

FORTUM OYJ

Molpe vindkraftsprojekt, Korsnäs

Buller- och skuggmodelleringar

Harju, Johanna

9.4.2024

Innehållsförteckning

1	BULLER- OCH SKUGGMODELLERINGENS MÅL	2
2	UTGÅNGSUPPGIFTER OCH METODER	2
2.1	Buller	2
2.1.1	Bullermodellering ISO 9613-2	2
2.1.2	Modellering av lågfrekvent buller	4
2.2	Skuggmodellering	5
2.3	Gräns- och riktvärden	6
3	BULLER- OCH SKUGGMODELLERINGARNAS RESULTAT	8
3.1	Beräkningsresultat för buller ISO 9613-2	8
3.2	Lågfrekventa bullernivåer	9
3.3	Resultat från skuggmodelleringen	9

Bilagor

- Bilaga 1: Resultat från modelleringen av spridningen av buller *ISO 9613*
- Bilaga 2: Värden för lågfrekvent buller vid olika byggnader
- Bilaga 3 Skuggmodelleringens resultat "real case, no forest"
- Bilaga 4: Skuggmodelleringens resultat "real case, forest"

9.4.2024

1 BULLER- OCH SKUGGMODELLERINGENS MÅL

De buller- och skuggkonsekvenser som Molpe vindkraftsprojekt som planeras i Korsnäs kommuns område orsakar har bedömts genom att utföra modelleringar av de ljudtrycksnivåer och skuggeffekter som vindkraftverken orsakar. Modelleringarna har gjorts med kraftverksplaceringen i projektets förslagsskede. Syftet med modelleringarna är att visa över hur stort område konsekvenserna i fråga sträcker sig och bedöma konsekvenserna för den fasta bebyggelsen och fritidsbebyggelsen i närheten.

De buller- och skuggkonsekvenser som orsakas av vindkraftverken har modellerats med WindPro-programmet baserat på kraftverksplatsernas lägen.

Modelleringarna har gjorts av ingenjör (YH) Johanna Harju. Kvalitetsgranskningen har gjorts av ingenjör (YH) Henna-Riikka Rintamäki.

2 UTGÅNGSUPPGIFTER OCH METODER

2.1 Buller

2.1.1 Bullermodellering ISO 9613-2

De ljudtrycksnivåer som vindkraftverken orsakar har modellerats med WindPRO-programmet enligt standarden ISO 9613-2. I enlighet med miljöförvaltningens anvisning för modellering av buller från vindkraftverk användes en vindhastighet på 8 m/s, en lufttemperatur på 15 °C, ett lufttryck på 101,325 kPa, en relativ luftfuktighet på 70 procent och en markhårdhet på 0,4. Beräkningen har gjorts 4,0 meter över markytan.

Ljudtrycksnivåerna för Molpe vindkraftsprojekt har modellerats med kraftverk med en navhöjd på 190 meter. Som utgångsuppgift, det vill säga referenskraftverk, användes vindkraftverkstillverkaren Nordex kraftverk N163-6800. Från denna härleddes kraftverkstypen Generic, som har en rotordiameter på 200 meter, en navhöjd på 190 meter och en total höjd på 300 meter. Avsikten med kraftverksmodellen är att förutse den växande storleken på vindkraftverkens rotor. I planförslagsskedet är antalet kraftverk 5.

På navhöjd har den rådande vindhastigheten (när vindhastigheten är 8 m/s på 10 meters höjd) bedömts enligt miljöministeriets anvisningar 4/2014. Som ljudeffektsnivå (LWA) för kraftverket N 168-6800 användes 106,4 dB(A). Detta är ett garantivärde som uppgetts av kraftverkstillverkaren när kraftverkets bladtyp är "with serrated trailing edge", det vill säga att bladens kant har sågtandade element som dämpar buller. Till de bullerutsläppsvärden som uppgetts av tillverkaren (tabell 1) tillades en 2 dB:s säkerhetsmarginal i enlighet med anvisningarna från miljöministeriet.

9.4.2024

Tabell 1. Modelleringsprogram och ljudeffektsnivåer för vindkraftverket samt bullrets särdrag

UPPGIFTER OM MODELLERINGSPROGRAMMET							
Modelleringsprogram och version: WindPRO version 3.6.377				Modelleringsmetod: ISO 9613-2			
UPPGIFTER OM VINDKRAFTVERKEN							
Vindkraftverkets tillverkare: Nordex				Typ: N 163 STE		Serienummer: -	
Nominell effekt: 6,8 MW		Navhöjd: 190 m		Rotorns diameter: 200 m		Torntyp: stål	
Möjligheter att påverka vindkraftverkets bullerutsläpp under driften och dess inverkan på bullret							
Reglering av bladvinkeln		Rotationshastighet		Annat, vad			
Ja	- dB	Ja	- dB	Noise mode-reglering:		-	
Nej		Nej		Noise mode,		-	
AKUSTISKA UPPGIFTER/UTGÅNGSUPPGIFTER FÖR KALKYLERINGEN							
Document nro: F008_277_A17_EN Revision 02, 2021-11-08							
Oktavvis [Hz], dB(A)		Per 1/3-oktav [Hz], dB(A)					
31,5	-	12,5	67,4	125	95	1250	97,7
63	94,4	16	72	160	95	1600	97
125	99,1	20	76,3	200	96	2000	95,6
250	101,4	25	79,7	250	96,5	2500	92,4
500	101,9	31,5	81,6	315	97,3	3150	89,1
1000	102,3	40	82,8	400	97,2	4000	84,3
2000	100,2	50	83,8	500	97	5000	79,2
4000	90,7	63	90,1	630	97,3	6300	71,1
8000	71,8	80	91,8	800	97,5	8000	62,4
108,4 dB(A)		100	92,4	1000	97,5	10000	57
Mätning och observationer av bullrets särdrag:							
Smalbandighet/Tonalitet		Impulsartat buller		Amplitudmodulation		Annat, vad:	
Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej

9.4.2024

Tabell 2. Tillämpade modelleringsparametrar vid ISO 9613-2-kalkyler

AKUSTISKA UPPGIFTER/UTGÅNGSUPPGIFTER FÖR KALKYLERINGEN			
Beräkningshöjd		Beräkningsrutans storlek [m x m]	
ISO 9613-2: 4,0 m		25x25 m	
Relativ fuktighet		Temperatur	
70 %	Annat, vad och varför:	ISO 9613-2: 15 C°	
Terrängmodellens källa och noggrannhet			
Terrängmodellens källa: LMV terrängdatabas		Horisontell resolution: 1,0	Vertikal resolution: 0,5
Beaktande av mark- och vattenytans absorption och reflektion, använda koefficienter			
ISO 9613-2	0,4		Obs
Atmosfärens stabilitet vid beräkningen/meteorologisk korrigering			
Neutral, (0): Neutral		Annat, vad och varför:	
Beaktande av väderförhållanden; vindriktningar och hastighet som använts vid beräkningen			
Vindens riktning: 0-360°		Vindhastighet: 8 m/s uppmätt på 10 meters höjd	
Riktning för kraftverkets ljud och dämpning			
Fri rymd: ja		Annat, vad och varför:	

2.1.2 Modellering av lågfrekvent buller

Det lågfrekventa bullret beräknades med metoder enligt Miljöministeriets anvisning 2/2014 och med uppskattningar av de ljudeffektsnivåer för kraftverken som erhållits från kraftverkstillverkaren.

Anvisningen 2/2014 erbjuder en metod för beräkning av lågfrekvent buller utanför byggnader. I social- och hälsoministeriets förordning om boendehälsa fastställs åtgärdsbegränsningar för lågfrekvent buller i bostadsrum. Ljudnivån som sprids till insidan av byggnaderna kalkylerades med hjälp av ljudisoleringsresultat från Åbo yrkeshögskolas Anojanssi-projekt (Keränen, Hakala och Hongisto 2017) och resultaten jämfördes med åtgärdsgränserna.

Tabell 3. Närmevärde för ljudnivåskillnad för fasaden till ett finländskt småhus i enlighet med resultaten från Anojanssi-projektet.

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

Vid beräkningen av lågfrekvent buller beaktades effekten av markytans form enligt anvisningen 4/2014. Resultaten har presenterats i form av en tabell enligt frekvens vid husen i projektområdets omgivning. Objektsspecifika resultat finns som bilaga till rapporten (Bilaga 2).

9.4.2024

2.2 Skuggmodellering

Tabell 4. Modelleringsprogram och vindkraftverkens storlek i skuggmodelleringarna för Molpe vindkraftsprojekt.

UPPGIFTER OM MODELLERINGSPROGRAMMET			
Modelleringsprogram och version: WindPRO version 3.6.377		Modelleringsmetod: ISO 9613-2	
UPPGIFTER OM VINDKRAFTVERKET (VINDKRAFTVERKEN)			
Vindkraftverkets tillverkare: Generic		Typ: RD 200	Serienummer: -
Nominell effekt:	Navhöjd: 190 m	Rotorns diameter: 200 m	Torntyp: stål/hybrid

Skuggeffekter som orsakas av vindkraftverken i Molpe har modellerats med ett kraftverk med en rotordiameter på 200 meter och ett 190 meter högt torn. Vid modelleringarna har kraftverket en total höjd på 290 meter.

Vindkraftverkens skuggeffekter modellerades med hjälp av WindPRO-programmets Shadow-modul. Vid beräkningen beaktas skuggor som bildas då solen ligger över 3 grader ovanför horisonten. Som skugga räknas en situation där bladet täcker minst 20 procent av solen. Som granskningshöjd för skuggningen på gårdsplanen för bostads- eller fritidsbyggnaderna i närheten användes 1,0 meter. Beräkningsområdets storlek var 5,0 x 5,0 meter. Beräkningsfönstren riktades mot kraftverken i s.k. "greenhouse mode".

Modelleringen utgick från den så kallade reella situationen (real case).< Modelleringen gjordes för två olika beräkningssituationer:

- 1) Verklig situation där den skyddande effekten från träd inte beaktades (real case, no forest)
- 2) Verklig situation där den skyddande effekten från träd beaktades (real case, forest)
Trädens höjd baserar sig på en nationell inventering av skogar (MVMI) som utarbetats baserat på flera olika källor av Naturresursinstitutet (Luke) 2021. I inventeringen användes förutom terrängmätningar från den nationella inventeringen av skogar (VMI) även satellitbilder och andra källor, såsom Lantmäteriverkets numeriska terrängdatabas och höjdmödel. På skogsreservskartor från 2021 har terrängelementet i karttemana en storlek på 16 x 16 meter.

Vid beräkningen av skuggning som orsakas av Molpe vindkraftsprojekt beaktades projektområdets höjduppgifter, vindkraftverkens lägen, vindkraftverkens navhöjd och rotordiameter samt projektområdets tidszon. Vid modelleringen beaktades solens läge vid horisonten vid olika klockslag och årstider, molnighet per månad (med andra ord hur mycket solen lyser då den står ovanför horisonten) samt den uppskattade drifttiden för vindkraftverken per år.

De genomsnittliga soltimmarerna baserar sig på långvariga väderuppgifter som uppmätts 1981–2010 vid Meteorologiska institutets väderstation på Valsörarna. För att beräkna vindens riktning och hastighetsfördelning användes MERRA-datainformation från närheten av projektområdet (E21.375000, N62.810270). Resultaten från skuggmodelleringen åskådliggörs med hjälp av en karta. Skuggeffektens omfattning (1,

9.4.2024

8 och 20 timmar i året) framgår av kartan. I modelleringen har också effekterna för känsliga objekt i omgivningen runt vindkraftsparken räknats ut separat.

2.3 Gräns- och riktvärden

I Statsrådets förordning (1107/2015) fastställs riktvärden för maximalvärdet för medelljudnivåerna dag- och nattetid för vindkraftverk. Förordningen trädde i kraft 1.9.2015. Om bullret från vindkraftverket innehåller tonala, smalbandiga eller impulsliknande komponenter eller om det är tydligt amplitudmodulerat, bör det enligt anvisningarna läggas till fem decibel till modelleringsresultaten innan de jämförs med riktvärdet. Eftersom riktvärdet redan omfattar de typiska dragen för buller från vindkraftverk, bör de ovan nämnda typiska dragen för ljud vara ovanligt kraftiga för att fem decibels tillägg i ljudstyrkan skulle behöva beaktas i modelleringsresultaten.

Tabell 5. Riktvärden för buller från vindkraftverk enligt Statsrådets förordning 1107/2015).

Konsekvensobjekt	Dagtid (7–22)	Nattetid (22–7)
Fast bebyggelse	45 dB	40 dB
Fritidsbebyggelse	45 dB	40 dB
Vårdanstalter	45 dB	40 dB
Läroanstalter	45 dB	—
Rekreationsområden	45 dB	—
Campingområden	45 dB	40 dB
Nationalparker	40 dB	40 dB

I social- och hälsoministeriets förordning (545/2015) fastställs åtgärdsbegränsningar för lågfrekvent buller. Förordningen trädde i kraft 15.5.2015. Åtgärdsgränserna berör bostadsrum och de har fastställts som icke-frekvensvägda medelljudnivåer under en timme tersvis. Åtgärdsgränserna berör buller nattetid och under dagen tillåts 5 dB högre värden.

9.4.2024

Tabell 6. Åtgärdsgränser för medelljudnivån under en timme för lågfrekvent inomhusbuller i sovutrymmen.

Tersband Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Medelljudnivå LZeq,1h, dB	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Medelljudnivå beräknat utifrån föregående med A- vägning LAeq,1h, dB	24	19	17	14	14	16	18	19	20	21	21

Dessutom får buller under natten som eventuellt orsakar sömnstörningar och som tydligt skiljer sig från bakgrundsbuller inte överskrida 25 dB som medelljudnivå under en timme LAeq,1h uppmätt i sovutrymmen.

I Finland finns inga allmänna myndighetsbestämmelser om den maximala varaktigheten för skuggning som orsakas av vindkraftverk eller bedömningsgrunder för skuggbildning. I miljöministeriets anvisningar för planering av vindkraftbyggande föreslås att andra länders rekommendationer om begränsning av blänkeffekter tillämpas (Miljöministeriet 2012).

I flera länder har det utfärdats riktvärden eller getts rekommendationer för den godkända mängden av skuggeffekter. Till exempel i Sverige är motsvarande rekommendation åtta timmar per år och 30 minuter per dag.

Vid bedömningen granskades konsekvenserna i ett område där skuggor eller skuggeffekter i en verklig situation enligt modelleringen ("Real Case") förekommer under över en timme per år.

9.4.2024

3 BULLER- OCH SKUGGMODELLERINGARNAS RESULTAT

3.1 Beräkningsresultat för buller ISO 9613-2

I Molpe vindkraftsprojekt underskrider bullervärdena på gårdsplanerna till de närmaste bostads- och fritidsbyggnaderna 40 dB. Bullernivåer som orsakas av Molpe vindkraftspark presenteras på bild 1 och bullernivåerna vid modelleringspunkterna a–d i tabell 7.

Mer detaljerade beräkningsresultat för bullermodelleringen finns i bilaga 1.

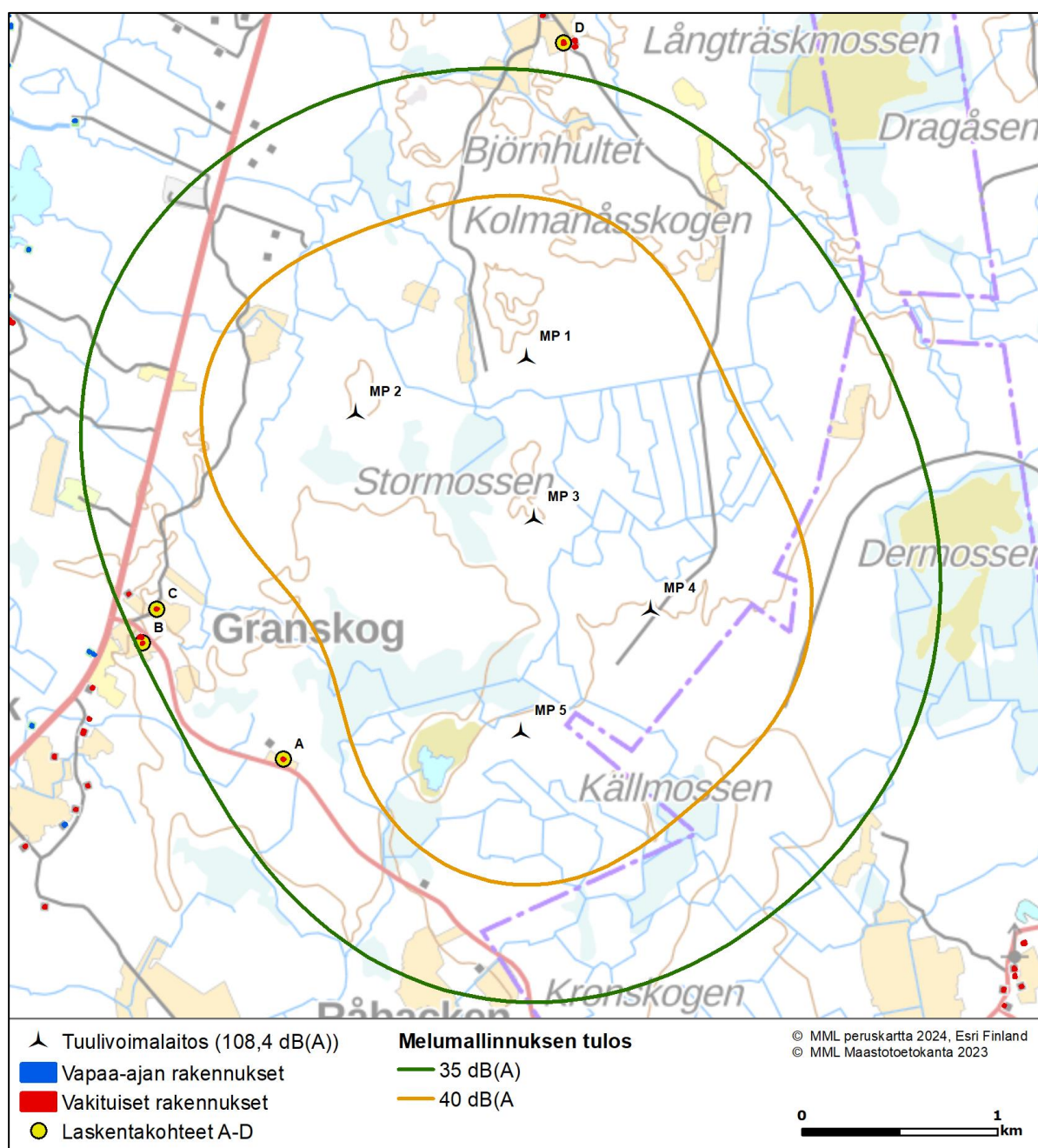


Bild 1. Kalkylerade bullernivåer som orsakas av vindkraftsproduktion i närheten av vindkraftverken i Molpe i enlighet med standarden ISO 9613-2.

9.4.2024

Tabell 7. De kalkylerade bullernivåer som orsakas av vindkraftsproduktionen i omgivningen av vindkraftverken i Molpe enligt standarden ISO 9613-2.

Beräkningspunkt	ETRS89-TM35 Öst	ETRS89-TM35 Norr	Z (m)	Bullernivå dB (A)
A Bostadsbyggnad	208795	6978153	12,5	37,3
B Bostadsbyggnad	208073	6978746	10	35,2
C Bostadsbyggnad	208146	6978919	10	36
D Bostadsbyggnad	210226	6981813	10	34

3.2 Lågfrekventa bullernivåer

De kalkylerade resultaten för buller inomhus har jämförts med åtgärdsgränser för utrymmen inomhus som fastställts i Social- och hälsovårdsministeriets förordning om boendehälsa (545/2015). Dessa är maximala värden som fastställts för buller nattetid i sovutrymmen. Åtgärdsgränsen har även jämförts med ljudnivån utanför de undersökta byggnaderna.

Enligt modelleringen överskrider det lågfrekventa bullret från Molpe vindkraftsprojekt inte Social- och hälsovårdsministeriets riktvärde för boendehälsa inomhus vid beräkningspunkterna. I tabell 8 framkommer i vilken mån åtgärdsgränsen har underskridits (negativt värde) eller överskridits (positivt värde).

Tabell 8. Modelleringsresultat för lågfrekvent buller från Molpe vindkraftspark vid känsliga objekt jämfört med social- och hälsovårdsministeriets åtgärdsgräns.

Byggnad	Ljudnivå utomhus		Ljudnivå inomhus	
	L eq,1h – Förordningen om boendehälsa inomhus	Hz	L eq,1h – Förordningen om boendehälsa inomhus	Hz
A Bostadsbyggnad	9,7	63	-3,3	63
B Bostadsbyggnad	8,1	63	-4,9	63
C Bostadsbyggnad	8,7	63	-4,3	63
D Bostadsbyggnad	7,1	63	-5,9	63

Nivåerna av lågfrekvent ljud för de närmast liggande byggnaderna presenteras i bilaga 2. Byggnadernas bokstavskoder är samma som i ISO 9613-2-modelleringen (t.ex. Bilaga 1).

3.3 Resultat från skuggmodelleringen

Utan skyddande effekt från träd ligger en bostadsbyggnad (Bostadsbyggnad A) i ett område där skuggeffekter uppstår under över 8 timmar per år.

De skuggtimmar som uppstår har presenterats på bild 2 och skuggtimmarna vid modelleringspunkterna A–D i tabell 9.

Noggrannare resultat för skuggmodelleringen "Real Case, No Forest" presenteras i bilaga 3.

9.4.2024

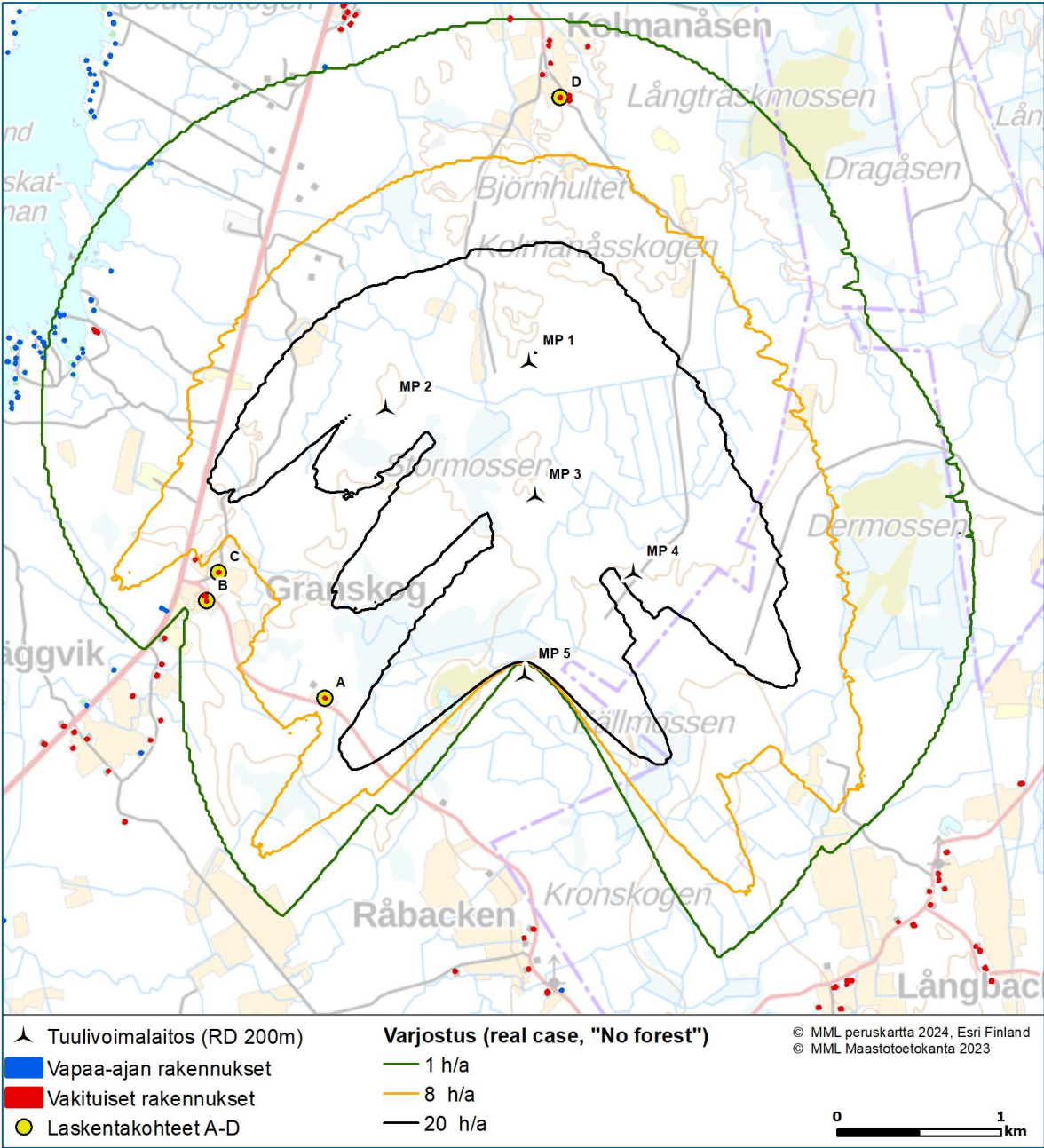


Bild 2. Kalkylerade resultat av skuggmodelleringens när den skyddande effekten från träd inte beaktas.

Tabell 9. De kalkylerade skuggningstimmarna per år i nuläget vid beräkningspunkterna i närheten då trädens skyddande effekt inte har beaktats.

Beräkningspunkt	ETRS89-TM35 Öst	ETRS89-TM35 Norr	Z (m)	Beräkningsfö nster (m)	Skuggning h/a
A Bostadsbyggnad	208795	6978153	12,5	5 x 5	13:34
B Bostadsbyggnad	208073	6978746	10	5 x 5	1:41
C Bostadsbyggnad	208146	6978919	10	5 x 5	4:42
D Bostadsbyggnad	210226	6981813	10	5 x 5	3:38

9.4.2024

Modelleringen "Real Case, No Forest" beaktar inte skymmande inverkan från träd, vilket innebär att effekterna i verkligheten blir betydligt mindre än i modelleringen. På Bild 3 visas skuggeffekterna i en situation där den skyddande inverkan från träd har beaktats. I tabell 10 visas de årliga skuggtimmarna vid modelleringspunkterna a–d när den skymmande effekten från träd beaktas.

Vid beaktande av den skyddande effekten från träd finns det inga bostads- eller fritidsbyggnader i området med över 8 timmar skuggeffekter per år.

Noggrannare resultat för skuggmodelleringen "Real Case, Forest" presenteras i bilaga 4.

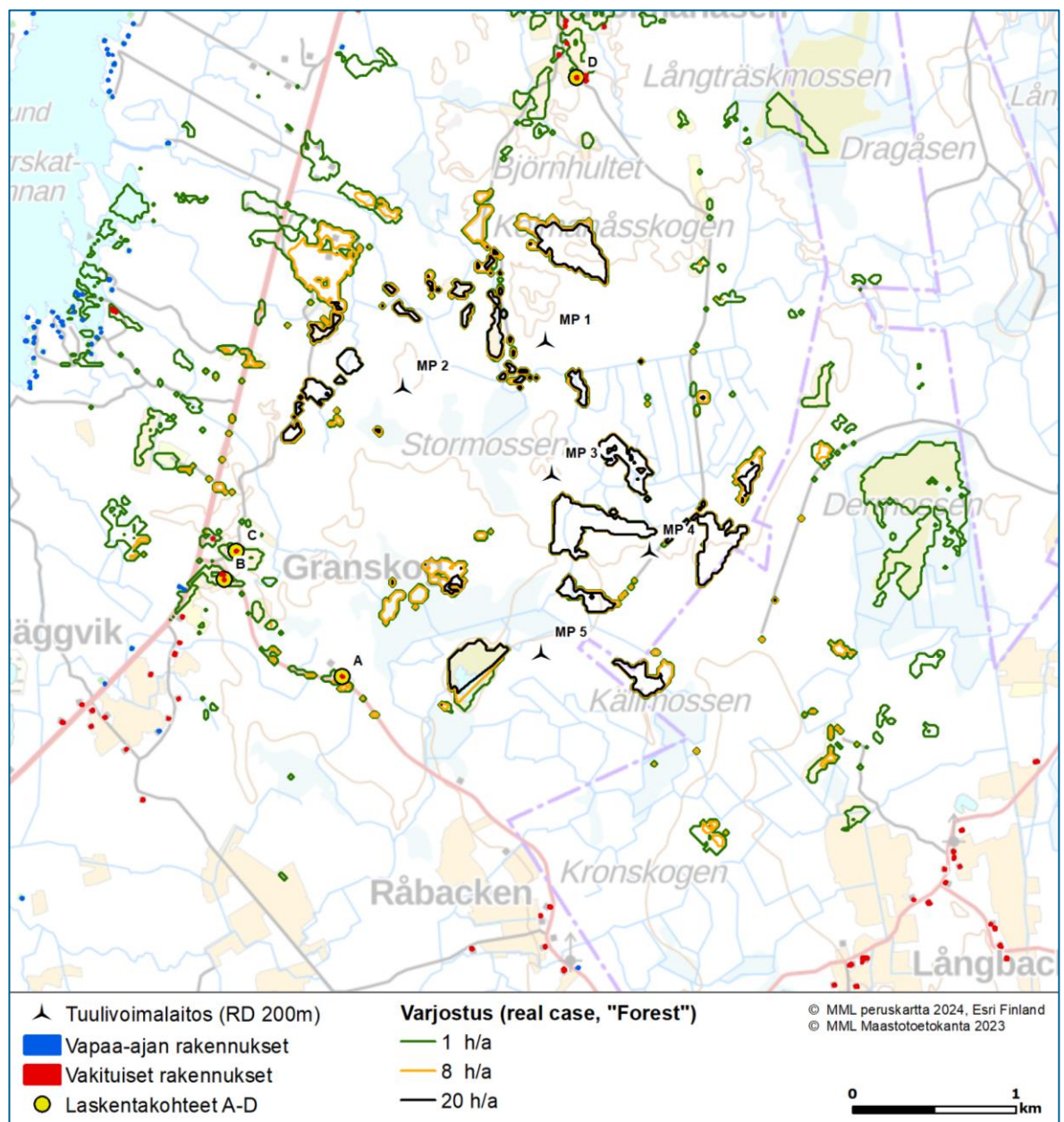


Bild 3. Skuggmodelleringens resultat när den skyddande effekten från träd inte beaktas.

9.4.2024

Tabell 10. De kalkylerade skuggningstimmarna per år i nuläget vid beräkningspunkterna i närheten då trädens skyddande effekt inte har beaktats.

Beräkningspunkt	ETRS89-TM35 Öst	ETRS89-TM35 Norr	Z (m)	Beräkningsfö nster (m)	Skuggning h/a
A Bostadsbyggnad	208795	6978153	12,5	5 x 5	7:37
B Bostadsbyggnad	208073	6978746	10	5 x 5	1:41
C Bostadsbyggnad	208146	6978919	10	5 x 5	4:42
D Bostadsbyggnad	210226	6981813	10	5 x 5	0:00

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Johanna Harju
Utarbetad av

Henna-Riikka Rintamäki
Kvalitetsgranskning/Godkänd av

Bilaga 1: Resultat från modelleringen av spridningen av buller *ISO 9613-2*

DECIBEL - Main Result

Calculation: Molpe_202404_5 x RD200 x HH190m_108,4dB

Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

Wind speed (in 10 m height):

8,0 m/s

Ground attenuation:

General, Ground factor: 0,4

Meteorological coefficient, C0:

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:

Pure tones penalty is added to total noise impact at receptors

Noise sensitive area

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)

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Noise data		Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]
					Valid	Manufact.					Creator	Name		
MP1	210 029	6 980 204	8,8	Generic Generic_NordexN16...	Yes	Generic	Generic_NordexN163-6 800	6 800	200,0	190,0	USER	N163- 6,8MW Mode 1 STE - 11-2021	8,0	108,4
MP2	209 157	6 979 922	10,0	Generic Generic_NordexN16...	Yes	Generic	Generic_NordexN163-6 800	6 800	200,0	190,0	USER	N163- 6,8MW Mode 1 STE - 11-2021	8,0	108,4
MP3	210 068	6 979 386	10,0	Generic Generic_NordexN16...	Yes	Generic	Generic_NordexN163-6 800	6 800	200,0	190,0	USER	N163- 6,8MW Mode 1 STE - 11-2021	8,0	108,4
MP4	210 664	6 978 919	12,5	Generic Generic_NordexN16...	Yes	Generic	Generic_NordexN163-6 800	6 800	200,0	190,0	USER	N163- 6,8MW Mode 1 STE - 11-2021	8,0	108,4
MP5	210 003	6 978 294	12,5	Generic Generic_NordexN16...	Yes	Generic	Generic_NordexN163-6 800	6 800	200,0	190,0	USER	N163- 6,8MW Mode 1 STE - 11-2021	8,0	108,4

Calculation Results

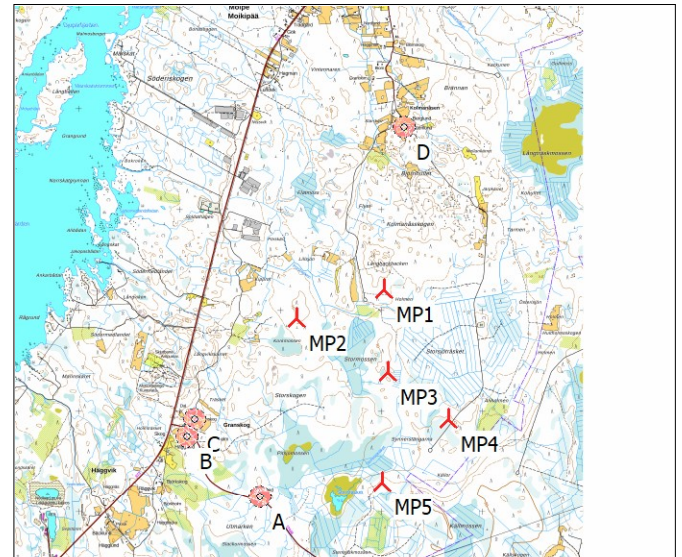
Sound level

Noise sensitive area

No.	Name	East	North	Z	Immission height [m]	Demands		Sound level		Distance to noise demand [m]	Demands fulfilled ?	
						Noise [dB(A)]	From WTGs [dB(A)]				Noise	
A	Asuinrakennus A	208 795	6 978 153	12,5	4,0	40,0	37,3			358	Yes	
B	Asuinrakennus B	208 073	6 978 746	10,0	4,0	40,0	35,2			737	Yes	
C	Asuinrakennus C	208 146	6 978 919	10,0	4,0	40,0	36,0			574	Yes	
D	Asuinrakennus D	210 226	6 981 813	10,0	4,0	40,0	34,0			801	Yes	

Distances (m)

WTG	A	B	C	D
MP1	2391	2437	2277	1619
MP2	1803	1598	1422	2170
MP3	1770	2093	1976	2430
MP4	2018	2595	2516	2924
MP5	1215	1980	1957	3522



New WTG

Noise sensitive area

Project: Molpe_2024
Description: Fortum

Licensed user:
FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Johanna Harju / johanna.harju@fcg.fi
Calculated:
5.4.2024 10.41/3.6.377

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Molpe_202404_5 x RD200 x HH190m_108,4dB

Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

Wind speed (in 10 m height):

8,0 m/s

Ground attenuation:

General, Ground factor: 0,4

Meteorological coefficient, C0:

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:

Pure tones penalty is added to total noise impact at receptors

Noise sensitive area

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: Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O!

Noise: N163- 6,8MW Mode 1 STE - 11-2021

Source Source/Date Creator Edited

FCG 8.11.2021 USER 9.6.2023 13.42

F008_277_A17_EN

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	190,0	8,0	108,4	No	94,4	99,1	101,4	101,9	102,3	100,2	90,7	71,8

Noise sensitive area: A Asuinrakennus A

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

Pure tone penalty: 0 dB

Noise sensitive area: B Asuinrakennus B

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

Pure tone penalty: 0 dB

Noise sensitive area: C Asuinrakennus C

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

Pure tone penalty: 0 dB

Project: Molpe_2024
Description: Fortum

Licensed user:
FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Johanna Harju / johanna.harju@fcg.fi
Calculated:
5.4.2024 10.41/3.6.377

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Molpe_202404_5 x RD200 x HH190m_108,4dB

Noise sensitive area: D Asuinrakennus D

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

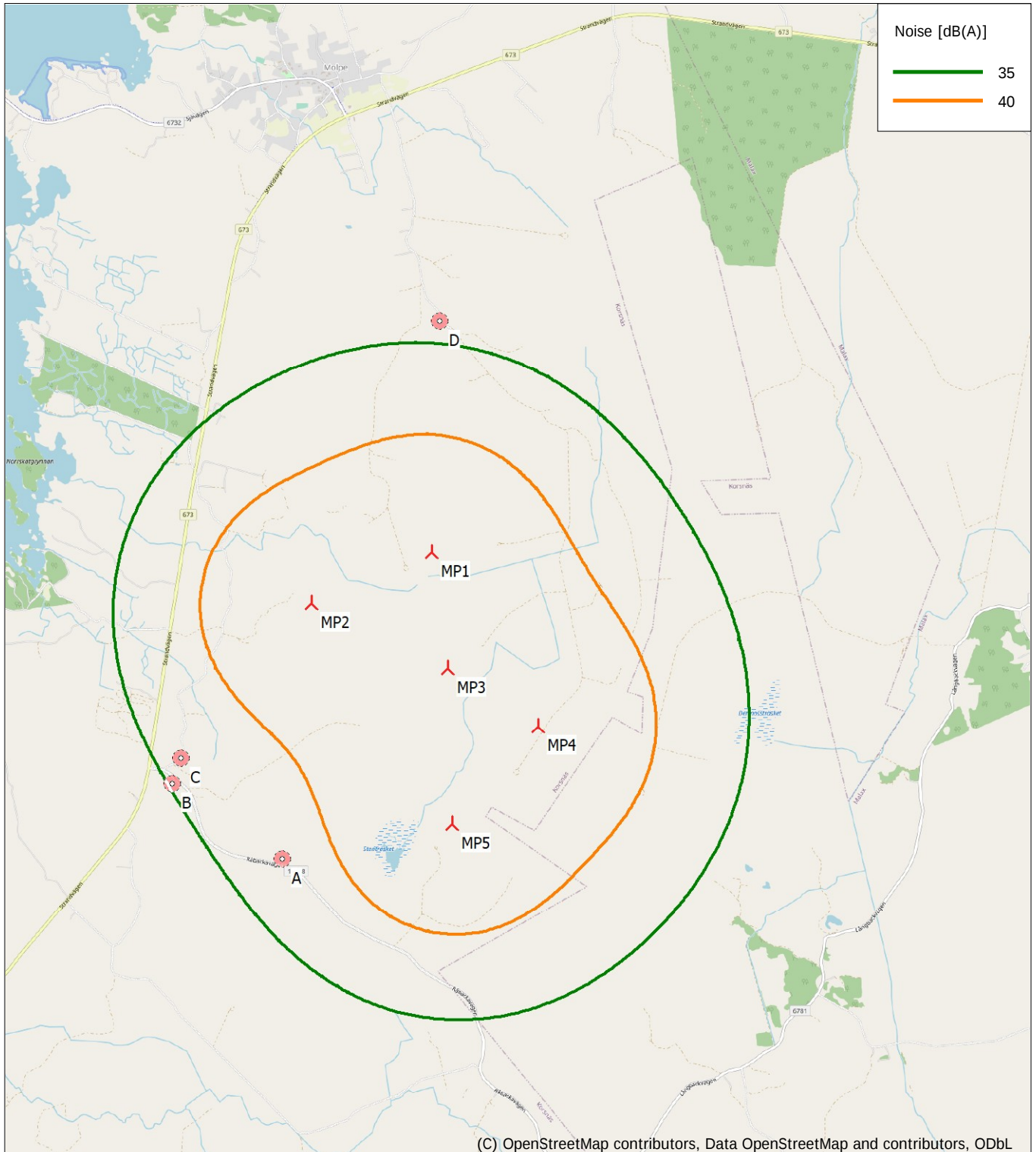
Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Pure tone penalty: 0 dB

DECIBEL - Map 8,0 m/s

Calculation: Molpe_202404_5 x RD200 x HH190m_108,4dB

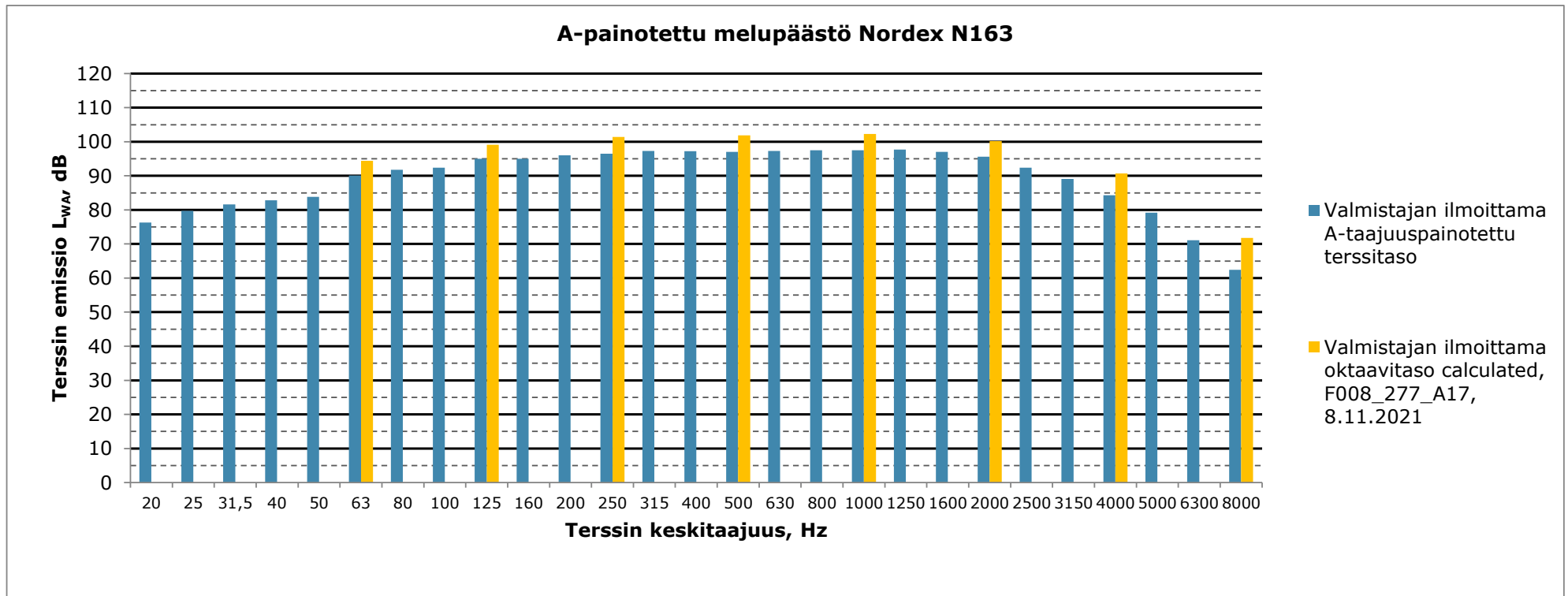


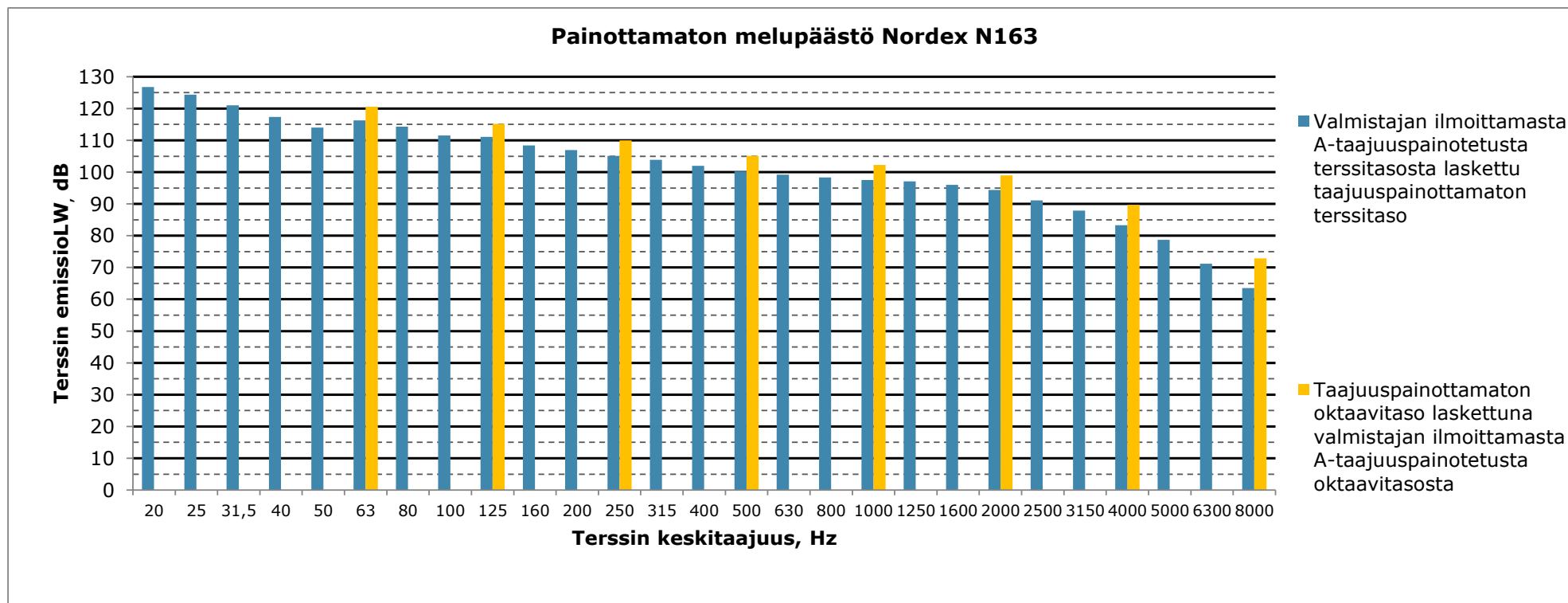
0 500 1000 1500 2000 m

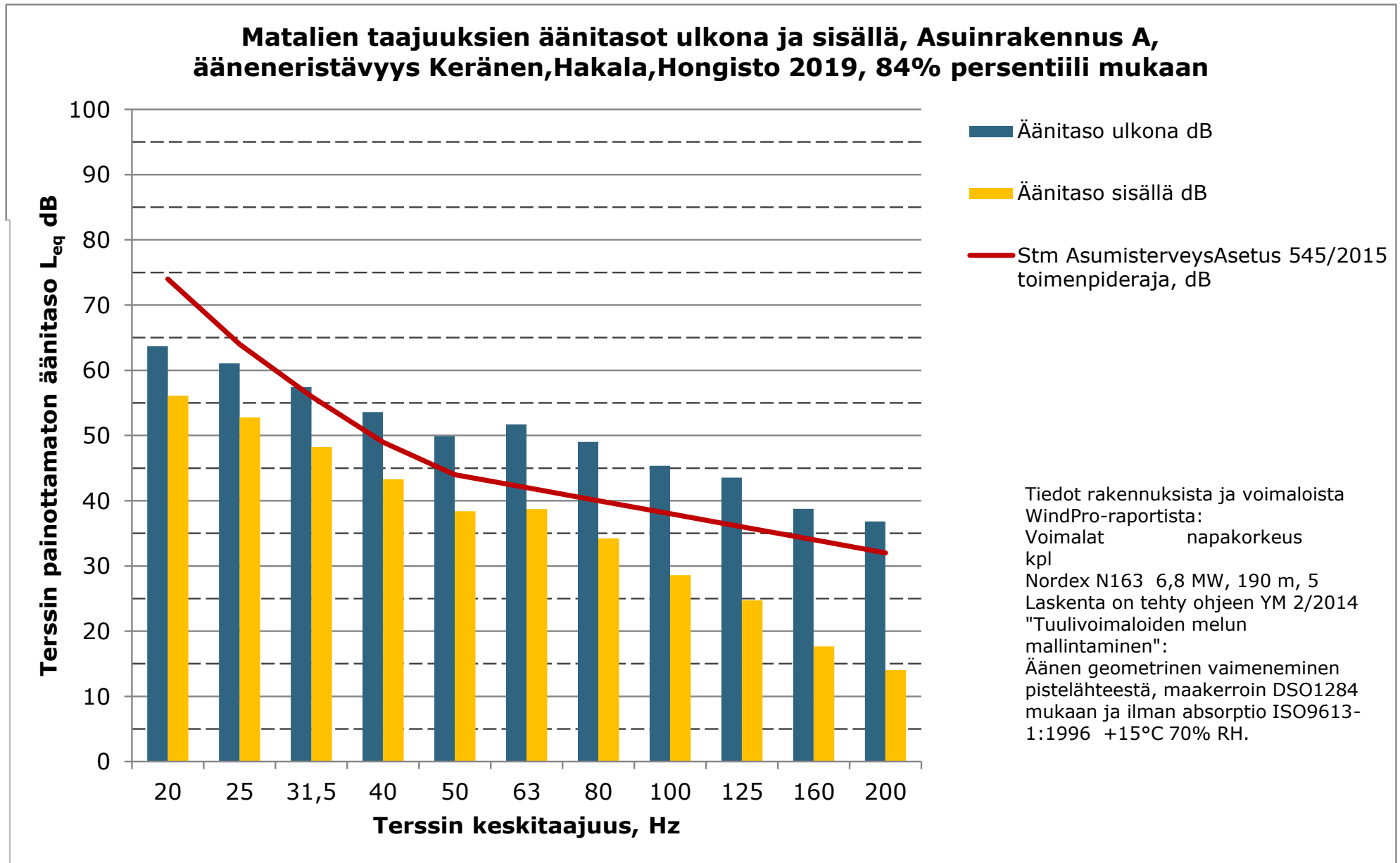
Map: EMD OpenStreetMap, Print scale 1:40 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 210 577 North: 6 979 957
 New WTG Noise sensitive area
 Noise calculation model: ISO 9613-2 General. Wind speed: 8,0 m/s
 Height above sea level from active line object

9.4.2024

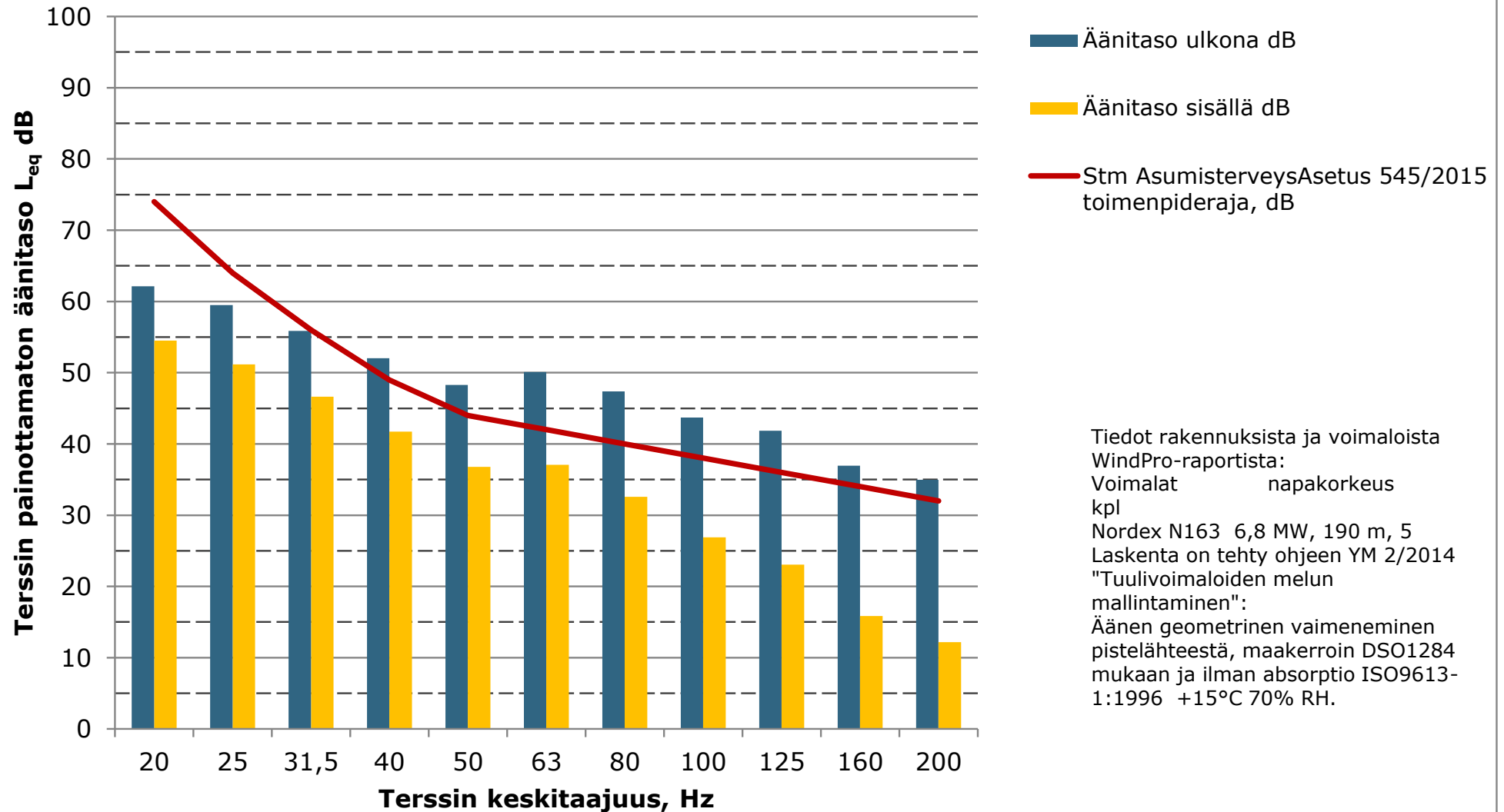
Bilaga 2: Värden för lågfrekvent buller vid olika byggnader



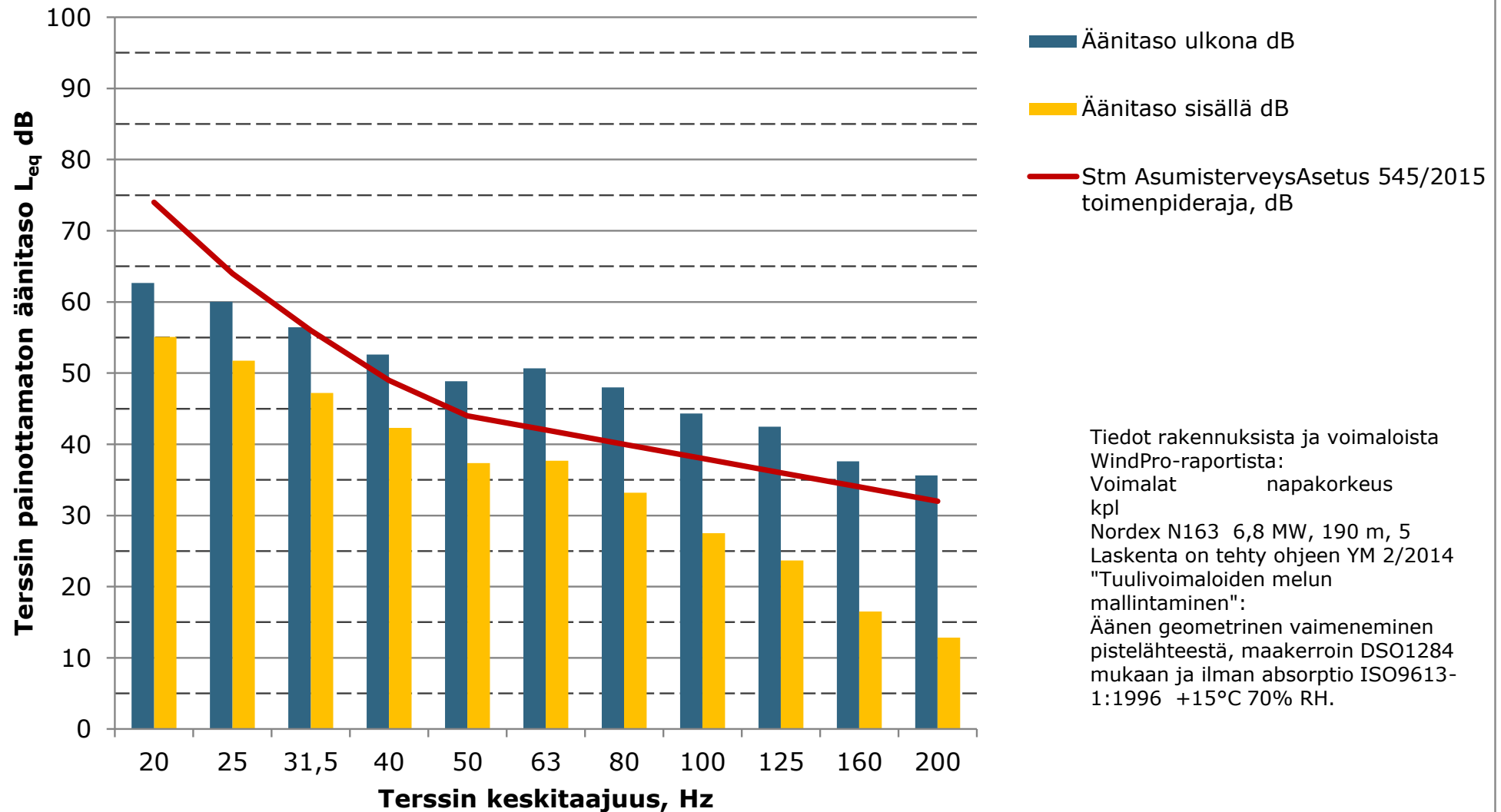




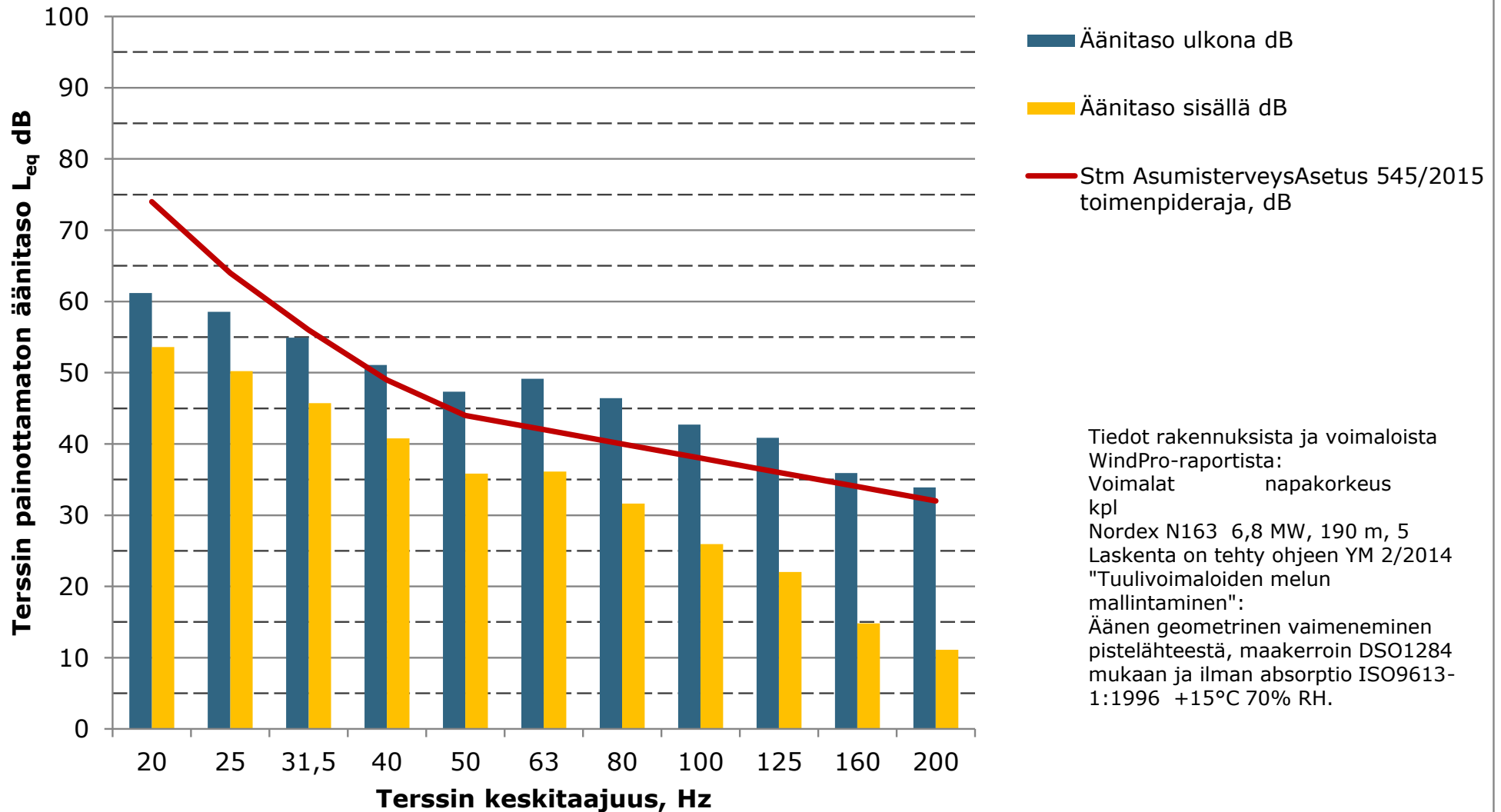
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus B,
ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84% persentiili mukaan**



**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus C,
ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84% persentiili mukaan**



**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus D,
ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84% persentiili mukaan**



9.4.2024

Bilaga 3: Resultat av skuggmodellering "real case, no forest"

SHADOW - Main Result

Calculation: Molpe202404_RD200_HH190_6800_real_Case_NoForest_RD200

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
1,03	2,62	3,97	6,77	9,52	10,20	9,52	7,58	5,07	2,61	1,20	0,65

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:

ERA5_N62.810270_E021.375000 (18)

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
663	675	498	395	446	669	1 017	1 275	721	641	571	519	8 090

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

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: Malax-Korsnas height contour lines.w

Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.						Calculation distance [m]	RPM [RPM]
MP1	210 029	6 980 204	8,8	Generic Generic_Nord...	Yes	Generic	Generic_NordexN163-6 800	6 800	200,0	190,0	2 090	10,4	
MP2	209 157	6 979 922	10,0	Generic Generic_Nord...	Yes	Generic	Generic_NordexN163-6 800	6 800	200,0	190,0	2 090	10,4	
MP3	210 068	6 979 386	10,0	Generic Generic_Nord...	Yes	Generic	Generic_NordexN163-6 800	6 800	200,0	190,0	2 090	10,4	
MP4	210 664	6 978 919	12,5	Generic Generic_Nord...	Yes	Generic	Generic_NordexN163-6 800	6 800	200,0	190,0	2 090	10,4	
MP5	210 003	6 978 294	12,5	Generic Generic_Nord...	Yes	Generic	Generic_NordexN163-6 800	6 800	200,0	190,0	2 090	10,4	

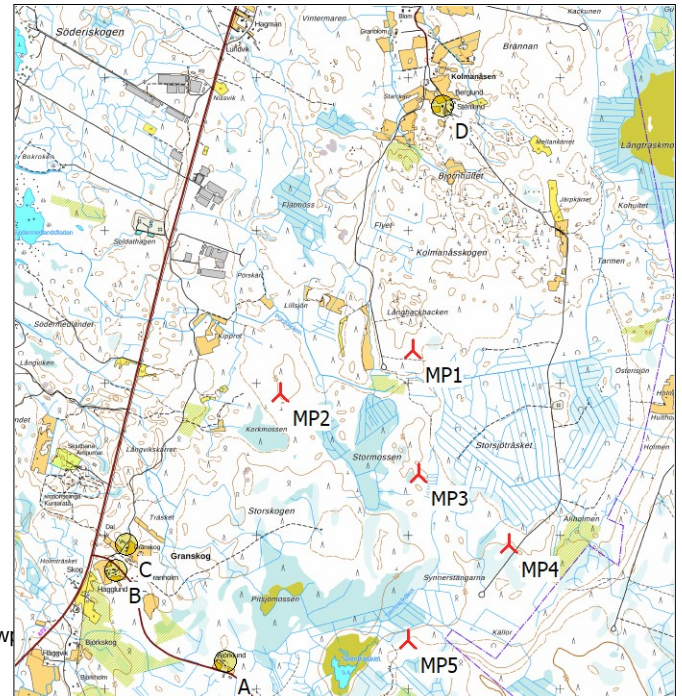
Shadow receptor-Input

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
[m]										
A	Asuinrakennus A	208 795	6 978 153	12,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
B	Asuinrakennus B	208 073	6 978 746	10,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
C	Asuinrakennus C	208 146	6 978 919	10,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
D	Asuinrakennus D	210 226	6 981 813	10,0	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	Asuinrakennus A	13:34	
B	Asuinrakennus B	1:41	
C	Asuinrakennus C	4:42	
D	Asuinrakennus D	3:38	



Scale 1:50 000
New WTG
Shadow receptor

Project: Molpe_2024
Description: Fortum

Licensed user:
FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Johanna Harju / johanna.harju@fcg.fi
Calculated:
5.4.2024 9.10/3.6.377

SHADOW - Main Result

Calculation: Molpe202404_RD200_HH190_6800_real_Case_NoForest_RD200

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

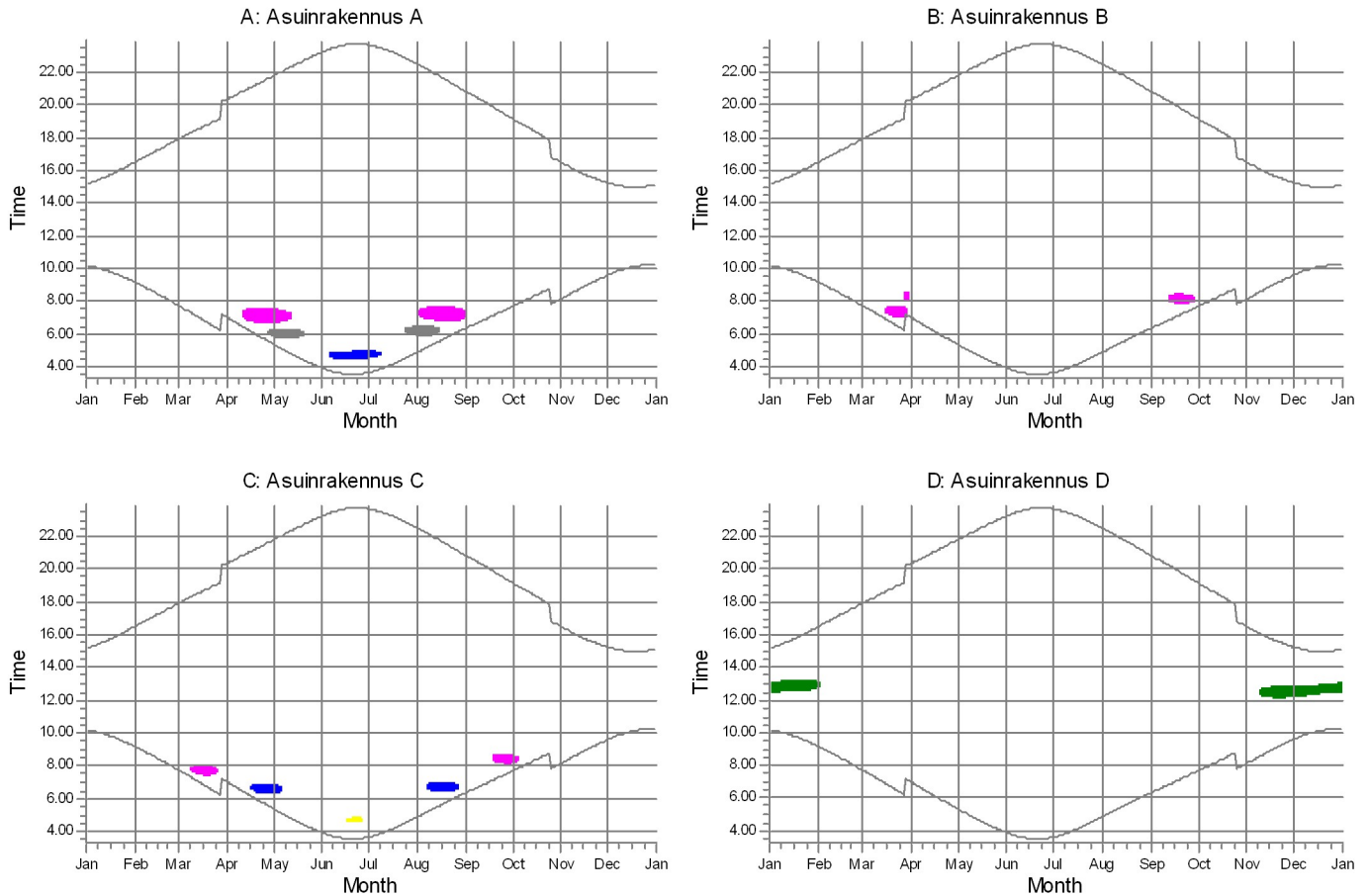
No.	Name	Expected [h/year]
MP1	Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (110)	3:38
MP2	Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (109)	0:11
MP3	Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (111)	5:06
MP4	Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (113)	3:43
MP5	Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (112)	10:54

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: Molpe202404_RD200_HH190_6800_real_Case_NoForest_RD200

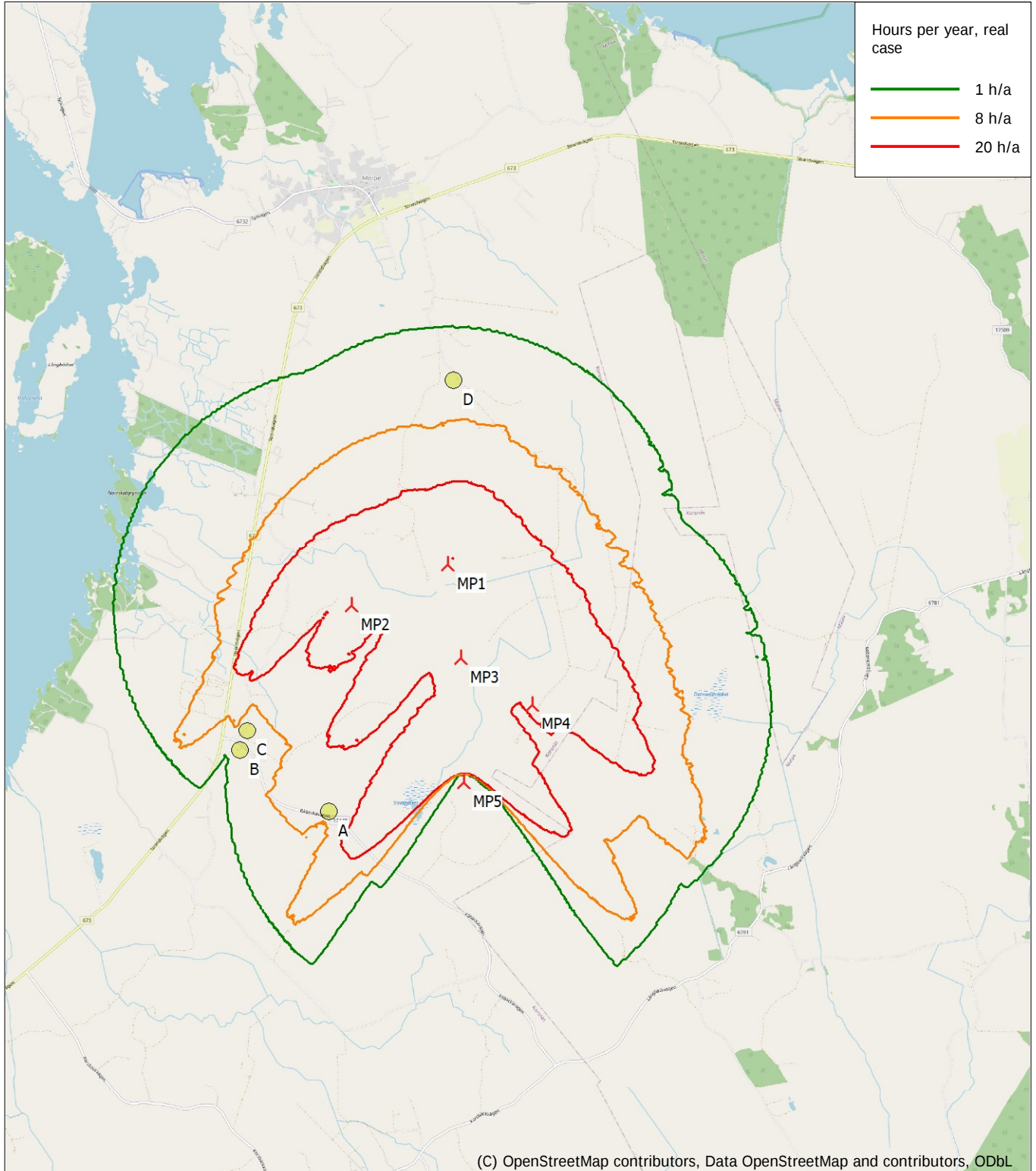


WTGs

	MP1: Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (110)
	MP2: Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (109)
	MP3: Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (111)
	MP4: Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (113)
	MP5: Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (112)

SHADOW - Map

Calculation: Molpe202404_RD200_HH190_6800_real_Case_NoForest_RD200



Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:50 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 210 577 North: 6 979 957
 New WTG Shadow receptor
 Flicker map level: Height Contours: Malax-Korsnas height contour lines.wpo (2)
 Time step: 3 minutes, Day step: 7 days, Map resolution: 20 m, Visibility resolution: 10 m, Eye height: 1,5 m

Bilaga 4: Resultat av skuggmodellering "real case, forest"

SHADOW - Main Result

Calculation: Molpe202404_RD200_HH190_6800_real_Case_Forest_RD200

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
1,03	2,62	3,97	6,77	9,52	10,20	9,52	7,58	5,07	2,61	1,20	0,65

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:

ERA5_N62.810270_E021.375000 (18)

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
663	675	498	395	446	669	1 017	1 275	721	641	571	519	8 090

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

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: Malax-Korsnas height contour lines.w

Area object(s) used in calculation:

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		Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
													Calculation distance [m]	RPM
			[m]											[RPM]
MP1	210 029	6 980 204	8,8	Generic Generic_Nord...	Yes	Generic	Generic	Generic_NordexN163-6	800	6 800	200,0	190,0	2 090	10,4
MP2	209 157	6 979 922	10,0	Generic Generic_Nord...	Yes	Generic	Generic	Generic_NordexN163-6	800	6 800	200,0	190,0	2 090	10,4
MP3	210 068	6 979 386	10,0	Generic Generic_Nord...	Yes	Generic	Generic	Generic_NordexN163-6	800	6 800	200,0	190,0	2 090	10,4
MP4	210 664	6 978 919	12,5	Generic Generic_Nord...	Yes	Generic	Generic	Generic_NordexN163-6	800	6 800	200,0	190,0	2 090	10,4
MP5	210 003	6 978 294	12,5	Generic Generic_Nord...	Yes	Generic	Generic	Generic_NordexN163-6	800	6 800	200,0	190,0	2 090	10,4

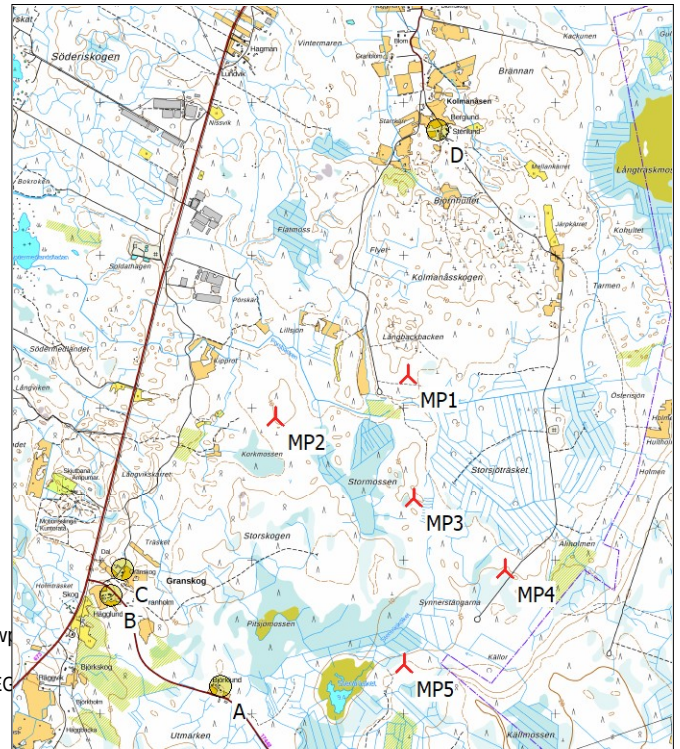
Shadow receptor-Input

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	Asuinrakennus A	208 795	6 978 153	12,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
B	Asuinrakennus B	208 073	6 978 746	10,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
C	Asuinrakennus C	208 146	6 978 919	10,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
D	Asuinrakennus D	210 226	6 981 813	10,0	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	Asuinrakennus A	7:37	
B	Asuinrakennus B	1:41	
C	Asuinrakennus C	4:42	
D	Asuinrakennus D	0:00	



Scale 1:50 000
New WTG
Shadow receptor

Project: Molpe_2024
Description: Fortum

Licensed user:
FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Johanna Harju / johanna.harju@fcg.fi
Calculated:
8.4.2024 9.53/3.6.377

SHADOW - Main Result

Calculation: Molpe202404_RD200_HH190_6800_real_Case_Forest_RD200

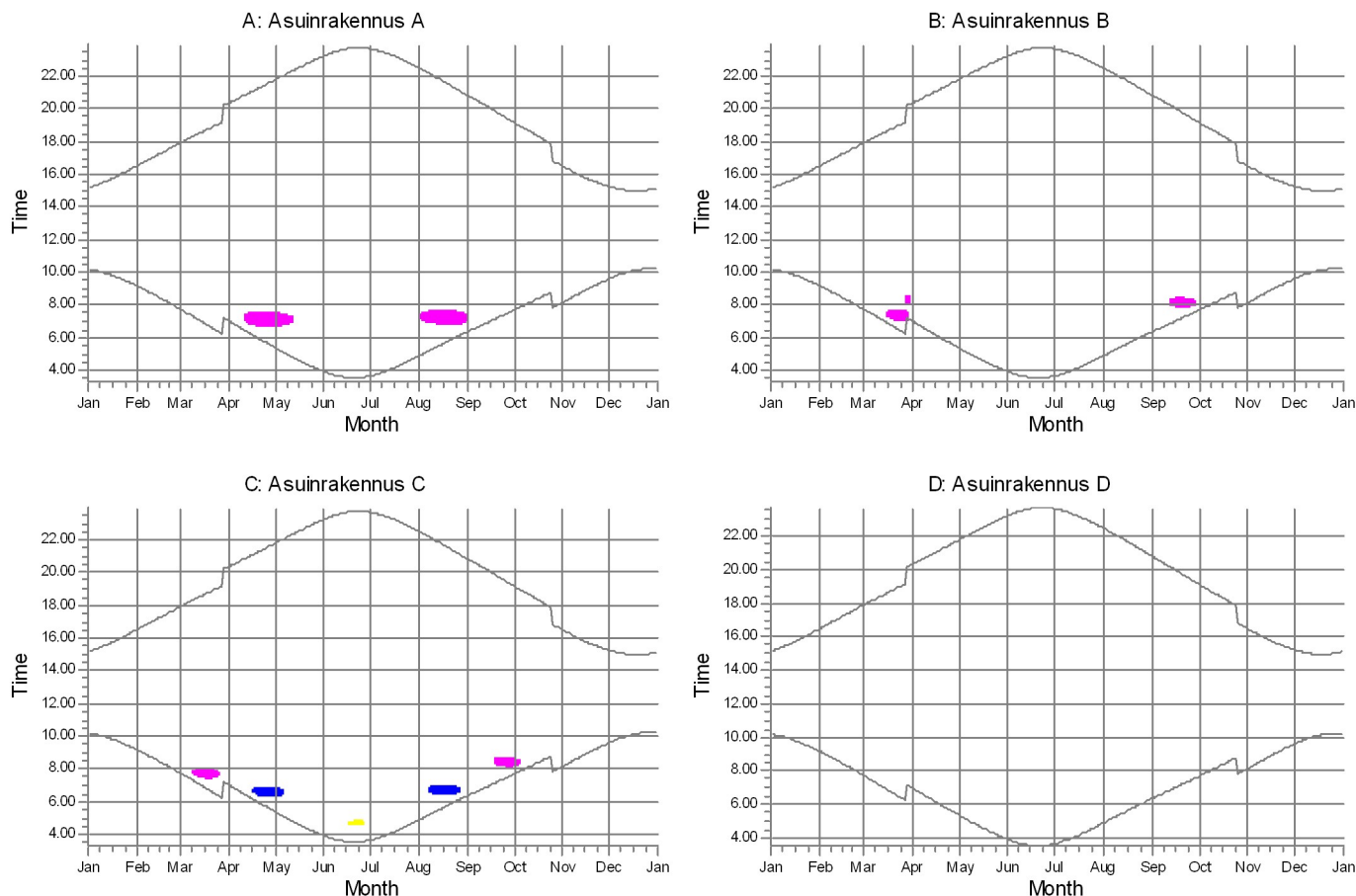
Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Expected [h/year]
MP1	Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (110)	0:00
MP2	Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (109)	0:11
MP3	Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (111)	2:51
MP4	Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (113)	0:00
MP5	Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (112)	10:54

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: Molpe202404_RD200_HH190_6800_real_Case_Forest_RD200

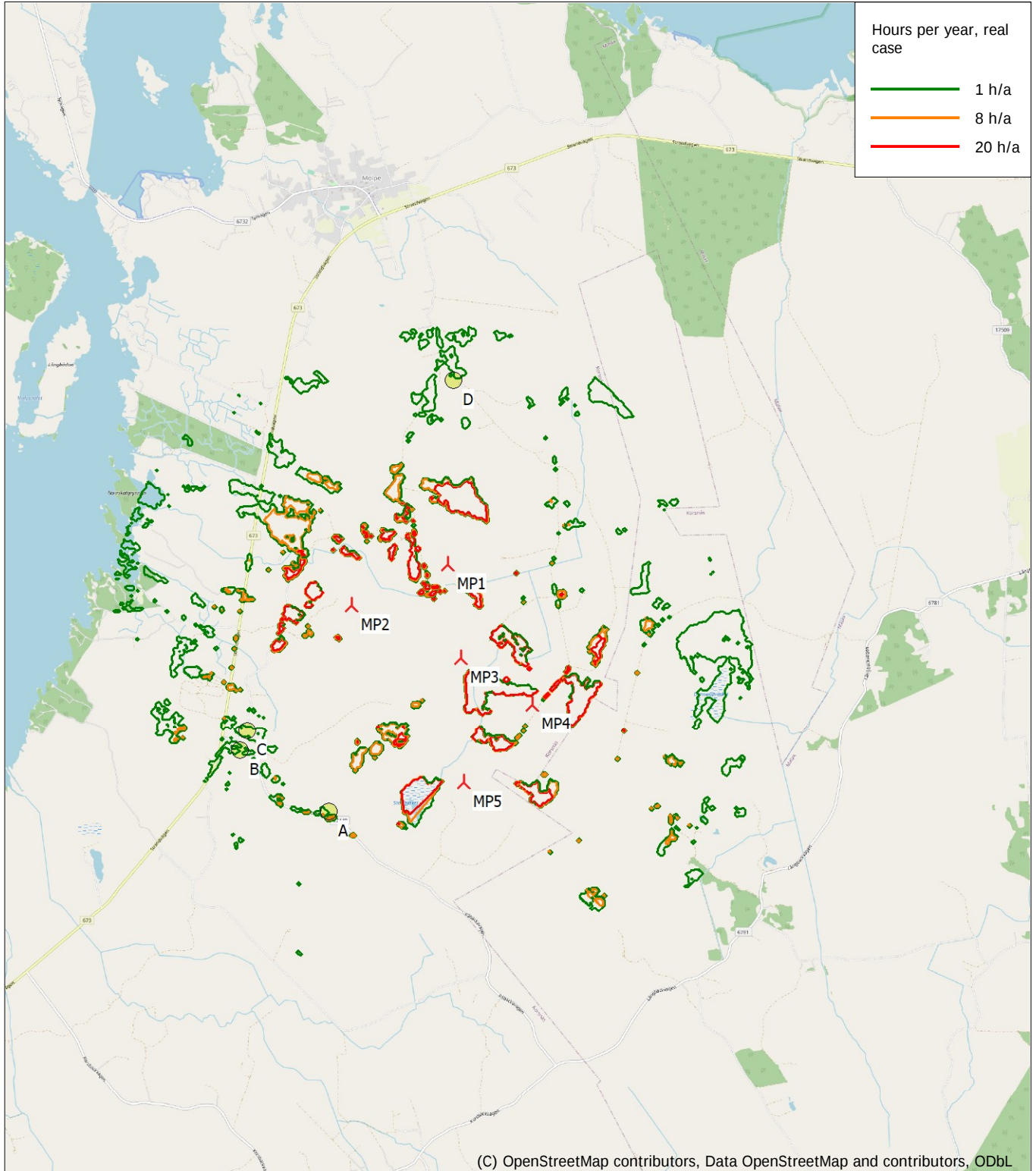


WTGs

	MP2: Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (109)
	MP3: Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (111)
	MP5: Generic Generic_NordexN163 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (112)

SHADOW - Map

Calculation: Molpe202404_RD200_HH190_6800_real_Case_Forest_RD200



Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:50 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 210 577 North: 6 979 957
 New WTG Shadow receptor
 Flicker map level: Height Contours: Malax-Korsnas height contour lines.wpo (2)
 Time step: 3 minutes, Day step: 7 days, Map resolution: 20 m, Visibility resolution: 10 m, Eye height: 1,5 m