} , dB	L_{Aeq} , dB
10	27,0	17,7	35,9	36,4	36,0
11	14,1	<10	41,0	41,0	41,0
12	14,8	<10	41,1	41,1	41,1

4.2 Pienitaajuinen melu

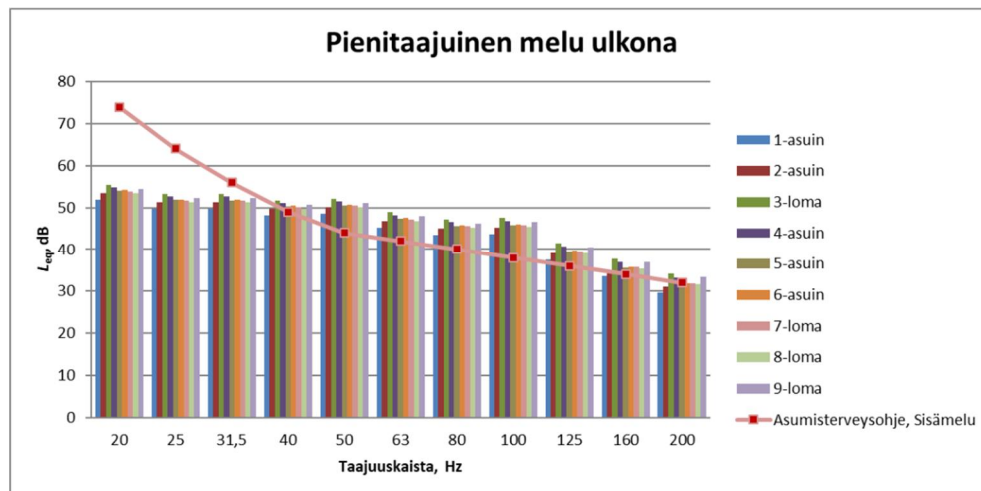
Pienitaajuisen melun tasot terssikaistoittain laskettiin 9 reseptoripisteeseen, joiden tulokset sisä- ja ulkotiloissa on esitetty hankevaihtoehto VE1:n osalta kuvissa 2 ja 3 ja hankevaihtoehto VE2:n osalta kuvissa 4 ja 5. Vastaavasti vaihtoehtojen tulokset on esitetty yhteismallinnusten osalta kuvissa 6-9.

VE1:

Reseptoripisteessä 1 ulkomelutaso on 50-125 Hz:n terssikaistoilla 1-6 dB suurempi kuin sisämelun toimenpideraja. Reseptoripisteissä 2 ja 5-8 ulkomelutaso on 40-160 Hz:n terssikaistoilla 1-8 dB suurempi kuin sisämelun toimenpideraja. Reseptoripisteissä 3,4 ja 9 ulkomelutaso on 40-200 Hz:n terssikaistoilla 1-10 dB suurempi kuin sisämelun toimenpideraja. Muiden terssikaistojen osalta jo ulkomelu on sisämelun toimenpiderajan tasolla tai alapuolella.



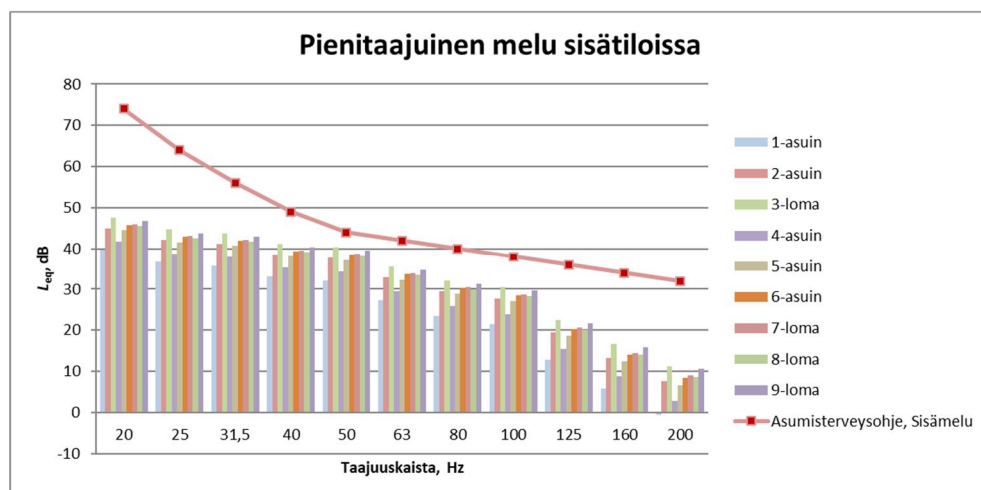
Kuva 2. Pienitaajuisen melun laskentatulokset VE1 tilanteessa reseptoripisteissä sisätiloissa



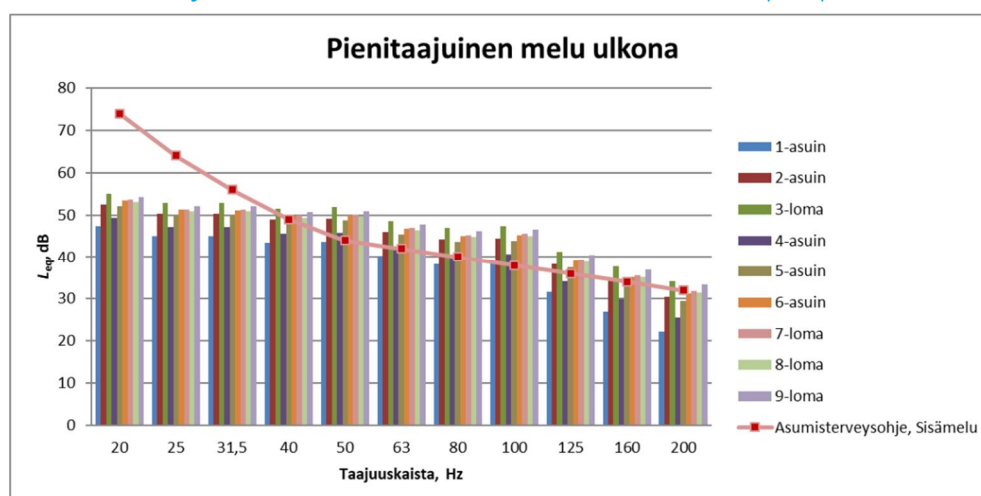
Kuva 3. Pienitaajuisen melun laskentatulokset VE1 tilanteessa reseptoripisteissä ulkona

VE2:

Reseptoripisteissä 1,4 ja 5 ulkomelutaso on 50-160 Hz:n terssikaistoilla 1-6 dB suurempi kuin sisämelun toimenpideraja. Reseptoripisteissä 2 ja 9 ulkomelutaso on 40-200 Hz:n terssikaistoilla 1-9 dB suurempi kuin sisämelun toimenpideraja. Reseptoripisteissä 6-8 ulkomelutaso on 40-160 Hz:n terssikaistoilla 1-8 dB suurempi kuin sisämelun toimenpideraja. Muiden terssikaistojen osalta jo ulkomelu on sisämelun toimenpiderajan tasolla tai alapuolella.



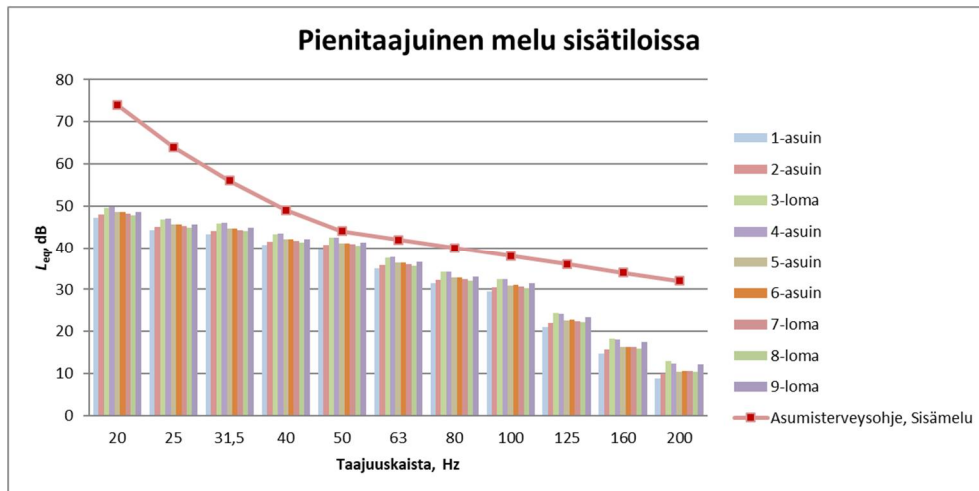
Kuva 4. Pienitaajuisen melun laskentatulokset VE2 tilanteessa reseptoripisteissä sisätiloissa



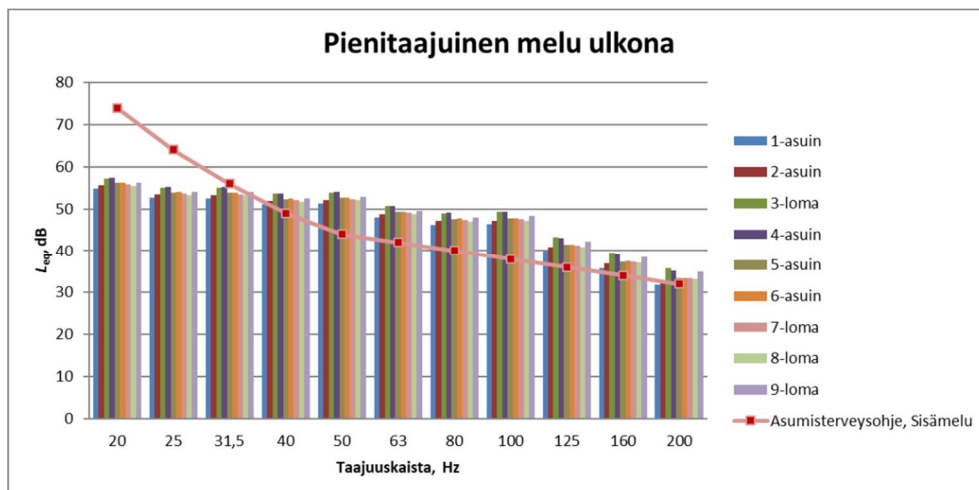
Kuva 5. Pienitaajuisen melun laskentatulokset VE2 tilanteessa reseptoripisteissä ulkona

VE1 yhteismallinnus:

Reseptoripisteessä 1 ulkomelutaso on 40-160 Hz:n terssikaistoilla 2-8 dB suurempi kuin sisämelun toimenpideraja. Reseptoripisteissä 2-9 ulkomelutaso on 40-200 Hz:n terssikaistoilla 1-11 dB suurempi kuin sisämelun toimenpideraja. 20-31,5Hz terssikaistojen osalta jo ulkomelu on sisämelun toimenpiderajan tasolla tai alapuolella.



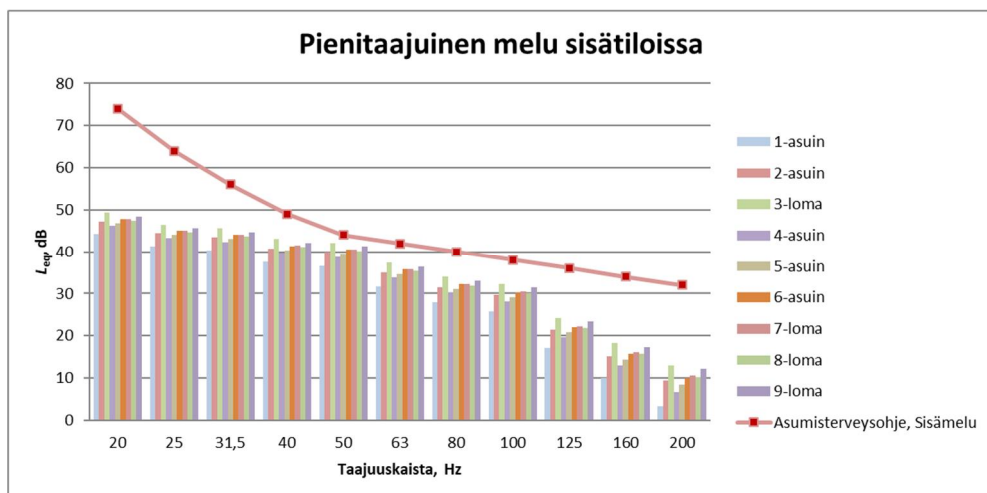
Kuva 6. Pienitaajuisen melun laskentatulokset VE1 yhteismallinnustilanteessa reseptoripisteissä sisätiloissa



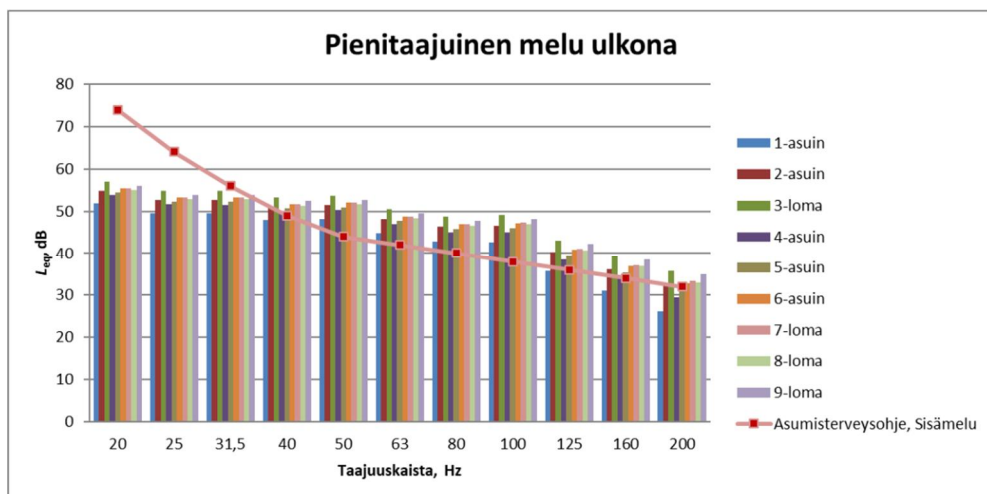
Kuva 7. Pienitaajuisen melun laskentatulokset VE1 yhteismallinnustilanteessa reseptoripisteissä ulkona

VE2 yhteismallinnus:

Reseptoripisteessä 1 ulkomelutaso on 50-160 Hz:n terssikaistoilla 1-5 dB suurempi kuin sisämelun toimenpideraja. Reseptoripisteissä 2-3 ja 7-8 ulkomelutaso on 40-200 Hz:n terssikaistoilla 1-11 dB suurempi kuin sisämelun toimenpideraja. Reseptoripisteissä 4 ja 5 ulkomelutaso on 40-160 Hz:n terssikaistoilla 1-8 dB suurempi kuin sisämelun toimenpideraja. 20-31,5Hz terssikaistojen osalta jo ulkomelu on sisämelun toimenpiderajan tasolla tai alapuolella.



Kuva 8. Pienitaajuisen melun laskentatulokset VE2 yhteismallinnustilanteessa reseptoripisteissä sisätiloissa



Kuva 9. Pienitaajuisen melun laskentatulokset VE2 yhteismallinnustilanteessa reseptoripisteissä ulkona

Asumisterveysasetuksen mukaan päiväajan pienitaajuiselle melulle voidaan hyväksyä noin 5 dB suurempia arvoja kuin yöaikana, joten ulkomelutasot ylittävät päiväaikana toimenpiderajat kaikkien taajuuskaistojen osalta kaikissa reseptoripisteissä.

Verrattaessa laskentatuloksia Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin, ovat reseptoripisteissä ulkovaipalta vaadittavat äänitasoerot (ΔL) reseptoripisteissä välillä 50-100 Hz suurimmillaan 9-11 dB. 40 Hz taajuuskaistalla ja välillä 125-200 Hz riittää 1-6 dB ilmasteneristävyyttä, jotta melu alittaa sisätilojen toimenpiderajat.

Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksen mukaiset ääneneristävyyssarvot (äänitasoero ΔL) kuvaavat tilastollista estimaattia ilmasteneristävyydestä, joka ylittyy suomalaisten pientalojen tapauksessa 84 % todennäköisyydellä.

Kun huomioidaan ulkoseinän ääneneristävyyttä Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksessa mainittujen arvojen mukaisesti, ylittävät terssikohtaiset melutasot toimenpiderajat reseptoripisteissä kaikkien taajuuskaistojen osalta. Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa vastaava ilmasteneristys riittää vaimentamaan tuulivoimalaitosten pienitaajuisen melun toimenpiderajojen alle. Tulosten perusteella voidaan myös todeta, että pienitaajuinen melu alittaa toimenpiderajat myös kauempana tuulivoimaloita, koska laskennan periaatteiden mukaan pienitaajuinen melu vaimenee etäisyyden kasvaessa.

5. TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Melun erityispiirteet ja häiritsevyysskorjaukset

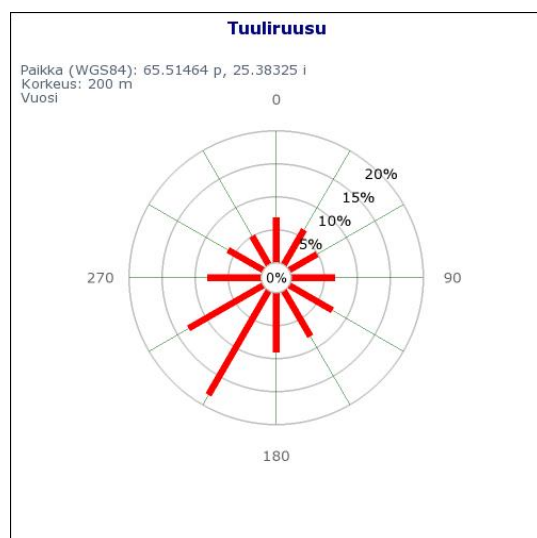
Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyysskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulokseen, mikäli melun todetaan olevan kapeakaistaista ja/tai impulssimaista. Impulssimaisuuden ja kapeakaistaisuuden määrittäminen mittaustuloksesta tehdään YM:n ohjeessa *"Tuulivoimaloiden melutason mittaaminen altistuvassa kohteessa"* 4/2014 esitetyn mukaisesti.

Asetus ei sisällä korjausta merkityksellisestä sykinnästä (EAM, Excess amplitude modulation), koska sen määrittämiseen ei ole standardisoitua menetelmää. Tavanomainen tuulivoimalan äänitason vaihtelu (NAM, Normal amplitude modulation) on osa tuulivoimalaitoksen toimintaa ja sisältyy ohjearvoihin.

5.2 Alueen yleiset tuuliolosuhteet ja niiden vaikutus melutasojen esiintyvyyteen

Tuuliolosuhteet vaikuttavat tuulivoimalaitoksen meluntuottoon. Meluntuotto ei kasva lineaarisesti tuulennopeuden mukana ja äänitehotason voimistuminen pysähtyy tai alkaa laskea voimalan saavuttaessa tietyn tuulen nopeuden. Hiljaisemmalla tuulennopeudella voimalaitoksen äänitehotaso saattaa olla merkittävästi maksimiarvoa hiljaisempi.

Tuulennopeus vaihtelee päivä- ja yöaikana ja hetkittäinen äänitaso vaihtelee sen mukaisesti. Mallinnuksen tulokset vastaavat keskiäänitasoja tilanteessa, jossa tuulennopeus on koko päivä- tai yöajan erittäin voimakasta. Todellinen päivä- ja yöajan keskiäänitaso laitosten ympärillä riippuu tarkastelujakson tuulisuudesta ja mallinnuksen mukaiset melutasot edustavatkin lähelle äänekäintä mahdollista tilannetta.



Kuva 3. Tuuliruusu hankealueelta Suomen Tuuliatlakselta

Mallinnuksessa oletetaan olevan myötätuuli tuulivoimaloista kaikkiin ilmansuuntiin. Koska alueen vallitseva tuulensuunta on lounaan suunnasta, toteutuu mallinnuksen mukainen melutaso useimmin hankealueen koillispuolella. Vastaavasti etelä- ja lounaispuolella mallinnusten mukaisten melutasojen ajallinen esiintyvyys vuoden aikana on vähäisempää.

5.3 Melutasot verrattuna ohjearvoihin

YM:n mallinnusohjeen (2/2014) mukaan ohjearvovertailussa ei huomioida epävarmuutta, kun laskenta tehdään ohjeessa mainituilla parametreilla ja käyttäen valmistajan takaamia melupäästöarvoja (declared value tai warranted level). Tällöin melupäästön takuuarvoon on sisällytetty koko laskennan epävarmuus. Tässä mallinnuksessa käytetyn voimalaitoksen melupäästöarvon sisältää valmistajan ilmoittaman epävarmuuden.

Mallinnuksen mukaan Yli-Olhavan tuulivoimalaitosten aiheuttama ulkomelutaso alittaa Valtioneuvoston asetuksen 1107/2015 ulkomelun päiväajan ohjearvon 45 dB ja yöajan ohjearvon 40 dB kaikkien hankealueen ympäristössä sijaitsevien asuin- ja lomarakennusten kohdalla. Hankkeen

yhteisvaikutukset lähialueen muiden tuulivoimapuistojen kanssa ovat vähäiset eikä niistä aiheudu ohjearvojen ylityksiä. Olhavan kylän kohdalla melu aiheutuu muista tuulivoimapuistoista.

Valtioneuvoston asetuksessa veloitetaan noudattamaan sisätilojen melun osalta Asumisterveysasetuksessa 545/2015 annettuja sisätilojen melun toimenpiderajoja. Tuulivoiman ulkomelun ohjearvoilla pyritään varmistamaan sisämelun osalta sallittujen arvojen täyttyminen.

Sisätiloihin arvioidut (ulkoseinän ääneneristävyys Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksen arvojen mukaisesti) pienitaajuisen melun tasot alittavat sisätiloihin annetut 545/2015 mukaiset toimenpiderajat ympäristön rakennusten kohdalla.

Arvioidut sisämelun kokonaistasot ovat 545/2015 sisämelun yöajan toimenpiderajan $L_{Aeq\ 1h}$ 30 dB (tai $L_{Aeq\ 1h}$ 25 dB selvästi taustasta erottuvan melun osalta) alle.

Laatija: Janne Ristolainen, Ramboll Finland Oy
 Päivämäärä: 14.2.2020

Hankevastaava: Megatuuli Oy
 Hankealue: Yli-Olhava, Ii

Mallinnusohjelman tiedot

Mallinnusohjelma ja versio: SoundPlan 8.1
 Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2

Tuulivoimaloiden perustiedot ja akustiset tiedot

Nordex N149/4.0-4.5, Serrated Trailing Edge

Tuulivoimalan valmistaja:	Tyyppi:	Sarjanumero:
Nordex	N149/4.0-4.5	-
Nimellisteho:	Napakorkeus:	Roottorin halkaisija:
4,0-4,5 MW	200 m	149 m
		Tornin tyyppi:
		Putkitorni

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

Lapakulman säätö:	Pyörimisnopeus:	Muu, mikä:
<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Kyllä	Noise modes 1-18
<input type="checkbox"/> Ei	<input type="checkbox"/> Ei	
<input checked="" type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	<input checked="" type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	

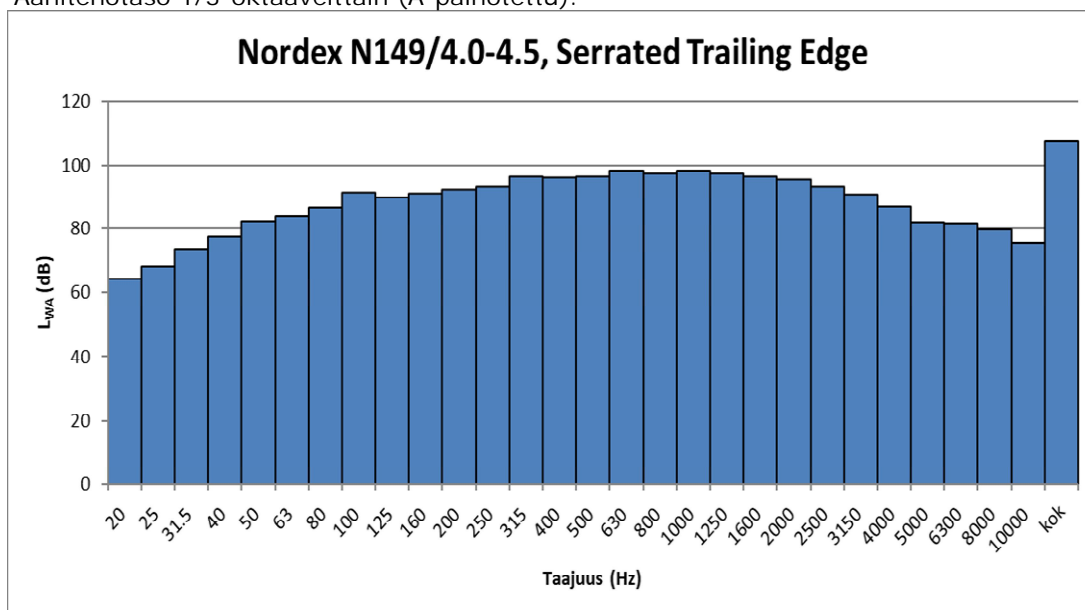
Äänitehotaso L_{WA} tuulennopeudella >7 m/s (10 m korkeudella maanpinnasta):

107,6 Takuuarvo Serrated Trailing Edge

Suurin äänitehotaso L_{WA} :

107,6 dB Takuuarvo Serrated Trailing Edge, sis. valmistajan ilm. epävarmuuden

Äänitehotaso 1/3-oktaaveittain (A-painotettu):



Melun erityspiirteiden mittausta ja havainnot:

Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus	Impulssimaisuus	Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)	Muu, mikä
<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Kyllä	
<input checked="" type="checkbox"/> Ei	<input type="checkbox"/> Ei	<input type="checkbox"/> Ei	
<input type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	<input checked="" type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	<input checked="" type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	

Laskennan lähtötiedot

Laskentaverkko

Laskentakorkeus:

4 metriä

Laskentaruudun koko:

20*20 metriä

Sääolosuhteet

Suhteellinen kosteus:

70 %

Lämpötila:

15 °C

Maastomalli

Maastomallin lähde:

Maanmittauslaitos, Maastotietokanta

Vaakaresoluutio:

-

Pystyresoluutio:

2,5 m

Hankealueen korkeuserot

Tuulivoimalan perustusten ja altistuvan kohteen korkeusero yli 60 m (3 km etäisyydellä voimaloista)

Kyllä Ei

Jos kyllä, mitkä tuulivoimalat:

-

Maan- ja vedenpinnan absorptio ja heijastukset, käytetyt kertoimet

Vesialueet 0 akustisesti kova pinta

Maa-alueet 0,4 akustisesti puolikova pinta

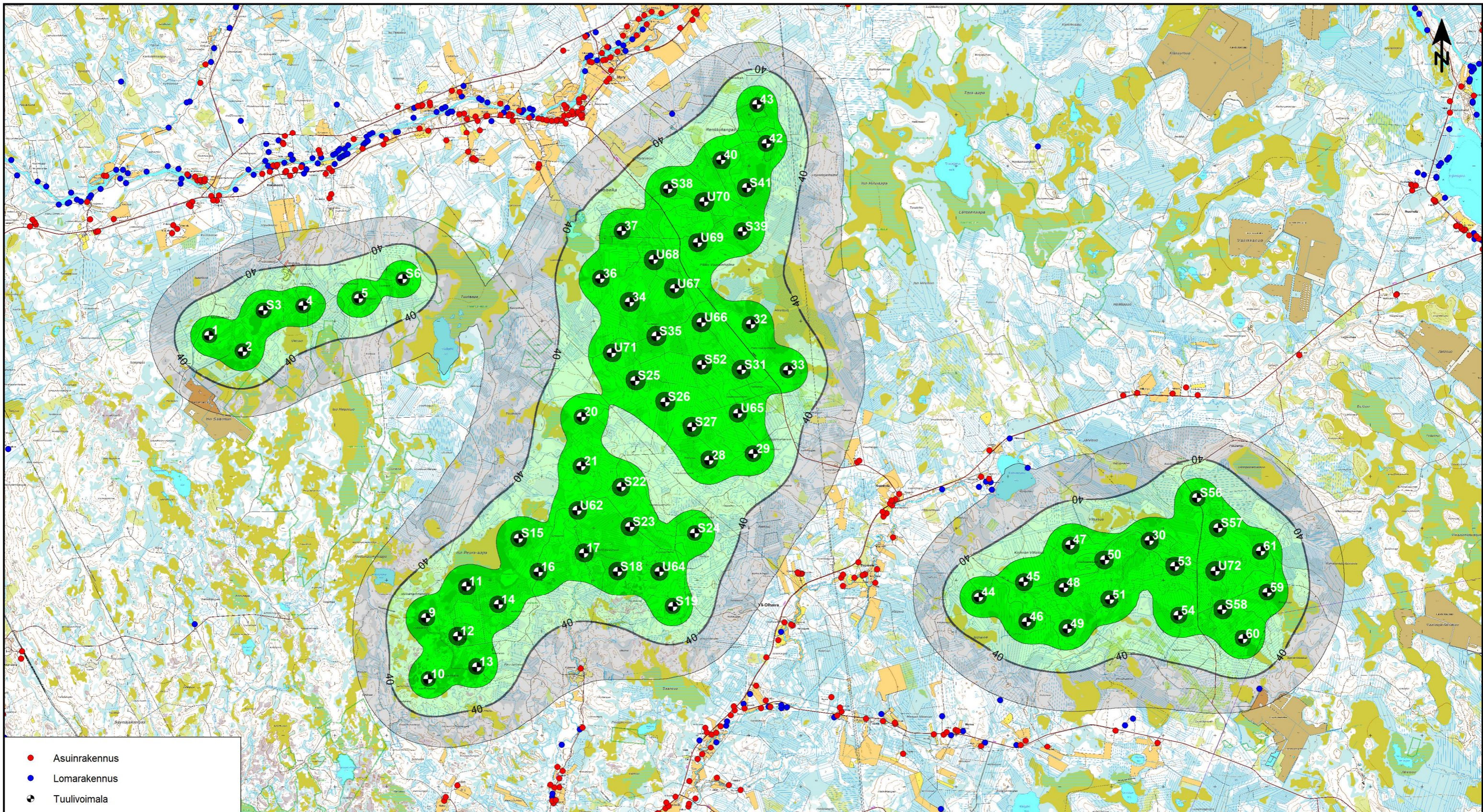
Ilmakehän stabiilius laskennassa/meteorologinen korjaus

Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde

Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen

Vapaa avaruus

Muu



RAMBOLL

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

Layout 2.10.2019 - VE1

Nordex N149/4.0-4.5 STE
-HH = 200 m
- L_{WA} = 107,6 dB

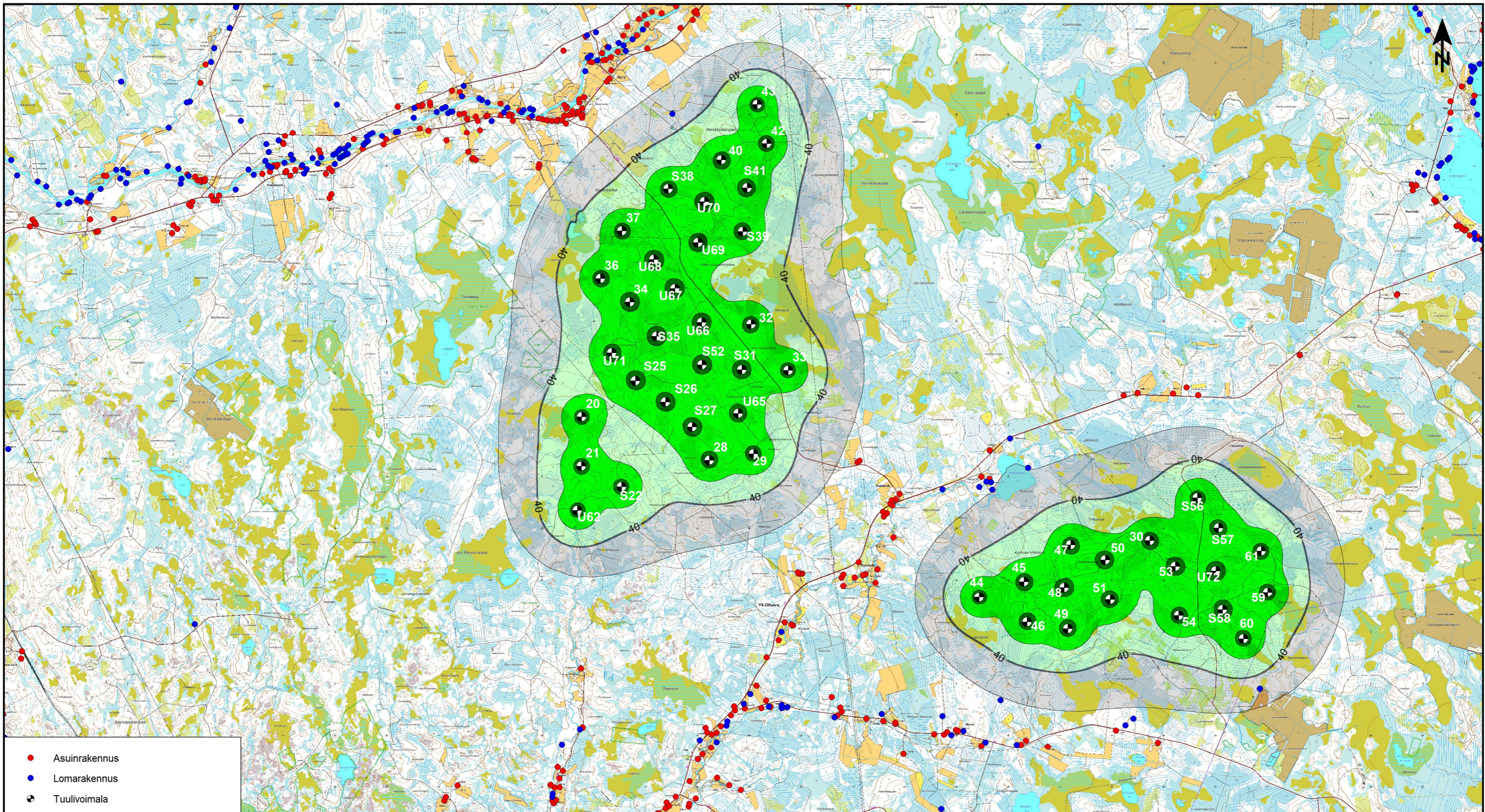
Iin Yli-Olhava melumallinnus

Mittakaava/skala (A3) 1:70000
0 1000 2000 3000 4000 m

6.3.2020 VV

Äänitaso
dB(A)

50 <	<= 50
45 <	<= 45
40 <	<= 40
35 <	<= 35



RAMBOLL

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

Layout 2.10.2019 - VE2

Nordex N149/4.0-4.5 STE
-HH = 200 m
- L_{WA} = 107,6 dB

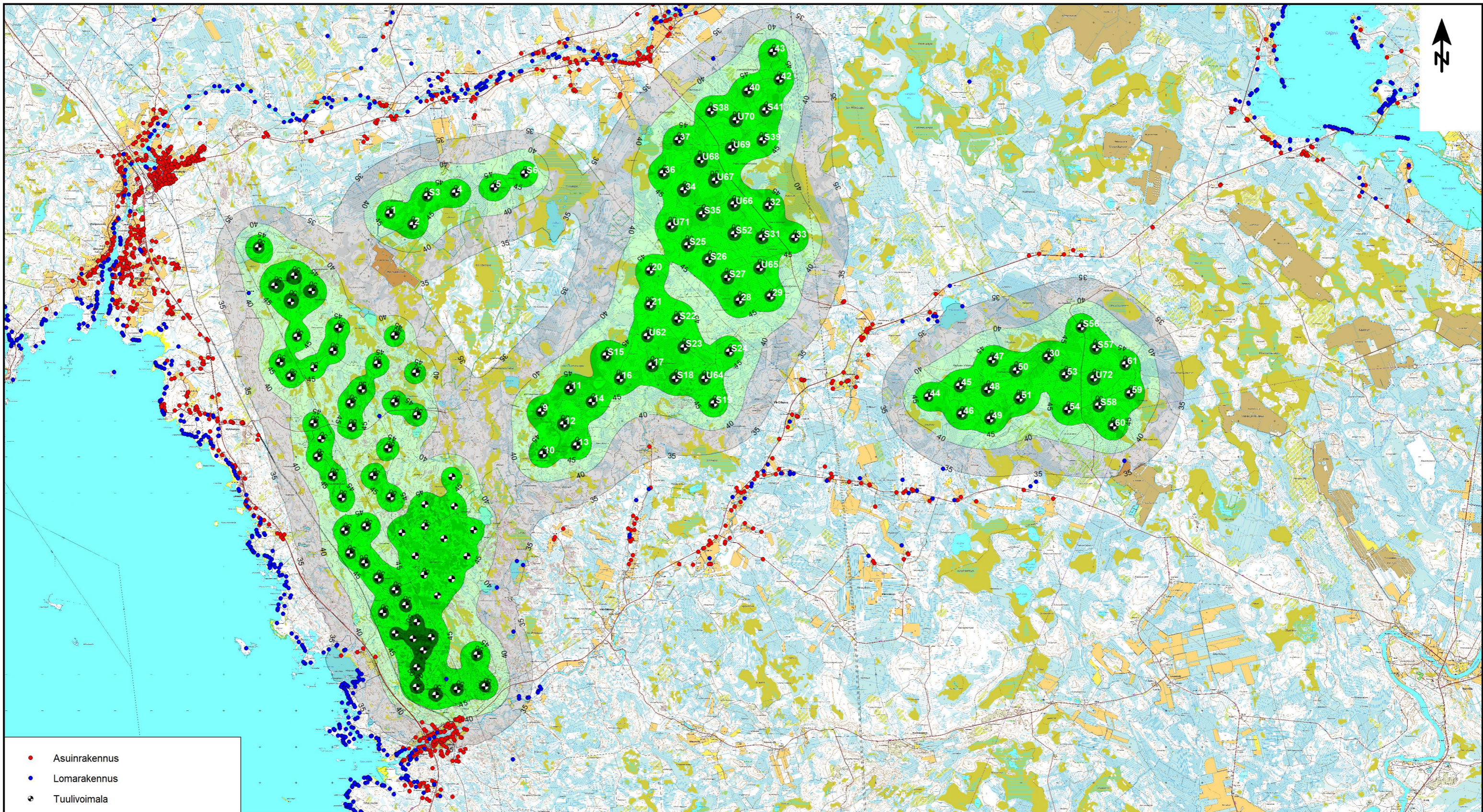
Iin Yli-Olhava melumallinnus

Mittakaava/skala (A3) 1:70000
0 1000 2000 3000 4000 m

21.1.2020 VV

Äänitaso
dB(A)

50 <	<= 50
45 <	<= 45
40 <	<= 40
35 <	<= 35



RAMBOLL

Iin Yli-Olhava melumallinnus

Mittakaava/skala (A3) 1:100000
 0 1500 3000 4500 6000 m

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

Yhteismelumallinnus

-Laskentamalli ISO 9613-2
 -Laskentakorkeus +4m

Layout 2.10.2019

Nordex N149/4.0-4.5 STE
 -HH = 200 m
 - L_{WA} = 107,6 dB

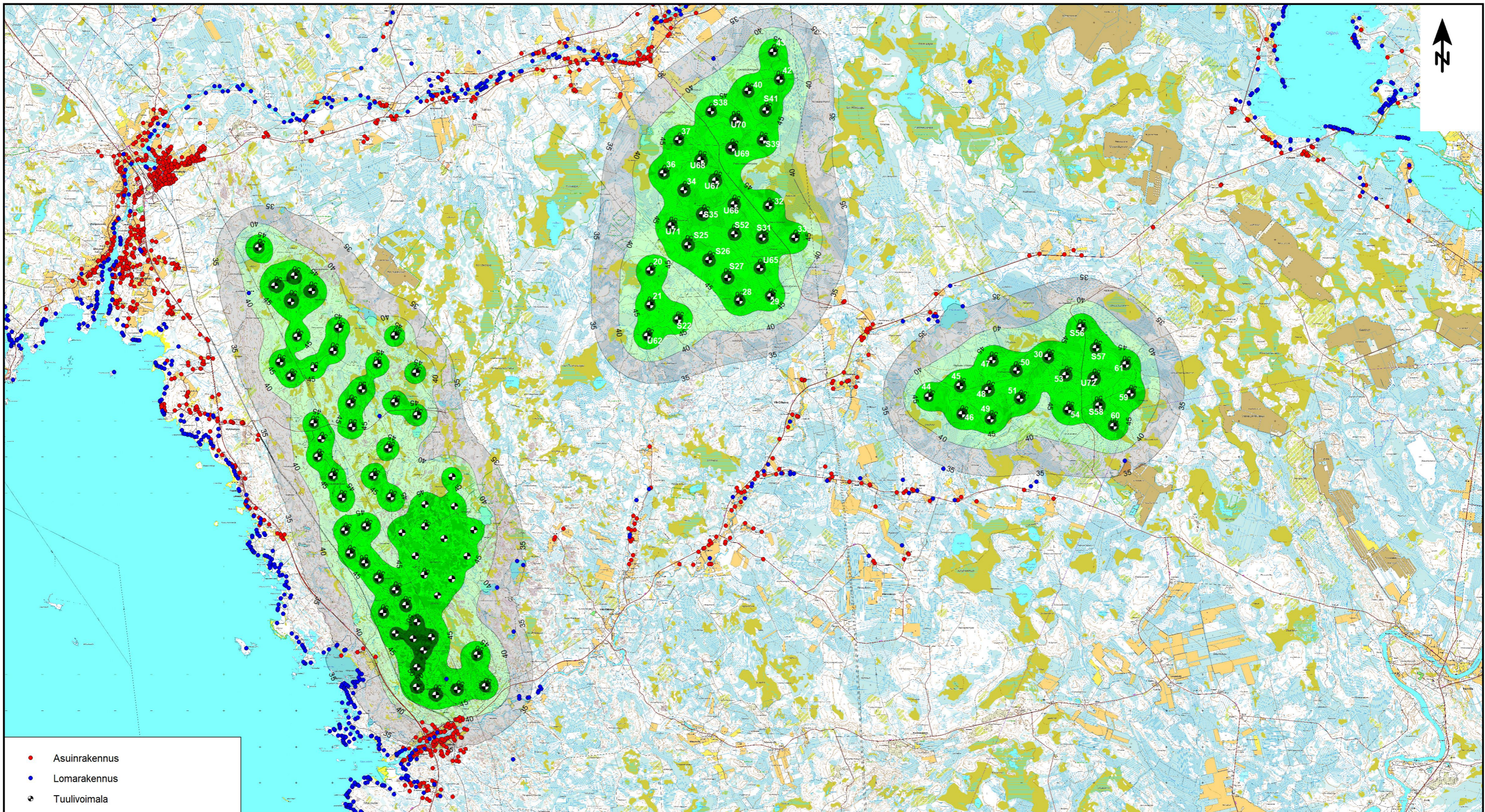
6.3.2020 VV

Voimalatiedot perustuvat Palokankaan tuulivoimapuiston yhteismeluselivityksen tietoihin. (FCG suunnittelu ja tekniikka Oy, 10.4.2018, P27171)

Tuulivoimapuisto	Voimalamäärä	Voimalatyyppi	Kokonaiskorkeus	Napakorkeus
Isokangas	5	Gamesa G132	230	164
Nyby	8	Nordex N117	178,5	120
Olhava	8	Vestas V112	196	140
Olhava laajennus	3	Vestas V126	200	137
Palokangas	12	Vestas V150	250	175
Myllykangas I	20	Nordex N117	178,5	120
Myllykangas II	2	Nordex N131	209,5	144

Äänitaso
 dB(A)

50 < [dark green] <= 50
 45 < [medium green] <= 45
 40 < [light green] <= 40
 35 < [grey] <= 35



RAMBOLL

Iin Yli-Olhava melumallinnus

Mittakaava/skala (A3) 1:100000
 0 1500 3000 4500 6000 m

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

Yhteismelumallinnus

-Laskentamalli ISO 9613-2
 -Laskentakorkeus +4m

Layout 2.10.2019

Nordex N149/4.0-4.5 STE
 -HH = 200 m
 - L_{WA} = 107,6 dB

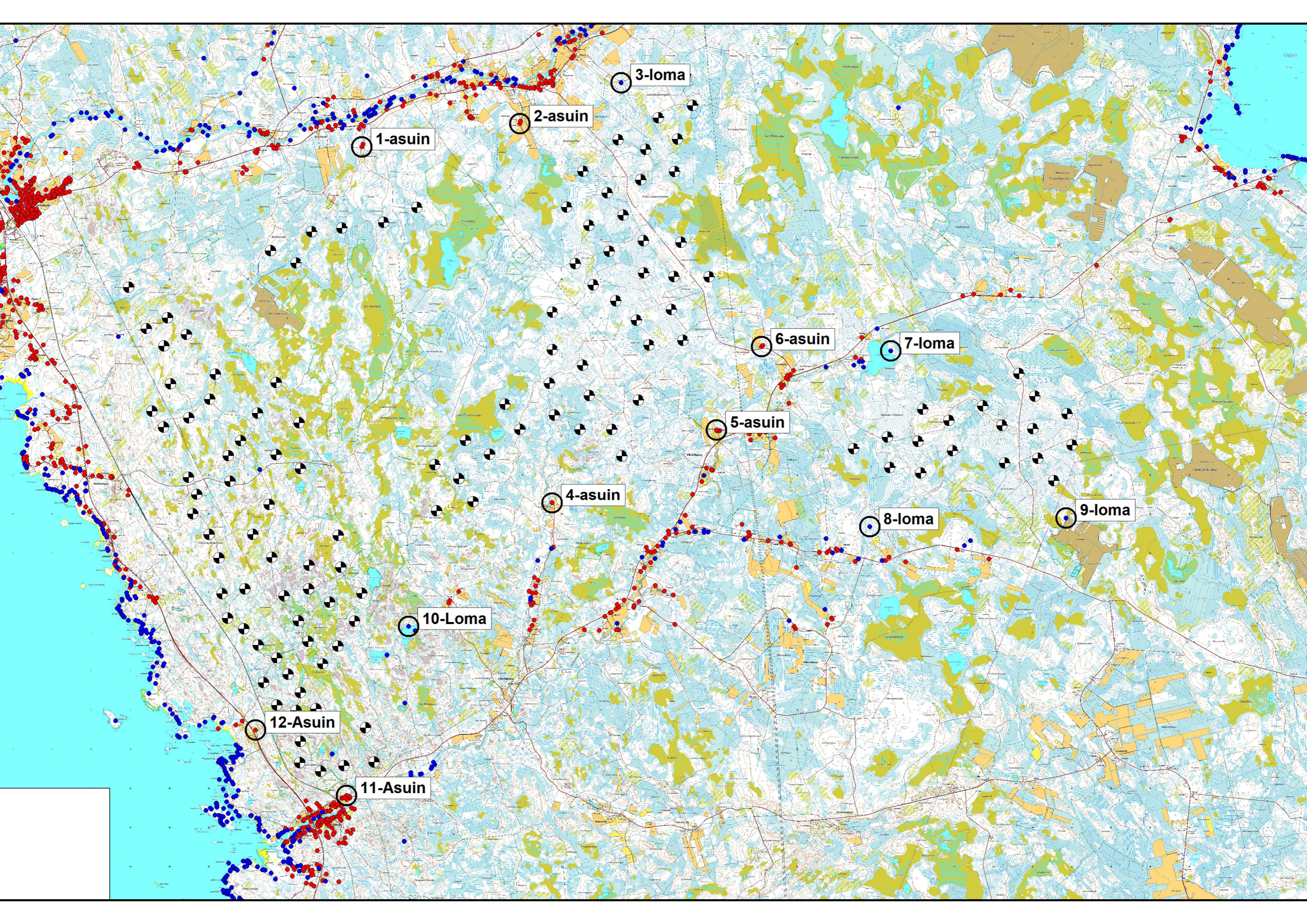
6.3.2020 VV

Voimalatiedot perustuvat Palokankaan tuulivoimapuiston yhteismeluselivityksen tietoihin. (FCG suunnittelu ja tekniikka Oy, 10.4.2018, P27171)

Tuulivoimapuisto	Voimalamäärä	Voimalatyyppi	Kokonaiskorkeus	Napakorkeus
Isokangas	5	Gamesa G132	230	164
Nyby	8	Nordex N117	178,5	120
Olhava	8	Vestas V112	196	140
Olhava laajennus	3	Vestas V126	200	137
Palokangas	12	Vestas V150	250	175
Myllykangas I	20	Nordex N117	178,5	120
Myllykangas II	2	Nordex N131	209,5	144

Äänitaso
 dB(A)

50 < [dark green] <= 50
 45 < [medium green] <= 45
 40 < [light green] <= 40
 35 < [grey] <= 35



1-asuin

2-asuin

3-loma

4-asuin

5-asuin

6-asuin

7-loma

8-loma

9-loma

10-Loma

12-Asuin

11-Asuin