

Vastaanottaja
PROKON Wind Energy Finland Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
29.9.2015

Viite
1510004680-003

HEDET-BJÖRKLIDENIN TUULI- VOIMAHANKE, NÄRPIÖ MELUMALLINNUS

HEDET-BJÖRKLIDENIN TUULIVOIMAHANKE, NÄRPIÖ MELUMALLINNUS

Päivämäärä 29.9.2015
Laatija Ville Virtanen
Tarkastaja Arttu Ruhanen

Hedet-Björkliden tuulivoimapuiston YVA-hankkeen
melumallinnus.

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 02/2015
aineistoa.

http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata_lisenssi_versio1_20120501

Viite 1510004680-003

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 JA JOHTOPÄÄTÖKSET	5
4.1	Mallinnuksen tulokset	5
4.2	Häiritsevyysskorjaukset	5
4.3	Tuulivoiman melutasot verrattuna Vna 1107/2015 ulkomelun ohjearvoihin	5
4.4	Pienitaajuinen melu	6
4.5	Alueen yleiset tuuliolosuhteet ja niiden vaikutus melutasojen esiintyvyyteen	7

LIITTEET

Liite 1	Melulaskennan lähtötiedot ja tuulivoimaloiden akustiset tiedot
Liite 2	Meluvyöhykekartta VE1A
Liite 3	Meluvyöhykekartta VE1B
Liite 4	Meluvyöhykekartta VE2

1. YLEISTÄ

Prokon Wind Energy Finland Oy suunnittelee tuulivoimaloiden rakentamista Hedet-Björklidenin alueelle Närpiön kaupungissa. Tässä selvityksessä on mallinnettu tuulivoimalaitoksista ympäristöön aiheutuvat melutasot. Melutarkastelu tehtiin kolmen eri hankevaihtoehdon (VE1A, VE1B ja VE2) osalta.

Melumallinnus tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisesti. Koska kyseessä on YVA-vaiheen selvitys, on meluvyöhykkeiden mallinnuksessa ja immissiopistelaskennoissa käytetty laskentamallia ISO 9613-2. Pienitajuksen melun laskenta tehtiin YM:n 2/2014 mukaisesti.

Työ on tehty PROKON Wind Energy Finland Oy:n toimeksiannosta. Rambollissa YVA-hankkeen projektipäällikkönä toimii Ville Yli-Teevahainen. Melumallinnuksen ovat tehneet suunnittelijat ins.(AMK) Arttu Ruhanen ja 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 takuuarvon 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

	Ulkomelutason L_{Aeq} päivällä klo 7-22	Ulkomelutason 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 23.4.2015 annetussa asetuksessa 545/2015 (voimaantulopäivä 15.5.2015) on annettu toimenpiderajoja asuntojen ja muiden oleskelutilojen sisämelulle (ns. asumisterveysasetus). Asetus korvaa aiemmin käytössä olleen asumisterveysohjeen (STM oppaita 2003:1).

Asuinhuoneistojen asuinhuoneisiin (paitsi keittiö ja muut tilat) toimenpiderajoiksi on annettu päiväajan 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). Päiväaika sallitaan 5 dB suurempia arvoja.

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

Valtioneuvoston asetuksessa veloitetaan noudattamaan sisätilojen melun osalta Asumisterveysasetuksessa annettuja sisätilojen melun toimenpiderajoja. Tuulivoimarakentamisen suunnitteluluohjeen (4/2012) mukaisesti ulkomelun ohjearvoilla pyritään varmistamaan sisämelun osalta suunnitteluluohjearvojen täyttyminen. Asumisterveysasetus ei tuo muutoksia mallinnusmenetelyihin tai -tarpeisiin, jotka tehdään YM:n ohjeistuksen mukaisesti.

3. MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

3.1 Tuulivoimalatiedot

Laitosten sijainnit mallinnettiin 20.2.2015 päivättyjen layoutien mukaan.

Mallinnuksessa voimaloiden tyyppinä käytettiin Nordex 131/3000 laitosmallia, jonka napakorkeus on 145 metriä maanpinnasta. Melutiedot ilmenivät hankevastaavan toimittamasta meludokumentista. Laitoksen äänitehotaso (L_{WA}) on 104,5 dB (standard mode) tuulen nopeuden ollessa ≥ 7 m/s referenssikorkeudella 10 metriä. Äänitehotaso on ilmoitettu 1/3 – oktaavikaistoittain taajuusvälillä 20–10 000 Hz tuulen nopeuden arvoille 3-12 m/s ja usealle eri toimintamoodille. (lähde: *Technical Report, Third octave band levels, N117/3000 – All Operational modes, F008_246_A17_EN Revision 00, päivätty 11.3.2014*)

Kokonaismelupäästöille annettu takuu ilmenee maaliskuussa 2014 järjestetyn Vaasa Wind Exchange -tapahtuman Nordexin esityksestä (Nordex Sound Power, Fullfilling noise level requirements in Finland, 18.3.2014).

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	VE1A	VE1B	VE2
WEA 1B	209003	6956617	176	x	x	
WEA 2B	208449	6956198	183	x	x	
WEA 3B	209228	6956098	175	x	x	
WEA 4B	209136	6955600	178	x	x	
WEA 5B	209647	6955485	175	x	x	
WEA 6B	207958	6954696	178	x		
WEA 7B	208994	6954835	180	x	x	
WEA 8B	209793	6954841	176	x	x	
WEA 9B	207985	6955870	185	x		
WEA 10B	207875	6955301	183	x		
WEA 1H	212096	6958004	188	x	x	x
WEA 2H	211994	6956156	179	x	x	x
WEA 3H	213142	6956159	180	x	x	x
WEA 4H	213767	6955950	175	x	x	x
WEA 5H	211723	6956661	178	x	x	x
WEA 6H	213616	6956855	178	x	x	x
WEA 7H	213468	6957469	180	x	x	x
WEA 8H	213202	6957943	183	x	x	x
WEA 9H	211355	6957760	178	x	x	x
WEA 10H	211212	6958247	179	x	x	x
WEA 11H	211474	6957213	176	x	x	x
WEA 12H	212305	6958848	189	x	x	x
WEA 13H	213047	6958483	185	x	x	x
WEA 14H	212976	6959074	190	x	x	x
WEA 15H	212474	6957103	188	x	x	x
WEA 16H	212306	6955589	178	x	x	x
WEA 17H	213103	6955537	183	x	x	x
WEA 18H	213791	6955360	174	x	x	x

3.2 Melulaskenta

Melulaskennat tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisilla laskentaparametreilla ja -menetelmillä. Liitteessä 1 on esitetty melulaskentojen oleelliset lähtötiedot esim. laskentaparametrit.

Melumallinnukset on tehty SoundPlan 7.3 -melulaskentaohjelmaa ja siihen sisältyvää ISO 9613-2 -melulaskentamallia käyttäen. SoundPlan -ohjelmistosta saa lisätietoa internet-sivustolta www.soundplan.eu.

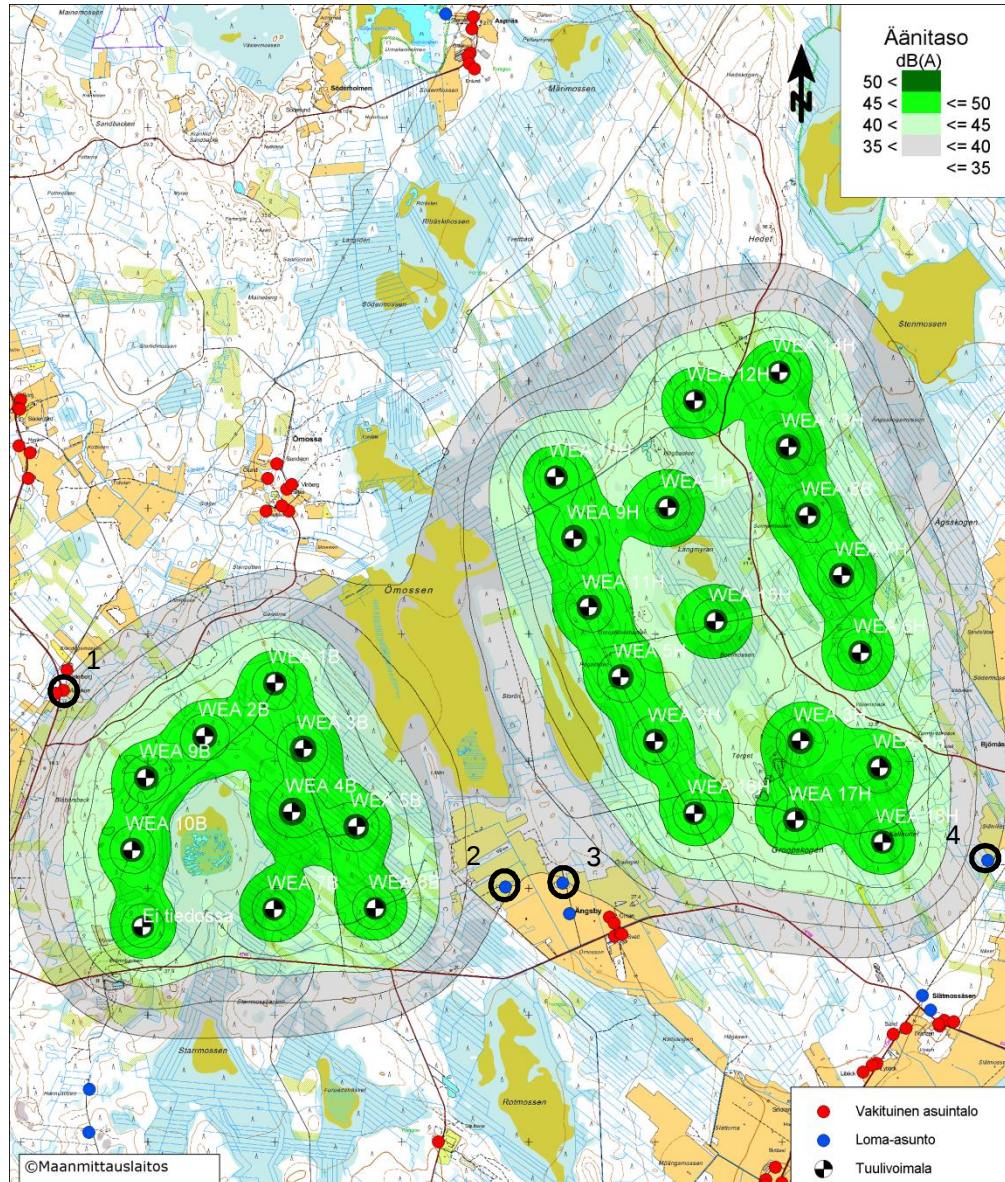
ISO 9613-2 -mallissa tuulen nopeutta tai suuntaa ei voida varioida, vaan laskentamallissa on oletuksena lievä myötätuuli melulähteestä laskentapisteeseen päin. Malli huomioi kolmiulotteisessa laskennassa mm. maastonmuodot sekä etäisyysvaimentumisen, ilman ääniabsorption, esteet, heijastukset ja maanpinnan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

Meluvyöhykelaskennat on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapisteen välisille alueille. Vyöhykelaskennan lisäksi tehtiin reseptoripistelaskentoja (immissiopiisteet) asuin- ja lomarakennusten kohdalla. Reseptoripisteiden tuloksista käy ilmi tarkat keskiäänitasot (L_{Aeq}) kyseisten rakennusten kohdalla.

Pienitaajuuden melun tarkastelu tehtiin YM:n ohjeessa 2/2014 esitetyn mukaisesti. Pienitaajuuden melun ulko- ja sisämelutasoa (L_{eq}) tarkasteltiin neljässä reseptoripisteessä. Melupäästötietona käytettiin Nordex N131/3000 laitoksesta käytössä olevia 1/3-oktaavikaistatietoja väliltä 20 Hz –

200 Hz laitoksen äänitehotasolle (L_{WA}) 104,5 dB (standard mode). Rakennusten sisälle aiheutuvia pientaajuisia melutasoja arvioitiin DSO 1284 laskentamenetelmässä esitettyjen asuintalon julkisivun ilmaääneneristävyyssarvojen avulla.

Kaikki esitetyt melutasot ovat suoraan mallinnuksen tuloksia, eikä niihin ole lisätty mitään mahdollisia häiritsevyysskorjauksia.



Kuva 1. Reseptoripisteiden sijainnit, taustalla VE1A meluvyöhykkeet

3.3 Maastomalli

Maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen maastotietokannan laserkeilausaineistosta tuotetusta Korkeusmalli 2 m -aineistosta, jossa ruutukoko on 2 m x 2 m.

Mallissa ei ole huomioitu metsäkasvillisuutta melua vaimentavana tekijänä. Metsäkasvillisuus (puusto yms.) voi vaimentaa melua, mikäli kasvillisuusvyöhyke on riittävän korkea ja syvyys on suuri. Ympäristömeluarvioinneissa kasvillisuuden vaikutusta ei kuitenkaan pääsääntöisesti oteta huomioon, koska vyöhykkeiden pysyvyydestä ei voida olla varmoja (esim. puuston avohakkuut). Laskentamallien kyvystä huomioida luotettavasti puuston vaikutusta melun etenemiseen ei ole vielä riittävästi tutkittua tietoa.

Hankealueella tuulivoimalan perustusten ja kolmen kilometrin etäisyydellä laitoksista sijaitsevien altistuvien kohteiden välinen maanpinnan korkeusero on alle 60 metriä.

4. TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mallinnuksen tulokset pätevät selvityksessä käytetyllä laitosmallilla 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 Mallinnuksen tulokset

Laskennalliset meluvyöhykkeet (A-painotettu keskiäänitaso) on esitetty liitteissä 2-4.

Melukuvissa esitetty keskiäänitaso kuvaa tilannetta, jossa tuulivoimalat tuottavat suurimman nimellisen äänitehotason 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 5 on esitetty mallinnetut melutasot kuvassa 1 esitetyissä reseptoripisteissä.

Taulukko 5. Keskiäänitaso reseptoripisteessä

	VE1A	VE1B	VE2
	L_{Aeq} , dB	L_{Aeq} , dB	L_{Aeq} , dB
Reseptori 1	36,0	32,7	21,4
Reseptori 2	36,5	36,3	32,2
Reseptori 3	36,1	36,0	34,3
Reseptori 4	36,2	36,2	36,2

Kaikki asuin- ja lomarakennukset jäävät 40 dB melualueen ulkopuolelle kaikissa hankevaihtoehdoissa.

4.2 Häiritsevyyskorjaukset

Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyyskorjaus tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulokseen. Asetus ei sisällä korjausta merkityksellisestä sykinästä (amplitudimodulaatio), koska sen määrittämiseen ei ole standardisoitua menetelmää.

Nordex N131/3000 laitosmalli ei kuitenkaan käytettävissä olevan taajuusjakauman mukaan aiheuta kapeakaistaista melua.

4.3 Tuulivoiman melutasot verrattuna Vna 1107/2015 ulkomelun 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 on käytetty valmistajan takaamaa arvoa.

Kaikkien asuin- ja lomarakennusten kohdalla alitetaan päiväajan ohjearvo 45 dB ja yöajan ohjearvo 40 dB kaikissa hankevaihtoehdoissa.

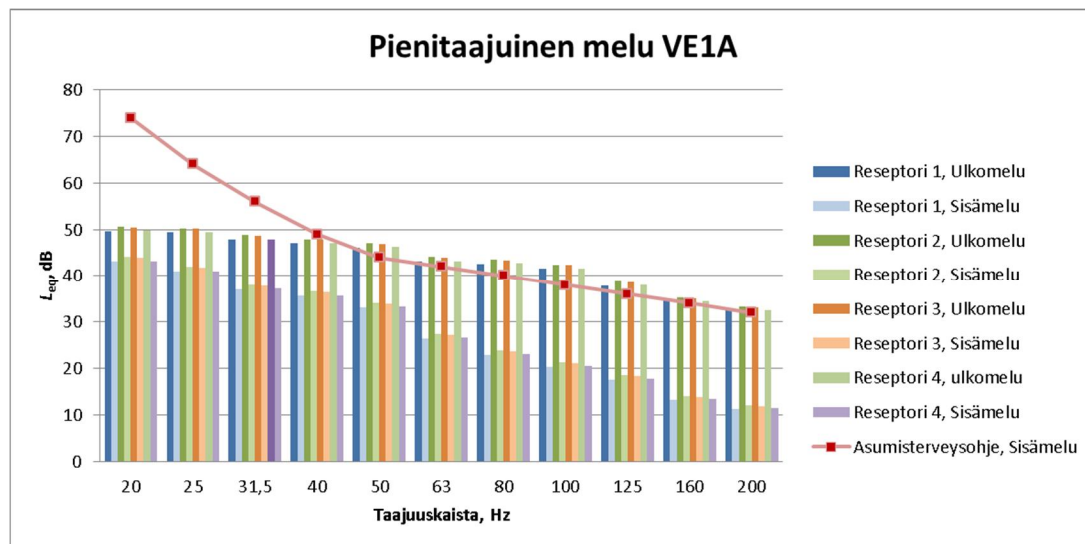
Valtioneuvoston asetuksessa veloitetaan noudattamaan sisätilojen melun osalta Asumisterveysasetuksessa annettuja sisätilojen melun toimenpiderajoja. Tuulivoimarakentamisen suunniteluohjeen (4/2012) mukaisesti ulkomelun ohjearvoilla pyritään varmistamaan sisämelun osalta suunnitteluohjearvojen täyttyminen.

4.4 Pienitaajuinen melu

Asumisterveysasetuksessa 545/2015 on annettu toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle.

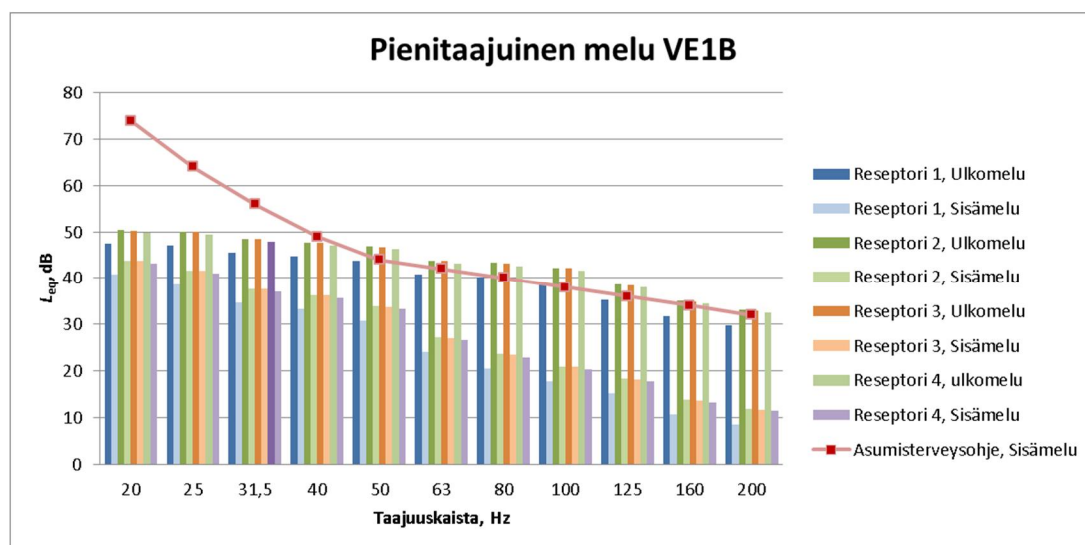
Pienitaajuisen melun tasot terssikaistoittain laskettiin neljään reseptoripisteeseen, jokaisesta hankevaihtoehdosta. Lasketut pienitaajuisen melun tasot (L_{Leq}) on esitetty kuvissa 2-4.

VE1A mukaisessa laskennassa kaikissa reseptoripisteissä 20–40 Hz:n välisillä terssikaistoilla jo ulkomelutasot alittavat yöajan sisämelurajat. Reseptoripisteissä rakennusten ulkovaipan vaadittavat äänitasoerot ΔL ovat 50–200 Hz terssikaistoilla 0-4 dB.



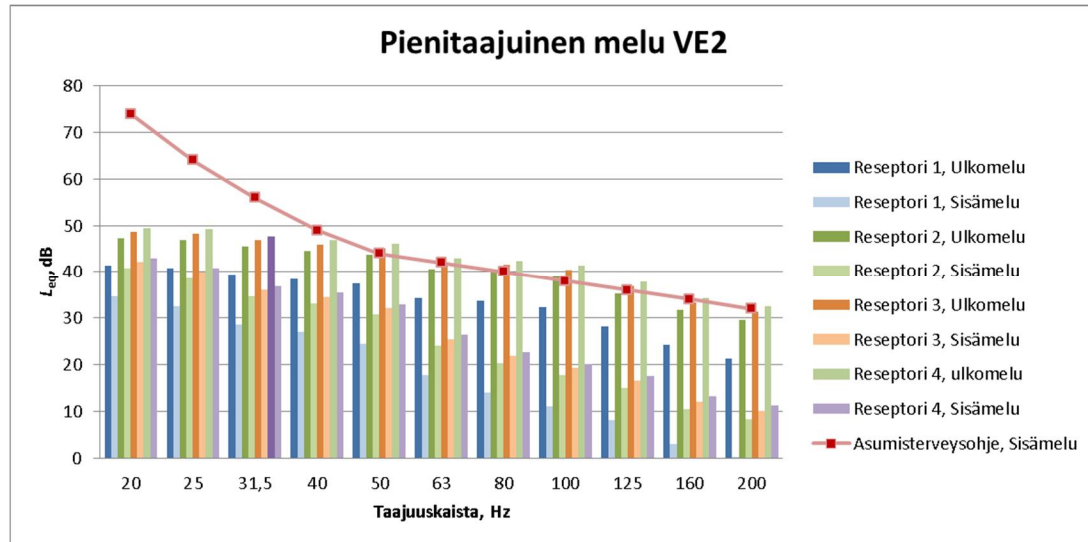
Kuva 2. Pienitaajuisen melun laskentatulokset Reseptoripisteissä hankevaihtoehdossa VE1A

VE1B mukaisessa laskennassa reseptoripisteen 1 ulkomelutasot ovat kaikilla muilla terssikaistoilla yöajan sisämelurajojen alle tai tasolla, paitsi 100 Hz:n kaistalla, jossa ulkovaipan vaadittava äänitasoero ΔL on 1 dB. Kolmessa muussa reseptoripisteessä 20–40 Hz:n välisillä terssikaistoilla jo ulkomelutasot alittavat yön sisämelurajat. Reseptoripisteissä 2-4 rakennusten ulkovaipan vaadittavat äänitasoerot ΔL ovat 50–200 Hz terssikaistoilla 0-4 dB.



Kuva 3. Pienitaajuisen melun laskentatulokset reseptoripisteissä hankevaihtoehdossa VE1B

VE2 mukaisessa laskennassa reseptoripisteen 1 ulkomelutasot ovat kaikilla terssikaistoilla alle yöajan sisämelurajojen. Myös reseptoripisteessä 2 muiden paitsi 100 Hz:n kaistan (äänitasoero-vaatimus 1 dB) ulkomelutasot ovat yöajan sisämelurajojen tasolla tai alle. Kolmessa muussa reseptoripisteessä 20–40 Hz:n välisillä terssikaistoilla jo ulkomelutasot alittavat sisämelun rajat. Reseptoripisteissä 3 ja 4 vaadittavat äänitasoerot ovat enimmillään 2-3 dB.



Kuva 4. Pienitaajuisen melun laskentatulokset reseptoripisteissä hankevaihtoehdossa VE2

VE1A, VE1B ja VE2

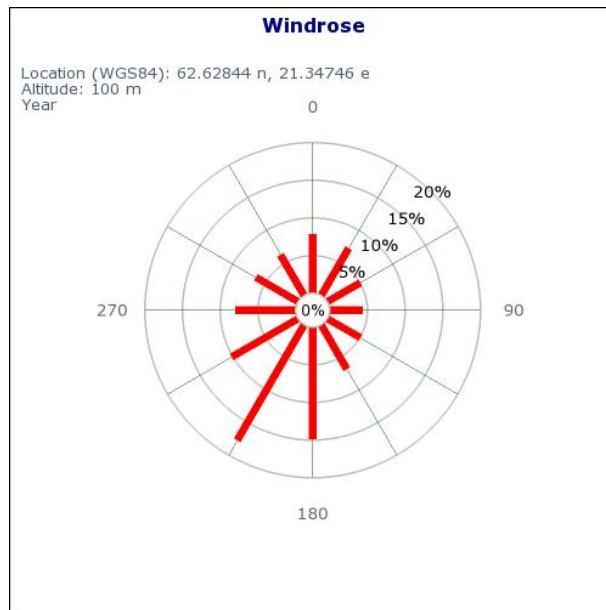
Asumisterveysasetuksen mukaan päiväajan pienitaajuiselle melulle voidaan hyväksyä noin 5 dB suurempia arvoja kuin yöaikana, joten ulkomelutasot alittavat päiväaikana toimenpiderajat kaikissa reseptoripisteissä ja kaikilla hankevaihtoehdoilla.

DSO 1284 -menetelmän mukaiset ääneneristävyyssarvot (äänitasoero ΔL) kuvaavat tyypillisen tanskalaisen asuintalon ilmaääneneristävyyttä, jotka vastaavat kohtuullisen hyvin Suomessa käytettyjä rakenteita. Koska tuulivoimaloiden ympäristössä on loma-asuntoja, voi DSO 1284 -menetelmän mukainen ääneneristävyys hieman yliarvioida vaikutusta joillakin taajuuskaistoilla.

Kun huomioidaan ulkoseinän ääneneristävyys DSO 1284 -menetelmässä mainittujen arvojen mukaisesti, alittavat terssikohtaiset melutasot toimenpiderajat selvästi kaikissa hankevaihtoehdoissa ja kaikissa reseptoripisteissä. Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa vastaava ilmaääneneristys riittää vaimentamaan tuulivoimalaitosten pienitaajuisen melun raja-arvojen alle. Tulosten perusteella voidaan todeta, että pienitaajuinen melu alittaa toimenpiderajat myös kauempana tuulivoimalaitosta, koska laskennan periaatteiden mukaan pienitaajuinen melu vaimenee etäisyyden kasvaessa.

- 4.5 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 yleensä noin 7-11 m/s tuulennopeudella. 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 on erittäin voimakasta. Todellinen päivä- ja yöajan keskiäänitaso laitosten ympärillä riippuu tarkastelujakson tuulisuudesta ja mallinnuksen mukaiset melutasot edustavatkin lähelle äänekkaintä mahdollista tilannetta.



Kuva 5. Tuuliruusu hankealueelta Suomen Tuuliatlaksesta

Tuulennopeuden lisäksi myös tuulensuunta vaikuttaa melun leviämiseen. Alueella vallitseva tuulensuunta on lounaasta ja etelästä. Tällöin mallinnuksen mukaisia melutasoja voi esiintyä useimmin voimaloiden pohjois-koillispuolella.

Lahdessa 29. päivänä syyskuuta 2015

RAMBOLL FINLAND OY

Arttu Ruhanen
Projektipäällikkö

Ville Virtanen
Suunnittelija

Laatija: Arttu Ruhanen, Ramboll Finland Oy
Päivämäärä: 29.9.2015

Hankevastaava: PROKON Wind Energy Finland Oy
Hankealue: Hedet-Björkliden, Närpiö

Mallinnusohjelman tiedot

Mallinnusohjelma ja versio: SoundPlan 7.3
Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2

Tuulivoimaloiden perustiedot ja akustiset tiedot

Tuulivoimalan valmistaja:	Tyyppi:	Sarjanumero:	
Nordex	N131/3000	-	
Nimellisteho:	Napakorkeus:	Roottorin halkaisija:	Tornin tyyppi:
3 MW	145 m	131 m	-

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

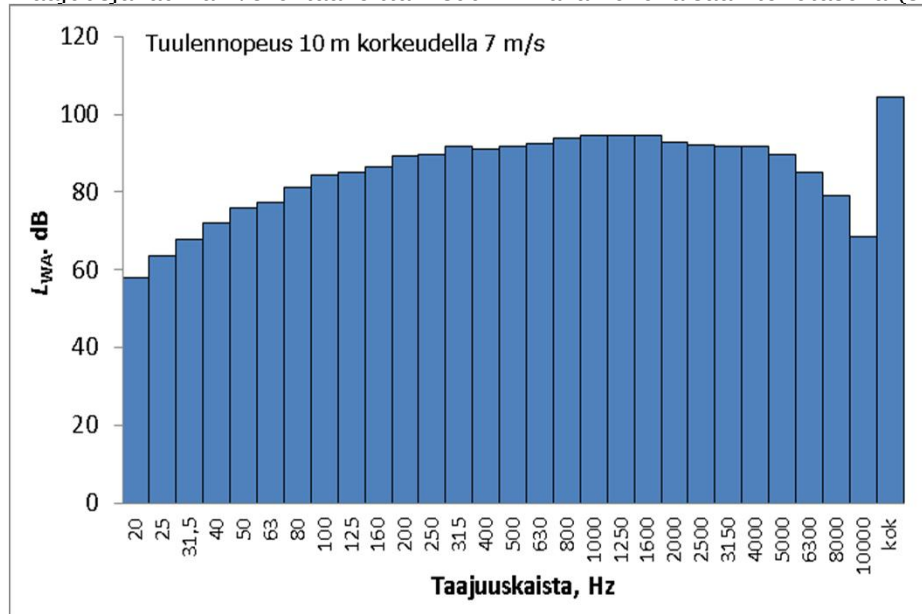
Lapakulman säätö: Pyörimisnopeus: Muu, mikä:

☒ Kyllä	☒ Kyllä	
☐ Ei	☐ Ei	
☐ Ei ilmoitettu	☐ Ei ilmoitettu	

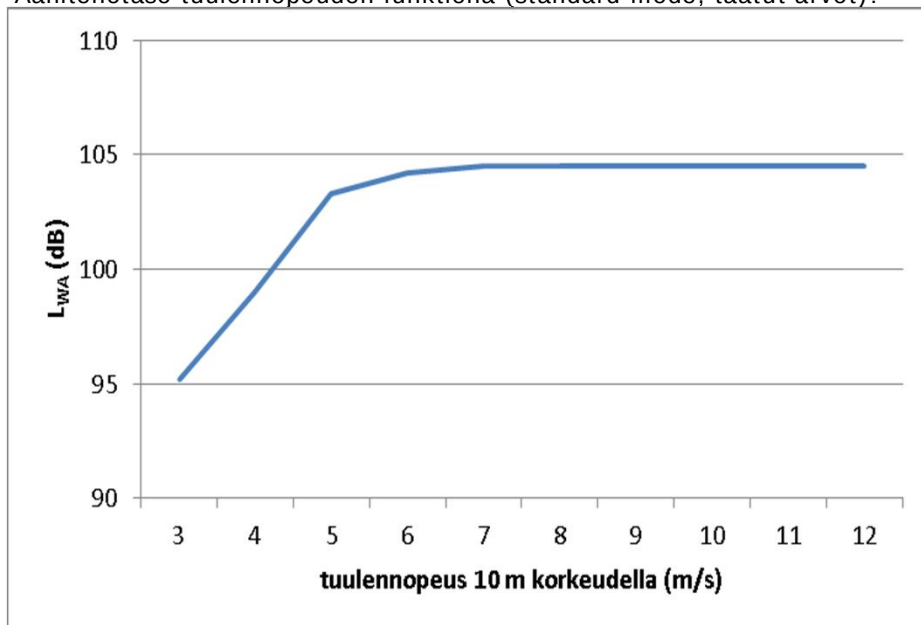
Suurin äänitehotaso L_{WA} :

104,5 dB (standard mode) ☒ Takuuarvo

Taajuusjakauma 1/3-oktaaveittain suurimmalla kokonaisäänitehotasolla (standard mode):



Äänitehotaso tuulennopeuden funktiona (standard mode, taatut arvot):



Melun erityspiirteiden mittausta ja havainnot:

Kapeakaistaisuus /
Tonaalisuus

- ☐ Kyllä
☒ Ei
☐ Ei ilmoitettu

Impulssimaisuus

- ☐ Kyllä
☐ Ei
☒ Ei ilmoitettu

Merkityksellinen sykintä
(amplitudimodulaatio)

- ☐ Kyllä
☐ Ei
☒ Ei ilmoitettu

Muu, mikä

Laskennan lähtötiedot

Laskentaverkko

Laskentakorkeus:

4 metriä

Laskentaruudun koko:

20*20 metriä

Sääolosuhteet

Suhteellinen kosteus:

70 %

Lämpötila:

15 °C

Maastomalli

Maastomallin lähde:

MML, Korkeusmalli 2 m

Vaakaresoluutio:

2 m

Pystyresoluutio:

0,3 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

Ilmakehän stabiilius laskennassa / meteorologinen korjaus

Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde

Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen

- ☒ Vapaa avaruus
☐ Muu

Pienitaajuisen melun laskenta

Lineaariset melutasot (L_{Leq}) altistuvien kohteiden (rakennusten) ulkopuolella

Pienitaajuisen melun laskentamenetelmä:

YM:n ohjeen 2/2014 mukainen (DSO 1284 sovellettuna)

VE1A

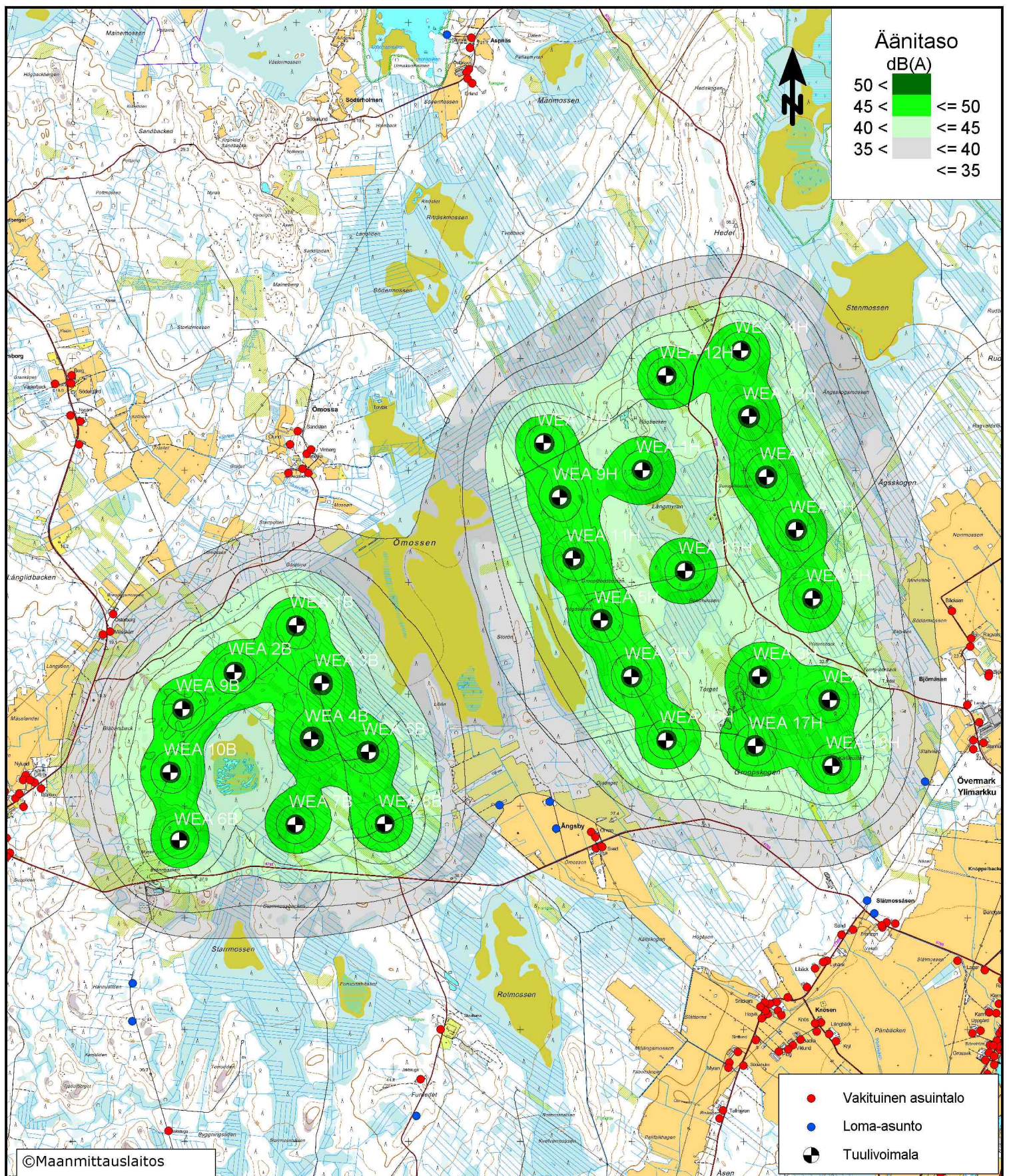
	1	2	3	4
Hz	L_{Leq} , dB	L_{Leq} , dB	L_{Leq} , dB	L_{Leq} , dB
20	50	51	50	50
25	49	50	50	49
31,5	48	49	49	48
40	47	48	48	47
50	46	47	47	46
63	43	44	44	43
80	43	44	43	43
100	41	42	42	42
125	38	39	39	38
160	34	35	35	35
200	32	33	33	33

VE1B

	1	2	3	4
Hz	L_{Leq} , dB	L_{Leq} , dB	L_{Leq} , dB	L_{Leq} , dB
20	47	50	50	50
25	47	50	50	49
31,5	45	49	48	48
40	45	48	48	47
50	44	47	47	46
63	41	44	44	43
80	40	43	43	43
100	39	42	42	42
125	35	39	38	38
160	32	35	35	34
200	30	33	33	33

VE2

	1	2	3	4
Hz	L_{Leq} , dB	L_{Leq} , dB	L_{Leq} , dB	L_{Leq} , dB
20	41	47	49	50
25	41	47	48	49
31,5	39	45	47	48
40	38	45	46	47
50	38	44	45	46
63	34	41	42	43
80	34	40	42	42
100	32	39	40	41
125	28	35	37	38
160	24	32	33	34
200	21	30	31	32



©Maanmittauslaitos

RAMBOLL

15100004680-003

Prokon Oy

Hedet-Björkliden tuulivoimapaisto, Närpiö

Melumallinnus

Mittakaava (A4) 1:45000

0 500 1000 1500 2000 m

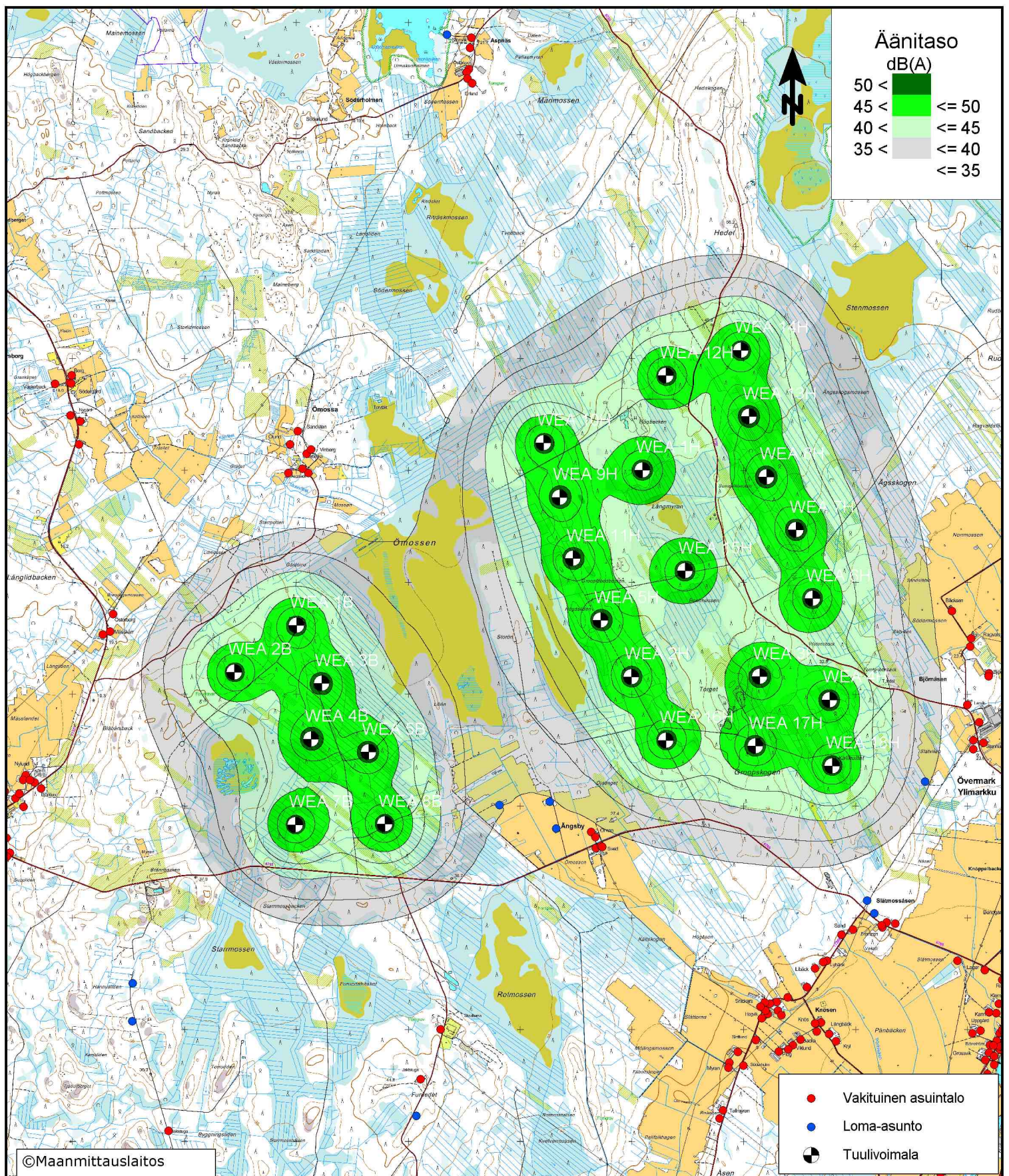
Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

Liite 2

Laskentamalli ISO 9613-2
Laskentakorkeus mp +4 m

VE1A
-layout 20.02.2015
-Nordex N131-3MW
-HH 145 m
- L_{WA} 104,5 dB

7.4.2015 V.Virtanen



RAMBOLL

15100004680-003

Prokon Oy

Hedet-Björkliden tuulivoimapaisto, Närpiö

Melumallinnus

Mittakaava (A4) 1:45000

0 500 1000 1500 2000 m

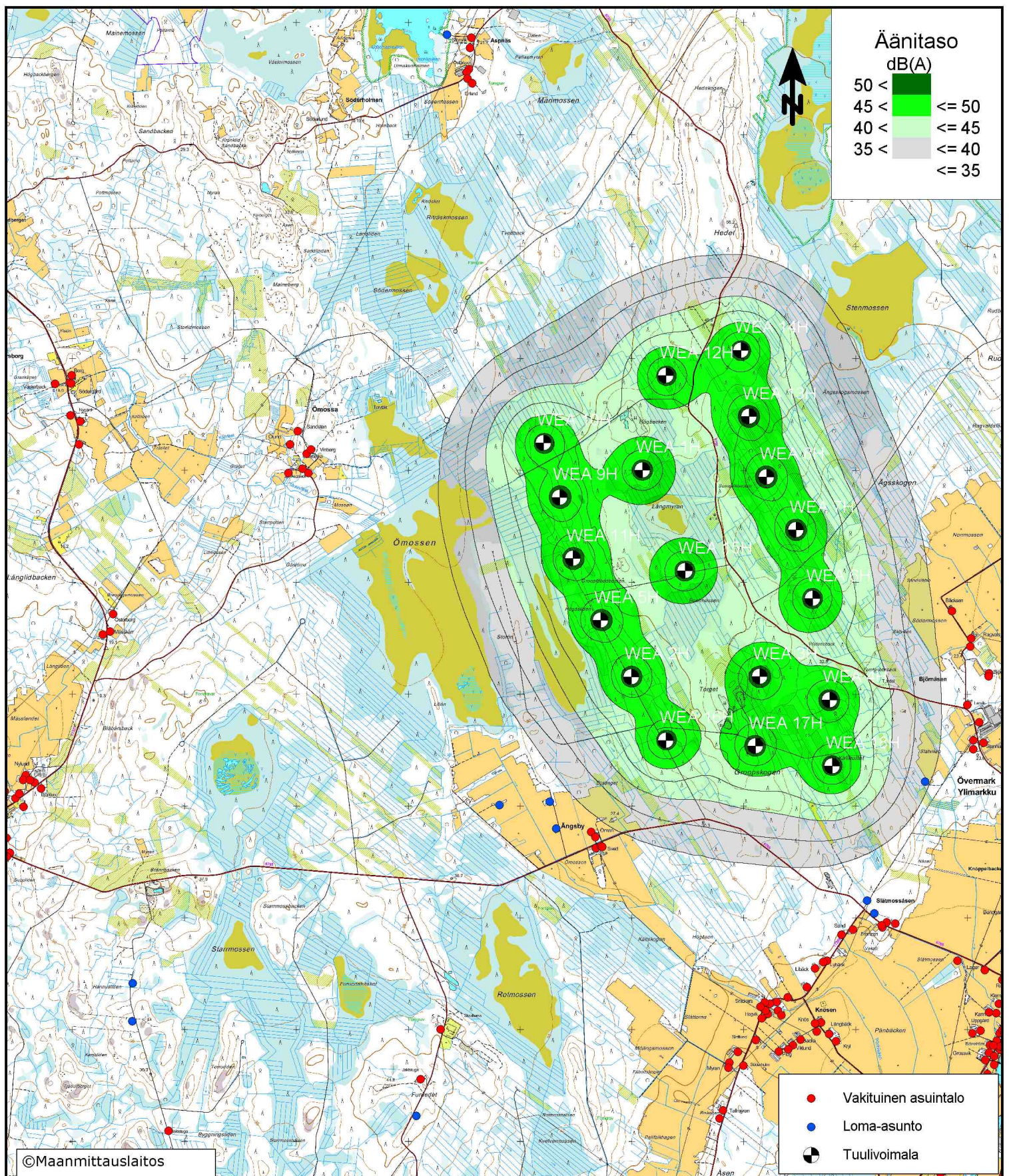
Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

Liite 3

Laskentamalli ISO 9613-2
Laskentakorkeus mp +4 m

VE1B
-layout 20.02.2015
-Nordex N131-3MW
-HH 145 m
- L_{WA} 104,5 dB

7.4.2015 V.Virtanen



RAMBOLL

15100004680-003

Prokon Oy

Hedet-Björkliden tuulivoimapuisto, Närpiö

Melumallinnus

Mittakaava (A4) 1:45000

0 500 1000 1500 2000 m

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

Liite 4

Laskentamalli ISO 9613-2
Laskentakorkeus mp +4 m

VE2
-layout 20.02.2015
-Nordex N131-3MW
-HH 145 m
- L_{WA} 104,5 dB

7.4.2015 V.Virtanen