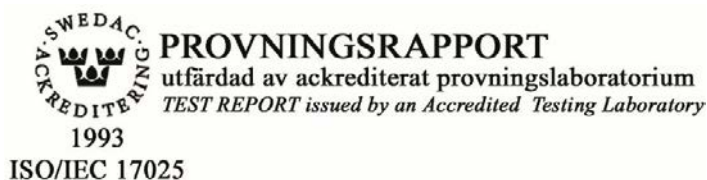




Ögonfågeln vindpark - Strömsund, Sollefteå och Ragunda kommun

Mätning av ljudimmission från vindkraftverk
enligt Elforsk 98:24

Vindkraftverkstyp: 33 st Siemens SWT-3.0-113



ÅF Ljud och vibrationer är ackrediterat av SWEDAC för metoden Elforsk rapport 98:24 "Mätning av bullerimmission från vindkraftverk". Provningsresultatet avser endast de provade objekten.



ACKREDITERAD MÄTRAPPORT

Handläggare
Jens Fredriksson
Tel
+46 10 505 60 97

Mobil
+46 70 184 57 97

E-post
jens.fredriksson@afconsult.com

Datum
2015-11-26
Projekt-ID
701304

Titel:	701304 Rapport 3 Ljudimmissionsmätning Ögonfågeln vid Näset 151001
Rapport nr:	701304-151126-Rapport_3
Rapporttyp:	Ljudimmissionsrapport
Författare:	Jens Fredriksson
Kvalitetsansvarig:	Paul Appelqvist
Mätpersonal:	Jens Fredriksson
Mätplats:	Ögonfågeln; Strömsund, Sollefteå och Ragunda kommun
Mätdatum:	2015-09-30 till 2015-10-01
Kund:	Statkraft SCA Vind II AB

Sammanfattning

Statkraft SCA Vind II AB har byggt 33 st vindkraftverk av typen Siemens SWT-3.0-113 vid Ögonfågeln i Strömsund, Sollefteå och Ragunda kommun. ÅF har genomfört ljudimmissionsmätning (2015-09-30 till 2015-10-01) för att bestämma ljudnivån, orsakat av vindkraftparken, vid bostaden Näset.

Utifrån mätningarna fastställs ljudtrycksnivån från vindparken, vid 8 m/s vid vindkraftverken, till 38 dBA i mätpunkten, med en mätosäkerhet på $\pm 1,5$ dB. Skillnaden mellan bakgrundsnivå (vindkraftverk av) och totalnivå (vindkraftverk på) var mycket stor vilket innebär att mätningen ger ett tydligt resultat.

ÅF-Infrastructure AB
Ort: Stockholm
Datum: 2015-11-26
Reviderad: -

HANDLÄGGARE, Jens Fredriksson

GRANSKARE, Paul Appelqvist



Innehållsförteckning

1	Bakgrund	4
2	Mätning ljudimmission	4
2.1	Mättningsförutsättningar	4
2.1.1	Vindkraftverk.....	4
2.1.2	Mätutrustning	5
2.1.3	Mätpunkt	5
2.1.4	Drifts- och väderförhållanden	6
3	Analys av mätning	7
3.1	Bestämning av vindhastighet	7
3.2	Uppmätt ljudtrycksnivå	8
3.3	Tonalitet	10
4	Mätosäkerhet.....	10
5	Avsteg från mätstandarderna.....	11
6	Slutsats.....	12
7	Referenser.....	12
Bilaga 1.	Figurer och diagram	13
A.	Verkets effektkurva	13
B.	Vindhastighet från producerad effekt mot nacellanemometer	14
Bilaga 2.	Tekniska data	15
Bilaga 3.	Fotografier från mätpunkten.....	16



ACKREDITERAD MÄTRAPPORT

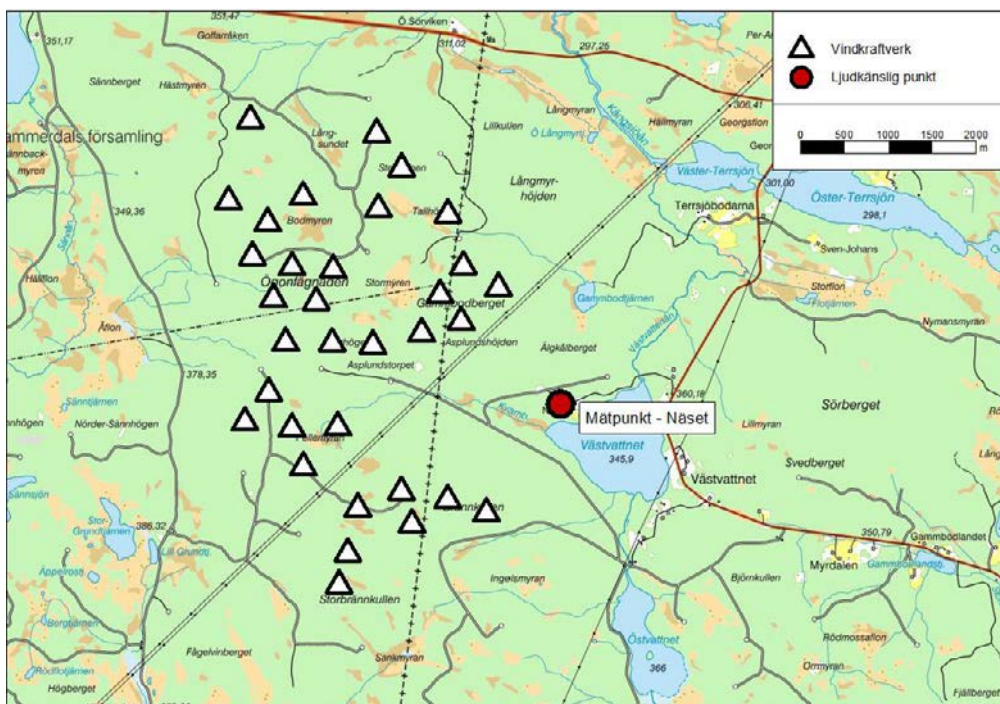
1 Bakgrund

Statkraft SCA Vind II AB har byggt 33 st vindkraftverk av typen Siemens SWT-3.0-113 vid Ögonfågeln i Strömsund, Sollefteå och Ragunda kommun. ÅF har genomfört ljudimmissionsmätning (2015-09-30 till 2015-10-01) för att bestämma ljudnivån, orsakat av vindkraftparken, vid bostaden Näset. Resultaten från ljudimmissionsmätningen behandlas i denna rapport.

2 Mätning ljudimmission

Ljudmätningen har utförts enligt mätmetoden beskriven i Elforsk rapport 98:24 (1). Mätningen har utförts i mätpunkten med en klass 1 ljudnivåmätare, med mikrofonen monterad på en akustiskt hård skiva monterad dikt an fasad, där ljudnivån loggats kontinuerligt. Uppmätta värden har korrigerats till frifältsvärde med 6 dB för reflektionen i plattan i enlighet med mätmetoden. Efter genomförd mätning har data analyserats med hänsyn till väderförhållanden, producerad effekt och bakgrundsljud. Uppgifter från vindkraftverken om bl.a. producerad effekt, vindhastighet från en anemometer vid navhöjd och navriktning har erhållits från vindparkens driftspersonal, som loggat dessa data kontinuerligt under mätningen. Meteorologiska data gällande lufttryck, luftfuktighet, temperatur, temperaturgradient, vindriktning samt vindhastighet har uppmätts av ÅF vid mätpunkten.

2.1 Mätningsförutsättningar



Figur 1. Översikt placering av vindkraftverk samt mätpunkt för ljudimmission vid Näset.

2.1.1 Vindkraftverk

I tabell 1 redovisas översiktlig information om det närmaste vindkraftverket. Vidare information i Bilaga 2 Tekniska data.



ACKREDITERAD MÄTRAPPORT

Tabell 1. Information om närmaste vindkraftverk, verk 4.

Tillverkare:	Siemens Wind Power A/S
Modell:	Siemens SWT-3.0-113
Reglerinställning:	Standard Setting (full drift, utan ljudreducerande inställningar)
Navhöjd ovan mark:	115 m
Rotordiameter	113 m
Tornstyp:	Cylindriskt torn. Trebladig uppströmsriktad rotor, horisontalaxlig turbin.

Vindkraftverken är placerade i kuperad terräng med både tät skog och avverkade ytor. Fotografi från mätningen finns i bilaga 3.

2.1.2 Mätutrustning

I tabell 2 listas utrustningen som användes under mätningen. Instrumenten är kalibrerade med spårbarhet till nationella och internationella referenser enligt vår kvalitetsstandard som uppfyller kraven i SS-EN ISO/IEC 17025, se referens (2). Datum för senaste systemkalibrering finns angiven i vår kalibreringslogg.

Tabell 2. Använd mätutrustning

Benämning	Fabrikat, Modell	Intern beteckning
Ljudnivåmätare	Norsonic, 140	AL 235
Mikrofon, klass 1	Norsonic, Nor1225	AL 235
Kalibrator, klass 1	B&K, Type 4231	KU38
Vind- och temperaturlogger	GILL, Windsonic (vindmätare)	Ö218

Vid mätningen har två vindskydd använts, dels ett primärt och dels ett sekundärt. Det primära är tillverkat av skumplast och har en diameter på ca 90 mm. Detta sitter närmast mikrofonen men har liten ljudpåverkan. Det sekundära vindskyddet (även kallat vindskärmen) har en diameter på ca 450 mm. En vindskärm kan påverka ljudbilden vid mikrofonen. Vid mätningarna har en halvsfärisk vindskärm använts. Det sfäriska vindskyddets ljudpåverkan har mätts i laboratorium och påverkan är mindre än 1 dBA. Vid utvärderingen har en korrektion för vindskyddets inverkan på ljudtrycksnivån skett inom varje tersband.

2.1.3 Mätpunkt

Vid ljudimmissionsmätning är det viktigt att välja en mätpunkt som har relativt lågt bakgrundsljud. Detta för att säkerställa ett bra signal-brusförhållande mellan bakgrundsljudet och ljudet från vindkraftverken. Mätpunkt med mycket intilliggande vegetation bör t.ex. undvikas då ljudet från vegetationen ofta ger upphov till höga bakgrundsnivåer. Genom att mäta på kvällen och natten finns en chans att vegetationsbruset minskar medan vindkraftverken fortsätter att drivas av vinden vid navhöjd.

Mikrofonen monterades på en standardiserad platta, dikt an fasaden till boningshuset.

Mikrofonen var placerad enligt mätstandarden nedströms vindkraftparken inom en vinkel på $\pm 45^\circ$. De geometriska förutsättningarna för mikrofonen redovisas i Tabell 3 nedan.



ACKREDITERAD MÄTRAPPORT

Tabell 3. Geometriska förutsättningar för mikrofon, mätpunkten. Koordinaten är en uppskattning utifrån flygfoto.

X-koordinat	7 043 747	[m] (RT90)
Y-koordinat	1 510 256	[m] (RT90)
Avstånd till närmaste verk	ca 1450 m	[m]

Allmän topografi:	I direkt närhet till mätpunkten finns gräsmatta som är lätt kuperad. Mellan mätpunkten och vindkraftverken är det kuperad mark med tät skog.
Typ av mark vid mikrofon:	Gräsmatta, mjuk mark.
Reflekterande ytor:	Inga reflekterande ytor, förutom enstaka träd.
Skärmande objekt:	Träd.
Andra ljudkällor:	Vindinducerat brus i vegetation.

Perioder med störningar som t.ex. hundskall och mänsklig aktivitet har exkluderats från mätresultatet.

2.1.4 Drifts- och väderförhållanden

Under mätningen 2013-10-29 till 2013-10-30 förekom nedanstående drifts- och väderförhållanden, se tabell 5.

Samtliga 33 vindkraftverk var i drift med ordinarie reglerinställningar, det vill säga "Standard Setting" (full drift). Vindkraftverken stängdes av och på för att mäta total ljudtrycksnivå och bakgrundsnivå, se tabell 4.

Tabell 4. Driftsschema för vindkraftverk.

Tidpunkt	Mätaktivitet	Vindkraftverk
21:51-22:47	Bakgrundsljud	Samtliga vindkraftverk avstängda
22:54-08:50	Totalljud	Samtliga vindkraftverk i drift

Mätpunkten bevakades av mätpersonal under delar av mätningen och störningar noterades. Ljud spelades också in kontinuerligt under hela mätperioden och ovidkommande störningar har på så vis identifierats och sorterats bort vid analysen. Mätningen genomfördes under väderförhållanden som redovisas i tabell 5 nedan.

Tabell 5. Väderförhållanden vid mättillfälle.

Lufttemperatur 2 m ovan mark	7-10	[°C]
Temperaturgradient	-0,11 till 0,17*	[K/m]
Vindriktning medel	V (Medel 264°)	
Molnighet	Mulet (8/8)	
Luftryck 2 m ovan mark	1028-1036	[hPa]
Relativ fuktighet	74-96	[%]

*Temperaturgradienten låg periodvis utanför det tillåtna intervallet om $\pm 0,05$ K/m. Mätvärden över $+0,05$ K/m ingår dock i analysen, vilket är ett avsteg från standarden. En positiv temperaturgradient kan ge en högre ljudnivå jämfört med en negativ temperaturgradient.

Vindhastigheten vid mätpunkten uppmättes med en 10 m hög mätmast där en väderstation registrerade temperatur på 1 m och 10 m höjd, temperaturgradient, vindriktning och vindhastighet på 10 m höjd. Mätmastens placering är angiven i tabell 6.

Tabell 6. Geometriska förutsättningar för vindmast

Avstånd till mikrofon	ca. 40	[m]
Avstånd till verk E10	ca. 1400	[m]



ACKREDITERAD MÄTRAPPORT

Ett antal träd och buskar förekommer i närheten av mikrofonen vilka ger upphov till visst vindalstrat bakgrundsljud. Därutöver uppstår ljud från omkringliggande skog. I början av mätningen förekom även skall från hundar i en närliggande hundgård.

3 Analys av mätning

Ljudnivåer som redovisas i rapporten är uppmätta värden vid fasad vilka har korrigerats för fasadreflex enligt mätstandarden med -6dB samt för användandet av ett sekundärt vindskydd. Korrektionen vindskyddet mindre än 1 dBA. Alla mätdata har en mättid på 1 minut. I tabell 7 presenteras i rapporten angivna beteckningar. Vindriktningen är registrerad av navanemometern och vindhastigheten är alltid angiven för 10 m höjd vid referensförhållanden.

Tabell 7. Beteckningar

Beteckning	Förklaring	Enhet
L_{free}	Den ekvivalenta ljudtrycksnivån med vindkraftverken på under mättiden 1 minut. Frifältsvärden.	dBA re 20 μ Pa
L_n	Den ekvivalenta ljudtrycksnivån från bakgrundsljud med vindkraftverken av under mättiden 1 minut. Frifältsvärden.	dBA re 20 μ Pa
$L_{Aeq,corr}$	Den ekvivalenta ljudtrycksnivån med vindkraftverken på, $L_{Aeq,free}$, korrigerad för bakgrundsnivån, L_n .	dBA re 20 μ Pa

Enligt Elforsk rapport 98:24 (1), ska regression med andra ordningens polynom göras för att bestämma bakgrundsnivån som funktion av vindhastigheten. Totalnivåerna korrigeras därefter för bakgrundsnivå mot denna regressionslinje. De bakgrundskorrigerade nivåerna skall enligt metoden därefter approximeras med en linjär regression. I standarden IEC 61400-11 (3), som används för bestämning av ljudemission från vindkraftverk, anvisas fjärdegradspolynom för regressionen av ljudet från vindkraften inklusive bakgrundsljudet. I analysen i denna rapport används den anpassning av regressionskurvan som bäst motsvarar det uppmätta ljudet.

3.1 Bestämning av vindhastighet

Vindhastigheten har i huvudsak bestämts genom den elektriska uteffekten från det närmaste vindkraftverket, verk 4, och vindkraftverkets effektkurva. Effektkurvan ger relationen mellan elektrisk uteffekt och vindhastighet vid navhöjd. I det aktuella fallet har elektriskt producerad effekt räknats om till vindhastighet vid navhöjd med hjälp av effektkurvan för aktuell vindkraftsmodell, för de tidsintervaller när producerad eleffekt har varit lägre än 95 % av vindkraftverkets märkeffekt. Se effektkurvan i bilaga 1A.

Den så beräknade vindhastigheten har korrigerats för aktuella väderförhållanden med hjälp av Ekvation 1. Ekvation 1 är från standarden IEC61400-11 (3), då det i Elforsk rapport 98:24 (1) inte finns någon formel för aktivt reglerade vindkraftverk.

$$V_H = V_D \left(\frac{p_{ref} T_k}{p T_{ref}} \right)^{1/3} \quad (\text{ekvation 1})$$

där

p är uppmätt lufttryck i kPa och p_{ref} är 90,3 kPa,

T_k är uppmätt temperatur i K och T_{ref} är 288 K,

V_H är den korrigerade vindhastigheten vid navhöjd i m/s,



ACKREDITERAD MÄTRAPPORT

V_D är vindhastigheten i m/s läst från diagrammet för vindhastighet som funktion, av elektrisk uteffekt.

Då den elektrisk producerade effekten är mindre än 5 % eller mer än 95 % är det otillräckligt att bestämma vindhastigheten genom effektkurvan. Vid dessa tidpunkter används den s.k. "Nacelle anemometer method" för att bestämma vindhastigheten vid navhöjd, enligt referens (3) kap 7.3.1.1.1. För alla datapunkter mellan 5 % och 95 % av vindkraftverkets märkeffekt kan ett samband ställas upp mellan vindhastigheten uppmätt vid navhöjd och vindhastigheten vid navhöjd framräknad genom effektkurvan. Sambandet uttrycks genom en regressionslinje. Ekvationen för regressionslinjen finns i Bilaga 1B tillsammans med en figur med respektive vindhastighets datapunkter.

Därefter har vindhastigheten vid navhöjd skalats om till vindhastigheten vid 10 m höjd, V_{10} , under antagande om logaritmisk vindprofil, se ekvation 2. Alla vindhastigheter som är angivna i denna rapport är värden på 10 m höjd.

$$V_{10} = V_H \left[\frac{\ln(10/z_0)}{\ln(H/z_0)} \right] \quad (\text{ekvation 2})$$

där

H är vindkraftverkets navhöjd i m,

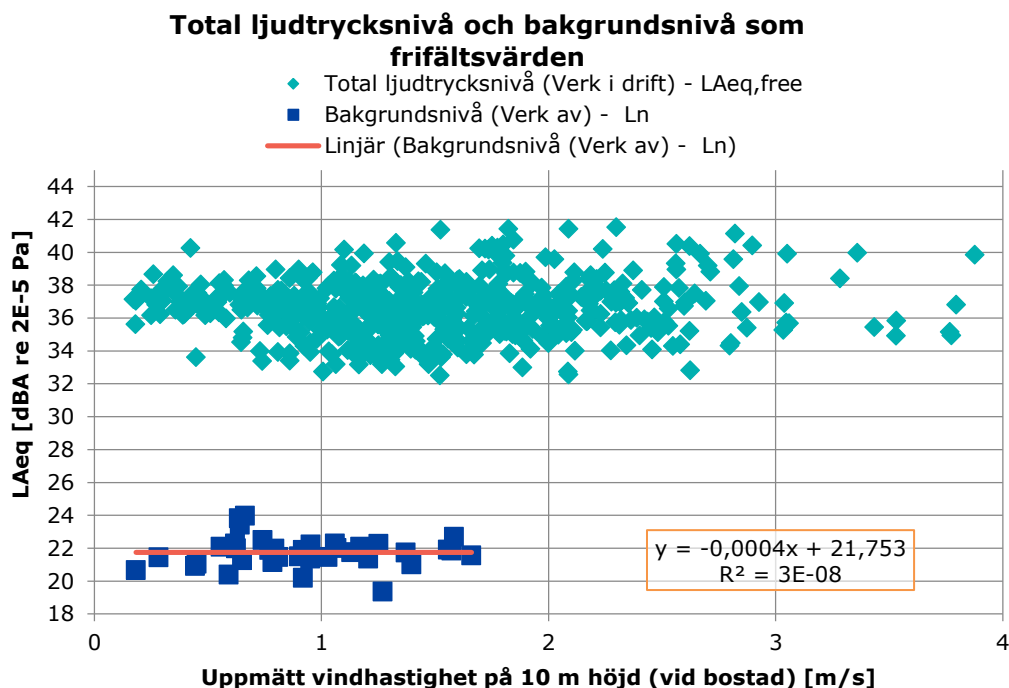
z_0 är referensmarkrålängden 0,05 m.

Vindhastigheten vid 10 m höjd är ett referensvärde som vanligtvis används i rapporter för utstrålning av ljud från vindkraftverk. I fall att vindhastighetsprofilen inte är logaritmisk är detta ett teoretiskt värde.

3.2 Uppmätt ljudtrycksnivå

Analysen följer de rekommenderade stegen i (1) med undantag för rapporterade avsteg. Mätvärden med ovidkommande ljud har exkluderats.

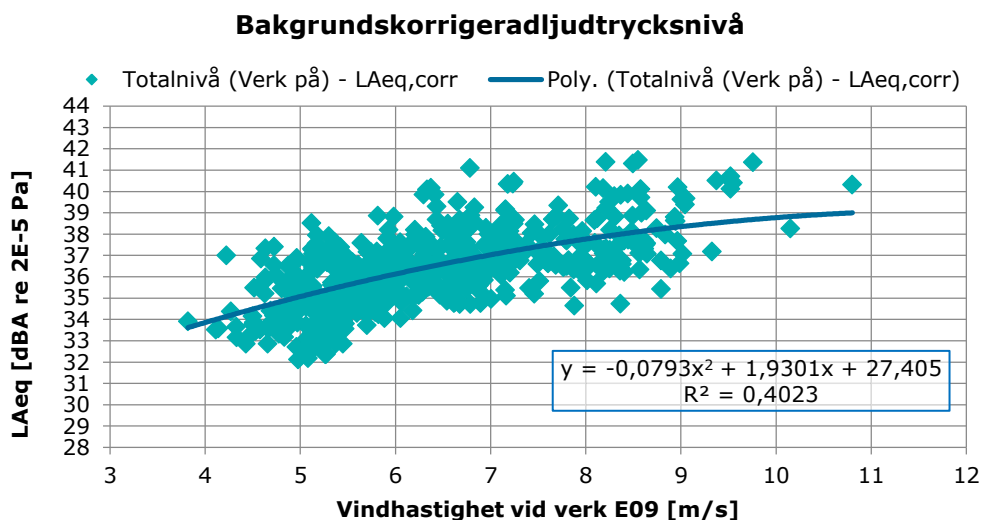
I figur 2 visas den totala ekvivalenta ljudtrycksnivån i mätpunkten med vindkraftverken i drift, L_{free} , och bakgrundsnivån med vindkraftverken parkerade, L_n . En regression av andra ordningen utförs på bakgrundsnivån och tillhörande polynom redovisas i figuren. Totalljud (med verket i drift) och bakgrundsljud (med verket av) har relaterats till vindhastighet uppmätt vid mätpunkten på 10 m höjd, se figur 3.



Figur 2. Total ljudtrycksnivå, $L_{Aeq,free}$, och bakgrundsnivå, L_n , i mätpunkten.

Ljudet från vindkraftverken var tydligt hörbart i mätpunkten. Skillnaden mellan bakgrundsnivå och totalnivå är mer än 10 dB vid 0-2 m/s och bakgrundsljudet har generellt mycket liten inverkan på totalnivåerna. Dock uppmättes endast bakgrundsljud vid vindhastigheter under 2 m/s (vid mätpunkten). Vid högre vindhastigheter ökar sannolikt bakgrundsljudet något. Ingen hänsyn har tagits till detta i analysen, utan bakgrundsljudet har beräknats utifrån angivet polynom i figur 3 (vilket innebär en bakgrundsnivå på ca 22 dBA vid alla vindhastigheter), vilket kan leda till något överskattade nivåer av vindkraftsljudet.

Utifrån den linjära regressionskurvan i figur 2 korrigeras den totala ljudtrycksnivån för bakgrundsnivån och den korrigerade ekvivalenta ljudtrycksnivån, $L_{Aeq,corr}$, erhålls. Den bakgrundskorrigerade ljudtrycksnivån har därefter relaterats till vindhastigheten bestämd ur producerad elektrisk effekt från verk E09, i enlighet med Elforsk rapport 98:24 (1). Denna vindhastighet har sedan räknats om till 10 m höjd under en logaritmisk vindhastighet med referensmarkrånslängd 0,05 m, vilket är ett avsteg från mätmetoden. Detta avsteg motsvarar dock Naturvårdsverkets rekommendation (2). De bakgrundskorrigerade ljudtrycksnivåerna presenteras i figur 3.



Figur 3. Korrigerad ljudtrycksnivå, $L_{Aeq,corr}$, i mätpunkten.

Utifrån angivet polynom för regressionskurvan beräknas den ekvivalenta ljudtrycksnivån vid 8 m/s till 38 dBA i mätpunkten.

3.3 Tonalitet

Inga stadigvarande toner från vindkraftverken kunde subjektivt uppfattas i mätpunkten. Trots detta har en objektiv tonanalys enligt (3) utförts. Inga toner med en hörbarhet över -3dB hittades i analysen och därvid ska enligt (3) inga toner rapporteras.

4 Mätosäkerhet

Resultatet av mätningarna är belagd med osäkerheter som har sina ursprung i variationer i omgivningen, väderförhållanden, mättiden och mätsystemet. Osäkerheten i uppmätta ljudtrycksnivåer uttrycks i en standardavvikelse s . Denna beräknas genom summation av olika bidrag. Systematiska avvikelser (kalibrering, mätmetod, etc.) uppskattas genom att anta jämn fördelning av resultat orsakat av spridning i ett visst intervall av bredd a . Standardavvikelsen blir således uppskattat till $s_B = a/\sqrt{3}$. Även den naturliga spridningen av mätvärdena som från olika tidsintervaller under mätningens utförande tas hänsyn till. I ett utkast på en ny utgåva av mätmetod för mätning av vindkraftbuller anger Sten Ljunggren (som tidigare har författat mätmetoden (1) som används i denna rapport) att det "inte finns tillräckligt med erfarenheter för att osäkerheten i ett mätresultat skall kunna uppskattas". Vi räknar därför enligt den metoden som används i (3) som behandlar påverkan av osäkerhet i bakgrundsbullermätning som en systematisk avvikelse på ljudnivån som har korrigerats för bakgrundsbuller.

ACKREDITERAD MÄTRAPPORT



Tabell 8. Mätosäkerhetsanalys

Standardavvikelse för komponent		Standardavvikelse [dB]
Bakgrundskorrigerade nivåer	$U_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y - y_{est})^2}{N - 2}}$	1,3
Systematiska avvikelser		$s_B = a / \sqrt{3}$
Kalibrering	U_{B1}	0,2
Kedja av alla mätinstrument	U_{B2}	0,2
Mätning i fritt fält	U_{B3}	0,3
Luftens akustiska impedans	U_{B4}	0,1
Meteorologiska variationer, bla. turbulens	U_{B5}	0,4
Vindhastighet beräknad ur producerad effekt	U_{B6}	0,2
Vindriktning	U_{B7}	0,3
Bakgrundsbuller	U_{B8}	0,1
Kombinerade systematiska osäkerheter	$U_B = \sqrt{U_{B1}^2 + U_{B2}^2 + \dots}$	0,7
Alla osäkerheter kombinerade, metod enligt (3).	$U_{tot} = \sqrt{U_A^2 + U_B^2}$	1,5

Tabell 8 ger en indikation på vilka storheter som inverkar på bestämningen av ljudtrycksnivån i mätpunkten. Mätinstrumenten i sig har mycket god precision. Osäkerheten för ljudnivån mätt med precisionsljudnivåmätaren är mindre än 0,2 dB. Eftersom det skiljer mer än 10 dB mellan total ljudtrycksnivå och bakgrundsljudet över lag så är osäkerheten för bakgrundskorrekturen mycket liten.

Mätosäkerheten anges som $\pm 1,5$ dB för mätningen.

Om ett konfidensintervall för mätvärdet ska bestämmas, ska standardosäkerheten multipliceras med en så kallad täckningsfaktor. Ett konfidensintervall på 90 % betyder att om försöket upprepas många gånger kommer 90 % av resultaten att hamna inom intervallet. Täckningsfaktorn är 1 för 68,3 % konfidensintervall och den är 2 (eller egentligen 1,96) för 95 % konfidensintervall. För ett 90 % konfidensintervall ska standardavvikelsen multipliceras med 1,645.

5 Avsteg från mätstandarden

Dessa avsteg från mätstandarden har gjorts:

- Vindhastigheten har räknats ner från navhöjd till 10 m efter referensförhållanden istället för platsens faktiska förhållanden. Detta enligt Naturvårdsverkets rekommendation.
- En linjär regression, istället för en andra ordningens regression, har använts för att estimeras bakgrundsnivån. Bakgrundsnivån vid högre vindhastigheter (där det saknades mätvärden) har estimerats utifrån polynomet i figur 2. Detta innebär att bakgrundsnivån antas vara i princip densamma oavsett



ACKREDITERAD MÄTRAPPORT

vindhastighet. Då bakgrundsnivån vanligtvis ökar vid högre vindhastighet, innebär detta att de bakgrundskorrigerade nivåerna (dvs vindkraftsljudet) kan generellt vara något högre än de faktiskt är.

- En andra ordningens regression, istället för en linjär regression, har använts för att estimerat de bakgrundskorrigerade ljudnivåerna.
- Mätvärden med en temperaturgradient över + 0,05 K/m ingår i analysen vilket kan överskatta uppmätta ljudnivåer. Inverkan bedöms som försumbar.

6 Slutsats

Skillnaden mellan bakgrundsnivå (vindkraftverk av) och totalnivå (vindkraftverk på) var mycket stor vilket innebär att mätningen ger ett tydligt resultat. Utifrån mätningarna fastställs ljudtrycksnivån från vindparken, vid 8 m/s vid vindkraftverken, till 38 dBA i mätpunkten, med en mätosäkerhet på $\pm 1,5$ dB.

7 Referenser

1. **Ljunggren, Sten.** *Elforsk rapport 98:24 - Mätning av bullerimmission från vindkraftverk.* u.o. : Energimyndigheten, 1998.
2. **Naturvårdsverket.** Mätning och beräkning av ljud från vindkraft. *Naturvårdsverket.* [Online] den 24 08 2012. <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Verksamheter-med-miljopaverkan/Buller/Vindkraft/Matning-och-berakning-av-ljud-fran-vindkraft/>.
3. **IEC.** *IEC 61400-11 Edition 2.1 "Wind turbine generator systems - Part 11: Acoustic noise measurement techniques".* Geneve : International Electrotechnical Commission, 2006-11.
4. —. *IEC 17025:2005/Cor 1:2006 Allmänna kompetenskrav för provnings- och kalibreringslaboratorier.* 2007.

ACKREDITERAD MÄTRAPPORT



Bilaga 1. Figurer och diagram

A. Verkets effektkurva

Effektkurvan för Siemens SWT-3.0-113 enligt dokumentet: "Contract Power Curve, Rev. 0, SWT-3.0-113", Document ID: E W CTO-40-0000-2678-00 (HST, NIBU / 2012.05.16)

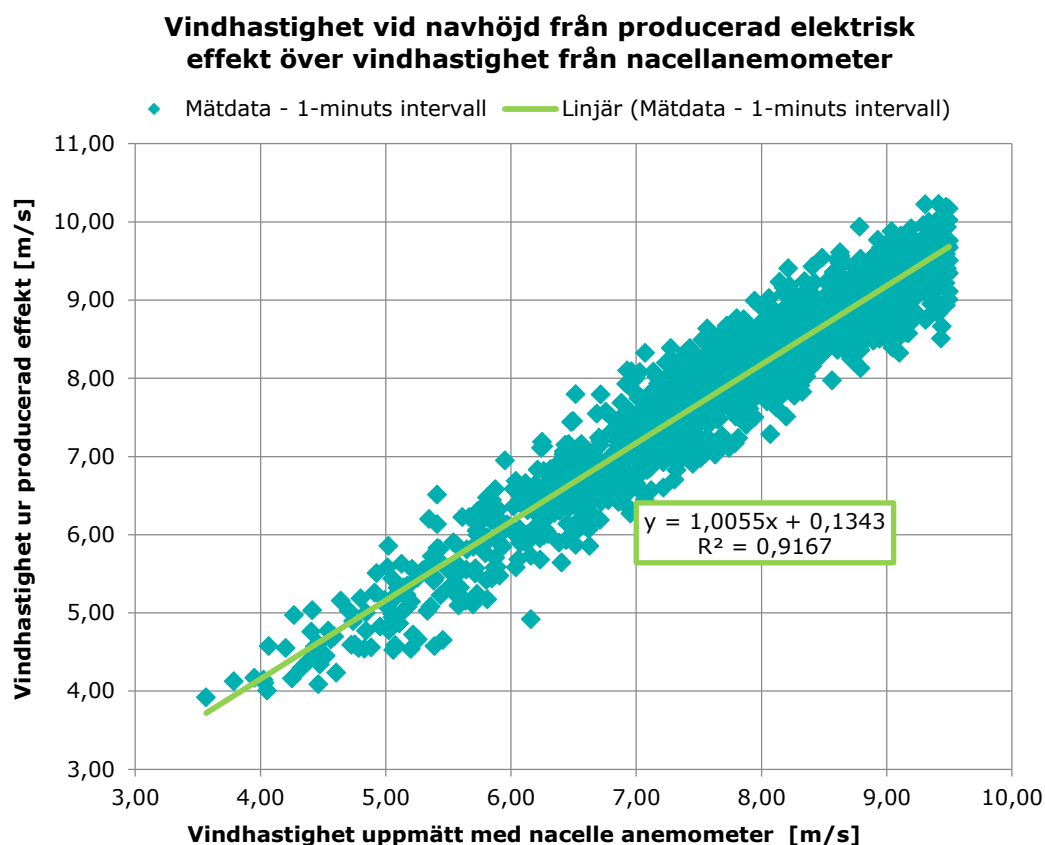
Då effektkurvan är konfidentiell har den utelämnats från aktuell rapport.



ACKREDITERAD MÄTRAPPORT

B. Vindhastighet från producerad effekt mot nacellanemometer

Följande data är då verket ligger mellan 5 och 95 % av maxeffekt (150-2850 kW). Detta används vid korrektion av vindhastigheter enligt "Nacelle anemometer method" för att beräkna vindhastigheten utifrån navanemometern då den producerade effekten överskrider 95 % av märkeffekten. Även vindhastighet för bakgrundsljud har korrigerats på detta sätt.



Kommentar

Vindhastigheten enligt verkets producerade elektriska effekt är beräknad med effektkurva enligt Bilaga 1 A. Utifrån den regressionslinje som anges i grafen ovan har uppmätt vindhastighet av nacellanemometern "kalibrerats" enligt den så kallade "nacelle anemometer method". Grafen visar att den beräknade vindhastigheten från producerad effekt stämmer mycket väl överens med den av nacellanemometer uppmätta vindhastigheten.

ACKREDITERAD MÄTRAPPORT



Bilaga 2. Tekniska data

Tekniska data	
Vindkraftverk, detaljer:	33 st vindkraftverk
Tillverkare	Siemens Wind Power A/S
Modellnummer	Siemens SWT-3.0-113
Serienummer	-
Axelriktning	Vertikal
Rotorplacering	Uppströms
Navhöjd	115 [m]
Horisontellt avstånd från rotorcentrum till tornaxel	- [m]
Rotordiameter	113 [m]
Torn typ	Tube
Reglertyp	Bladvinkelreglering
Varvtalstyp	Variabel hastighet
Effektkurva	Se Bilaga 1A
Varvtal vid olika vindhastighet	Se avsnitt 4.3
Bladvinkel vid olika vindhastighet	-
Märkeffekt	3000 [kW]
Programvara i tornet:	SICS
Reglermod:	Standard Setting
Rotor, detaljer:	
Rotorregleranordningar	Hydraulisk
Finns virvelalstrare, överstegringsremсор eller tandad bakkant	Virvelalstrare och tandad bakkant
Bladtyp	B55 De-icing
Antal blad	3 st
Växellåda:	
Tillverkare	Ingen Växellåda
Modell	-
Typ	-
Generator:	
Tillverkare	Siemens Wind Power
Modell	DD22 (3,0 MW)
Rotationshastighet vid märkeffekt	15,5 varv/min

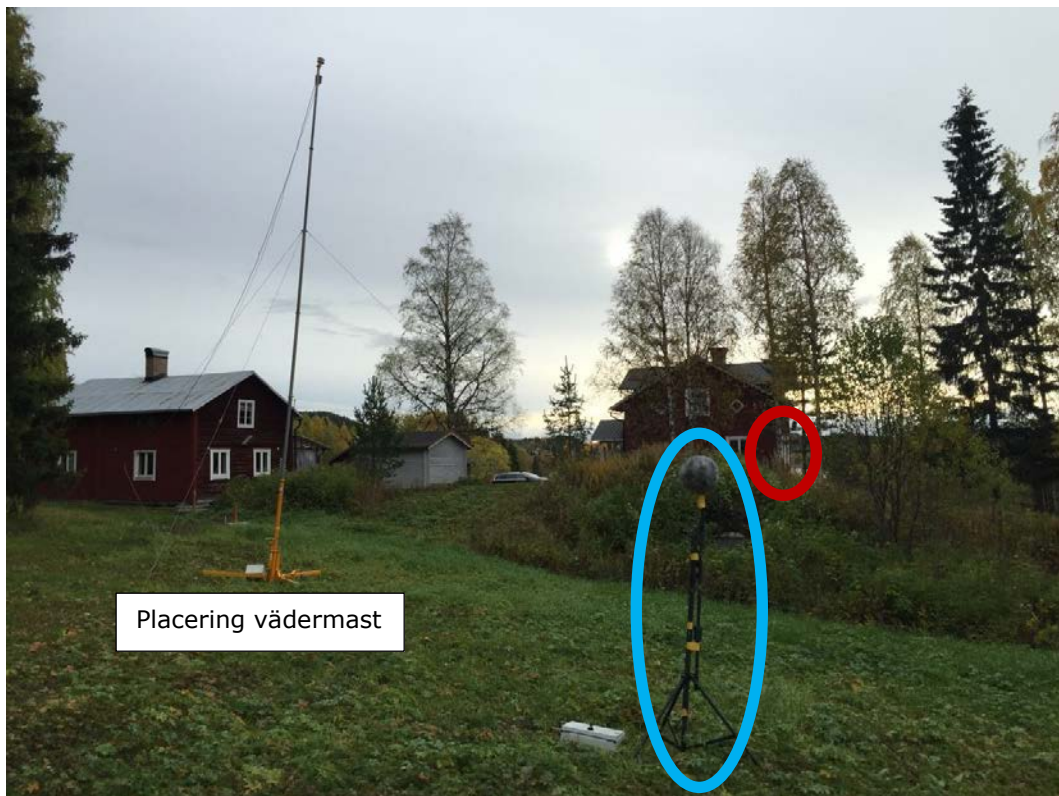
Bilaga 3. Fotografier från mätpunkten



Bild 1. Bild tagen på mätpunkten för ljudtrycksnivå. Mikrofonen är monterad dicht an den standardiserade mätplattan och därefter har det sekundära vindskyddet monterats ovanpå mikrofonen.



Bild 2. Bild tagen från mätpunkten i riktning mot verk belägna nordväst om mätpunkten.



*Bild 3. Bild tagen från vädermast i riktning mot bostadshus, med mikrofonens position inringad med **röd ring**. En referensmätning på stativ, markerad med **blå ring**, utfördes även under delar av mätperioden.*