

WINDA ENERGY OY

Volkilankankaan tuulivoimahanke

Melu- ja varjostusmallinnusraportti

31.1.2025

Sisällysluettelo

1	MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUKSEN TAVOITTEET	1
2	LÄHTÖTIEDOT JA MENETLMÄT	1
2.1	Melu.....	1
2.1.1	Melumallinnus ISO 9613-2.....	1
2.1.2	Matalataajuinen melu	4
2.2	Varjostusmallinnus	5
2.3	Raja- ja ohjearvot.....	6
2.3.1	Melu.....	6
2.3.2	Varjostus	7
3	MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUSTEN TULOKSET	8
3.1	Melumallinnus.....	8
3.1.1	Melun laskentatulokset YM 2 /2014 ISO 9613-2 voimalaitoksella Nordex N175/6.X MW (106,9 dB + 1,5 dB).....	8
3.1.2	Melun laskentatulokset ISO 9613-2 voimalaitoksella Nordex N175/6.X MW (106,9 dB + 1,5 dB ja 101,4 dB + 1,5 dB).....	9
3.1.3	Matalataajuiset melutasot voimalaitoksella Nordex N175/6.X MW (106,6 dB + 1,5 dB ja 101,4 dB + 1,5 dB).....	11
3.2	Varjostusmallinnus voimalaitoksella Generic RD180 HH190	13
3.2.1	Varjostusmallinnus ilman puuston suojaavaa vaikutusta (No forest)	13
3.2.2	Varjostusmallinnus, kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu (Luke forest)	14
	Liite 1. Volkkilankankaan tuulivoimahanke - Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2, YM 2 /2014 Nordex N175/6.X (106,9 dB + 1,5 dB)	1
	Liite 2. Volkkilankankaan tuulivoimahanke - Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2, Nordex N175/6.X (Lähtömelutaso 106,9 dB + 1,5 dB). Voimaloissa 7, 8 ja 9 käytössä Operating Mode 8. (Lähtömelutaso 101,4 dB + 1,5 dB)	2
	Liite 3. Volkkilankankaan tuulivoimahanke – matalataajuisen melun rakennuskohtaiset arvot Nordex N175/6.X (106,9 dB + 1,5 dB)	3
	Liite 4. Volkkilankankaan tuulivoimahanke – matalataajuisen melun rakennuskohtaiset arvot Nordex N175/6.X (Lähtömelutaso 106,9 dB + 1,5 dB). Voimaloissa 7, 8 ja 9 käytössä Operating Mode 8 (Lähtömelutaso 101,4 dB + 1,5 dB).	4
	Liite 5. Volkkilankankaan tuulivoimahanke – varjostusmallinnuksen tulokset ”real case, no forest” voimalaitoksella Generic RD180 HH190.	5
	Liite 6. Volkkilankankaan tuulivoimahanke – varjostusmallinnuksen tulokset ”real case, luke forest” voimalaitoksella Generic RD180 HH190.	6

31.1.2025

Volkkilankankaan tuulivoimahanke

1 MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUKSEN TAVOITTEET

Volkkilankankaan tuulivoimahankkeen hankeomistaja Winda Energy Oy suunnittelee 9 voimalan rakentamista Kivijärvelle. Tämä melu- ja varjostusmallinnusraportti on laadittu Volkkilankankaan 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.

Volkkilankankaan tuulivoimaloiden äänenpainetasot on mallinnettu voimalaitostyyppillä Nordex N175/6.X MW, jonka napakorkeus on 192,5 metriä ja roottorinhalkaisija 175 metriä. Voimaloiden kokonaiskorkeus on näin ollen 280 metriä ja teho enimmillään 6,8 MW.

Melun lähtöarvot perustuvat Nordex N175 -voimalamallin meluspektriin. Voimalaitoksen Nordex N175/6.X MW lähtömelutaso nimellistehollaan on 106,9 dB(A), kun käytetään ääntä vaimentavaa siipityyppiä (serrated trailing edge). Voimalaitosvalmistajan mukaan N175-6.8 MW melutaso vastaa ylempää luottamusväliä 95 % ja on valmistajan mukaan melun takuuarvo, kun siihen lisätään 1,5 dB(A) epävarmuusarvo. Nordex N175/6.X voimalan melutasona on käytetty mallinnoissa myös lähtömelutasoa 102,9 dB(A), joka perustuu kyseisen voimalamallin lähtömelutasoltaan ja teholtaan matalampaan asetukseen (Operating Mode 8).

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

31.1.2025

Taulukko 1. Volkkilankankaan tuulivoimahankkeen mallinnusohjelma ja tuulivoimaloiden äänitehotasot voimalaitoksella Nordex N175/6.X sekä melun erityispiirteet.

MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT							
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO version 4.0.540				Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2			
TUULIVOIMALAN TIEDOT							
Tuulivoimalan valmistaja: Nordex				Tyyppi: N175/6.X		Sarjanumero/t:-	
Nimellisteho: 6,8 MW		Napakorkeus: 192,5 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, 2023-10-13							
Taulukossa esitetään mallinnuksessa käytetty melupäästö varmuusarvoineen (+ 1,5 dB(A))							
Nordex:in 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	73,3	200	96	1600	97,5
63	91,2	25	76,7	250	96,5	2000	96,1
125	98	31,5	78,6	315	97,3	2500	92,9
250	101,4	40	79,8	400	97,2	3150	89,6
500	101,9	50	81,8	500	97	4000	85,3
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
LWA,tot =108,4 dB(A)		160	95				
Melun erityispiirteiden mittaustulos ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudi- modulaatio)		Muu, Mikä:	
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei

31.1.2025

Taulukko 2. Volkkilankankaan tuulivoimahankkeen mallinnusohjelma ja tuulivoimaloiden äänitehotasot voimalaitoksella Nordex N175/6.X (Operating Mode 8) sekä melun erityispiirteet.

MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT							
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO version 4.0.540				Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2			
TUULIVOIMALAN TIEDOT							
Tuulivoimalan valmistaja: Nordex				Tyyppi: N175/6.X		Sarjanumero/t: -	
Nimellisteho: 6,8 MW		Napakorkeus: 192,5 m		Roottorin halkaisija: 175 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 8 (5030 kW), STE			
Ei		Ei		Noise mode, lähtömelutaso		101,4 dB	
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Third octave sound power levels F008_278_A17_EN, 2023-10-13 Taulukossa esitetään mallinnuksessa käytetty melupäästö varmuusarvoineen (+ 1,5 dB(A))							
Nordex:in mukaan: --- 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. Please further be advised, that we limit the Confidence Interval according to the Noise Emission Warranty to a maximum value of 1.5dB(A).							
Oktaaveittain [Hz],dB(A)		1/3-oktaaveittain [Hz] LWA dB					
		20	67,8	200	90,5	1600	92
63	85,7	25	71,2	250	91	2000	90,6
125	92,5	31,5	73,1	315	91,8	2500	87,4
250	95,9	40	74,3	400	91,7	3150	84,1
500	96,4	50	76,3	500	91,5	4000	79,8
1000	97,3	63	80,6	630	91,8	5000	75,7
2000	95,2	80	83,3	800	92,5	6300	68,6
4000	85,9	100	84,9	1000	92,5	8000	60,9
8000	69,4	125	87,5	1250	92,7	10000	51,5
LWA,tot =102,9 dB(A)		160	89,5				
Melun erityispiirteiden mittausta ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudi- modulaatio)		Muu, Mikä:	
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei

31.1.2025

Taulukko 3. 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 4. 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.

31.1.2025

2.2 Varjostusmallinnus

Taulukko 5. Volkkilankankaan tuulivoimahankkeen mallinnusohjelma ja tuulivoimaloiden koko varjostusmallinuksissa.

MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT			
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO version 4.0.540		Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2	
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)			
Tuulivoimalan valmistaja: Generic		Tyyppi: RD180 6.8 MW	Sarjanu- mero/t:-
Nimellisteho: 6,8 MW	Napakorkeus: 190 m	Roottorin halkaisija: 180 m	Tornin tyyppi: teräs/hybridi

Tuulivoimaloiden varjostusvaikutukset on mallinnettu käyttäen roottorinhalkaisijaltaan 180 metristä voimalaitosta 190 metriä korkealla tornilla. Kokonaiskorkeudeltaan voimala on mallinuksissa 280 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.

Varjostusmallin laskennassa on huomioitu hankealueen korkeustiedot, tuulivoimaloiden sijainnit, tuulivoimalan napakorkeudet ja roottorin halkaisija sekä hankealueen aikavyöhyke. Mallinuksessa otettiin huomioon auringon asema horisontissa eri kellon- ja vuodenaikoina, pilvisyys 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".

Mallinnus tehtiin niin sanotulle todelliselle tilanteelle (real case). Mallinnus tehtiin kahdelle eri laskentatilanteelle:

- 1) Todellinen tilanne, jossa puuston suojaava vaikutusta ei huomioitu (real case, no forest)
- 2) Todellinen tilanne, jossa puuston suojaava vaikutus on huomioitu (real case, forest). Puuston korkeustiedot perustuvat Luonnonvarakeskus (Luke) vuoden 2021 monilähteiseen valtakunnan metsien inventointiin (MVM), jossa käytetään valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) maastomittausten lisäksi satelliittikuvia ja muita tietolähteitä, kuten Maanmittauslaitoksen numeerista maastotietokantaa ja korkeusmallia.

Auringon keskimääräiset paistetunnit perustuvat Jyväskylän lentoaseman sääaseman mitattuihin säätietoihin 1991–2010. Laskentojen tuulen suunta ja nopeusjakaumana käytettiin NASA:n MERRA-dataa (Modern Era Retrospective-analysis for Research and Applications) hankealueen läheisyydeltä.

31.1.2025

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.

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 6. Valtioneuvoston asetuksen mukaiset tuulivoimaloiden melutason ohjearvot (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 toimenpiderajaja. Toimenpiderajat koskevat asuinhuoneita ja ne on annettu taajuuspainottamattomina yhden tunnin keskiäänitasoina tersseittäin. Toimenpiderajat koskevat yöaikaa ja päivällä sallitaan 5 dB suuremmat arvot.

Taulukko 7. Matalataajuisen sisämelun tunnin keskiäänitason toimenpiderajat nukkumiseen tarkoitetuissa tiloissa.

Teressikaista Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Keskiäänitaso L _{Ze} ,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

Lisäksi yöaikainen mahdollisesti unihäiriötä aiheuttava melu, joka erottuu selvästi taustamelusta, ei saa ylittää 25 dB yhden tunnin keskiäänitasona L_{Aeq},1h mitattuna niissä tiloissa, jotka on tarkoitettu nukkumiseen.

31.1.2025

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa (545/2015, Liite 2) on asuinhuoneistojen oleskeluun ja lepoon käytettävien asuinhuoneiden toimenpiderajaksi annettu yöajan keskiäänitasolle LAeq 30 dB. Lisäksi asetuksessa (12§) todetaan, että yöaikainen musiikkimelu tai muu vastaava mahdollisesti uni-häiriötä aiheuttava melu, joka erottuu selvästi taustamelusta, ei saa ylittää 25 dB yhden tunnin keskiäänitasona LAeq,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.

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.

31.1.2025

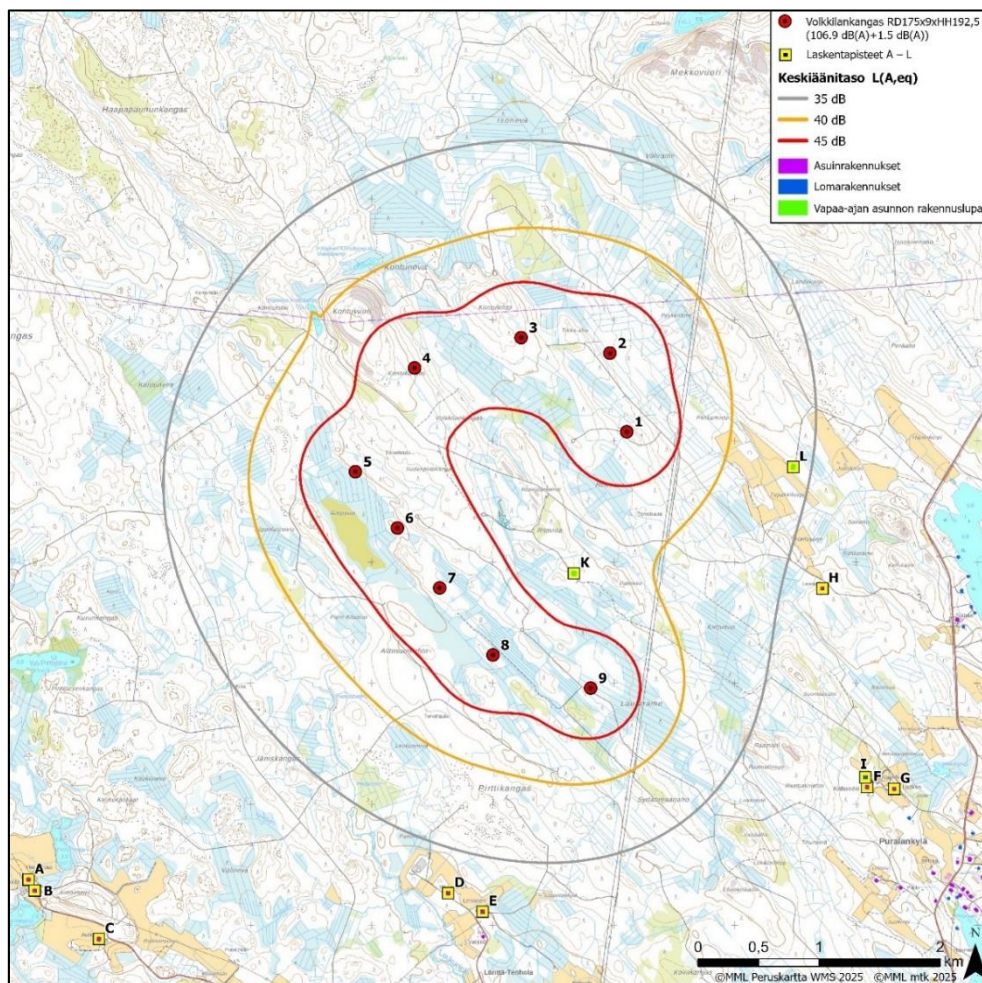
3 MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUSTEN TULOKSET

3.1 Melumallinnus

Melumallinnukset on tehty kahdelle eri tilanteelle. Luvun 3.1.1 mallinnuksessa kaikki Volkkilankankaan tuulivoimalat käyvät nimellistehonsa mukaisella asetuksella (Operating Mode 0). Luvun 3.1.2 mallinnuksessa Volkkilankankaan voimalat 7, 8 ja 9 käyvät hiljaisemmalla ja matalampitehoisella asetuksella (Operating Mode 8) ja muut voimalat käyvät nimellistehollaan.

3.1.1 Melun laskentatulokset YM 2 /2014 ISO 9613-2 voimalaitoksella Nordex N175/6.X MW (106,9 dB + 1,5 dB)

Voimaloiden nimellistehon mukaisessa mallinnuksessa melutaso 40 dB(A) ylittyä yhdessä häiriintyvissä kohteissa (Laskentapiste K). Tuulivoimaloiden aiheuttama keskiäänitaso (L_{A,eq}) laskentapisteen K alueella on mallinnustuloksen mukaan 42,4 dB(A). Laskentapiste K:n alueella ei sijaitse nykyisellään lomarakennusta, mutta lomarakennuksen rakentamiseen on myönnetty rakennuslupa. Melumallinnuksen tulokset on esitetty kuvassa 1 ja taulukossa 8. Katso tarkemmat laskentatulokset liitteestä 1.



Kuva 1. Volkkilankankaan melumallinnuksen tulos, kun voimaloita käytetään nimellistehollaan (Mode 0)

31.1.2025

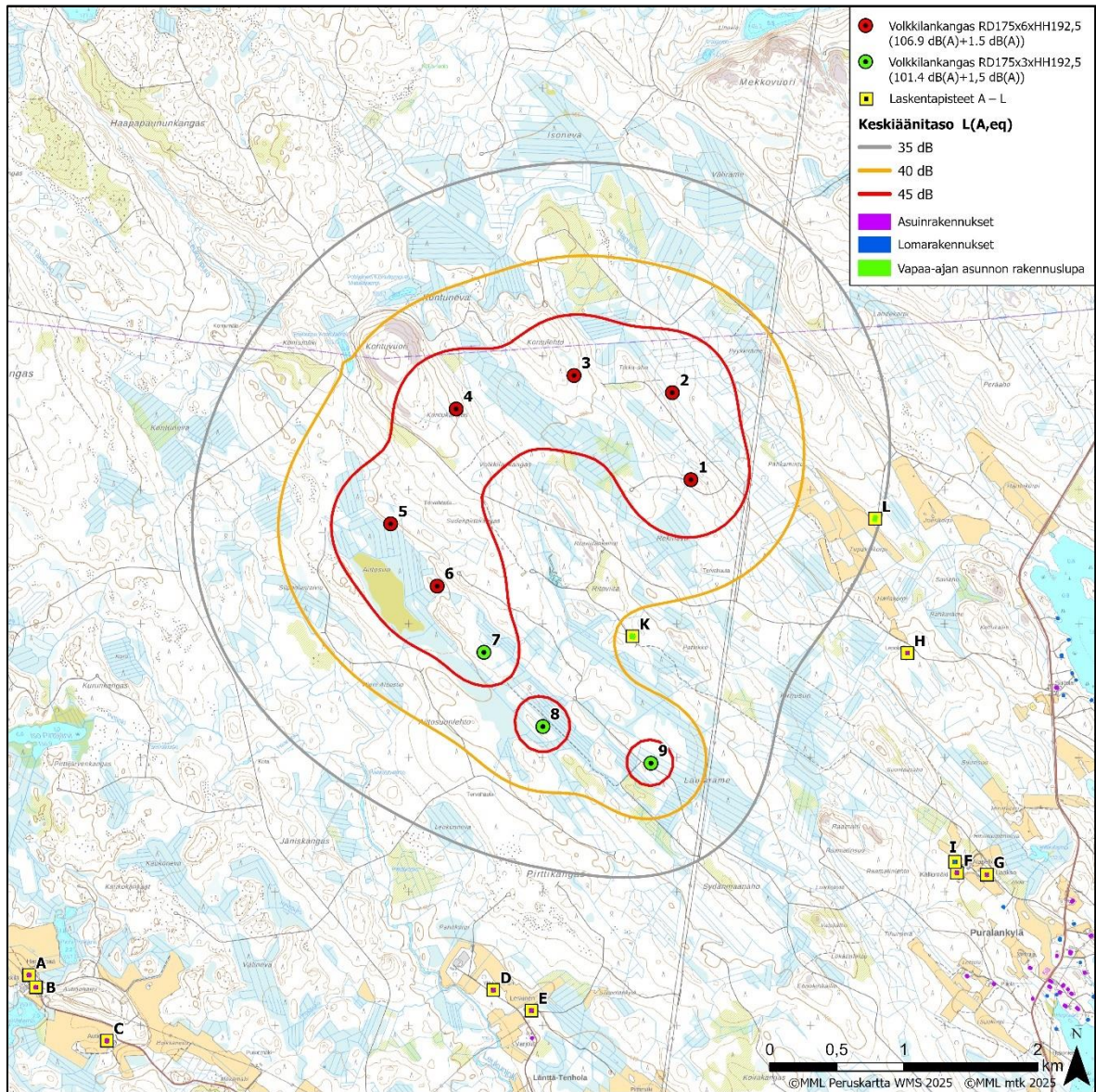
Taulukko 8. Laskennalliset melutasot Volkkilankankaan tuulivoimahankkeen ympäristössä voimalaitoksella Nordex N175/6.X MW, kun voimaloita käytetään nimellistehollaan (Mode 0)

	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskenta- korkeus (m)	Melutaso dB(A)
Laskentapiste_A (Harjunpää)	396166	7008378	162,5	4,0	26,3
Laskentapiste_B (Harjunpää)	396217	7008287	162,5	4,0	26,2
Laskentapiste_C (Autio)	396747	7007888	163,3	4,0	26,5
Laskentapiste_D (Ylä-Leskinen)	399630	7008266	138,6	4,0	33,1
Laskentapiste_E (Leskinen)	399915	7008113	140	4,0	32,6
Laskentapiste_F (Kalliomäki)	403090	7009142	142,5	4,0	29,9
Laskentapiste_G (Alapelto)	403314	7009127	140,4	4,0	29,1
Laskentapiste_H (Lepola)	402721	7010782	147,5	4,0	33,5
Laskentapiste_I (Kalliomäki)	403075	7009222	142,5	4,0	30,1
Laskentapiste_K (Ritaviita)	400669	7010907	163,8	4,0	42,4
Laskentapiste_L (Tupakkikorpi)	402480	7011785	135,7	4,0	35,9

3.1.2 Melun laskentatulokset ISO 9613-2 voimalaitoksella Nordex N175/6.X MW (106,9 dB + 1,5 dB ja 101,4 dB + 1,5 dB)

Ajettaessa voimaloita 7,8 ja 9 toimintoasetuksella 8 (Operating Mode 8) ja muita voimaloita voimaloiden nimellistehon mukaisella asetuksella (Mode 0), ei melutaso 40 dB(A) ylity missään laskentapisteesä. Melumallinnuksen tulokset on esitetty kuvassa 2 ja taulukossa 9. Katso tarkemmat laskentatulokset liitteestä 2.

31.1.2025



Kuva 2. Volkkilankankaan melumallinnuksen tulos, kun voimaloissa 7, 8 ja 9 on käytössä hiljaisempi toimintasetus.

31.1.2025

Taulukko 9. Laskennalliset melutasot Volkkilankankaan tuulivoimahankkeen ympäristössä voimalaitoksella Nordex N175/6.X MW, kun voimaloissa 7, 8 ja 9 on käytössä hiljaisempi toimintoasetus. (Operating Mode 8)

	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskenta- korkeus (m)	Melutaso dB(A)
Laskentapiste_A (Harjunpää)	396166	7008378	162,5	4,0	24,6
Laskentapiste_B (Harjunpää)	396217	7008287	162,5	4,0	24,5
Laskentapiste_C (Autio)	396747	7007888	163,3	4,0	24,7
Laskentapiste_D (Ylä-Leskinen)	399630	7008266	138,6	4,0	29,8
Laskentapiste_E (Leskinen)	399915	7008113	140	4,0	29,3
Laskentapiste_F (Kalliomäki)	403090	7009142	142,5	4,0	27,4
Laskentapiste_G (Alapelto)	403314	7009127	140,4	4,0	26,8
Laskentapiste_H (Lepola)	402721	7010782	147,5	4,0	31,9
Laskentapiste_I (Kalliomäki)	403075	7009222	142,5	4,0	27,6
Laskentapiste_K (Ritaviita)	400669	7010907	163,8	4,0	39,6
Laskentapiste_L (Tupakkikorpi)	402480	7011785	135,7	4,0	35,2

3.1.3 Matalataajuiset melutasot voimalaitoksella Nordex N175/6.X MW (106,6 dB + 1,5 dB ja 101,4 dB + 1,5 dB)

Sisätilojen laskennallisia tuloksia on 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 ääneneristävytyksessä on suuria yksilöllisiä eroja pienillä taajuuksilla ja sisällä vallitsevaan äänitasoon vaikuttaa merkittävästi myös huoneen mitat sekä sisustus.

Matalataajuisen melun mallinnukset tehtiin kahdelle eri tilanteelle. Tilanteelle, jossa kaikki Volkkilankankaan voimalat käyvät nimellistehollaan sekä tilanteelle, jossa voimaloissa 7, 8 ja 9 on käytössä hiljaisempi ja matalatehoisempi asetetus (Operating Mode 8). Laskentapisteinä käytettiin samoja kohteita kuin WindPRO-ohjelman ISO 9613-2 melumallinnuksissa.

Mallinnettaessa Volkkilankankaan tuulivoimahankkeen matalataajuisia melutasoja voimalaitostyyppillä Nordex N175/6.X MW ja lähtömelutasolla 108,4 dB(A), matalataajuinen melu ei ylitä Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysohjearvoa laskentapisteissä A – L. Matalataajuinen melu ei ylitä Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysohjearvoa myöskään, kun voimaloissa 7, 8 ja 9 on käytössä hiljaisempi toimintoasetus (Operating Mode 8).

Taulukoissa 10 ja 11 on esitetty matalataajuisen melun laskentatulokset. Taulukoissa näkyy toimenpiderajan alitus (negatiivinen arvo) tai ylitys (positiivinen arvo). Rakennusten sisätiloissa melu on enimmillään 2,6 dB alle toimenpiderajan taajuudella 63 Hz (Laskentapiste K (Ritaviita)). Katso tarkemmat laskentatulokset liitteistä 3 ja 4.

31.1.2025

Taulukko 10. Matalataajuisen melun laskentatulokset, kun voimaloita käytetään nimellistehollaan (Mode 0)

Rakennus	Äänitaso ulkona		Äänitaso sisällä	
	L eq,1h – Asu- misterveysase- tus sisällä	Hz	L eq,1h – Asu- misterveysase- tus sisällä	Hz
Laskentapiste_A (Harjunpää)	-1,0	80	-14,2	63
Laskentapiste_B (Harjunpää)	-1,0	80	-14,2	63
Laskentapiste_C (Autio)	-0,8	80	-14,0	63
Laskentapiste_D (Ylä-Leskinen)	3,7	80	-9,6	63
Laskentapiste_E (Leskinen)	3,3	80	-9,9	63
Laskentapiste_F (Kalliomäki)	1,5	80	-11,7	63
Laskentapiste_G (Alapelto)	1,0	80	-12,2	63
Laskentapiste_H (Lepola)	4,1	80	-9,1	63
Laskentapiste_I (Kalliomäki)	1,6	80	-11,6	63
Laskentapiste_K (Ritaviita)	10,7	80	-2,6	63
Laskentapiste_L (Tupakkikorpi)	5,7	80	-7,6	63

Taulukko 11. Matalataajuisen melun laskentatulokset, kun voimaloissa 7, 8 ja 9 on käytössä toiminto-
asetus 8 (Operating Mode 8).

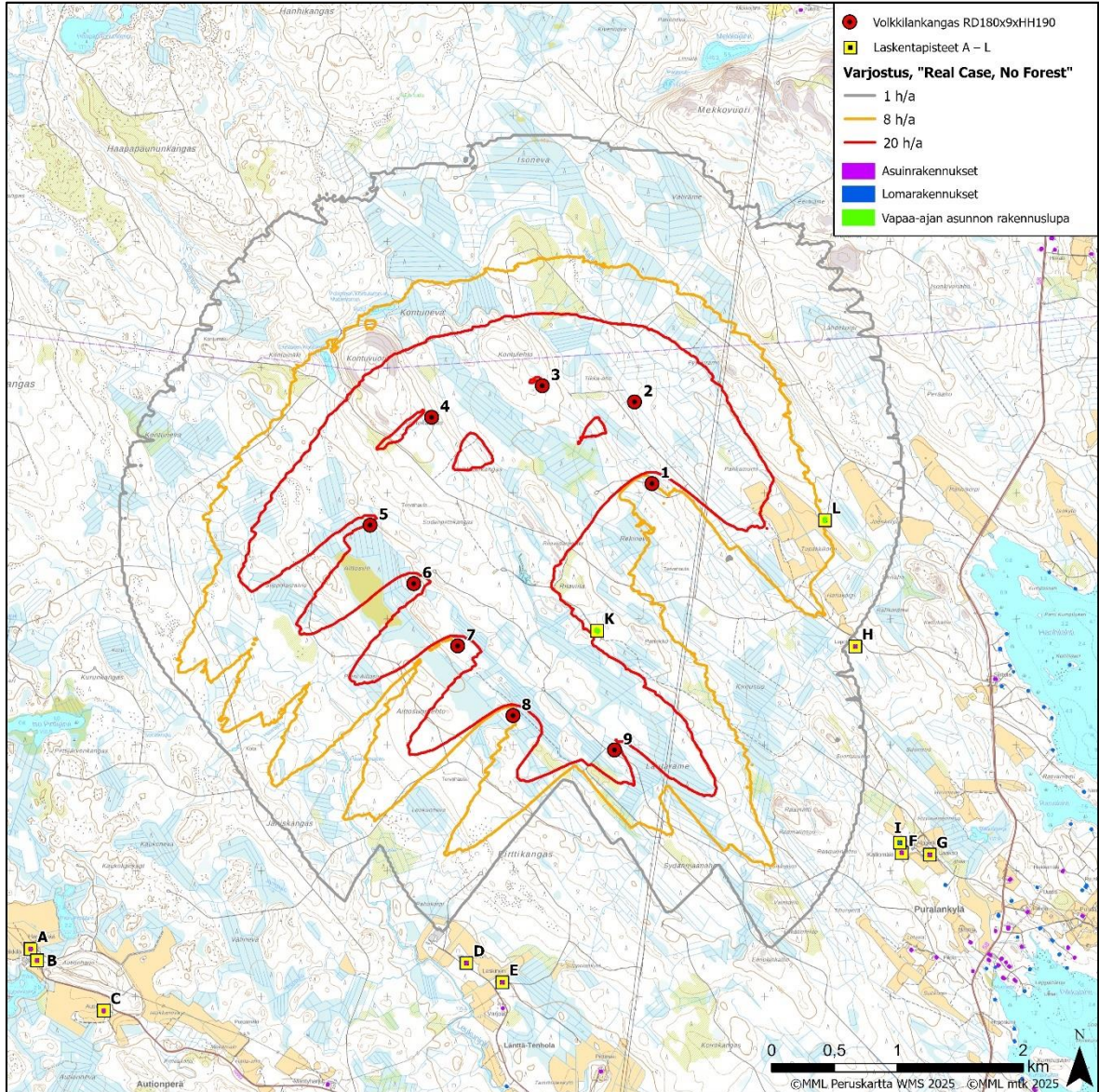
Rakennus	Äänitaso ulkona		Äänitaso sisällä	
	L eq,1h – Asu- misterveysase- tus sisällä	Hz	L eq,1h – Asu- misterveysase- tus sisällä	Hz
Laskentapiste_A (Harjunpää)	-2,5	80	-15,7	63
Laskentapiste_B (Harjunpää)	-2,6	80	-15,7	63
Laskentapiste_C (Autio)	-2,5	80	-15,6	63
Laskentapiste_D (Ylä-Leskinen)	1,0	80	-12,2	63
Laskentapiste_E (Leskinen)	0,7	80	-12,6	63
Laskentapiste_F (Kalliomäki)	-0,6	80	-13,8	63
Laskentapiste_G (Alapelto)	-1,0	80	-14,2	63
Laskentapiste_H (Lepola)	2,6	80	-10,6	63
Laskentapiste_I (Kalliomäki)	-0,4	80	-13,6	63
Laskentapiste_K (Ritaviita)	8,4	80	-5,0	63
Laskentapiste_L (Tupakkikorpi)	4,9	80	-8,4	63

31.1.2025

3.2 Varjostusmallinnus voimalaitoksella Generic RD180 HH190

3.2.1 Varjostusmallinnus ilman puuston suojaavaa vaikutusta (No forest)

Varjostusmallinnuksen mukaan varjostusvaikutus on yli 8 h/a laskentapisteessä K (19 h 45 min/vuosi) ja laskentapisteessä L (8 h 19 min/vuosi), kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu. Laskentapisteiden K ja L alueille on myönnetty vapaa-ajan asunnon rakennusluvat. Tulokset on esitetty kuvassa 3 ja taulukossa 12. Katso tarkemmat laskentatulokset liitteestä 5.



Kuva 3. Varjostusmallinnuksen tulos, kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu.

31.1.2025

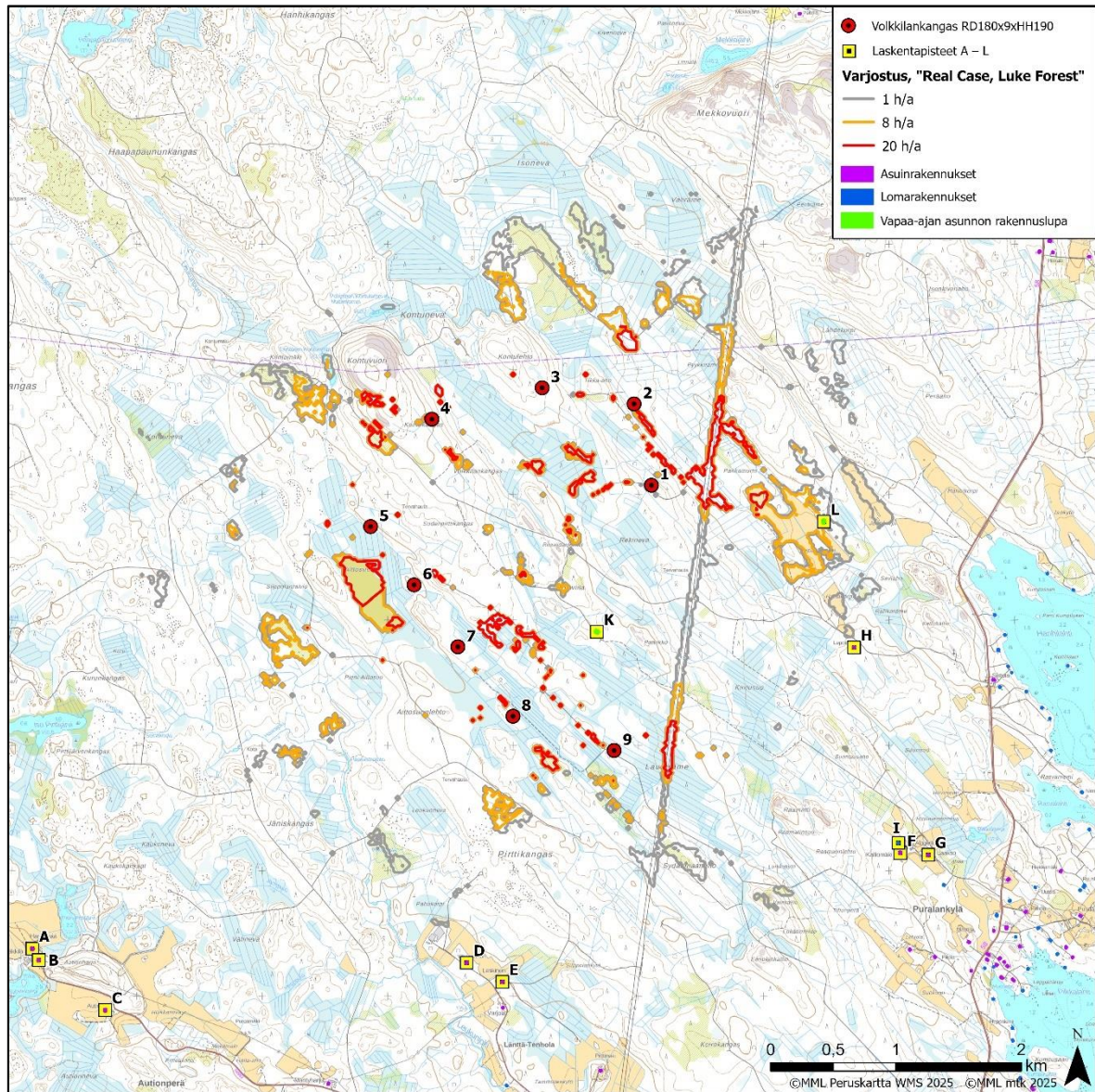
Taulukko 12. Varjostusmallinnuksen tulos, kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu "real case, no forest".

	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Lasken- taikkuna (m)	Varjostus (h/a)
Laskentapiste_A (Harjunpää)	396166	7008378	162,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_B (Harjunpää)	396217	7008287	162,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_C (Autio)	396747	7007888	163,3	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_D (Ylä-Leskinen)	399630	7008266	138,6	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_E (Leskinen)	399915	7008113	140	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_F (Kalliomäki)	403090	7009142	142,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_G (Alapelto)	403314	7009127	140,4	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_H (Lepola)	402721	7010782	147,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_I (Kalliomäki)	403075	7009222	142,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_K (Ritaviita)	400669	7010907	163,8	5,0 x 5,0	19:45
Laskentapiste_L (Tupakkikorpi)	402480	7011785	135,7	5,0 x 5,0	8:19

3.2.2 Varjostusmallinnus, kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu (Luke forest)

Mallinnuksen mukaan varjostusvaikutus on yli 8 h/a laskentapisteessä L (8h 19 min/vuosi), kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu (Luonnonvarakeskuksen puuston keskipituusaineisto 2021). Laskentapisteen L alueelle on myönnetty vapaa-ajan asunnon rakennuslupa. Tulokset on esitetty kuvassa 4 ja taulukossa 13. Katso tarkemmat laskentatulokset liitteestä 6.

31.1.2025



Kuva 4. Varjostusmallinnuksen tulos, kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu.

31.1.2025

Taulukko 16. Varjostusmallinnuksen 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 (Harjunpää)	396166	7008378	162,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_B (Harjunpää)	396217	7008287	162,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_C (Autio)	396747	7007888	163,3	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_D (Ylä-Leskinen)	399630	7008266	138,6	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_E (Leskinen)	399915	7008113	140	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_F (Kalliomäki)	403090	7009142	142,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_G (Alapelto)	403314	7009127	140,4	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_H (Lepola)	402721	7010782	147,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_I (Kalliomäki)	403075	7009222	142,5	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_K (Ritaviita)	400669	7010907	163,8	5,0 x 5,0	0:00
Laskentapiste_L (Tupakkikorpi)	402480	7011785	135,7	5,0 x 5,0	8:19

FCG Finnish Consulting Group Oy

Aarni Nikkola, ins. AMK

Laatija

Johanna Harju, ins. AMK

Tarkastaja

31.1.2025

LIITTEET

Liite 1. Volkkilankankaan tuulivoimahanke - Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2, YM 2 /2014 Nordex N175/6.X (106,9 dB + 1,5 dB)

DECIBEL - Main Result

Calculation: DECIBEL_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_N175x9HH192,5_108.6dB_NSA 2025_2

Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

Wind speed (at 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_Volkkilank

Area type with hard ground: Vesistöt_MML_MTK

Ground factor for hard ground: 0,0

Meteorological coefficient, CO:

Selected option: Fixed value: 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

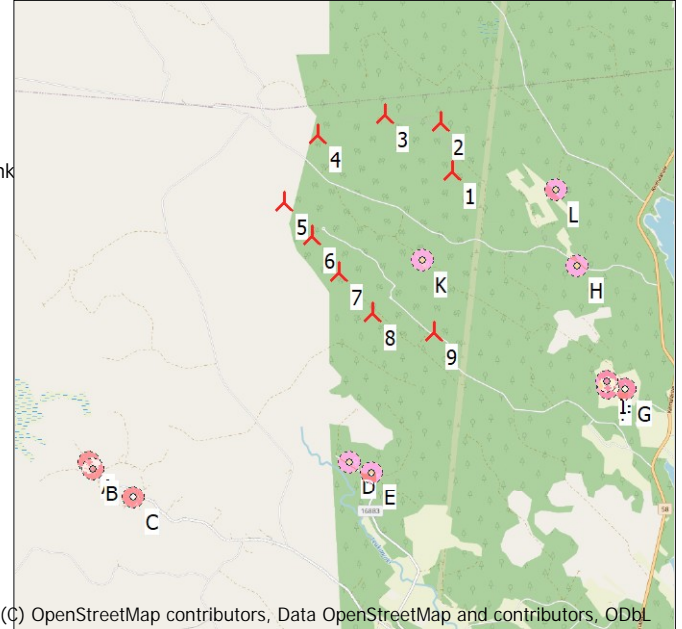
Uncertainty margin:

0,0 dB; Uncertainty margin in model has priority

Deviation from "official" noise demands. Negative is more

restrictive, positive is less restrictive.:

0,0 dB(A)



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

Scale 1:100 000

▲ New WTG

● Noise sensitive area

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]	Noise data		Wind speed [m/s]	Lwa,ref [dB(A)]
					Valid	Manufact.	Type-generator				Creator	Name		
1	401 105	7 012 076	152,5	NORDEX N175/6.X 6800 175....	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	175,0	192,5	USER	Nordex N175/6.X Third octave sound power levels + 1,5 dB	8,0	108,4
2	400 966	7 012 725	147,5	NORDEX N175/6.X 6800 175....	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	175,0	192,5	USER	Nordex N175/6.X Third octave sound power levels + 1,5 dB	8,0	108,4
3	400 233	7 012 854	163,5	NORDEX N175/6.X 6800 175....	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	175,0	192,5	USER	Nordex N175/6.X Third octave sound power levels + 1,5 dB	8,0	108,4
4	399 353	7 012 603	178,0	NORDEX N175/6.X 6800 175....	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	175,0	192,5	USER	Nordex N175/6.X Third octave sound power levels + 1,5 dB	8,0	108,4
5	398 864	7 011 746	157,8	NORDEX N175/6.X 6800 175....	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	175,0	192,5	USER	Nordex N175/6.X Third octave sound power levels + 1,5 dB	8,0	108,4
6	399 211	7 011 281	158,8	NORDEX N175/6.X 6800 175....	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	175,0	192,5	USER	Nordex N175/6.X Third octave sound power levels + 1,5 dB	8,0	108,4
7	399 560	7 010 787	163,2	NORDEX N175/6.X 6800 175....	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	175,0	192,5	USER	Nordex N175/6.X Third octave sound power levels + 1,5 dB	8,0	108,4
8	400 000	7 010 233	162,5	NORDEX N175/6.X 6800 175....	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	175,0	192,5	USER	Nordex N175/6.X Third octave sound power levels + 1,5 dB	8,0	108,4
9	400 807	7 009 959	164,6	NORDEX N175/6.X 6800 175....	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	175,0	192,5	USER	Nordex N175/6.X Third octave sound power levels + 1,5 dB	8,0	108,4

Calculation Results

Sound level

Noise sensitive area

No.	Name	East	North	Z	Immission height [m]	Demands Noise [dB(A)]	Sound level From WTGs [dB(A)]	Distance to noise demand [m]	
A	Laskentapiste_A (Harjunpää)	396 166	7 008 378	162,5	4,0	40,0	26,3	3 102	
B	Laskentapiste_B (Harjunpää)	396 217	7 008 287	162,5	4,0	40,0	26,2	3 119	
C	Laskentapiste_C (Autio)	396 747	7 007 887	162,5	4,0	40,0	26,5	2 991	
D	Laskentapiste_D (Ylä-Leskinen)	399 630	7 008 266	138,5	4,0	40,0	33,1	1 078	
E	Laskentapiste_E (Leskinen)	399 915	7 008 113	140,0	4,0	40,0	32,6	1 154	
F	Laskentapiste_F (Kalliomäki)	403 090	7 009 142	142,5	4,0	40,0	29,9	1 667	
G	Laskentapiste_G (Alapelto)	403 314	7 009 127	140,4	4,0	40,0	29,1	1 883	
H	Laskentapiste_H (Lepola)	402 721	7 010 782	147,5	4,0	40,0	33,5	1 217	
I	Laskentapiste_I (Kalliomäki)	403 075	7 009 222	142,5	4,0	40,0	30,1	1 627	
K	Laskentapiste_K (Ritaviita)	400 669	7 010 907	163,6	4,0	40,0	42,4	-657	
L	Laskentapiste_L (Tupakkikorpi)	402 480	7 011 785	135,7	4,0	40,0	35,9	560	

Distances (m)

NSA	WTG								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	6170	6476	6048	5293	4316	4208	4162	4260	4903
B	6184	6500	6081	5335	4356	4234	4175	4255	4885
C	6045	6420	6068	5388	4402	4194	4040	4011	4558
D	4085	4655	4627	4346	3563	3044	2522	2001	2062
E	4137	4731	4751	4525	3782	3245	2697	2122	2050

To be continued on next page...

Project:

Volkkilankangas melu- ja välkemallinnus

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi

Calculated:

31.1.2025 15.36/4.0.540

DECIBEL - Main Result

Calculation: DECIBEL_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_N175x9HH192,5_108.6dB_NSA 2025_2

...continued from previous page

WTG

NSA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F	3543	4166	4684	5094	4964	4430	3894	3277	2425
G	3684	4296	4835	5270	5163	4634	4104	3493	2641
H	2070	2619	3238	3829	3976	3545	3161	2776	2084
I	3468	4089	4612	5029	4910	4379	3848	3237	2385
K	1248	1843	1995	2148	1991	1505	1115	949	957
L	1406	1782	2489	3233	3616	3308	3086	2926	2477

Project:

Volkkilankangas melu- ja välkemallinnus

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi
Calculated:
31.1.2025 15.36/4.0.540

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: DECIBEL_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_N175x9HH192,5_108.6dB_NSA 2025_2

Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

Wind speed (at 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_Volkkilankangas_melu_ja_varjostus_RECOVER003 23.1.2025 9.03.53_0.w2r (9)

Area type with hard ground: Vesistöt_MML_MTK

Ground factor for hard ground: 0,0

Meteorological coefficient, CO:

Selected option: Fixed value: 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 model 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 N175/6.X 6800 175.0 !-!

Noise: Nordex N175/6.X Third octave sound power levels + 1,5 dB

Source Source/Date Creator Edited

Nordex 13.10.2023 USER 17.1.2025 12.17

Revision 03

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	192,5	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 (Harjunpää)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: B Laskentapiste_B (Harjunpää)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: C Laskentapiste_C (Autio)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Project:

Volkkilankangas melu- ja välkemallinnus

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi
Calculated:
31.1.2025 15.36/4.0.540

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: DECIBEL_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_N175x9HH192,5_108.6dB_NSA 2025_2

Noise sensitive area: D Laskentapiste_D (Ylä-Leskinen)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: E Laskentapiste_E (Leskinen)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: F Laskentapiste_F (Kalliomäki)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: G Laskentapiste_G (Alapelto)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: H Laskentapiste_H (Lepola)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: I Laskentapiste_I (Kalliomäki)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: K Laskentapiste_K (Ritaviita)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: L Laskentapiste_L (Tupakkikorpi)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

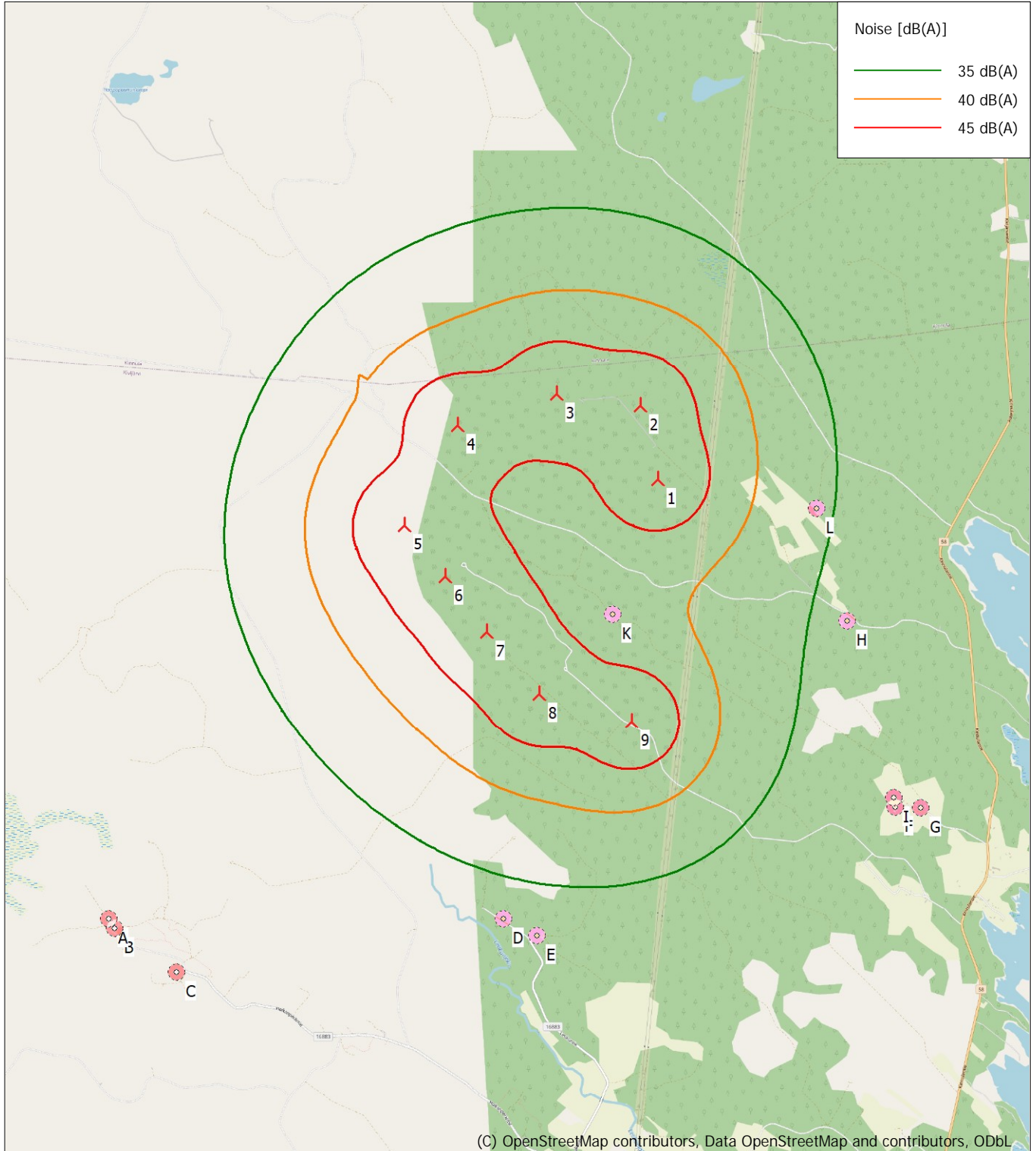
No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

DECIBEL - Map 8,0 m/s


Calculation: DECIBEL_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_N175x9HH192,5_108.6dB_NSA 2025_2



0 500 1000 1500 2000 m

Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:50 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 399 984 North: 7 011 407

 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

31.1.2025

Liite 2. Volkkilankankaan tuulivoimahanke - Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2, Nordex N175/6.X (Lähtömelutaso 106,9 dB + 1,5 dB). Voimaloissa 7, 8 ja 9 käytössä Operating Mode 8. (Lähtömelutaso 101,4 dB + 1,5 dB)

DECIBEL - Main Result

Calculation: DECIBEL_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_N175x9HH192,5_108.6dB_WTG7_WTG8_WTG9_NOISE MODE 8_NSA 2025_2

Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

Wind speed (at 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_Volkkilank

Area type with hard ground: Vesistöt_MML_MTK

Ground factor for hard ground: 0,0

Meteorological coefficient, CO:

Selected option: Fixed value: 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

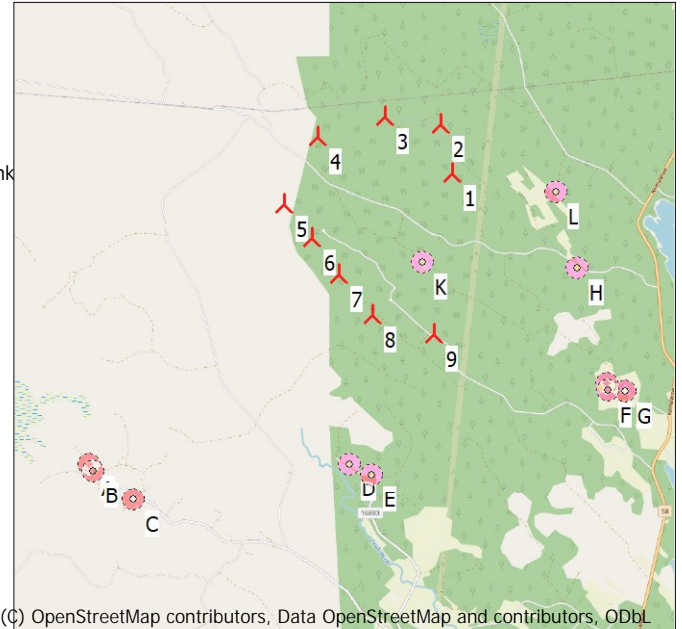
Uncertainty margin:

0,0 dB; Uncertainty margin in model has priority

Deviation from "official" noise demands. Negative is more

restrictive, positive is less restrictive.:

0,0 dB(A)



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

Scale 1:100 000

▲ New WTG

■ Noise sensitive area

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs

	East	North	Z [m]	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Noise data		Wind speed [m/s]	Lwa,ref [dB(A)]
					Valid	Manufact.	Type-generator				Creator	Name		
1	401 105	7 012 076	152,5	NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I...Yes	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	175,0	192,5	USER	Nordex N175/6.X Third octave sound power levels + 1,5 dB	8,0	108,4
2	400 966	7 012 725	147,5	NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I...Yes	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	175,0	192,5	USER	Nordex N175/6.X Third octave sound power levels + 1,5 dB	8,0	108,4
3	400 233	7 012 854	163,5	NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I...Yes	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	175,0	192,5	USER	Nordex N175/6.X Third octave sound power levels + 1,5 dB	8,0	108,4
4	399 353	7 012 603	178,0	NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I...Yes	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	175,0	192,5	USER	Nordex N175/6.X Third octave sound power levels + 1,5 dB	8,0	108,4
5	398 864	7 011 746	157,8	NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I...Yes	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	175,0	192,5	USER	Nordex N175/6.X Third octave sound power levels + 1,5 dB	8,0	108,4
6	399 211	7 011 281	158,8	NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I...Yes	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	175,0	192,5	USER	Nordex N175/6.X Third octave sound power levels + 1,5 dB	8,0	108,4
7	399 560	7 010 787	163,2	NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I...Yes	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	175,0	192,5	USER	Nordex N175/6.X Third octave sound power levels, MODE 8 + 1,5 dB	8,0	102,9
8	400 000	7 010 233	162,5	NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I...Yes	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	175,0	192,5	USER	Nordex N175/6.X Third octave sound power levels, MODE 8 + 1,5 dB	8,0	102,9
9	400 807	7 009 959	164,6	NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I...Yes	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	175,0	192,5	USER	Nordex N175/6.X Third octave sound power levels, MODE 8 + 1,5 dB	8,0	102,9

Calculation Results

Sound level

Noise sensitive area

No.	Name	East	North	Z [m]	Immission height [m]	Demands Noise [dB(A)]	Sound level		Distance to noise demand [m]
							From WTGs [dB(A)]		
A	Laskentapiste_A (Harjunpää)	396 166	7 008 378	162,5	4,0	40,0	24,6		3 293
B	Laskentapiste_B (Harjunpää)	396 217	7 008 287	162,5	4,0	40,0	24,5		3 322
C	Laskentapiste_C (Autio)	396 747	7 007 887	162,5	4,0	40,0	24,7		3 282
D	Laskentapiste_D (Ylä-Leskinen)	399 630	7 008 266	138,5	4,0	40,0	29,8		1 519
E	Laskentapiste_E (Leskinen)	399 915	7 008 113	140,0	4,0	40,0	29,3		1 613
F	Laskentapiste_F (Kalliomäki)	403 090	7 009 142	142,5	4,0	40,0	27,4		2 019
G	Laskentapiste_G (Alapelto)	403 314	7 009 127	140,4	4,0	40,0	26,8		2 234
H	Laskentapiste_H (Lepola)	402 721	7 010 782	147,5	4,0	40,0	31,9		1 273
I	Laskentapiste_I (Kalliomäki)	403 075	7 009 222	142,5	4,0	40,0	27,6		1 978
K	Laskentapiste_K (Ritaviita)	400 669	7 010 907	163,6	4,0	40,0	39,6		127
L	Laskentapiste_L (Tupakkikorpi)	402 480	7 011 785	135,7	4,0	40,0	35,2		592

Distances (m)

NSA	WTG								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	6170	6476	6048	5293	4316	4208	4162	4260	4903
B	6184	6500	6081	5335	4356	4234	4175	4255	4885
C	6045	6420	6068	5388	4402	4194	4040	4011	4558
D	4085	4655	4627	4346	3563	3044	2522	2001	2062
E	4137	4731	4751	4525	3782	3245	2697	2122	2050
F	3543	4166	4684	5094	4964	4430	3894	3277	2425

To be continued on next page...

Project:

Volkkilankangas melu- ja välkemallinnus

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi

Calculated:

31.1.2025 15.33/4.0.540

DECIBEL - Main Result

Calculation: DECIBEL_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_N175x9HH192,5_108.6dB_WTG3_WTG5_WTG6_NOISE MODE 8_NSA 2025_2

...continued from previous page

	WTG								
NSA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
G	3684	4296	4835	5270	5163	4634	4104	3493	2641
H	2070	2619	3238	3829	3976	3545	3161	2776	2084
I	3468	4089	4612	5029	4910	4379	3848	3237	2385
K	1248	1843	1995	2148	1991	1505	1115	949	957
L	1406	1782	2489	3233	3616	3308	3086	2926	2477

Project:

Volkkilankangas melu- ja välkemallinnus

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi
Calculated:
31.1.2025 15.33/4.0.540

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: DECIBEL_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_N175x9HH192,5_108.6dB_WTG3_WTG5_WTG6_NOISE MODE 8_NSA 2025_2

Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

Wind speed (at 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_Volkkilankangas_melu_ja_varjostus_RECOVER003 23.1.2025 9.03.53_0.w2r (9)

Area type with hard ground: Vesistöt_MML_MTK

Ground factor for hard ground: 0,0

Meteorological coefficient, CO:

Selected option: Fixed value: 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 model 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 N175/6.X 6800 175.0 !-!

Noise: Nordex N175/6.X Third octave sound power levels + 1,5 dB

Source Source/Date Creator Edited

Nordex 13.10.2023 USER 17.1.2025 12.17

Revision 03

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	192,5	8,0	108,4	No	91,2	98,0	101,4	101,9	102,8	100,7	91,4	74,9	

WTG: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-!

Noise: Nordex N175/6.X Third octave sound power levels, MODE 8 + 1,5 dB

Source Source/Date Creator Edited

Nordex 13.10.2023 USER 17.1.2025 12.12

Revision 03

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]
From Windcat	192,5	8,0	102,9	No	85,7	92,5	95,9	96,4	97,3	95,2	85,9	69,4

Noise sensitive area: A Laskentapiste_A (Harjunpää)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Project:

Volkkilankangas melu- ja välkemallinnus

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi
Calculated:
31.1.2025 15.33/4.0.540

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: DECIBEL_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_N175x9HH192,5_108.6dB_WTG3_WTG5_WTG6_NOISE MODE 8_NSA 2025_2

Noise sensitive area: B Laskentapiste_B (Harjunpää)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: C Laskentapiste_C (Autio)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: D Laskentapiste_D (Ylä-Leskinen)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: E Laskentapiste_E (Leskinen)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: F Laskentapiste_F (Kalliomäki)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: G Laskentapiste_G (Alapelto)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: H Laskentapiste_H (Lepola)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: I Laskentapiste_I (Kalliomäki)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: K Laskentapiste_K (Ritaviita)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Project:

Volkkilankangas melu- ja välkemallinnus

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi

Calculated:

31.1.2025 15.33/4.0.540

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: DECIBEL_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_N175x9HH192,5_108.6dB_WTG3_WTG5_WTG6_NOISE MODE 8_NSA 2025_2

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: L Laskentapiste_L (Tupakkikorpi)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

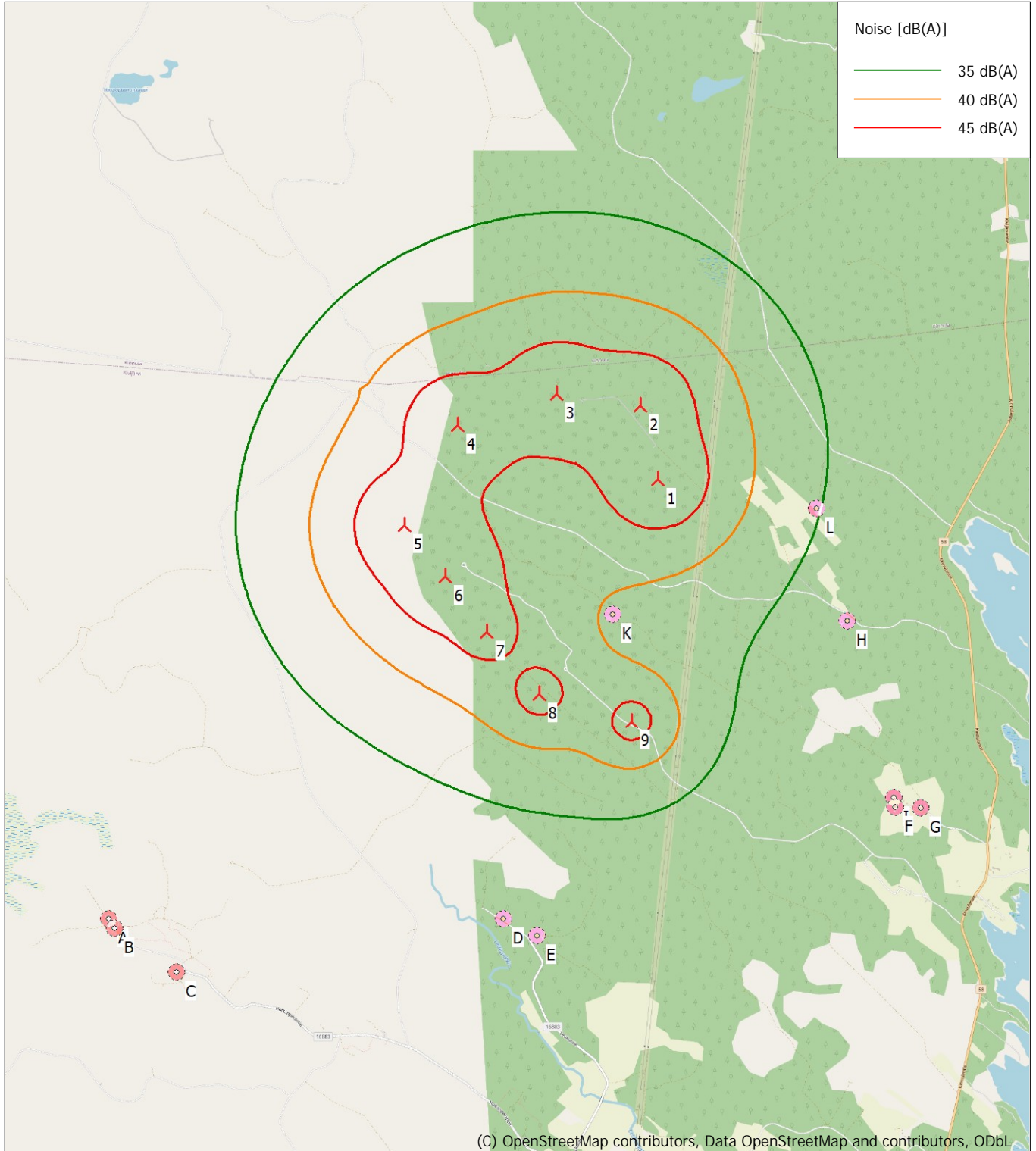
No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

DECIBEL - Map 8,0 m/s

Calculation: DECIBEL_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_N175x9HH192,5_108.6dB_WTG3_WTG5_WTG6_NOISE MODE 8_NSA 2025_2



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

0 500 1000 1500 2000 m

▲ New WTG

■ Noise sensitive area

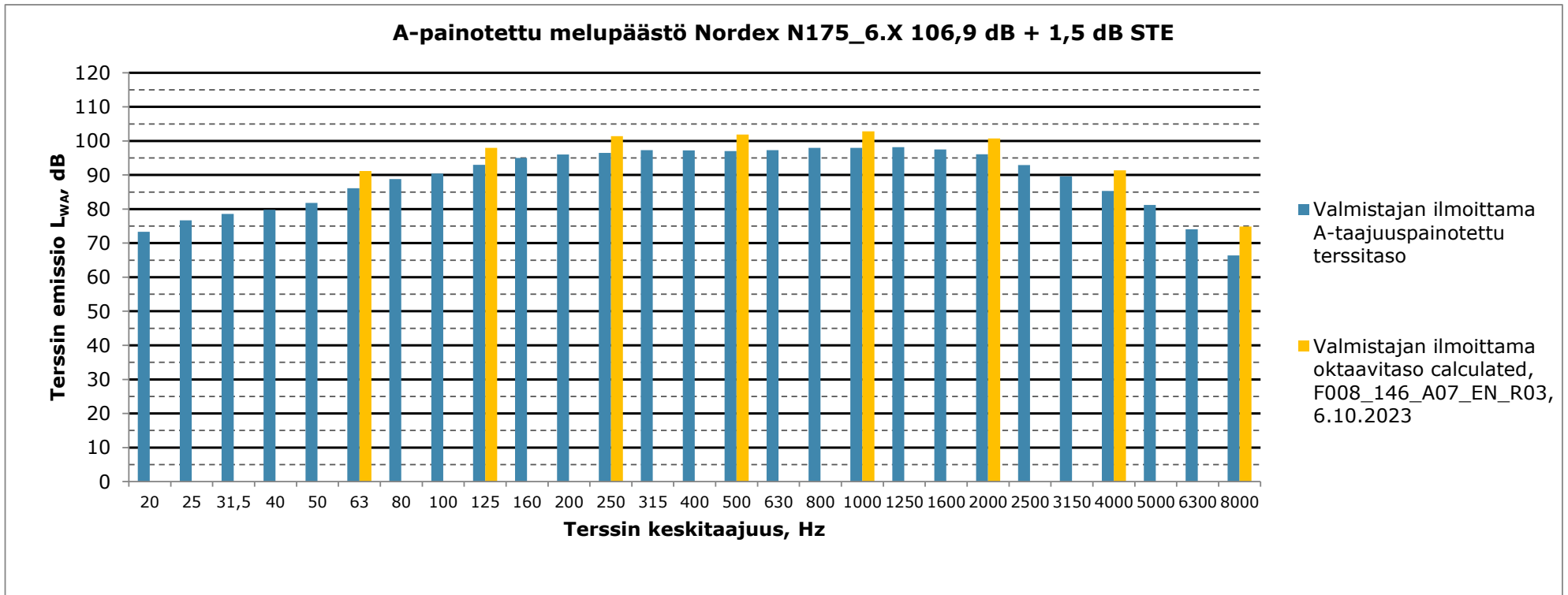
Map: EMD OpenStreetMap, Print scale 1:50 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 399 984 North: 7 011 407

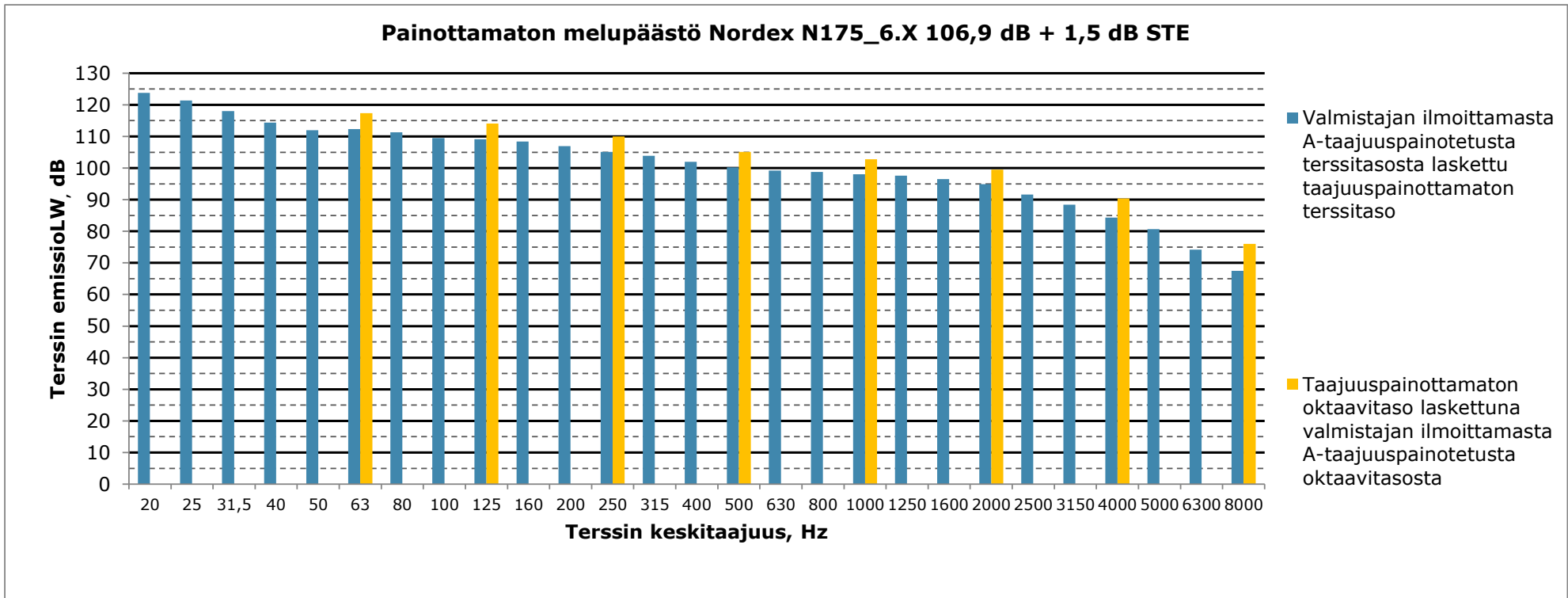
Noise calculation model: ISO 9613-2 General. Wind speed: 8,0 m/s

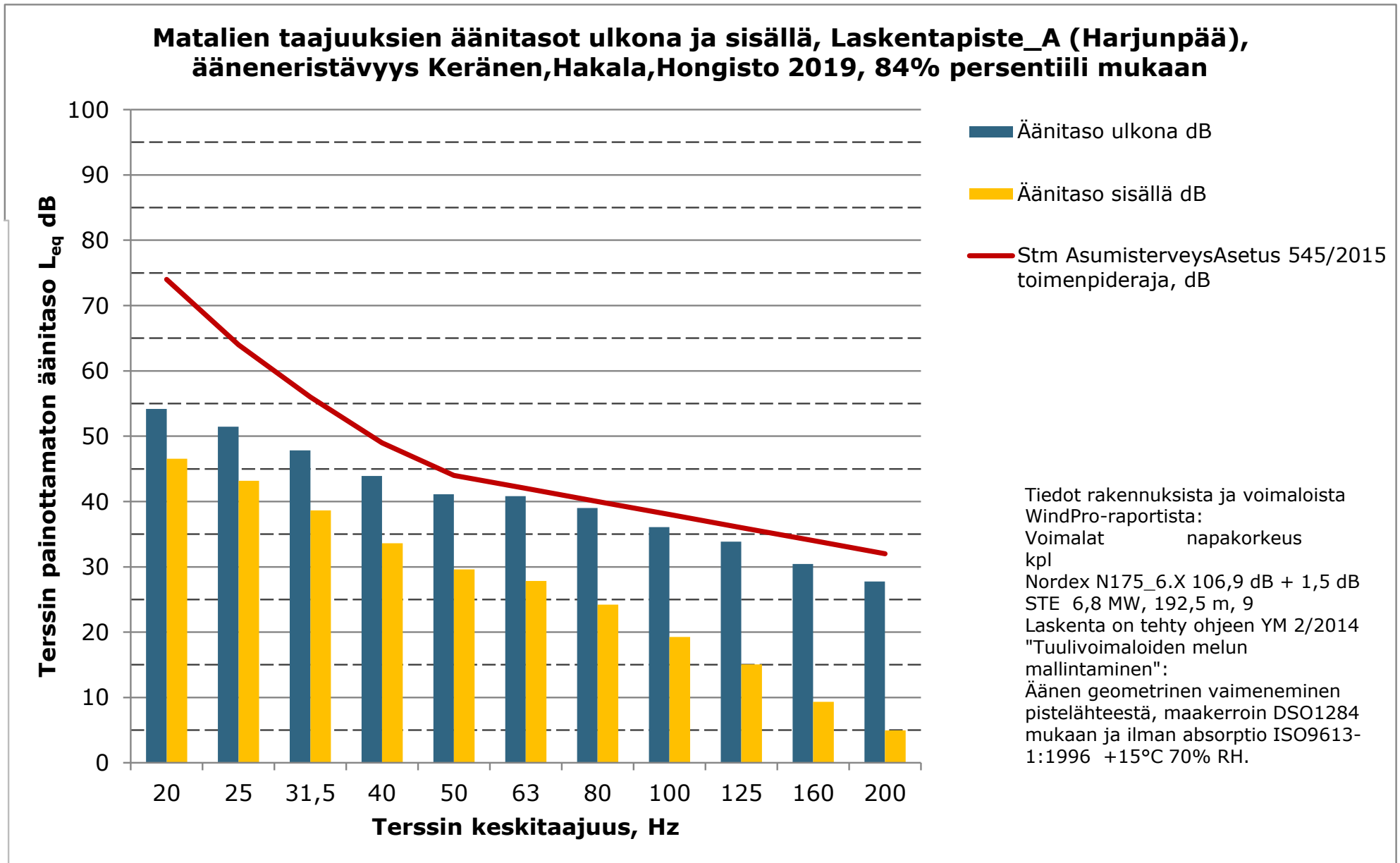
Height above sea level from active line object

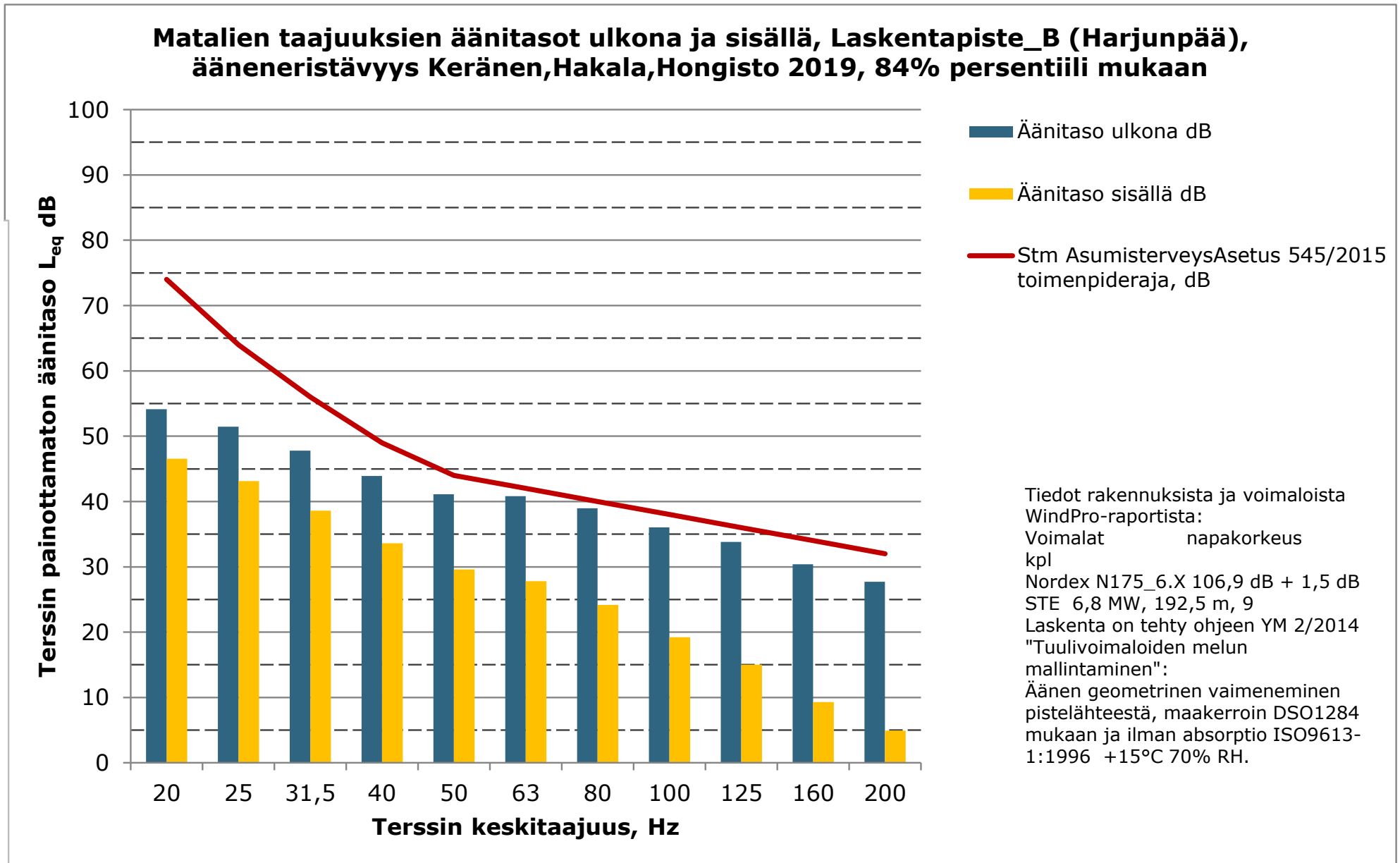
31.1.2025

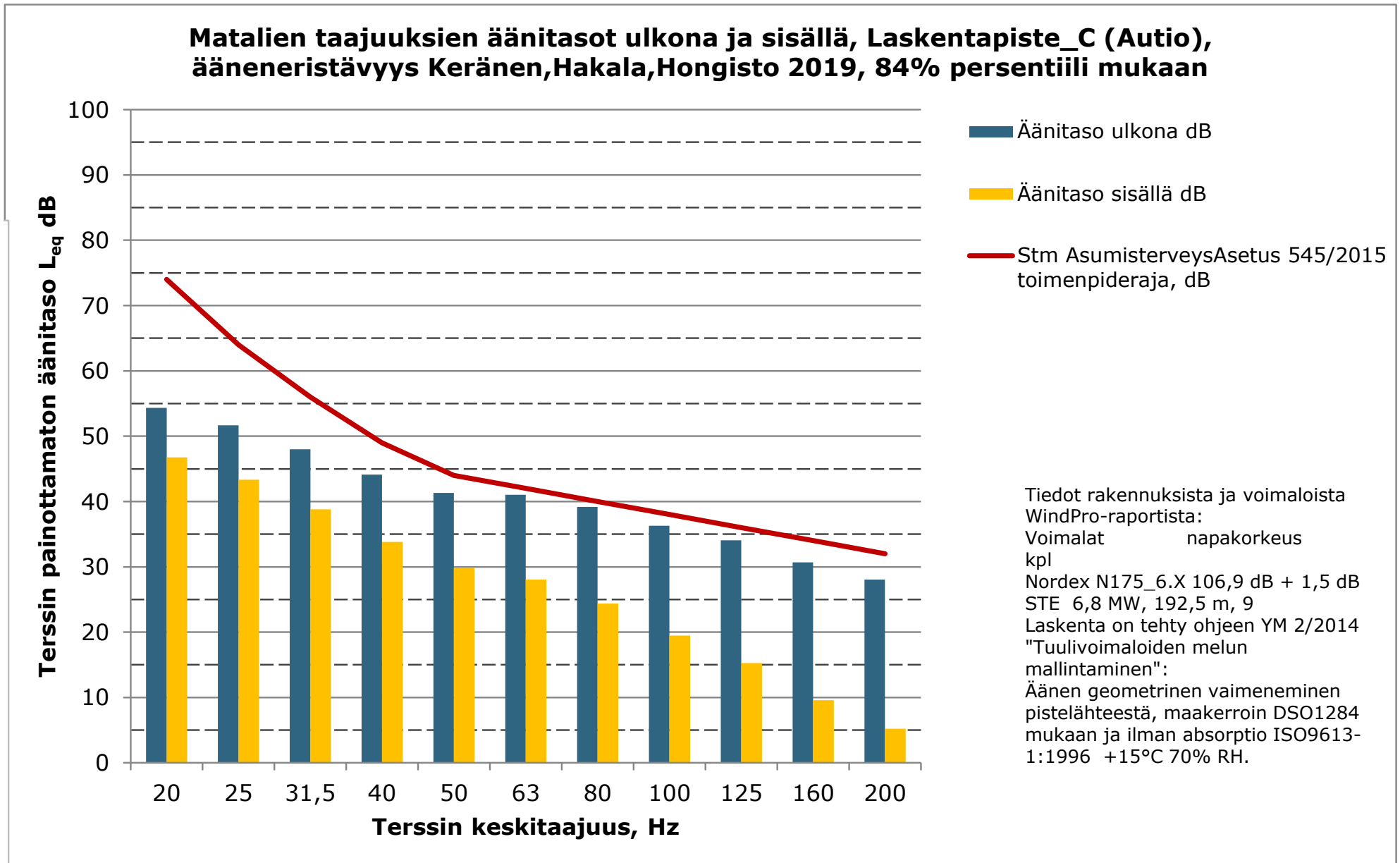
**Liite 3. Volkkilankankaan tuulivoimahanke – matalataajuisen melun rakennuskohtaiset arvot
Nordex N175/6.X (106,9 dB + 1,5 dB)**

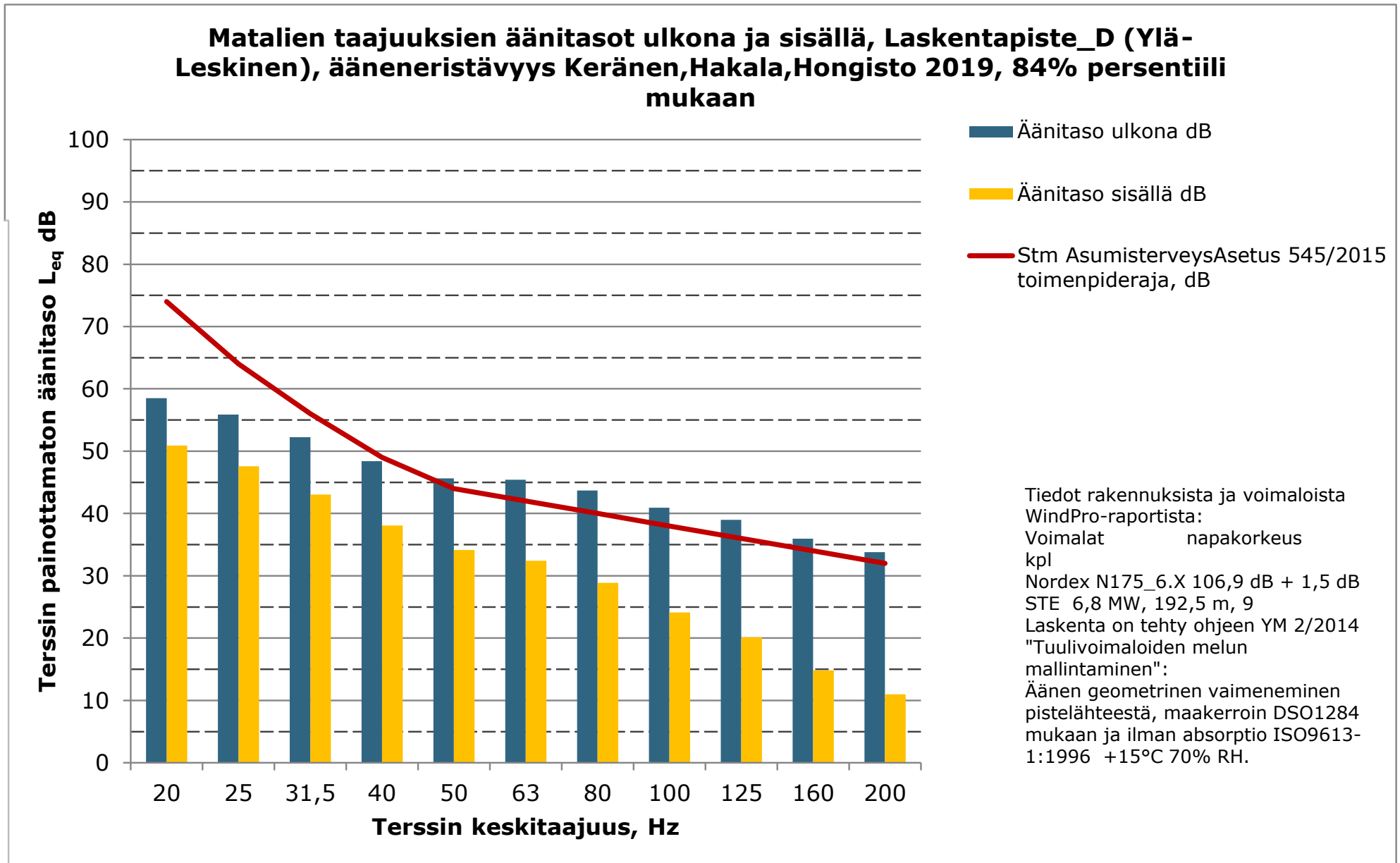


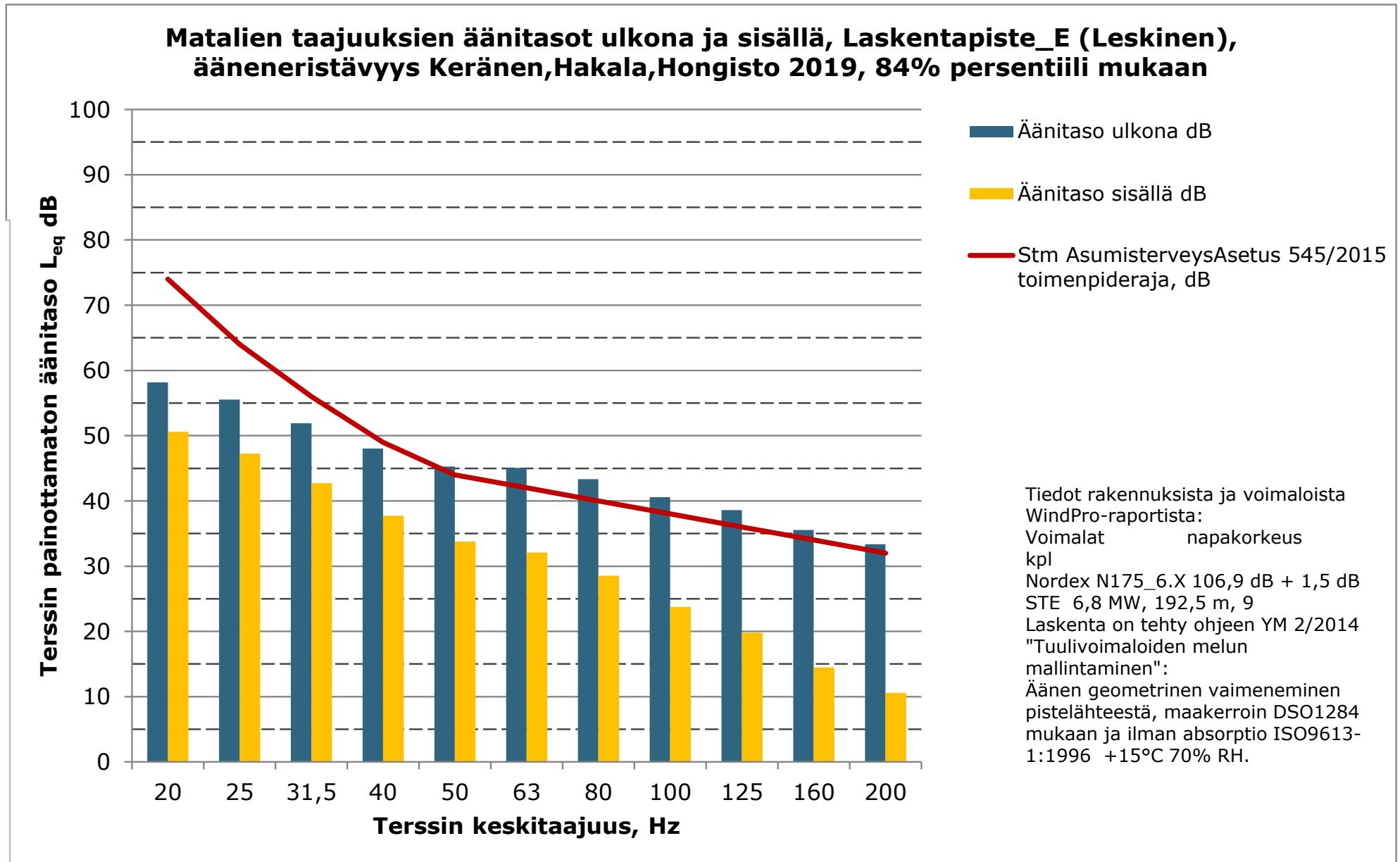


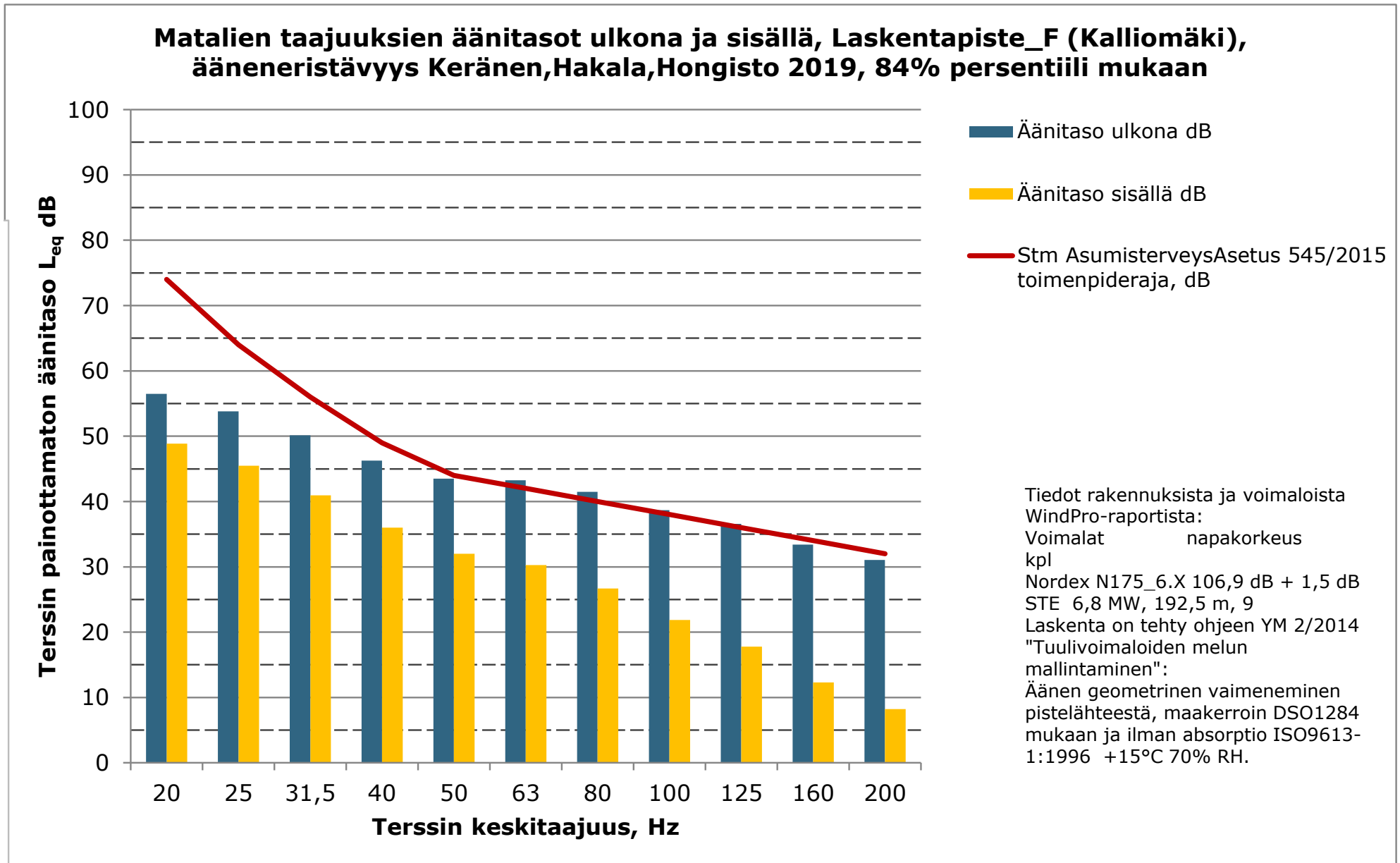


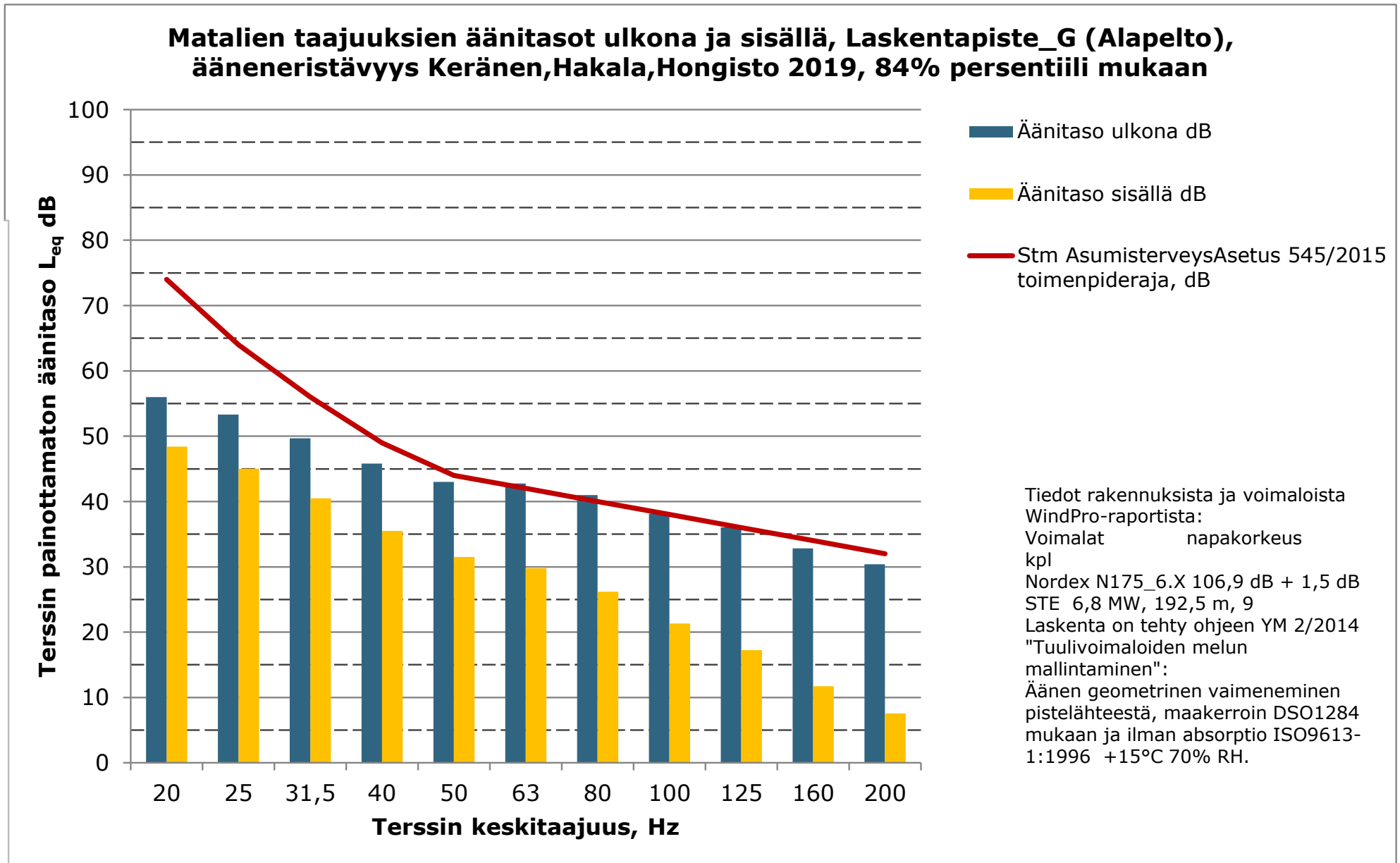


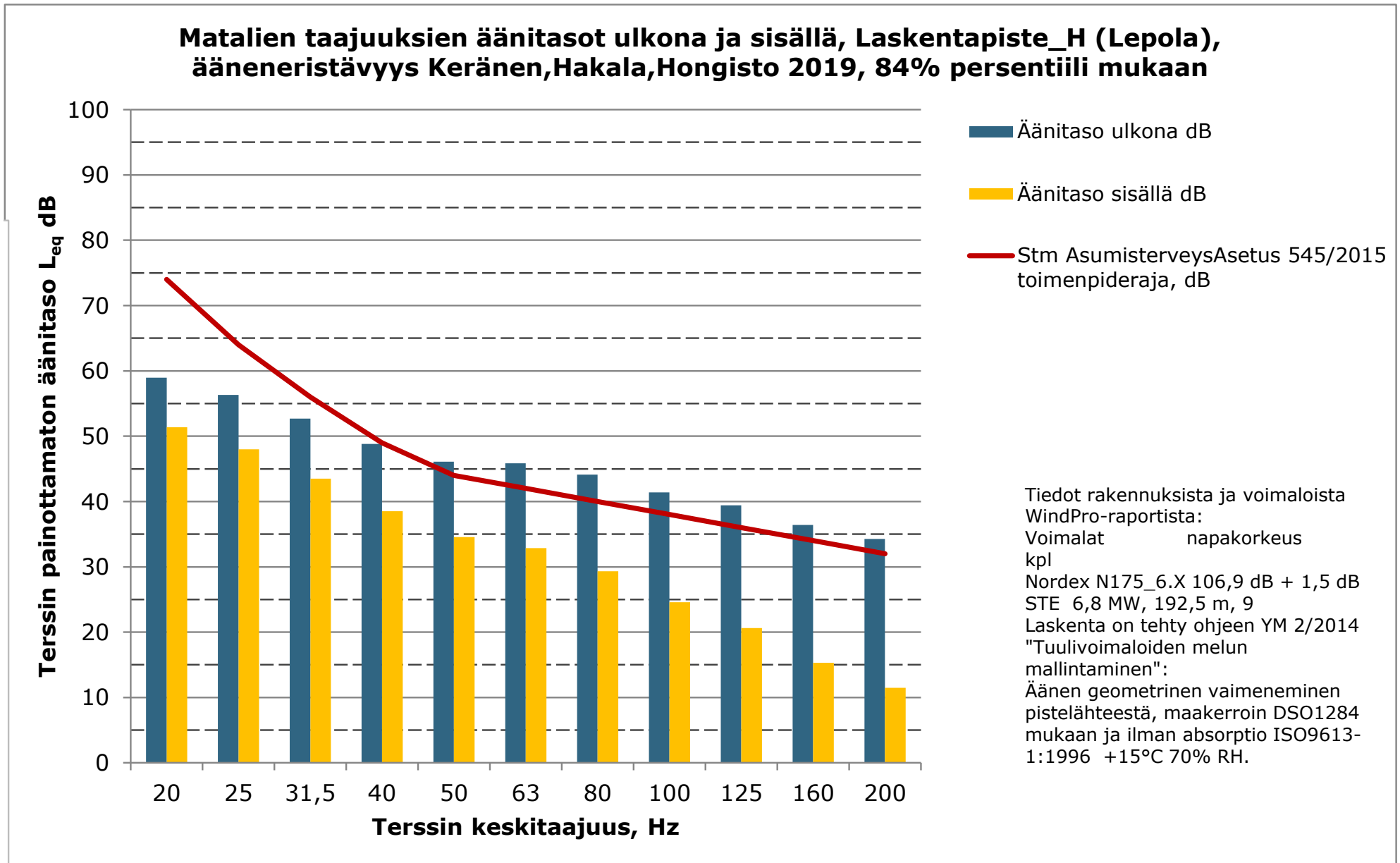


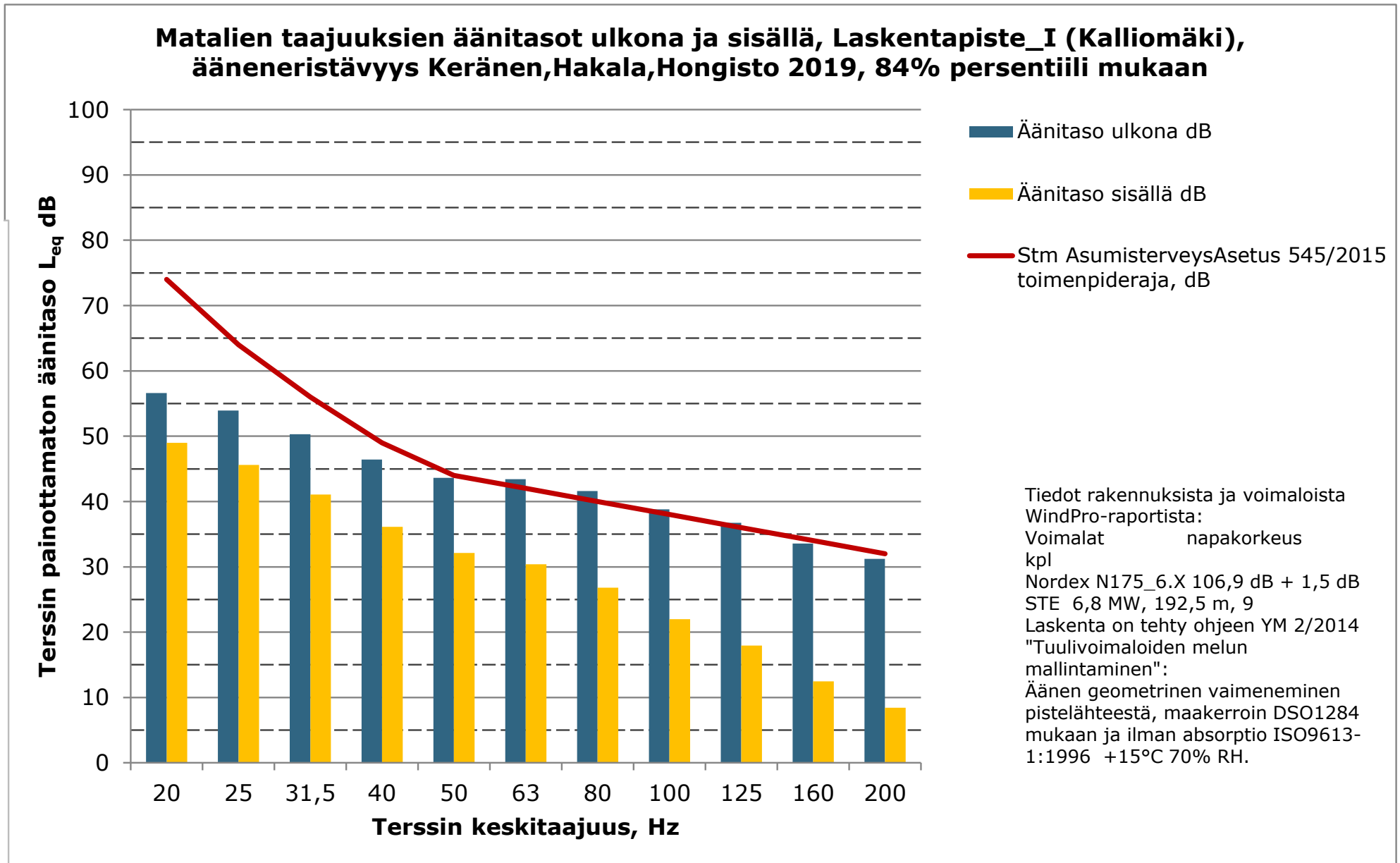


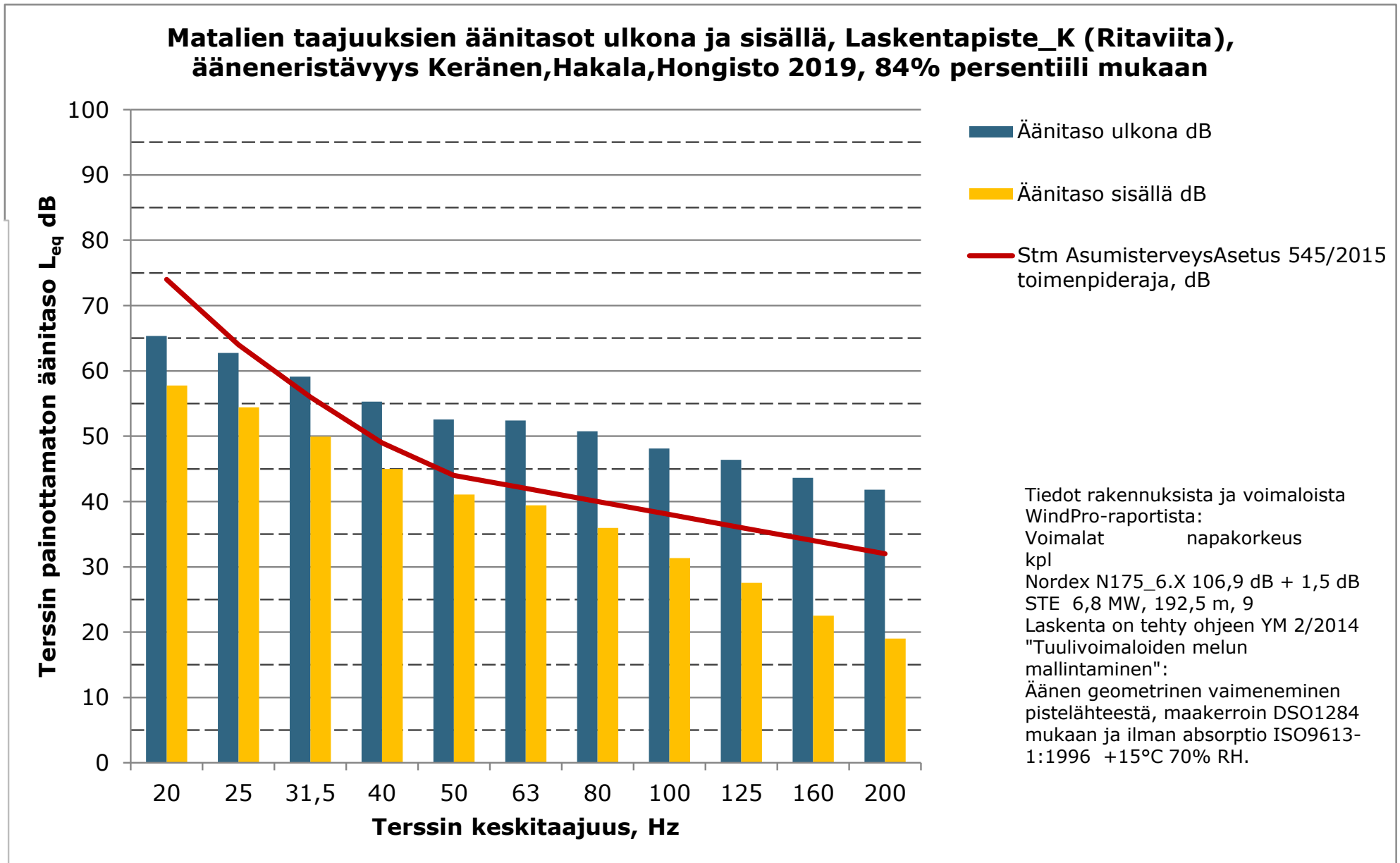




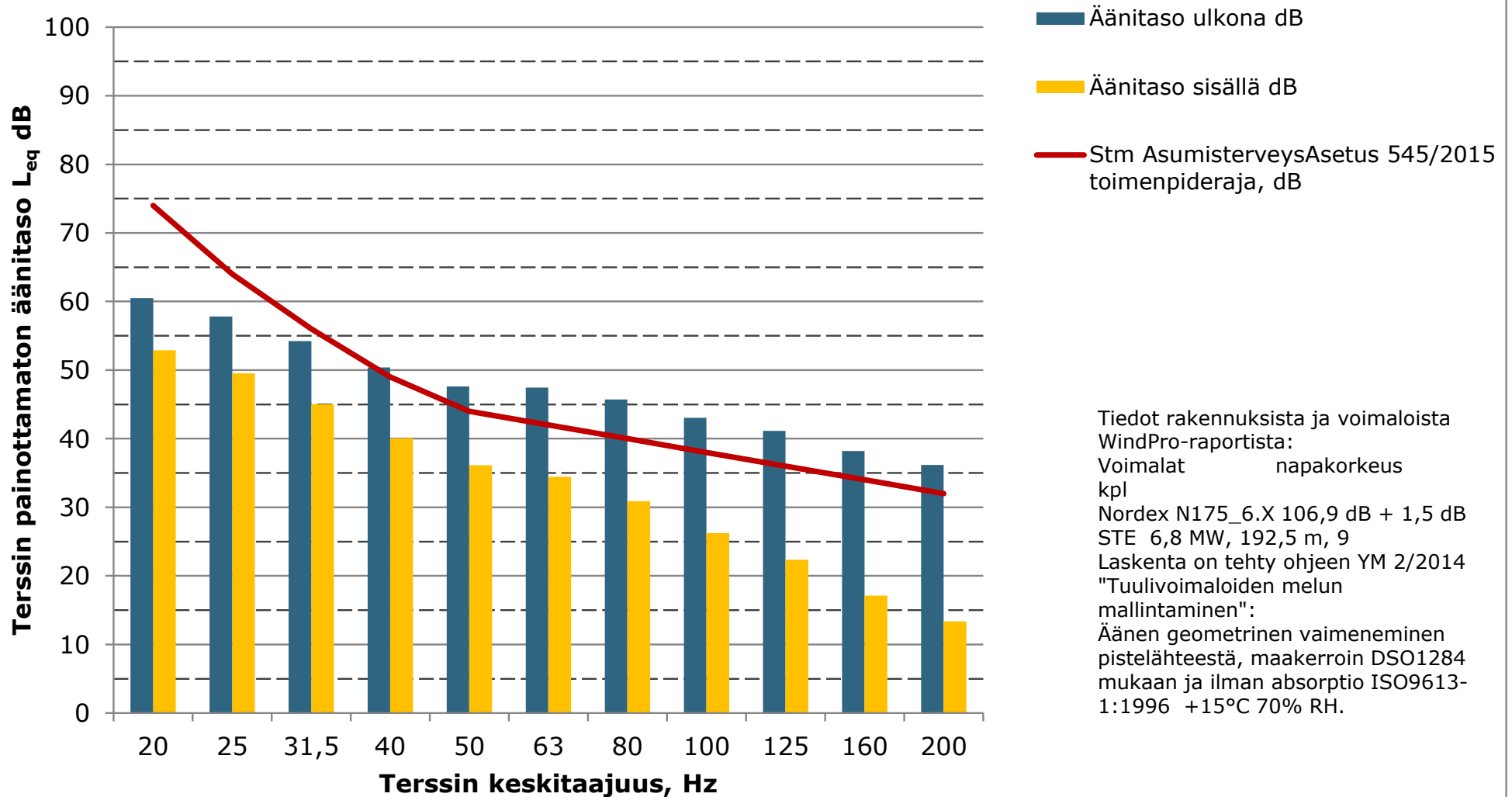






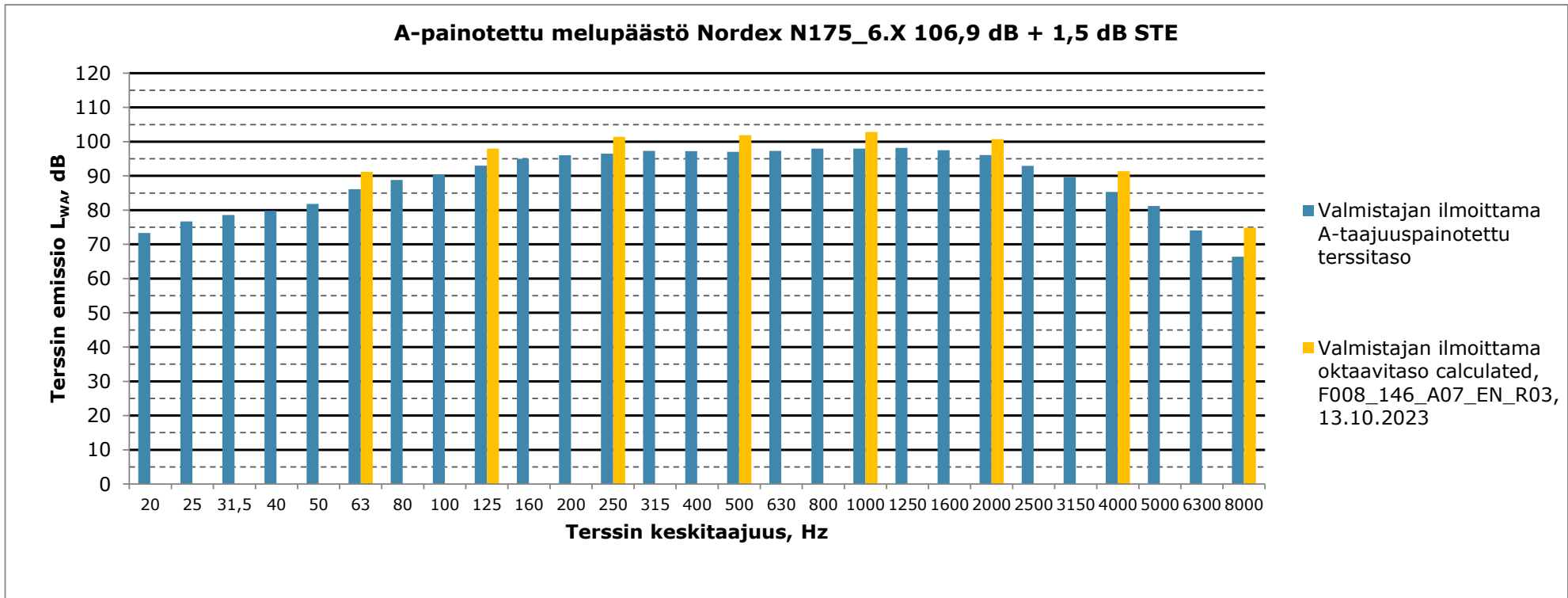


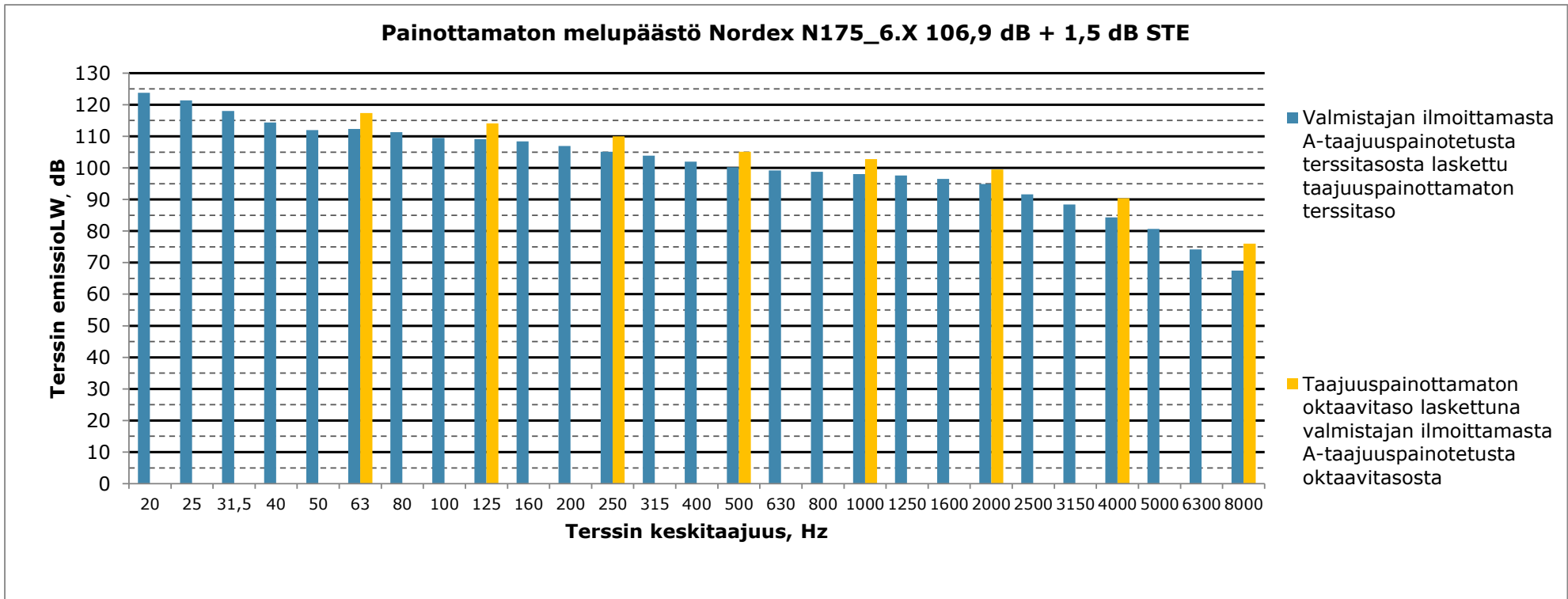
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Laskentapiste_L
(Tupakkikorpi), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%
persentiili mukaan**

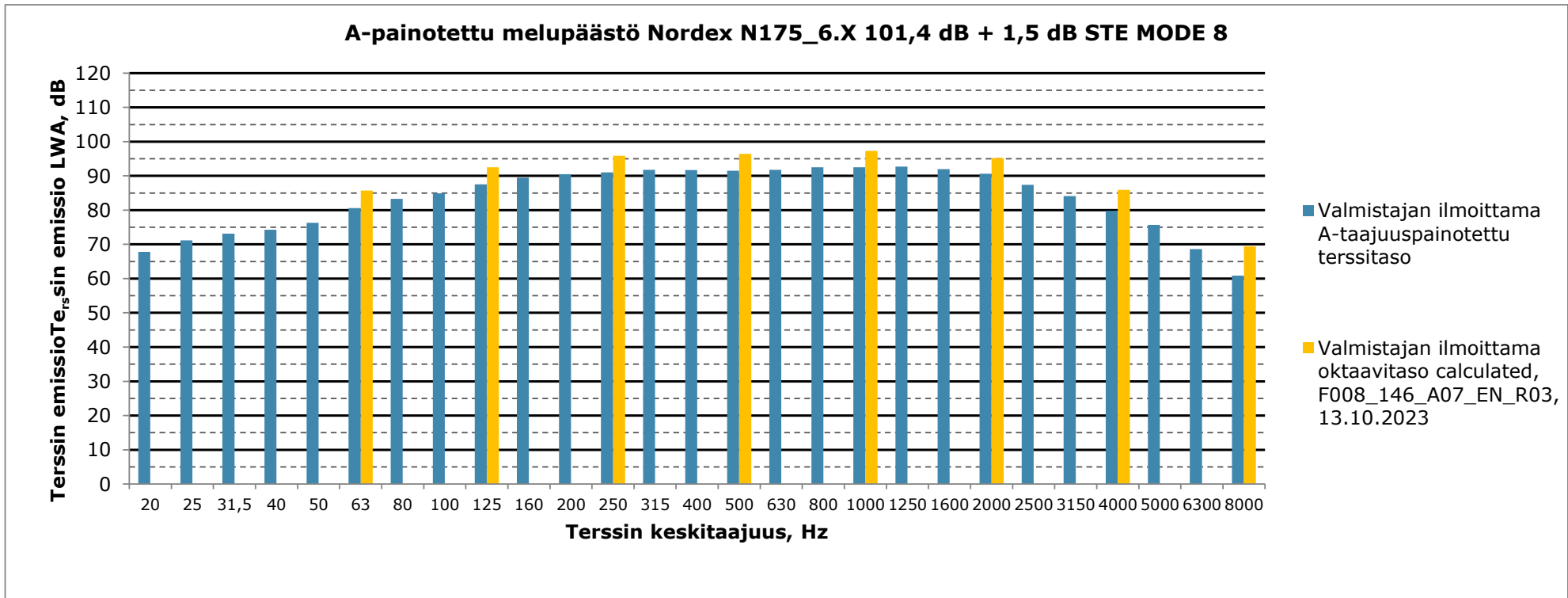


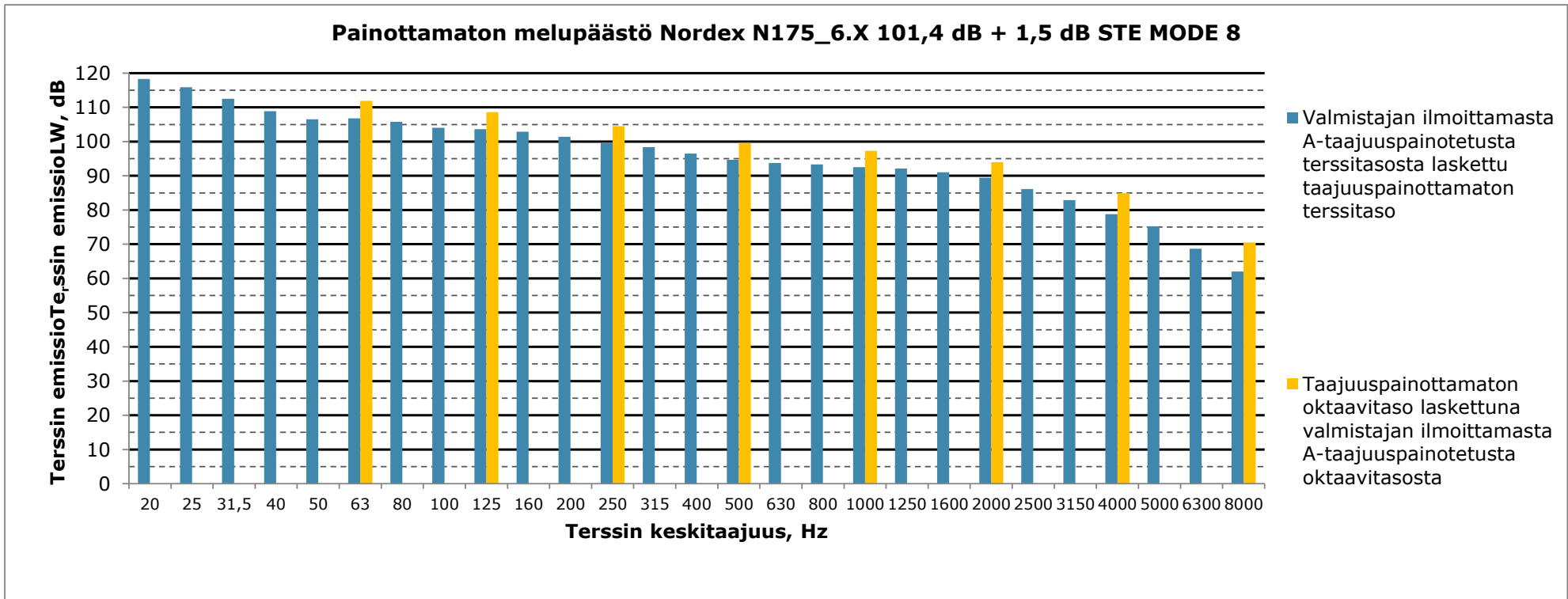
31.1.2025

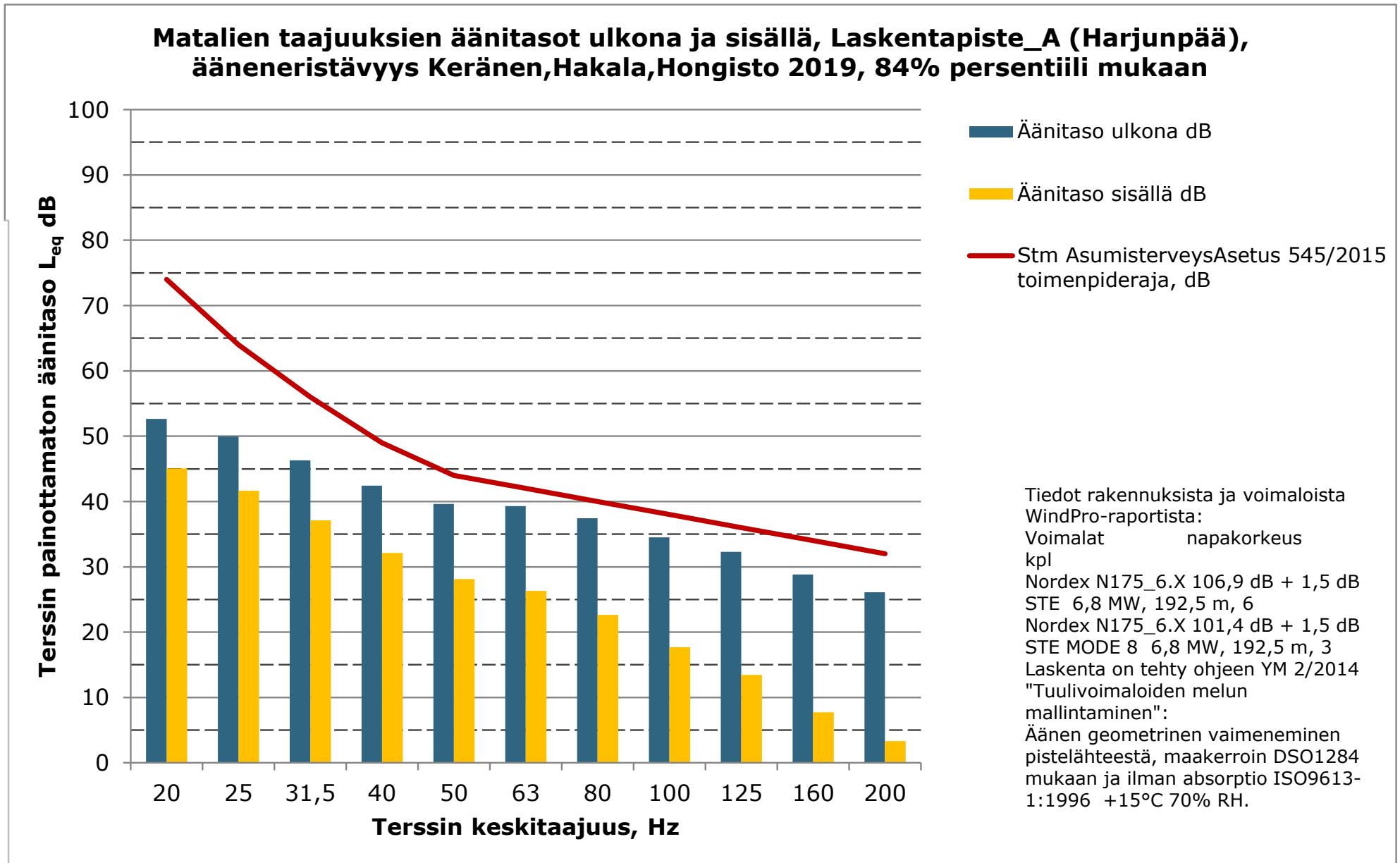
Liite 4. Volkkilankankaan tuulivoimahanke – matalataajuisen melun rakennuskohtaiset arvot Nordex N175/6.X (Lähtömelutaso 106,9 dB + 1,5 dB). Voimaloissa 7, 8 ja 9 käytössä Operating Mode 8 (Lähtömelutaso 101,4 dB + 1,5 dB).

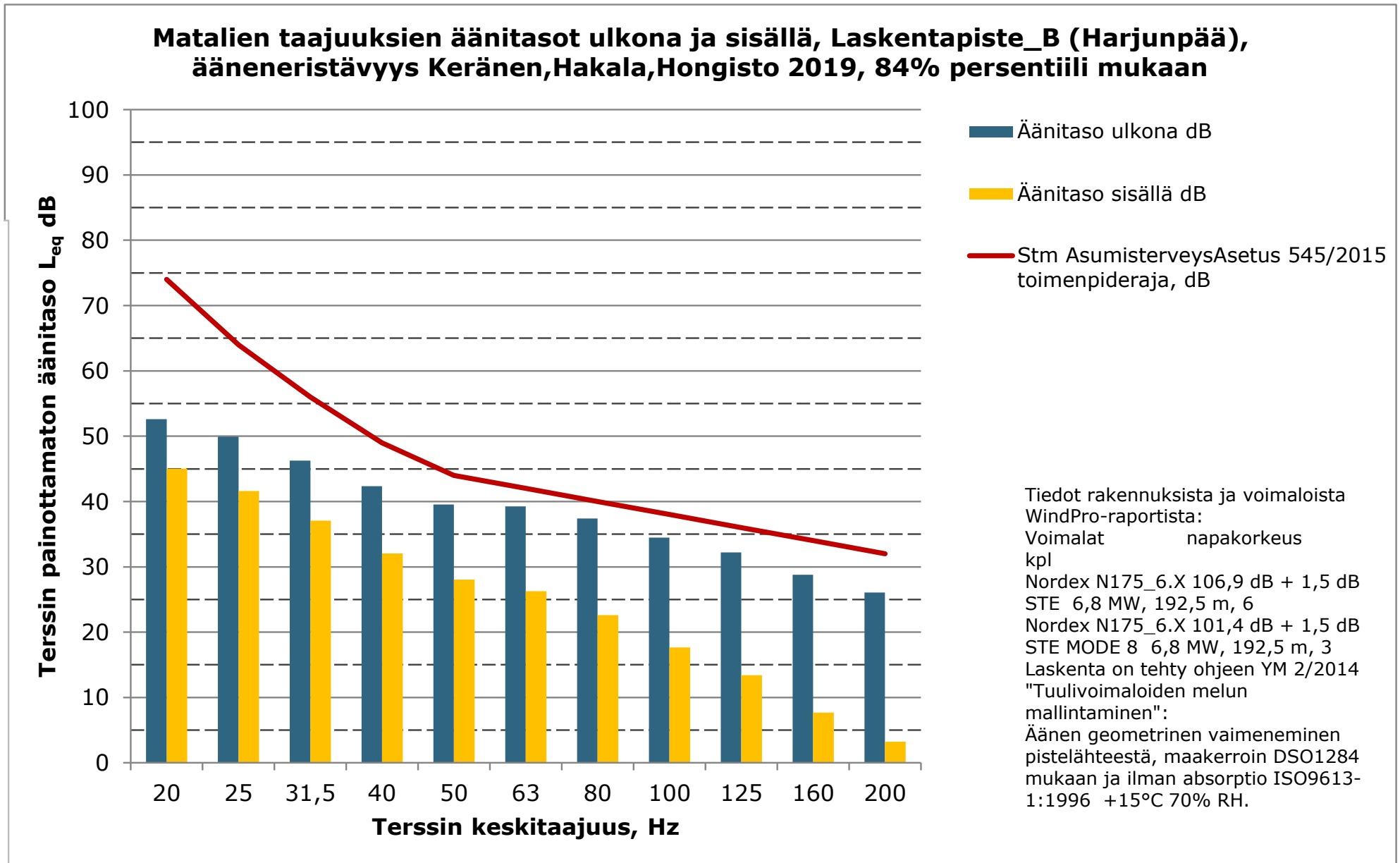


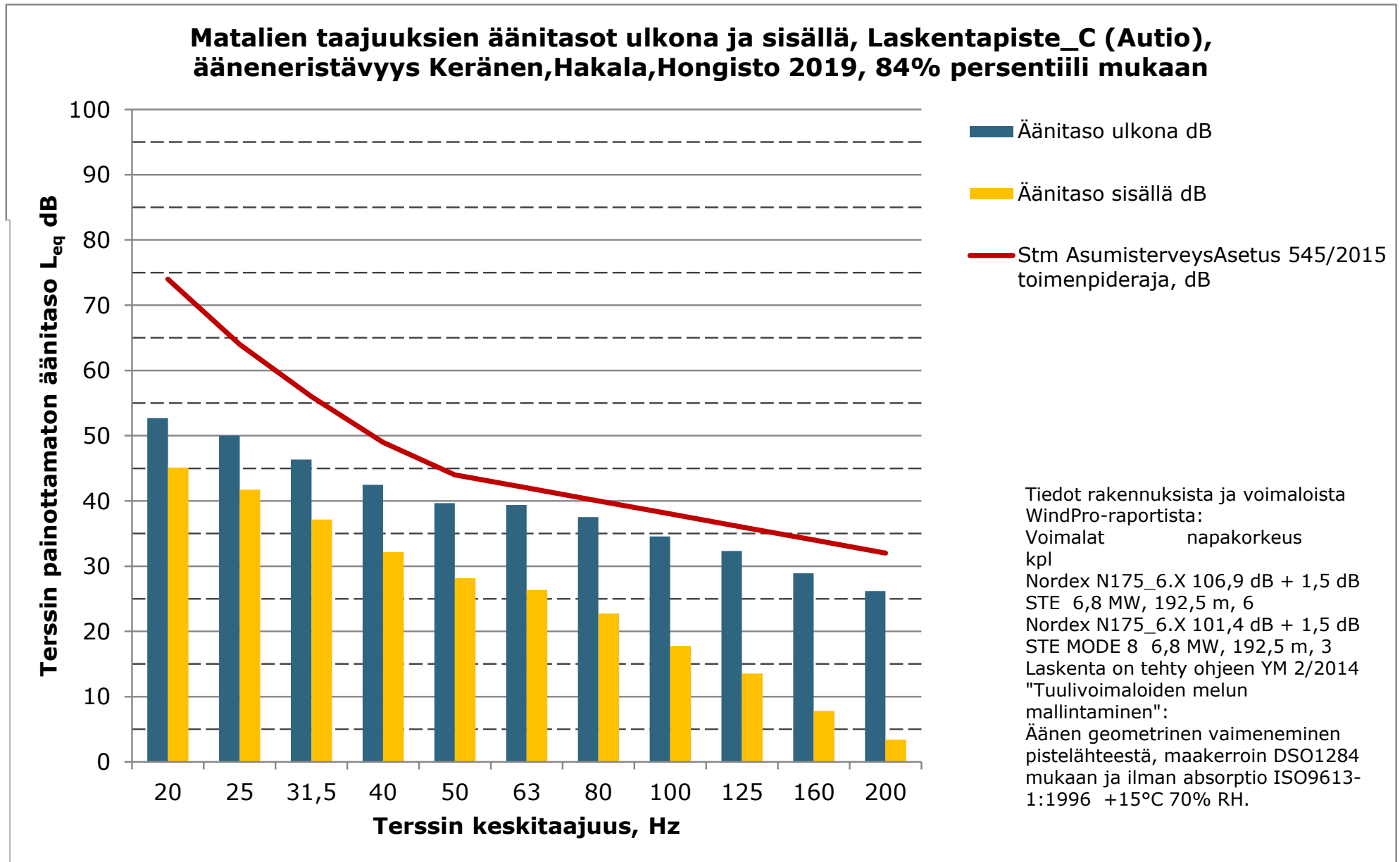


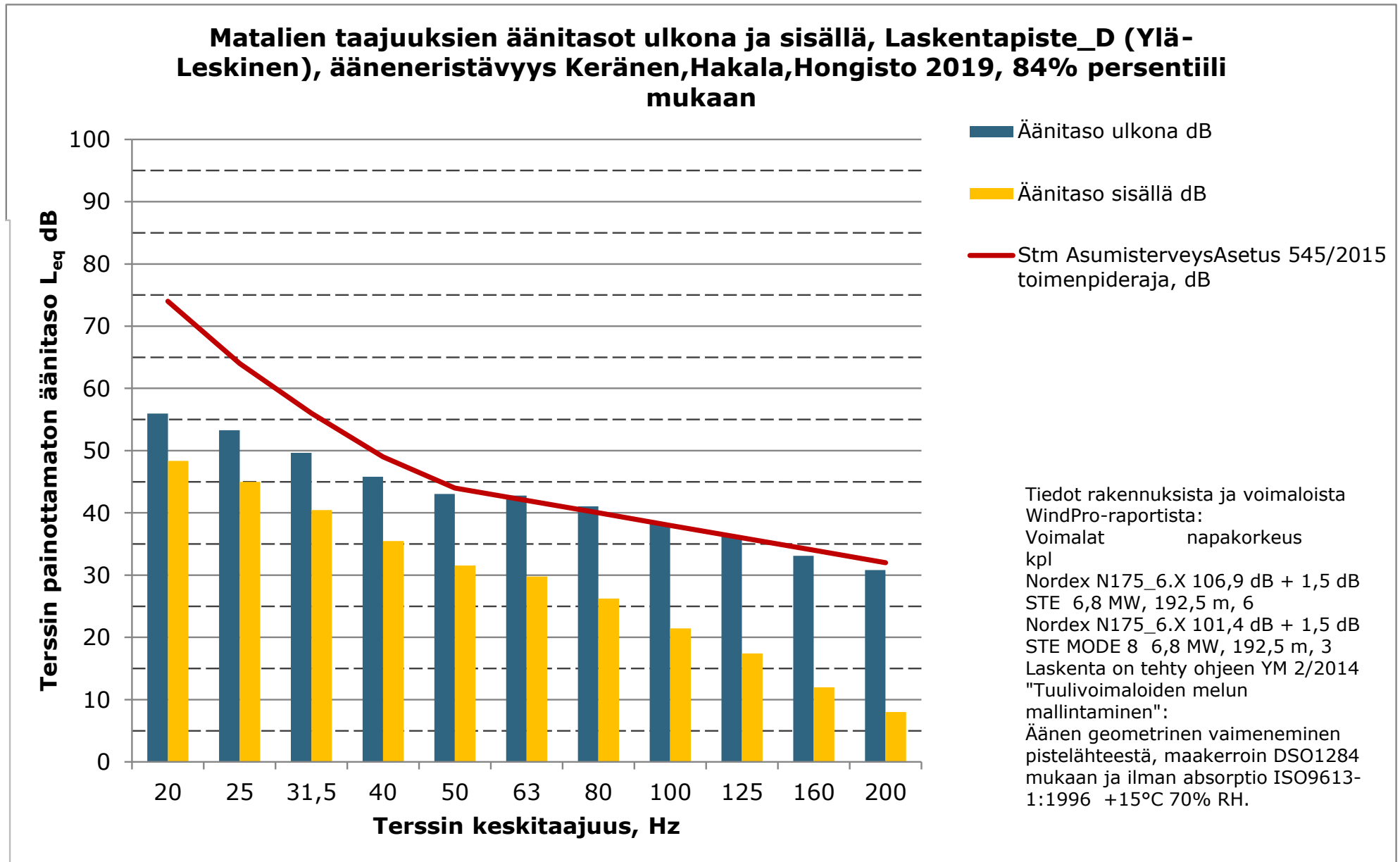


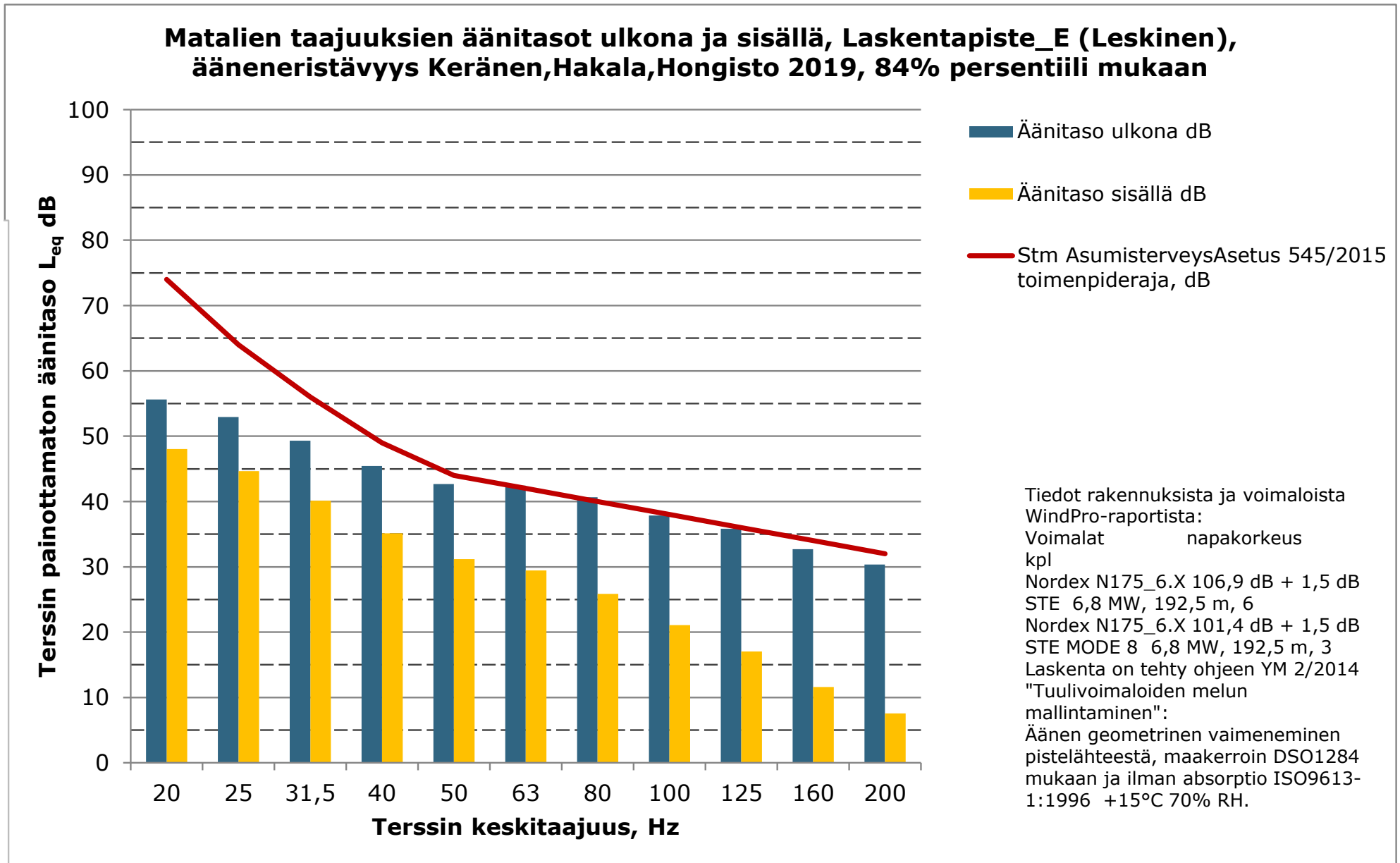


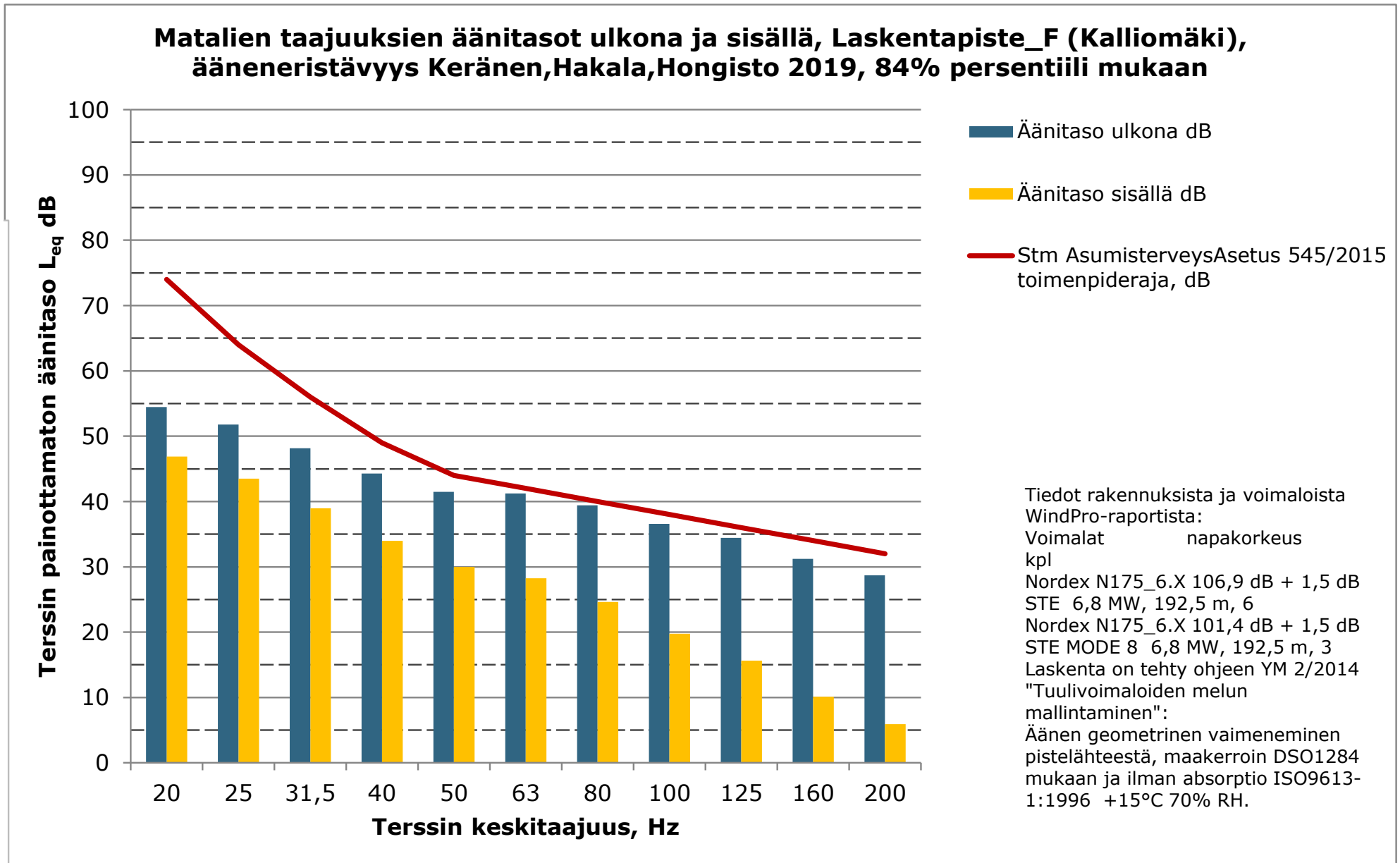


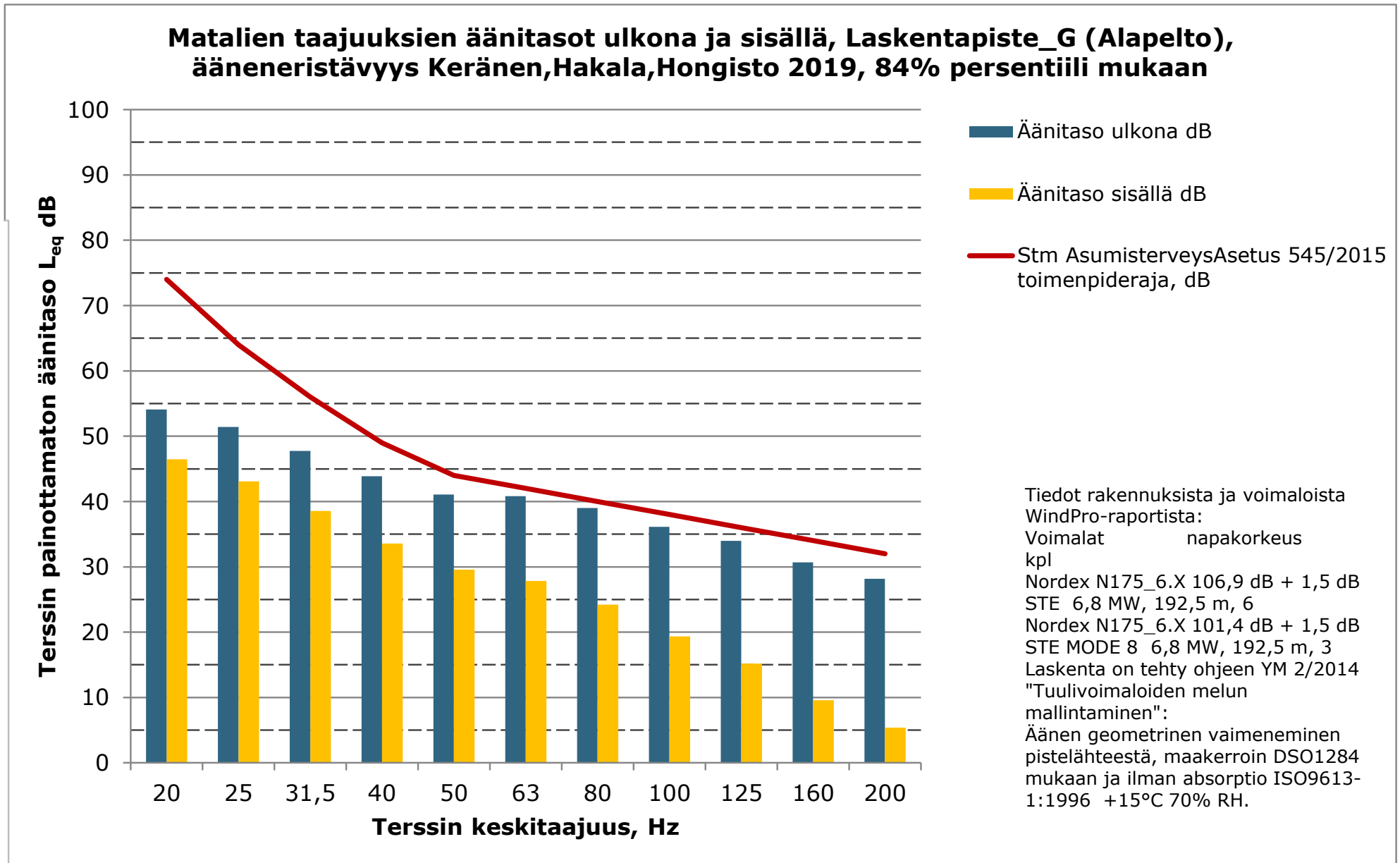


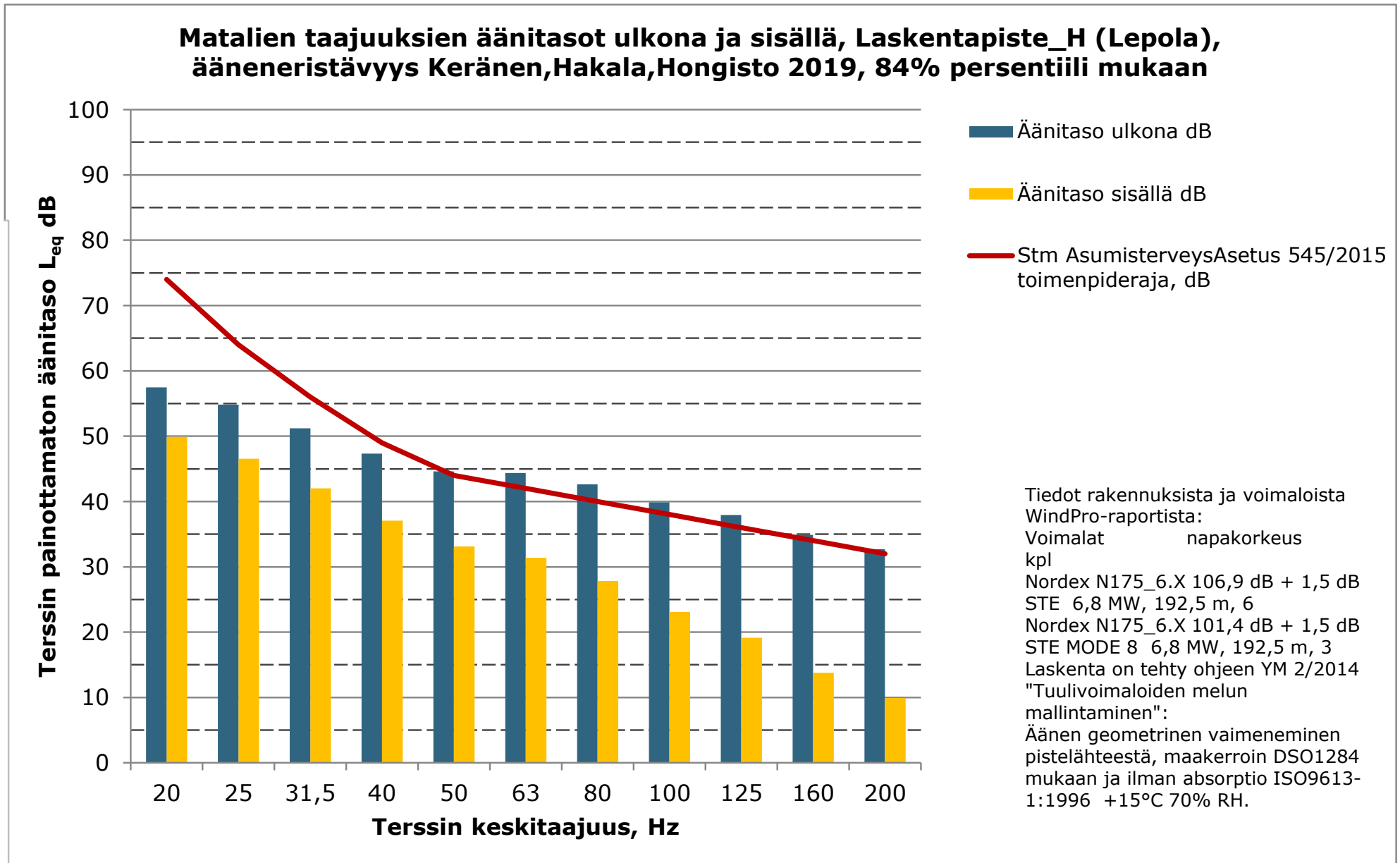


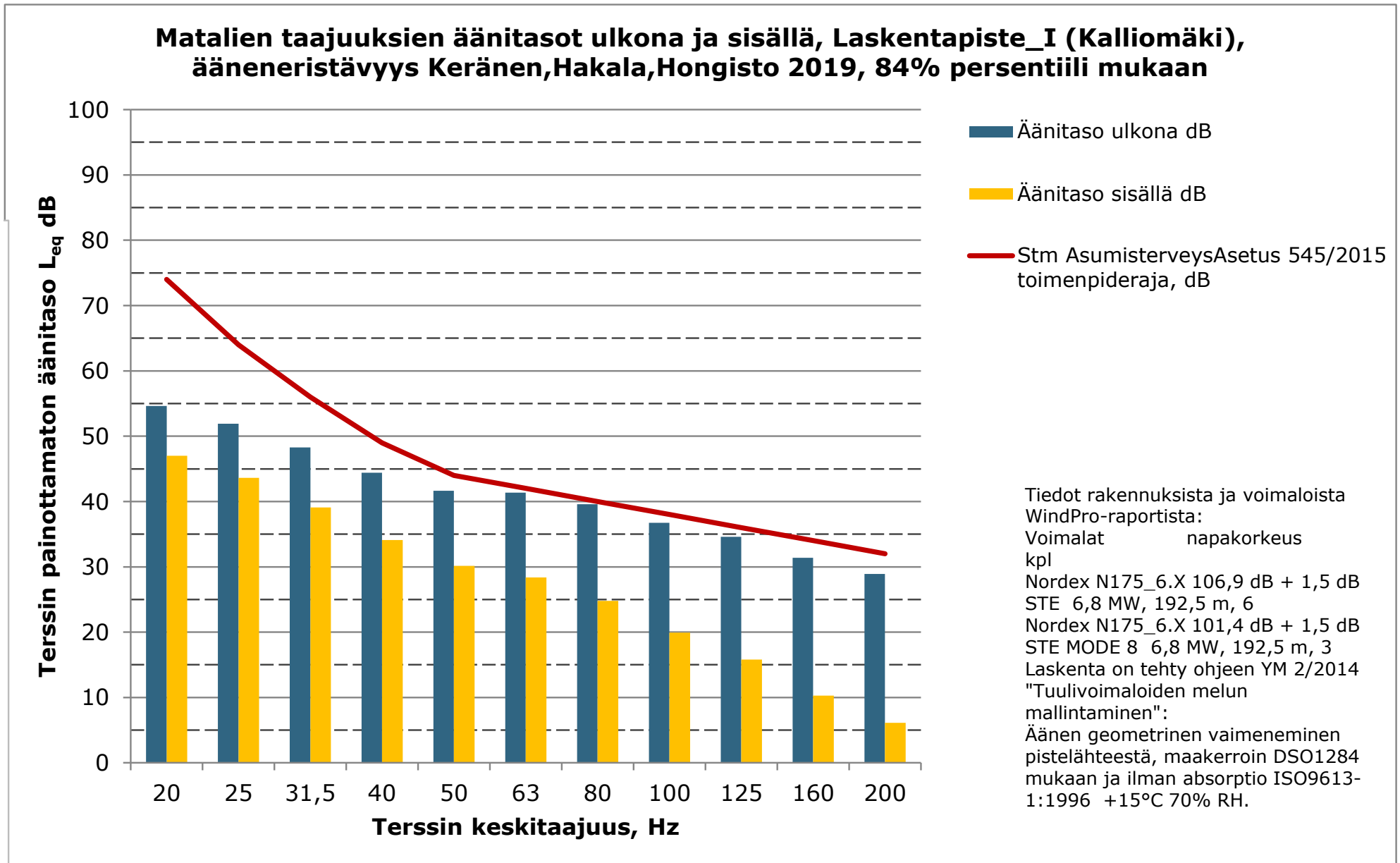


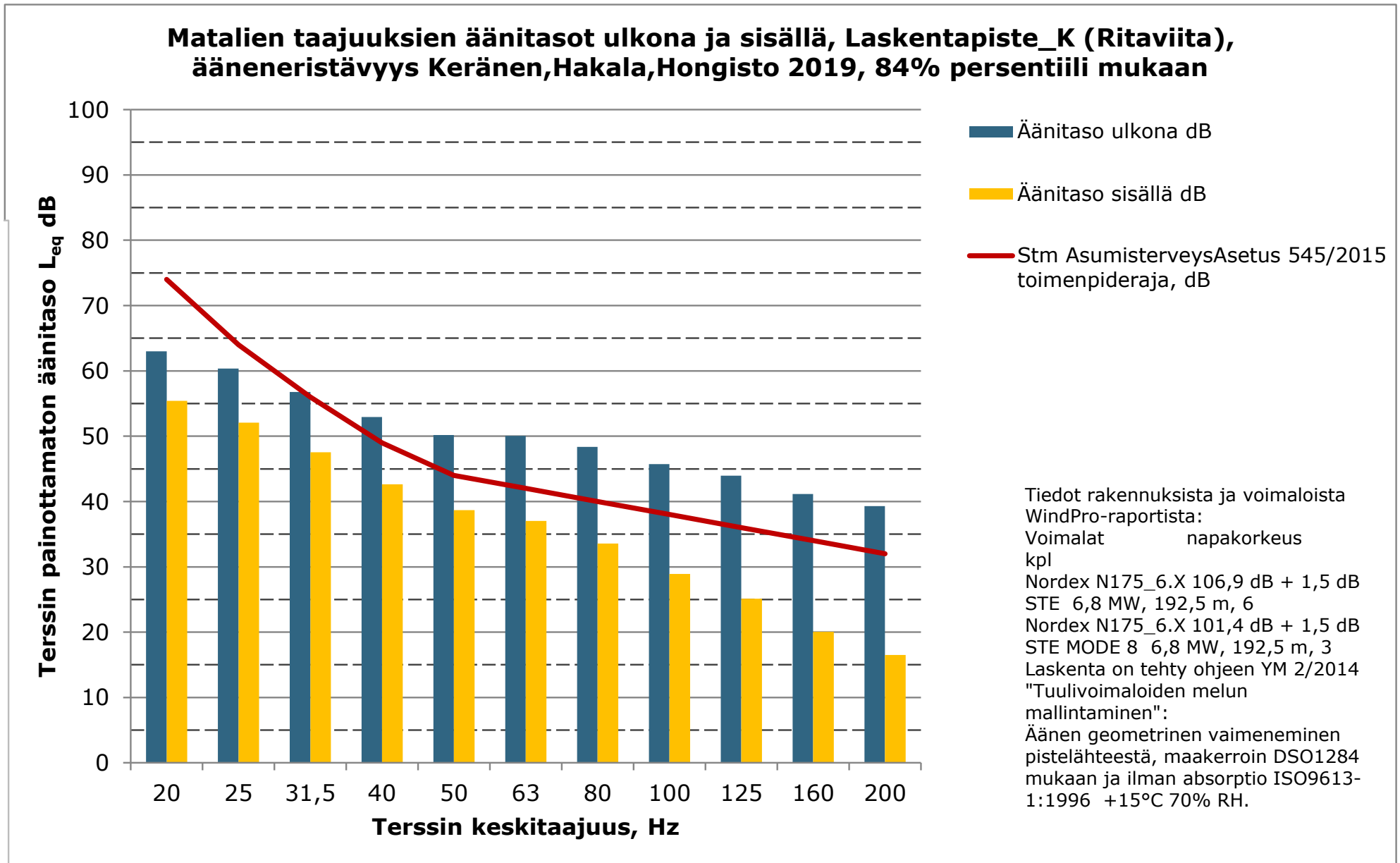




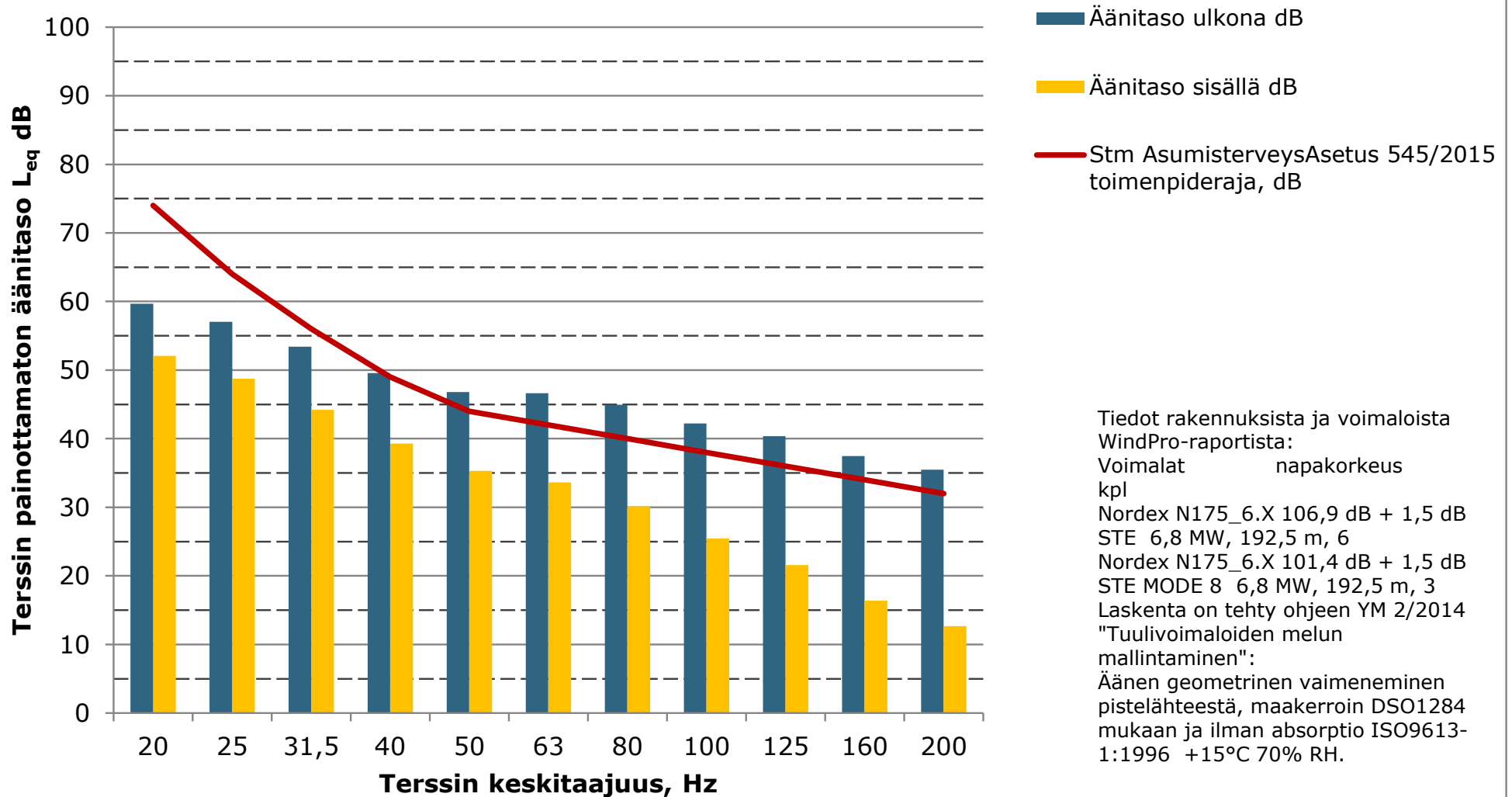








**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Laskentapiste_L
(Tupakkikorpi), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%
persentiili mukaan**



31.1.2025

Liite 5. Volkkilankankaan tuulivoimahanke – varjostusmallinnuksen tulokset ”real case, no forest” voimalaitoksella Generic RD180 HH190.

SHADOW - Main Result

Calculation: SHADOW_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_Generic_RD180x9xHH190_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
0,81	2,25	4,39	5,97	8,13	8,13	8,42	6,71	4,10	1,90	0,67	0,32

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
522	389	363	412	532	713	908	1 077	922	797	628	620	7 883

Monthly aggregation of real case reduction

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker

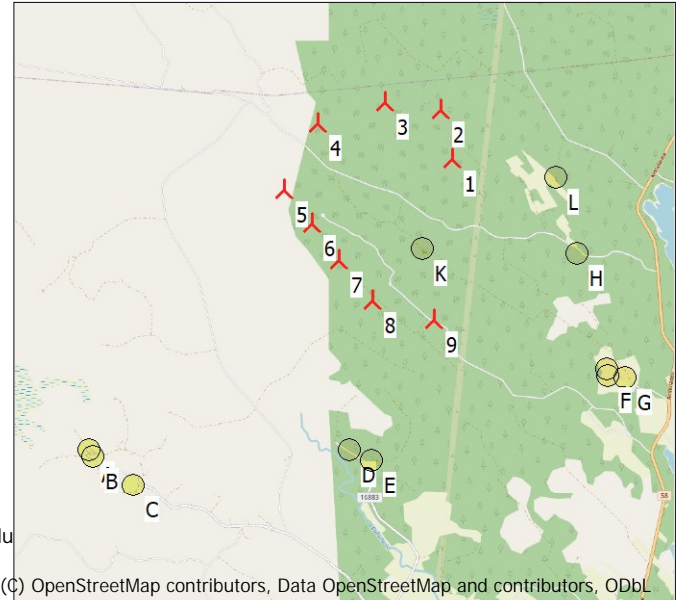
calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker

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_Volkkilankangas melu

Receptor grid resolution: 1,0 m



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

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]									
1	401 105	7 012 076	152,5	Generic RD180 HH190 6800 18...Yes	Yes	Generic	RD180 HH190-6 800	6 800	180,0	190,0	2 001	10,8
2	400 966	7 012 725	147,5	Generic RD180 HH190 6800 18...Yes	Yes	Generic	RD180 HH190-6 800	6 800	180,0	190,0	2 001	10,8
3	400 233	7 012 854	163,5	Generic RD180 HH190 6800 18...Yes	Yes	Generic	RD180 HH190-6 800	6 800	180,0	190,0	2 001	10,8
4	399 353	7 012 603	178,0	Generic RD180 HH190 6800 18...Yes	Yes	Generic	RD180 HH190-6 800	6 800	180,0	190,0	2 001	10,8
5	398 864	7 011 746	157,8	Generic RD180 HH190 6800 18...Yes	Yes	Generic	RD180 HH190-6 800	6 800	180,0	190,0	2 001	10,8
6	399 211	7 011 281	158,8	Generic RD180 HH190 6800 18...Yes	Yes	Generic	RD180 HH190-6 800	6 800	180,0	190,0	2 001	10,8
7	399 560	7 010 787	163,2	Generic RD180 HH190 6800 18...Yes	Yes	Generic	RD180 HH190-6 800	6 800	180,0	190,0	2 001	10,8
8	400 000	7 010 233	162,5	Generic RD180 HH190 6800 18...Yes	Yes	Generic	RD180 HH190-6 800	6 800	180,0	190,0	2 001	10,8
9	400 807	7 009 959	164,6	Generic RD180 HH190 6800 18...Yes	Yes	Generic	RD180 HH190-6 800	6 800	180,0	190,0	2 001	10,8

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 (Harjunpää)	396 166	7 008 378	162,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
B	Laskentapiste_B (Harjunpää)	396 217	7 008 287	162,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
C	Laskentapiste_C (Autio)	396 747	7 007 888	162,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
D	Laskentapiste_D (Ylä-Leskinen)	399 630	7 008 266	138,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
E	Laskentapiste_E (Leskinen)	399 915	7 008 113	140,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
F	Laskentapiste_F (Kalliomäki)	403 090	7 009 142	142,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
G	Laskentapiste_G (Alapelto)	403 314	7 009 127	140,4	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
H	Laskentapiste_H (Lepola)	402 721	7 010 782	147,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
I	Laskentapiste_I (Kalliomäki)	403 075	7 009 222	142,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
K	Laskentapiste_K (Ritaviita)	400 669	7 010 907	163,6	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
L	Laskentapiste_L (Tupakkikorpi)	402 480	7 011 785	135,7	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 (Harjunpää)	0:00
B	Laskentapiste_B (Harjunpää)	0:00

To be continued on next page...

Project:

Volkkilankangas melu- ja välkemallinnus

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi
Calculated:
31.1.2025 15.42/4.0.540

SHADOW - Main Result

Calculation: SHADOW_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_Generic_RD180x9xHH190_no forest

...continued from previous page

No.	Name	Shadow, expected values	
		Shadow hours	per year
			[h/year]
C	Laskentapiste_C (Autio)	0:00	
D	Laskentapiste_D (Ylä-Leskinen)	0:00	
E	Laskentapiste_E (Leskinen)	0:00	
F	Laskentapiste_F (Kalliomäki)	0:00	
G	Laskentapiste_G (Alapelto)	0:00	
H	Laskentapiste_H (Lepola)	0:00	
I	Laskentapiste_I (Kalliomäki)	0:00	
K	Laskentapiste_K (Ritaviita)	19:45	
L	Laskentapiste_L (Tupakkikorpi)	8:19	

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

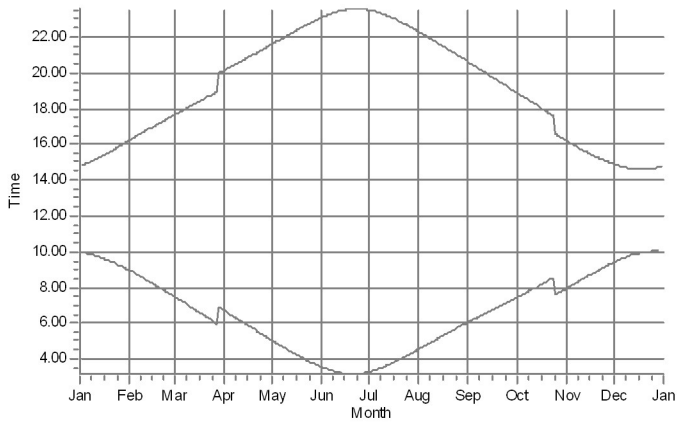
No.	Name	Expected
1	Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (412)	3:59
2	Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (413)	4:20
3	Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (414)	0:00
4	Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (415)	0:00
5	Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (416)	2:18
6	Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (417)	3:25
7	Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (418)	4:49
8	Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (419)	4:46
9	Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (420)	4:25

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.

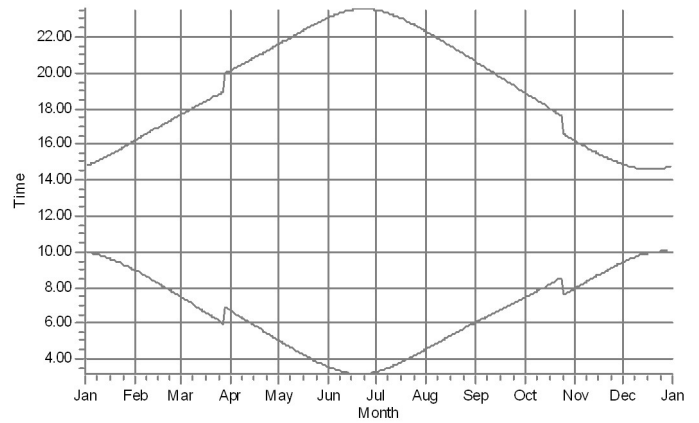
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: SHADOW_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_Generic_RD180x9xHH190_no forest

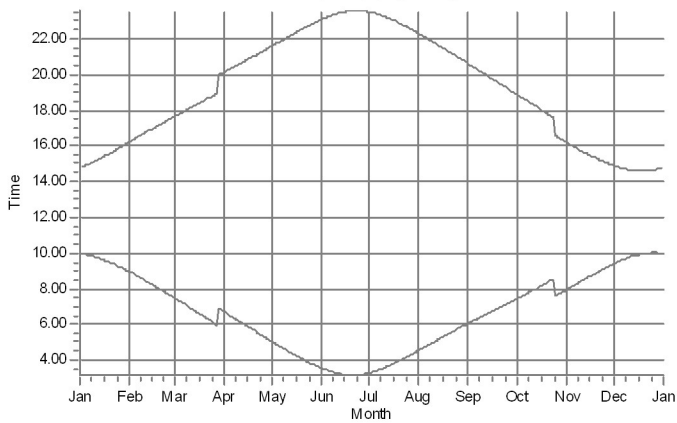
A: Laskentapiste_A (Harjunpää)



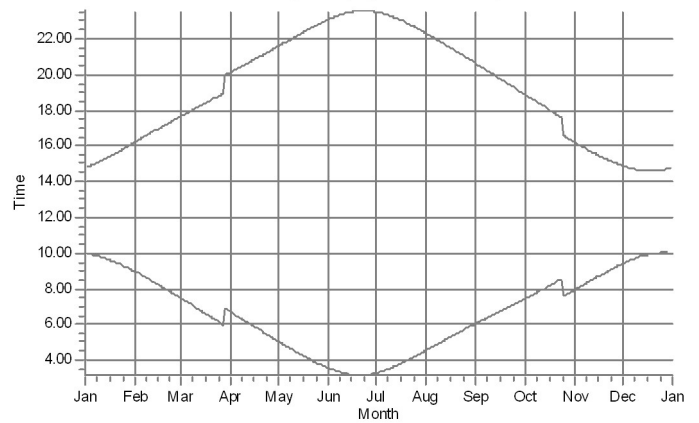
B: Laskentapiste_B (Harjunpää)



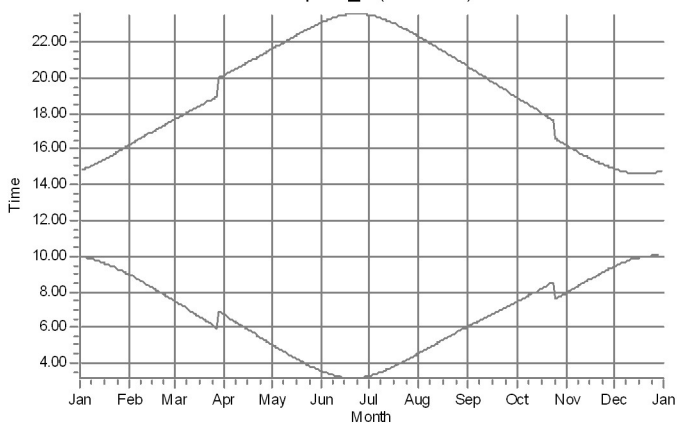
C: Laskentapiste_C (Autio)



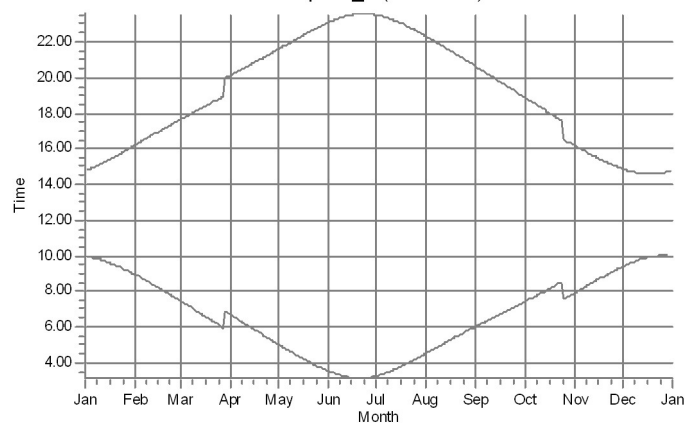
D: Laskentapiste_D (Ylä-Leskinen)



E: Laskentapiste_E (Leskinen)



F: Laskentapiste_F (Kalliomäki)

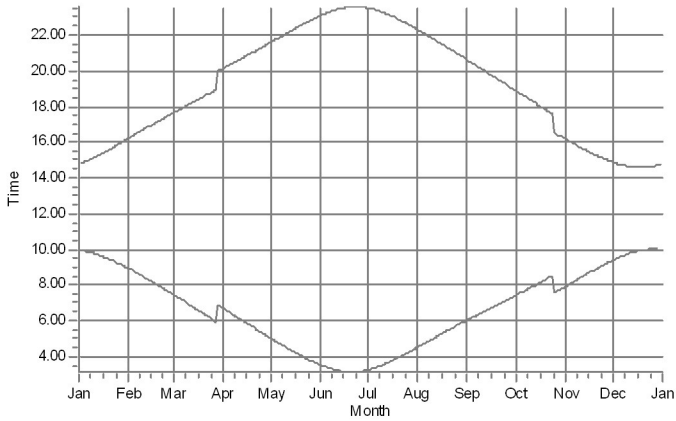


WTGs

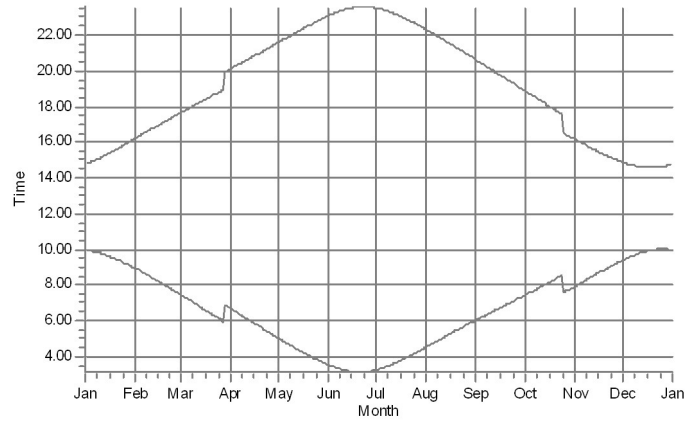
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: SHADOW_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_Generic_RD180x9xHH190_no forest

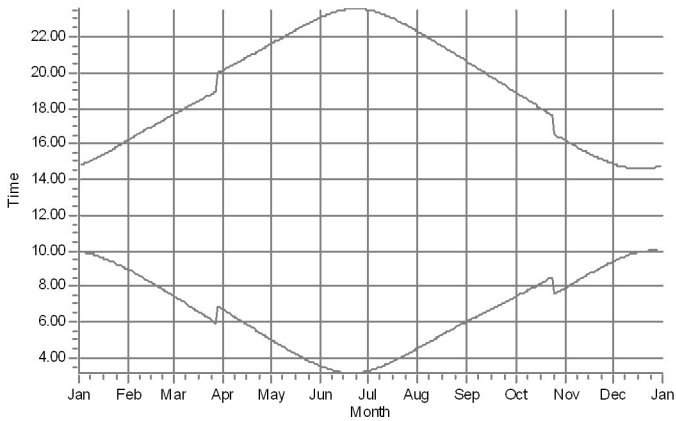
G: Laskentapiste_G (Alapelto)



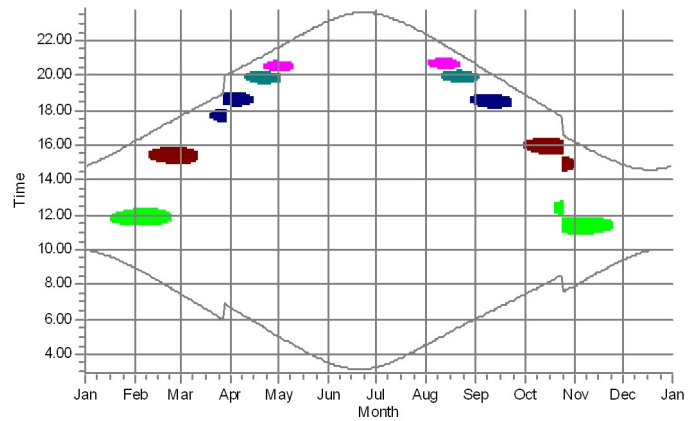
H: Laskentapiste_H (Lepola)



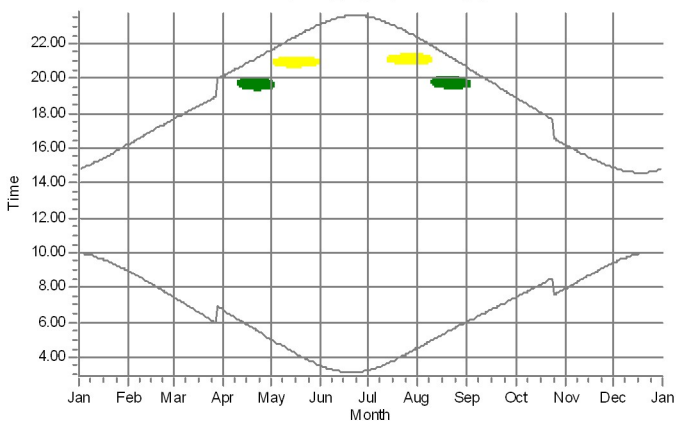
I: Laskentapiste_I (Kalliomäki)



K: Laskentapiste_K (Ritaviita)



L: Laskentapiste_L (Tupakkikorpi)



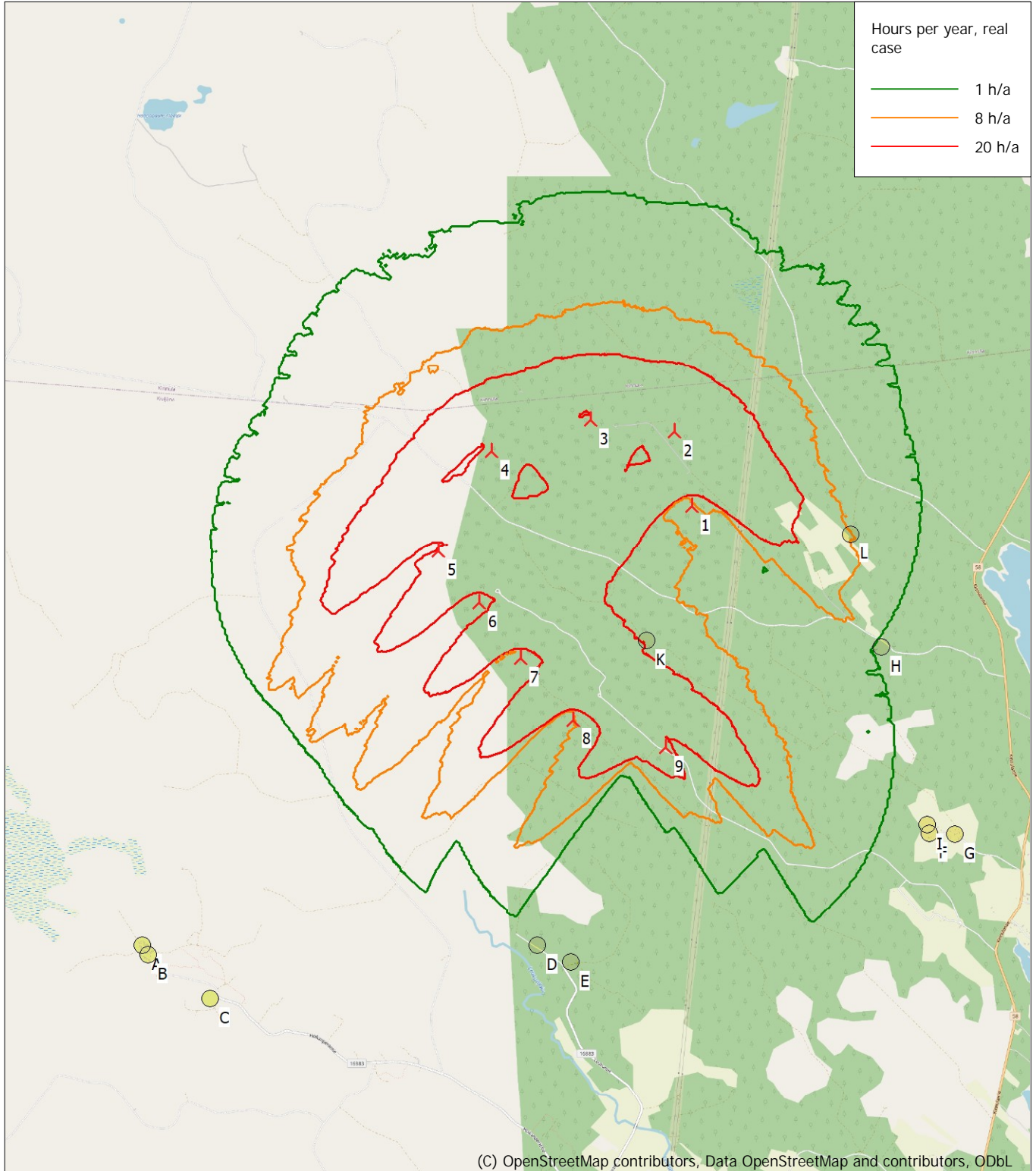
WTGs

- 1: Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (412)
- 2: Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (413)
- 5: Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (416)
- 6: Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (417)

- 7: Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (418)
- 8: Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (419)
- 9: Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (420)

SHADOW - Map

Calculation: SHADOW_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_Generic_RD180x9xHH190_no forest



0 500 1000 1500 2000 m

Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:50 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 399 700 North: 7 011 560
New WTG Shadow receptor
Flicker map level: Height Contours: CONTOURLINE_Volkkilankangas melu- ja välkemallinnus_suurempi_ZVI_2025_optimized.wpo (6)
Time step: 3 minutes, Day step: 7 days, Map resolution: 20 m, Visibility resolution: 10 m, Eye height: 1,5 m

31.1.2025

Liite 6. Volkkilankankaan tuulivoimahanke – varjostusmallinnuksen tulokset ”real case, luke forest” voimalaitoksella Generic RD180 HH190.

SHADOW - Main Result

Calculation: SHADOW_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_Generic_RD180x9xHH190_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
0,81	2,25	4,39	5,97	8,13	8,13	8,42	6,71	4,10	1,90	0,67	0,32

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
522	389	363	412	532	713	908	1 077	922	797	628	620	7 883

Monthly aggregation of real case reduction

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_Volkkilankangas melu

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

Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in

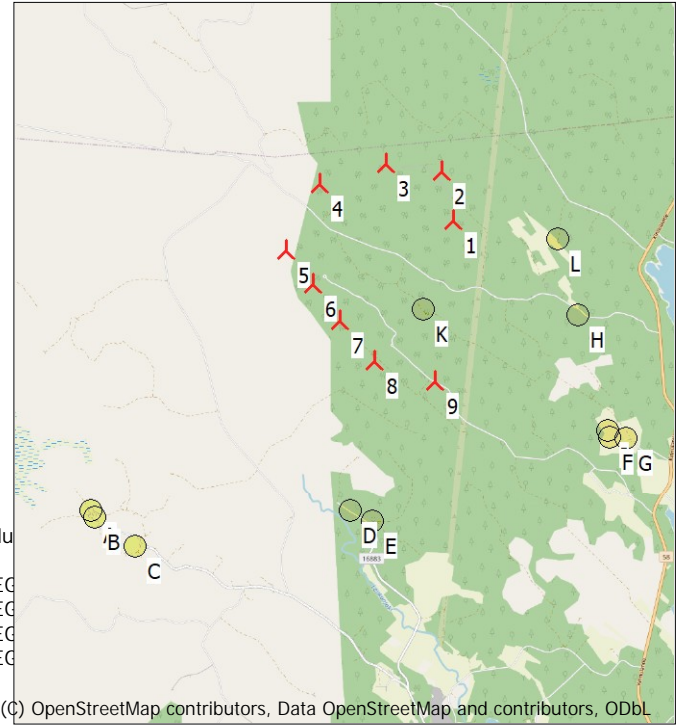
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

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]									
1	401 105	7 012 076	152,5	Generic RD180 HH190 6800 18...Yes	Yes	Generic	RD180 HH190-6 800	6 800	180,0	190,0	2 001	10,8
2	400 966	7 012 725	147,5	Generic RD180 HH190 6800 18...Yes	Yes	Generic	RD180 HH190-6 800	6 800	180,0	190,0	2 001	10,8
3	400 233	7 012 854	163,5	Generic RD180 HH190 6800 18...Yes	Yes	Generic	RD180 HH190-6 800	6 800	180,0	190,0	2 001	10,8
4	399 353	7 012 603	178,0	Generic RD180 HH190 6800 18...Yes	Yes	Generic	RD180 HH190-6 800	6 800	180,0	190,0	2 001	10,8
5	398 864	7 011 746	157,8	Generic RD180 HH190 6800 18...Yes	Yes	Generic	RD180 HH190-6 800	6 800	180,0	190,0	2 001	10,8
6	399 211	7 011 281	158,8	Generic RD180 HH190 6800 18...Yes	Yes	Generic	RD180 HH190-6 800	6 800	180,0	190,0	2 001	10,8
7	399 560	7 010 787	163,2	Generic RD180 HH190 6800 18...Yes	Yes	Generic	RD180 HH190-6 800	6 800	180,0	190,0	2 001	10,8
8	400 000	7 010 233	162,5	Generic RD180 HH190 6800 18...Yes	Yes	Generic	RD180 HH190-6 800	6 800	180,0	190,0	2 001	10,8
9	400 807	7 009 959	164,6	Generic RD180 HH190 6800 18...Yes	Yes	Generic	RD180 HH190-6 800	6 800	180,0	190,0	2 001	10,8

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]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	Laskentapiste_A (Harjunpää)	396 166	7 008 378	162,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
B	Laskentapiste_B (Harjunpää)	396 217	7 008 287	162,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
C	Laskentapiste_C (Autio)	396 747	7 007 888	162,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
D	Laskentapiste_D (Ylä-Leskinen)	399 630	7 008 266	138,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
E	Laskentapiste_E (Leskinen)	399 915	7 008 113	140,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
F	Laskentapiste_F (Kalliomäki)	403 090	7 009 142	142,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
G	Laskentapiste_G (Alapelto)	403 314	7 009 127	140,4	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
H	Laskentapiste_H (Lepola)	402 721	7 010 782	147,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
I	Laskentapiste_I (Kalliomäki)	403 075	7 009 222	142,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
K	Laskentapiste_K (Ritaviita)	400 669	7 010 907	163,6	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
L	Laskentapiste_L (Tupakkikorpi)	402 480	7 011 785	135,7	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0



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

Scale 1:100 000

New WTG

Shadow receptor

SHADOW - Main Result

Calculation: SHADOW_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_Generic_RD180x9xHH190_Luke forest

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values	
		Shadow hours	per year [h/year]
A	Laskentapiste_A (Harjunpää)	0:00	
B	Laskentapiste_B (Harjunpää)	0:00	
C	Laskentapiste_C (Autio)	0:00	
D	Laskentapiste_D (Ylä-Leskinen)	0:00	
E	Laskentapiste_E (Leskinen)	0:00	
F	Laskentapiste_F (Kalliomäki)	0:00	
G	Laskentapiste_G (Alapelto)	0:00	
H	Laskentapiste_H (Lepola)	0:00	
I	Laskentapiste_I (Kalliomäki)	0:00	
K	Laskentapiste_K (Ritaviita)	0:00	
L	Laskentapiste_L (Tupakkikorpi)	8:19	

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

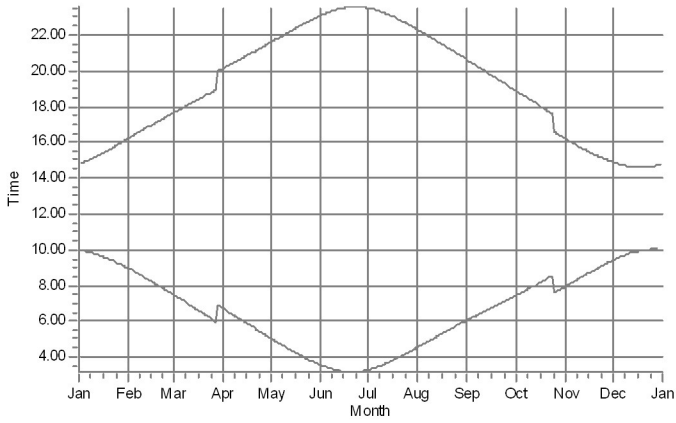
No.	Name	Expected [h/year]
1	Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (412)	3:59
2	Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (413)	4:20
3	Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (414)	0:00
4	Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (415)	0:00
5	Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (416)	0:00
6	Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (417)	0:00
7	Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (418)	0:00
8	Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (419)	0:00
9	Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (420)	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.

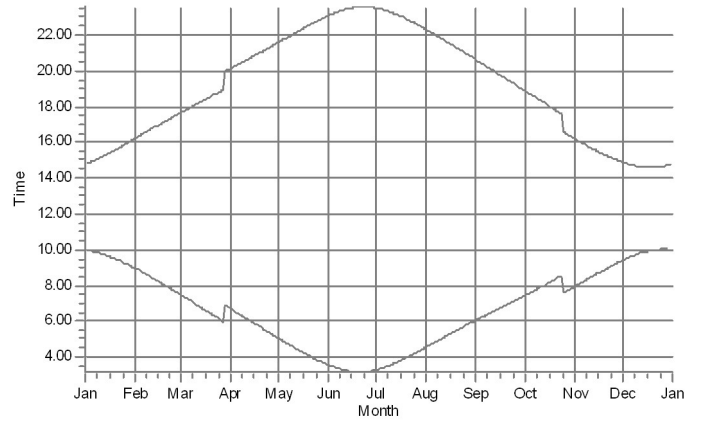
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: SHADOW_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_Generic_RD180x9xHH190_Luke forest

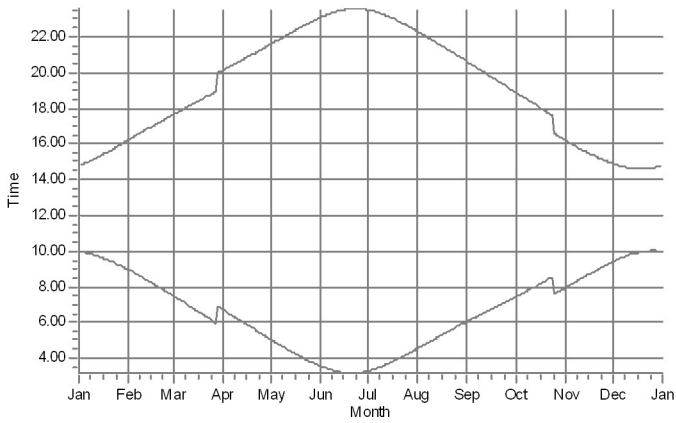
A: Laskentapiste_A (Harjunpää)



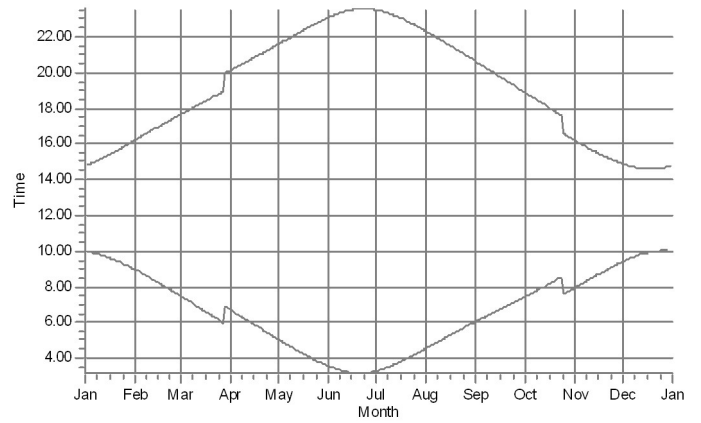
B: Laskentapiste_B (Harjunpää)



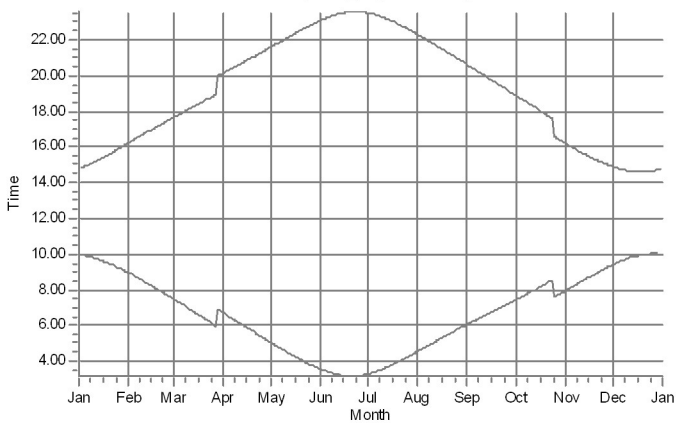
C: Laskentapiste_C (Autio)



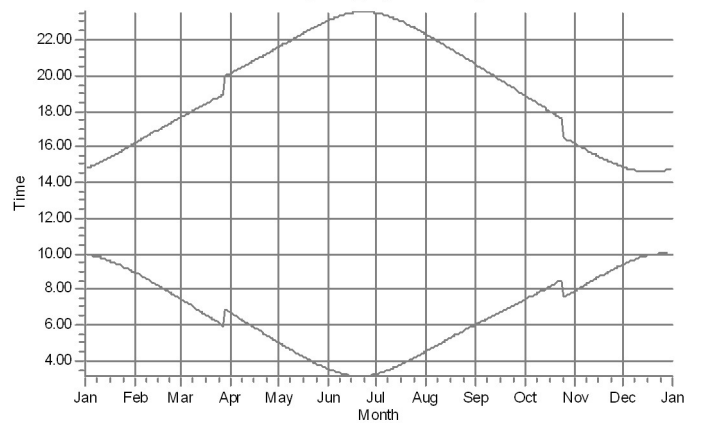
D: Laskentapiste_D (Ylä-Leskinen)



E: Laskentapiste_E (Leskinen)



F: Laskentapiste_F (Kalliomäki)

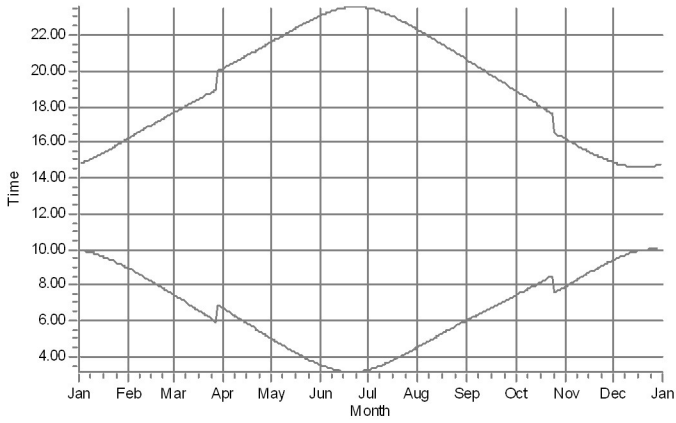


WTGs

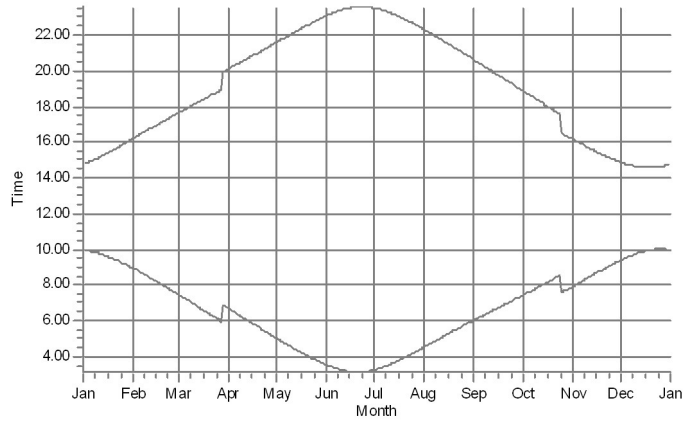
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: SHADOW_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_Generic_RD180x9xHH190_Luke forest

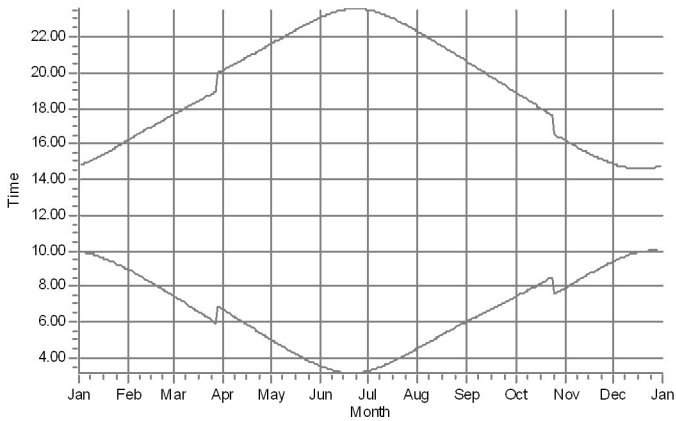
G: Laskentapiste_G (Alapelto)



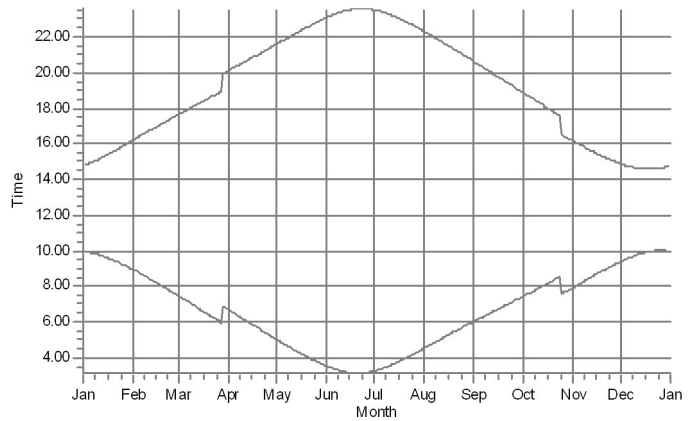
H: Laskentapiste_H (Lepola)



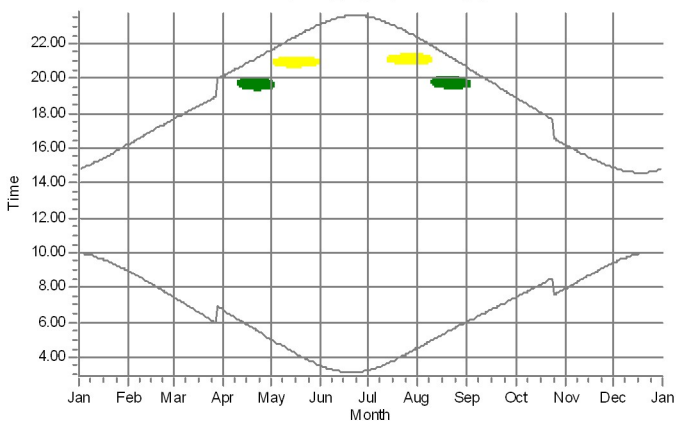
I: Laskentapiste_I (Kalliomäki)



K: Laskentapiste_K (Ritaviita)



L: Laskentapiste_L (Tupakkikorpi)



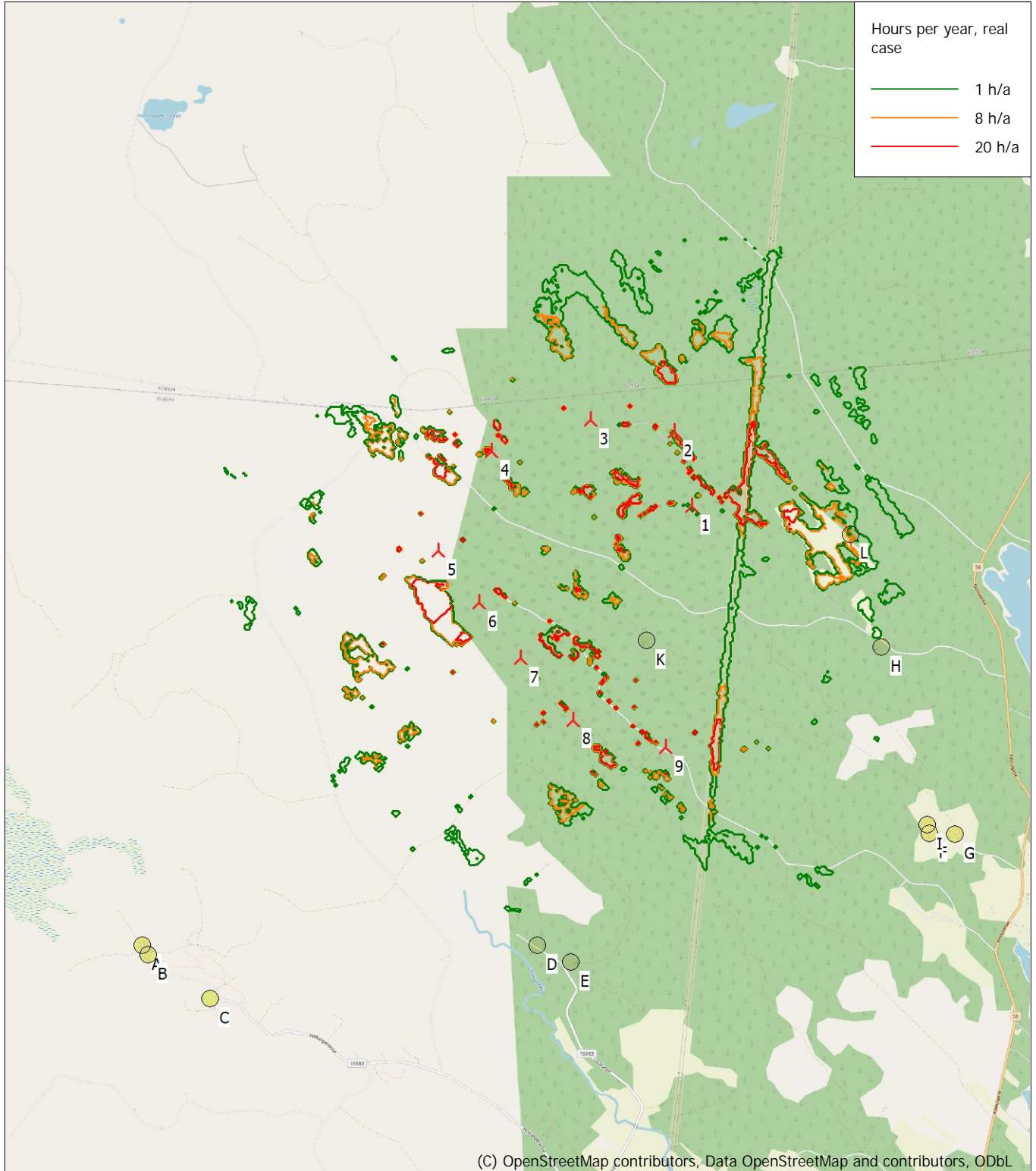
WTGs

1: Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (412)

2: Generic RD180 HH190 6800 180.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 280,0 m) (413)

SHADOW - Map

Calculation: SHADOW_Volkkilankangas_Kaavaehdotus_Generic_RD180x9xHH190_Luke forest



0 500 1000 1500 2000 m

Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:50 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 399 700 North: 7 011 560
New WTG Shadow receptor
Flicker map level: Height Contours: CONTOURLINE_Volkkilankangas melu- ja välkemallinnus_suurempi_ZVI_2025_optimized.wpo (6)
Time step: 3 minutes, Day step: 7 days, Map resolution: 20 m, Visibility resolution: 10 m, Eye height: 1,5 m