

OX2

BULLERMÄTNINGAR FÖR LÅNGMOSSA VINDPARK RAPPORT

21.4.2021



315010

Revision	Datum Skrivent	Datum Granskare		
	15.4.2021 Ilkka Niskanen	15.4.2021 Joel Lindholm		
A	21.4.2021 Ilkka Niskanen	21.4.2021 Joel Lindholm		

Revision	Ändringsbeskrivning
A	Tillägga av bilaga 4

Innehållsförteckning

1.	Inledning.....	4
2.	Utgångsdata och metoder.....	4
2.1.	Riktvärden och åtgärdsgränser för vindkraftsbuller	4
2.2.	Mätpunkterna.....	5
2.3.	Mätinstrumenten	7
2.4.	Utförande av mätningarna och mätmetoden	7
2.5.	Analys av resultaten	8
2.6.	Instruktioner för tolkning av mätresultaten	9
3.	Mätresultaten och slutsatser	10
	Referenser	11
	Bilagor	12

1. Inledning

WSP Finland Oy mätte bullernivåerna som orsakades av OX2:s vindpark Långmossa i närheten av en bostadsfastighet och vid en mätplats cirka 450 meter från närmaste kraftverk. Långmossa vindpark består av 7 Nordex N149 / 4.0 - 4.5 kraftverk med en total höjd på 230 meter.

Mätningarna gjordes 20.12 - 21.12.2020 under två sextimmarsperioder. Mätningarna gjordes enligt miljöministeriets anvisningar "Mätning av bullernivån från vindkraftverk vid objekt som utsätts" (Miljöministeriet 2014a) och enligt den mätplan som godkänts av Malax kommun (WSP 2020).

Rapporten är beställd av OX2. FM Ilkka Niskanen från WSP utförde mätningarna och gjorde denna rapport. Ingenjör, HYH Joel Lindholm från WSP analyserade mätresultaten och granskade rapporten.

2. Utgångsdata och metoder

2.1. Riktvärden och åtgärdsgränser för vindkraftsbuller

Statsrådets förordning (1107/2015) anger riktvärden för utomhusbuller från vindkraftverk. Enligt förordningen får den, utgående från garantivärdet för bulleremission, beräknade bullernivån som vindkraftverkens drift orsakar och den bullernivå som uppmäts i samband med tillsynen får utomhus inte överskrida riktvärdena för den A-frekvensvägda medelljudnivån (ekvivalentnivån L_{Aeq}) enligt följande:

Tabell 1. Riktvärden för utomhusbuller från vindkraftverk

Föremål för exponering	Bullernivån utomhus L_{Aeq} dagtid kl. 7–22	bullernivån utomhus L_{Aeq} nattetid kl. 22–7
Permanent bebyggelse	45 dB	40 dB
Fritidsbebyggelse	45 dB	40 dB
Vårdinrättningar	45 dB	40 dB
Läroanstalter	45 dB	-
Rekreationsområden	45 dB	-
Campingplatser	45 dB	40 dB
Nationalparker	45 dB	40 dB

Om bullret från ett vindkraftverk är impulsartat eller smalbandigt i ett område som utsätts för buller, adderas 5 dB till det mätresultat som erhållits i samband med tillsynen innan det jämförs med värdena enligt 3 §.

Social- och hälsovårdsministeriets förordning (545/2015) om bostadshälsa fastställer åtgärdsgränser för lågfrekvensbuller för sådana utrymmen som är avsedda att sova i. Riktvärden ges per tersband som ovägda ljudtrycksnivåer (en timmes medelljudnivå).

Referensvärden för bullernivåer utomhus har man fått genom att ta de estimerade ljudisoleringsvärdena för fasader och använda dessa på åtgärdsgränserna för ljudnivåer inomhus (The Danish Ministry of Environment 2011). Detta förfarande är i enlighet med VTT:s riktlinjer (Nykänen et al. 2014).

Tabell 2. Åtgärdsgränser för ekvivalentnivån för en timme lågfrekvensbuller inomhus i utrymmen som är avsedda att sova i (inomhusbuller, Social- och hälsovårdsministeriet 2015) och referensvärden för buller för utomhusbruk härledda från gränser för inomhusbuller (Nykänen et al. 2014).

Band Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Nattetid (kl. 22—7) Leq,1h/dB (inomhusbuller)	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Nattetid (kl 22-7) Leq, 1h/dB (utomhusbuller)	80,6	72,4	66,8	60,4	57,0	58,6	59,7	59,2	56,2	55,2	53,5

Ljudnivåerna orsakade av vindparken har beräknats under planläggningsfasen (Etha Wind 2017). Baserat på beräkningen uppskattades ljudnivån på mätplats 1 till 37,3 dB (bild 1),

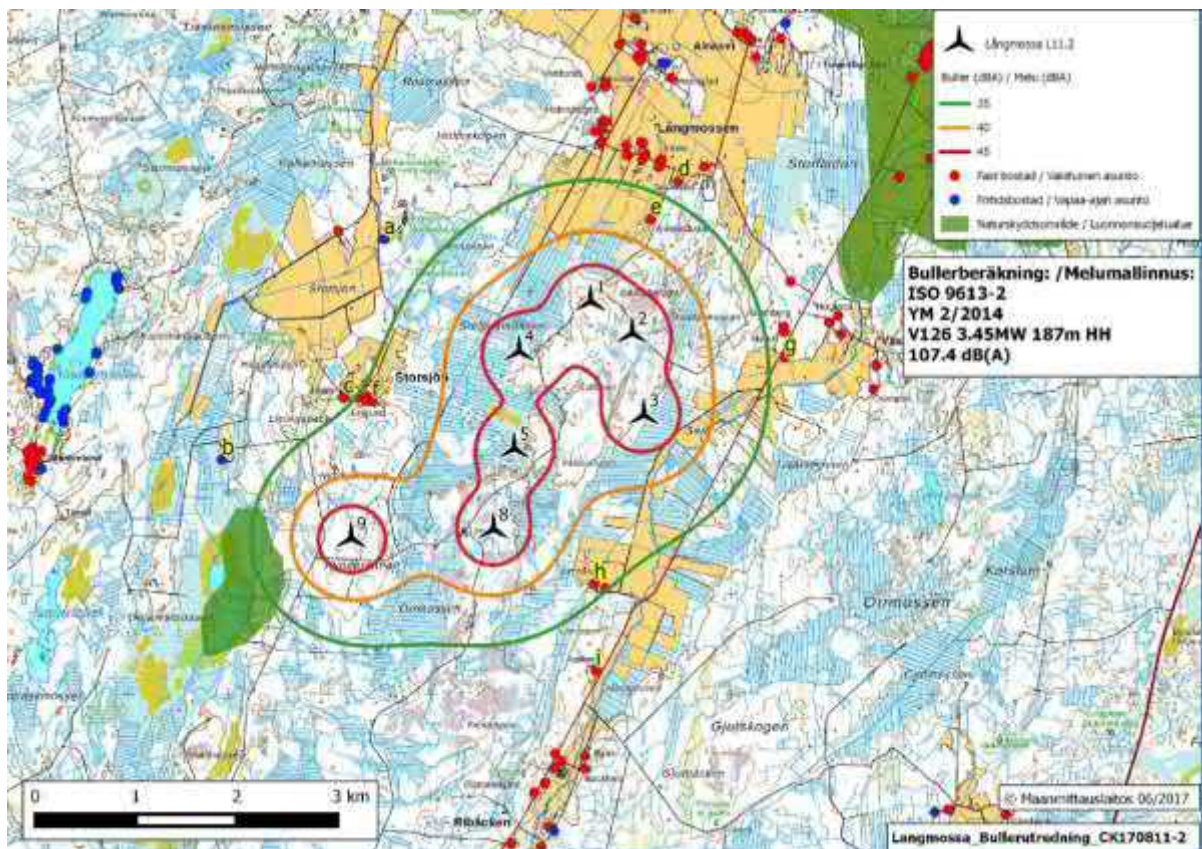


Bild 1. Kalkyl över bullernivåerna orsakade av Långmossa vindpark (Etha Wind 2017). Mätpunkt 1 är markerad med ett e på bilden.

2.2. Mätpunkterna

Bullernivåerna mättes vid två mätpunkter samtidigt (bild 2). Avståndet från mätpunkt 1 till närmaste vindkraftverk (Lån5) är ungefär 1 km. Mätpunkten Lån Mp1 var belägen på gården vid ett bostadshus, ungefär 20 m från vägen (bild 3).

Syftet med mätpunkt 2 var att verifiera ljudnivån orsakad av vindkraftverket, ifall resultatet inklusive korrigering för bakgrundsbuller inte kunde bestämmas utifrån resultaten från mätpunkt 1.

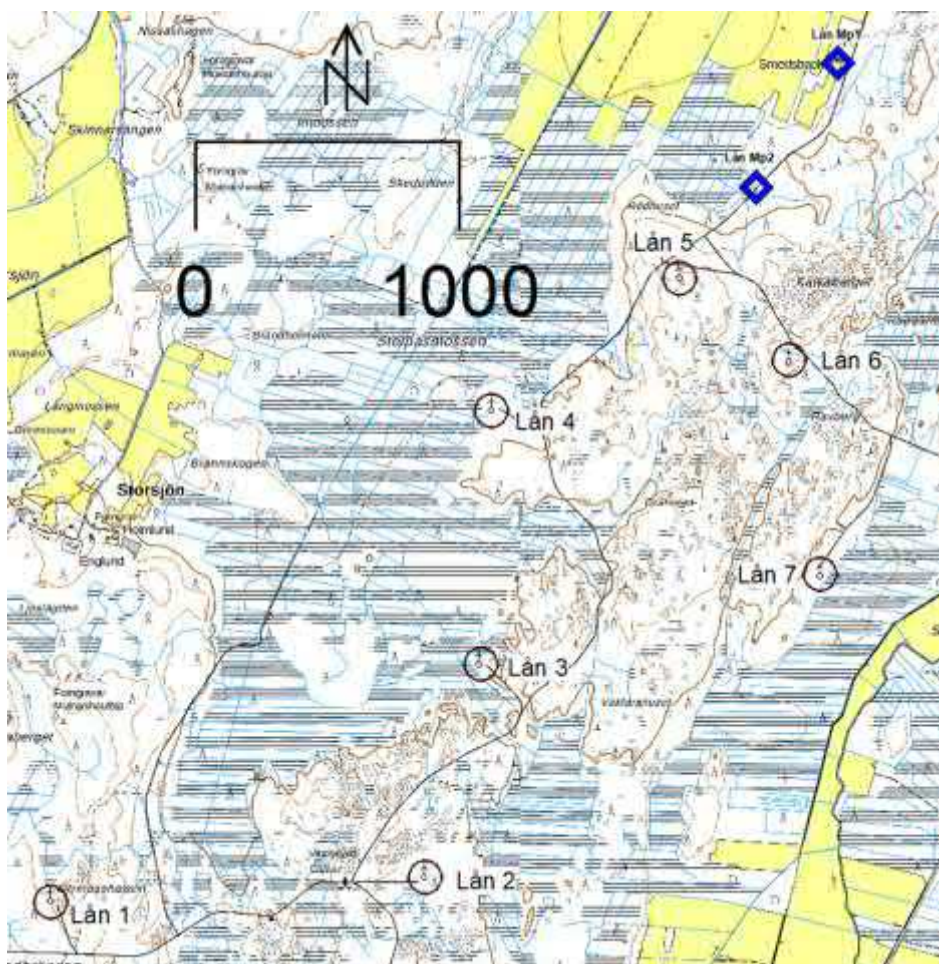


Bild 2. Mät punkt 1, en mikrofon på den högra sidan om den cirkulära mätplattan och en mikrofon på vänster sida i det fria fältet.



Bild 2. Utsikten från mät punkt 1 i riktning mot bostadshuset. Mätmikrofonens vindkäpa längst ner till höger och vädermasten något till vänster i bilden.

2.3. Mätinstrumenten

Mätningarna gjordes med Norsonic 139 och 140 precisionsljudnivåmätare som uppfyller kraven i IEC 61672 för kvalitetsklass 1. Mätningarna utfördes så att mikrofonen var i mitten på mätplattan och skyddad med både primärt och sekundärt vindskydd (bild 4). Effekten av det sekundära vindskyddet på ljudnivån presenteras i bilaga 3.

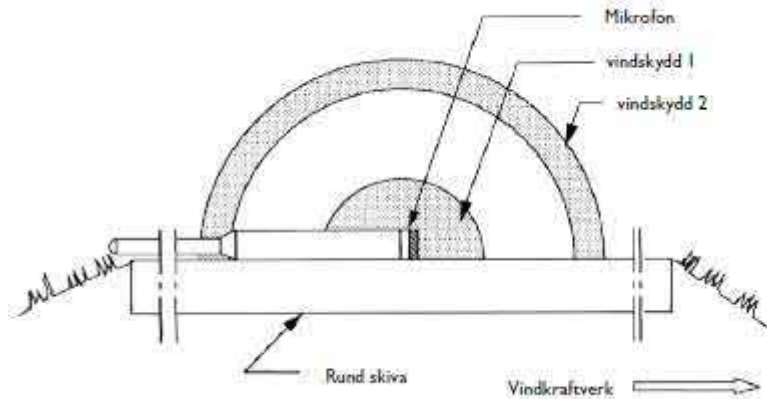


Bild 4. Principerna för skyddande av mikrofonen. Foto från publikationen "Mätning av bullernivån från vindkraftverk vid objekt som utsätts" (Miljöministeriet 2014).

En extern kalibrator användes för att kalibrera mätutrustningen före och efter mätningarna. Resultaten före och efter kalibreringen skilde sig med högst 0,2 dB.

Mätresultaten registrerades sekundvis. Inspelade bullervärden var L_{Aeq} (medelljudnivå) och L_{eq} (bullrets ovägda 1/3 oktavbandfördelning). Väderförhållandena mättes vid mätpunkt 1 med hjälp av Kestrel K4500 väderstation från en höjd på 10 m.

2.4. Utförande av mätningarna och mätmetoden

Mätmetoderna motsvarar metod C enligt miljöministeriets riktlinjer (2014a), där

"Bullernivån som vindkraftverket och källorna till bakgrundsbuller producerar mäts vid mätpunkten. Samtidigt mäts vindhastigheten både nära vindkraftverket och vid mätpunkten för bullernivån. Bakgrundsbullrets nivå mäts på samma sätt när vindkraftverket står stilla. Båda de uppmätta bullernivåerna presenteras som en funktion av den vindhastighet som uppmätts vid mätpunkten. Bakgrundsbullernivåerna uppskattas på en kurva med hjälp av regression och bullernivån som vindkraftverket produceras definieras punktvis."

Vindhastigheten i närheten av vindkraftverken definierades från vindmätningar som gjordes vid närmaste vindkraftverks nacell. Detta förfarande avviker från ovannämnda förfarande.

Vid mätningarna försökte man urskilja andelen buller som orsakas av vindkraftverk från den totala ljudnivån. För att kunna klargöra detta mättes också ljudtrycksnivåerna när vindkraftverken stod stilla. Denna metod används för att bestämma den korrigerade ljudnivån för bakgrundsbuller orsakad av vindkraftverk, $L_{Aeq,corr}$ (Miljöministeriet 2014).

Ljudnivåmätningarna gjordes med en sekunds tidsupplösning för att eliminera tillfälligt brus från resultatet. Eventuella oönskade ljud identifierades tack vare inspelningarna.

Mätningarna gjordes enligt instruktionerna nattetid mellan solnedgången och soluppgången, då sannolikheten för troposfärens inversion är som högst.

2.5. Analys av resultaten

Att definiera den för bakgrundsbuller korrigerade ljudnivån var en flerfasig process som inkluderade följande dataklassificeringar och beräkningar:

- Enskilda oönskade ljud uteslöts från mätresultaten. Önskat ljud orsakades bland annat av vind, fåglar och fordon.
- För ovägt sekunddata gjordes en A-frekvensvägning samt en korrigering på grund av användningen av ett sekundärt vindskydd och en mätplatta. Skillnaden mellan de resultat som erhöles med olika mättekniker var ungefär 4 dB, därför gjordes denna korrigering för mätningarna utförda på mätplattan.
- Sekunddata förvandlades till en medelljudnivå för mätperioder på en minut.
- Ljudtrycksdata (i minuter) kombinerades med vindobservationer som mättes samtidigt från vädermasterna och från nacellen (vindriktningen och vindhastigheten) samt med data om turbinernas drifteffekt under mätningen.
- Ljudtrycksdata (minutdata) klassificerades utgående från vindriktningen, vindhastigheten och närmaste turbinens drifteffekt.
- En regressionskurva genererades från de uppmätta totala bullernivåerna och bakgrundsljudnivåerna (på y-axeln medelljudnivån per minut, på x-axeln vindhastigheten vid mätplatsens vädermast).
- För varje totalljudnivå per minut beräknades bakgrundsbullernivån för ifrågasatt minut tack vare regressionskvationen.
- För varje minut genererades en av vindkraftverken orsakad bullernivå, korrigerad för bakgrundsbuller ($L_{Aeq,corr}$) genom att från den totala bullernivån dra av en beräknad bakgrundsbullernivå.
- Från bakgrundsbullerkorrigerade ljudtrycksnivåer (medelljudnivå per minut, $L_{Aeq,1min}$) bildades en regressionskurva för vindhastigheten vid den närmaste nacellen (vindhastighetsvärdena beräknades från vindturbinens nacellvärden till att motsvara vindhastigheten på 10 m över marknivån enligt mätanvisningarna (2014a)). För markgrovleken användes ett värde på 0,05.
- Baserat på regressionskurvan definierades bakgrundsbullerkorrigerade ljudnivåer orsakade av vindkraftverk. Resultaten representerar situationen enligt väderleken under mätperioden.
- Tonaliteten, impulsarten och signifikant pulserande av buller som orsakades av vindkraftverk utreddes tack vare de ljudinspelningar som gjordes under mätningarna. Inspelningar valdes från dom mättingsperioder där det fanns minst önskad ljud.
 - Tonalt buller orsakat av vindkraftverken definierades enligt IEC 61400-11 standarden
 - Impulsartat buller orsakat av vindkraftverken definierades enligt Nordtest-metoden NT ACOU 112.
 - Amplitudmodulerat buller orsakat av vindkraftverken definierades enligt VTT-rapporten (Nykänen et al. 2014).

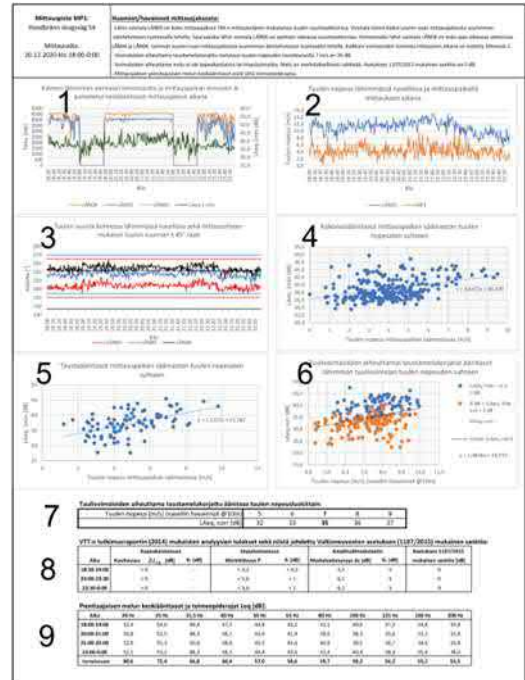
2.6. Instruktioner för tolkning av mätresultaten

Resultaten som presenteras i bilagorna 1 och 2 innehåller all data som genererades vid bearbetningen av resultaten under en mätperiod. Detta avsnitt presenterar bilagornas innehåll och hur de skall tolkas. Bild 5 visar en sida från bilagan och dess numrerade delar. Rubrikerna hänvisar till bilden.

Bild 5. Exempel på bilagans innehåll.

Innehåll och tolkning av numrerade punkter.

1. Kraftverkens drifteffekt under mätperioden (de blåa, orangea och gråa linjerna) och en minuts A-vägd ljudtrycksnivå (den gröna linjen). Tiden på den horisontella axeln, effekten (kW) på den vänstra vertikala axeln och den A-vägd medelljudtrycksnivån per minut på den högra vertikala axeln ($L_{Aeq,1min}$, dB). När kraftverken står stilla borde medelljudnivåerna per minut minska för att ge ett pålitligt resultat.
2. Vindhastigheten för mätpunktens närmaste nacell och för vädermasten jämfört med tiden. Bullernivåerna som orsakas av kraftverken, korrigerade för bakgrundsbuller, presenteras i förhållande till vindhastigheten för närmaste nacell (justerad till en höjd på 10 m). Vindhastigheten vid mätpunkten används i punkterna 4 och 5 när den totala bullernivån och nivån för bakgrundsbuller definieras i förhållande till vindhastigheten.
3. Riktningens information för nacellerna under mätperioden. På den lodräta axeln är vindriktningen $0^\circ - 360^\circ$. Den östra vindriktningen är 90° , den sydliga vindriktningen 180° , etc. De horisontella linjerna i tabellen representerar 90° -sektorn från kraftverket till den aktuella mätpunkten. I Miljöministeriets anvisningar (2014a) konstateras att vindriktningen bör vara i $\pm 45^\circ$ sektor från kraftverket till mätpunkten.
Ju närmare vindkraftverkens riktningar är mitten i förhållande till deras "gränslinjer", desto gynnsammare är omständigheterna för bullret att färdas från kraftverken mot mätpunkterna.
4. En minuts A-vägd medelljudnivåer bildat från rådata under de minuter när kraftverken har varit i drift. Resultatet presenteras i förhållande till vindhastigheten vid mätpunktens vädermast. För dessa minutobservationer kalkyleras en egen bakgrundsljudnivå, som sedan minskas från den totala ljudnivån, vilket resulterar i en ljudnivå orsakad av vindkraftverken, korrigerad för bakgrundsbuller.
5. En minuts A-vägd medelljudsnivåer bildat från rådata under de minuter som kraftverken har stått stilla. Presenteras i förhållande till vindhastigheten vid mätpunktens vädermast. Tack vare dessa minutobservationer får man fram förhållandet mellan mätpunktens bakgrundsljudnivå och vindhastigheten (regressionslinje). Baserat på detta kan man kalkylera bakgrundsljudnivån för den totala ljudnivån när man vet vindhastigheten under den totala ljudnivåminuten.
6. Bullernivåerna som orsakas av kraftverken, korrigerade för bakgrundsbuller ($L_{Aeq,corr}$) i förhållande till vindhastigheten. Värdet för vindhastigheten har man fått från närmaste nacell och man har justerat det för att motsvara den vindhastighet som råder på en höjd av 10 m. Kurvan visar mätresultaten i blått, där den totala ljudnivån $L_{Aeq,free}$, har varit 3 dB högre eller mer än den beräknade bakgrundsljudnivån L_n . Den orangea kurvan visar resultatet där skillnaden mellan den totala ljudnivån och bakgrundsljudnivån har varit 0 - 3 dB. De observationer där den kalkylerade bakgrundsljudnivån har varit högre än den uppmätta



totala ljudnivån har inte tagits med i resultaten. De observationer där alla kraftverken har varit i drift med minst 95 % effekt (av kraftverkens maximala effekt) och vindriktningen för alla nacellerna har varit i $\pm 45^\circ$ sektorn i förhållande med mätpunkten är markerade med ett svart kryss.

7. Av uppgifterna i punkt 6 konstruerades en regressionslinje mellan observationerna och vindhastigheten, som kan användas för att beräkna den korrigerade nivån för bakgrundsbuller vid olika vindhastigheter. Den korrigerade nivån för bakgrundsbuller är beräknat endast för de vindhastigheter som man tillförlitligt kan använda. Man kan till exempel inte estimerar ljudnivån vid en vindhastighet på 8 m/s om den högsta vindhastigheten som erhållits vid mätningarna är 6 m/s.
8. Resultaten av tonalitets-, impulsarts- och amplitudmoduleringsanalyserna under mätperioden. I samband med tonaliteten presenteras för varje analyserad period den högsta hörbarheten (om > 0 dB) och motsvarande korrigeringsterm K_T .

Ifall impulsartens betydelse endast är angivet med ett numeriskt värde, har den identifierats som orsakad av kraftverkens 10 största impulser. Om det finns ett "<" -tecken och ett numeriskt värde har betydelsen av de impulser som genereras av kraftverken bekräftats vara mindre än det markerade värdet. Denna lösning har man kommit fram till om den aktuella perioden har haft så många impulser av störningsljud att vindkraftsimpulser inte har hittats med en rimlig mängd arbete. Man har följt samma procedur om signifikansen av alla impulser som hittats under perioden är så låg att den inte är ens nära gränsen som orsakar impuls-korrigeringar (om de 10 största impulsernas medelsignifikans orsakar en korrigering som är större än 3 dB, tolkas bullret som impulsartat och en korrigering på 5 dB läggs till).

Från amplitudmoduleringen har man presenterat ett moduleringsdjup som orsakas av kraftverken, varav korrigeringsbeteckningen K_A använts. Statsrådets förordning 1107/2015 innehåller inte en korrigeringsterm för amplitudmoduleringen, så ingen korrigering har gjorts för amplitudmoduleringen som presenteras i mätresultaten.

9. Den ovägda medelljudnivån för lågfrekvent buller och dess jämförelsenivåer, som inte får överskridas. Tabellen visar medelljudnivån under en timme för lågfrekvent buller under kraftverkets driftperioder. Medelljudnivån har beräknats från den totala ljudnivån, dvs. siffrorna har inte korrigerats för bakgrundsbuller. Denna korrigering skulle ha gjorts ifall någon av de beräknade medelljudnivåerna hade överstigit jämförelsenivåerna.

3. Mätresultaten och slutsatser

Mättningsresultaten presenteras mera detaljerat i bilagorna 1 (resultaten från mätpunkt 1) och 2 (resultaten från mätpunkt 2).

- Vid mätpunkten Långmossa 1 (Hyndbränn Skogsväg 54) var bullernivån (korrigering för bakgrundsbuller inkluderad) vid målvärdet för vindhastighet på 7 m/s (vid en höjd på 10 m) 35 dB vid båda mätpunkterna. Mätningarna gjordes 20.12.2020 och 21.12.2020.
 - 7 m/s är det målvärde som anges av vindkrafttillverkaren, dvs. den vindhastighet när vindkraftverkets ljudeffekt når den maximala nivån.
- Ingen tonalitet noterades i ljudinspelningarna som gjordes under mätningarna.
- Impulsart noterades baserat på ljudinspelningarna som gjordes under mätningarna, men korrigeringsvärdena för impulsart översteg inte 3, så den observerade impulsarten orsakar inte en sanktion enligt statsrådets förordning 1107/2015.

- Orsaken till impulsarten har inte identifierats eftersom det definierade korrigeringsvärdet inte översteg den nivå som kräver en sanktion.
- Amplitudmodulering konstaterades i bullret från vindkraftverk och modulationsdjupet var högre än 3 dB.
 - Statsrådets förordning kräver inte sanktion på grund av amplitudmoduleringen.
- Bullernivåerna nära bostadsbyggnader låg under riktvärdena för utomhusbuller i anslutning till vindkraftverk i enlighet med statsrådets förordning; 45 dB riktvärde dagtid och 40 dB riktvärde nattetid.
- Mätresultatet överstiger inte nivån som uppskattades i delgeneralplansskedet, 37,3 dB.
- De uppmätta lågfrekventa bullernivåerna vid tersbanden 20 - 200 Hz låg klart under referensvärdena i enlighet med åtgärdsgränserna i förordningen om boendehälsa.
- Vid mätpunkten som låg närmast vindparken mättes ljudnivån vid vindhastighetens målvärde (7 m/s, uppskattad höjd på 10 m) till 39 dB (bilaga 2).
 - Punkten ligger inte i närheten av bostadshus, så resultatet behöver inte jämföras med riktvärdena i statsrådets förordning.

I Jyväskylä och i Tammerfors 21.4.2021

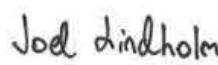
WSP Finland Oy

Skribent:



Ilkka Niskanen
Enhetschef
Akustik och buller

Granskare:



Joel Lindholm
Planerare
Akustik och buller

Referenser

Etha Wind 2017: Tuulivoimapuisto, Långmossa, meluselvitys – 70606-4SA, 2017-06-08.

IEC 61672-1:2013 (ed. 2.0). Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications. Standard, International Electrotechnical Commission, Geneva, CH, Switzerland, September 2013.

Nykänen H., Uosukainen S., Antila M., Siponen D. 2014: TUULIVOIMALAN MELUVAIKUTUKSET: Häiritsevyyssmittaristo ja sen käyttö. TUTKIMUSRAPORTTI VTT-R-04392-14.

Sosiaali- ja terveysministeriö 2015: Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista

The Danish Ministry of Environment 2011: Statutory Order on Noise from Wind Turbines. Translation of Statutory Order no. 1284 of 15 December 2011. Copenhagen, Denmark

WSP 2020: OX2 Ribäcken ja Långmossan tuulivoimapuistojen melumittaukset –
Mittausuunnitelma. 15.12.2020.

Ympäristöministeriö 2014: Tuulivoimaloiden melutason mittaaminen altistuvassa kohteessa –
Ympäristöhallinnon ohjeita 4 / 2014.

Bilagor

- 1) Mät punkt 1 (Hyndbränn skogsväg 54) - resultat.
- 2) Mät punkt 2 - resultat.
- 3) Egenskaperna av använda sekundära vindskydd.
- 4) Långmossa turbinernas drift 20.12.202 och 21.12.2020

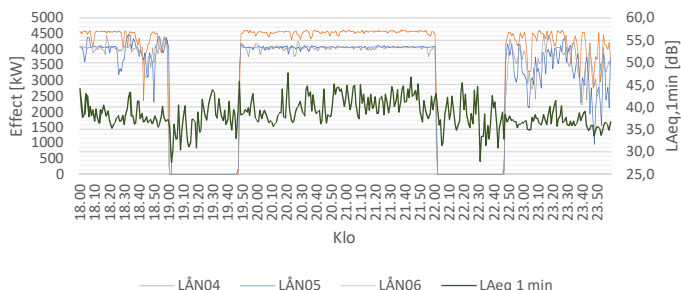
Mät punkt MP1:
Hyndbränn skogsväg 54

Tidpunkten:
20.12.2020 klo 18:00-0:00

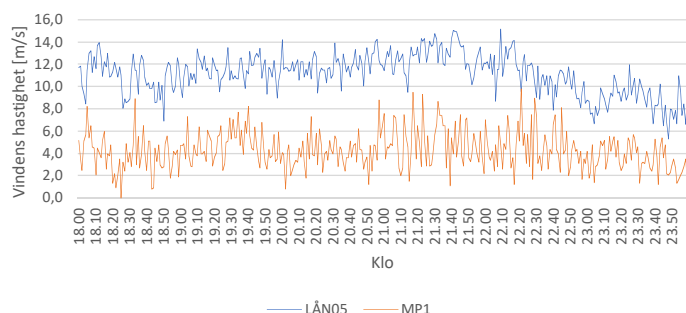
Kommentarer / observationer från mätperioden:

- Närmaste kraftverk LÄN05 låg i korrekt vindriktningssektor enligt Miljöministeriets riktlinjer under hela mätperioden. Dessutom var kraftverken i drift med maximal ljudeffektivnivå under största delen av mätperioden. Följande närliggande kraftverk LÄN04 och LÄN06 var i rätt vindriktning under hela mätperioden och båda var i drift med den effekt som ger den högsta ljudeffektivnivån under största delen av mätperioden. Driften av alla kraftverken under mätningarna presenteras i bilaga 2.
- Ljudnivån (korrigerad för bakgrundsbuller inkluderad) vid målvärdet för vindhastigheten (7 m/s) är 35 dB.
- Bullret från vindkraftverken är inte smalbandigt eller impulsartat. Bullret är signifikant pulserande. Sanktionen enligt förordningen 1107/2015 är 0 dB.
- Medelljudnivån för lågfrekvent buller under mätperioden överskred inte åtgärdsgränserna.

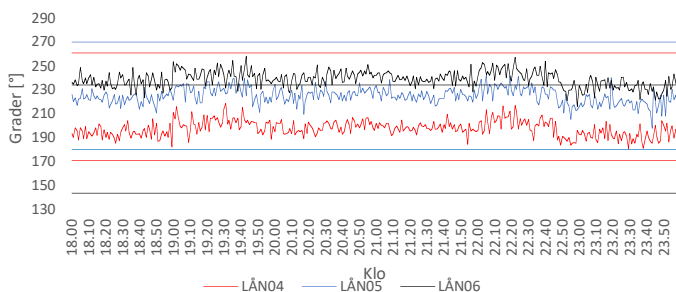
Drifteffekten för de tre närmaste kraftverken och i minuter A-vägda medelljudeffektivnivåerna vid mätplatsen under mätperioden



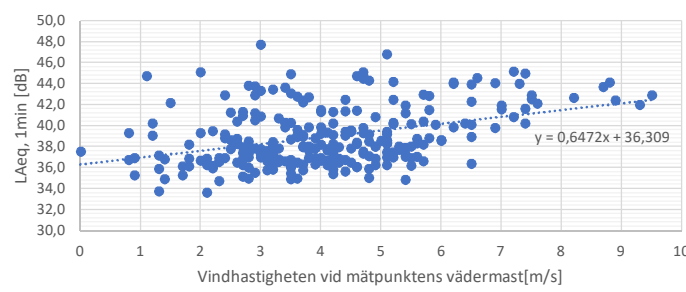
Vindhastigheten vid närmaste nacell och vid mätplatsen



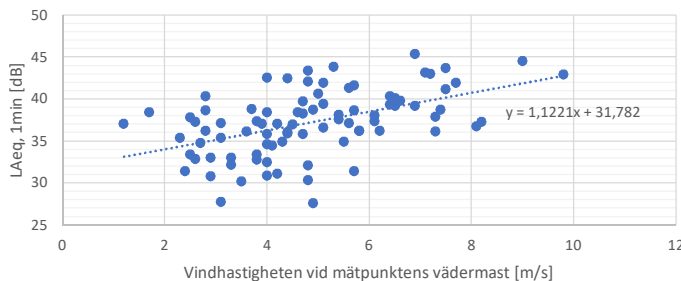
Vindriktningen vid de tre närmaste nacellerna och ± 45° vindriktningsgränser enligt mätinstruktionerna



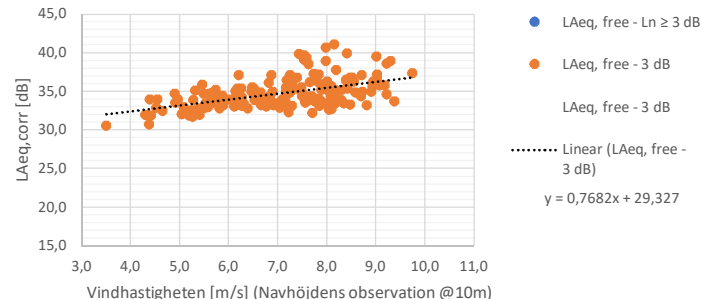
Totala ljudnivån i förhållande till vindhastigheten vid mätplatsens vädermast



Nivåerna för bakgrundsbuller i förhållande till vindhastigheten vid mätplatsens vädermast



Bakgrundsbuller korrigerad nivåer av buller från vindkraftverken till vindhastigheten vid närmaste vindkraftverk



Ljudnivån (korrigerad för bakgrundsbuller inkluderad) vid olika vindhastighetsklasser:

Vindens hastighet [m/s] (navhöjdens observation @10m)	5	6	7	8	9
LAeq, corr [dB]	33	34	35	35	36

Resultaten av analyserna enligt VTT: s forskningsrapport (2014) och sanktionen som härrör från dem i enlighet med Statsrådets förordning (1107/2015)

Tid	Smalbandighet		Impulsart	Amplitudmodulering		Sanktion enligt förordningen 1107/2015 [dB]
	Hörbarhet	ΔL_{Ta}		Modulationsdjup	K_a [dB]	
18:30-19:00	< 0	-	< 5,2	5,5	5	0
23:00-23:30	< 0	-	< 5,6	6,1	5	0
23:30-0:00	< 0	-	< 5,6	6,1	5	0

Medelljudeffektivnivåerna för lågfrekvent buller och åtgärdsnivåerna Leq [dB]:

Tid	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
18:00-19:00	52,4	54,0	49,4	47,3	44,8	43,2	41,1	40,0	37,3	34,8	33,4
20:00-21:00	50,8	52,5	48,3	46,1	43,4	41,9	39,6	38,3	35,6	33,2	31,8
21:00-22:00	52,9	55,3	50,8	48,0	45,5	43,6	40,9	39,5	36,7	34,6	33,4
23:00-0:00	52,1	53,2	48,3	46,5	44,4	43,0	41,4	40,4	38,0	35,6	34,0
Referensnivå	80,6	72,4	66,8	60,4	57,0	58,6	59,7	59,2	56,2	55,2	53,5

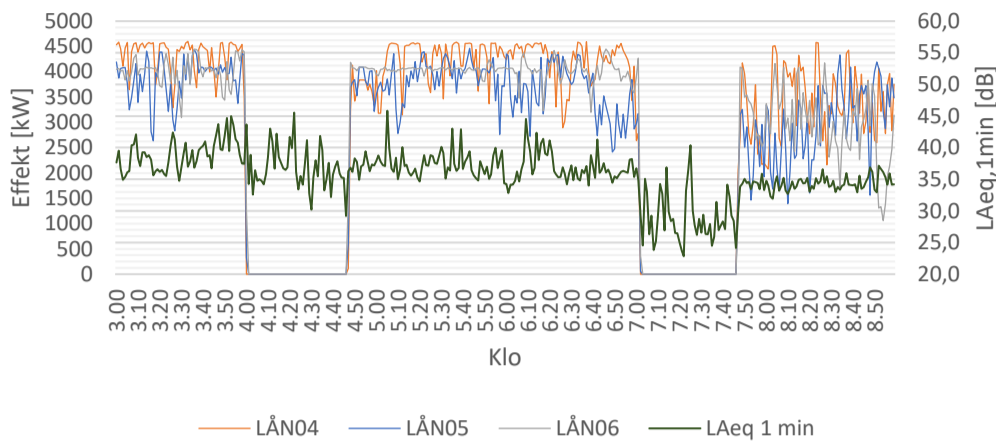
Mät punkt MP1:
Hyndbränn skogsväg 54

Mättid:
21.12.2020 klo 03:00-09:00

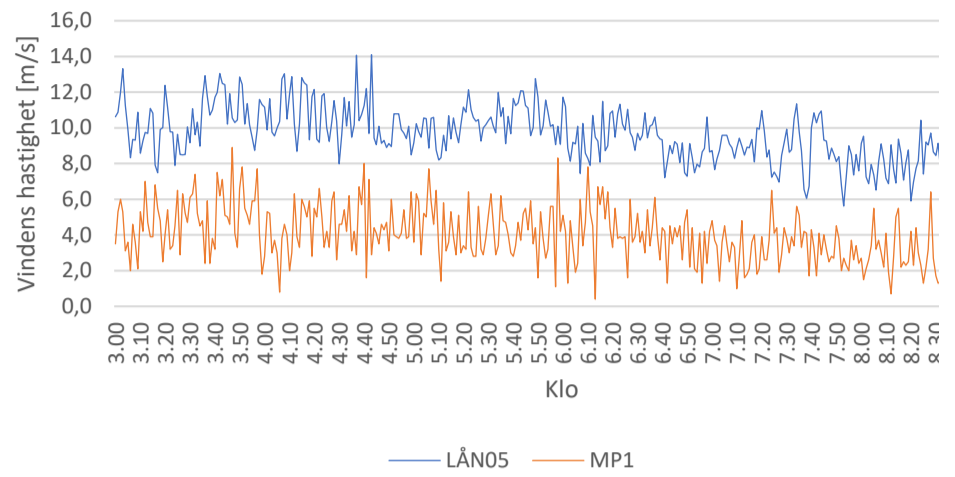
Kommentarer / observationer från mätperioden:

- Närmaste kraftverk LÅN05 låg i vindriktningssektorn enligt Miljöministeriets riktlinjer under hela mätperioden. Dessutom var vindkraftverket i drift
- Vindkraftverken LÅN04 och LÅN06 var båda i drift med den effekt som ger den högsta ljudnivån under största delen av mätperioden. Driften av alla kraftverk under mätningarna presenteras i bilaga 2.
- Ljudnivån (korrigering för bakgrundsbuller inkluderad) vid målvärdet för vindhastigheten (7 m/s) är 35 dB
- Bullret från vindkraftverken är inte smalbandigt eller impulsartat. Bullret är signifikant pulserande. Sanktionen enligt förordningen 1107/2015 är 0 dB.
- Medelljudnivån för lågfrekvent buller under mätperioden överskred inte åtgärdsgränserna

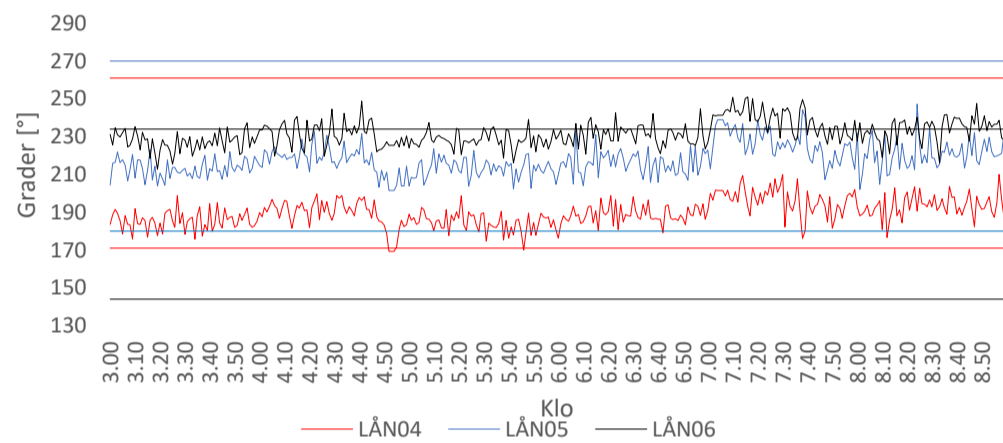
Drifteffekten för de tre närmaste kraftverken och i minuter A-vägda medelljudsnivåerna vid mätplatsen under mätperioden



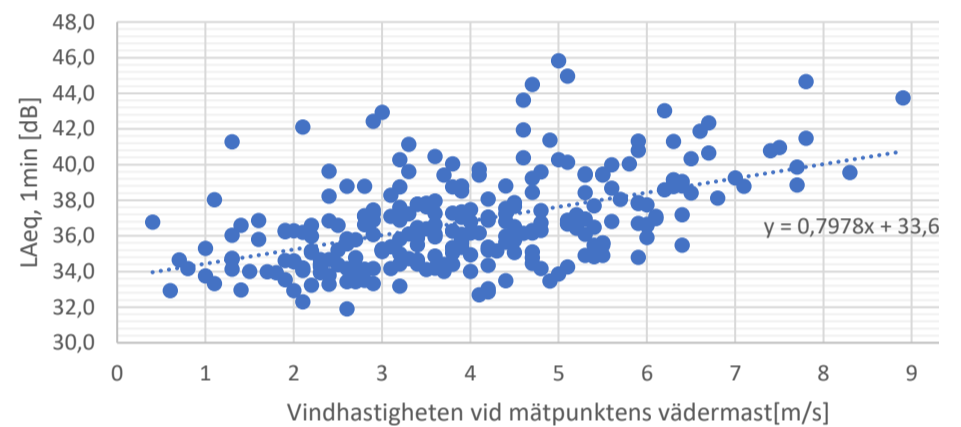
Vindhastigheten vid närmaste nacell och vid mätplatsen



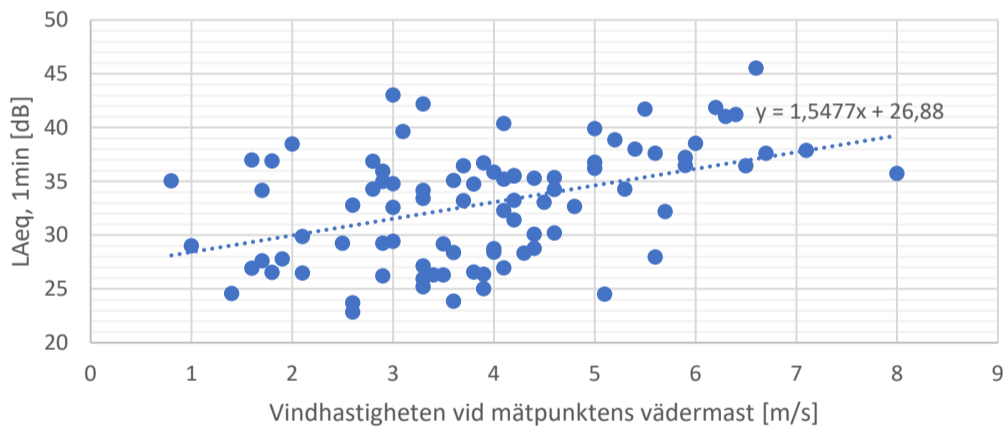
Vindriktningen vid de tre närmaste nacellerna och ± 45° vindriktningsgränser enligt mätinstruktionerna



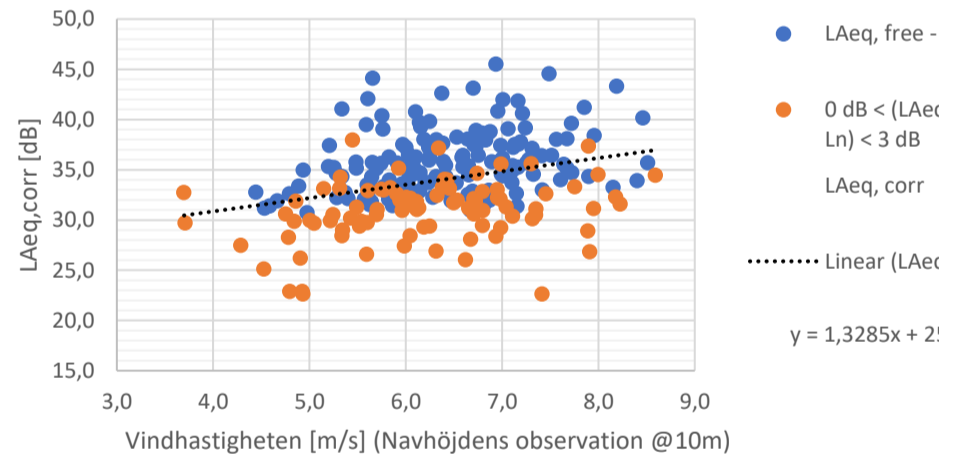
Totala ljudnivån i förhållande till vindhastigheten vid mätplatsens vädermast



Nivåerna för bakgrundsbuller i förhållande till vindhastigheten vid mätplatsens vädermast



Bakgrundsbuller korrigerad nivåer av buller från vindkraftverken till vindhastigheten vid närmaste vindkraftverk



Ljudnivån (korrigering för bakgrundsbuller inkluderad) vid olika vindhastighetsklasser:

Tuulen nopeus [m/s] (nasellin havainnot @10m)	5	6	7	8
LAeq, corr [dB]	32	34	35	36

Resultaten av analyserna enligt VTT: s forskningsrapport (2014) och sanktionen som härrör från dem i enlighet med Statsrådets förordning (1107/21)

Tid	Smalbandighet		Impulsart		Amplitudmodulering		Sanktion enligt förordningen 1107/2015 [dB]
	Hörbarhet	ΔL_{ta} [dB]	Signifikans P	K _i [dB]	Modulationsdjup ΔL [dB]	K _A [dB]	
3:00-3:30	< 0	-	< 5,6	< 1	5,3	5	0
5:15-5:45	< 0	-	< 5,2	< 0,4	5,3	5	0
6:30-7:00	< 0	-	< 5,8	< 1,3	7,3	5	0
8:30-9:00	< 0	-	< 5,6	< 5,1	6,3	5	0

Medelljudnivåerna för lågfrekvent buller och åtgärdsnivåerna Leq [dB]:

Tid	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
3:00-4:00	51,2	52,4	47,6	45,6	43,7	42,3	40,5	39,5	37,3	35,1	33,8
5:00-6:00	50,3	51,1	46,1	44,5	42,7	41,4	39,9	39,0	36,7	34,5	33,2
6:00-7:00	50,4	51,2	46,2	44,6	43,2	41,7	40,2	39,4	37,2	35,0	33,6
8:00-9:00	49,6	50,0	44,3	43,3	42,0	41,1	40,0	39,3	37,2	34,8	32,9
Referensnivå	80,6	72,4	66,8	60,4	57,0	58,6	59,7	59,2	56,2	55,2	53,5

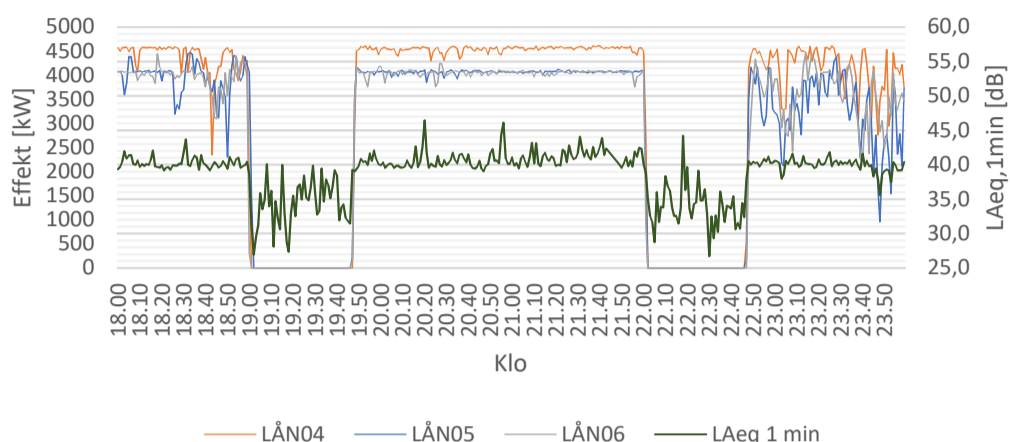
Mät punkt MP2:
Hyndbränn skogsväg,
ung 450 meter från LÅN05

Tidpunkten:
20.12.2020 klo 18:00-0:00

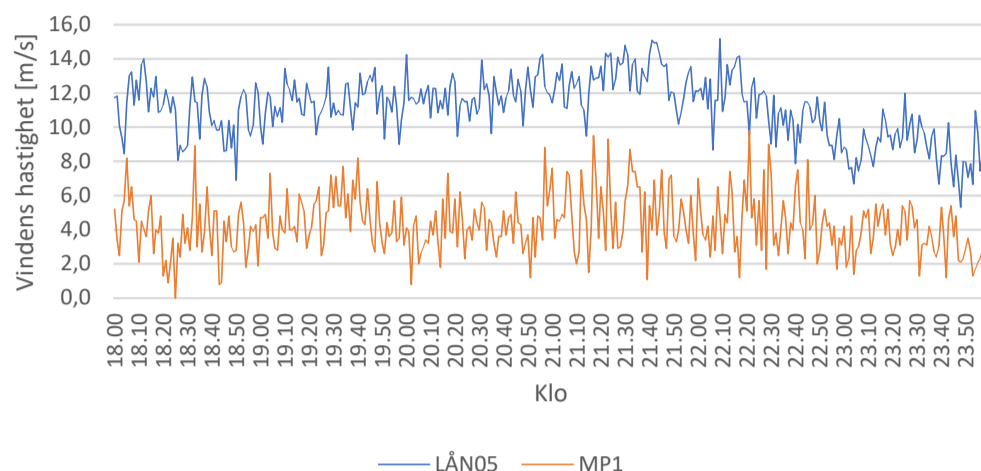
Kommentarer / observationer från mätperioden:

- Närmaste kraftverk LÅN05 låg i vindriktningssektorn enligt Miljöministeriets riktlinjer under hela mätperioden. Dessutom var vindkraftverket i drift med maximal ljudeffektnivå under största delen av mätperioden. Följande närliggande vindkraftverk LÅN06 låg hela tiden i fel riktning. Den tredje närliggande vindkraftverket LÅN04 låg hela tiden i rätt riktning. Vindkraftverken LÅN04 och LÅN06 var båda i drift med den effekt som ger den högsta ljudeffektnivån under största delen av mätperioden. Driften av alla kraftverk under mätningarna presenteras i bilaga 2.
- Ljudnivån (korrigerad för bakgrundsbuller inkluderad) vid målvärdet för vindhastigheten (7 m/s) är 39 dB.
- Vindkraftverkens impulsart, smalbandighet samt amplitudmodulering analyserades inte.
- Medelljudnivån för lågfrekvent buller under mätperioden överskred inte åtgärdsgränserna

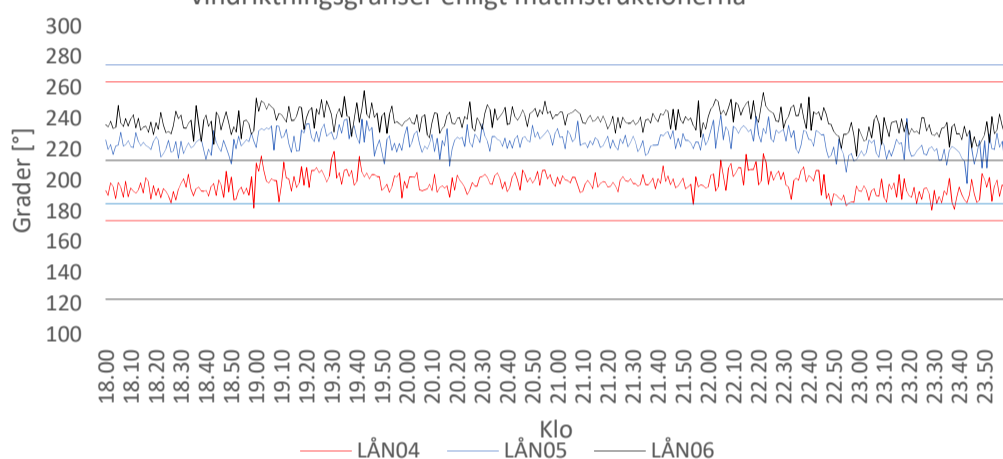
Drifteffekten för de tre närmaste kraftverken och i minuter A-vägda medelljudsnivåerna vid mätplatsen under mätperioden



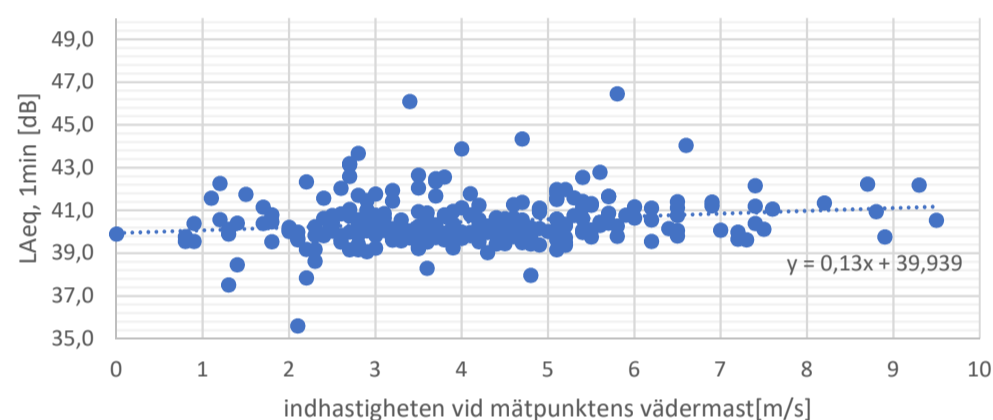
Vindhastigheten vid närmaste nacell och vid mätplatsen



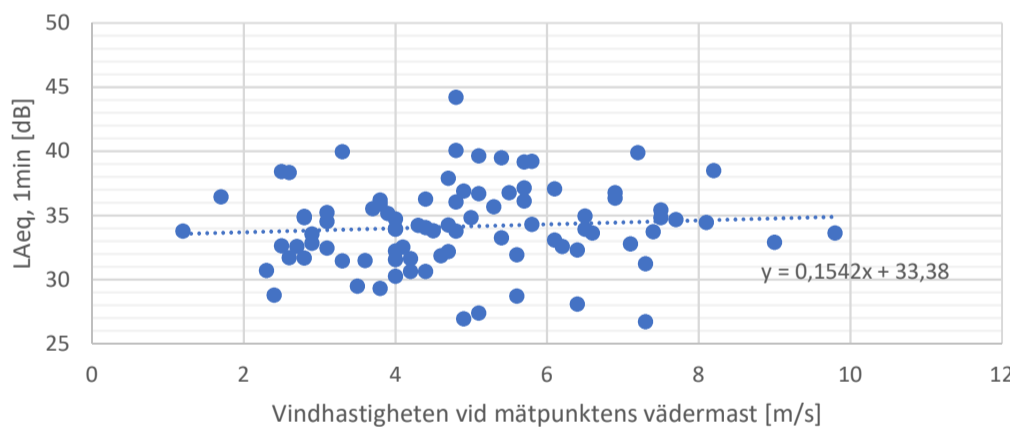
Vindriktningen vid de tre närmaste nacellerna och ± 45° vindriktningsgränser enligt mätinstruktionerna



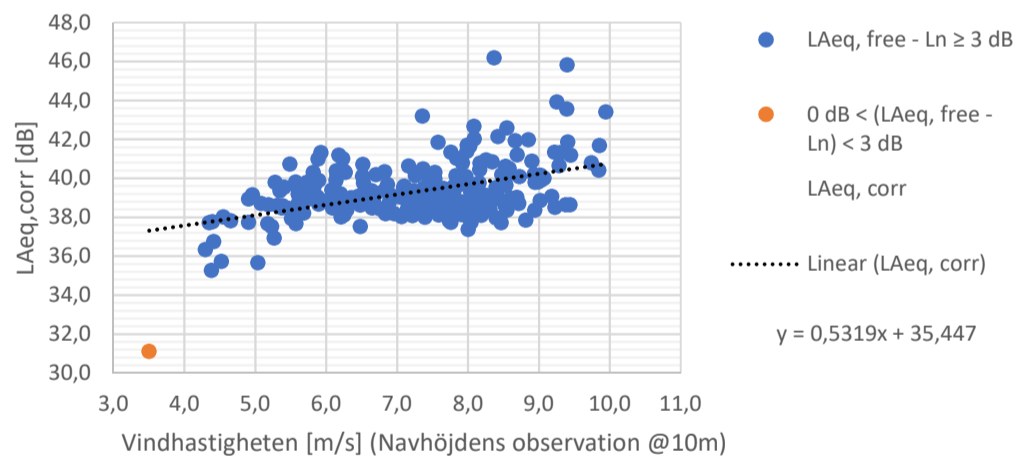
Totala ljudnivån i förhållande till vindhastigheten vid mätplatsens vädermast



Nivåerna för bakgrundsbuller i förhållande till vindhastigheten vid mätplatsens vädermast



Bakgrundsbuller korrigerad ljud nivåer av vindkraftverker till vindhastigheten vid närmaste vindkraftverk


Ljudnivån (korrigerad för bakgrundsbuller inkluderad) vid olika vindhastighetsklasser:

Vindens hastighet [m/s] (navhöjdens observation @10m)	5	6	7	8	9
LAeq, corr [dB]	38	39	39	40	40

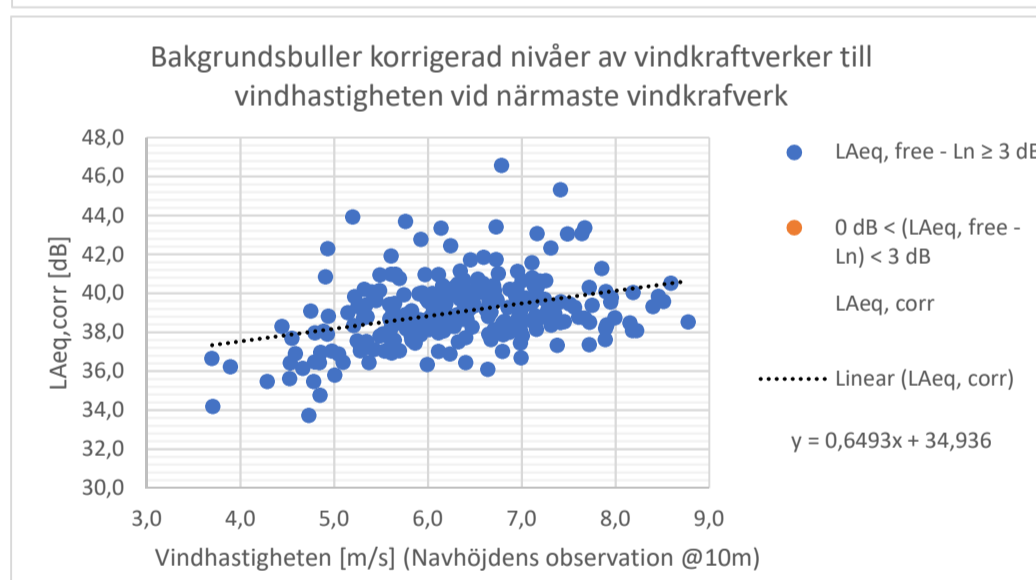
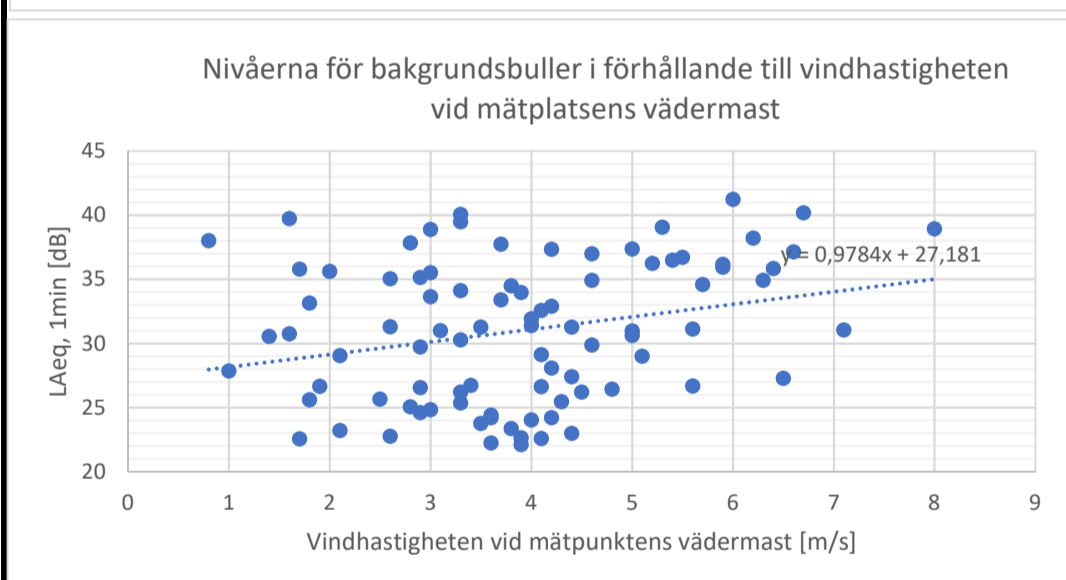
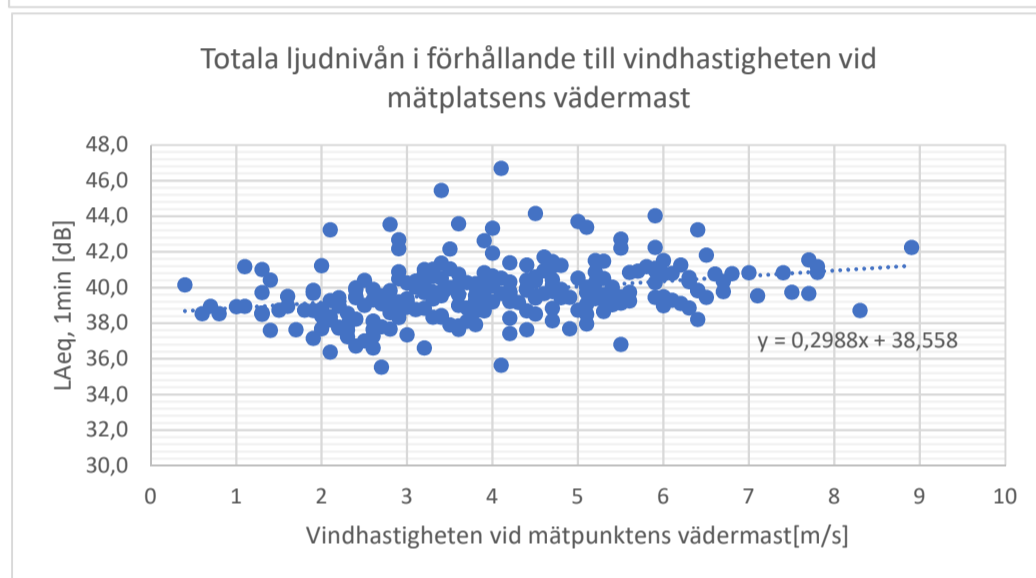
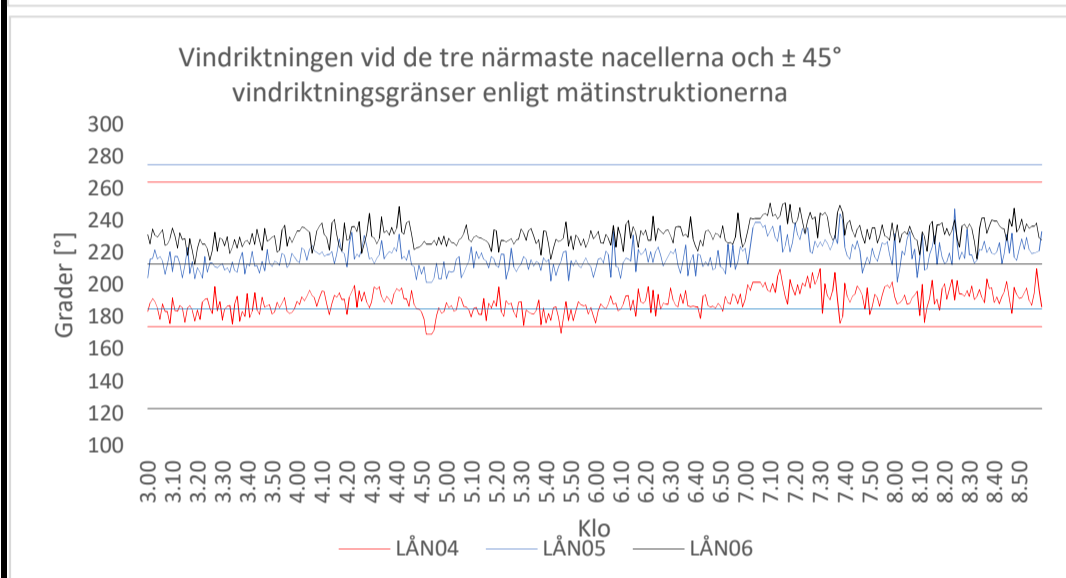
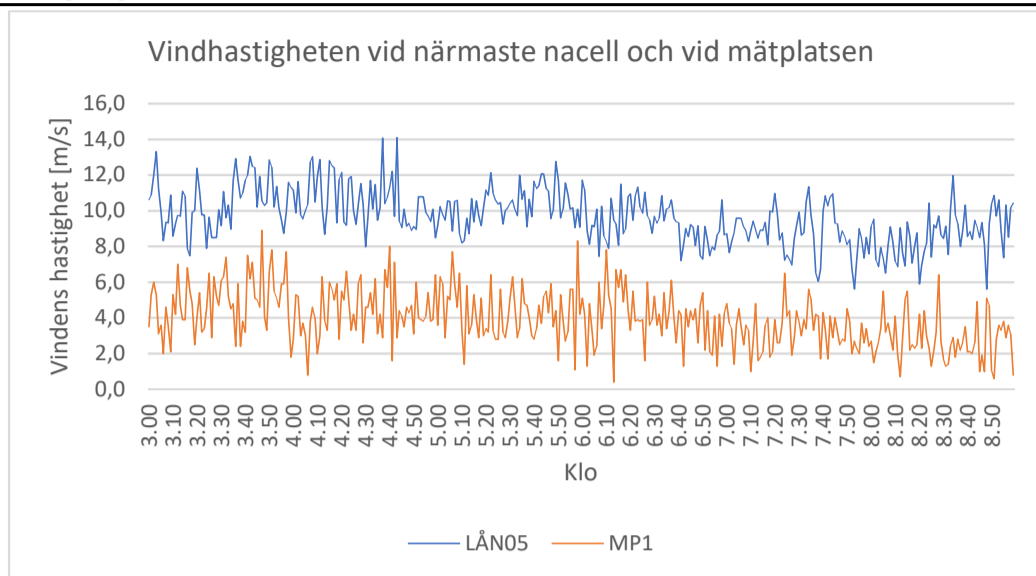
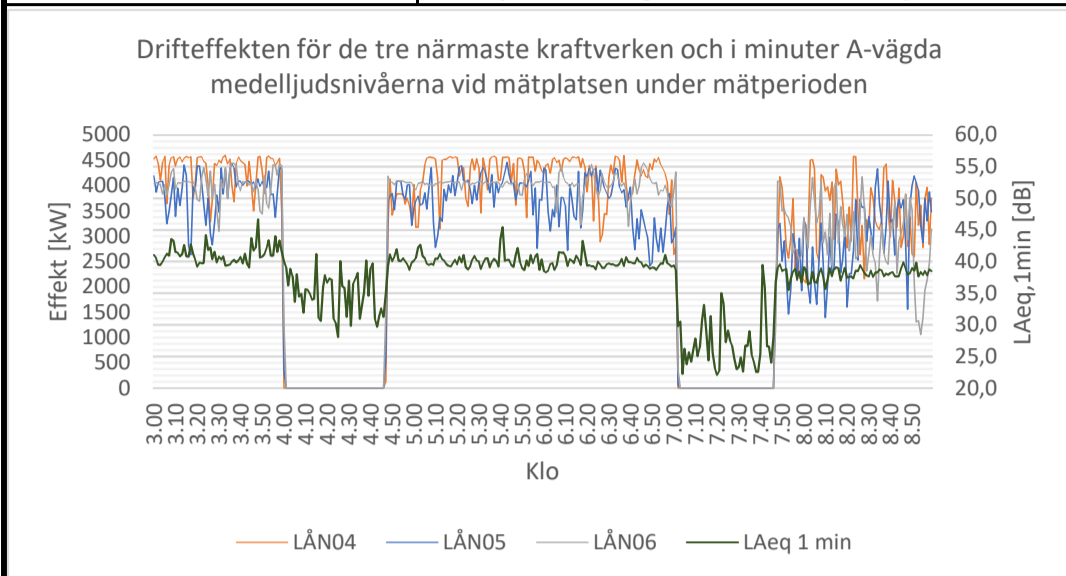
Resultaten av analyserna enligt VTT: s forskningsrapport (2014) och sanktionen som härrör från dem i enlighet med Statsrådets förordning (1107/2015):

Tid	Smalbandighet		Impulsart		Amplitudmodulering		Sanktion enligt förordningen 1107/2015 [dB]
	Hörbarhet	ΔL_{ta} [dB]	Signifikans P	K_i [dB]	Modulationsdjup ΔL [dB]	K_a [dB]	

Medelljudnivåerna för lågfrekvent buller och åtgärdsnivåerna Leq [dB]:

Aika	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
18:00-19:00	55,3	55,7	52,9	50,0	47,8	46,7	43,8	42,4	39,4	36,2	36,5
20:00-21:00	53,2	54,0	51,5	48,5	46,2	44,9	41,8	40,5	37,2	33,9	33,7
21:00-22:00	55,5	56,6	54,1	50,8	48,4	46,6	43,4	42,0	38,5	35,2	35,0
23:00-0:00	54,9	54,6	51,9	49,2	47,4	46,7	44,1	42,8	40,3	37,3	37,7
Vertailutasot	80,6	72,4	66,8	60,4	57,0	58,6	59,7	59,2	56,2	55,2	53,5

<p>Mät punkt MP2: Hyndbränn skogsväg ung 450 meter från LÅN05</p> <p>Tidpunkt: 21.12.2020 klo 03:00-09:00</p>	<p>Kommentarer / observationer från mätperioden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Närmaste vindkraftverk LÅN05 låg hela tiden i rätt riktning. Dessutom var vindkraftverket i drift med maximal ljudeffektnivå under största delen av mätperioden. - Följande närliggande vindkraftverk LÅN06 låg hela tiden i fel riktning. Det tredje närliggande vindkraftverket LÅN04 låg hela tiden i rätt riktning. Vindkraftverken LÅN04 och LÅN06 var båda i drift med den effekt som ger den högsta ljudeffektnivån under största delen av mätperioden. Driften av alla kraftverk under mätningarna presenteras i bilaga 2. - Ljudnivån (korrigerad för bakgrundsbuller inkluderad) vid målvärdet för vindhastigheten (7 m/s) är 39 dB. - Vindkraftverkens impulsart, smalbandighet samt amplitudmodulering analyserades inte.. - Medelljudnivån för lågfrekvent buller under mätperioden överskred inte åtgärdsgränserna.
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Ljudnivån (korrigerad för bakgrundsbuller inkluderad) vid olika vindhastighetsklasser:

Vindens hastighet [m/s] (navhöjdens observation @10m)	5	6	7	8
LAeq, corr [dB]	38	39	39	40

Resultaten av analyserna enligt VTT: s forskningsrapport (2014) och sanktionen som härrör från dem i enlighet med Statsrådets förordning (1107/2015):

Tid	Smalbandighet		Impulsart		Amplitudmodulering		Sanktion enligt förordningen 1107/2015 [dB]
	Hörbarhet	ΔL_{ta} [dB]	Signifikans P	K_i [dB]	Modulationsdjup ΔL [dB]	K_A [dB]	

Medelljudnivåerna för lågfrekvent buller och åtgärdsnivåerna Leq [dB]:

Tid	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
3:00-4:00	53,9	54,1	51,5	48,7	46,7	45,9	43,5	42,5	39,9	37,0	37,5
5:00-6:00	53,0	52,9	50,1	47,7	45,9	45,3	43,0	42,2	39,5	36,7	37,4
6:00-7:00	53,1	52,7	49,9	47,6	46,0	45,6	43,3	42,4	39,9	37,0	37,7
8:00-9:00	52,9	51,5	48,5	46,6	45,3	45,0	42,9	41,6	39,6	36,6	37,0
Referensnivå	80,6	72,4	66,8	60,4	57,0	58,6	59,7	59,2	56,2	55,2	53,5

Dämpningar och dess standardavvikelser definierade för det sekundära vindskyddet angivet i 1/3 oktavband.

1/3 oktavband, Hz	Dämpningen förorsakat av det sekundära vindskyddet, dB	Standardavvikelse, dB
20	0,47	0,7
25	0,47	0,7
31,5	0,47	0,7
40	0,47	0,7
50	0,08	1,1
63	0,27	1,1
80	0,49	1,5
100	0,19	0,2
125	0,15	0,4
160	0,24	0,6
200	0,63	1,4
250	0,19	0,5
315	0,18	0,8
400	0,52	1,9
500	0,24	0,3
630	0,45	0,8
800	1,26	0,8
1 000	0,58	0,1
1 250	0,08	0,2
1 600	0,93	0,8
2 000	0,03	0,3
2 500	0,79	0,3
3 150	0,90	0,6
4 000	1,96	0,8
5 000	1,11	1,3
6 300	0,33	0,5
8 000	0,79	0,8
10 000	0,67	1,1

Dämpningen förorsakat av det sekundära vindskyddet
Medeltalet av tre mätavstånd



