

WINDA ENERGY OY

Verkasalon tuulivoimahanke

Melu- ja varjostusmallinnusraportti

8.10.2024

Sisällysluettelo

1. MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUKSEN TAVOITTEET	1
2. LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT	1
2.1 Melu.....	1
2.1.1 Melumallinnus ISO 9613-2	1
2.1.2 Matalataajuinen melu	5
2.2 Varjostusmallinnus	5
2.3 Raja- ja ohjearvot.....	7
2.3.1 Melu.....	7
2.3.2 Varjostus	8
3. MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUSTEN TULOKSET	9
3.1 Melumallinnus.....	9
3.1.1 Melun laskentatulokset ISO 9613-2 voimalaitoksella Nordex N175 - 6.8MW (106,9 dB(A) + 1,5 dB(A))	9
3.1.2 Matalataajuiset melutasot voimalaitoksella Nordex N175 - 6.8MW STE (106,9 dB(A) + 1,5 dB(A)) 10	
3.2 Varjostus.....	11
3.2.1 Varjostusmallinnus, "Real Case, No forest"	11
3.2.2 Varjostusmallinnus, "Real Case, Luke forest"	13
4. MELUN JA VARJOSTUKSEN YHTEISMALLINNUSTEN TULOKSET	16
4.1 Melu.....	16
4.1.1 Yhteismelun laskentatulokset ISO 9613-2.....	16
4.1.2 Matalataajuiset melutasot (yhteisvaikutus)	17
4.2 Varjostus.....	18
4.2.1 Varjostuksen yhteisvaikutus, "Real Case, No forest"	18
4.2.2 Varjostuksen yhteisvaikutus, "Real Case, Luke forest"	20
LIITTEET	1
Liite 1. Verkasalon tuulivoimahanke - Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2 kaavaehdotusvaiheen voimalasijoittelulla, YM 2 /2014 N175 – 6.8 MW	1
Liite 2. Verkasalon tuulivoimahanke – matalataajuisen melun rakennuskohtaiset arvot kaavaehdotusvaiheen voimalasijoittelulla	2
Liite 3. Verkasalon tuulivoimahanke – varjostusmallinnuksen tulokset "real case, no forest" kaavaehdotusvaiheen voimalasijoittelulla	3
Liite 4. Verkasalon tuulivoimahanke – varjostusmallinnuksen tulokset "real case, luke forest" kaavaehdotusvaiheen voimalasijoittelulla	4

8.10.2024

Liite 5. Verkasalon tuulivoimahanke - Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2, YM 2 /2014 N175 – 6.8 MW. Yhteisvaikutukset Hangaskurunkankaan ja Pajukoski 1 hankkeiden kanssa.	5
Liite 6. Verkasalon tuulivoimahanke – matalataajuisten melun yhteisvaikutuksen rakennuskohtaiset arvot kaavaehdotusvaiheen voimalasijoittelulla.....	6
Liite 7. Verkasalon tuulivoimahanke – varjostusmallinnuksen tulokset ”real case, no forest”. Yhteisvaikutukset Hangaskurunkankaan ja Pajukoski 1 hankkeiden kanssa.....	7
Liite 8. Verkasalon tuulivoimahanke – varjostusmallinnuksen tulokset ”real case, luke forest”. Yhteisvaikutukset Hangaskurunkankaan ja Pajukoski 1 hankkeiden kanssa.....	8

8.10.2024

Verkasalon tuulivoimahanke

1. MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUKSEN TAVOITTEET

Verkasalon tuulivoimahankkeen hankeomistaja Winda Energy Oy suunnittelee 33 voimalan rakentamista Ylivieskan, Alavieskan ja Kalajoen kuntien alueelle. Tämä melu- ja varjostusmallinnusraportti on laadittu Verkasalon tuulivoimahankkeen kaavaehdotusvaiheen sijoitussuunnitelmien perusteella.

Tuulivoimaloiden aiheuttamia meluvaikutuksia on arvioitu WindPRO-ohjelman DECIBEL-moduulilla. Tuulivoimaloiden aiheuttamat varjostusvaikutukset on mallinnettu WindPro-ohjelman SHADOW-moduulilla. Melu- ja varjostusmallinnukset on laatinut Aarni Nikkola ja laaduntarkastuksen on tehnyt Johanna Harju FCG Finnish Consulting Group Oy:stä.

2. LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT

2.1 Melu

2.1.1 Melumallinnus ISO 9613-2

Tuulivoimaloiden aiheuttamat äänenpainetasot on mallinnettu WindPRO-laskentaohjelman Decibel-moduulilla ISO 9613-2 standardin mukaisesti. Ympäristöhallinnon tuulivoimaloiden melun mallintamista koskevan ohjeen 2/2014 mukaisesti tuulen nopeutena käytettiin 10 m korkeudella mitattuna 8 m/s, ilman lämpötilana 15 °C, ilmanpaineena 101,325 kPa, ilman suhteellisenä kosteutena 70 % ja maanpinnan kovuutena arvoa 0,4. Laskenta on tehty 4,0 m maan pinnan tasosta.

Verkasalon tuulivoimaloiden äänenpainetasot on mallinnettu voimalaitostyyppillä Nordex N175-6.8 MW. Voimalan napakorkeus on 232,5 metriä ja roottorin halkaisija 175 metriä. Voimaloiden kokonaiskorkeus on näin ollen 320 metriä. Voimalaitoksen N175-6.8 MW lähtömelutaso on 106,9 dB(A). Voimalaitosvalmistajan mukaan N175-6.8MW melutaso vastaa ylempää luottamusväliä 95 % ja on valmistajan mukaan melun takuuarvo, kun siihen lisätään 1,5 dB(A).

Tuulivoimahankkeiden yhteisvaikutuksia tarkasteltaessa on huomioitu Verkasalon hankkeen lähellä sijaitsevat Hangaskurunkankaan (9 kpl) ja Pajukoski 1 (9 kpl) tuulivoimahankkeiden voimalat. Hangaskurunkankaan tuulivoimaloiden äänenpainetasot on Hangaskurunkankaan melumallinnusraportin (AFRY 2023) mukaisesti mallinnettu geneerisellä voimalaitostyyppillä, jonka roottorin halkaisija ja napakorkeus ovat 200 metriä. Hangaskurunkankaan melumallinnusraportin mukaisesti äänipäästötasona käytettiin 107,8 dB(A), johon lisättiin +2 dB:n varmuusarvo. Äänipäästötaso perustuu tuulivoimalatyyppin Vestas V150 4/4.2 äänipäästötasoon. Pajukoski 1- hankkeen tuulivoimalat ovat tuotannossa olevia Vestas V126 – 3.3 MW voimaloita, joiden roottorin halkaisija on 126 metriä ja napakorkeus 137 metriä. Lähtömelutasona käytettiin Vestas V126 – 3.3 MW mukaista äänipäästötasoa 105,9 dB(A).

Melumallinnusten laskentatuloksia on havainnollistettu ns. keskiäänitasokarttojen avulla. Keskiäänitasokartoissa on melun keskiäänitaso- eli ekvivalenttiäänitasokäyrät (LAeq) 5 dB välein.

8.10.2024

Taulukko 1. Verkasalon tuulivoimahankkeen mallinnusohjelma ja tuulivoimaloiden äänitehotasot voimalaitoksella N175-6,8 MW sekä melun erityispiirteet.

MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT							
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO version 3.6.377				Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2			
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)							
Tuulivoimalan valmistaja: Nordex				Tyyppi: N175		Sarjanumero/t:-	
Nimellisteho: 6,8 MW		Napakorkeus: 232,5 m		Roottorin halkaisija: 175 m		Tornin tyyppi: teräs/hybridi	
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun							
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä			
Kyllä	-	dB	Kyllä	-	dB	Noise mode säätö: Mode 0, STE	
Ei			Ei			Noise mode, lähtömelutaso	
106,9 dB							
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Third octave sound power levels F008_278_A17_EN Revision 01, 2022-05-08							
Valmistajan ilmoittama tuulivoimalan tuottama äänitehotaso vastaa keskiäänitason ja lisäämällä epävarmuus 1,5 dB(A) saadaan äänitehotaso vastaamaan takuuarvoa.							
Nordexin mukaan:							
<i>The warranted sound power levels are calculated expected mean values. This is common practise in the industry and also other OEMs are following the same approach. Within the Noise Emission Warranty Nordex warrants that a single measurement will be within the confidence interval according to IEC 61400-14.</i>							
<i>Please further be advised, that we limit the Confidence Interval according to the Noise Emission Warranty to a maximum value of 1.5dB(A).</i>							
Oktaaveittain [Hz],dB(A)		1/3-oktaaveittain [Hz] LWA dB					
		20	20	73,3	200	96	102,4
63	91,2	25	76,7	250	96,5	2000	100,3
125	98	31,5	78,6	315	97,3	2500	96,8
250	101,4	40	79,8	400	97,2	3150	92,4
500	101,9	50	81,8	500	97	4000	86,8
1000	102,8	63	86,1	630	97,3	5000	81,2
2000	100,7	80	88,8	800	98	6300	74,1
4000	91,4	100	90,4	1000	98	8000	66,4
8000	74,9	125	93	1250	98,2	10000	57
108,4 dB(A)		160	95				
Melun erityispiirteiden mittaust ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudi-modulaatio)		Muu, Mikä:	
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei

8.10.2024

Taulukko 2. Hangaskurunkankaan tuulivoimahankkeen mallinnusohjelma ja tuulivoimaloiden äänitehotasot voimalaitoksella Vestas V150 – 4/4.2 MW sekä melun erityispiirteet.

MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT							
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO version 3.6.377				Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2			
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)							
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas			Tyyppi: V150-4.0/4.2			Sarjanumero/t:-	
Nimellisteho: 4.2 MW		Napakorkeus: 200,0 m		Roottorin halkaisija: 200 m		Tornin tyyppi: teras/hybridi	
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun							
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä			
Kyllä	-	dB	Kyllä	-	dB	Noise mode säätö: Mode 0	
Ei			Ei			Noise mode, lähtömelutaso	
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Document nro: DMS 0067-4767 V03, Date 2017-11-13							
Voimalaitosvalmistajan mukaan melutaso 107,8 dB(A) on IEC-standardin 61400-11 mukainen takuuarvo.							
Lisätty varmuusarvo K (+ 2 dB)							
Oktaaveittain [Hz],dB(A)		1/3-oktaaveittain [Hz] LWA dB					
		20	63,6	200	89,1	1600	98,8
63	83,5	25	66,8	250	90,7	2000	99
125	90,3	31,5	69,9	315	92,3	2500	99,2
250	95,7	40	72,9	400	93,7	3150	99,2
500	99,7	50	75,6	500	94,9	4000	99
1000	102,5	63	78,3	630	96	5000	98,7
2000	103,8	80	80,8	800	97	6300	98,2
4000	103,7	100	83,1	1000	97,7	8000	97,5
8000	102,3	125	85,2	1250	98,3	10000	96,7
109,8 dB(A)		160	87,3				
Melun erityispiirteiden mittaus ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudi- modulaatio)		Muu, Mikä:	
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei

8.10.2024

Taulukko 3. Pajukoski 1 tuulivoimahankkeen mallinnusohjelma ja tuulivoimaloiden äänitehotasot voimalaitoksella Vestas V126 – 3.3 MW sekä melun erityispiirteet.

MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT								
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO version 3.6.377				Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2				
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)								
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas				Tyyppi: V126		Sarjanumero/t:-		
Nimellisteho: 3,3 MW		Napakorkeus: 137 m		Roottorin halkaisija: 126 m		Tornin tyyppi: teräs/hybridi		
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun								
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus			Muu, mikä			
Kyllä	-	dB	Kyllä	-	dB	Noise mode säätö:	Kyllä	
Ei			Ei			Noise mode, äänitehotaso		
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT								
Valmistajan tiedot asiakirjasta no. 0042-9192_V00 - V126-3 3MW Turbine Octaves HH 137m, According to General Specification 0034-7616.V08 V126-3.3 MW 50/60 Hz.								
asiakirjan päivämäärä: 2014-02-11								
Oktaaveittain [Hz], L _{WA} [dB]		1/3-oktaaveittain [Hz], L _{WA} [dB]						
		20	63,4	200	89,6	1600	94,4	
63	87,9	25	70,6	250	90,9	2000	93,7	
125	94,1	31,5	70,6	315	92,0	2500	91,4	
250	95,7	40	74,6	400	92,4	3150	88,3	
500	99,2	50	79,7	500	93,7	4000	87,2	
1000	101,8	63	83,1	630	96,3	5000	80,3	
2000	98,1	80	85,0	800	96,8	6300	76,2	
4000	91,2	100	87,4	1000	97,3	8000	73,9	
8000	90,3	125	91,0	1250	96,9	10000	-	
L _{WA,tot} = 105,9		160	88,8					
Melun erityispiirteiden mittaus ja havainnot:								
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)			Muu, Mikä:	
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	

8.10.2024

Taulukko 4. Käytetyt mallinnusparametrit ISO 9613-2 laskelmissa sekä melulle altistuvat kohteet.

AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT			
Laskenta korkeus		Laskentaruudun koko [m·m]	
ISO 9613-2: 4,0 m		25x25 m	
Suhteellinen kosteus		Lämpötila	
70 %	Muu, mikä ja miksi:	ISO 9613-2: 15 C°	
Maastomallin lähde ja tarkkuus			
Maastomallin lähde: MML maastotietokanta		Vaakaresoluutio:1,0	Pystyresoluutio:0,5
Maan- ja vedenpinnan absorption ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet			
ISO 9613-2	maa-alueet: 0,4; vesialueet: 0		HUOM
Ilmakehän stabiilius laskennassa/meteorologinen korjaus			
Neutraali, (0): Neutraali		Muu, mikä ja miksi:	
Sääolosuhteiden huomiointi; laskennassa käytetty tuulen suunnat ja nopeus			
Tuulen suunta: 0-360°		Tuulen nopeus: 10 metrin korkeudella mitattuna 8 m/s	
Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen			
Vapaa avaruus: kyllä		Muu, mikä, miksi:	

2.1.2 Matalataajuinen melu

Matalataajuinen melu laskettiin Ympäristöministeriön ohjeen 2/2014 mukaisin menetelmin käyttäen voimalavalmistajilta saatuja arvioita niiden äänitehotasoista.

Ohje 2/2014 antaa menetelmän matalataajuisen melun laskentaan rakennusten ulkopuolelle. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetus 2015 antaa matalataajuiselle melulle toimenpiderajat asuinhuoneissa. Rakennusten sisälle kantautuva äänitaso arvioitiin Turun AMK:n (Keränen, Hakala ja Hongisto, 2018) julkistamien Anojanssi projektin tulosten mukaisten ääneneristävyysarvoin ja tuloksia verrattiin toimenpiderajoihin.

Taulukko 5. Suomalaisen pientalon julkisivun äänitasoeron alalikiarvo Anojanssi projektin tulosten mukaisesti.

f [Hz]	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200
DL σ [dB]	7.6	8.3	9.2	10.3	11.5	13.0	14.8	16.8	18.8	21.1	22.8

Matalataajuisen melun laskelmassa huomioitiin maanpinnan muodon vaikutus ohjeen 4/2014 mukaisesti. Tulokset on esitetty taajuuskohtaisena taulukkona hankealuetta ympäröiville asuin- ja lomarakennuksille.

2.2 Varjostusmallinnus

Verkasalon tuulivoimaloiden varjostusvaikutukset on mallinnettu käyttäen roottorinhalkaisijaltaan 200 metristä voimalaitosta 220 metriä korkealla tornilla. Kokonaiskorkeudeltaan voimala on mallinuksissa 320 metriä.

8.10.2024

Taulukko 6. Verkasalon tuulivoimahankkeen mallinnusohjelma ja tuulivoimaloiden koko varjostusmallinnuksissa.

MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT			
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO version 3.6.377		Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2	
TUULIVOIMALAN TIEDOT			
Tuulivoimalan valmistaja: Generic		Tyyppi: RD200	Sarjanumero/t:-
Nimellisteho: 6,8 MW	Napakorkeus: 220 m	Roottorin halkaisija: 200 m	Tornin tyyppi: teräs/hybridi

Hangaskurunkankaan yhteisvaikutushankkeen voimaloina on käytetty roottorinhalkaisijaltaan ja napakorkeudeltaan 200 metrisiä voimaloita, voimaloiden kokonaiskorkeutena näin ollen 300 metriä. Pajukoski 1 hankkeen voimaloina on käytetty roottorinhalkaisijaltaan 126 metrisiä ja napakorkeudeltaan 137 metrisiä voimaloita. Voimaloiden kokonaiskorkeus on näin ollen 200 metriä.

Varjostusvaikutuksia mallinnettiin WindPRO-ohjelman Shadow-moduulilla. Laskennassa varjot huomioidaan, kun aurinko on yli 3 astetta horisontin yläpuolella. Varjoksi lasketaan tilanne, jossa siipi peittää vähintään 20 % auringosta.

Varjostusmallinnuksessa huomioidaan siiven lavan maksimileveys sekä siiven kärjen leveys 90 % etäisyydellä turbiinista.

Varjostusmallin laskennassa on huomioitu hankealueen korkeustiedot, tuulivoimaloiden sijainnit, tuulivoimalan napakorkeudet ja roottorin halkaisija sekä hankealueen aikavyöhyke. Mallinnuksessa otettiin huomioon auringon asema horisontissa eri kellon- ja vuodenaikoina, pilvisuus kuukausittain eli kuinka paljon aurinko paistaa ollessaan horisontin yläpuolella sekä tuulivoimalaitosten arvioitu vuotuinen käyntiaika.

Varjostuksen tarkastelukorkeutena lähialueen asuin- tai lomarakennusten pihapiirissä käytettiin 1,0 metriä ja laskenta-alueen kokoa 5,0 x 5,0 metriä. Laskentaikkunoiden suunnat asennettiin voimaloita kohti ns. ”greenhouse mode”.

Auringon keskimääräiset paistetunnit perustuvat Oulunsalon Oulun lentoaseman sääaseman mitattuihin säätietoihin vuosilta 1981–2010. Laskentojen tuulen suunta ja nopeusjakamana käytettiin NASA:n MERRA-dataa (Modern Era Retrospective-analysis for Research and Applications) hankealueen läheisyydeltä.

Puuston huomioivassa varjostusmallinnuksissa (Luke forest) on huomioitu puuston peittävyys käyttämällä Luonnonvarakeskuksen vuoden 2021 puuston keskipituus aineistoa.

Varjostusmallinnuksen tuloksia on havainnollistettu kartan avulla. Kartalla esitetään varjostusvaikutuksen (1, 8 ja 20 tuntia vuodessa) laajuus. Sen lisäksi mallinnuksessa on erikseen laskettu vaikutus tuulivoimahankealueen ympäristössä oleviin herkkiin kohteisiin.

8.10.2024

2.3 Raja- ja ohjearvot

2.3.1 Melu

Valtioneuvoston asetuksessa (1107/2015) tuulivoimaloille on määritelty suunnitteluarvot päivä- ja yöajan keskiäänitasojen maksimiarvolle. Jos tuulivoimalan melu sisältää tonaalisia, kapeakaistaisia tai impulssimaisia komponentteja, tai se on selvästi amplitudimoduloitunutta, mallinnustuloksiin tulee ohjeen mukaan lisätä viisi desibeliä ennen ohjearvoon vertaamista. Koska ohjearvo sisältää jo tyypillisen tuulivoimamelun piirteet, edellä mainitut äänenpiirteiden tulee olla tuulivoimalalle epätyypillisen voimakkaita, jotta mallinnustuloksissa täytyy huomioida viiden desibelin lisä äänenvoimakkuuteen.

Taulukko 7. Valtioneuvoston asetuksen mukaiset tuulivoimaloiden melutason toimenpiderajat (Valtioneuvoston asetus 27.8.2015).

Vaikutuskohde	Päivä (7-22)	Yö (22-7)
Pysyvä asutus	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

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa (545/2015) on annettu matalataajuiselle melulle toimenpiderajoja. Toimenpiderajat koskevat asuinhuoneita ja ne on annettu taajuuspainottomina yhden tunnin keskiäänitasoina tersseittäin. Toimenpiderajat koskevat yöaikaa ja päivällä sallitaan 5 dB suuremmat arvot.

Taulukko 8. Matalataajuisen sisämelun tunnin keskiäänitason toimenpiderajat nukkumiseen tarkoitetuissa tiloissa.

Terssikaista Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Keskiäänitaso L _{Zeq} ,1h, dB	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Edellisestä laskettu keskiäänitaso A-painotettuna L _{Aeq} ,1h, dB	24	19	17	14	14	16	18	19	20	21	21

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa (545/2015, Liite 2) on asuinhuoneistojen oleskeluun ja lepoon käytettävien asuinhuoneiden toimenpiderajaksi annettu yöajan keskiäänitasolle L_{Aeq} 30 dB. Lisäksi asetuksessa (12§) todetaan, että yöaikainen musiikkimelu tai muu vastaava mahdollisesti unhäiriötä aiheuttava melu, joka erottuu selvästi taustamelusta, ei saa ylittää 25 dB yhden tunnin keskiäänitasona L_{Aeq},1h (klo 22—7) mitattuna niissä tiloissa, jotka on tarkoitettu nukkumiseen. Valtioneuvoston asetuksen mukaisen ulkomelun ohjearvon (40 dB(A)) alittuessa, on hyvin todennäköistä, että myös sisämelun toimenpideraja alittuu, kun huomioidaan rakennusten tyypillinen äänieristys.

8.10.2024

2.3.2 Varjostus

Suomessa ei ole viranomaisten antamia yleisiä määräyksiä tuulivoimaloiden muodostaman varjostuksen enimmäiskestoista eikä varjonmuodostuksen arviointiperusteista. Ympäristöministeriön tuulivoimarakentamisen suunnitteluohjeistuksessa esitetään käytettäväksi muiden maiden suosituksia välkkeen rajoittamisesta (Ympäristöministeriö 2012).

Useissa maissa on annettu raja-arvoja tai suosituksia hyväksyttävän välkevaikutuksen määrästä. Esimerkiksi Ruotsissa suositus on kahdeksan tuntia vuodessa ja 30 minuuttia päivässä.

Arvioinnissa on tarkasteltu vaikutuksia alueella, jossa varjoja tai välkettä mallinnuksen mukaisessa todellisessa tilanteessa ("real case") esiintyy vähintään kahdeksan tuntia vuodessa.

8.10.2024

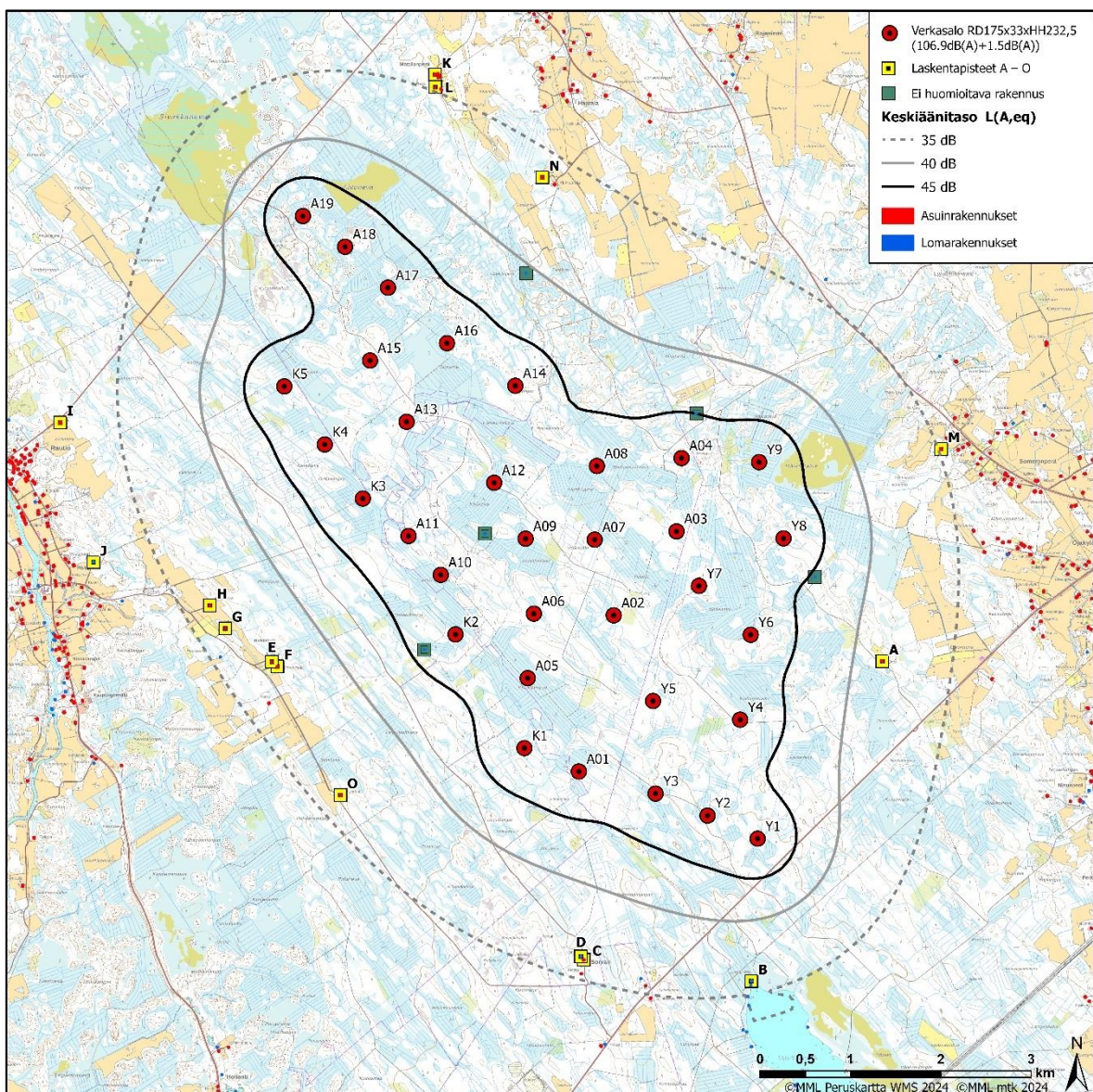
3. MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUSTEN TULOKSET

3.1 Melumallinnus

3.1.1 Melun laskentatulokset ISO 9613-2 voimalaitoksella Nordex N175 - 6.8MW (106,9 dB(A) + 1,5 dB(A))

Maanmittauslaitoksen maastotietokannan mukaan Verkasalon hankealueella ja sen välittömässä läheisyydessä sijaitsee viisi lomarakennusta, joiden omistajien kanssa hanketoimija on sopinut lomarakennusten käyttötarkoituksen muutoksesta. Näin ollen näitä lomarakennuksia ei ole huomioitu häiriintyvänä kohteina ja ne on merkitty karttoihin vihreillä neliöillä.

Verkasalon melumallinnuksen mukaan melutaso 40 dB(A) ei ylitä lähimmillä asuin- tai lomarakennuksilla laskentapisteissä A - O (Kuva 1 ja Taulukko 9). Katso tarkemmat laskentatulokset liitteestä 1.



Kuva 1. Verkasalon melumallinnuksen tulos kaavaehdotusvaiheen voimalasijoittelulla.

8.10.2024

Taulukko 9. Laskennalliset melutasot Verkasalon tuulivoimahankkeen ympäristössä voimalaitoksella N175 - 6,8 MW kaavaehdotusvaiheen voimalasijoittelulla.

Laskentapiste	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	z (m)	Laskenta-korkeus (m)	Melutaso dB(A)
Laskentapiste_A (Oivo)	373516	7106167	70	4,0	38,3
Laskentapiste_B (Järviojanniittu)	372065	7102626	82,5	4,0	35,7
Laskentapiste_C (Sorvari)	370211	7102863	82,5	4,0	35,9
Laskentapiste_D (Sorvari)	370180	7102899	82,5	4,0	36,0
Laskentapiste_E (Huhtakylä)	366759	7106162	67,5	4,0	37,1
Laskentapiste_F (Huhtakylä)	366819	7106110	67,5	4,0	37,2
Laskentapiste_G (Viljamaa)	366243	7106530	65	4,0	36,2
Laskentapiste_H (Karjaneva)	366073	7106785	64,5	4,0	36,1
Laskentapiste_I (Rautio)	364417	7108809	61,2	4,0	32,6
Laskentapiste_J (Pöllä)	364785	7107263	61,9	4,0	32,7
Laskentapiste_K (Mattilanperä)	368566	7112661	59,4	4,0	34,3
Laskentapiste_L (Mattilanperä)	368569	7112523	60,1	4,0	34,8
Laskentapiste_M (Mäntylä)	374166	7108516	60,2	4,0	34,9
Laskentapiste_N (Nevaranta)	369753	7111523	57,6	4,0	36,1
Laskentapiste_O (Huhtala)	367519	7104685	70,6	4,0	36,0

3.1.2 Matalataajuiset melutasot voimalaitoksella Nordex N175 - 6.8MW STE (106,9 dB(A) + 1,5 dB(A))

Tuulivoimaloiden tuottamien matalien äänien eli matalataajuisen (=pienitaajuisen) melun laskennallisia tuloksia verrattu Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) Asumisterveysasetuksessa (545/2015) annettuihin toimenpiderajoihin. Nämä ovat enimmäisarvoja, jotka on laadittu yöaikaiselle melulle nukkumiseen tarkoitettuihin tiloihin. Toimenpiderajaa on verrattu myös äänitasoon tarkasteltujen rakennusten ulkopuolella.

Sisätilojen laskennalliset tulokset on saatu huomioimalla tutkitut suomalaisen pientalon ulkovaipan ääneneristykseen alalikiarvot (84 % persentiili, Anojanssi 2019). Arvioinnin epävarmuustekijäksi voidaan kuitenkin sanoa se, että yleisellä tasolla rakennusten ääneneristävyydessä on suuria yksilöllisiä eroja pienillä taajuuksilla ja sisällä vallitsevaan äänitasoon vaikuttaa merkittävästi myös huoneen mitat sekä sisustus.

Mallinnettaessa Verkasalon tuulivoimahankkeen matalataajuisia melutasoja voimalaitostyyppillä Nordex N175 - 6.8MW, ei matalataajuinen melu ylitä Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysohjearvoa laskentapisteissä A – O. Taulukossa 10 on esitetty matalataajuisen melun laskentatulokset Verkasalon kaavaehdotusvaiheen voimalasijoittelulla. Taulukossa näkyy toimenpiderajan alitus (negatiivinen arvo) tai ylitys (positiivinen arvo). Rakennusten sisätiloissa melu on enimmillään 4,6 dB alle toimenpiderajan taajuudella 63 Hz (Asuinrakennus A). Matalataajuisen melumallinnuksen tarkemmat tiedot on esitetty liitteessä 2.

8.10.2024

Taulukko 10. Matalataajuisen melun laskentatulokset kaavaehdotusvaiheen voimalasijoittelulla.

Rakennus	Äänitaso ulkona		Äänitaso sisällä	
	L eq,1h – Asu- misterveysase- tus sisällä	Hz	L eq,1h – Asu- misterveysase- tus sisällä	Hz
Laskentapiste_A (Oivo)	8,7	80	-4,6	63
Laskentapiste_B (Järviojanniittu)	6,5	80	-6,7	63
Laskentapiste_C (Sorvari)	7,0	80	-6,2	63
Laskentapiste_D (Sorvari)	7,1	80	-6,2	63
Laskentapiste_E (Huhtakylä)	8,1	80	-5,1	63
Laskentapiste_F (Huhtakylä)	8,2	80	-5,1	63
Laskentapiste_G (Viljamaa)	7,4	80	-5,8	63
Laskentapiste_H (Karjaneva)	7,4	80	-5,8	63
Laskentapiste_I (Rautio)	4,8	80	-8,4	63
Laskentapiste_J (Pöllä)	5,0	80	-8,2	63
Laskentapiste_K (Mattilanperä)	5,7	80	-7,5	63
Laskentapiste_L (Mattilanperä)	6,1	80	-7,1	63
Laskentapiste_M (Mäntylä)	6,3	80	-6,9	63
Laskentapiste_N (Nevaranta)	7,3	80	-5,9	63
Laskentapiste_O (Huhtala)	7,3	80	-5,9	63

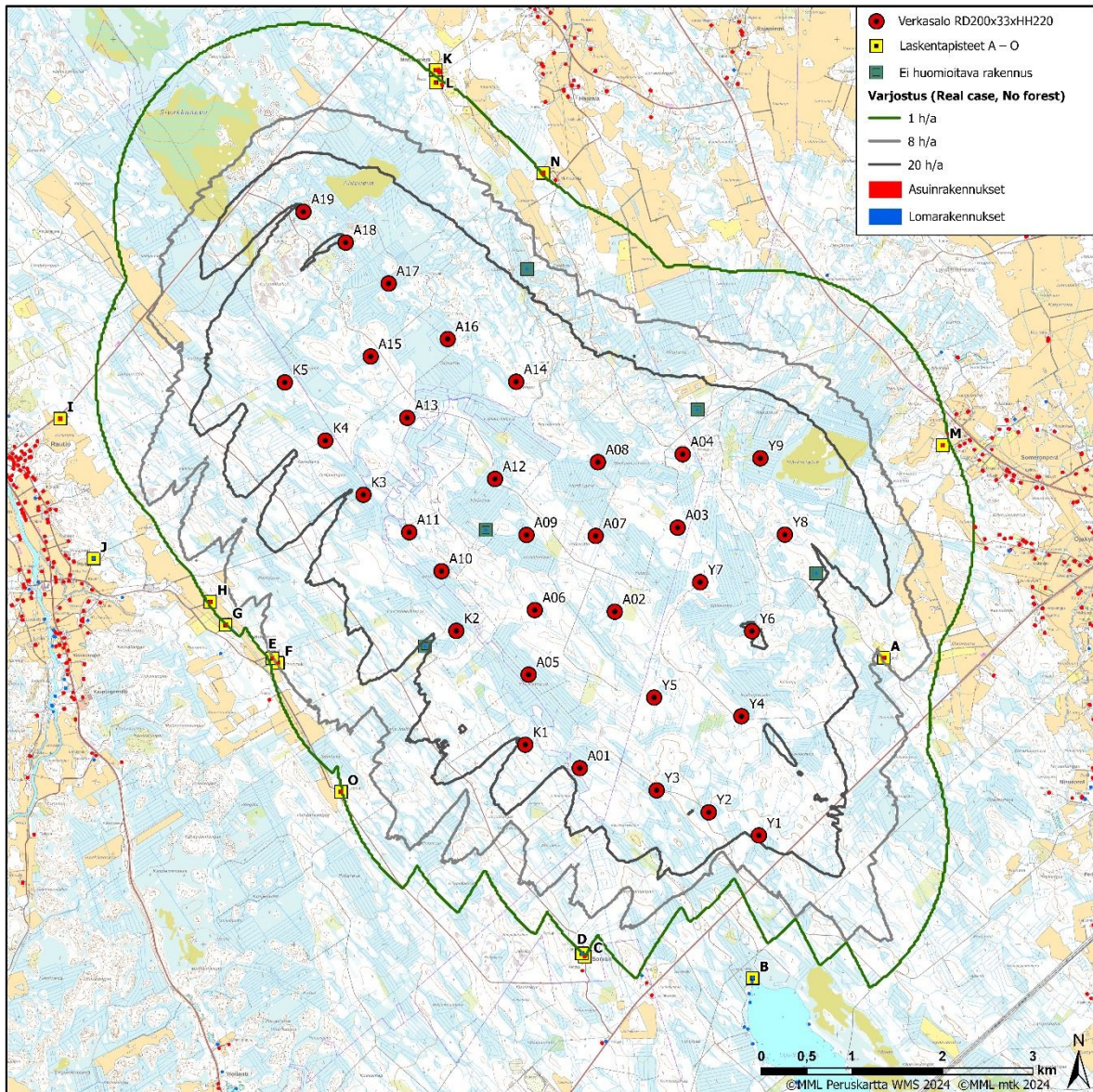
3.2 Varjostus

Maanmittauslaitoksen maastotietokannan mukaan Verkasalon hankealueella ja sen välittömässä läheisyydessä sijaitsee viisi lomarakennusta, joiden omistajien kanssa hanketoimija on sopinut lomarakennusten käyttötarkoituksen muutoksesta. Näin ollen näitä lomarakennuksia ei ole huomioitu häiriintyvänä kohteina ja ne on merkitty karttoihin vihreillä neliöillä.

3.2.1 Varjostusmallinnus, “Real Case, No forest”

Verkasalon tuulivoimahankkeen lähimpien asuin- ja lomarakennusten pihapiirissä varjostusvaikutus on yli 8 h/a laskentapisteissä asuinrakennus A (9 h 7 min/vuosi) ja Asuinrakennus F (10 h 23 min/vuosi), kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu. (Kuva 2, Taulukko 11) Tarkemmat laskentatulokset on esitetty liitteessä 3.

8.10.2024



Kuva 2. Varjostusmallinnuksen tulos, kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu.

Taulukko 11. Varjostusmallinnuksen tulos kaavaehdotusvaiheen voimalasijoittelulla, kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu "real case, no forest".

	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskenta- taikkuna (m)	Varjostus (h/a)
Laskentapiste_A (Oivo)	373516	7106167	70	5,0 x 5,0	9:07
Laskentapiste_B (Järviojanniittu)	372065	7102626	82,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_C (Sorvari)	370211	7102863	82,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_D (Sorvari)	370180	7102899	82,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_E (Huhtakylä)	366759	7106162	67,5	5,0 x 5,0	7:21

8.10.2024

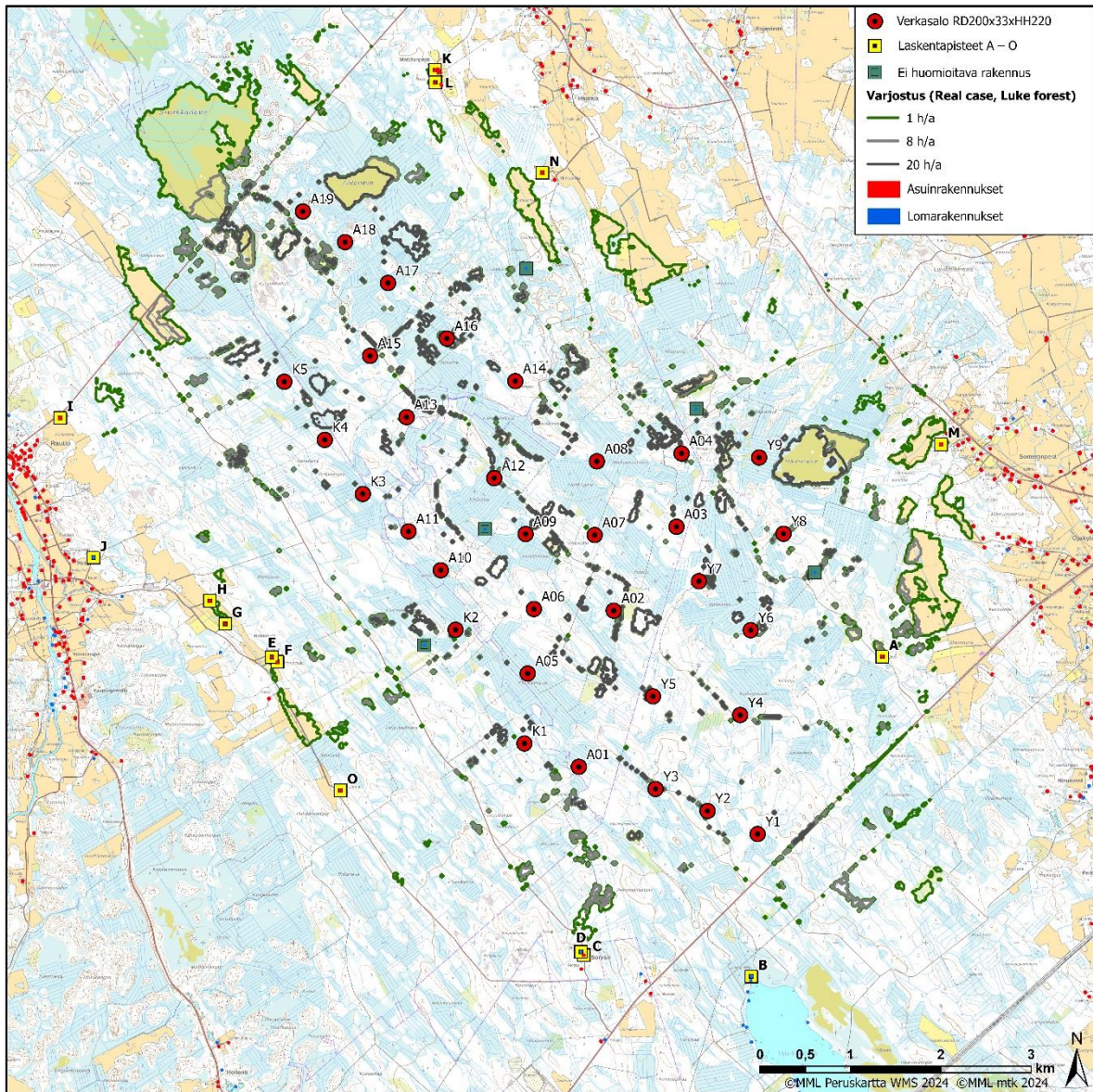
Laskentapiste_F (Huhtakylä)	366819	7106110	67,5	5,0 x 5,0	10:23
Laskentapiste_G (Viljamaa)	366243	7106530	65	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_H (Karjaneva)	366073	7106785	64,5	5,0 x 5,0	6:43
Laskentapiste_I (Rautio)	364417	7108809	61,2	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_J (Pöllä)	364785	7107263	61,9	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_K (Mattilanperä)	368566	7112661	59,4	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_L (Mattilanperä)	368569	7112523	60,1	5,0 x 5,0	2:50
Laskentapiste_M (Mäntylä)	374166	7108516	60,2	5,0 x 5,0	3:16
Laskentapiste_N (Nevaranta)	369753	7111523	57,6	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_O (Huhtala)	367519	7104685	70,6	5,0 x 5,0	0:00

3.2.2 Varjostusmallinnus, "Real Case, Luke forest"

Mallinnus "Real Case, No Forest" ei ota huomioon puustosta aiheutuvia katvevaikutuksia, joten hankkeessa tehtiin myös puuston huomioivat varjostusmallinnukset (Real Case, Luke Forest).

Verkasalon kaavaehdotusvaiheen voimalasijoittelulla varjostusvaikutusalueelle 8 h/a ei sijoitu yhtään asuin- tai lomarakennusta, kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu. (Kuva 3, Taulukko 12) Katso tarkemmat laskentatulokset liitteestä 4.

8.10.2024



Kuva 3. Varjostusmallinnuksen tulos, kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu.

Taulukko 12. Varjostusmallinnuksen tulos, kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu "real case, Luke forest".

	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskentaikkuna (m)	Varjostus (h/a)
Laskentapiste_A (Oivo)	373516	7106167	70	5,0 x 5,0	2:26
Laskentapiste_B (Järviojanniittu)	372065	7102626	82,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_C (Sorvari)	370211	7102863	82,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_D (Sorvari)	370180	7102899	82,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_E (Huhtakylä)	366759	7106162	67,5	5,0 x 5,0	5:05

8.10.2024

Laskentapiste_F (Huhtakylä)	366819	7106110	67,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_G (Viljamaa)	366243	7106530	65	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_H (Karjaneva)	366073	7106785	64,5	5,0 x 5,0	6:43
Laskentapiste_I (Rautio)	364417	7108809	61,2	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_J (Pöllä)	364785	7107263	61,9	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_K (Mattilanperä)	368566	7112661	59,4	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_L (Mattilanperä)	368569	7112523	60,1	5,0 x 5,0	2:50
Laskentapiste_M (Mäntylä)	374166	7108516	60,2	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_N (Nevaranta)	369753	7111523	57,6	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_O (Huhtala)	367519	7104685	70,6	5,0 x 5,0	0:00

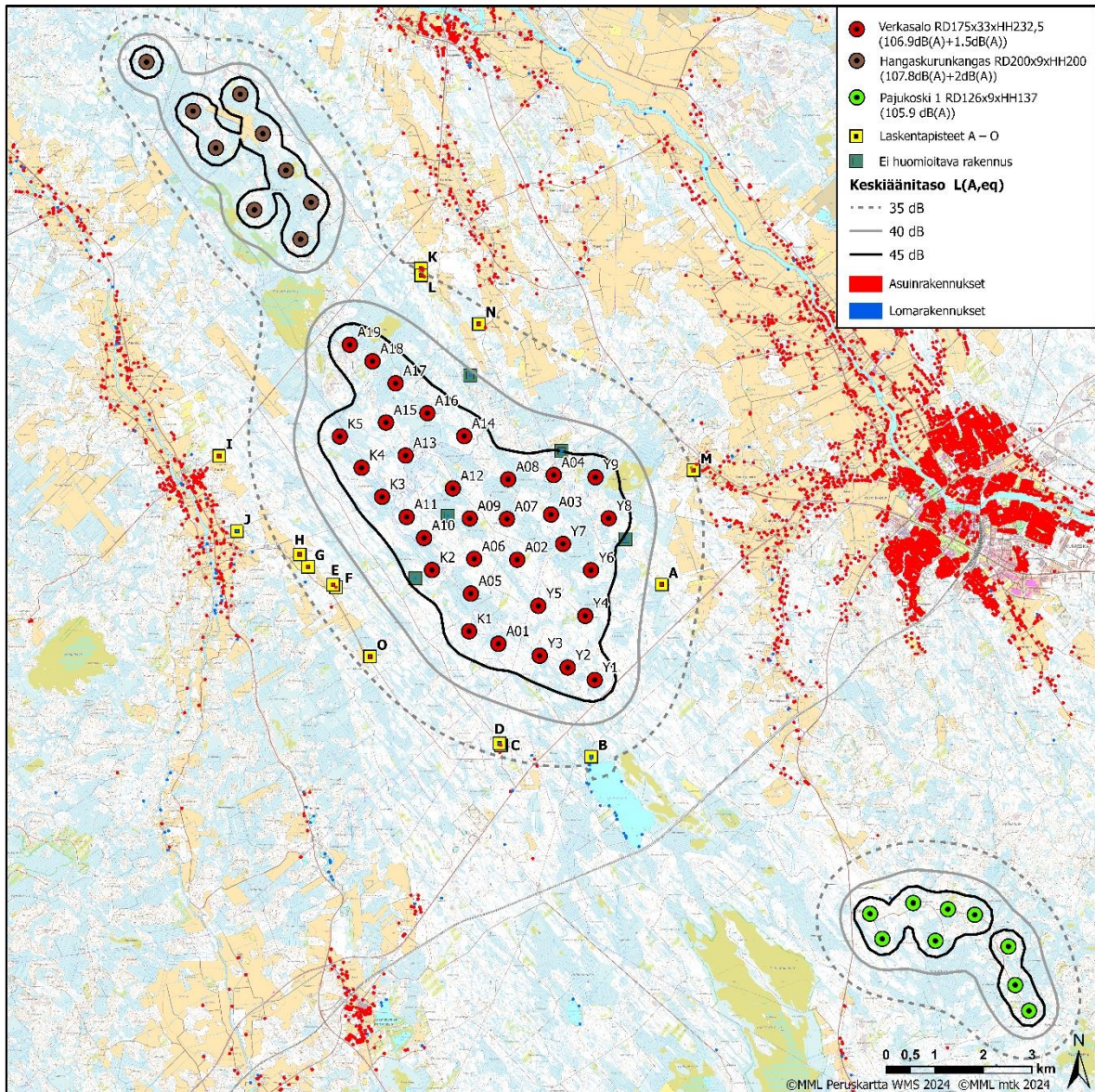
8.10.2024

4. MELUN JA VARJOSTUKSEN YHTEISMALLINNUSTEN TULOKSET

4.1 Melu

4.1.1 Yhteismelun laskentatulokset ISO 9613-2

Yhteisvaikutusmallinnuksen tuloksen mukaan melu ei ylitä 40 dB(A) Verkasalon läheisyyteen sijoitettujen laskentapisteiden A-O alueella (Kuva 4, Taulukko 13). Katso tarkemmat laskentatulokset liitteestä 5.



Kuva 4. Melun yhteisvaikutusmallinnuksen tulos Verkasalon tuulivoimahankkeen kaavaehdotusvaiheen voimiasijoittelulla. Yhteisvaikutushankkeina on huomioitu läheiset Hangaskurunkankaan ja Pajukoski 1 tuulivoimahankkeet.

8.10.2024

Taulukko 13. Laskennalliset yhteismelutasot Verkasalon tuulivoimahankkeen ympäristössä.

Laskentapiste	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskenta-korkeus (m)	Melutaso dB(A)
Laskentapiste_A (Oivo)	373516	7106167	70	4,0	38,3
Laskentapiste_B (Järviojanniittu)	372065	7102626	82,5	4,0	35,7
Laskentapiste_C (Sorvari)	370211	7102863	82,5	4,0	36,0
Laskentapiste_D (Sorvari)	370180	7102899	82,5	4,0	36,1
Laskentapiste_E (Huhtakylä)	366759	7106162	67,5	4,0	37,1
Laskentapiste_F (Huhtakylä)	366819	7106110	67,5	4,0	37,2
Laskentapiste_G (Viljamaa)	366243	7106530	65	4,0	36,2
Laskentapiste_H (Karjaneva)	366073	7106785	64,5	4,0	36,2
Laskentapiste_I (Rautio)	364417	7108809	61,2	4,0	32,7
Laskentapiste_J (Pöllä)	364785	7107263	61,9	4,0	32,8
Laskentapiste_K (Mattilanperä)	368566	7112661	59,4	4,0	34,8
Laskentapiste_L (Mattilanperä)	368569	7112523	60,1	4,0	35,3
Laskentapiste_M (Mäntylä)	374166	7108516	60,2	4,0	34,9
Laskentapiste_N (Nevaranta)	369753	7111523	57,6	4,0	36,2
Laskentapiste_O (Huhtala)	367519	7104685	70,6	4,0	36,0

4.1.2 Matalataajuiset melutasot (yhteisvaikutus)

Mallinnettaessa Verkasalon, Hangaskurunkankaan ja Pajukoski 1 tuulivoimahankkeiden kanssa muodostuvia matalataajuisen melun yhteisvaikutuksia, ei matalataajuinen melu ylitä Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysohjearvoa laskentapisteissä A – O. Taulukossa 14 on esitetty matalataajuisen yhteismelun laskentatulokset. Taulukossa esitetään toimenpiderajan alitus (negatiivinen arvo) tai ylitys (positiivinen arvo). Rakennusten sisätiloissa melu on enimmillään 4,5 dB alle toimenpiderajan taajuudella 63 Hz (Asuinrakennus A). Matalataajuisen yhteismelumallinnuksen tarkemmat tiedot on esitetty liitteessä 6.

8.10.2024

Taulukko 14. Matalataajuisen yhteismelun laskentatulokset. Yhteisvaikutushankkeina on huomioitu Hangaskurunkangas ja Pajukoski 1 tuulivoimahankkeet.

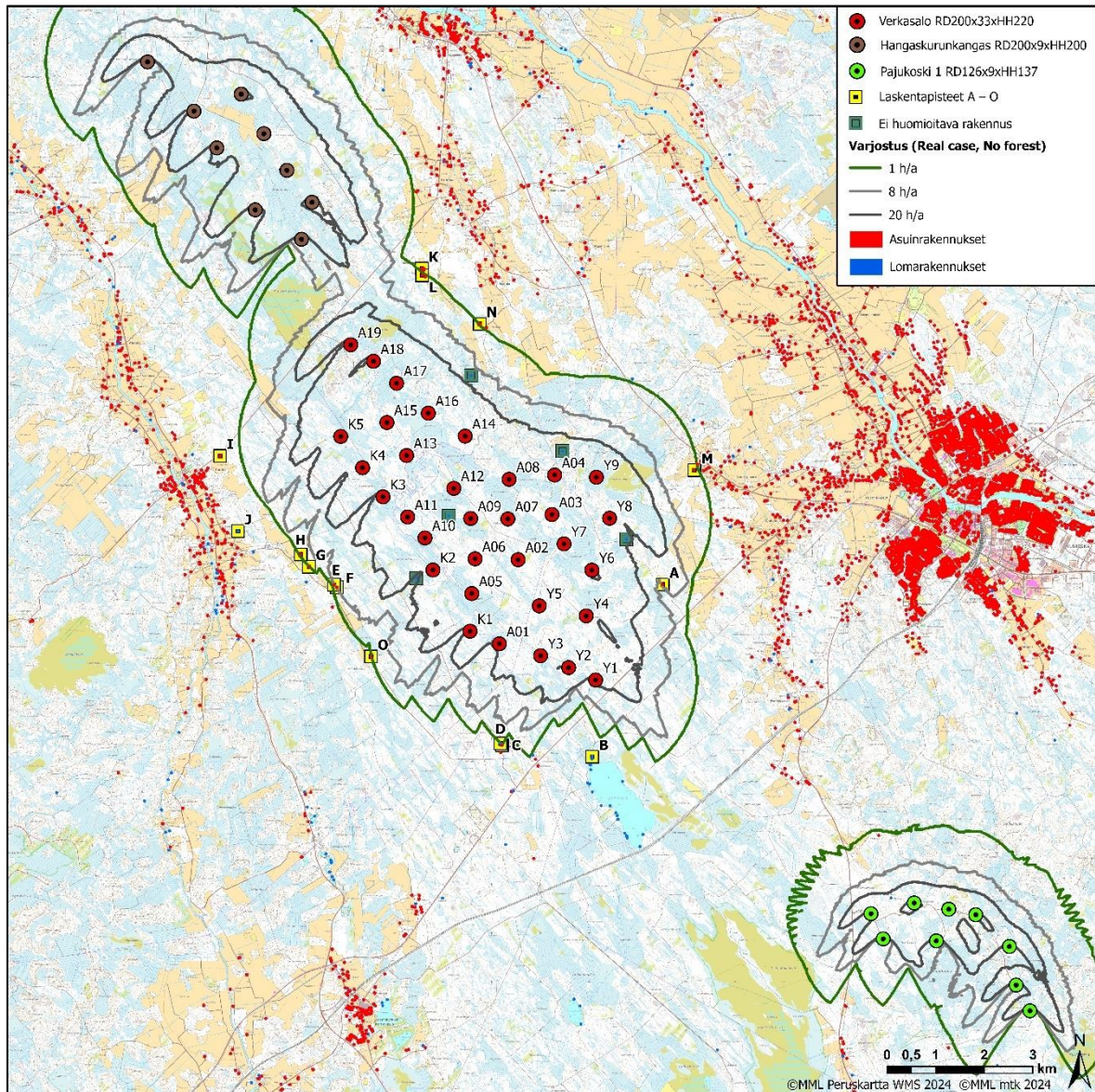
Rakennus	Äänitaso ulkona		Äänitaso sisällä	
	L eq,1h – Asu- misterveysase- tus sisällä	Hz	L eq,1h – Asu- misterveysase- tus sisällä	Hz
Laskentapiste_A (Oivo)	8,7	80	-4,5	63
Laskentapiste_B (Järviojanniittu)	6,7	80	-6,5	63
Laskentapiste_C (Sorvari)	7,1	80	-6,1	63
Laskentapiste_D (Sorvari)	7,1	80	-6,1	63
Laskentapiste_E (Huhtakylä)	8,1	80	-5,1	63
Laskentapiste_F (Huhtakylä)	8,2	80	-5,0	63
Laskentapiste_G (Viljamaa)	7,5	80	-5,7	63
Laskentapiste_H (Karjaneva)	7,4	80	-5,8	63
Laskentapiste_I (Rautio)	4,9	80	-8,3	63
Laskentapiste_J (Pöllä)	5,1	80	-8,1	63
Laskentapiste_K (Mattilanperä)	6,0	80	-7,2	63
Laskentapiste_L (Mattilanperä)	6,3	80	-6,9	63
Laskentapiste_M (Mäntylä)	6,4	80	-6,8	63
Laskentapiste_N (Nevaranta)	7,4	80	-5,8	63
Laskentapiste_O (Huhtala)	7,4	80	-5,8	63

4.2 Varjostus

4.2.1 Varjostuksen yhteisvaikutus, ”Real Case, No forest”

Yhteisvaikutusmallinnuksen tuloksen mukaan Verkasalon hankkeen varjostusvaikutus on yli 8 h/a laskentapisteissä Asuinrakennus A (9 h 7 min/vuosi) ja Asuinrakennus H (10 h 23 min vuosi), kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu. Yhteisvaikutushankkeina on huomioitu Hangaskurunkangas ja Pajukoski 1 tuulivoimahankkeet (Kuva 5, Taulukko 15) Tarkemmat laskentatulokset on esitetty liitteessä 7.

8.10.2024



Kuva 5. Varjostuksen yhteisvaikutusmallinnuksen tulos, kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu. Yhteisvaikutushankkeina on huomioitu läheiset Hangaskurunkankaan ja Pajukoski 1 tuulivoimahankkeet.

8.10.2024

Taulukko 15. Varjostuksen yhteismallinnuksen tulos, kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu "real case, No forest".

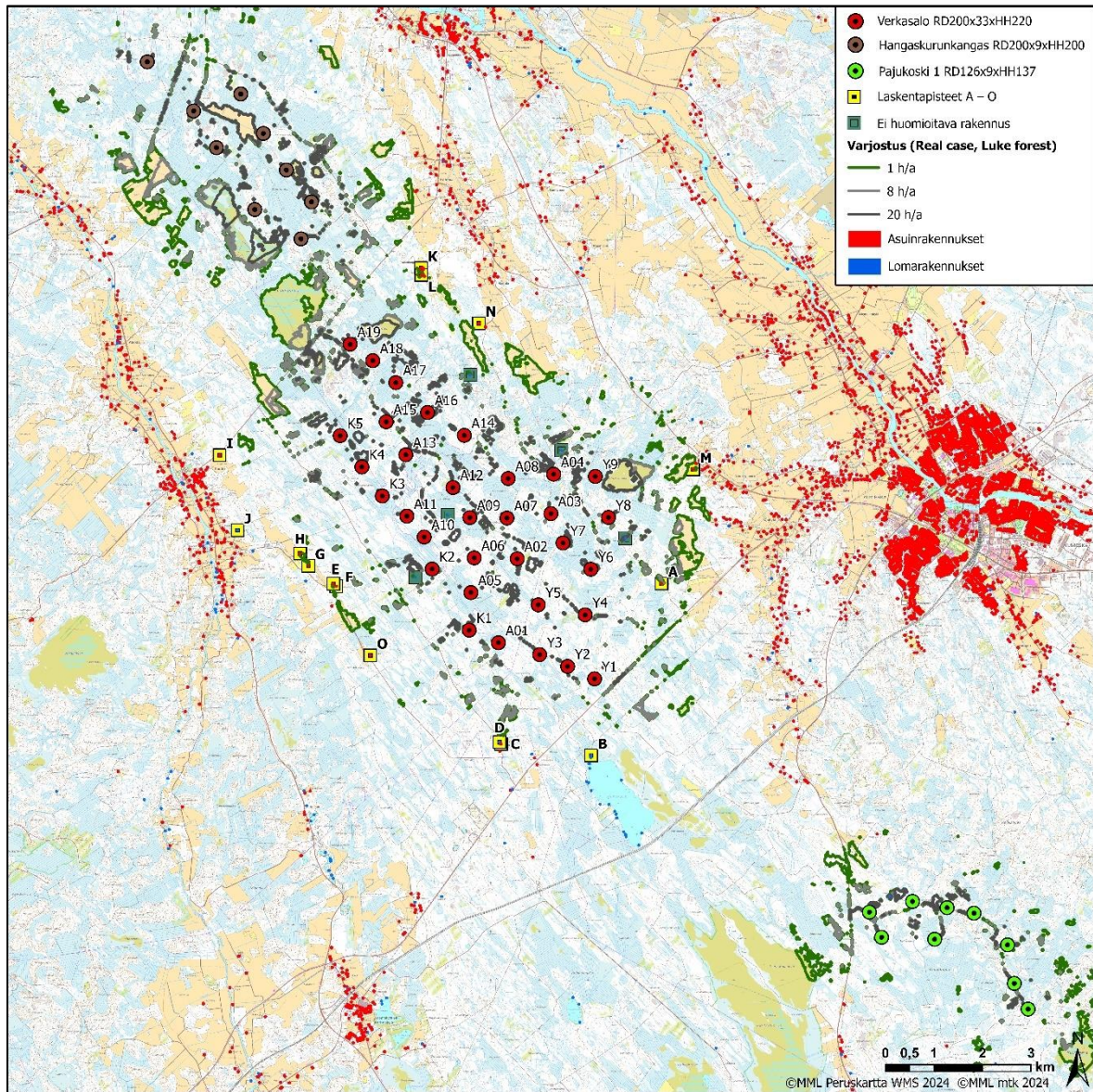
	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Lasken- taikkuna (m)	Varjostus (h/a)
Laskentapiste_A (Oivo)	373516	7106167	70	5,0 x 5,0	9:07
Laskentapiste_B (Järviojanniittu)	372065	7102626	82,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_C (Sorvari)	370211	7102863	82,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_D (Sorvari)	370180	7102899	82,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_E (Huhtakylä)	366759	7106162	67,5	5,0 x 5,0	7:21
Laskentapiste_F (Huhtakylä)	366819	7106110	67,5	5,0 x 5,0	10:23
Laskentapiste_G (Viljamaa)	366243	7106530	65	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_H (Karjaneva)	366073	7106785	64,5	5,0 x 5,0	6:43
Laskentapiste_I (Rautio)	364417	7108809	61,2	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_J (Pöllä)	364785	7107263	61,9	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_K (Mattilanperä)	368566	7112661	59,4	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_L (Mattilanperä)	368569	7112523	60,1	5,0 x 5,0	2:50
Laskentapiste_M (Mäntylä)	374166	7108516	60,2	5,0 x 5,0	3:16
Laskentapiste_N (Nevaranta)	369753	7111523	57,6	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_O (Huhtala)	367519	7104685	70,6	5,0 x 5,0	0:00

4.2.2 Varjostuksen yhteisvaikutus, "Real Case, Luke forest"

Mallinnus "Real Case, No Forest" ei ota huomioon puustosta aiheutuvia katvevaikutuksia, joten hankkeessa tehtiin myös puuston huomioivat varjostusmallinnukset (Real Case, Luke Forest).

Yhteisvaikutusmallinnuksen mukaan Verkasalon tuulivoimahankkeen varjostusvaikutusalueelle 8 h/a ei sijoitu yhtään asuin- tai lomarakennusta, kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu. Yhteisvaikutushankkeina on huomioitu Hangaskurunkangas ja Pajukoski 1 tuulivoimahankkeet (Kuva 6, Taulukko 16) Katso tarkemmat laskentatulokset liitteestä 8.

8.10.2024



Kuva 6. Varjostuksen yhteisvaikutusmallinnuksen tulos, kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu. Yhteisvaikutushankkeina on huomioitu läheiset Hangaskurunkankaan ja Pajukoski 1 tuulivoimahankkeet.

8.10.2024

Taulukko 16. Varjostuksen yhteismallinnuksen tulos, kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu "real case, Luke forest".

	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Lasken- taikkuna (m)	Varjostus (h/a)
Laskentapiste_A (Oivo)	373516	7106167	70	5,0 x 5,0	2:26
Laskentapiste_B (Järviojanniittu)	372065	7102626	82,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_C (Sorvari)	370211	7102863	82,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_D (Sorvari)	370180	7102899	82,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_E (Huhtakylä)	366759	7106162	67,5	5,0 x 5,0	5:05
Laskentapiste_F (Huhtakylä)	366819	7106110	67,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_G (Viljamaa)	366243	7106530	65	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_H (Karjaneva)	366073	7106785	64,5	5,0 x 5,0	6:43
Laskentapiste_I (Rautio)	364417	7108809	61,2	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_J (Pöllä)	364785	7107263	61,9	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_K (Mattilanperä)	368566	7112661	59,4	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_L (Mattilanperä)	368569	7112523	60,1	5,0 x 5,0	2:50
Laskentapiste_M (Mäntylä)	374166	7108516	60,2	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_N (Nevaranta)	369753	7111523	57,6	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_O (Huhtala)	367519	7104685	70,6	5,0 x 5,0	0:00

FCG Finnish Consulting Group Oy

Aarni Nikkola, ins. AMK

Laatija

Johanna Harju, ins. AMK

Tarkastaja

8.10.2024

LIITTEET

Liite 1. Verkasalon tuulivoimahanke - Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2 kaavaehdotusvaiheen voimalasijoittelulla, YM 2 /2014 N175 – 6.8 MW

DECIBEL - Main Result

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD175x33xHH232,5_108.4dB_NSA2024

...continued from previous page

No.	Name	East	North	Z	Immission height	Demands Noise	Sound level From WTGs	Distance to noise demand	Demands fulfilled ? Noise
					[m]	[dB(A)]	[dB(A)]	[m]	
G	Laskentapiste_G (Viljamaa)	366 243	7 106 530	65,0	4,0	40,0	36,2	833	Yes
H	Laskentapiste_H (Karjaneva)	366 073	7 106 785	64,5	4,0	40,0	36,1	829	Yes
I	Laskentapiste_I (Rautio)	364 417	7 108 809	61,2	4,0	40,0	32,6	1 566	Yes
J	Laskentapiste_J (Pöllä)	364 785	7 107 263	61,9	4,0	40,0	32,7	1 701	Yes
K	Laskentapiste_K (Mattilanperä)	368 566	7 112 661	59,4	4,0	40,0	34,3	1 075	Yes
L	Laskentapiste_L (Mattilanperä)	368 569	7 112 523	60,1	4,0	40,0	34,8	955	Yes
M	Laskentapiste_M (Mäntylä)	374 166	7 108 516	60,2	4,0	40,0	34,9	956	Yes
N	Laskentapiste_N (Nevaranta)	369 753	7 111 523	57,6	4,0	40,0	36,1	856	Yes
O	Laskentapiste_O (Huhtala)	367 519	7 104 685	70,6	4,0	40,0	36,0	892	Yes

Distances (m)

WTG	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A01	3574	3004	2085	2048	3609	3535	4222	4479	6919	5850	7876	7741	5368	6589	2651
A02	3016	4326	3827	3794	3819	3767	4302	4472	6488	5788	6303	6172	4064	4912	3621
A03	2694	5046	4852	4823	4706	4665	5109	5230	6927	6462	5719	5596	3067	4191	4728
A04	3162	5841	5658	5628	5064	5034	5391	5470	6888	6610	5046	4929	2874	3468	5307
A05	3930	4168	3178	3137	2838	2775	3392	3609	5897	4974	6759	6622	5232	5545	2443
A06	3893	4726	3870	3830	2949	2899	3420	3588	5653	4907	6066	5930	4862	4830	2935
A07	3457	5185	4652	4617	3820	3783	4205	4321	6056	5553	5442	5311	3963	4052	3989
A08	3828	5952	5468	5432	4200	4175	4489	4553	5959	5672	4688	4560	3814	3251	4618
A09	4175	5497	4705	4665	3122	3091	3470	3572	5309	4790	5234	5098	4704	4004	3501
A10	4980	5660	4545	4500	2102	2074	2458	2578	4537	3846	5538	5400	5710	4541	2679
A11	5425	6219	5076	5031	2056	2048	2272	2329	4054	3499	5115	4978	5973	4237	2966
A12	4728	6207	5372	5331	3159	3146	3386	3428	4850	4521	4565	4428	4960	3422	3853
A13	5895	7272	6269	6225	3046	3062	3043	2979	3834	3798	3856	3719	5924	3095	4197
A14	5080	7089	6399	6359	4073	4073	4186	4164	5053	5060	3557	3423	4764	2326	4927
A15	6575	8062	7042	6998	3507	3538	3371	3239	3498	3789	3245	3112	6396	2783	4822
A16	5968	7824	6991	6949	4023	4041	3999	3913	4370	4602	2976	2838	5593	2117	5140
A17	6858	8665	7749	7705	4335	4367	4180	4032	3923	4456	2415	2282	6377	2100	5642
A18	7511	9289	8323	8278	4664	4705	4428	4243	3705	4466	2150	2031	6966	2314	6070
A19	8087	9815	8799	8754	4944	4992	4645	4431	3527	4478	2143	2047	7519	2684	6423
K1	4077	3600	2433	2390	2955	2881	3566	3823	6276	5194	7520	7384	5677	6321	2101
K2	4733	5044	3871	3826	2055	2004	2549	2738	4964	4086	6201	6063	5753	5149	2188
K3	6026	6857	5660	5614	2068	2085	2094	2065	3453	3063	4761	4626	6424	4073	3292
K4	6621	7587	6383	6337	2475	2512	2315	2189	2938	2872	4272	4142	6822	3813	3885
K5	7285	8370	7160	7113	3051	3101	2758	2561	2513	2872	3833	3711	7302	3675	4567
Y1	2400	1578	2346	2351	5723	5648	6335	6590	8989	7962	9180	9052	4767	7698	4642
Y2	2581	1895	2103	2097	5114	5040	5726	5980	8382	7352	8739	8609	4812	7297	4069
Y3	2907	2330	2003	1983	4491	4417	5101	5355	7765	6728	8325	8192	4954	6936	3487
Y4	1701	2897	3172	3159	5223	5157	5788	6004	8213	7366	7898	7773	3731	6389	4502
Y5	2576	3286	2966	2939	4242	4177	4802	5018	7249	6381	7341	7210	4236	5924	3613
Y6	1486	3834	4045	4027	5309	5252	5816	5995	7995	7318	7117	6996	2944	5564	4875
Y7	2194	4413	4331	4306	4802	4752	5264	5418	7297	6707	6369	6245	3078	4843	4594
Y8	1745	4914	5162	5143	5826	5780	6259	6393	8108	7642	6421	6309	2005	4806	5668
Y9	2592	5745	5840	5817	5828	5792	6189	6283	7748	7450	5591	5484	2020	3961	5920

Project:
Verkasalo

Licensed user:
FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi
Calculated:
30.9.2024 14.55/3.6.377

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD175x33xHH232,5_108.4dB_NSA2024

Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

Wind speed (in 10 m height):

8,0 m/s

Ground attenuation:

General, terrain specific

Ground factor for porous ground: 0,4

Area object with hard ground: Area object (Roughness): REGIONS_Verkasalo_10.w2r (9)

Area type with hard ground: Vesistöt

Ground factor for hard ground: 0,0

Meteorological coefficient, CO:

0,0 dB

Type of demand in calculation:

1: WTG noise is compared to demand (DK, DE, SE, NL etc.)

Noise values in calculation:

All noise values are mean values (Lwa) (Normal)

Pure tones:

Ignore pure tones setting on WTG

Height above ground level, when no value in NSA object:

4,0 m; Don't allow override of model height with height from NSA object

Uncertainty margin:

0,0 dB; Uncertainty margin in NSA has priority

Deviation from "official" noise demands. Negative is more restrictive, positive is less restrictive.:

0,0 dB(A)

Octave data required

Frequency dependent air absorption

63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]
0,10	0,38	1,12	2,36	4,08	8,78	26,60	95,00

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTG: NORDEX N175 6800 175.0 !O!

Noise: Nordex N175 Third octave sound power level F008_278_A17_EN Revision 01, 2022-05-08

Source Source/Date Creator Edited

Nordex 25.9.2024 USER 25.9.2024 10.22

Status	Hub height [m]	Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]	Pure tones	Octave data								
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
					[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
From Windcat	232,5	8,0	108,4	No	91,2	98,0	101,4	101,9	102,8	100,7	91,4	74,9	

Noise sensitive area: A Laskentapiste_A (Oivo)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: B Laskentapiste_B (Järviojanniittu)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: C Laskentapiste_C (Sorvari)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Project:

Verkasalo

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi

Calculated:

30.9.2024 14.55/3.6.377

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD175x33xHH232,5_108.4dB_NSA2024

Noise sensitive area: D Laskentapiste_D (Sorvari)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: E Laskentapiste_E (Huhtakylä)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: F Laskentapiste_F (Huhtakylä)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: G Laskentapiste_G (Viljamaa)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: H Laskentapiste_H (Karjaneva)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: I Laskentapiste_I (Rautio)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: J Laskentapiste_J (Pöllä)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: K Laskentapiste_K (Mattilanperä)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: L Laskentapiste_L (Mattilanperä)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Project:

Verkasalo

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi

Calculated:

30.9.2024 14.55/3.6.377

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD175x33xHH232,5_108.4dB_NSA2024

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: M Laskentapiste_M (Mäntylä)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: N Laskentapiste_N (Nevaranta)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: O Laskentapiste_O (Huhtala)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

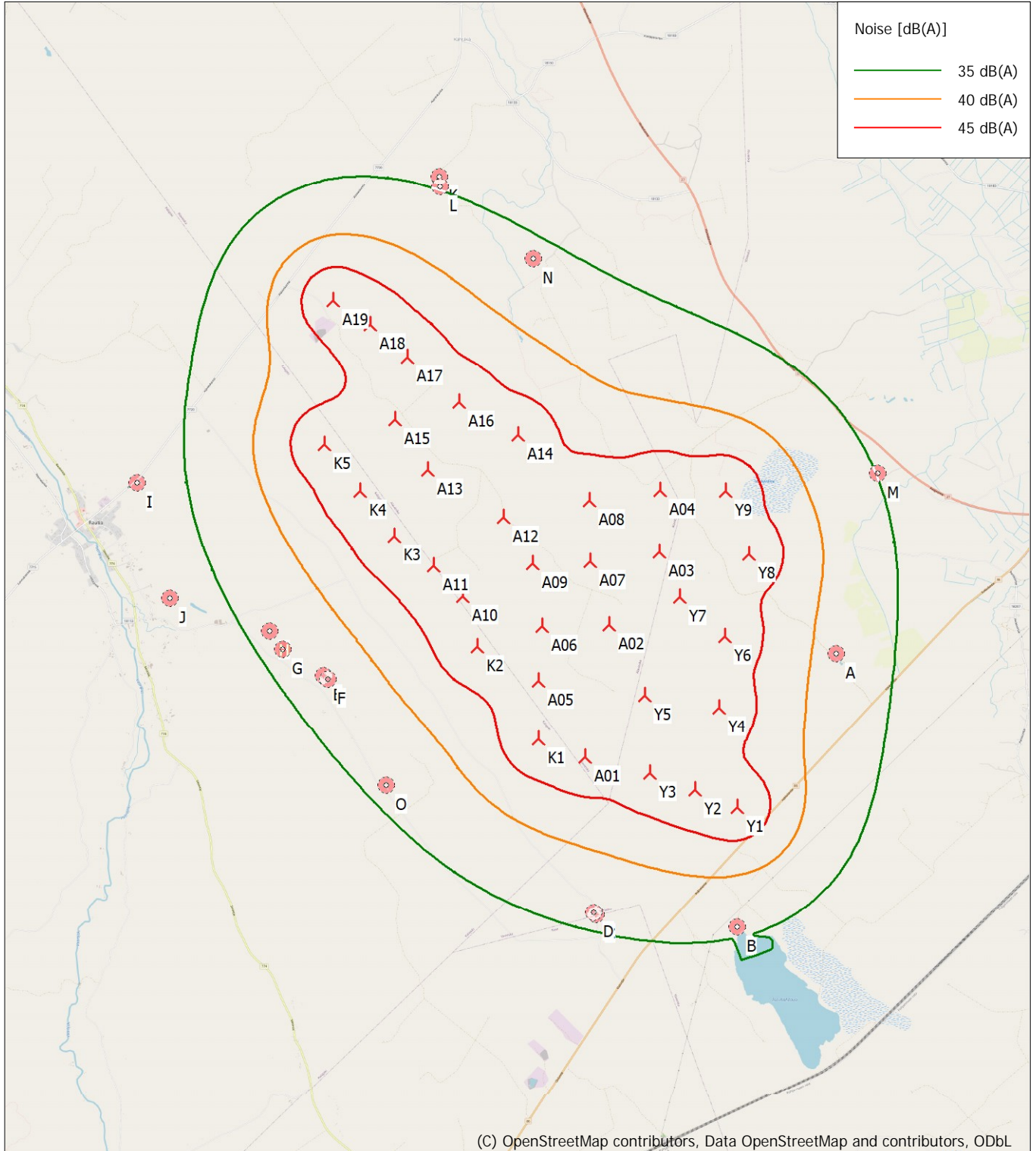
Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

DECIBEL - Map 8,0 m/s

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD175x33xHH232,5_108.4dB_NSA2024



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL



Map: EMD OpenStreetMap, Print scale 1:75 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 369 660 North: 7 107 649

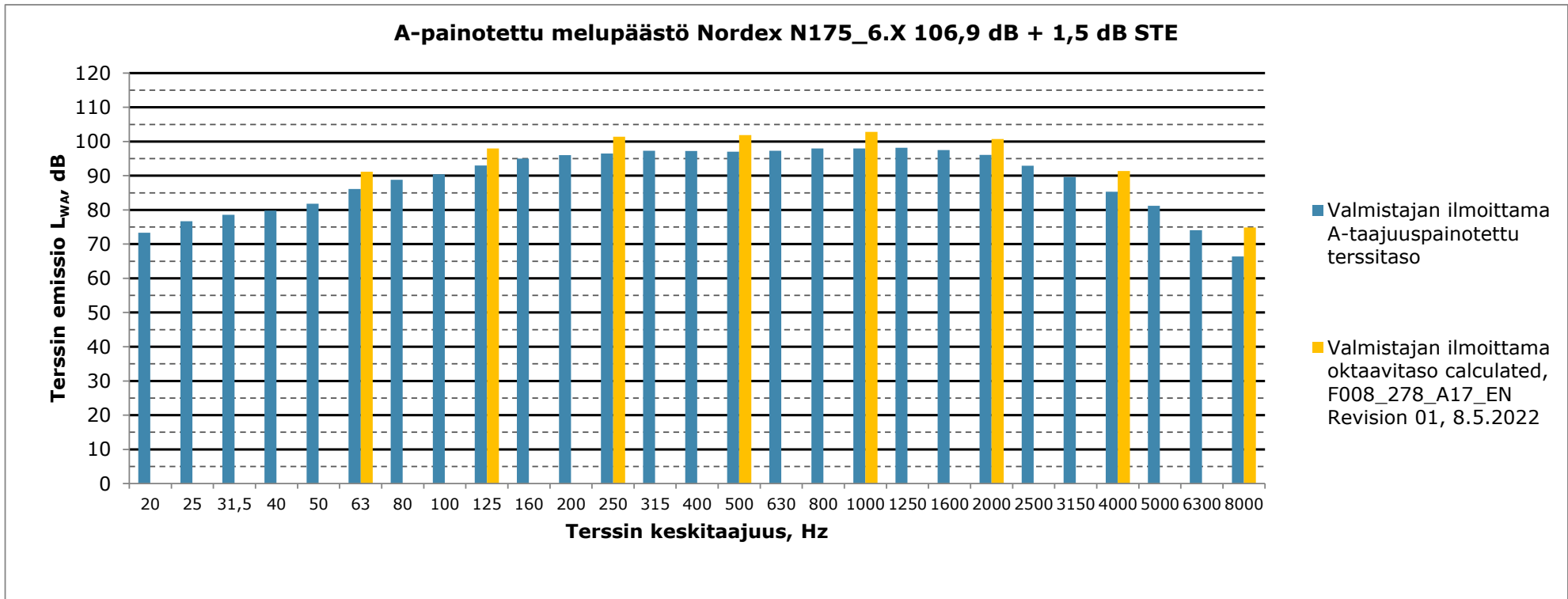
📍 New WTG

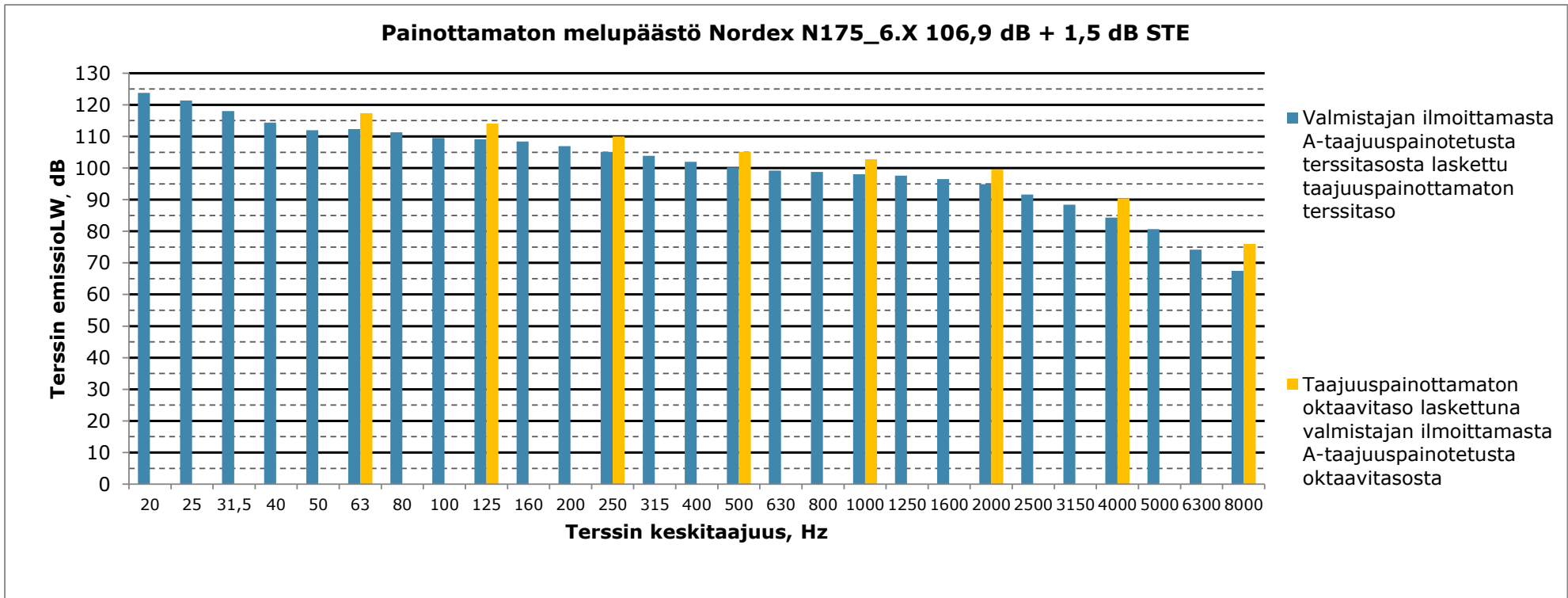
📍 Noise sensitive area

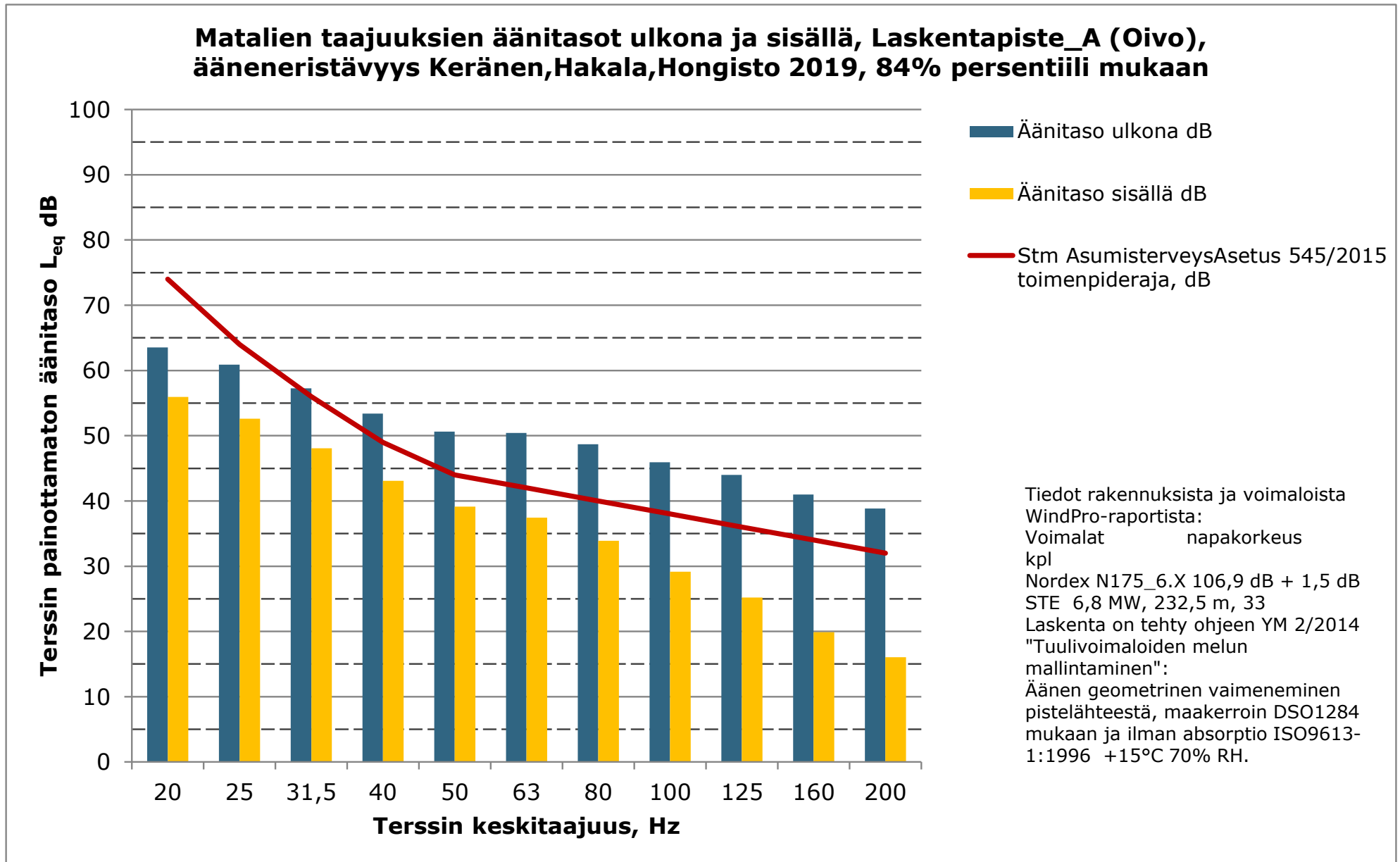
Noise calculation model: ISO 9613-2 General. Wind speed: 8,0 m/s
Height above sea level from active line object

8.10.2024

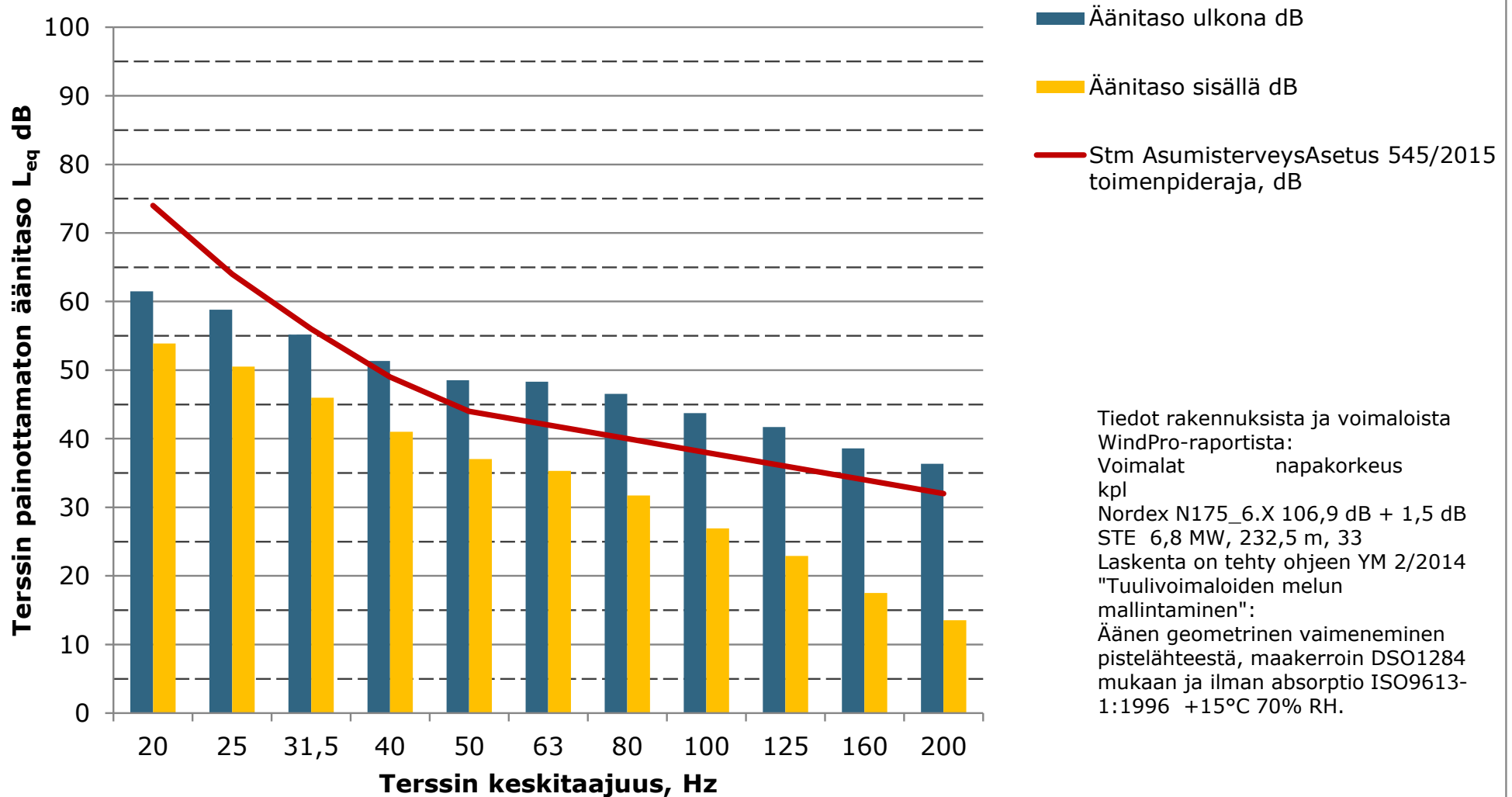
Liite 2. Verkasalon tuulivoimahanke – matalataajuisen melun rakennuskohtaiset arvot kaavaehdotusvaiheen voimalasijoittelulla

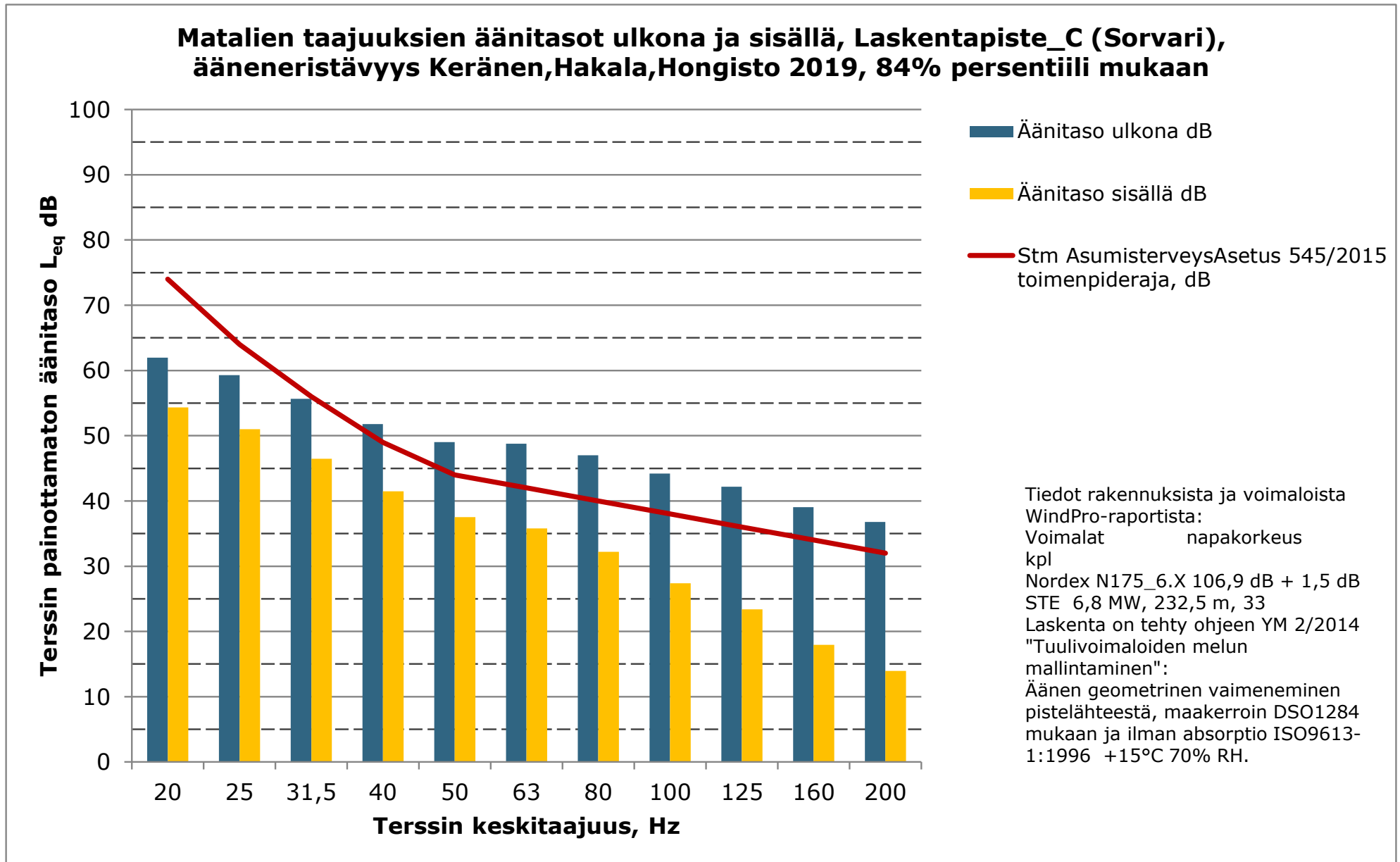


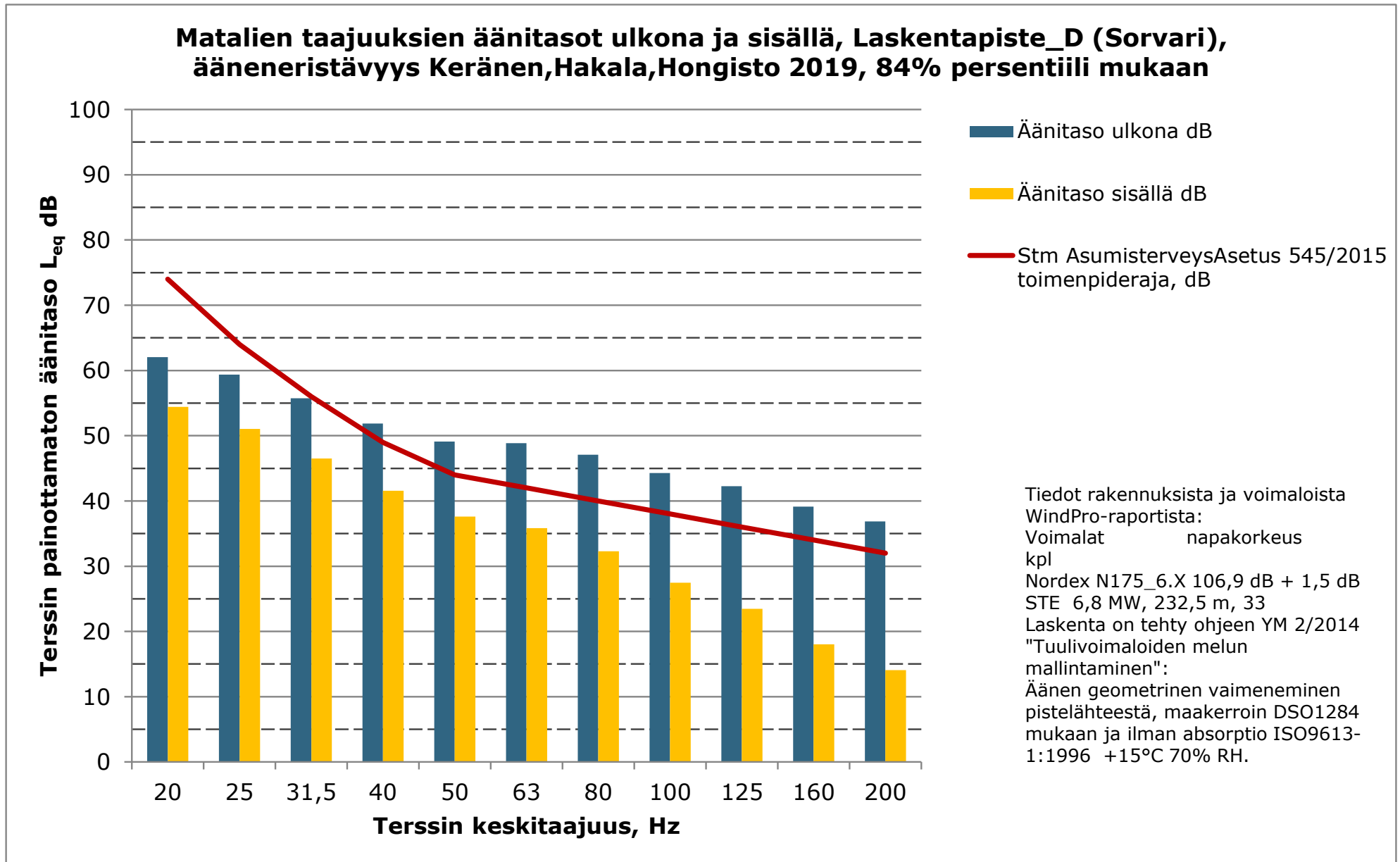


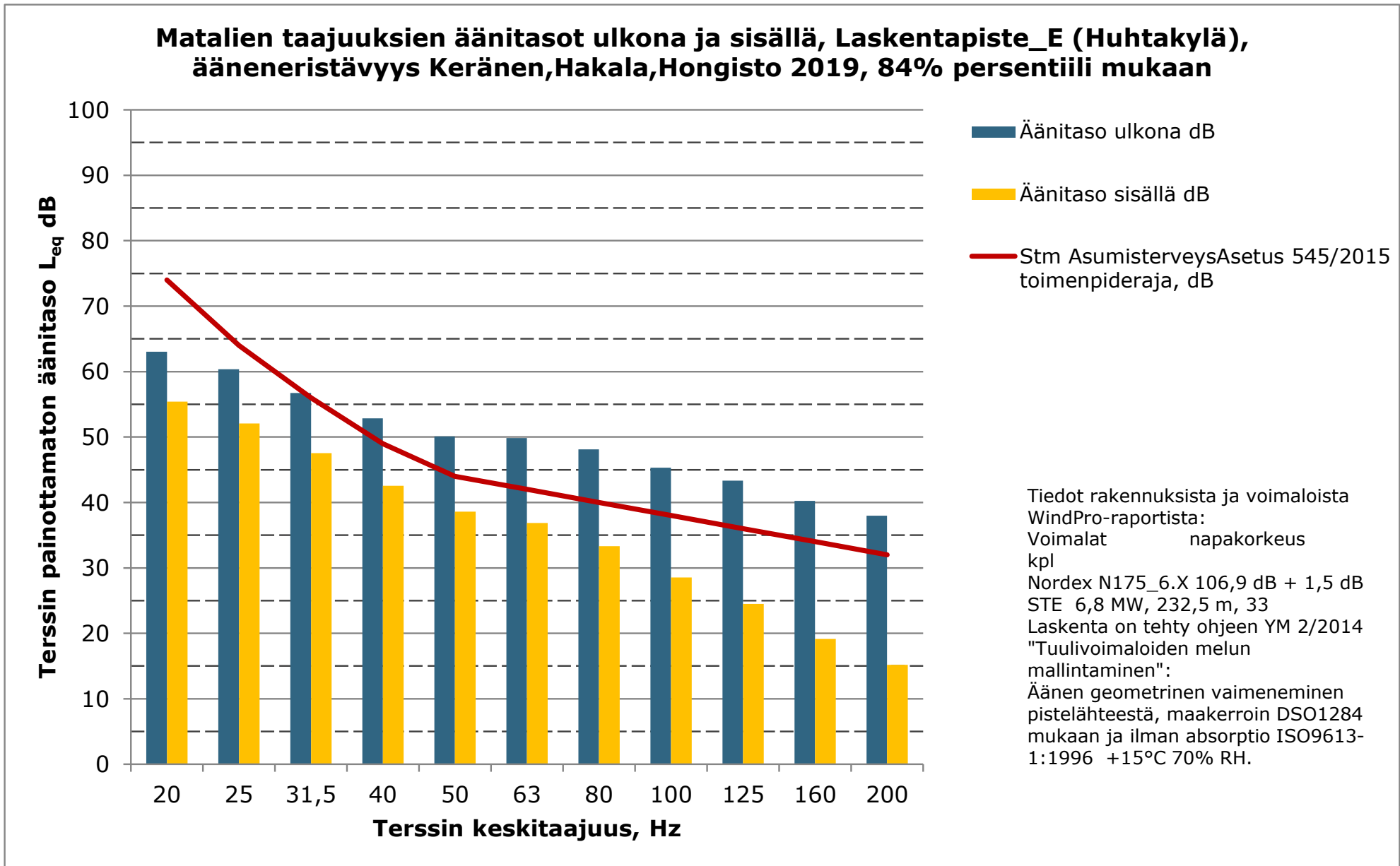


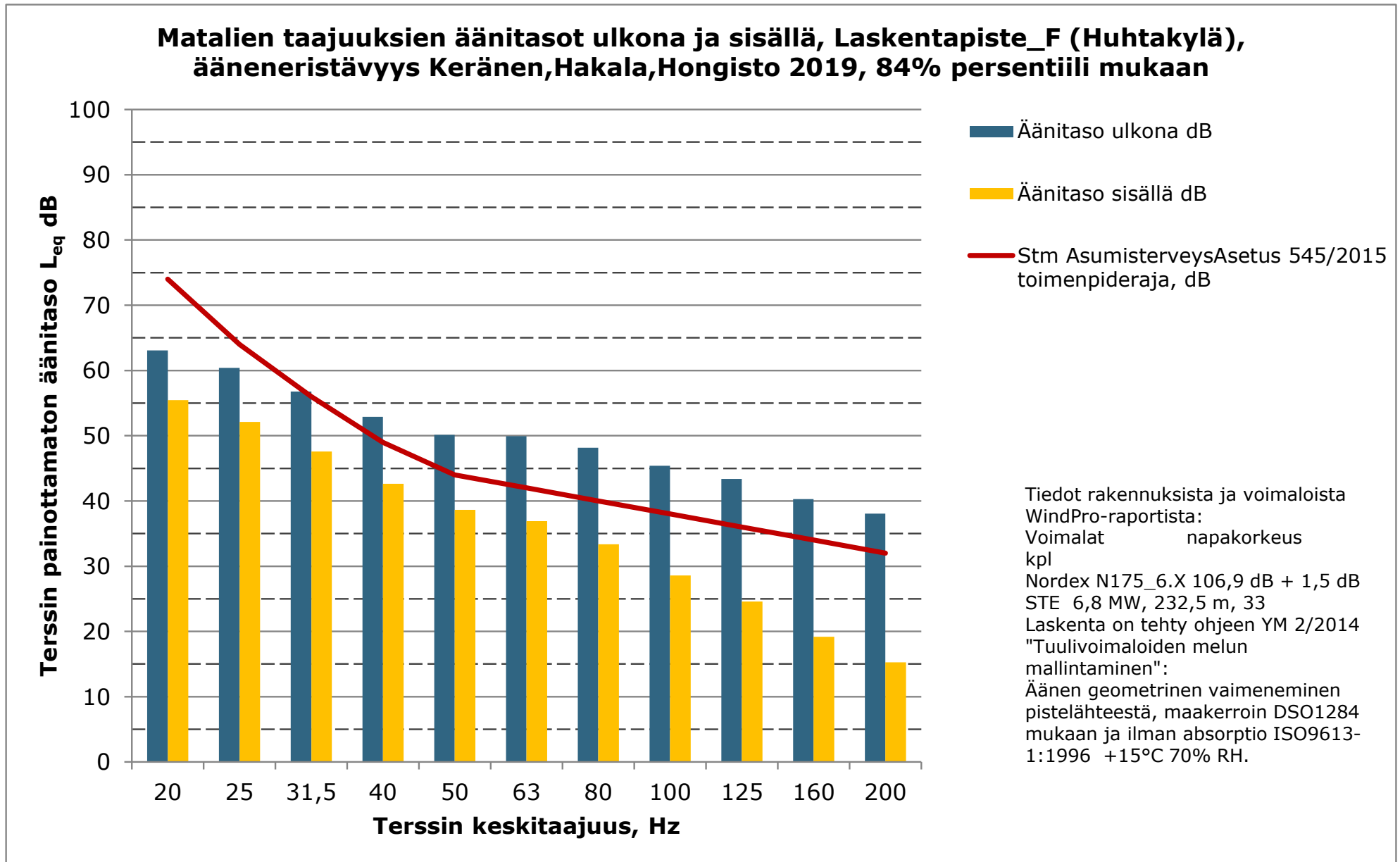
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Laskentapiste_B
(Järviojanniittu), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%
persentiili mukaan**

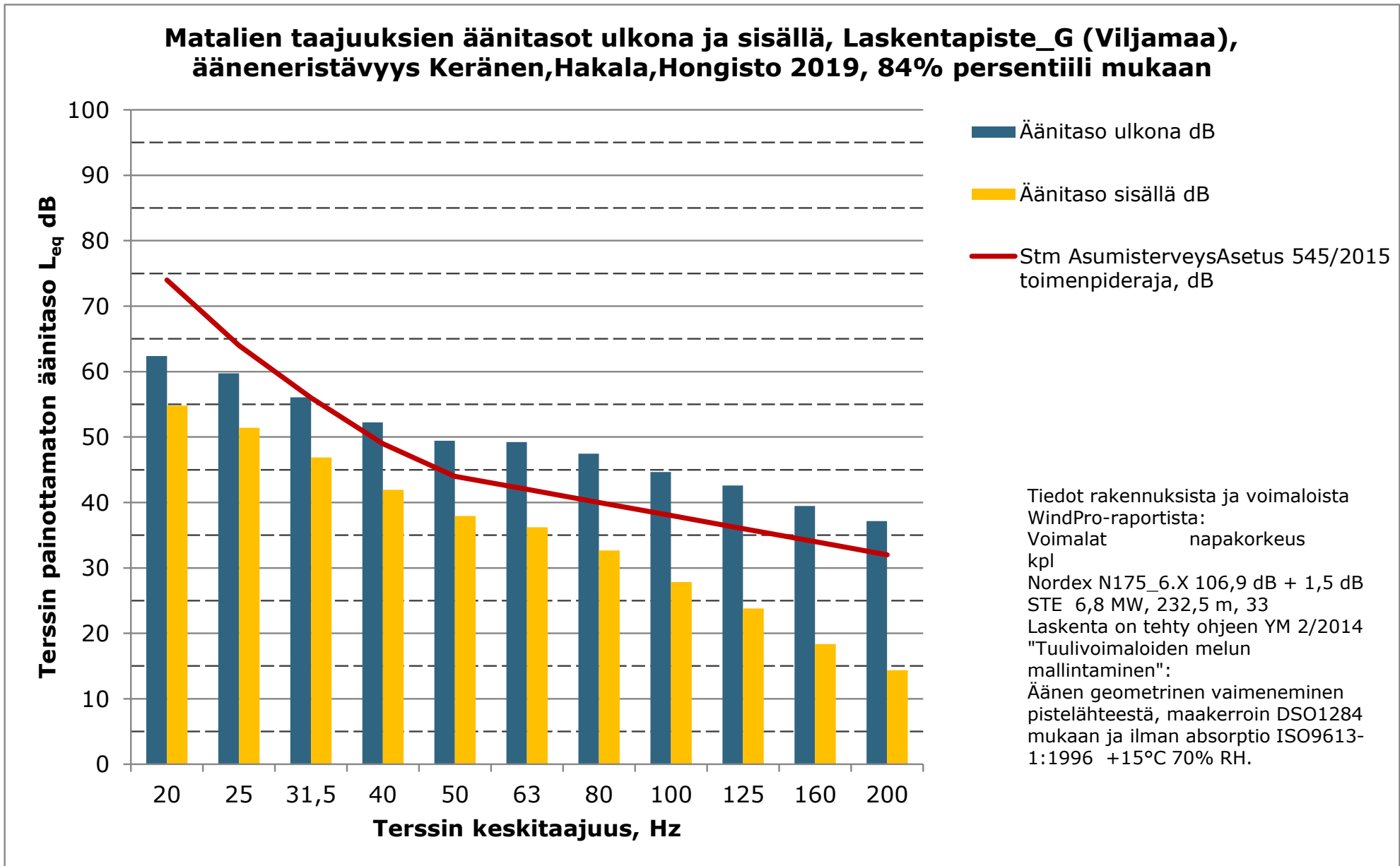


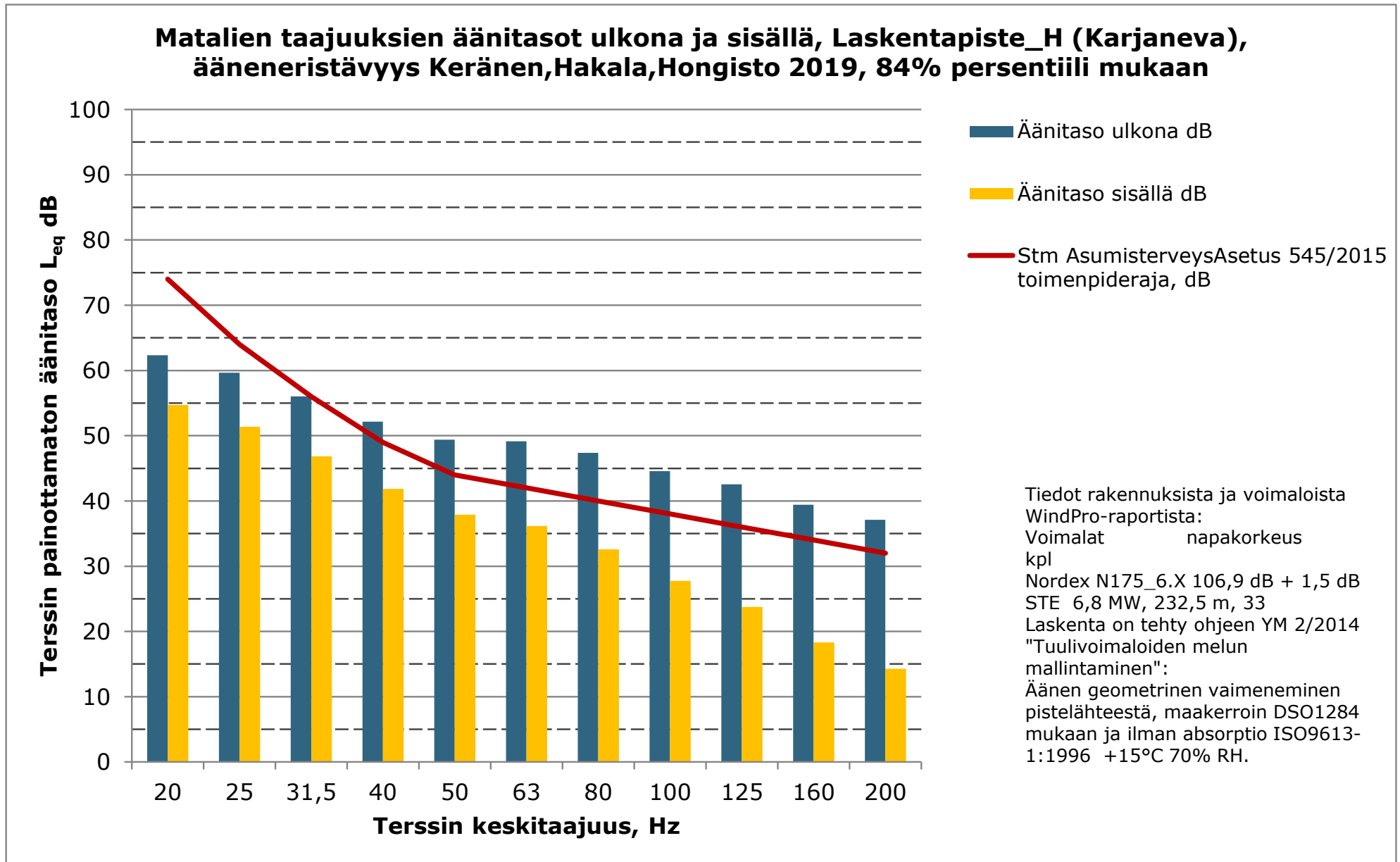


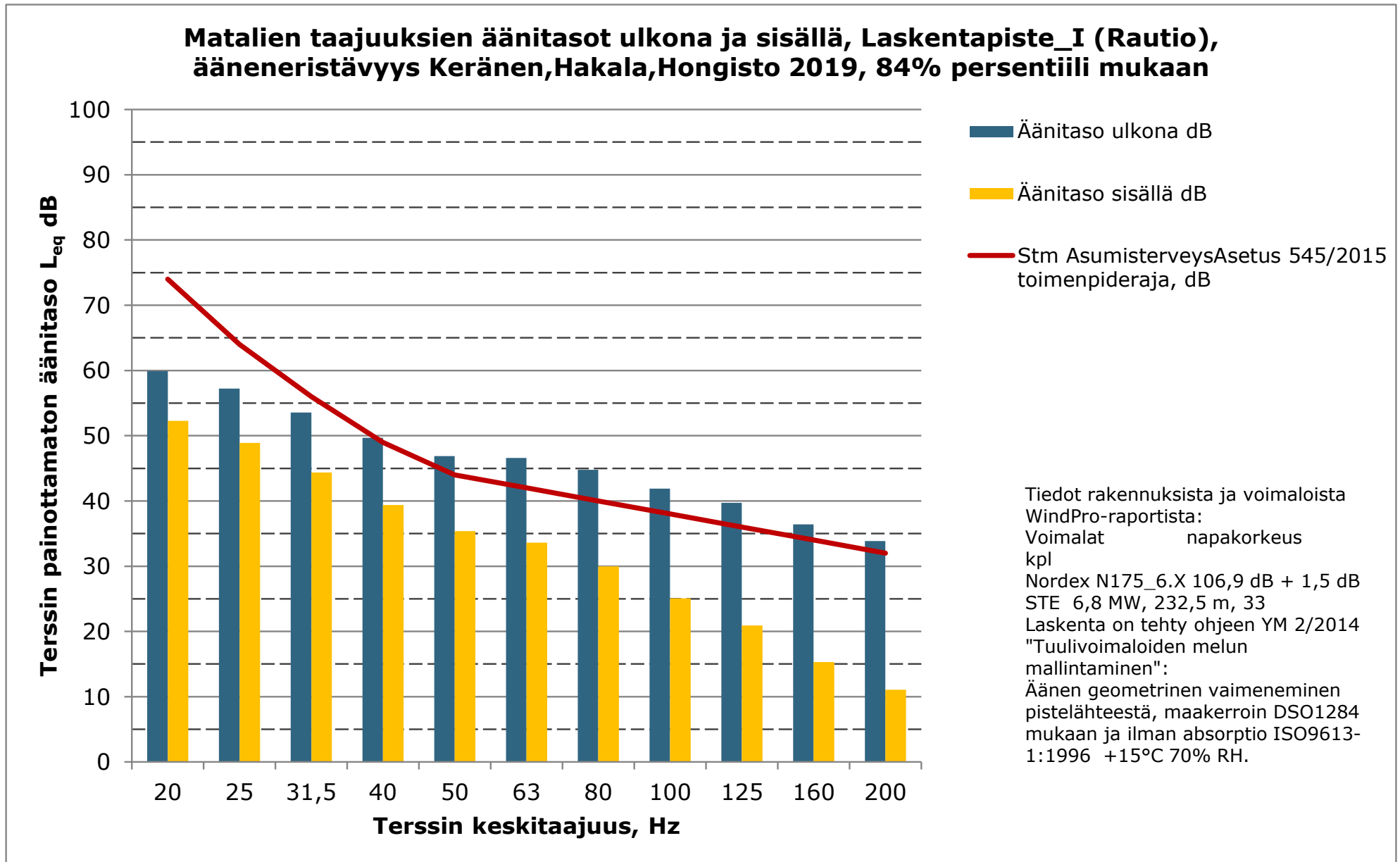




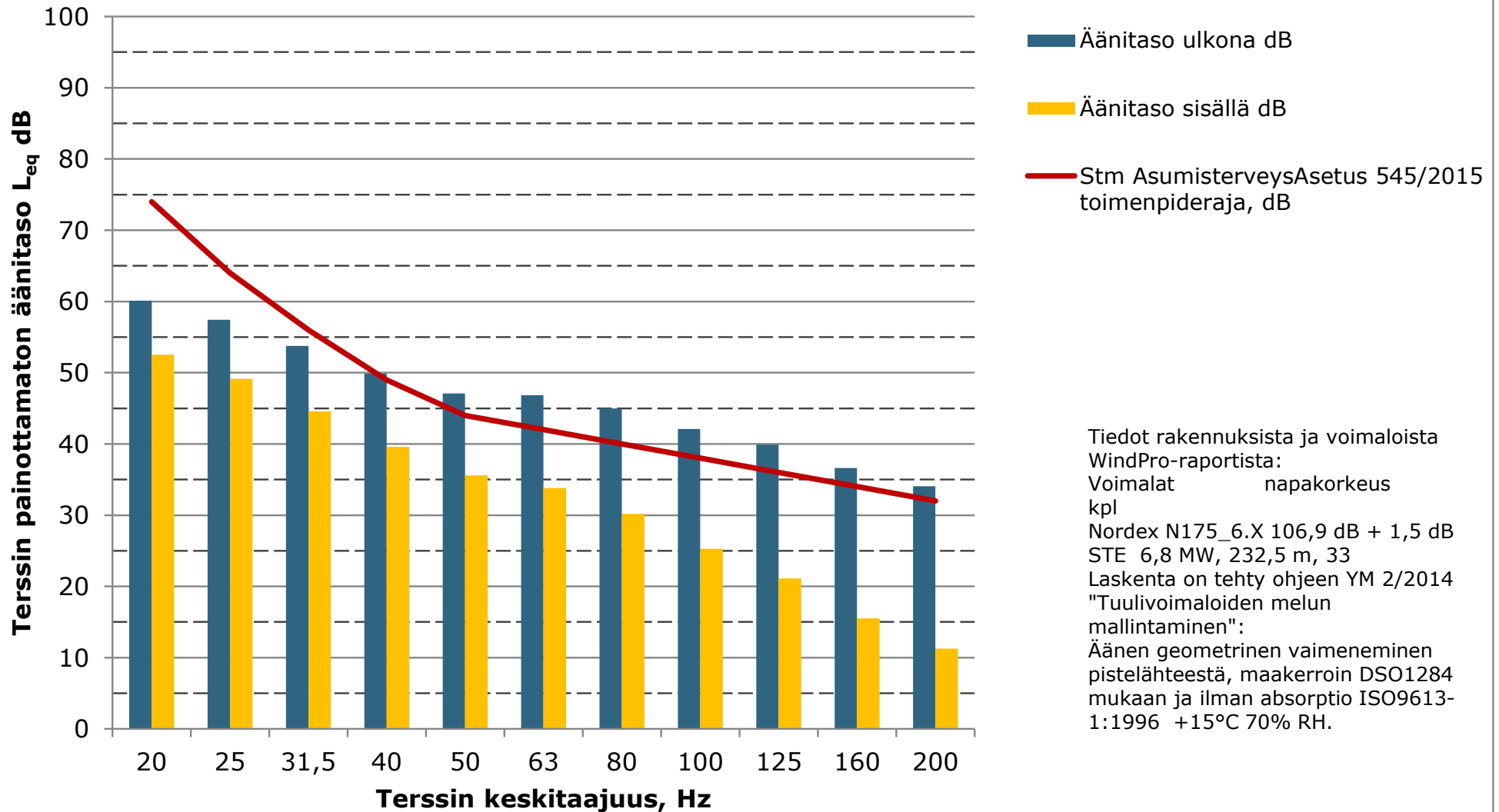




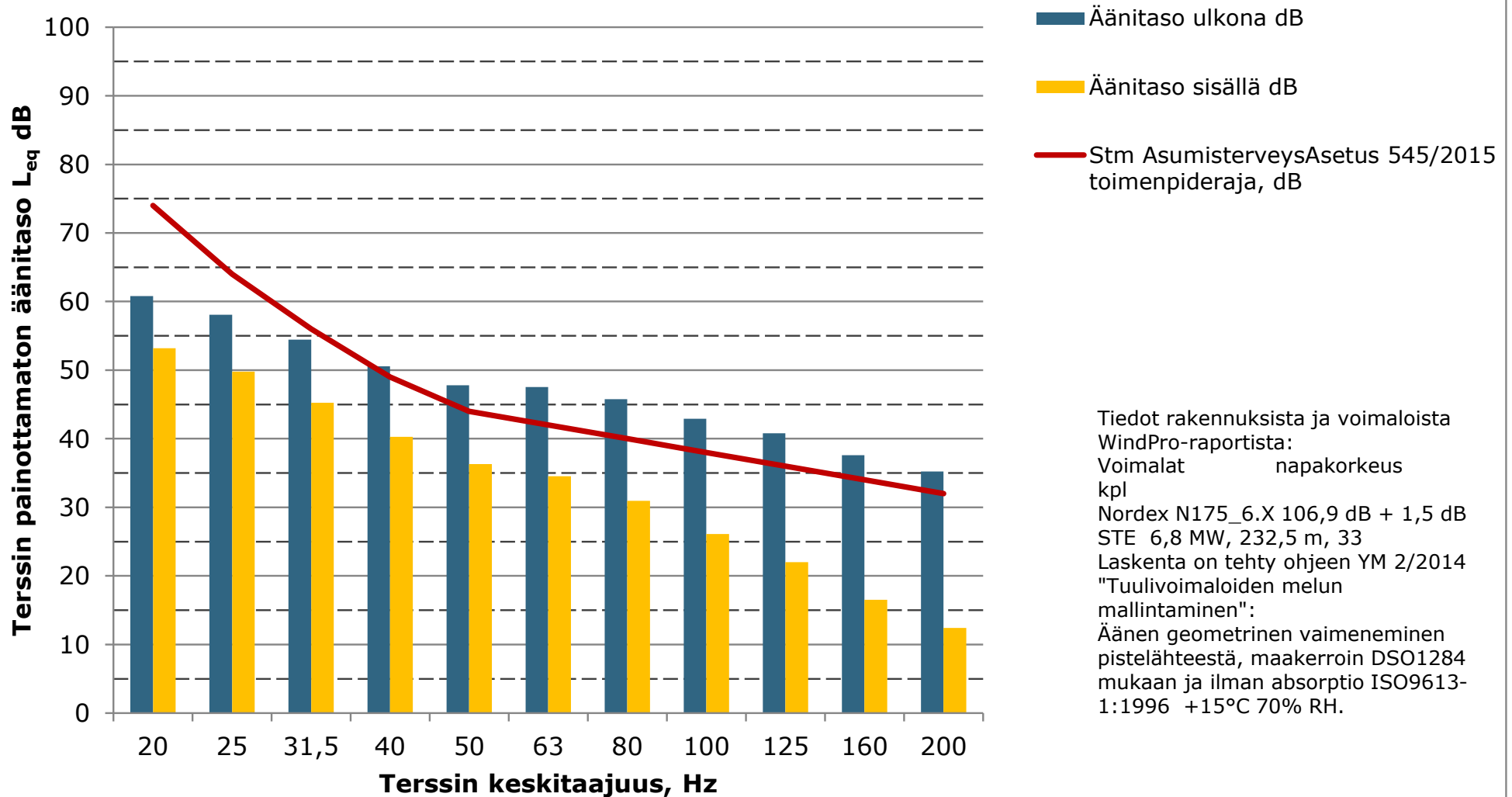




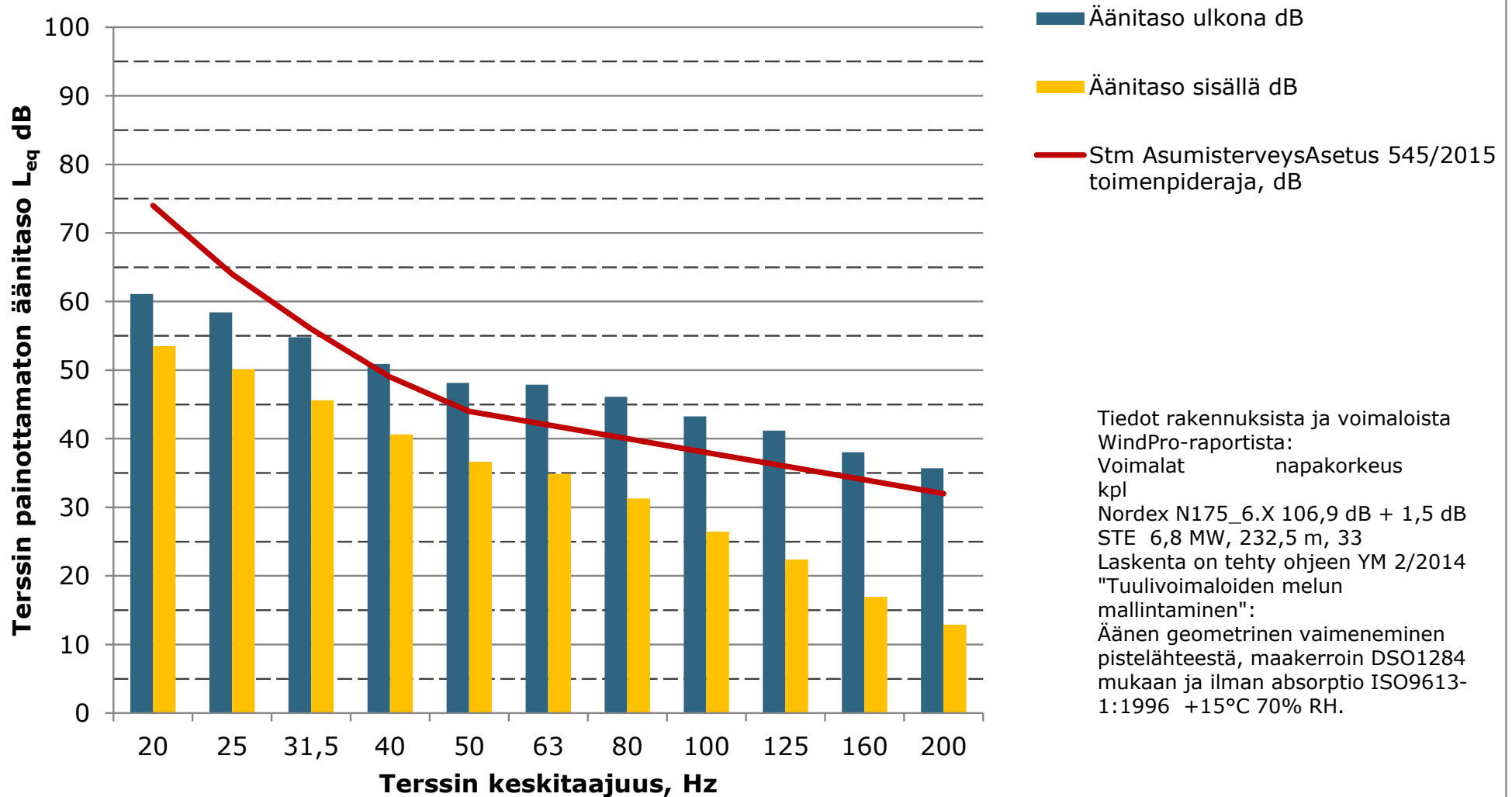
Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Laskentapiste_J (Pöllä), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84% persentiili mukaan

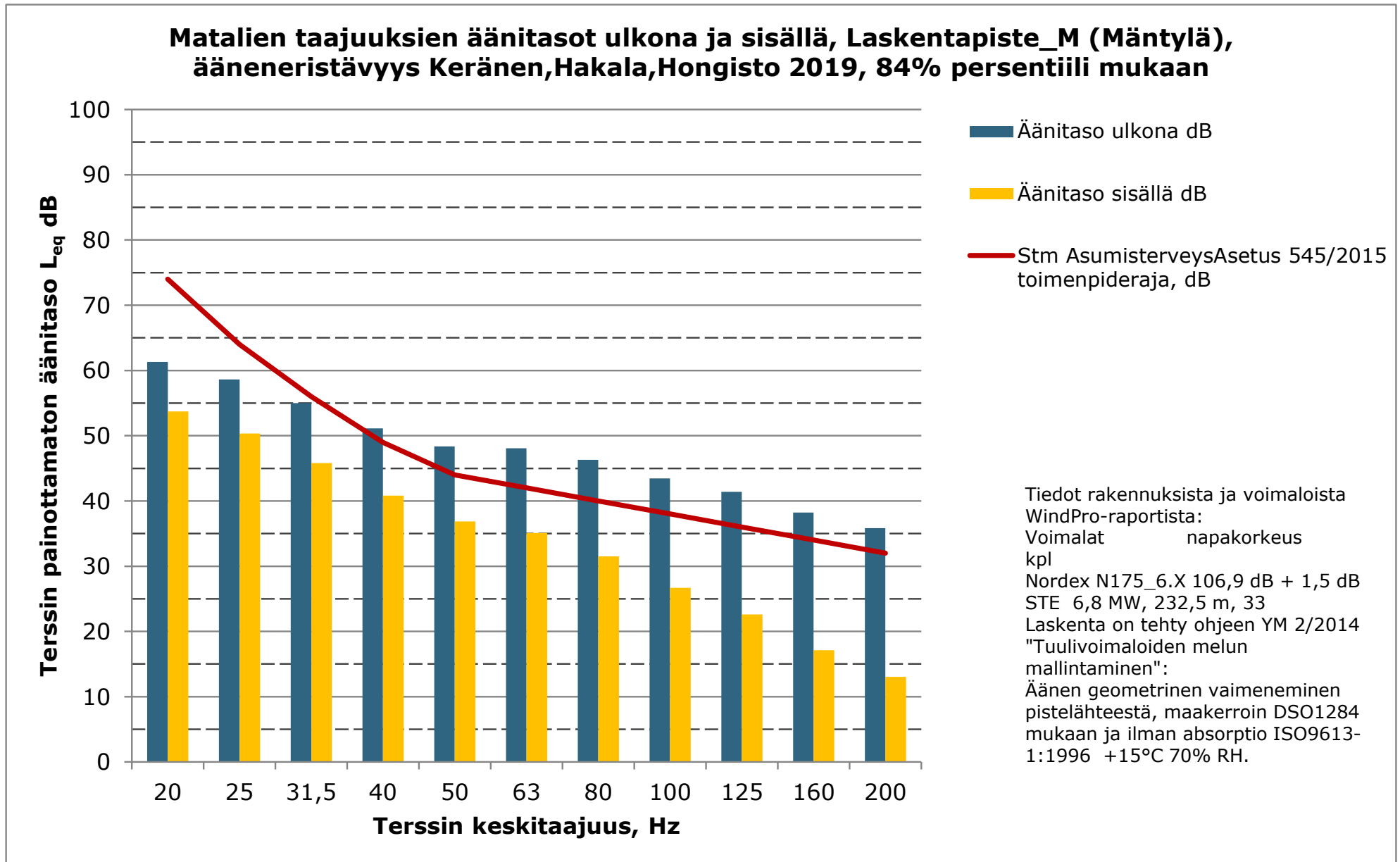


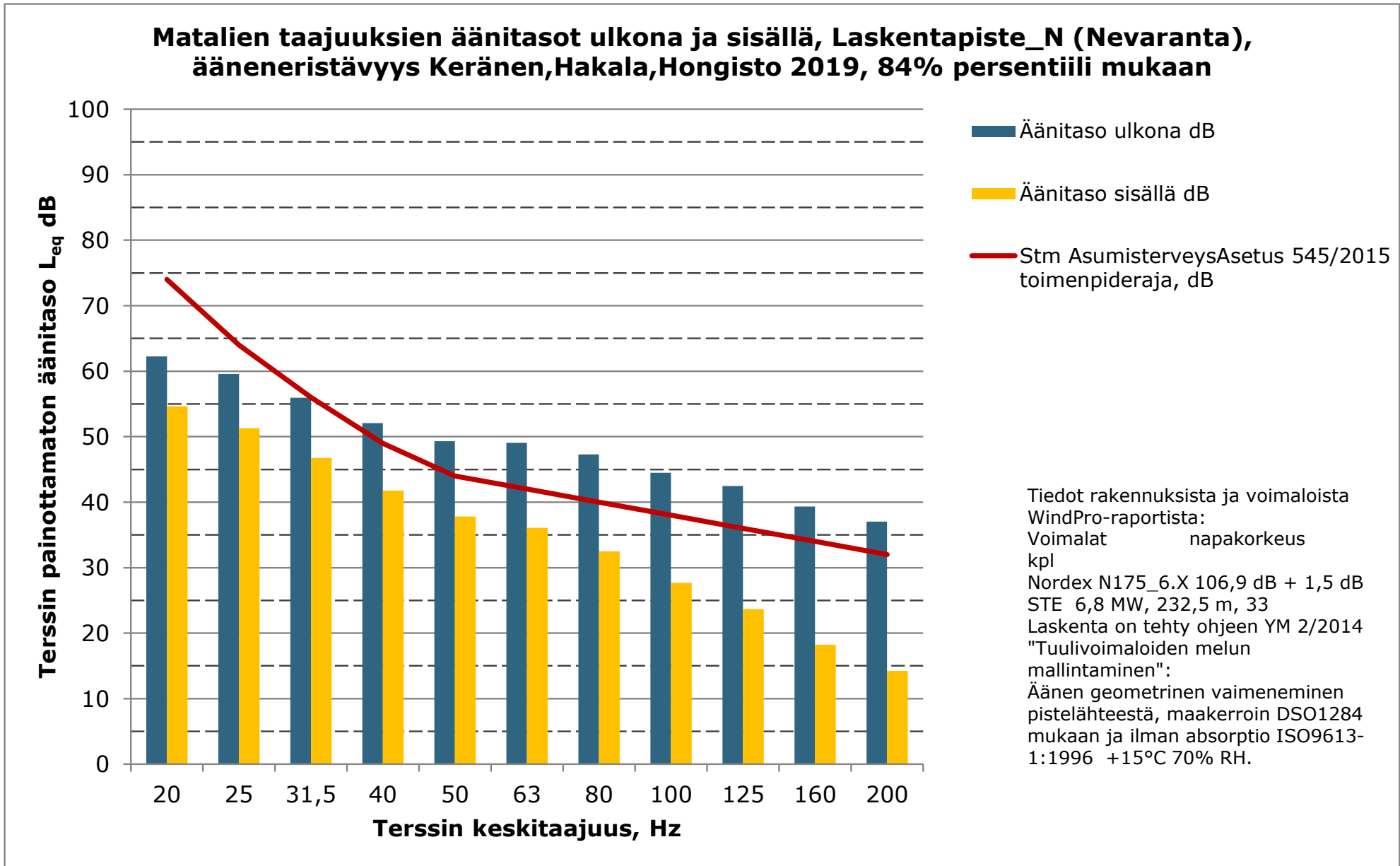
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Laskentapiste_K
(Mattilanperä), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%
persentiili mukaan**

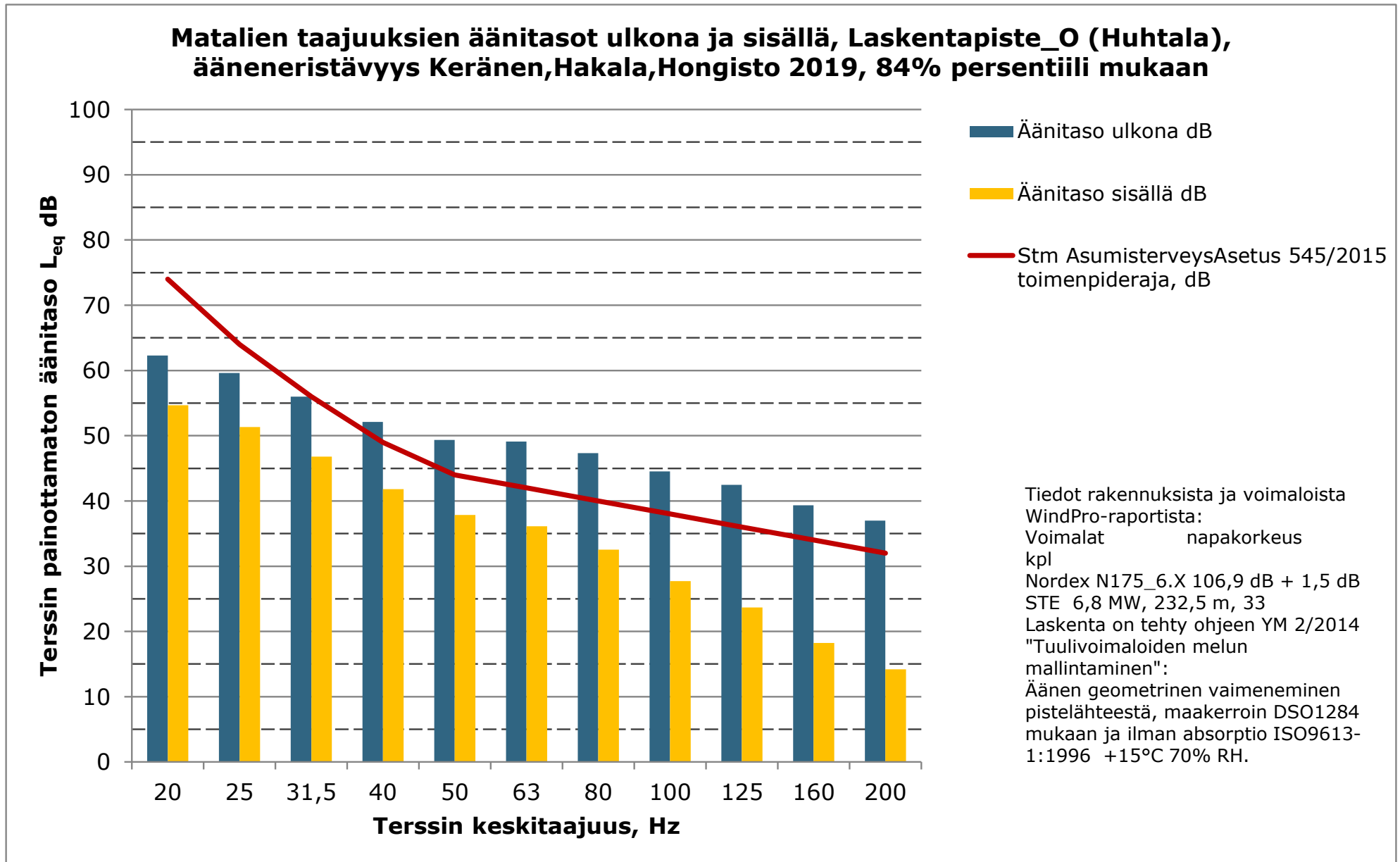


**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Laskentapiste_L
(Mattilanperä), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%
persentiili mukaan**









8.10.2024

Liite 3. Verkasalon tuulivoimahanke – varjostusmallinnuksen tulokset ”real case, no forest” kaavaehdotusvaiheen voimalasijoittelulla

SHADOW - Main Result

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_real case_no forest

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade
Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 3 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
0,77 2,46 4,42 6,93 8,81 9,87 9,13 6,84 4,43 2,23 0,93 0,26

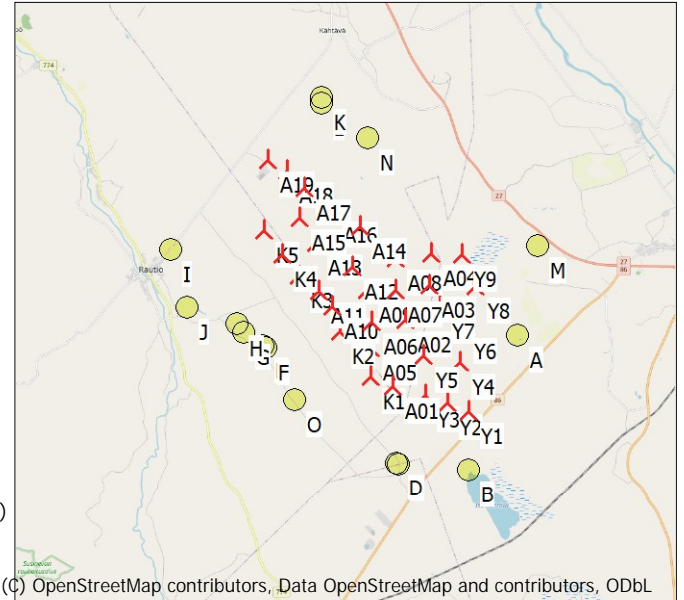
Operational time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
582 416 379 381 540 772 981 1 114 913 655 550 602 7 885

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Height Contours: CONTOURLINE_Verkasalo_1.wpo (1)
Obstacles used in calculation
Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
A01	370 157	7 104 947	72,9	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A02	370 543	7 106 676	73,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A03	371 238	7 107 605	69,2	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A04	371 294	7 108 416	65,1	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A05	369 591	7 105 980	71,1	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A06	369 659	7 106 694	74,7	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A07	370 332	7 107 513	67,4	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A08	370 357	7 108 328	65,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A09	369 568	7 107 523	70,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A10	368 628	7 107 123	70,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A11	368 271	7 107 554	68,6	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A12	369 220	7 108 143	65,1	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A13	368 250	7 108 818	65,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A14	369 453	7 109 216	65,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A15	367 846	7 109 496	67,5	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A16	368 697	7 109 688	65,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A17	368 044	7 110 302	63,9	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A18	367 570	7 110 755	62,5	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A19	367 103	7 111 094	62,5	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
K1	369 554	7 105 205	72,5	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
K2	368 792	7 106 464	70,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
K3	367 766	7 107 968	67,5	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
K4	367 345	7 108 566	67,5	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
K5	366 897	7 109 210	67,5	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y1	372 136	7 104 203	80,9	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y2	371 581	7 104 458	80,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y3	371 006	7 104 701	80,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y4	371 942	7 105 520	73,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y5	370 978	7 105 727	77,5	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y6	372 059	7 106 460	70,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y7	371 486	7 107 001	70,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y8	372 422	7 107 527	67,9	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y9	372 152	7 108 371	64,3	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7



SHADOW - Main Result

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_real case_no forest

Shadow receptor-Input

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation	Slope of	Direction mode	Eye height
				[m]	[m]	[m]	a.g.l.	window		(ZVI) a.g.l.
							[m]	[°]		[m]
A	Laskentapiste_A (Oivo)	373 516	7 106 167	70,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
B	Laskentapiste_B (Järviojanniittu)	372 065	7 102 626	82,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
C	Laskentapiste_C (Sorvari)	370 211	7 102 863	82,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
D	Laskentapiste_D (Sorvari)	370 180	7 102 899	82,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
E	Laskentapiste_E (Huhtakylä)	366 759	7 106 162	67,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
F	Laskentapiste_F (Huhtakylä)	366 819	7 106 110	67,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
G	Laskentapiste_G (Viljamaa)	366 243	7 106 530	65,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
H	Laskentapiste_H (Karjaneva)	366 073	7 106 785	64,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
I	Laskentapiste_I (Rautio)	364 417	7 108 809	61,2	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
J	Laskentapiste_J (Pöllä)	364 785	7 107 263	61,9	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
K	Laskentapiste_K (Mattilanperä)	368 566	7 112 661	59,4	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
L	Laskentapiste_L (Mattilanperä)	368 569	7 112 523	60,1	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
M	Laskentapiste_M (Mäntylä)	374 166	7 108 516	60,2	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
N	Laskentapiste_N (Nevaranta)	369 753	7 111 523	57,6	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
O	Laskentapiste_O (Huhtala)	367 519	7 104 685	70,6	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values
		Shadow hours
		per year
		[h/year]
A	Laskentapiste_A (Oivo)	9:07
B	Laskentapiste_B (Järviojanniittu)	0:00
C	Laskentapiste_C (Sorvari)	0:00
D	Laskentapiste_D (Sorvari)	0:00
E	Laskentapiste_E (Huhtakylä)	7:21
F	Laskentapiste_F (Huhtakylä)	10:23
G	Laskentapiste_G (Viljamaa)	0:00
H	Laskentapiste_H (Karjaneva)	6:43
I	Laskentapiste_I (Rautio)	0:00
J	Laskentapiste_J (Pöllä)	0:00
K	Laskentapiste_K (Mattilanperä)	0:00
L	Laskentapiste_L (Mattilanperä)	2:50
M	Laskentapiste_M (Mäntylä)	3:16
N	Laskentapiste_N (Nevaranta)	0:00
O	Laskentapiste_O (Huhtala)	0:00

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Expected
		[h/year]
A01	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (661)	0:00
A02	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (667)	0:00
A03	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (663)	0:00
A04	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (666)	0:00
A05	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (679)	0:00
A06	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (673)	0:00
A07	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (680)	0:00
A08	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (656)	0:00
A09	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (676)	0:00
A10	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (649)	4:01
A11	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (662)	6:30
A12	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (675)	0:00
A13	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (678)	0:00
A14	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (651)	0:00
A15	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (672)	0:00
A16	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (655)	0:00
A17	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (671)	0:00
A18	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (669)	1:23
A19	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (664)	1:26
K1	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (652)	0:00
K2	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (657)	3:15

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_real case_no forest

...continued from previous page

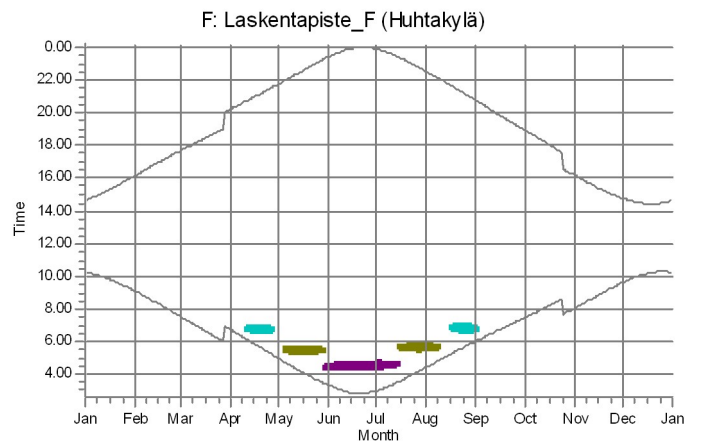
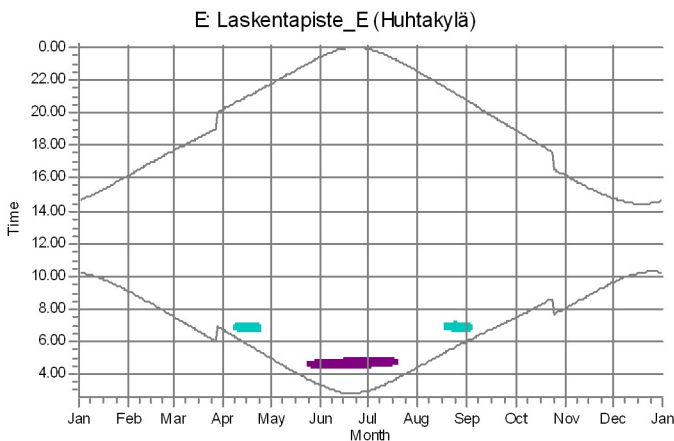
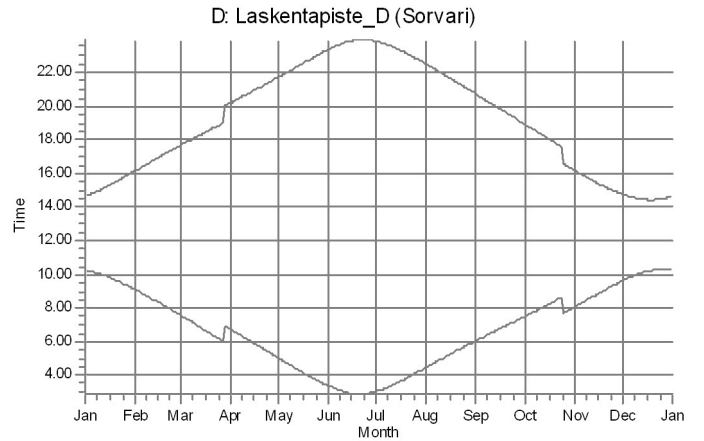
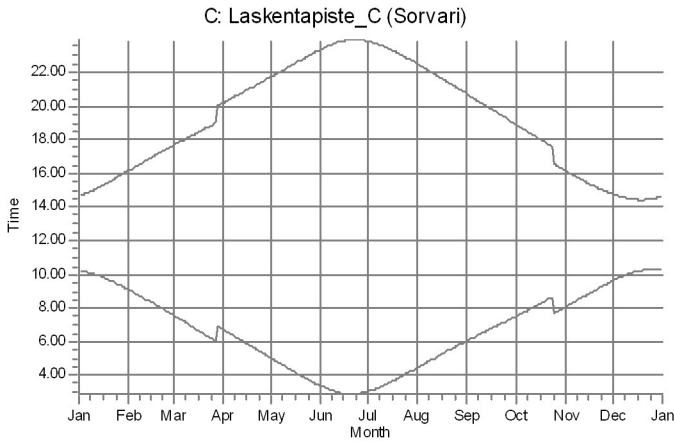
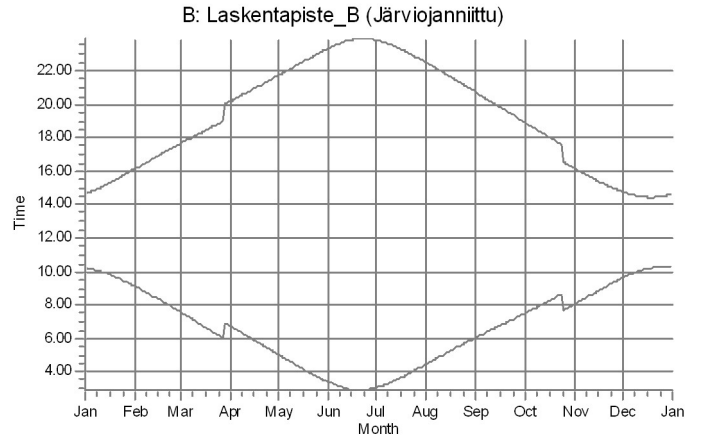
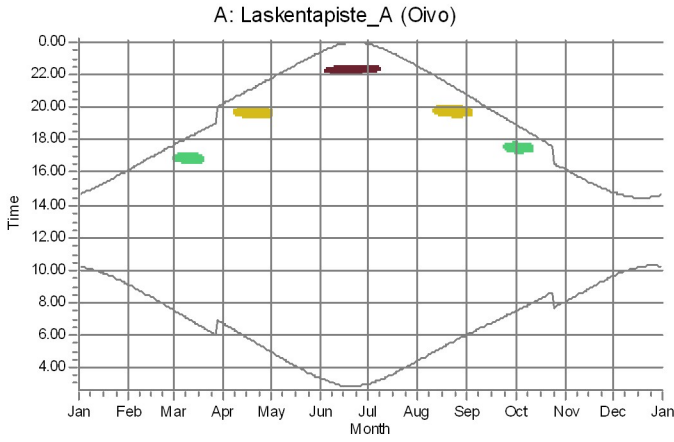
No.	Name	Expected [h/year]
K3	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (653)	6:43
K4	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (659)	0:00
K5	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (650)	0:00
Y1	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (648)	0:00
Y2	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (668)	0:00
Y3	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (670)	0:00
Y4	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (654)	2:12
Y5	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (674)	0:00
Y6	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (660)	4:29
Y7	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (677)	0:00
Y8	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (665)	3:56
Y9	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (658)	1:46

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.







The calculation of the total expected values for a given receptor assumes a weighted average directional reduction for all WTGs contributing to shadow flicker within the same day. In the case where shadow flicker from different WTGs is not concurrent within the day, the total expected time at a given receptor may deviate marginally from the individual flicker time caused by each turbine separately.

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_real case_no forest

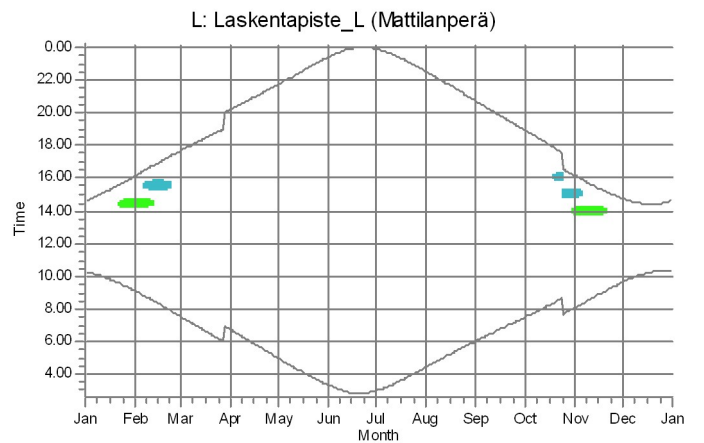
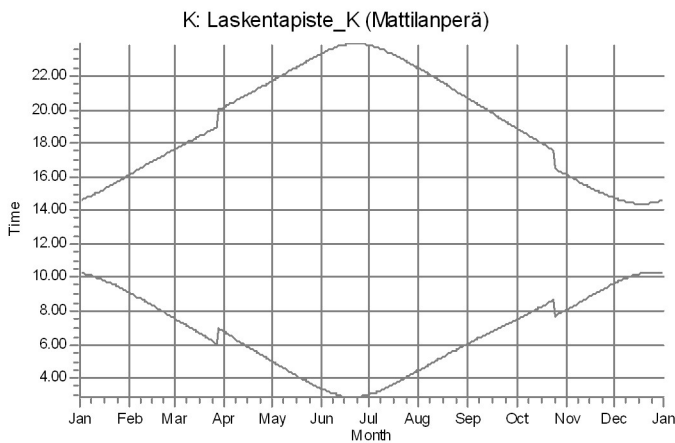
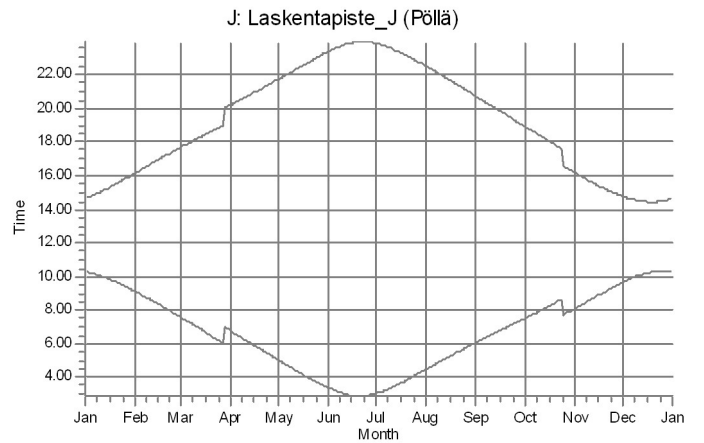
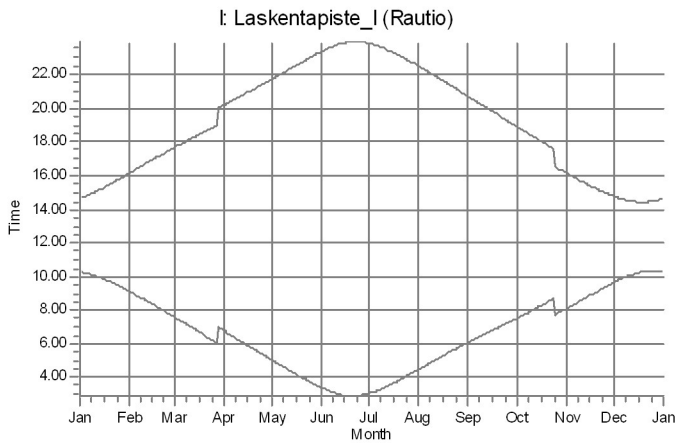
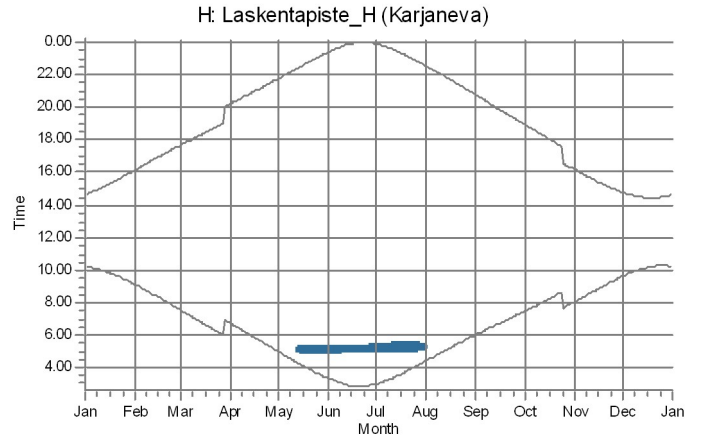
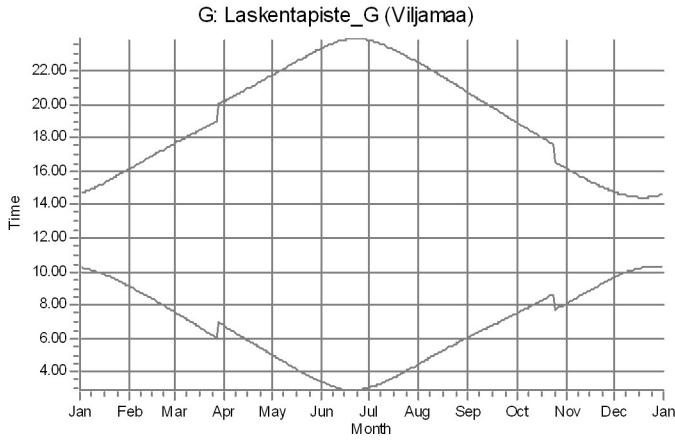


WTGs

 A10: Generic RD200 HH220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (649)	 K2: Generic RD200 HH220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (657)	 Y6: Generic RD200 HH220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (660)
 A11: Generic RD200 HH220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (662)	 Y4: Generic RD200 HH220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (654)	 Y8: Generic RD200 HH220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (665)

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_real case_no forest

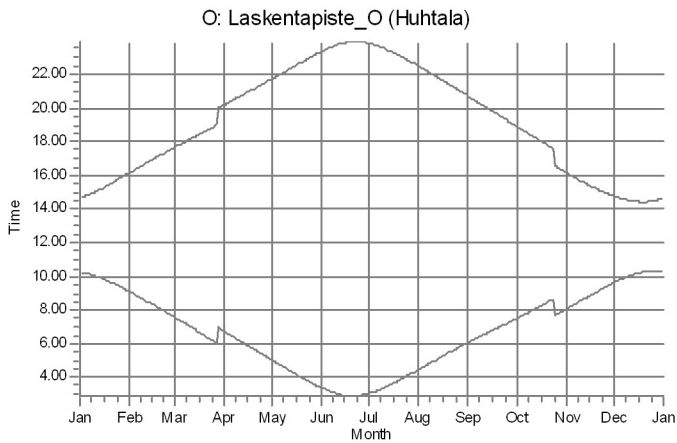
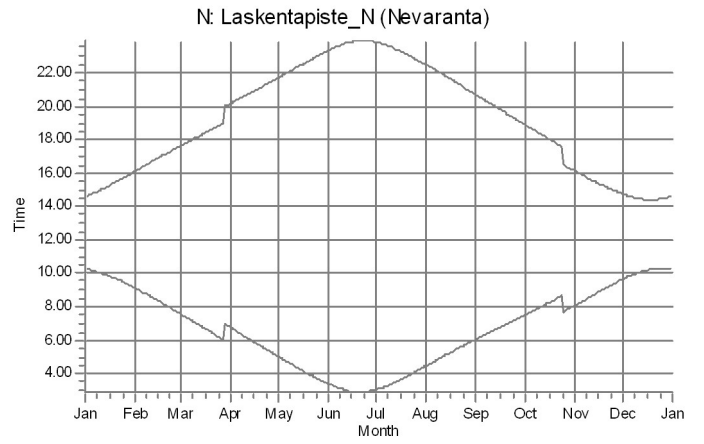
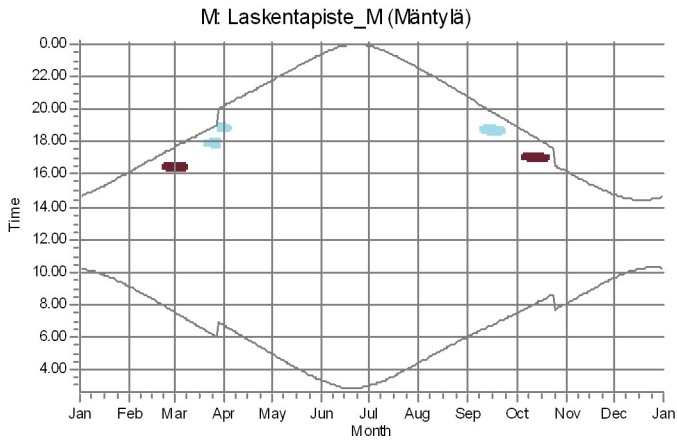


WTGs

A18: Generic RD200 HH220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (669) A19: Generic RD200 HH220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (664) K3: Generic RD200 HH220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (653)

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_real case_no forest

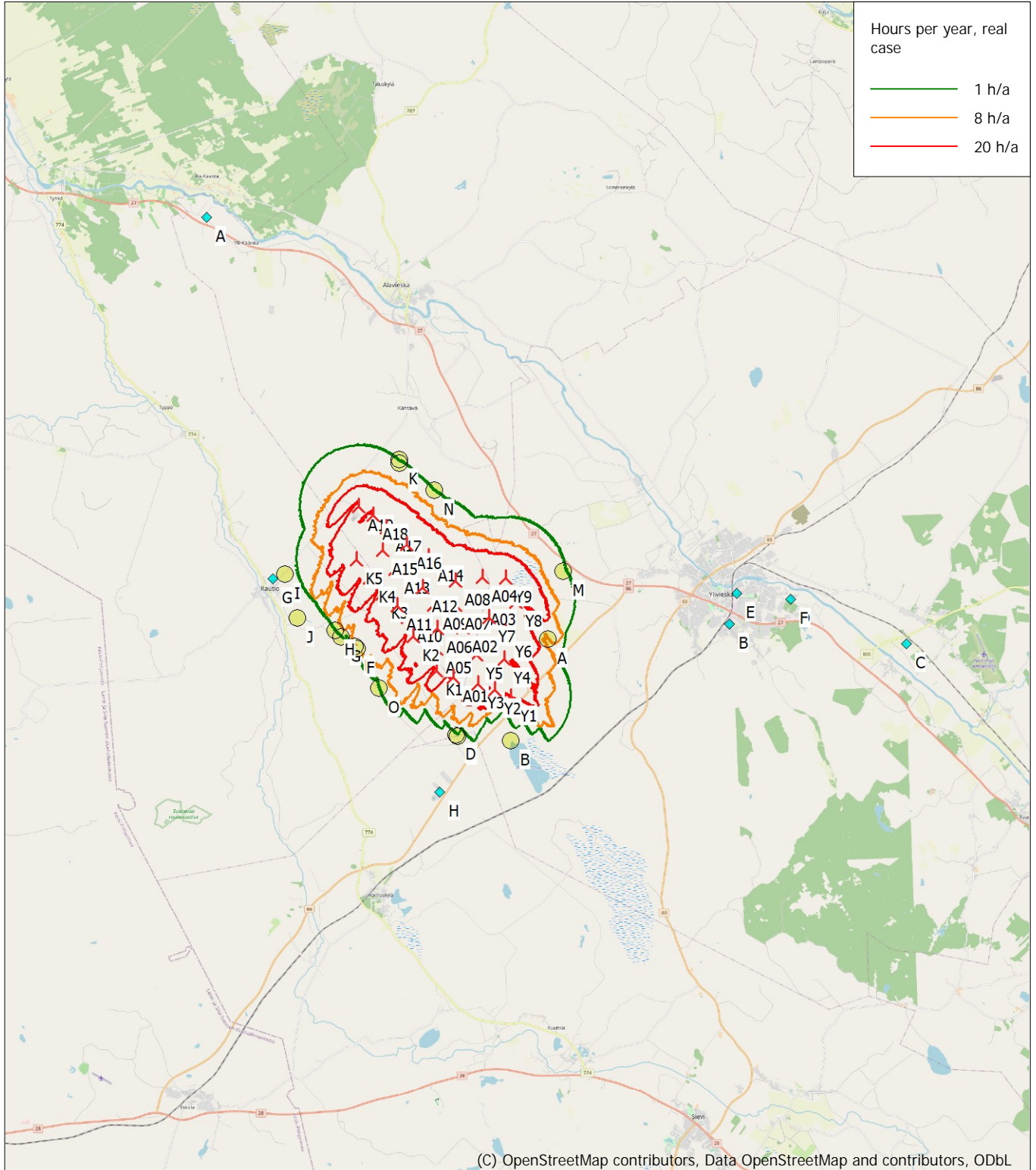


WTGs

Y8: Generic RD200 HH220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (665) Y9: Generic RD200 HH220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (658)

SHADOW - Map

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_real case_no forest



Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:200 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 373 401 North: 7 108 783
New WTG Obstacle Shadow receptor
Flicker map level: Height Contours: CONTOURLINE_Verkasalo_1.wpo (1)
Time step: 3 minutes, Day step: 7 days, Map resolution: 20 m, Visibility resolution: 10 m, Eye height: 1,5 m

8.10.2024

**Liite 4. Verkasalon tuulivoimahanke – varjostusmallinnuksen tulokset ”real case, luke forest”
kaavaehdotusvaiheen voimalasijoittelulla**

SHADOW - Main Result

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_real case_Luke forest

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade
Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 3 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

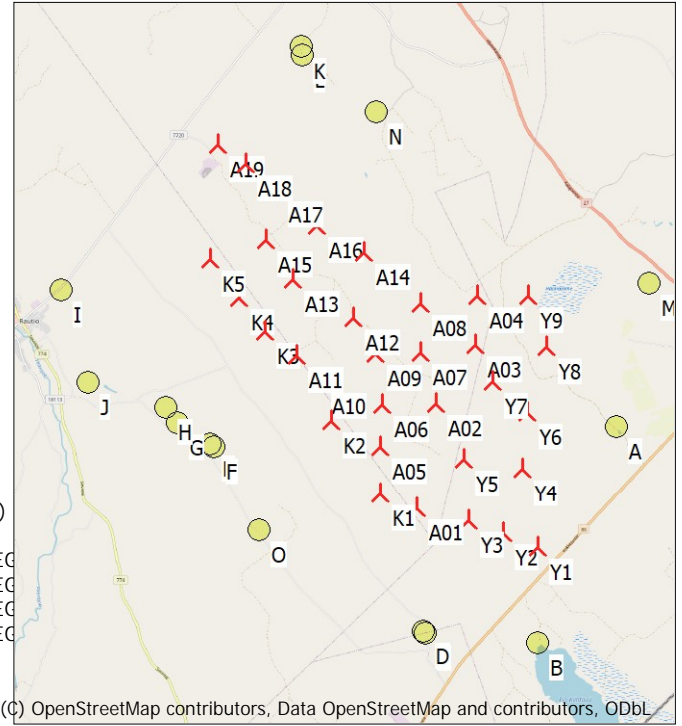
Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
0,77 2,46 4,42 6,93 8,81 9,87 9,13 6,84 4,43 2,23 0,93 0,26

Operational time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
582 416 379 381 540 772 981 1 114 913 655 550 602 7 885

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Height Contours: CONTOURLINE_Verkasalo_1.wpo (1)
Area object(s) used in calculation:
Area object (Heights a.g.l. for e.g. Forest (ORA tool) or ZVI obstructions): REG
Area object (Heights a.g.l. for e.g. Forest (ORA tool) or ZVI obstructions): REG
Area object (Heights a.g.l. for e.g. Forest (ORA tool) or ZVI obstructions): REG
Area object (Heights a.g.l. for e.g. Forest (ORA tool) or ZVI obstructions): REG
Obstacles used in calculation
Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Shadow data					
					Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM	
			[m]										
A01	370 157	7 104 947	72,9	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
A02	370 543	7 106 676	73,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
A03	371 238	7 107 605	69,2	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
A04	371 294	7 108 416	65,1	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
A05	369 591	7 105 980	71,1	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
A06	369 659	7 106 694	74,7	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
A07	370 332	7 107 513	67,4	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
A08	370 357	7 108 328	65,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
A09	369 568	7 107 523	70,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
A10	368 628	7 107 123	70,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
A11	368 271	7 107 554	68,6	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
A12	369 220	7 108 143	65,1	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
A13	368 250	7 108 818	65,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
A14	369 453	7 109 216	65,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
A15	367 846	7 109 496	67,5	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
A16	368 697	7 109 688	65,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
A17	368 044	7 110 302	63,9	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
A18	367 570	7 110 755	62,5	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
A19	367 103	7 111 094	62,5	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
K1	369 554	7 105 205	72,5	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
K2	368 792	7 106 464	70,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
K3	367 766	7 107 968	67,5	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
K4	367 345	7 108 566	67,5	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
K5	366 897	7 109 210	67,5	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
Y1	372 136	7 104 203	80,9	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
Y2	371 581	7 104 458	80,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
Y3	371 006	7 104 701	80,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
Y4	371 942	7 105 520	73,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
Y5	370 978	7 105 727	77,5	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
Y6	372 059	7 106 460	70,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
Y7	371 486	7 107 001	70,0	Generic RD200 HH220 6800 ... Yes	Generic	RD200	HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_real case_Luke forest

...continued from previous page

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
Y8	372 422	7 107 527	67,9	Generic RD200 HH220 6800 ...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y9	372 152	7 108 371	64,3	Generic RD200 HH220 6800 ...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7

Shadow receptor-Input

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window [°]	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l. [m]
A	Laskentapiste_A (Oivo)	373 516	7 106 167	70,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
B	Laskentapiste_B (Järviojanniittu)	372 065	7 102 626	82,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
C	Laskentapiste_C (Sorvari)	370 211	7 102 863	82,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
D	Laskentapiste_D (Sorvari)	370 180	7 102 899	82,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
E	Laskentapiste_E (Huhtakylä)	366 759	7 106 162	67,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
F	Laskentapiste_F (Huhtakylä)	366 819	7 106 110	67,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
G	Laskentapiste_G (Viljamaa)	366 243	7 106 530	65,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
H	Laskentapiste_H (Karjaneva)	366 073	7 106 785	64,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
I	Laskentapiste_I (Rautio)	364 417	7 108 809	61,2	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
J	Laskentapiste_J (Pöllä)	364 785	7 107 263	61,9	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
K	Laskentapiste_K (Mattilanperä)	368 566	7 112 661	59,4	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
L	Laskentapiste_L (Mattilanperä)	368 569	7 112 523	60,1	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
M	Laskentapiste_M (Mäntylä)	374 166	7 108 516	60,2	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
N	Laskentapiste_N (Nevaranta)	369 753	7 111 523	57,6	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
O	Laskentapiste_O (Huhtala)	367 519	7 104 685	70,6	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values Shadow hours per year [h/year]
A	Laskentapiste_A (Oivo)	2:26
B	Laskentapiste_B (Järviojanniittu)	0:00
C	Laskentapiste_C (Sorvari)	0:00
D	Laskentapiste_D (Sorvari)	0:00
E	Laskentapiste_E (Huhtakylä)	5:05
F	Laskentapiste_F (Huhtakylä)	0:00
G	Laskentapiste_G (Viljamaa)	0:00
H	Laskentapiste_H (Karjaneva)	6:43
I	Laskentapiste_I (Rautio)	0:00
J	Laskentapiste_J (Pöllä)	0:00
K	Laskentapiste_K (Mattilanperä)	0:00
L	Laskentapiste_L (Mattilanperä)	2:50
M	Laskentapiste_M (Mäntylä)	0:00
N	Laskentapiste_N (Nevaranta)	0:00
O	Laskentapiste_O (Huhtala)	0:00

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Expected [h/year]
A01	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (661)	0:00
A02	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (667)	0:00
A03	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (663)	0:00
A04	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (666)	0:00
A05	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (679)	0:00
A06	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (673)	0:00
A07	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (680)	0:00
A08	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (656)	0:00
A09	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (676)	0:00
A10	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (649)	0:00
A11	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (662)	5:05
A12	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (675)	0:00

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_real case_Luke forest

...continued from previous page

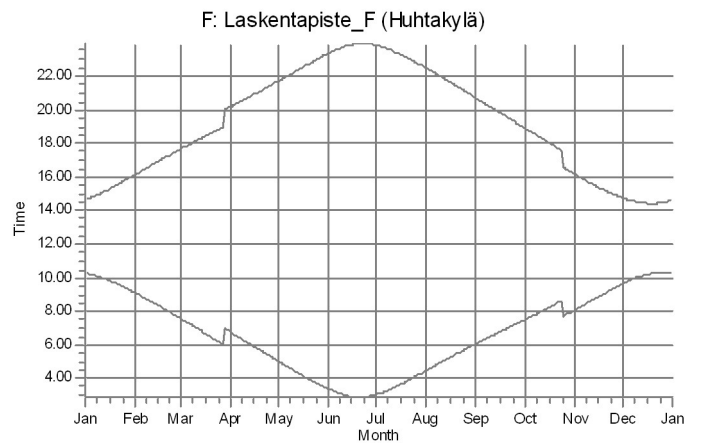
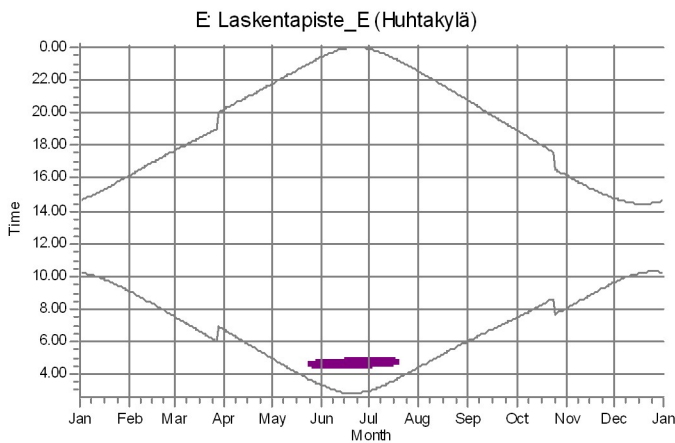
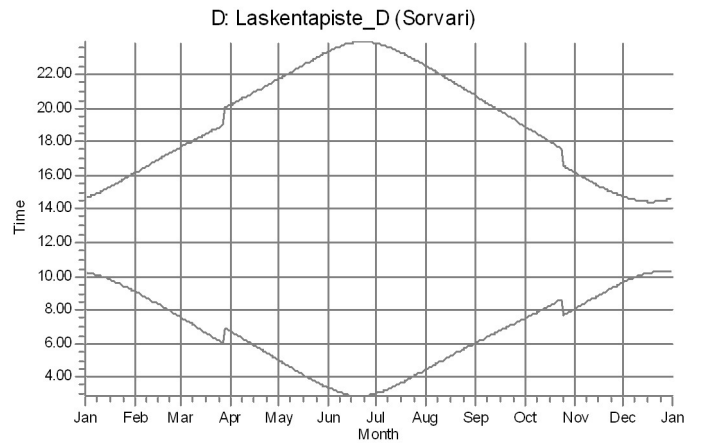
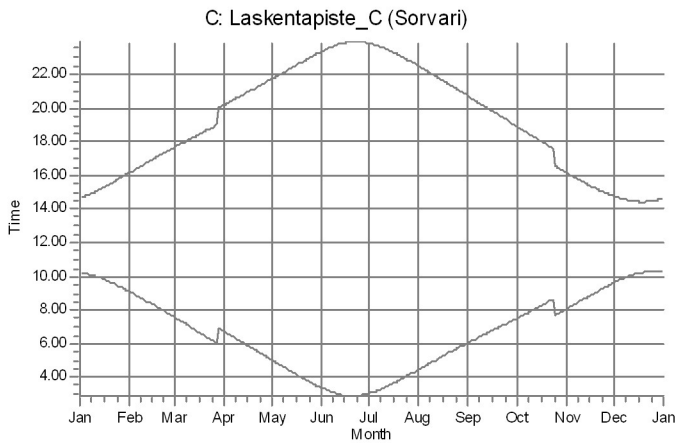
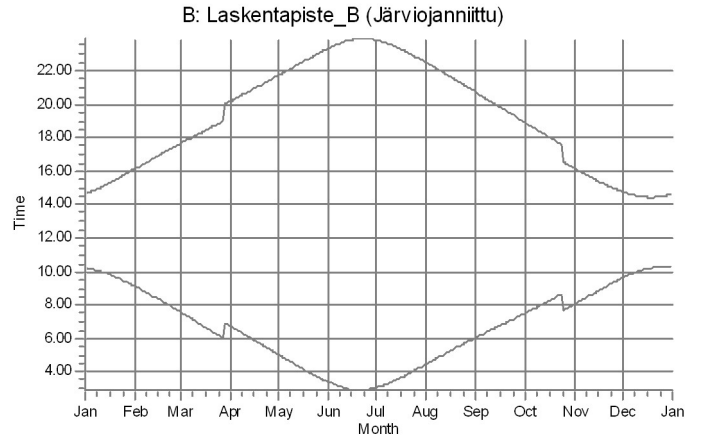
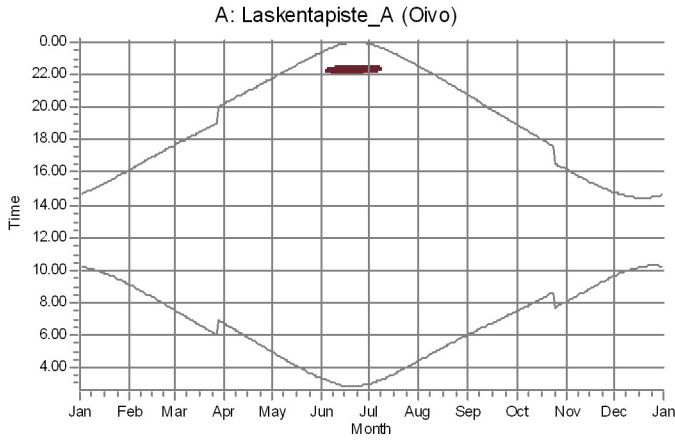
No.	Name	Expected [h/year]
A13	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (678)	0:00
A14	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (651)	0:00
A15	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (672)	0:00
A16	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (655)	0:00
A17	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (671)	0:00
A18	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (669)	1:23
A19	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (664)	1:26
K1	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (652)	0:00
K2	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (657)	0:00
K3	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (653)	6:43
K4	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (659)	0:00
K5	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (650)	0:00
Y1	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (648)	0:00
Y2	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (668)	0:00
Y3	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (670)	0:00
Y4	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (654)	0:00
Y5	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (674)	0:00
Y6	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (660)	0:00
Y7	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (677)	0:00
Y8	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (665)	2:26
Y9	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (658)	0:00

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

The calculation of the total expected values for a given receptor assumes a weighted average directional reduction for all WTGs contributing to shadow flicker within the same day. In the case where shadow flicker from different WTGs is not concurrent within the day, the total expected time at a given receptor may deviate marginally from the individual flicker time caused by each turbine separately.

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_real case_Luke forest

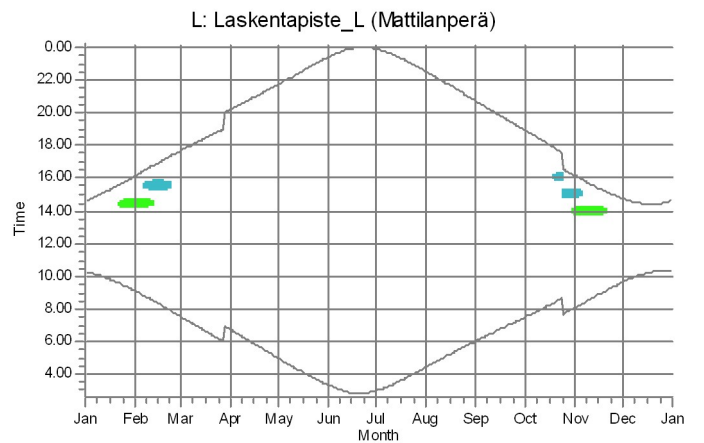
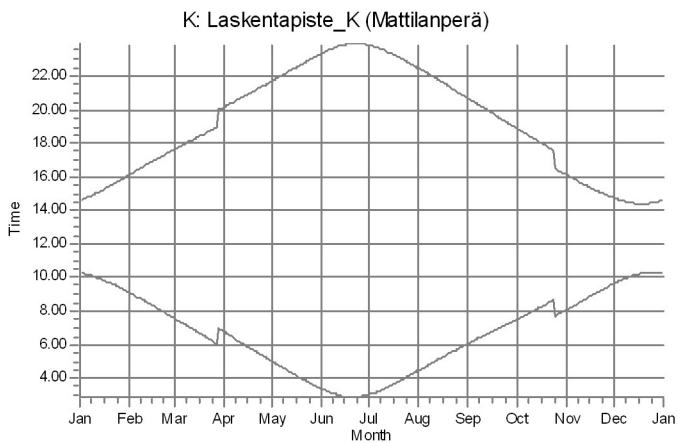
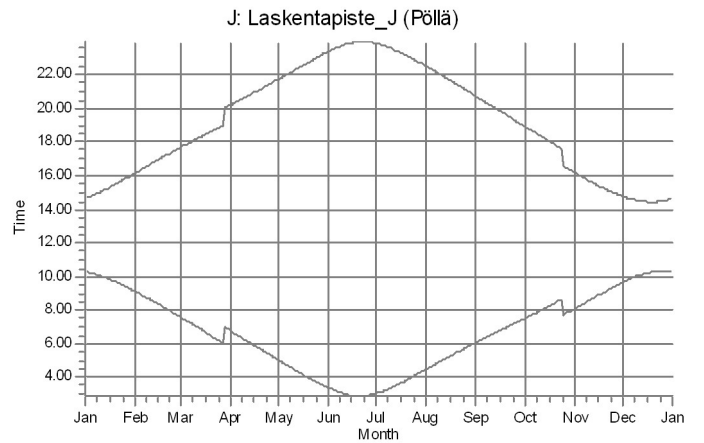
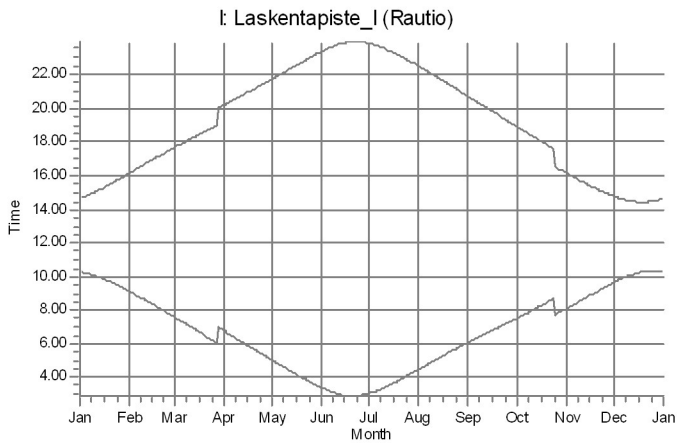
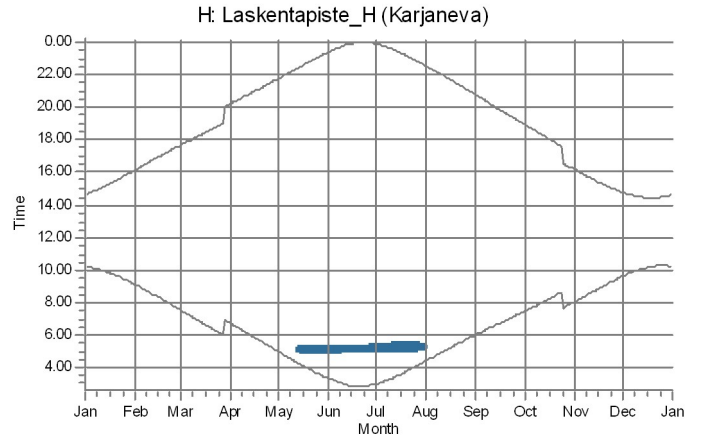
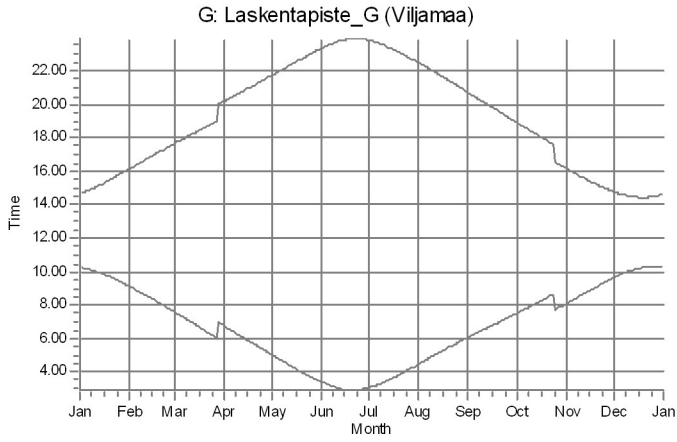


WTGs

A11: Generic RD200 HH220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (662) Y8: Generic RD200 HH220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (665)

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_real case_Luke forest

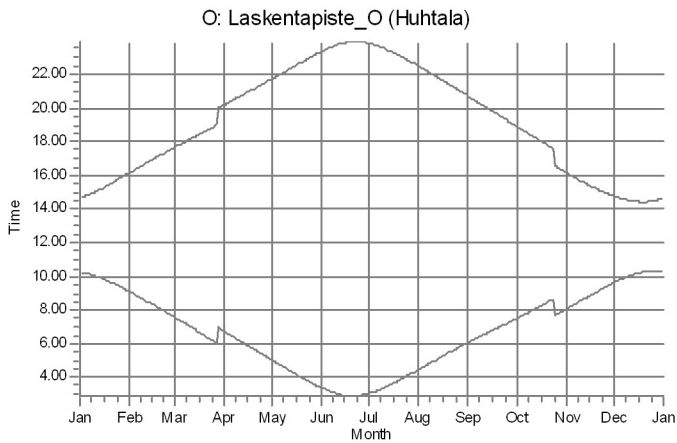
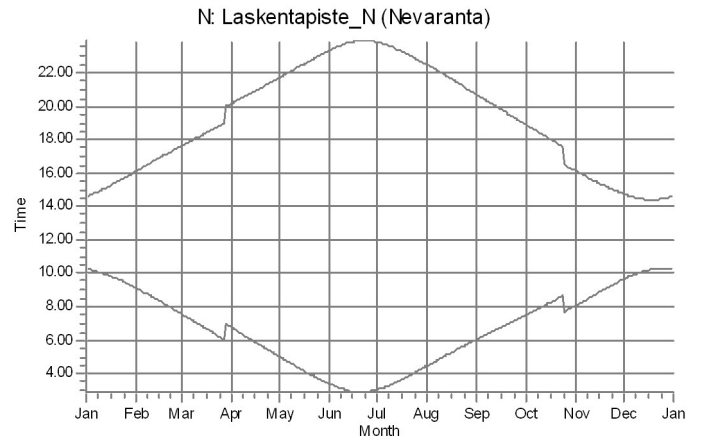
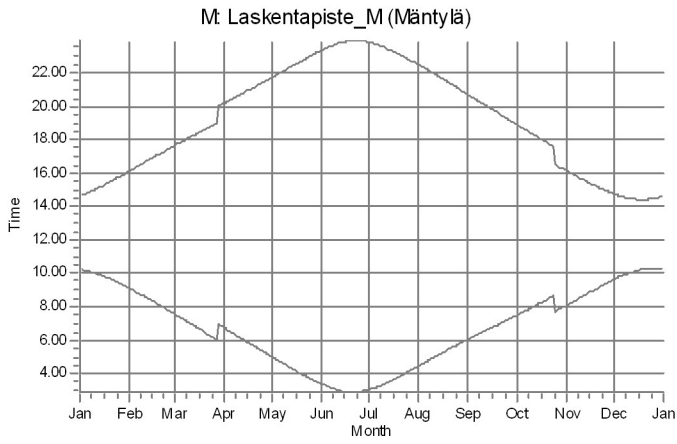


WTGs

A18: Generic RD200 HH220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (669) A19: Generic RD200 HH220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (664) K3: Generic RD200 HH220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (653)

SHADOW - Calendar, graphical

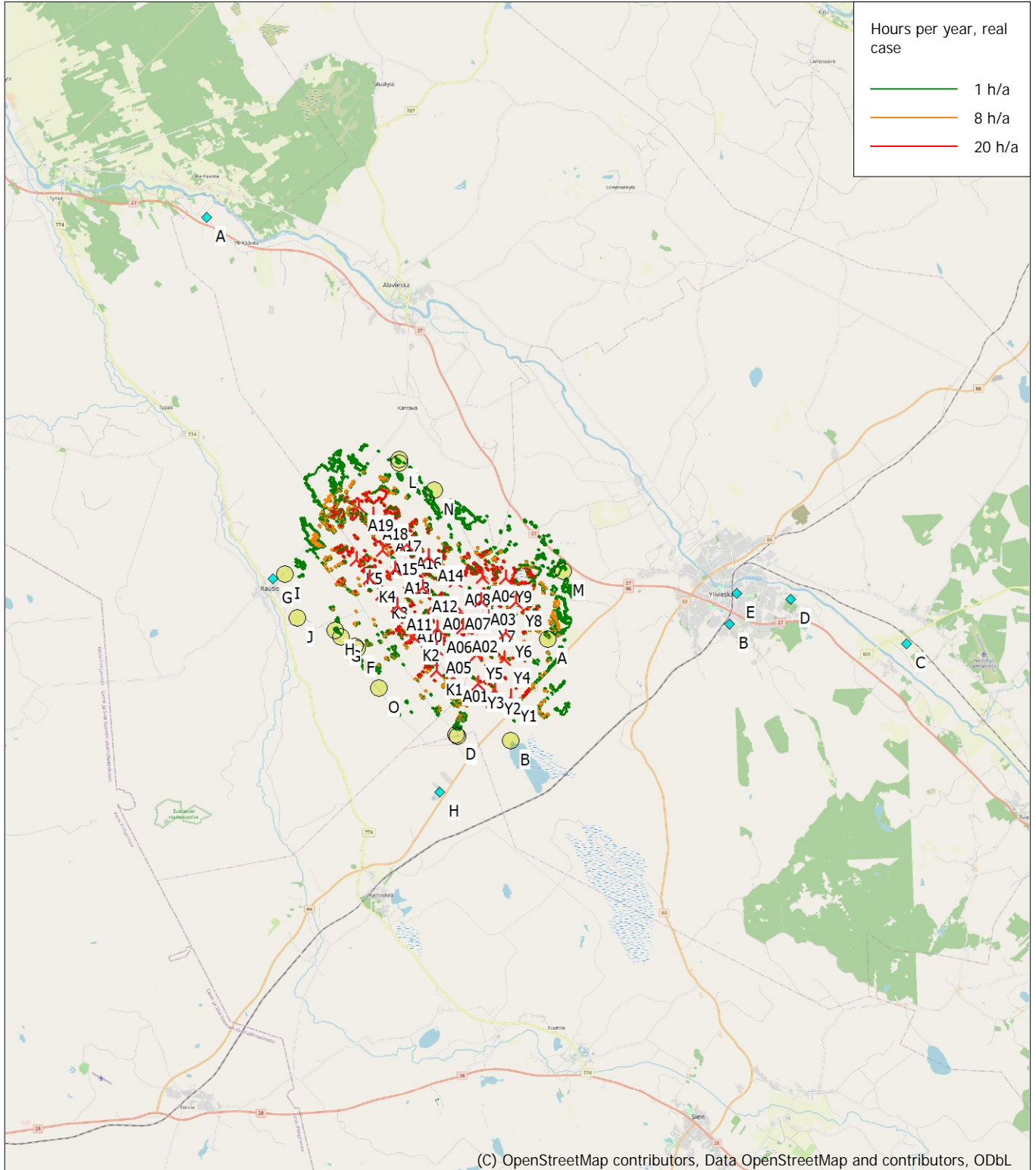
Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_real case_Luke forest



WTGs

SHADOW - Map

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_real case_Luke forest



Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:200 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 373 401 North: 7 108 783
New WTG Obstacle Shadow receptor
Flicker map level: Height Contours: CONTOURLINE_Verkasalo_1.wpo (1)
Time step: 3 minutes, Day step: 7 days, Map resolution: 20 m, Visibility resolution: 10 m, Eye height: 1,5 m

8.10.2024

Liite 5. Verkasalon tuulivoimahanke - Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2, YM 2 /2014 N175 – 6.8 MW. Yhteisvaikutukset Hangaskurunkankaan ja Pajukoski 1 hankkeiden kanssa.

Project:
Verkasalo

Licensed user:
FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi
Calculated:
1.10.2024 9.11/3.6.377

DECIBEL - Main Result

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_YHTEISVAIKUTUS_RD175x33xHH232,5_108.4dB_NSA2024

...continued from previous page

WTG	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Y2	2581	1895	2103	2097	5114	5040	5726	5980	8382	7352	8739	8609	4812	7297	4069
Y3	2907	2330	2003	1983	4491	4417	5101	5355	7765	6728	8325	8192	4954	6936	3487
Y4	1701	2897	3172	3159	5223	5157	5788	6004	8213	7366	7898	7773	3731	6389	4502
Y5	2576	3286	2966	2939	4242	4177	4802	5018	7249	6381	7341	7210	4236	5924	3613
Y6	1486	3834	4045	4027	5309	5252	5816	5995	7995	7318	7117	6996	2944	5564	4875
Y7	2194	4413	4331	4306	4802	4752	5264	5418	7297	6707	6369	6245	3078	4843	4594
Y8	1745	4914	5162	5143	5826	5780	6259	6393	8108	7642	6421	6309	2005	4806	5668
Y9	2592	5745	5840	5817	5828	5792	6189	6283	7748	7450	5591	5484	2020	3961	5920

Project:
Verkasalo

Licensed user:
FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi
Calculated:
1.10.2024 9.11/3.6.377

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_YHTEISVAIKUTUS_RD175x33xHH232,5_108.4dB_NSA2024

Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

Wind speed (in 10 m height):

8,0 m/s

Ground attenuation:

General, terrain specific

Ground factor for porous ground: 0,4

Area object with hard ground: Area object (Roughness): REGIONS_Verkasalo_10.w2r (9)

Area type with hard ground: Vesistöt

Ground factor for hard ground: 0,0

Meteorological coefficient, CO:

0,0 dB

Type of demand in calculation:

1: WTG noise is compared to demand (DK, DE, SE, NL etc.)

Noise values in calculation:

All noise values are mean values (Lwa) (Normal)

Pure tones:

Ignore pure tones setting on WTG

Height above ground level, when no value in NSA object:

4,0 m; Don't allow override of model height with height from NSA object

Uncertainty margin:

0,0 dB; Uncertainty margin in NSA has priority

Deviation from "official" noise demands. Negative is more restrictive, positive is less restrictive.:

0,0 dB(A)

Octave data required

Frequency dependent air absorption

63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]
0,10	0,38	1,12	2,36	4,08	8,78	26,60	95,00

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTG: NORDEX N175 6800 175.0 !O!

Noise: Nordex N175 Third octave sound power level F008_278_A17_EN Revision 01, 2022-05-08

Source Source/Date Creator Edited

Nordex 25.9.2024 USER 25.9.2024 10.22

Status	Hub height [m]	Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]	Pure tones	Octave data								
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
					[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
From Windcat	232,5	8,0	108,4	No	91,2	98,0	101,4	101,9	102,8	100,7	91,4	74,9	

WTG: Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O!

Noise: Level 00- Mode 0 11.2017

Source Source/Date Creator Edited

Manufacturer 13.11.2017 USER 1.10.2024 8.57

DMS 0067-4767 V03, Date 2017-11-13

Status	Hub height [m]	Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]	Pure tones	Octave data								
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
					[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
From Windcat	200,0	8,0	109,8	No	83,5	90,3	95,7	99,7	102,5	103,8	103,7	102,3	

WTG: VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O!

Noise: Level 0 - - Mode 0 - 02-2014

Source Source/Date Creator Edited

Manufacturer 11.2.2014 USER 30.9.2024 16.37

Based on Document no.: 0034-7616.V08

Status	Hub height [m]	Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]	Pure tones	Octave data								
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
					[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
From Windcat	137,0	8,0	105,9	No	87,9	94,1	95,7	99,2	101,8	98,1	91,2	90,3	

Project:
Verkasalo

Licensed user:
FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi
Calculated:
1.10.2024 9.11/3.6.377

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_YHTEISVAIKUTUS_RD175x33xHH232,5_108.4dB_NSA2024

Noise sensitive area: A Laskentapiste_A (Oivo)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: B Laskentapiste_B (Järviojanniittu)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: C Laskentapiste_C (Sorvari)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: D Laskentapiste_D (Sorvari)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: E Laskentapiste_E (Huhtakylä)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: F Laskentapiste_F (Huhtakylä)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: G Laskentapiste_G (Viljamaa)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: H Laskentapiste_H (Karjaneva)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: I Laskentapiste_I (Rautio)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Project:

Verkasalo

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi

Calculated:

1.10.2024 9.11/3.6.377

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_YHTEISVAIKUTUS_RD175x33xHH232,5_108.4dB_NSA2024

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: J Laskentapiste_J (Pöllä)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: K Laskentapiste_K (Mattilanperä)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: L Laskentapiste_L (Mattilanperä)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: M Laskentapiste_M (Mäntylä)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: N Laskentapiste_N (Nevaranta)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: O Laskentapiste_O (Huhtala)

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

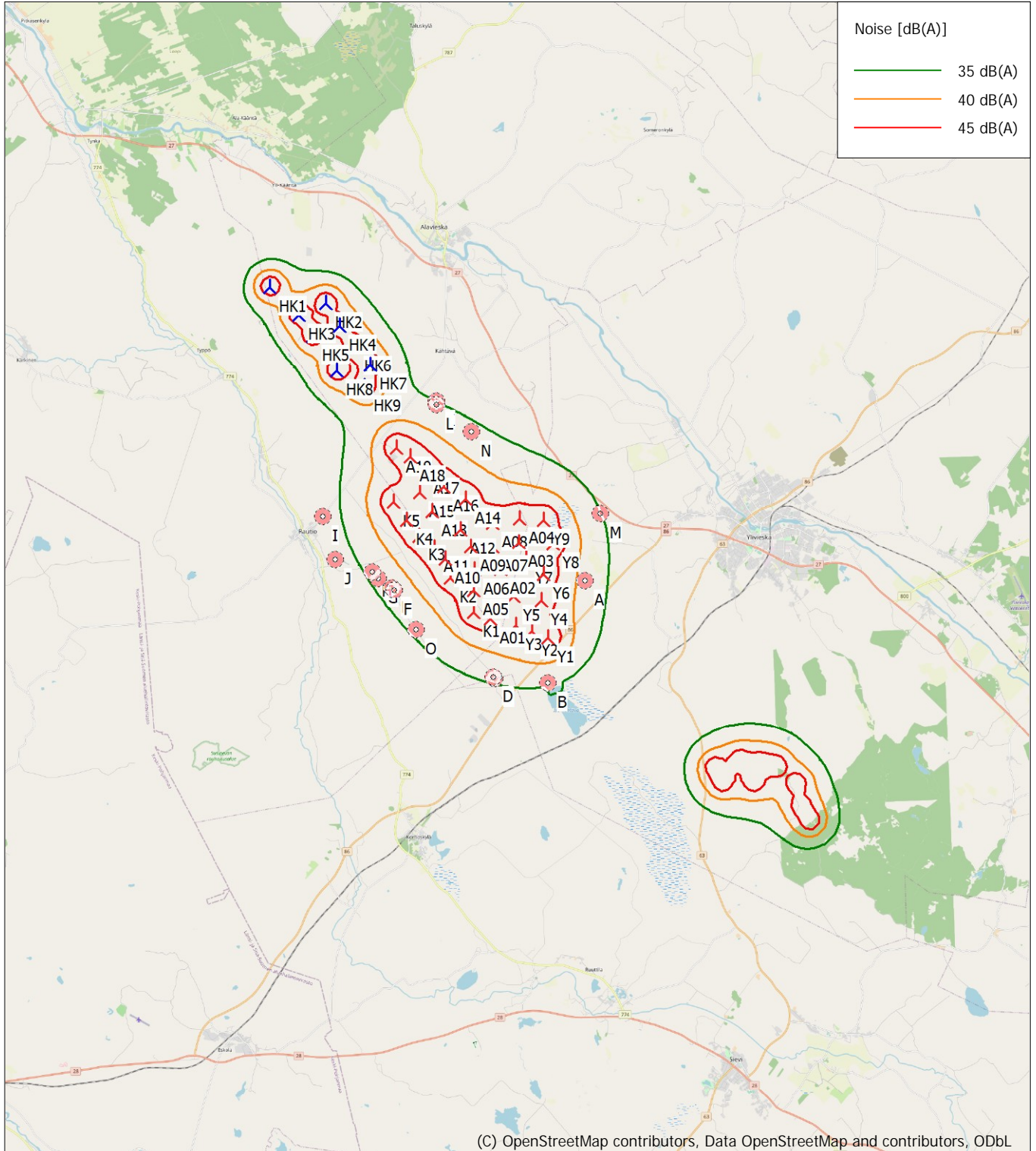
Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

DECIBEL - Map 8,0 m/s

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_YHTEISVAIKUTUS_RD175x33xHH232,5_108.4dB_NSA2024



0 2,5 5 7,5 10km

Map: EMD OpenStreetMap, Print scale 1:200 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 371 994 North: 7 107 155

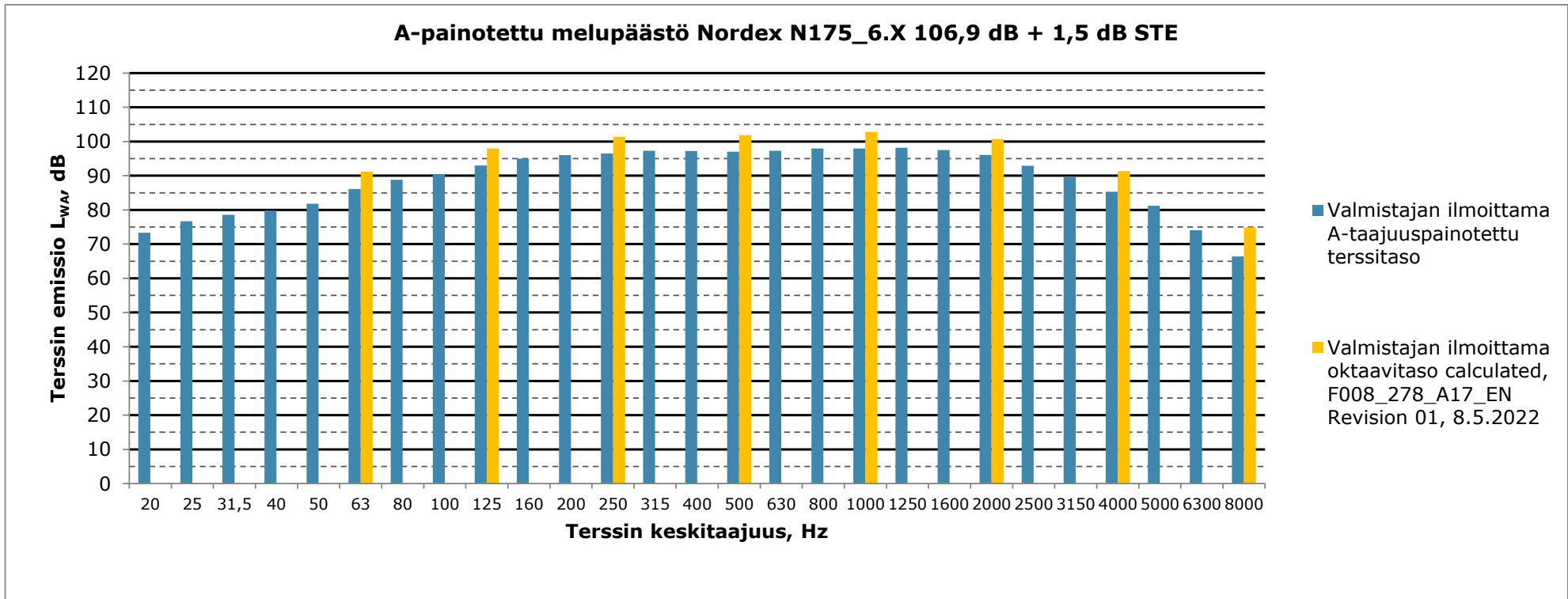
New WTG

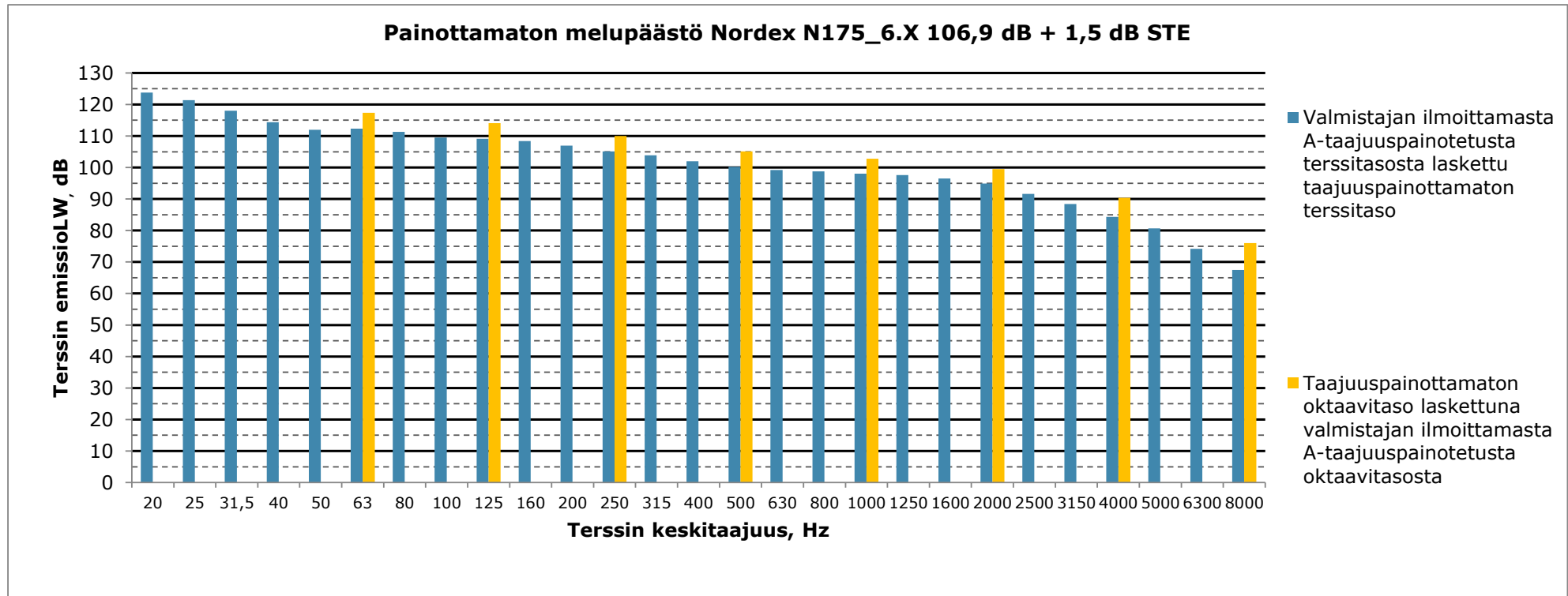
Noise sensitive area

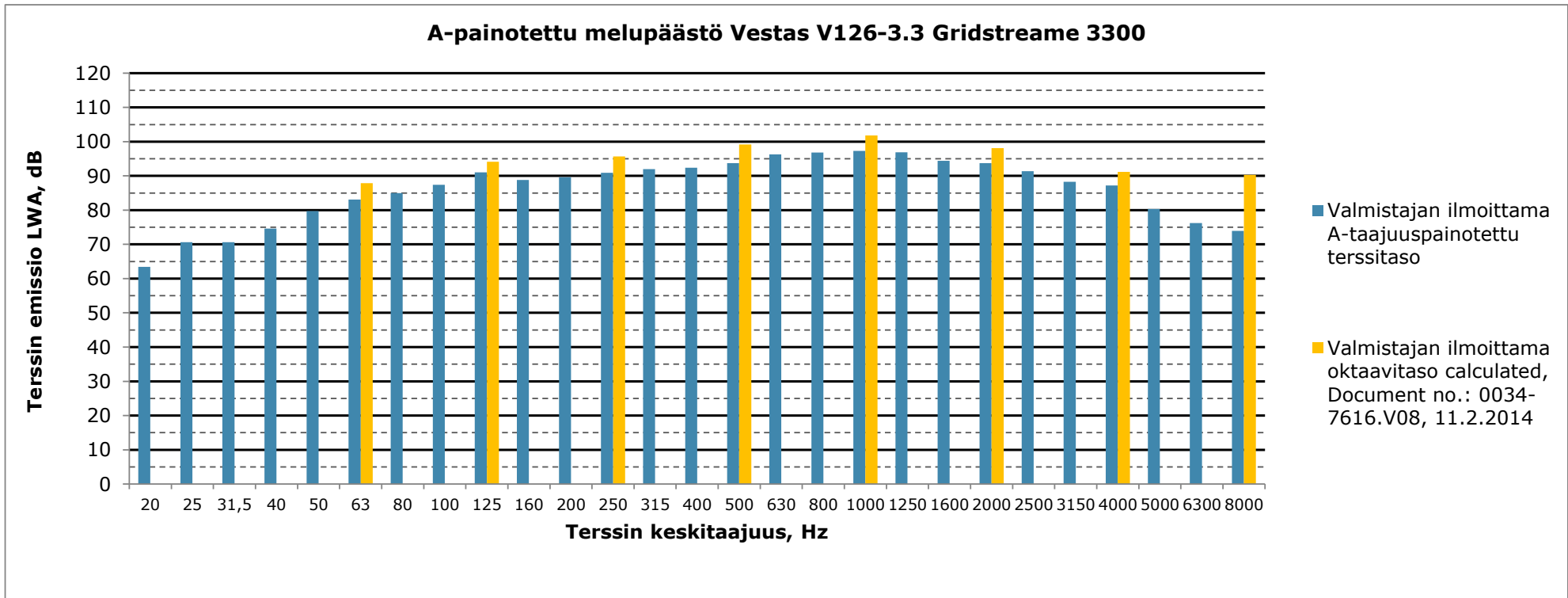
Noise calculation model: ISO 9613-2 General. Wind speed: 8,0 m/s
Height above sea level from active line object

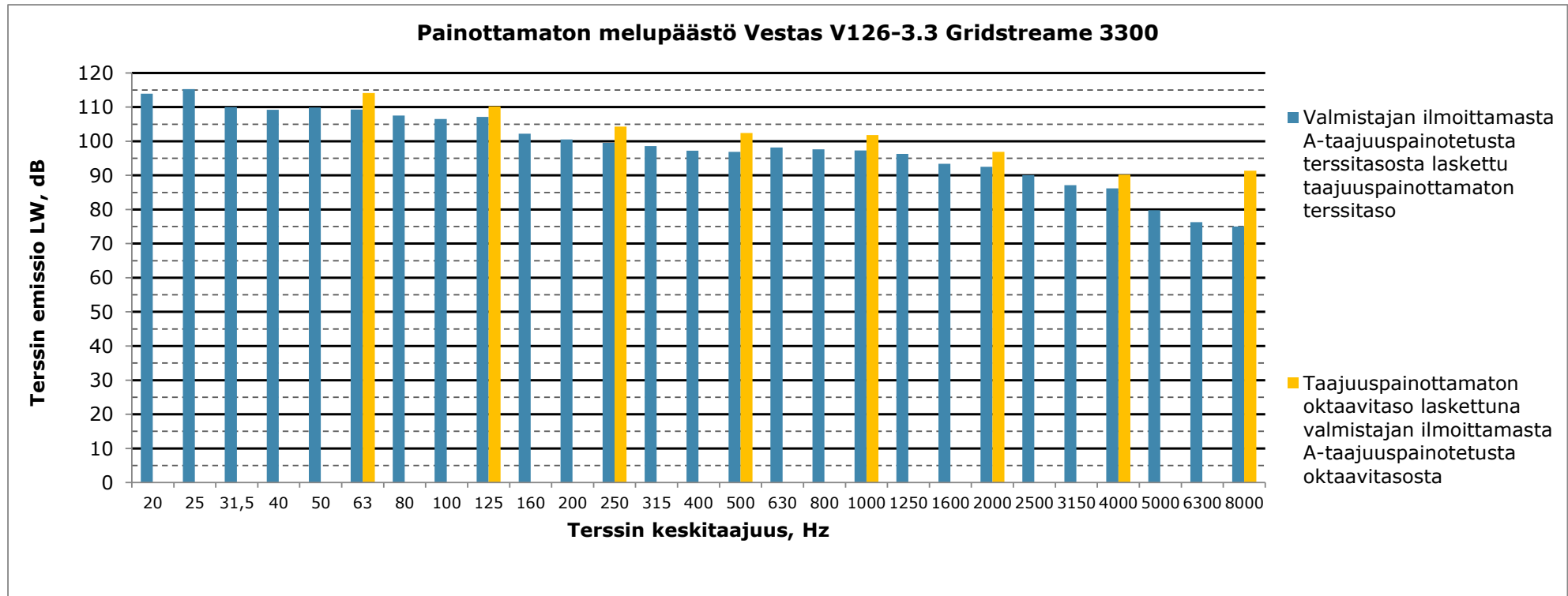
8.10.2024

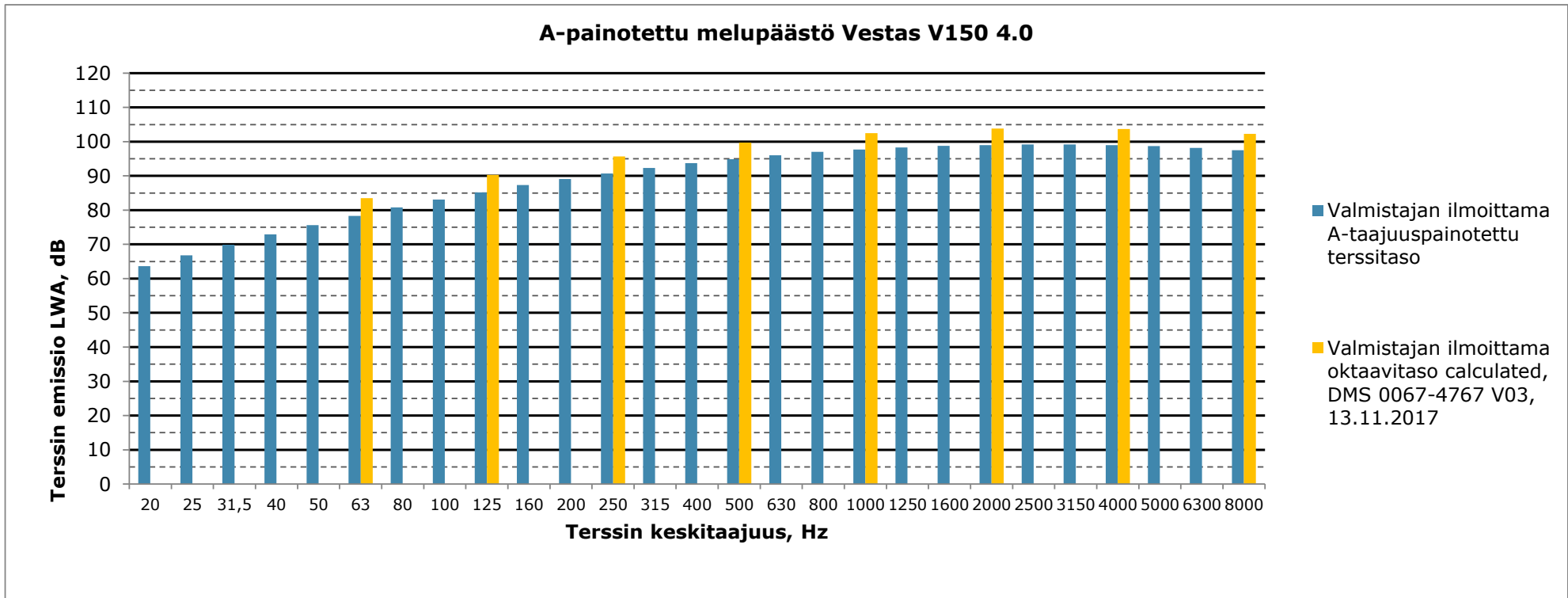
**Liite 6. Verkasalon tuulivoimahanke – matalataajuisen melun yhteisvaikutuksen rakennuskoh-
taiset arvot kaavaehdotusvaiheen voimalasijoittelulla**

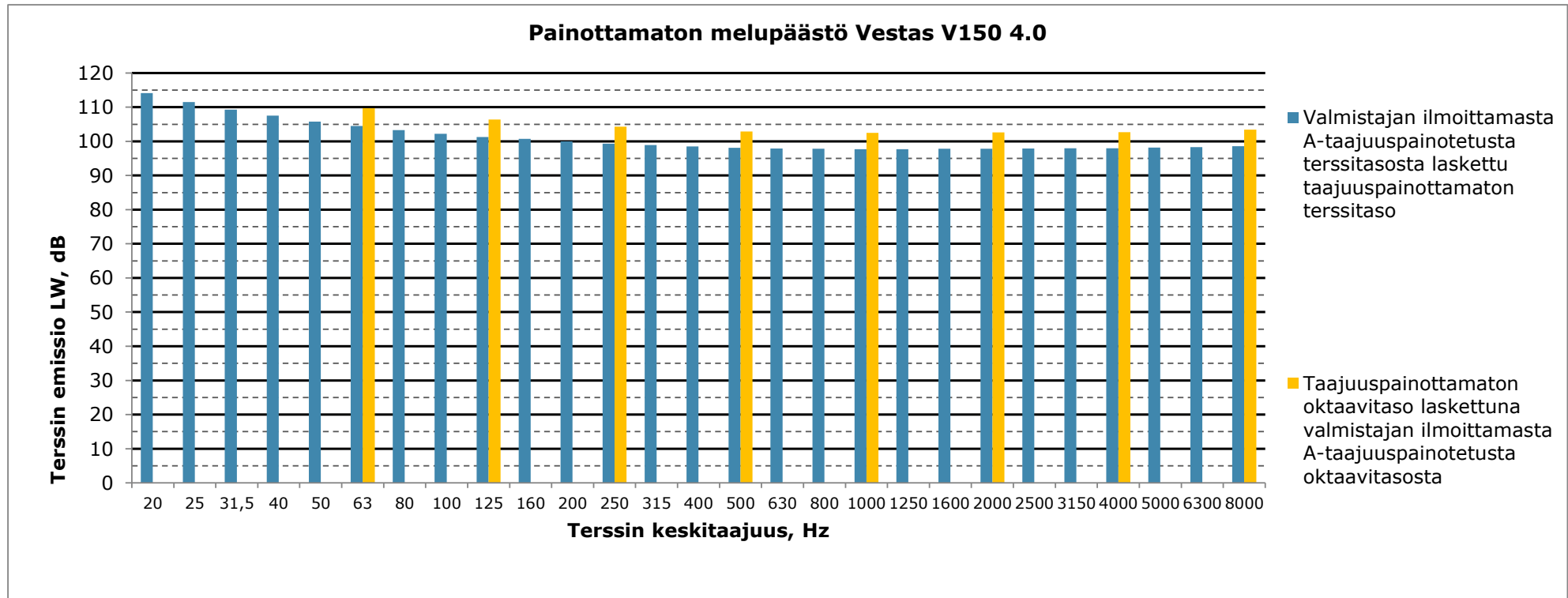


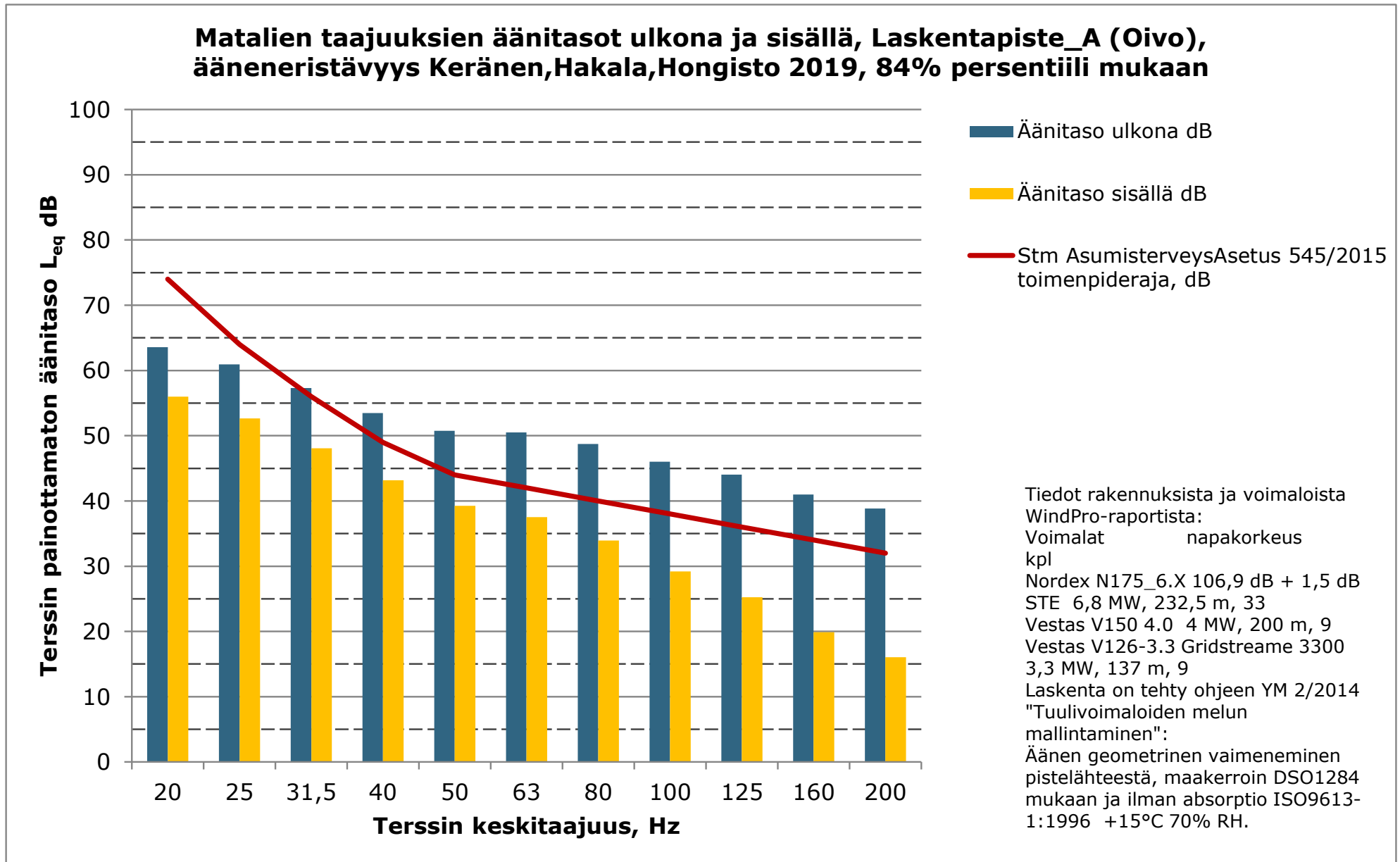




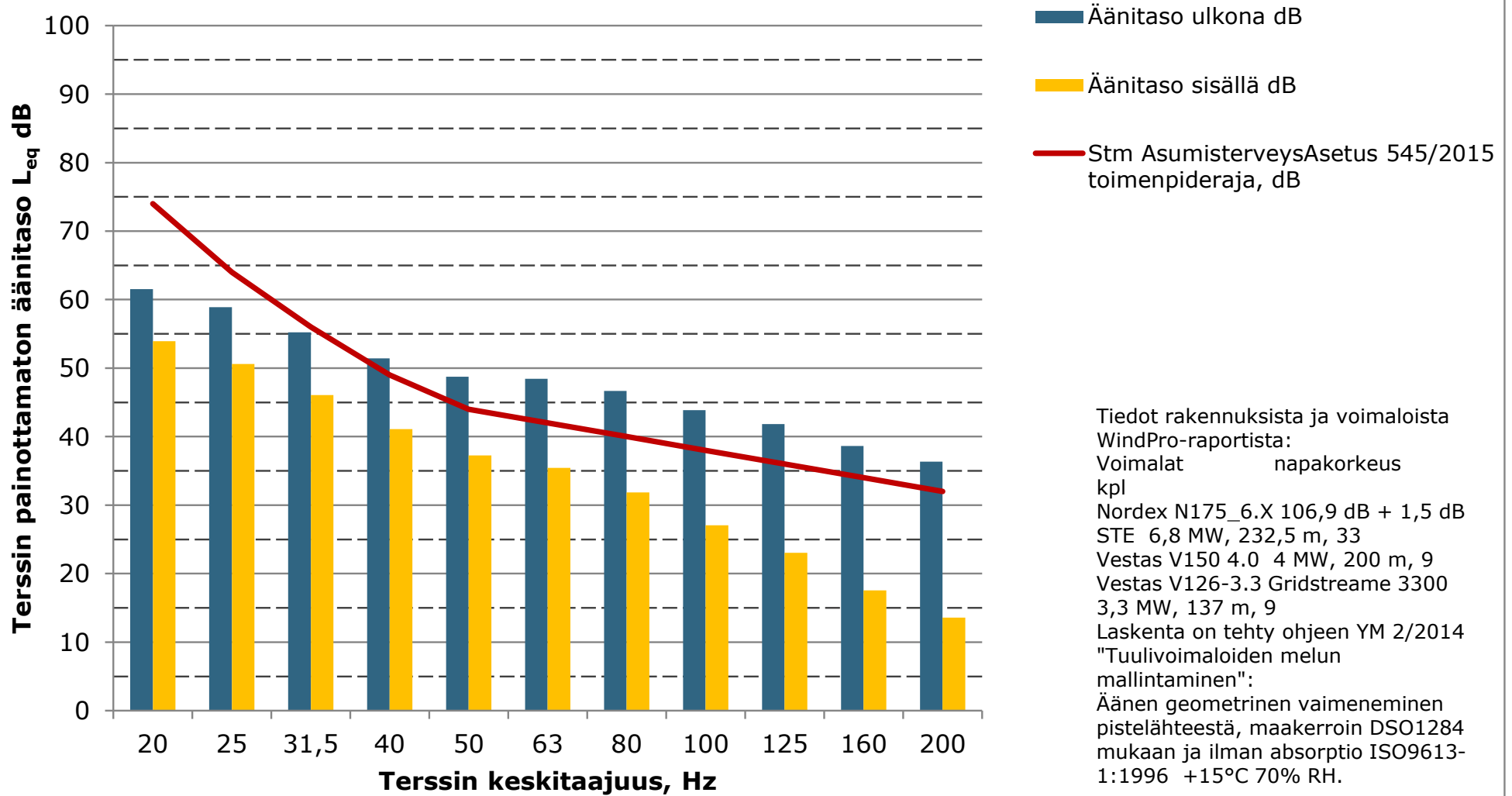


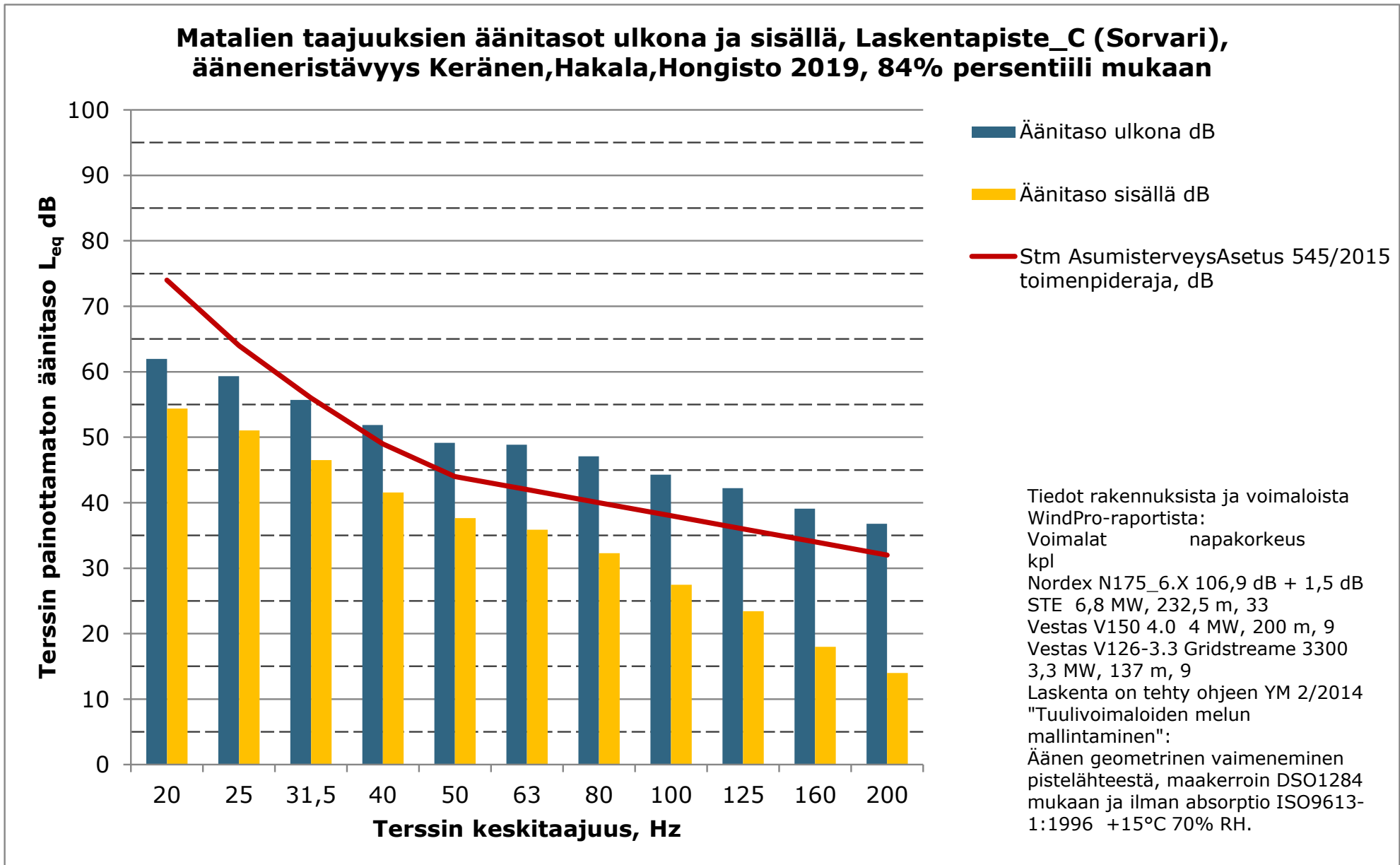


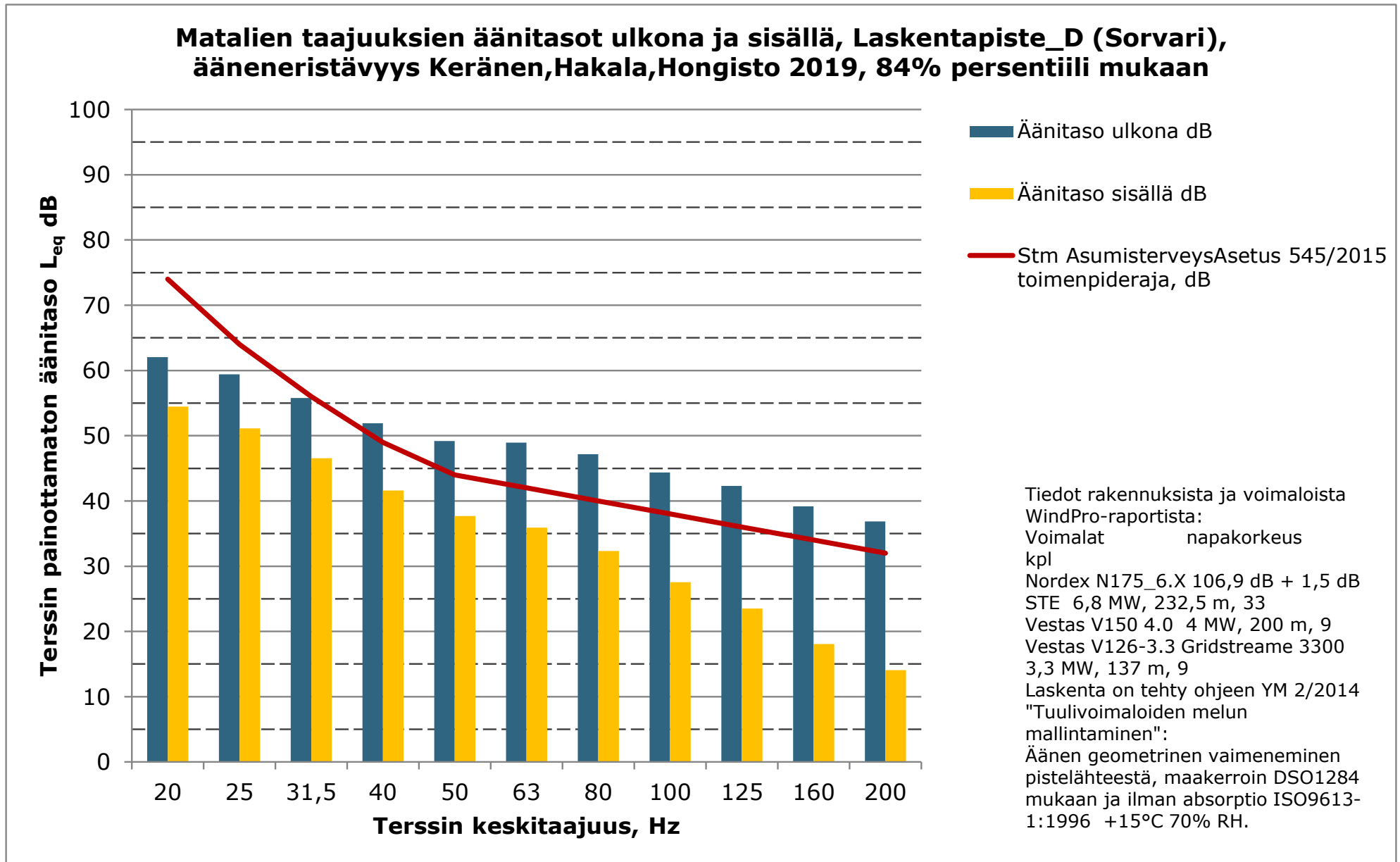


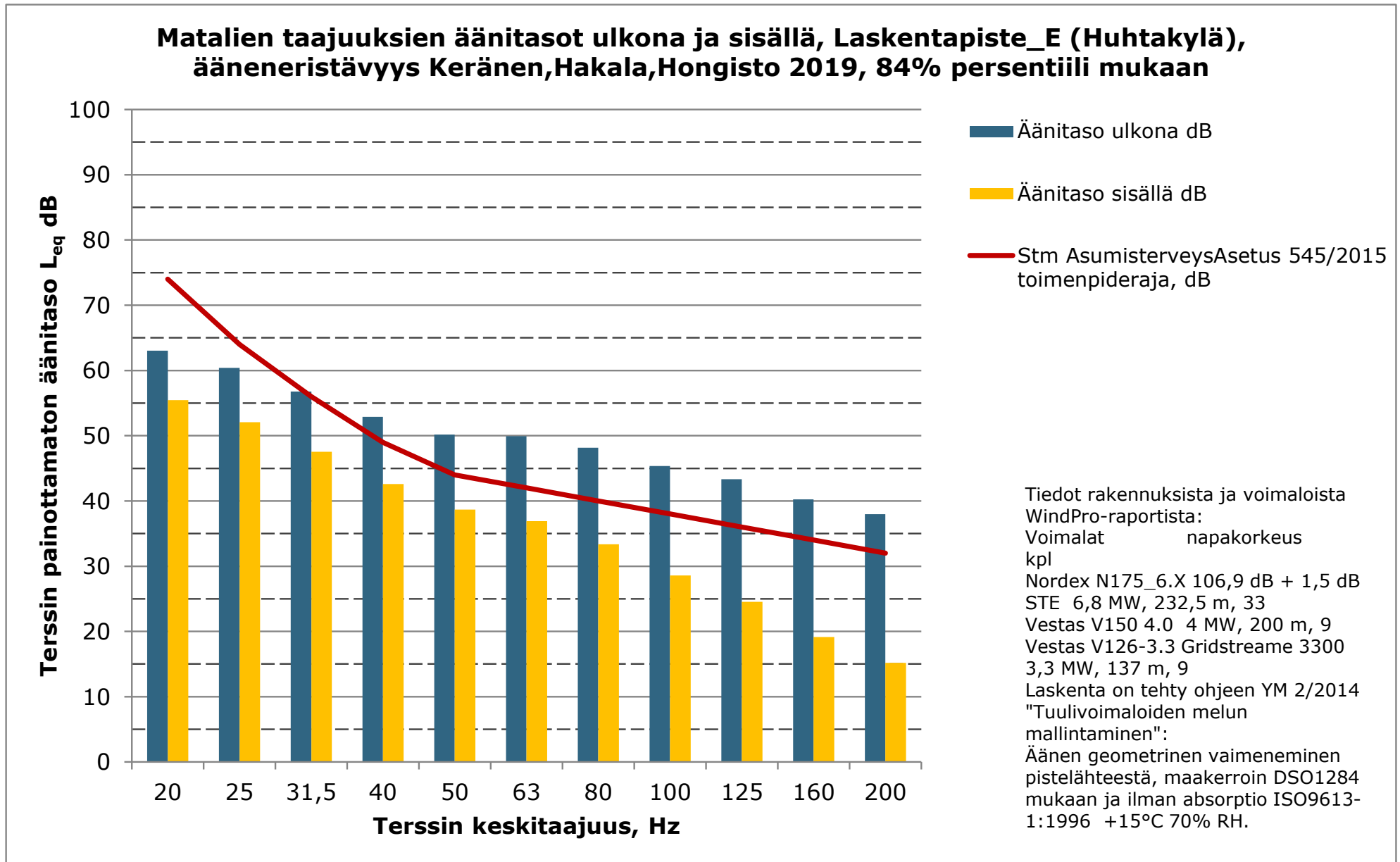


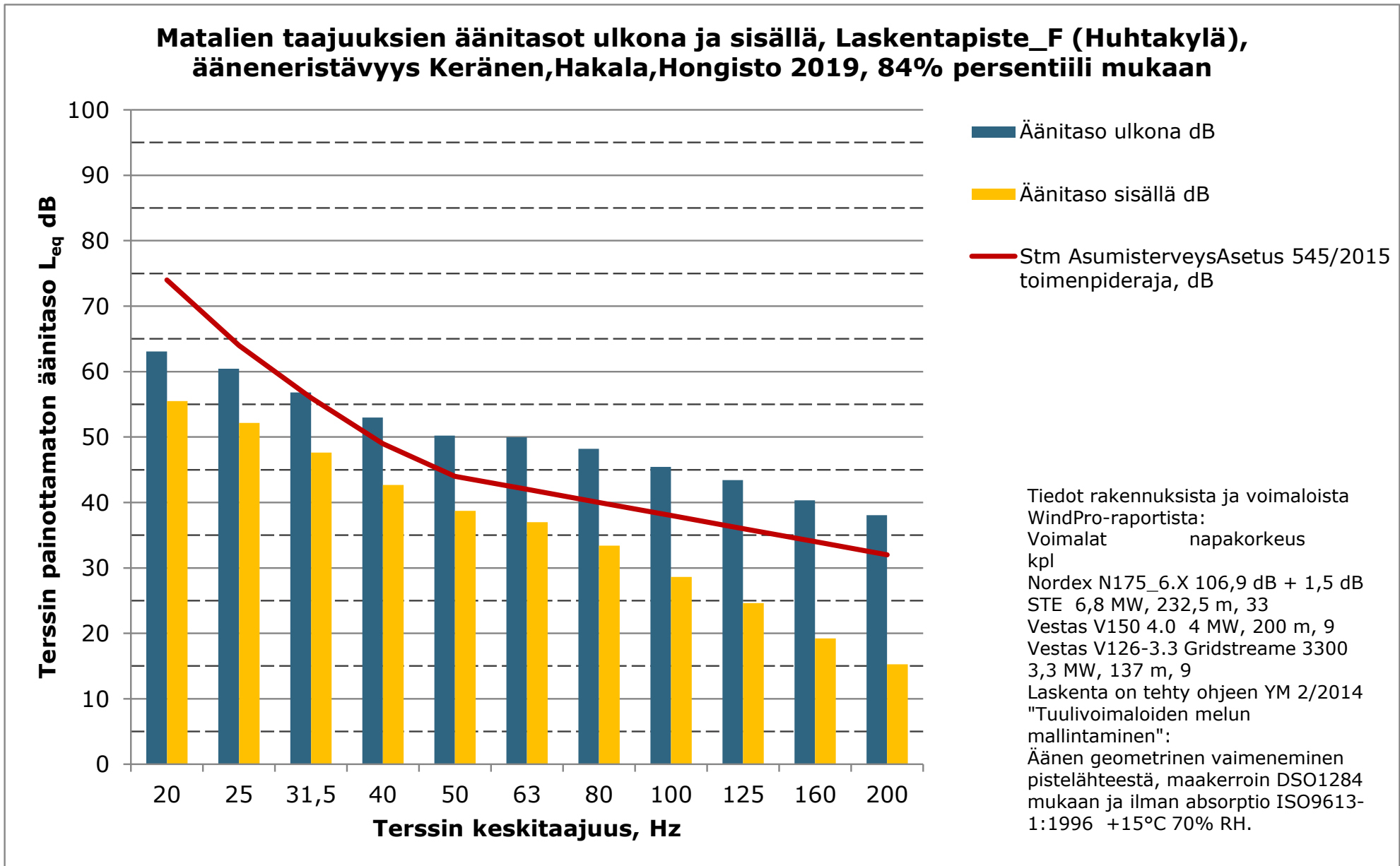
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Laskentapiste_B
(Järviojanniittu), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%
persentiili mukaan**

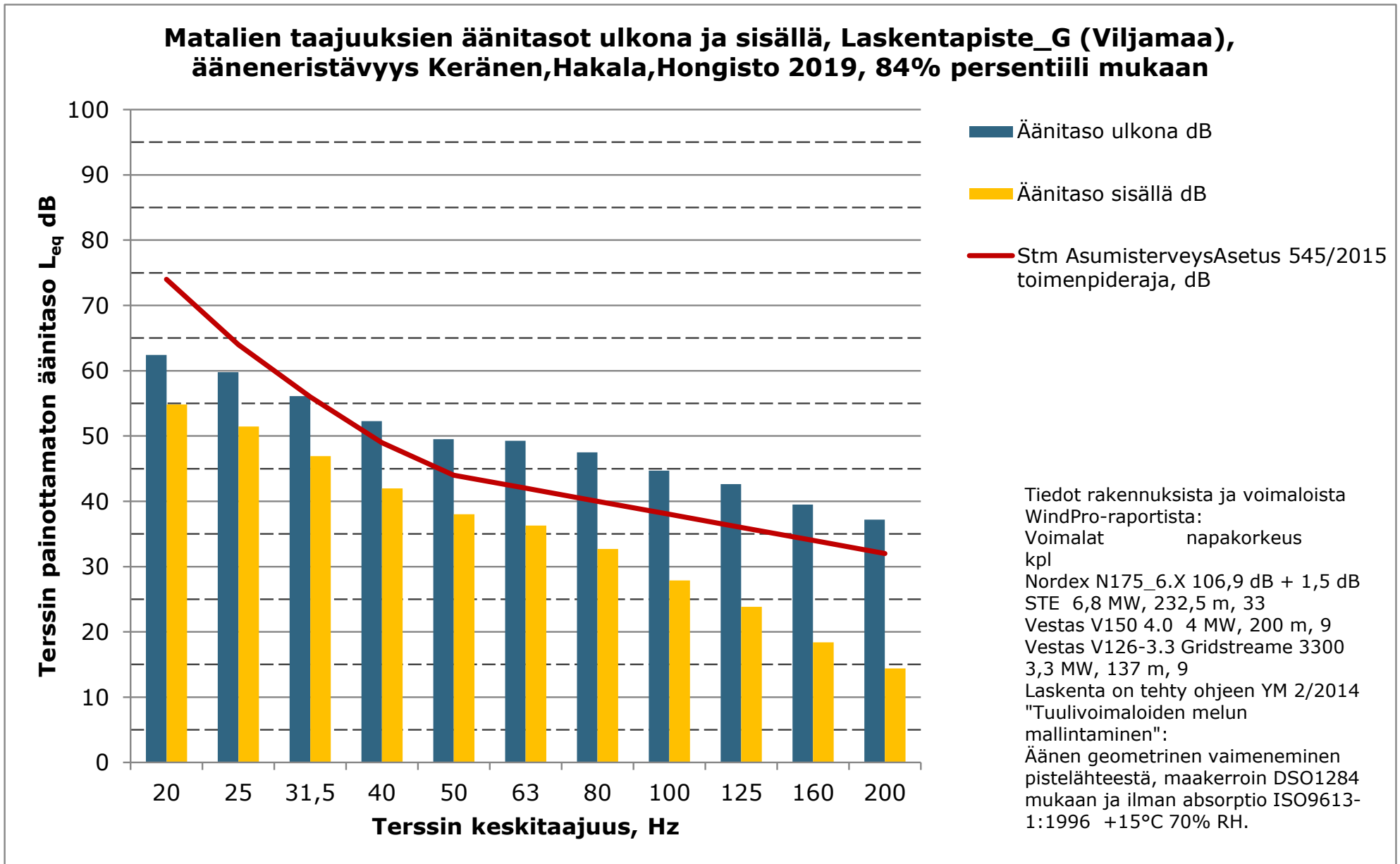


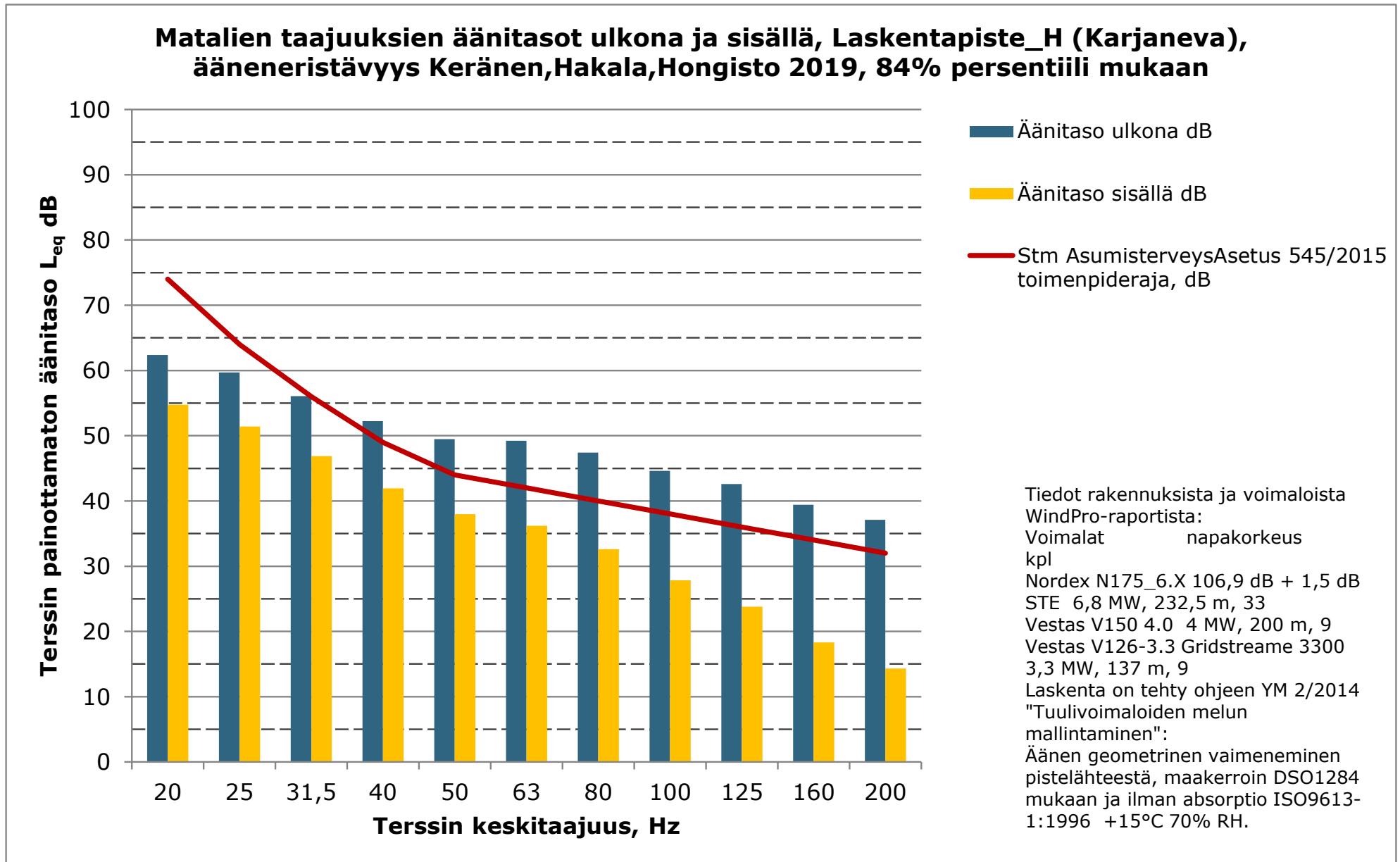


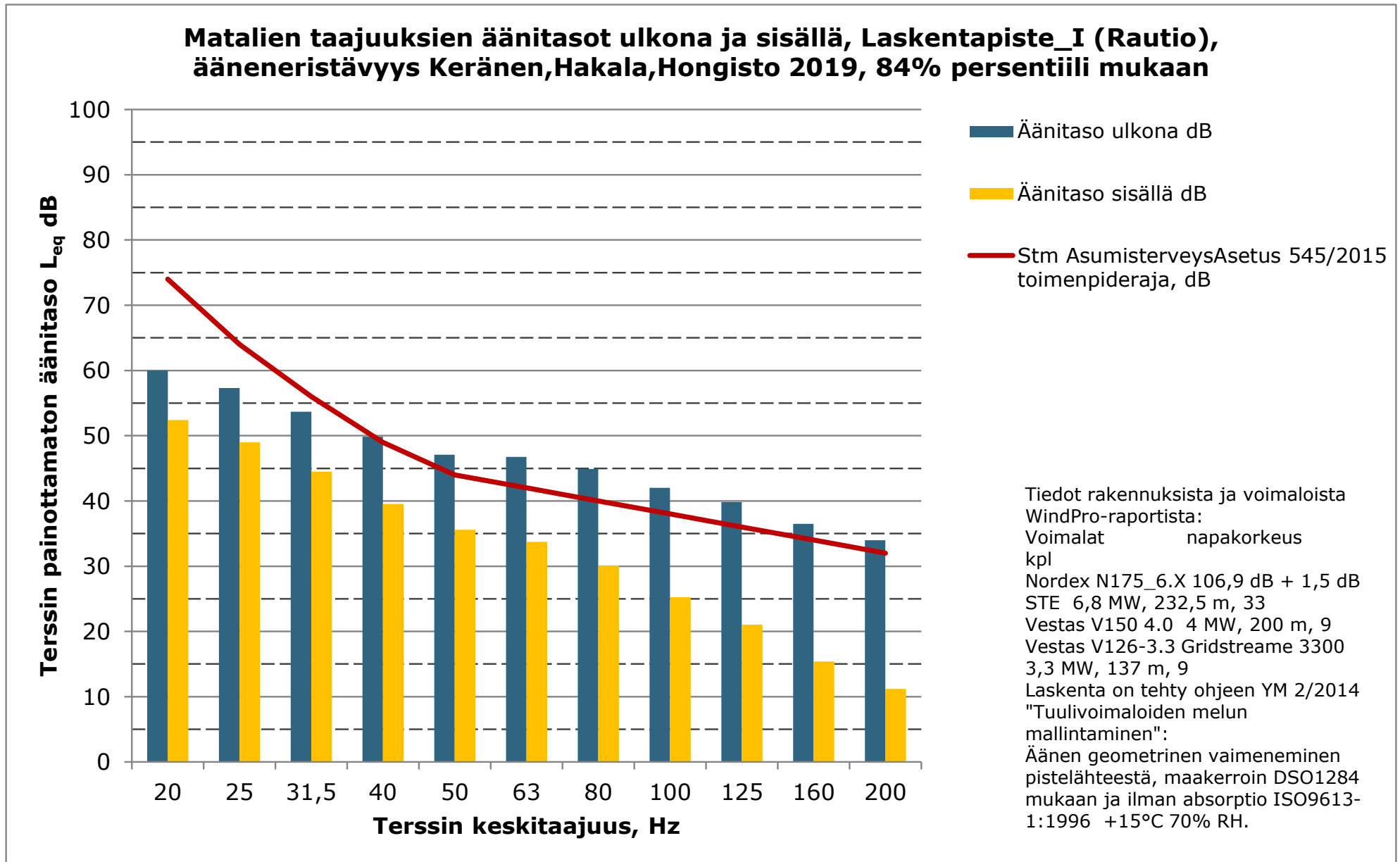


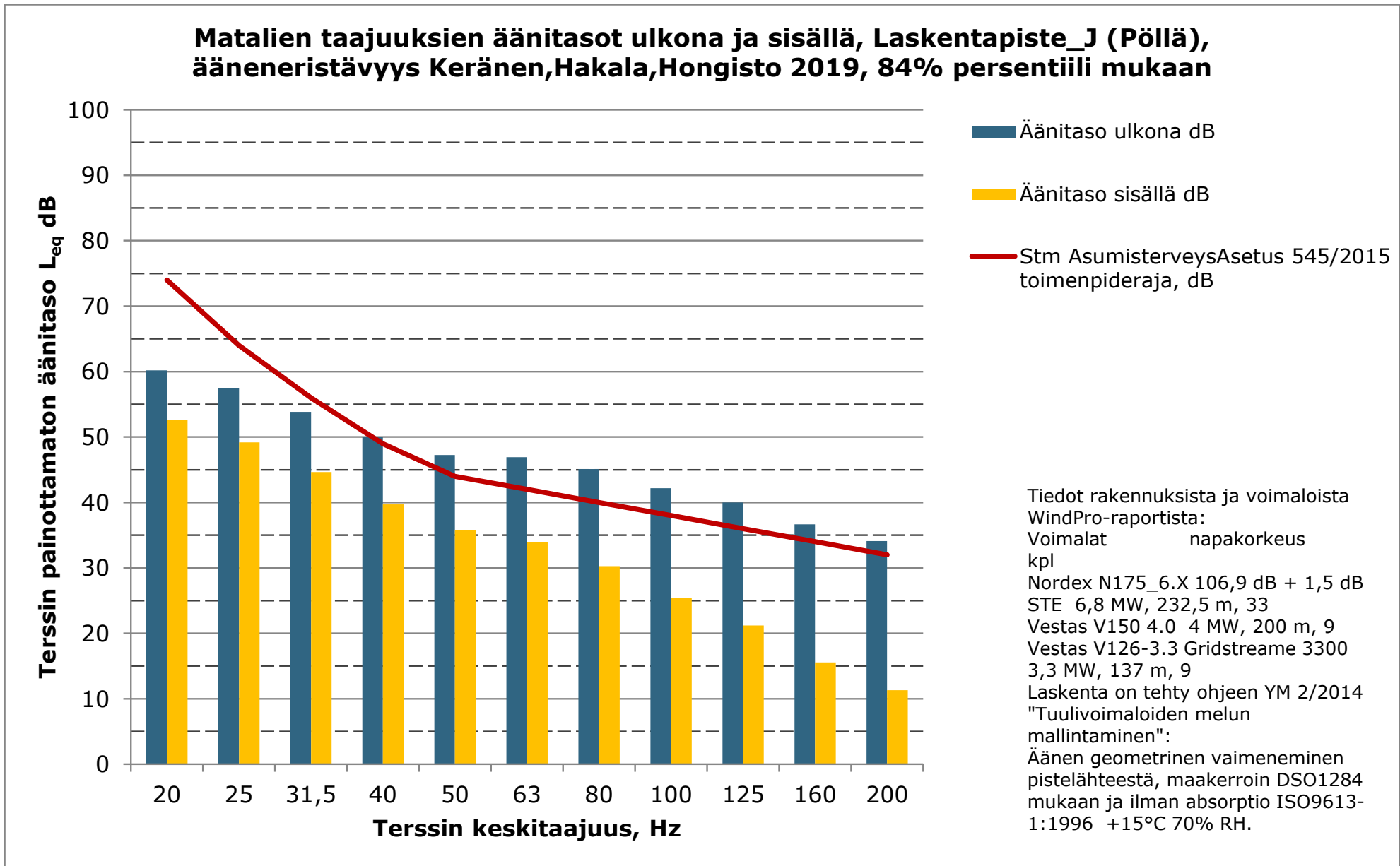




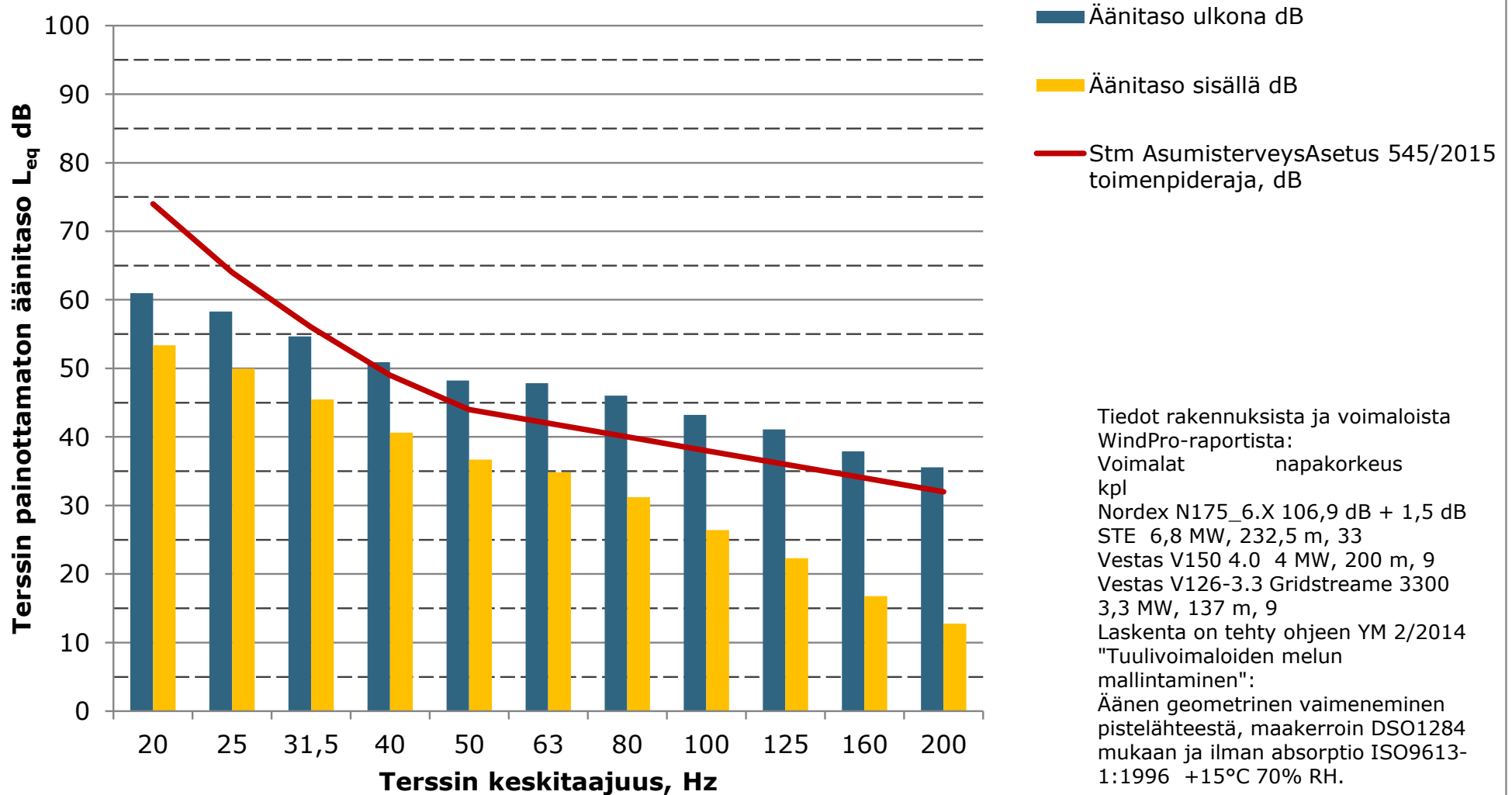




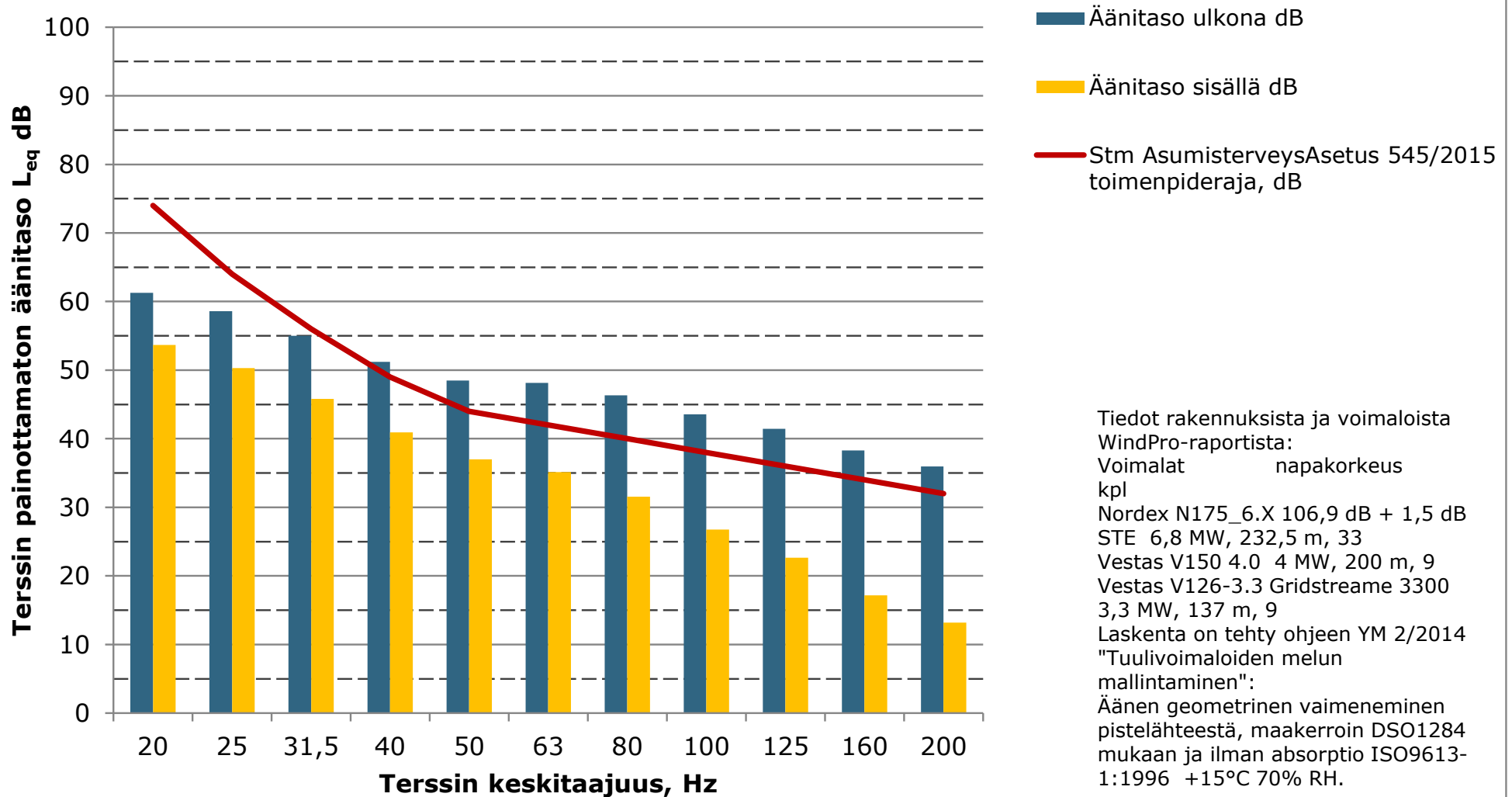


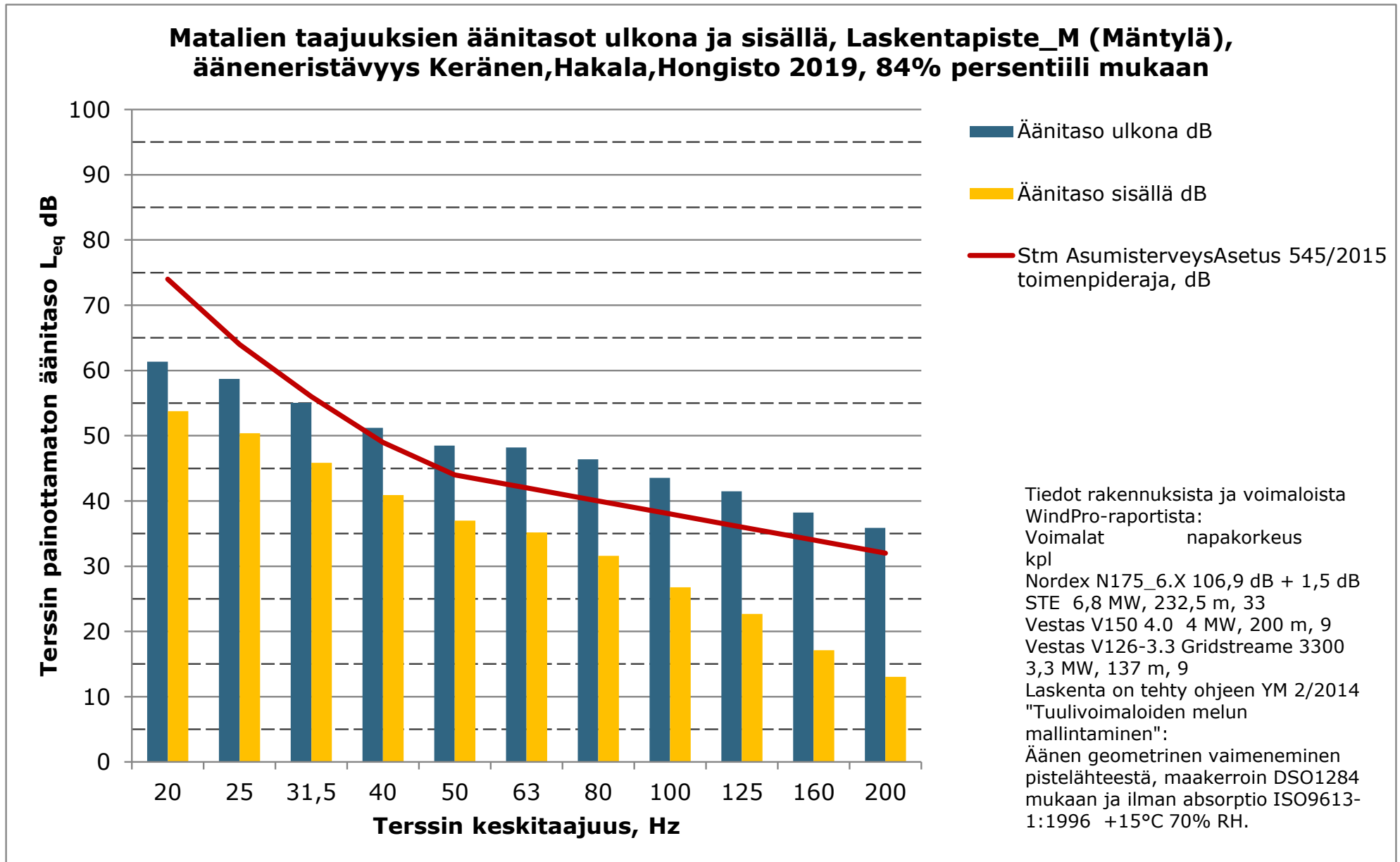


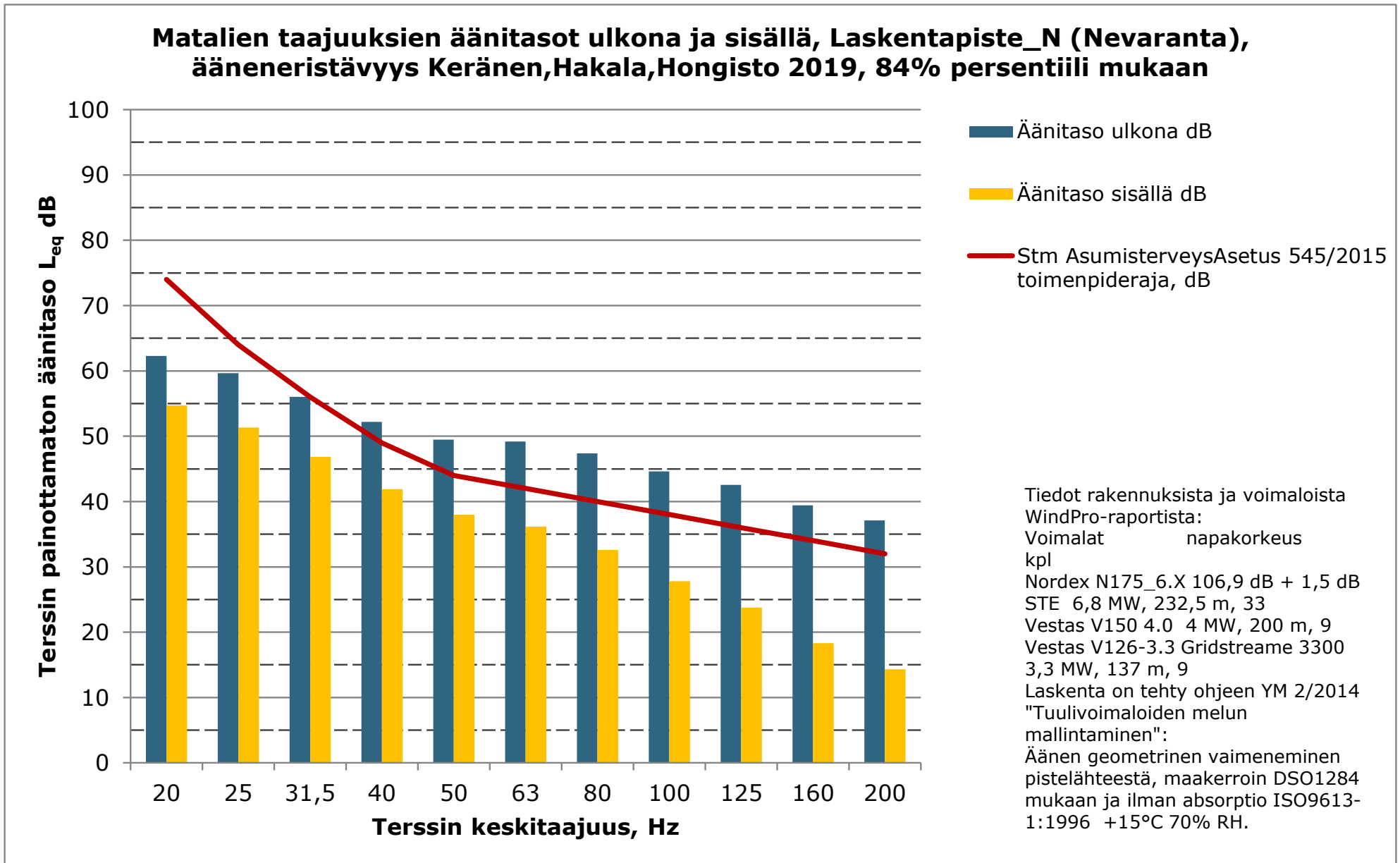
Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Laskentapiste_K (Mattilanperä), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84% persentiili mukaan

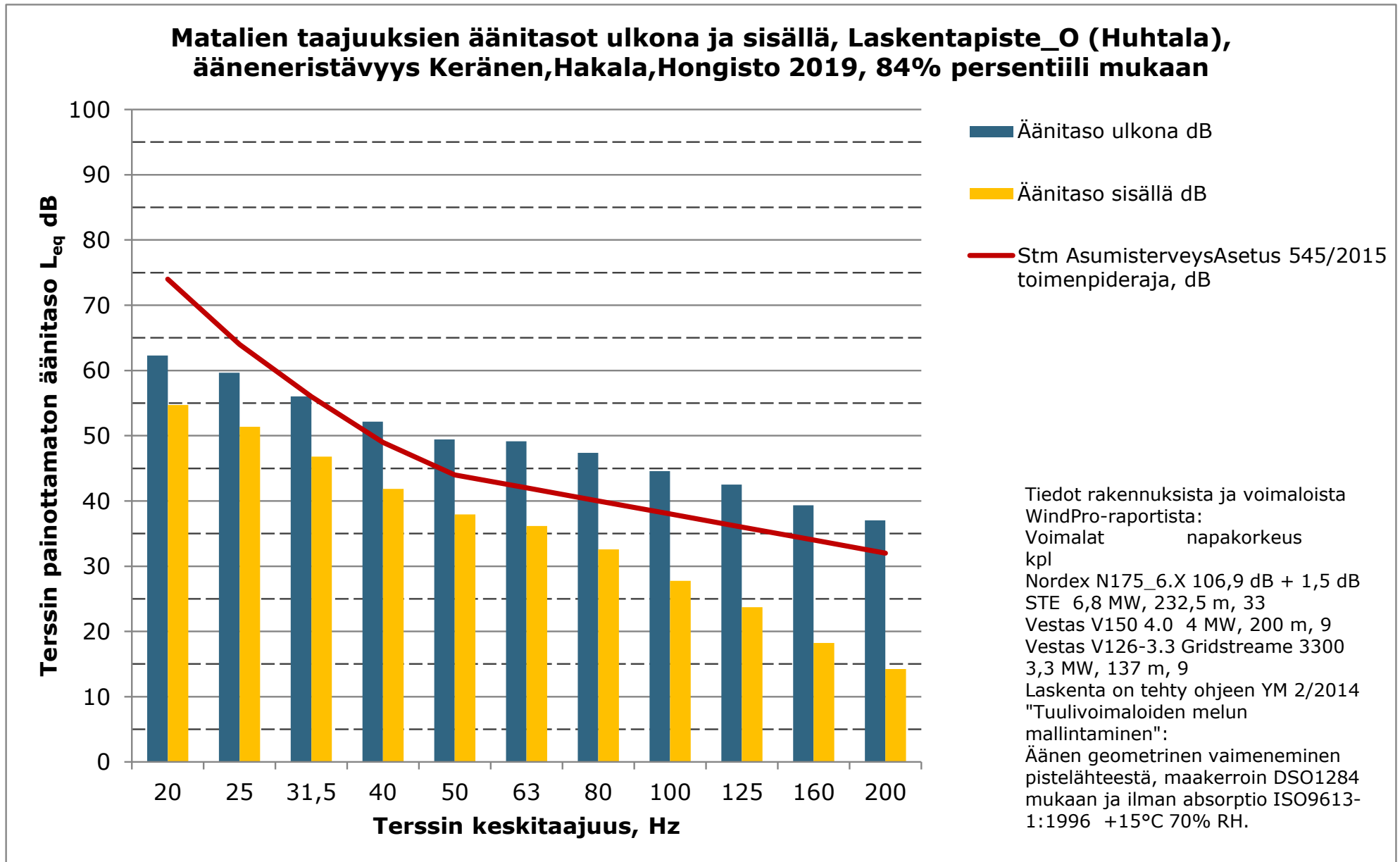


**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Laskentapiste_L
(Mattilanperä), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%
persentiili mukaan**









8.10.2024

Liite 7. Verkasalon tuulivoimahanke – varjostusmallinnuksen tulokset ”real case, no forest”. Yhteisvaikutukset Hangaskurunkankaan ja Pajukoski 1 hankkeiden kanssa.

SHADOW - Main Result

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_YHTEISVAIKUTUS_real case_no forest

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade
Please look in WTG table

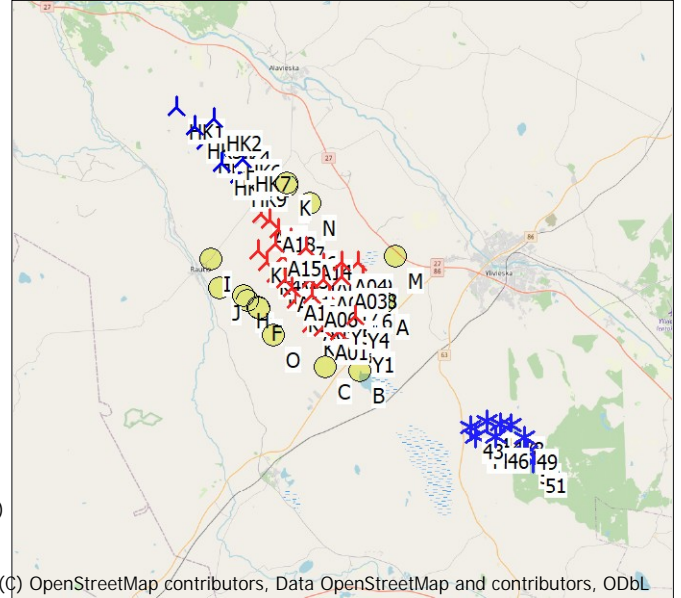
Minimum sun height over horizon for influence 3 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
0,77 2,46 4,42 6,93 8,81 9,87 9,13 6,84 4,43 2,23 0,93 0,26

Operational time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
582 416 379 381 540 772 981 1 114 913 655 550 602 7 885

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Height Contours: CONTOURLINE_Verkasalo_1.wpo (1)
Obstacles used in calculation
Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89



WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type Valid Manufact. Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data Calculation distance [m]	RPM [RPM]
43	377 795	7 099 397	87,5	VESTAS V126-3.3 Gri...	Yes VESTAS V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	137,0	1 718	12,8
44	378 047	7 098 880	90,0	VESTAS V126-3.3 Gri...	Yes VESTAS V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	137,0	1 718	12,8
45	378 683	7 099 618	85,9	VESTAS V126-3.3 Gri...	Yes VESTAS V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	137,0	1 718	12,8
46	379 140	7 098 839	93,5	VESTAS V126-3.3 Gri...	Yes VESTAS V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	137,0	1 718	12,8
47	379 395	7 099 490	94,7	VESTAS V126-3.3 Gri...	Yes VESTAS V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	137,0	1 718	12,8
48	379 949	7 099 376	100,0	VESTAS V126-3.3 Gri...	Yes VESTAS V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	137,0	1 718	12,8
49	380 640	7 098 723	105,0	VESTAS V126-3.3 Gri...	Yes VESTAS V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	137,0	1 718	12,8
50	380 779	7 097 931	105,0	VESTAS V126-3.3 Gri...	Yes VESTAS V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	137,0	1 718	12,8
51	381 063	7 097 401	107,4	VESTAS V126-3.3 Gri...	Yes VESTAS V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	137,0	1 718	12,8
A01	370 157	7 104 947	72,9	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A02	370 543	7 106 676	73,0	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A03	371 238	7 107 605	69,2	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A04	371 294	7 108 416	65,1	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A05	369 591	7 105 980	71,1	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A06	369 659	7 106 694	74,7	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A07	370 332	7 107 513	67,4	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A08	370 357	7 108 328	65,0	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A09	369 568	7 107 523	70,0	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A10	368 628	7 107 123	70,0	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A11	368 271	7 107 554	68,6	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A12	369 220	7 108 143	65,1	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A13	368 250	7 108 818	65,0	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A14	369 453	7 109 216	65,0	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A15	367 846	7 109 496	67,5	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A16	368 697	7 109 688	65,0	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A17	368 044	7 110 302	63,9	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A18	367 570	7 110 755	62,5	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A19	367 103	7 111 094	62,5	Generic RD200 HH22...	Yes Generic RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
HK1	362 925	7 116 909	50,0	Generic RD200-8.0 M...	Yes Generic RD200-8.0 MW-8 000	8 000	200,0	200,0	2 089	10,4
HK2	364 851	7 116 247	55,0	Generic RD200-8.0 M...	Yes Generic RD200-8.0 MW-8 000	8 000	200,0	200,0	2 089	10,4
HK3	363 880	7 115 898	53,1	Generic RD200-8.0 M...	Yes Generic RD200-8.0 MW-8 000	8 000	200,0	200,0	2 089	10,4
HK4	365 316	7 115 435	55,6	Generic RD200-8.0 M...	Yes Generic RD200-8.0 MW-8 000	8 000	200,0	200,0	2 089	10,4
HK5	364 350	7 115 141	55,0	Generic RD200-8.0 M...	Yes Generic RD200-8.0 MW-8 000	8 000	200,0	200,0	2 089	10,4
HK6	365 790	7 114 681	57,5	Generic RD200-8.0 M...	Yes Generic RD200-8.0 MW-8 000	8 000	200,0	200,0	2 089	10,4
HK7	366 307	7 114 024	57,5	Generic RD200-8.0 M...	Yes Generic RD200-8.0 MW-8 000	8 000	200,0	200,0	2 089	10,4
HK8	365 140	7 113 868	57,5	Generic RD200-8.0 M...	Yes Generic RD200-8.0 MW-8 000	8 000	200,0	200,0	2 089	10,4

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_YHTEISVAIKUTUS_real case_no forest

...continued from previous page

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Shadow data				
					Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM [RPM]
HK9	366 091	7 113 264	57,5	Generic RD200-8.0 M...	Yes	Generic	RD200-8.0 MW-8 000	8 000	200,0	200,0	2 089	10,4
K1	369 554	7 105 205	72,5	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
K2	368 792	7 106 464	70,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
K3	367 766	7 107 968	67,5	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
K4	367 345	7 108 566	67,5	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
K5	366 897	7 109 210	67,5	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y1	372 136	7 104 203	80,9	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y2	371 581	7 104 458	80,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y3	371 006	7 104 701	80,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y4	371 942	7 105 520	73,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y5	370 978	7 105 727	77,5	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y6	372 059	7 106 460	70,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y7	371 486	7 107 001	70,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y8	372 422	7 107 527	67,9	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
Y9	372 152	7 108 371	64,3	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7

Shadow receptor-Input

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window [°]	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l. [m]
A	Laskentapiste_A (Oivo)	373 516	7 106 167	70,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
B	Laskentapiste_B (Järviojanniittu)	372 065	7 102 626	82,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
C	Laskentapiste_C (Sorvari)	370 211	7 102 863	82,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
D	Laskentapiste_D (Sorvari)	370 180	7 102 899	82,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
E	Laskentapiste_E (Huhtakylä)	366 759	7 106 162	67,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
F	Laskentapiste_F (Huhtakylä)	366 819	7 106 110	67,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
G	Laskentapiste_G (Viljamaa)	366 243	7 106 530	65,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
H	Laskentapiste_H (Karjaneva)	366 073	7 106 785	64,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
I	Laskentapiste_I (Rautio)	364 417	7 108 809	61,2	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
J	Laskentapiste_J (Pöllä)	364 785	7 107 263	61,9	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
K	Laskentapiste_K (Mattilanperä)	368 566	7 112 661	59,4	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
L	Laskentapiste_L (Mattilanperä)	368 569	7 112 523	60,1	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
M	Laskentapiste_M (Mäntylä)	374 166	7 108 516	60,2	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
N	Laskentapiste_N (Nevaranta)	369 753	7 111 523	57,6	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
O	Laskentapiste_O (Huhtala)	367 519	7 104 685	70,6	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values Shadow hours per year [h/year]
A	Laskentapiste_A (Oivo)	9:07
B	Laskentapiste_B (Järviojanniittu)	0:00
C	Laskentapiste_C (Sorvari)	0:00
D	Laskentapiste_D (Sorvari)	0:00
E	Laskentapiste_E (Huhtakylä)	7:21
F	Laskentapiste_F (Huhtakylä)	10:23
G	Laskentapiste_G (Viljamaa)	0:00
H	Laskentapiste_H (Karjaneva)	6:43
I	Laskentapiste_I (Rautio)	0:00
J	Laskentapiste_J (Pöllä)	0:00
K	Laskentapiste_K (Mattilanperä)	0:00
L	Laskentapiste_L (Mattilanperä)	2:50
M	Laskentapiste_M (Mäntylä)	3:16
N	Laskentapiste_N (Nevaranta)	0:00
O	Laskentapiste_O (Huhtala)	0:00

SHADOW - Main Result

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_YHTEISVAIKUTUS_real case_no forest

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

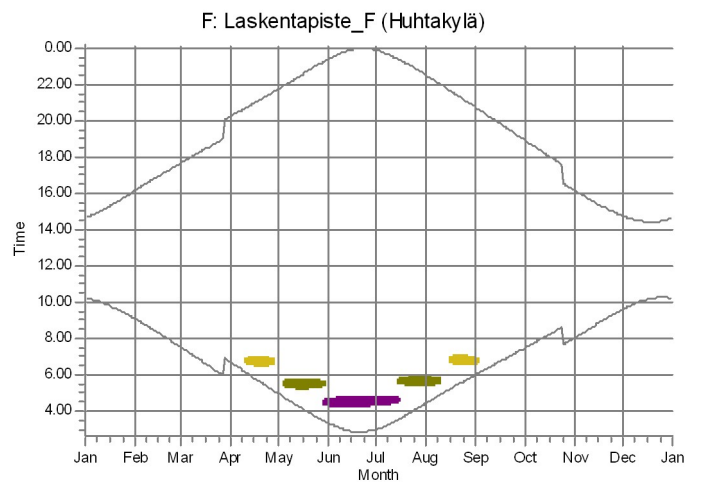
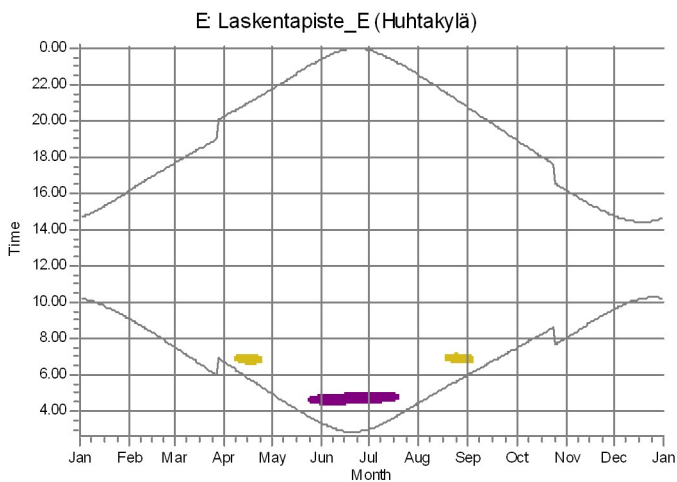
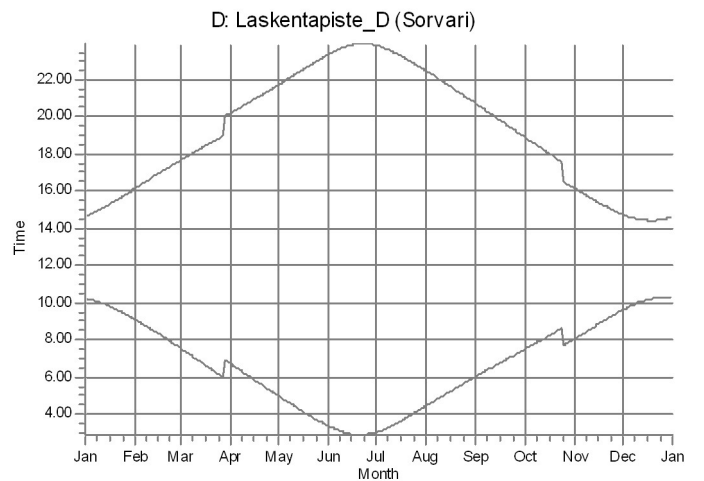
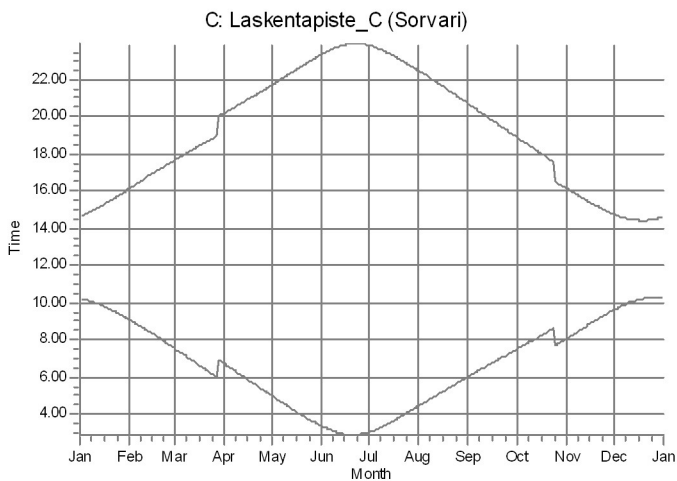
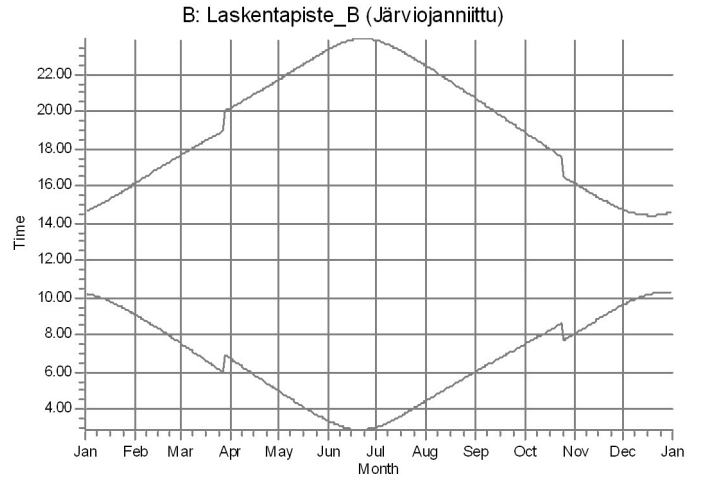
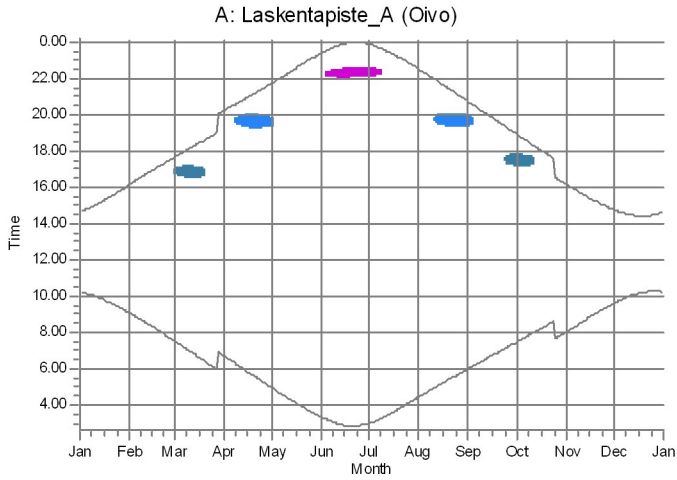
No.	Name	Expected [h/year]
43	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (185)	0:00
44	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (186)	0:00
45	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (187)	0:00
46	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (188)	0:00
47	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (189)	0:00
48	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (190)	0:00
49	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (191)	0:00
50	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (192)	0:00
51	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (193)	0:00
A01	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (661)	0:00
A02	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (667)	0:00
A03	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (663)	0:00
A04	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (666)	0:00
A05	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (679)	0:00
A06	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (673)	0:00
A07	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (680)	0:00
A08	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (656)	0:00
A09	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (676)	0:00
A10	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (649)	4:01
A11	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (662)	6:30
A12	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (675)	0:00
A13	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (678)	0:00
A14	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (651)	0:00
A15	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (672)	0:00
A16	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (655)	0:00
A17	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (671)	0:00
A18	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (669)	1:23
A19	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (664)	1:26
HK1	Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (639)	0:00
HK2	Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (646)	0:00
HK3	Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (640)	0:00
HK4	Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (643)	0:00
HK5	Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (641)	0:00
HK6	Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (644)	0:00
HK7	Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (645)	0:00
HK8	Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (642)	0:00
HK9	Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (647)	0:00
K1	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (652)	0:00
K2	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (657)	3:15
K3	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (653)	6:43
K4	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (659)	0:00
K5	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (650)	0:00
Y1	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (648)	0:00
Y2	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (668)	0:00
Y3	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (670)	0:00
Y4	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (654)	2:12
Y5	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (674)	0:00
Y6	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (660)	4:29
Y7	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (677)	0:00
Y8	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (665)	3:56
Y9	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (658)	1:46

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

The calculation of the total expected values for a given receptor assumes a weighted average directional reduction for all WTGs contributing to shadow flicker within the same day. In the case where shadow flicker from different WTGs is not concurrent within the day, the total expected time at a given receptor may deviate marginally from the individual flicker time caused by each turbine separately.

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_YHTEISVAIKUTUS_real case_no forest



WTGs

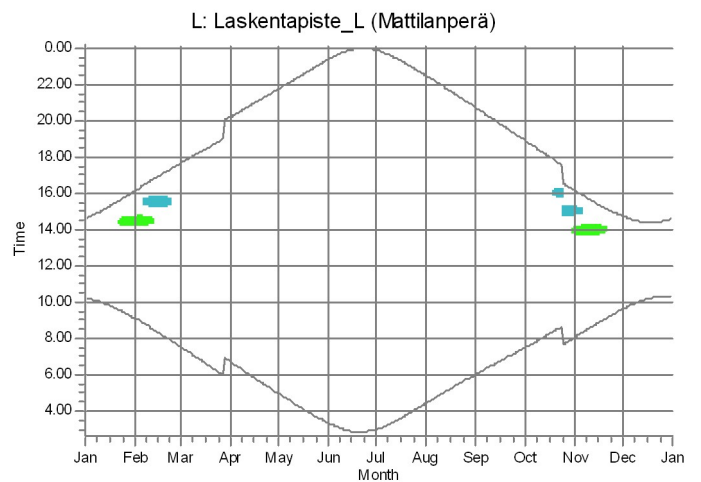
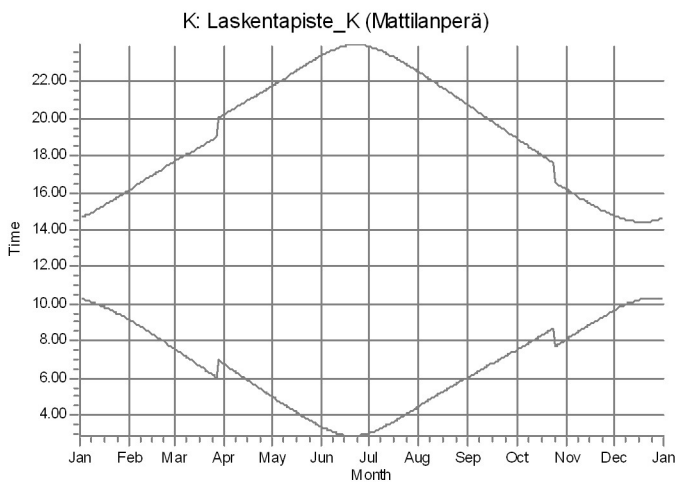
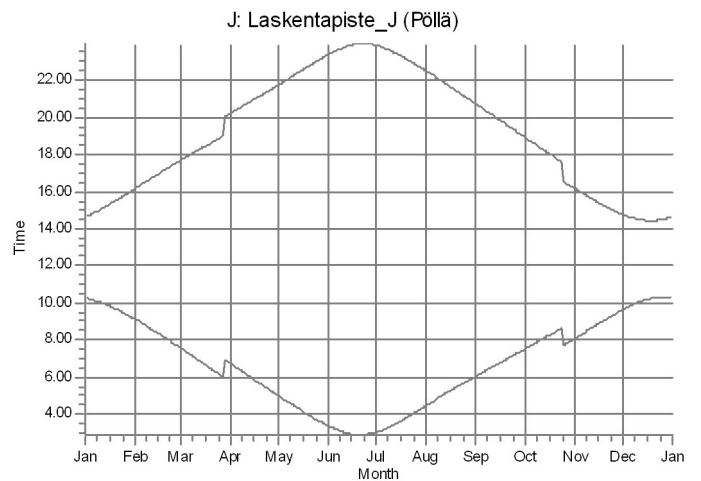
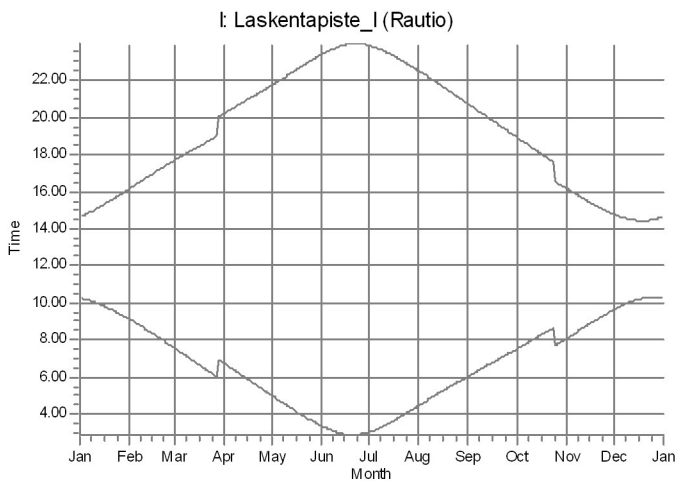
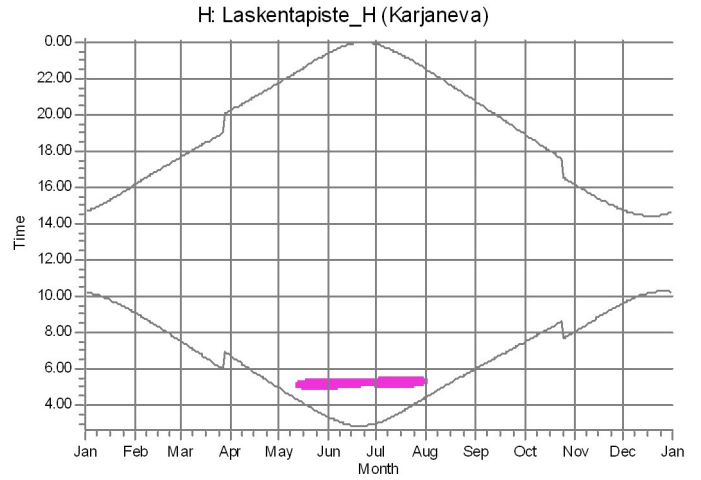
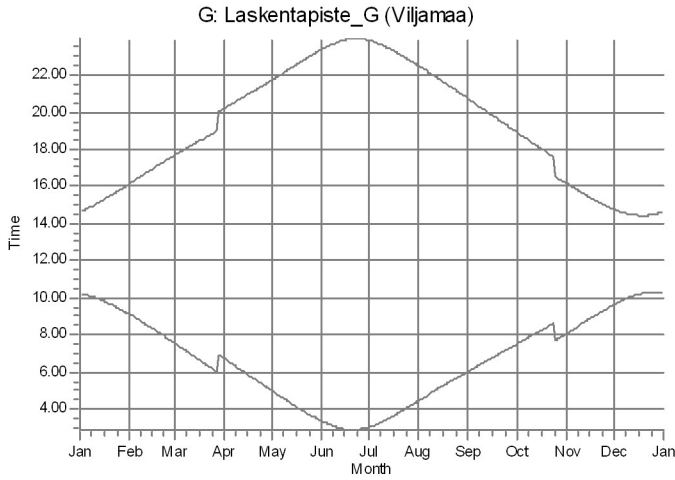
A10: Generic RD200 HH220 6800 200.0 101 hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (649)
A11: Generic RD200 HH220 6800 200.0 101 hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (662)

K2: Generic RD200 HH220 6800 200.0 101 hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (657)
Y4: Generic RD200 HH220 6800 200.0 101 hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (654)

Y6: Generic RD200 HH220 6800 200.0 101 hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (660)
Y8: Generic RD200 HH220 6800 200.0 101 hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (665)

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_YHTEISVAIKUTUS_real case_no forest



WTGs

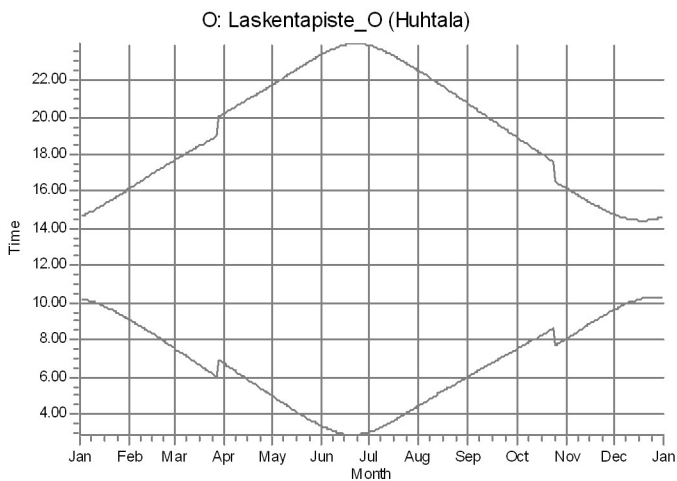
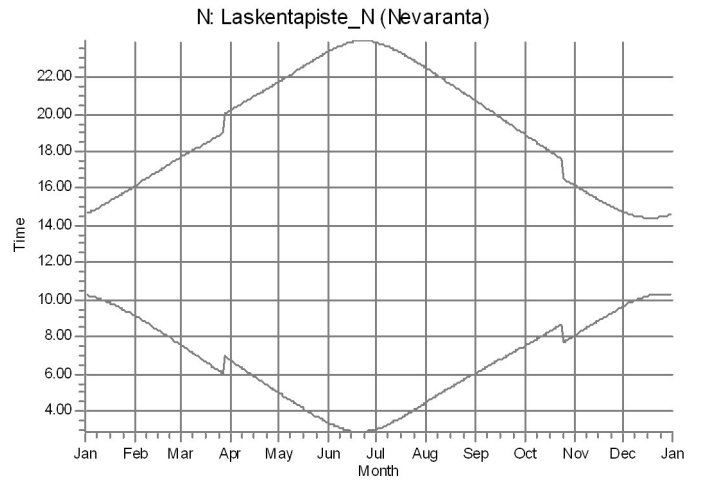
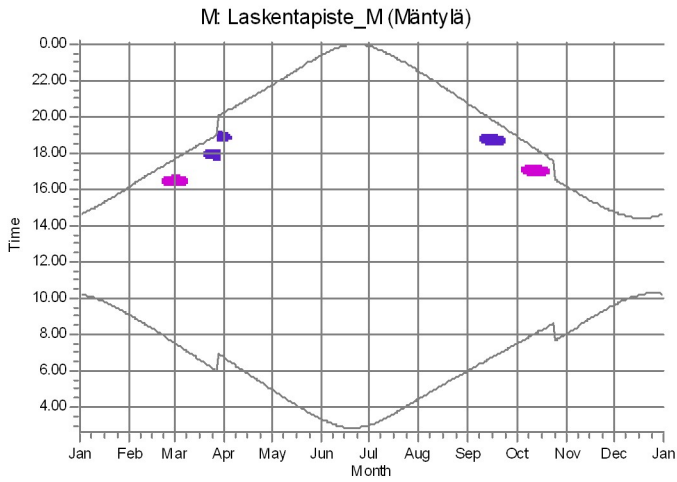
A18: Generic RD200 HH220 6800 200.0 I0I hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (669)

A19: Generic RD200 HH220 6800 200.0 I0I hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (664)

K3: Generic RD200 HH220 6800 200.0 I0I hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (653)

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_YHTEISVAIKUTUS_real case_no forest



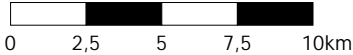
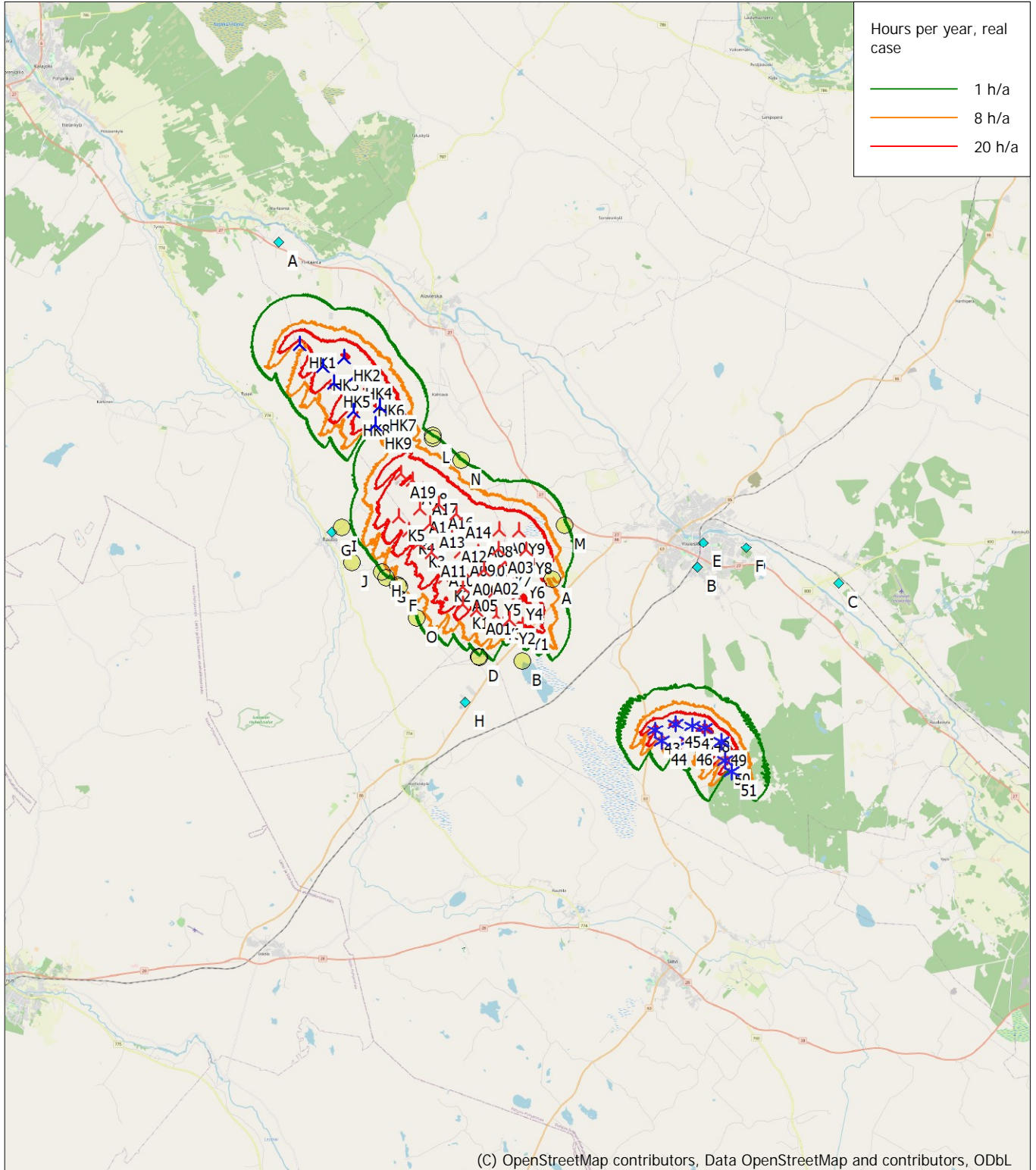
WTGs

Y8: Generic RD200 HH220 6800 200.0 101 hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (665)

Y9: Generic RD200 HH220 6800 200.0 101 hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (658)

SHADOW - Map

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_YHTEISVAIKUTUS_real case_no forest



Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:250 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 373 100 North: 7 106 840
 🚧 New WTG 🌟 Existing WTG 🏗️ Obstacle 📍 Shadow receptor
 Flicker map level: Height Contours: CONTOURLINE_Verkasalo_1.wpo (1)
 Time step: 3 minutes, Day step: 7 days, Map resolution: 20 m, Visibility resolution: 10 m, Eye height: 1,5 m

8.10.2024

**Liite 8. Verkasalon tuulivoimahanke – varjostusmallinnuksen tulokset ”real case, luke forest”.
Yhteisvaikutukset Hangaskurunkankaan ja Pajukoski 1 hankkeiden kanssa.**

SHADOW - Main Result

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_YHTEISVAIKUTUS_real case_Luke forest
Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade
Please look in WTG table

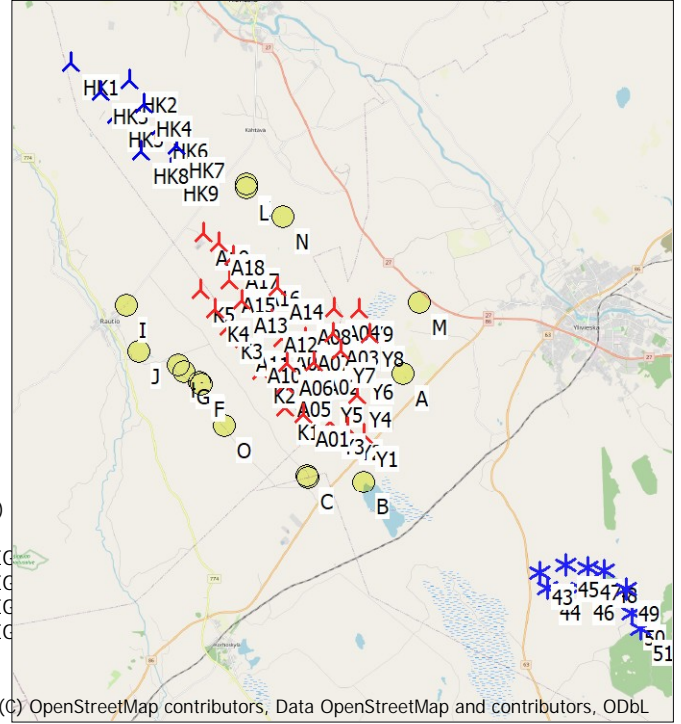
Minimum sun height over horizon for influence 3 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
0,77 2,46 4,42 6,93 8,81 9,87 9,13 6,84 4,43 2,23 0,93 0,26

Operational time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
582 416 379 381 540 772 981 1 114 913 655 550 602 7 885

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Height Contours: CONTOURLINE_Verkasalo_1.wpo (1)
Area object(s) used in calculation:
Area object (Heights a.g.l. for e.g. Forest (ORA tool) or ZVI obstructions): REC...
Area object (Heights a.g.l. for e.g. Forest (ORA tool) or ZVI obstructions): REC...
Area object (Heights a.g.l. for e.g. Forest (ORA tool) or ZVI obstructions): REC...
Area object (Heights a.g.l. for e.g. Forest (ORA tool) or ZVI obstructions): REC...
Obstacles used in calculation
Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL
Scale 1:250 000
New WTG Existing WTG Shadow receptor

WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Shadow data				
					Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
43	377 795	7 099 397	87,5	VESTAS V126-3.3 Gri...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	137,0	1 718	12,8
44	378 047	7 098 880	90,0	VESTAS V126-3.3 Gri...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	137,0	1 718	12,8
45	378 683	7 099 618	85,9	VESTAS V126-3.3 Gri...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	137,0	1 718	12,8
46	379 140	7 098 839	93,5	VESTAS V126-3.3 Gri...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	137,0	1 718	12,8
47	379 395	7 099 490	94,7	VESTAS V126-3.3 Gri...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	137,0	1 718	12,8
48	379 949	7 099 376	100,0	VESTAS V126-3.3 Gri...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	137,0	1 718	12,8
49	380 640	7 098 723	105,0	VESTAS V126-3.3 Gri...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	137,0	1 718	12,8
50	380 779	7 097 931	105,0	VESTAS V126-3.3 Gri...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	137,0	1 718	12,8
51	381 063	7 099 401	107,4	VESTAS V126-3.3 Gri...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	137,0	1 718	12,8
A01	370 157	7 104 947	72,9	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A02	370 543	7 106 676	73,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A03	371 238	7 107 605	69,2	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A04	371 294	7 108 416	65,1	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A05	369 591	7 105 980	71,1	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A06	369 659	7 106 694	74,7	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A07	370 332	7 107 513	67,4	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A08	370 357	7 109 328	65,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A09	369 568	7 107 523	70,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A10	368 628	7 107 123	70,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A11	368 271	7 107 554	68,6	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A12	369 220	7 108 143	65,1	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A13	368 250	7 108 818	65,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A14	369 453	7 109 216	65,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A15	367 846	7 109 496	67,5	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A16	368 697	7 109 688	65,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A17	368 044	7 110 302	63,9	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A18	367 570	7 110 755	62,5	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
A19	367 103	7 111 094	62,5	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7
HK1	362 925	7 116 909	50,0	Generic RD200-8.0 M...	Yes	Generic	RD200-8.0 MW-8 000	8 000	200,0	200,0	2 089	10,4
HK2	364 851	7 116 247	55,0	Generic RD200-8.0 M...	Yes	Generic	RD200-8.0 MW-8 000	8 000	200,0	200,0	2 089	10,4

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_YHTEISVAIKUTUS_real case_Luke forest

...continued from previous page

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Shadow data					
					Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM	
			[m]										
HK3	363 880	7 115 898	53,1	Generic RD200-8.0 M...	Yes	Generic	RD200-8.0 MW-8 000	8 000	200,0	200,0	2 089	10,4	
HK4	365 316	7 115 435	55,6	Generic RD200-8.0 M...	Yes	Generic	RD200-8.0 MW-8 000	8 000	200,0	200,0	2 089	10,4	
HK5	364 350	7 115 141	55,0	Generic RD200-8.0 M...	Yes	Generic	RD200-8.0 MW-8 000	8 000	200,0	200,0	2 089	10,4	
HK6	365 790	7 114 681	57,5	Generic RD200-8.0 M...	Yes	Generic	RD200-8.0 MW-8 000	8 000	200,0	200,0	2 089	10,4	
HK7	366 307	7 114 024	57,5	Generic RD200-8.0 M...	Yes	Generic	RD200-8.0 MW-8 000	8 000	200,0	200,0	2 089	10,4	
HK8	365 140	7 113 868	57,5	Generic RD200-8.0 M...	Yes	Generic	RD200-8.0 MW-8 000	8 000	200,0	200,0	2 089	10,4	
HK9	366 091	7 113 264	57,5	Generic RD200-8.0 M...	Yes	Generic	RD200-8.0 MW-8 000	8 000	200,0	200,0	2 089	10,4	
K1	369 554	7 105 205	72,5	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
K2	368 792	7 106 464	70,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
K3	367 766	7 107 968	67,5	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
K4	367 345	7 108 566	67,5	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
K5	366 897	7 109 210	67,5	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
Y1	372 136	7 104 203	80,9	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
Y2	371 581	7 104 458	80,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
Y3	371 006	7 104 701	80,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
Y4	371 942	7 105 520	73,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
Y5	370 978	7 105 727	77,5	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
Y6	372 059	7 106 460	70,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
Y7	371 486	7 107 001	70,0	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
Y8	372 422	7 107 527	67,9	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	
Y9	372 152	7 108 371	64,3	Generic RD200 HH22...	Yes	Generic	RD200 HH220-6 800	6 800	200,0	220,0	2 087	10,7	

Shadow receptor-Input

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation	Slope of	Direction mode	Eye height
				[m]	[m]	[m]	a.g.l.	window		(ZVI) a.g.l.
							[m]	[°]		[m]
A	Laskentapiste_A (Oivo)	373 516	7 106 167	70,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
B	Laskentapiste_B (Järviojanniittu)	372 065	7 102 626	82,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
C	Laskentapiste_C (Sorvari)	370 211	7 102 863	82,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
D	Laskentapiste_D (Sorvari)	370 180	7 102 899	82,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
E	Laskentapiste_E (Huhtakylä)	366 759	7 106 162	67,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
F	Laskentapiste_F (Huhtakylä)	366 819	7 106 110	67,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
G	Laskentapiste_G (Viljamaa)	366 243	7 106 530	65,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
H	Laskentapiste_H (Karjaneva)	366 073	7 106 785	64,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
I	Laskentapiste_I (Rautio)	364 417	7 108 809	61,2	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
J	Laskentapiste_J (Pöllä)	364 785	7 107 263	61,9	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
K	Laskentapiste_K (Mattilanperä)	368 566	7 112 661	59,4	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
L	Laskentapiste_L (Mattilanperä)	368 569	7 112 523	60,1	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
M	Laskentapiste_M (Mäntylä)	374 166	7 108 516	60,2	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
N	Laskentapiste_N (Nevaranta)	369 753	7 111 523	57,6	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
O	Laskentapiste_O (Huhtala)	367 519	7 104 685	70,6	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values
		Shadow hours
		per year
		[h/year]
A	Laskentapiste_A (Oivo)	2:26
B	Laskentapiste_B (Järviojanniittu)	0:00
C	Laskentapiste_C (Sorvari)	0:00
D	Laskentapiste_D (Sorvari)	0:00
E	Laskentapiste_E (Huhtakylä)	5:05
F	Laskentapiste_F (Huhtakylä)	0:00
G	Laskentapiste_G (Viljamaa)	0:00
H	Laskentapiste_H (Karjaneva)	6:43
I	Laskentapiste_I (Rautio)	0:00
J	Laskentapiste_J (Pöllä)	0:00
K	Laskentapiste_K (Mattilanperä)	0:00
L	Laskentapiste_L (Mattilanperä)	2:50
M	Laskentapiste_M (Mäntylä)	0:00

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_YHTEISVAIKUTUS_real case_Luke forest

...continued from previous page

No.	Name	Shadow, expected values Shadow hours per year [h/year]
	N Laskentapiste_N (Nevaranta)	0:00
	O Laskentapiste_O (Huhtala)	0:00

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

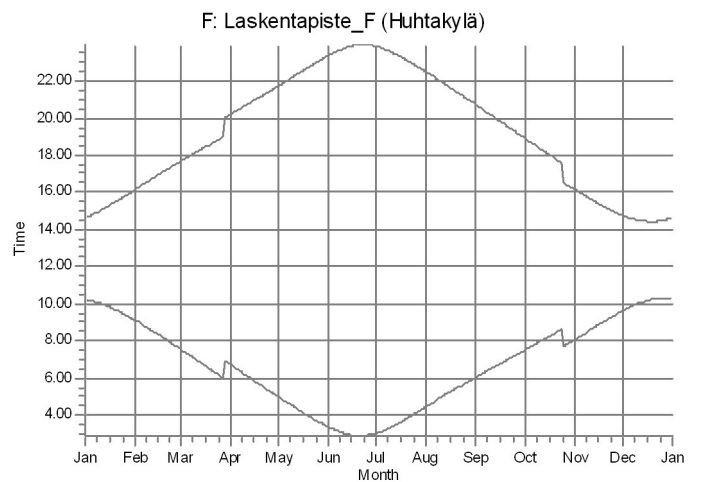
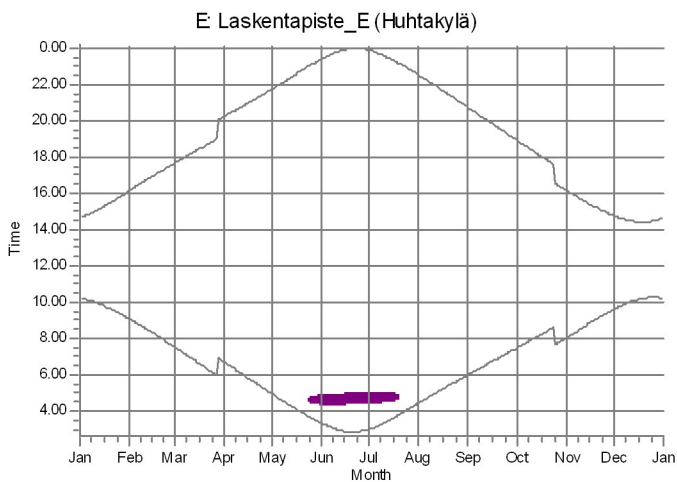
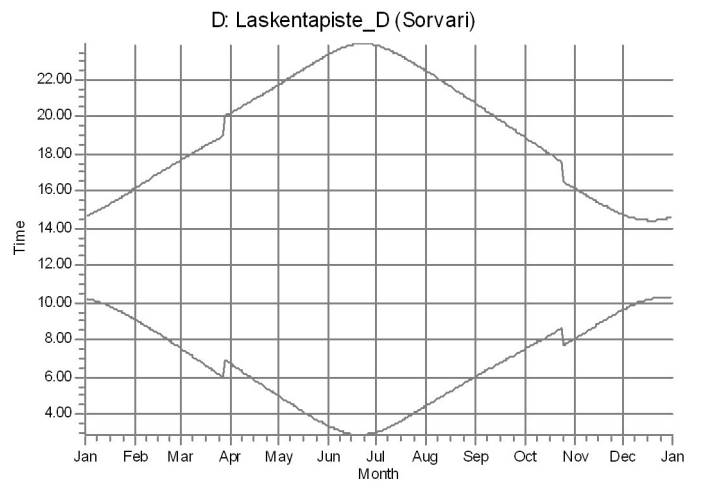
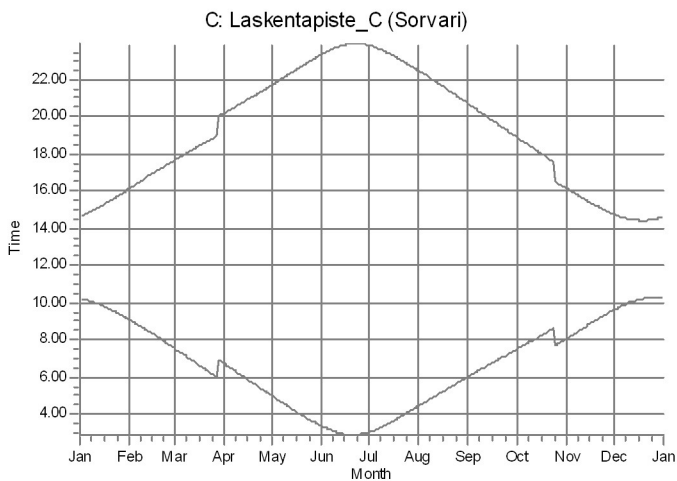
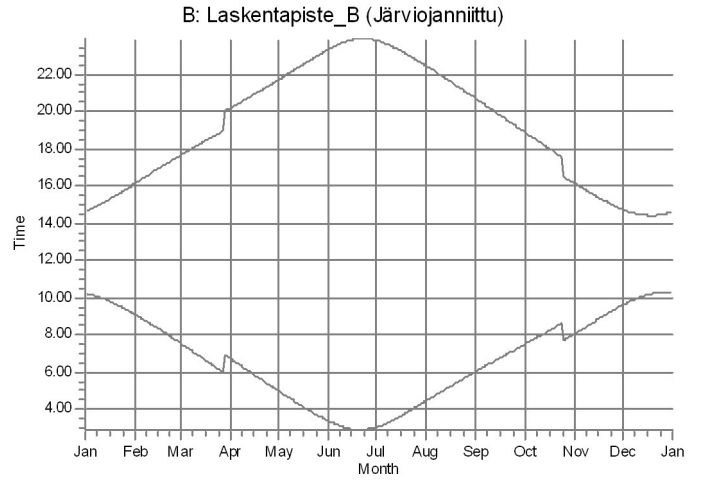
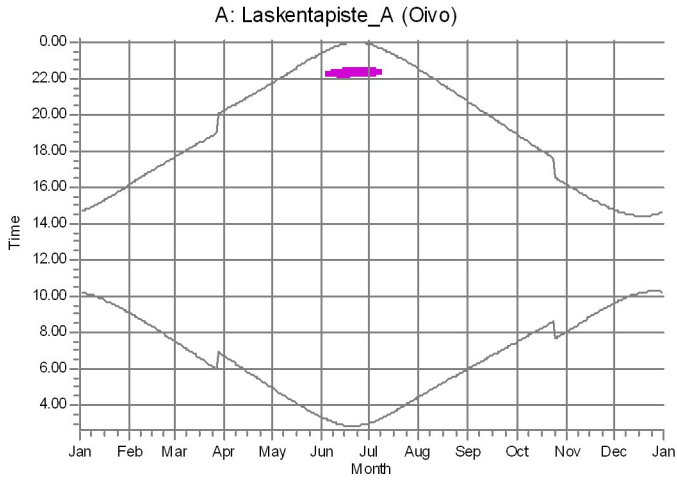
No.	Name	Expected [h/year]
43	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (185)	0:00
44	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (186)	0:00
45	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (187)	0:00
46	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (188)	0:00
47	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (189)	0:00
48	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (190)	0:00
49	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (191)	0:00
50	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (192)	0:00
51	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (193)	0:00
A01	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (661)	0:00
A02	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (667)	0:00
A03	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (663)	0:00
A04	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (666)	0:00
A05	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (679)	0:00
A06	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (673)	0:00
A07	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (680)	0:00
A08	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (656)	0:00
A09	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (676)	0:00
A10	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (649)	0:00
A11	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (662)	5:05
A12	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (675)	0:00
A13	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (678)	0:00
A14	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (651)	0:00
A15	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (672)	0:00
A16	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (655)	0:00
A17	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (671)	0:00
A18	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (669)	1:23
A19	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (664)	1:26
HK1	Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (639)	0:00
HK2	Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (646)	0:00
HK3	Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (640)	0:00
HK4	Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (643)	0:00
HK5	Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (641)	0:00
HK6	Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (644)	0:00
HK7	Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (645)	0:00
HK8	Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (642)	0:00
HK9	Generic RD200-8.0 MW 8000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (647)	0:00
K1	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (652)	0:00
K2	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (657)	0:00
K3	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (653)	6:43
K4	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (659)	0:00
K5	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (650)	0:00
Y1	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (648)	0:00
Y2	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (668)	0:00
Y3	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (670)	0:00
Y4	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (654)	0:00
Y5	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (674)	0:00
Y6	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (660)	0:00
Y7	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (677)	0:00
Y8	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (665)	2:26
Y9	Generic RD200 HH220 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (658)	0:00

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

The calculation of the total expected values for a given receptor assumes a weighted average directional reduction for all WTGs contributing to shadow flicker within the same day. In the case where shadow flicker from different WTGs is not concurrent within the day, the total expected time at a given receptor may deviate marginally from the individual flicker time caused by each turbine separately.

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_YHTEISVAIKUTUS_real case_Luke forest



WTGs

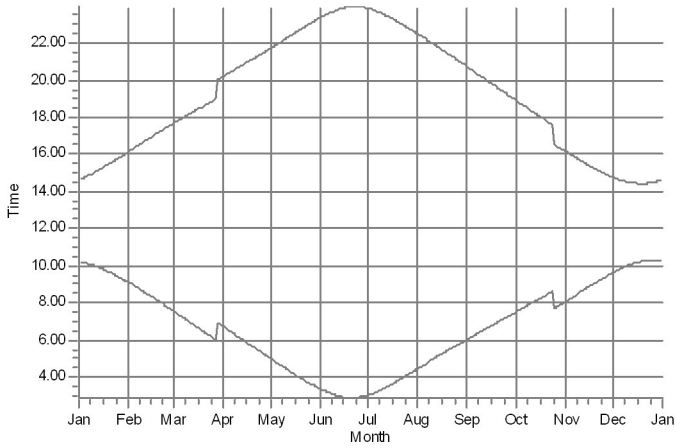
A11: Generic RD200 HH220 6800 200.0 10I hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (662)

Y8: Generic RD200 HH220 6800 200.0 10I hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (665)

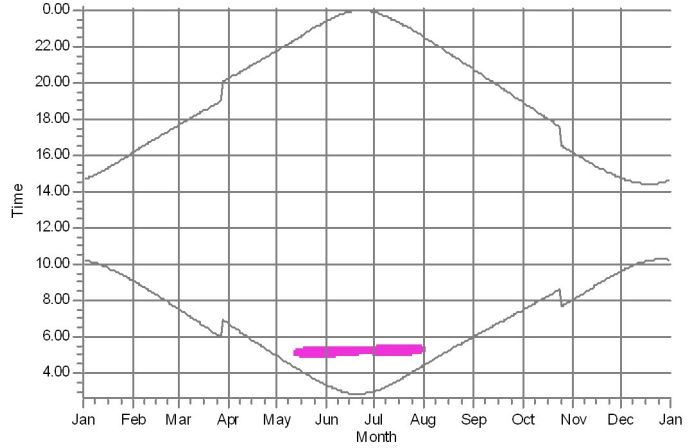
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_YHTEISVAIKUTUS_real case_Luke forest

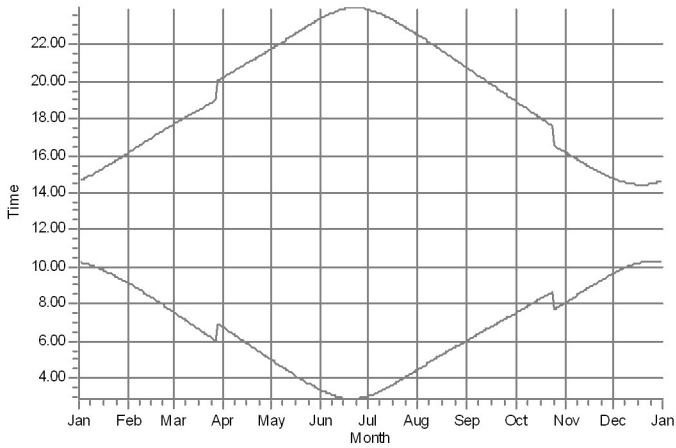
G: Laskentapiste_G (Viljamaa)



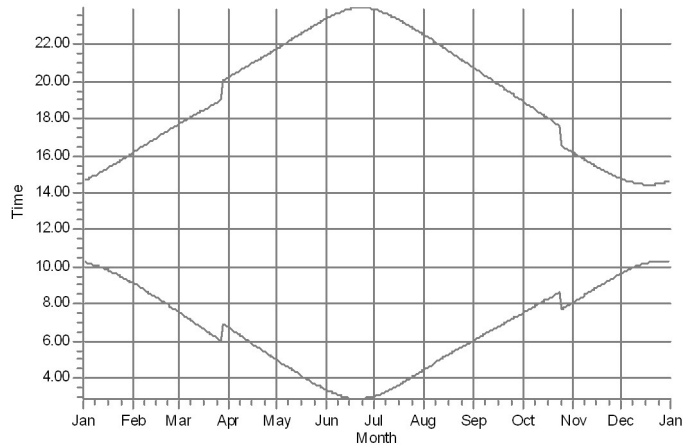
H: Laskentapiste_H (Karjaneva)



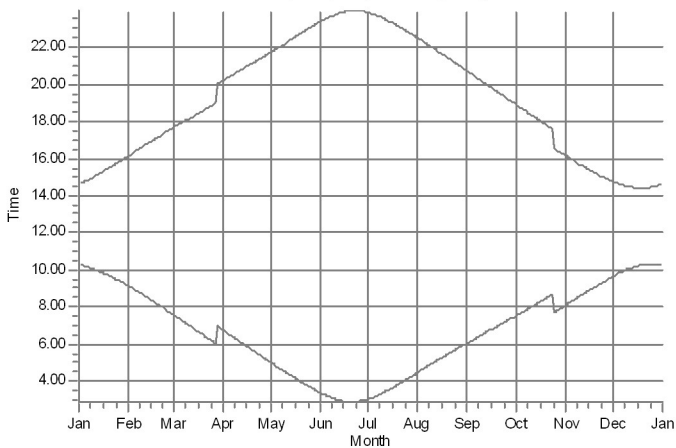
I: Laskentapiste_I (Rautio)



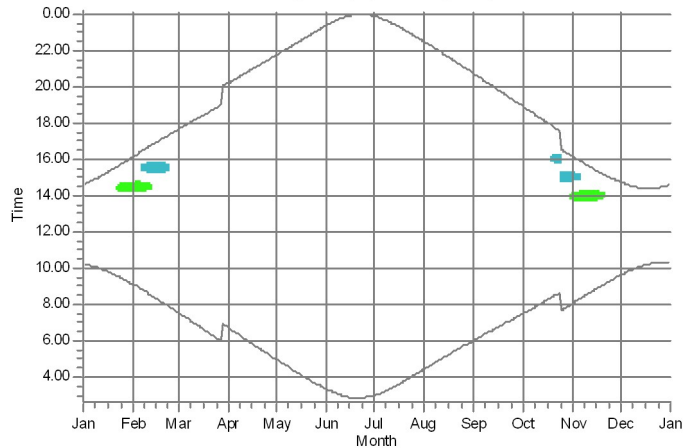
J: Laskentapiste_J (Pöllä)



K: Laskentapiste_K (Mattilanperä)



L: Laskentapiste_L (Mattilanperä)



WTGs

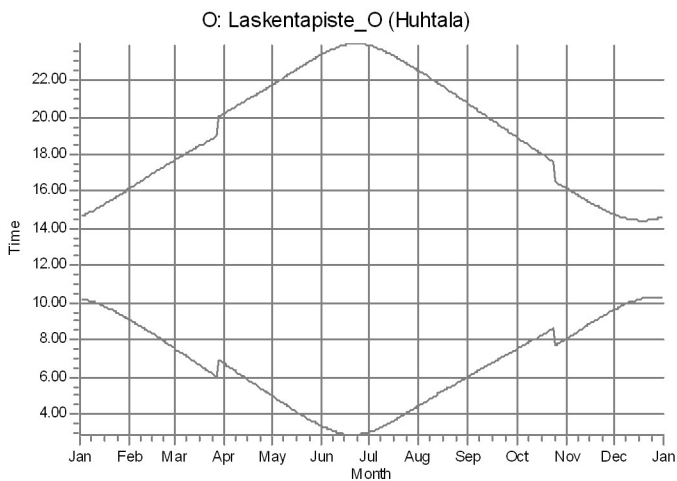
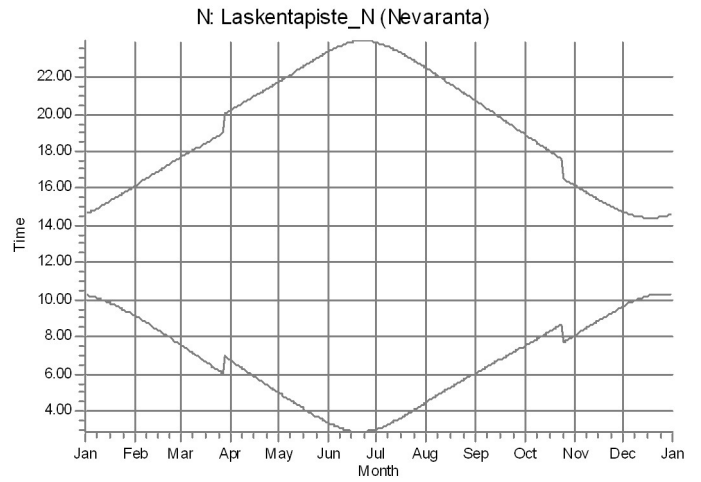
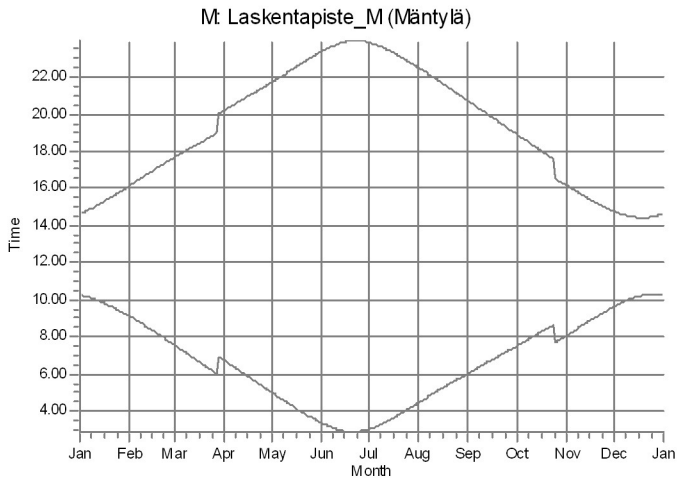
A18: Generic RD200 HH220 6800 200.0 I0I hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (669)

A19: Generic RD200 HH220 6800 200.0 I0I hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (664)

K3: Generic RD200 HH220 6800 200.0 I0I hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (653)

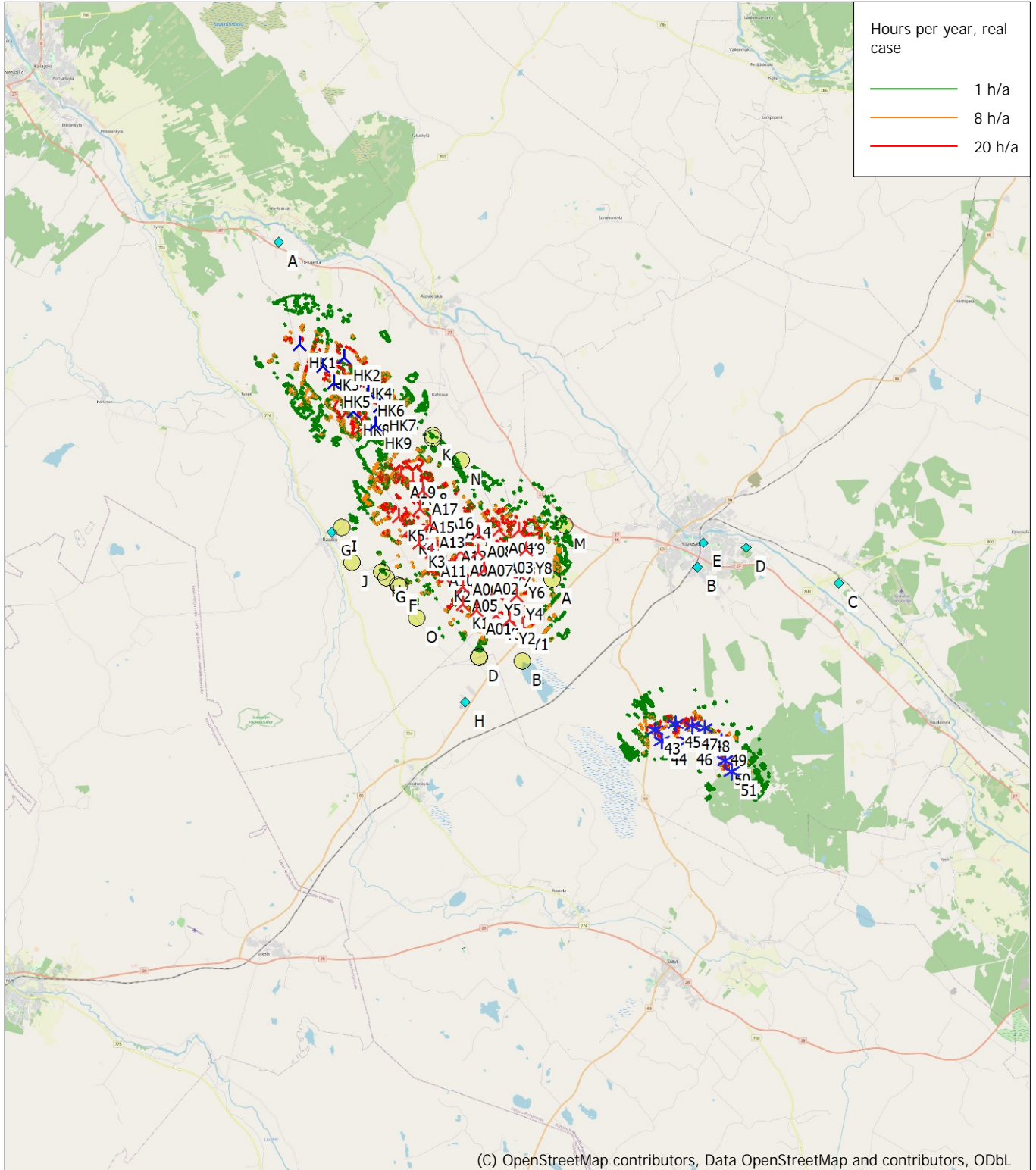
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_YHTEISVAIKUTUS_real case_Luke forest



SHADOW - Map

Calculation: Verkasalo_Kaavaehdotusvaihe_RD200x33xHH220_Valke_2024_10_01_YHTEISVAIKUTUS_real case_Luke forest



Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:250 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 373 100 North: 7 106 840
 New WTG Existing WTG Obstacle Shadow receptor
 Flicker map level: Height Contours: CONTOURLINE_Verkasalo_1.wpo (1)
 Time step: 3 minutes, Day step: 7 days, Map resolution: 20 m, Visibility resolution: 10 m, Eye height: 1,5 m