

VIA E-POST & POST

Mark- och miljödomstolen
c/o Länsstyrelsen Skåne
Miljöprövningsdelegationen
205 15 MALMÖ



GULLIKSSON

Datum 2014-12-10
Er ref D nr 551-3526-2014
Vår ref R107580032

Överklagande

Omprövning av villkor enligt 24 kap 5 § miljöbalken

Klagande:

Karsholms Vindkraft AB AB, org.nr. 556814-1070, c/o HS Kraft AB,
Frihamnsallén 8, 211 20 Malmö.

Ombud för klagande:

Advokat Hans-Anders Odh
Advokatbyrån Gulliksson AB, Box 739, 220 07 Lund
E-post: Hans-Anders.Odh@gulliksson.se

Överklagat beslut:

Miljöprövningsdelegationens vid Länsstyrelsen i Skåne beslut av den 18 november 2014 i D nr 551-3526-2014; 1290-1014.

Saken:

Omprövning av villkor i miljötillstånd enligt 24 kap 5 § 5 p miljöbalken
samt utfärdande av utredningsföreläggande enligt 22 kap 2a § kopplat
till 19 kap 5 § 3 p miljöbalken.

Advokatbyrån Gulliksson AB
Box 739
220 07 Lund
Besöksadress Ideon Gateway,
Scheelevägen 27, vån 17
Lund
Tel 046-19 05 20
Fax 046-19 05 25
E-post mail@gulliksson.se
Hemsida www.gulliksson.se
Momsregnr SE556733531901
Plusgiro 22 19 28-5
Bankgiro 5291-6855
Klientmedel
Nordea 3095 17 03536

I egenskap av ombud för klaganden Karsholms Vindkraft AB (Karsholms Vindkraft) får jag härmed med stöd av den till Länsstyrelsen ingivna fullmakten överklaga ovan angivet beslut samt anföra följande.

1. ÄNDRINGSYRKANDE

Karsholms Vindkraft yrkar att Mark- och Miljödomstolen ska upphäva Miljöprövningsdelegationens vid Länsstyrelsen i Skåne beslut av den 18 november 2014 i D nr 551-3526-2014.

2. Grunder

Det överklagade beslutet innehåller två delar, dels ett beslut om att tillståndet ska omprövas, dels ett beslut om att utfärda ett vitessanktionerat utredningsföreläggande. Båda delarna i det överklagade beslutet ska upphävas på grunder som redovisas separat i avsnitten 2.1 respektive 2.2 nedan.

2.1. Omprövning av villkor 6 enligt 24 kap 5 § 5 p miljöbalken

Det saknas grund för Länsstyrelsens beslut att ompröva villkor 6 enligt 24 kap 5 § 5 p miljöbalken då

- det inte genom verksamheten uppkommit en olägenhet av någon betydelse som inte förutsågs när verksamheten tilläts,
- det saknas tillräcklig utredning till styrkande av att det genom verksamheten uppkommit en olägenhet av någon betydelse som inte förutsågs när verksamheten tilläts, samt
- skadan eller kostnaderna för omprövningen inte står i rimlig proportion till nyttan med omprövningen och den riskerar att avsevärt försvåra verksamheten.

2.2. Föreläggande att inkomma med utredning enligt 22 kap 2a§ miljöbalken

Utredningsföreläggandet ska upphävas då

- det saknas skäl för tillsyns- och tillståndsmyndighet att initiera ett omprövningsärende med beaktande av den utredning som föreligger,
- yrkandet om omprövning från tillsynsmyndigheten inte är tillräckligt klart och preciserat för att Mark- och miljödomstolen ska kunna bedöma om den förelagda utredningen är relevant,
- den förelagda utredningen inte är relevant i förhållande till dels tillsynsmyndighetens yrkande, som detta får förstås, dels gällande riktlinjer för vindkraftsljud,
- den förelagda utredningen grundar sig inte på de normer och mätstandarder som finns för vindkraftsljud samt
- skadan eller kostnaderna för utredningen inte står i rimlig proportion till nyttan med åtgärden.

Ovannämnda grunder för överklagandet utvecklas i det följande under respektive avsnitt 3 och 4 nedan.

3. Utveckling av grunden för överklagandet i omprövningsdelen

3.1. Olägenhet av någon betydelse som inte förutsågs när verksamheten tilläts

Det saknas grund för Länsstyrelsens beslut att ompröva villkor 6 enligt 24 kap 5 § 5 p miljöbalken då det inte genom verksamheten har uppkommit en olägenhet av någon betydelse som inte förutsågs när verksamheten tilläts. Karsholms Vindkraft utvecklar denna grund enligt följande.

I beslutet uttalar Länsstyrelsen att villkor 6 i tillståndet ska omprövas. Det är dock otydligt vilken typ olägenhet som Länsstyrelsen anser ha uppkommit och om den påstådda olägenheten är av någon betydelse.

Länsstyrelsens motivering i denna del sammanfattas på sidan 10 i beslutet enligt följande.

Av boendes klagomål och kommunens begäran finns det anledning att anta att det förekommer bullerstörningar av en karaktär som inte kunde förutses när tillståndet meddelades. Det skulle t.ex. kunna vara amplitudmodulerat ljud. Eftersom omfattningen och nivån på ljud med en sådan karaktär inte beskrevs i

ansökningshandlingarna och det nu upplevs som en olägenhet av betydelse är det i sig skäl för att ompröva villkoret.

Av beslutsskälerna kan man således utläsa att Länsstyrelsen har grundat sitt beslut att tillståndet ska omprövas på följande omständigheter:

- boende på ett avstånd om 1-2,5 km har klagat
- omständigheter angivna i tillsynsmyndighetens begäran samt
- misstanke om förekomst av amplitudmodulerat ljud som inte togs upp i prövningen av tillståndet.

Ovannämnda omständigheter kommenteras var för sig i följande avsnitt.

3.1.1. Boende på långa avstånd har klagat

Länsstyrelsen anför att ett antal motparter bosatta på ett relativt långt avstånd (1-2,5 km) från etableringen känner sig störda av ljud från verksamheten vid olika tidpunkter och väderförhållanden.

Länsstyrelsen synes mena att det förhållande att boende på nämnda avstånd, synbarligen samordnat och organiserat, har ingivit klagomål till tillsynsmyndigheten, i sig skulle vara en sådan olägenhet som inte beaktades när verksamheten tilläts.

Denna grund är bristfällig då Länsstyrelsen inte kan grunda ett ställningstagande om att ett tillstånd "ska omprövas" på icke

verifierade partsinlagor. Det skulle strida mot den förvaltningsrättsliga objektivitetsprincipen.

Bedömningen av vad som ska anses utgöra en olägenhet ska utgå från vad människor i allmänhet anser vara en olägenhet enligt 9 kap 3 § miljöbalken och inte baseras på en eller flera personers reaktion i det enskilda fallet. När det gäller vindkraftsbuller följer detta av de studier som låg till grund för nu gällande riktlinjer. Det ansågs t.ex. acceptabelt att en relativt stor andel personer kände sig störda av ljud som låg under riktvärdet. Detta framgår av bifogat av ÅF Infrastructure AB upprättat expertutlåtande, [bilaga 1](#), (Expertutlåtandet) sidan 2 enligt följande utdrag:

I domen från 2003 refererades Naturvårdsverkets remissyttrande. De hänvisar till Eja Pedersens och Kerstin Persson Wayes studie av störningar från vindkraftverk (Laholmsstudien) och skriver att av den nämnda studien framgår att 20 % upplevde sig som mycket störda vid ljudnivån 37,5-40 dBA.

Olägenhetsrekvisitet är således ett objektiva kriterium där Länsstyrelsen måste stödja sig på de riktvärden som finns för vindkraftsljud, vilka anger gränsen för när det miljörättsligt föreligger en olägenhet.

Riktvärdet för vindkraftsbuller går vid 40 dBA vid bostäder och mäts som ekvivalent ljud (mer om detta i följande avsnitt).

Ljud avtar med avståndet, vilket är en fysikalisk sanning.

Anledningarna till ljuddämpningen är bl.a. följande:

- geometrisk divergens (en spridning över en allt större area ju längre bort ljudet kommer från källan),
- luftabsorption,
- markdämpning, och
- avskärmning t.ex. på grund av skog, kullar och byggnader.

Detta stöds av Expertutlåtandet sidorna 4 och 6 enligt följande utdrag:

Alla ovanstående fysikaliska fenomen gör att ljudet avtar med ökande avstånd vid ljudutbredning utomhus. En bostad B som ligger längre bort än bostad A kommer att få en lägre ljudnivå än bostad A. Det finns ett fall med ökande ljudhastighet med höjden då man kan få fokusering av

Sammanfattningsvis kan sägas att ju längre bort en bostad ligger från en vindkraftpark, desto lägre blir ljudnivån i medeltal. Lokala nivåförändringar, upp och ner, kan ske periodvis med ökande avstånd.

I ansökningshandlingarna för tillståndet redogjordes för ljudpåverkan på de bostäder som ligger närmast anläggningen då ljudpåverkan är störst för dessa bostäder. Då ljud avtar med avståndet ligger det i sakens natur att boende på längre avstånd är objektivt sett mindre störda av ljudet än de som bor närmre. Om påverkan är acceptabel för de som bor inom en radie av 1000 meter, är påverkan följaktligen också acceptabel för de som bor på längre avstånd.

Även ljudpåverkan för bostäder som ligger på längre avstånd än 1 km beaktades vid prövningen. Ansökningshandlingarna omfattar en bullerutbredningskarta ingiven som bilaga 1 till MKB:n, se bild 1 nedan.

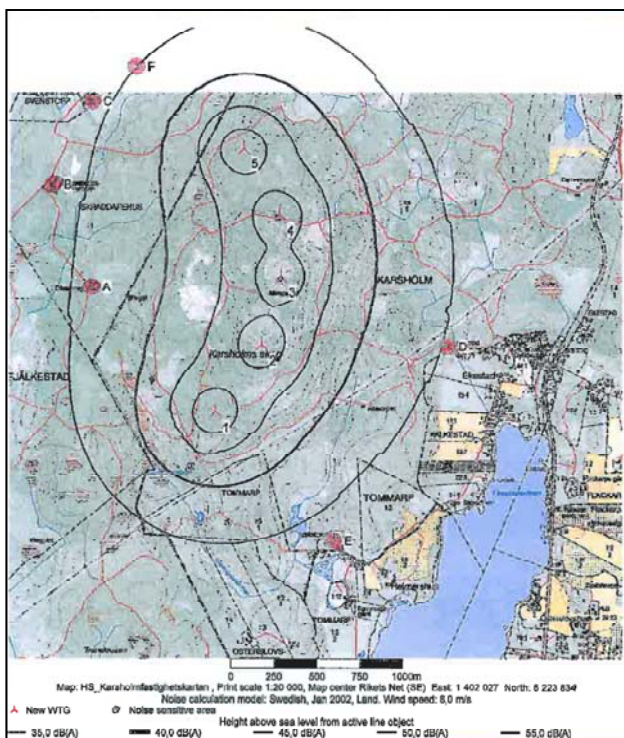


Bild 1

I kartan ovan anges gränslinjer för bl.a. ljudnivåerna 40 dBA och 35 dBA. På kartan anges bostäder som ligger på avstånd upp till i vart fall 2,5 km från vindbruksgruppen. Gemensamt för alla dessa på kartan angivna bostäder är att de ligger utanför 40 dBA gränsen. Alla bostäder utom en ligger dessutom utanför eller på 35 dBA gränsen. Kartan visar även att bullerpåverkan minskar med avståndet från vindkraftverken.

Således har ljudpåverkan på bostäder även på längre avstånd än 1 km beaktats vid prövningen då dessa finns med på kartan som tydligt indikerar att de ligger utanför 40 dBA gränsen.

Länsstyrelsen har således fel när den påstår att ljudpåverkan på boende på längre avstånd än 1 km inte beaktades i prövningen och att klagomål från dessa boende skulle indikera att en olägenhet har uppkommit som inte beaktades vid prövningen. Ljudpåverkan på dessa längre bort boende har redovisats vid prövningen bl.a. genom ovannämnda ljudutbredningskarta och omfattas således av Tillståndets rättskraft enligt 24 kap 1 § miljöbalken och är inte en omständighet som kan vara föremål för omprövning.

3.1.2. Olägenheter beskrivna i tillsynsmyndighetens begäran

Som Kristianstads kommuns (Kommunen) framställan om omprövning, Länsstyrelsens aktbilaga 1, (Tillsynsmyndighetens Framställan) får förstås, synes Kommunen göra gällande att det har uppkommit olägenheter som talar för att det generella riktvärdet för vindkraftsbuller om 40 dBA ska frångås och hänvisar till Naturvårdsverkets skrift *Riktvärden för ljud från vindkraftverk* (<http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning-amnesvis/Buller/Buller-fran-vindkraft/buller-vindkraft-riktvarden/>).

Av Naturvårdsverkets skrift framgå bl.a. följande:

I områden där ljudmiljön är särskilt viktig, där bakgrundsljudet är lågt och där låga ljudnivåer eftersträvas, exempelvis områden i fjäll och skärgårdar, bör ljudet enligt Naturvårdsverket inte överskrida 35 dBA.

Naturvårdsverkets uppställer således tre kriterier för när huvudregeln (40 dBA) ska frångås och riktvärdet för ljud istället inte bör överstiga 35 dBA. Naturvårdsverkets tre kriterier sammanbinds i en "och-sats" vilket innebär att alla tre kriterierna ska vara uppfyllda för att rekommendationen ska gälla enligt följande:

- *I områden där ljudmiljön är särskilt viktig,*
- *där bakgrundsljudet är lågt och*
- *där låga ljudnivåer eftersträvas.*

Naturvårdsverket ger även exempel på vad som typiskt sett är sådana områden som avses "*exempelvis områden i fjäll och skärgårdar*". Inget av dessa båda exempel passar in på aktuellt område.

Det aktuella området pekas inte ut av Kommunens översiktsplan eller områdesbestämmelser som ett område "*där ljudmiljön är särskilt viktig*" eller "*där låga ljudnivåer eftersträvas*". Området anges inte heller som ett friluftsområde i översiktsplanen.

I Tillsynsmyndighetens Framställan har Kommunen inte heller i övrigt inkommit med underlag som visar att det aktuella området skulle vara ett område där ljudmiljön är särskilt viktig eller där låga ljudnivåer eftersträvas.

Kommunen väljer istället att feltolka och åberopa den av ÅF Infrastructure AB, på uppdrag av Karsholms Vindkraft, utförda bullerimmissionsmätningen, bilaga 2, (Rapporten). Enligt Kommunen "indikerar" Rapporten att vid mätpunkt A är

vindhastigheten mindre än 50% av den vid vindkraftverken vilket i sin tur skulle "indikera" att det vid en viss vindriktning är ett vindskyddat läge med låg bakgrundsnivå enligt Naturvårdsverkets definition.

Som man får förstå Kommunen, grundas således

Tillsynsmyndighetens Framställan på följande två kriterier:

- att det eventuellt är fråga om ett vindskyddat läge samt
- att det samtidigt är fråga om låg bakgrundsnivå vid vissa tidpunkter och väderförhållanden.

Kommunen menar att detta i sig skulle leda till rättsföljden att tillståndet ska omprövas på så sätt att riktvärdet för buller ska sänkas till 35 eller 37 dBA vid vissa tidpunkter, förutsatt att åtgärderna inte är för ingripande mot verksamheten vid en proportionalitetsbedömning enligt följande utdrag ur Tillsynsmyndighetens Framställan:

anläggningen). Exakt utformning av villkoret, d.v.s. om det ska vara rikt- eller begränsningsvärde, vilken ljudnivå (35, 37 dBA eller annat värde) och vilka tidpunkter som skulle vara lämpliga, måste naturligtvis fastställas efter avvägning mot påverkan på produktionen. Detta för att kunna göra

Kommunen har inte redogjort för hur samtliga tre ovannämnda och-satser är uppfyllda, än mindre har Kommunen redovisat något stöd för att det skulle vara fråga om en låg bakgrundsnivå i sig eller en låg bakgrundsnivå som en följd av vindskyddat läge enligt Naturvårdsverkets definition. Att ett vindskyddat läge i sig kan påvisas (eller som i det här fallet indikeras) innebär inte automatiskt att det förekommer en låg bakgrundsnivå eller att Naturvårdsverkets riktlinjer för buller ska sänkas till 35 dBA.

Kommunens slutsatser vederläggs dessutom av Rapporten vilket utvecklas i följande avsnitt.

3.1.2.1. Låg bakgrundsnivå som en följd av vindskyddat läge

Kommunen hänvisar till Rapporten och påstår att det vid vissa bostäder förekommer ett vindskyddat läge som skulle ge upphov till låg bakgrundsnivå.

Kommunen drar felaktiga slutsatser från Rapporten, vilket framgår av Rapporten.

På sidan 16 i Rapporten framgår av grafen att vindhastigheten vid denna mätpunkt är mer än 50% lägre än vindhastigheten vid vindkraftverken. Detta indikerar att det kan vara ett vindskyddat läge som kan ge låg bakgrundsnivå, men inte att det är det.

På flera ställen i Rapporten har ÅF istället konstaterat att det inte vid någon mätpunkt vid mättillfället förekommer en låg bakgrundsnivå på grund av vindskyddat läge.

Detta uttrycks på sidan 2 i Rapporten enligt följande utdrag:

Bakgrundsnivån som uppmättes bedöms dock inte som mycket låg. Den varierade mellan cirka 32-51 decibel under två timmar.

Detta uttrycks även på sidan 17 i rapporten enligt följande utdrag:

vid vindkraftverken som visas i figuren. Med utgångspunkt i mätresultatet konstateras även att det vid mättillfället ej är en låg bakgrundsnivå på grund av vindskyddat läge.

Detta upprepas igen på sidan 20 i rapporten enligt följande utdrag:

vid vindkraftverken som visas i figuren. Med utgångspunkt i mätresultatet konstateras även att det vid mättillfället inte är en låg bakgrundsnivå på grund av vindskyddat läge.

Detta kommer även till uttryck i Rapportens sammanfattning på sidan 25.

Kommunen gör även gällande att ljudet från vindkraftverken vid vissa tidpunkter, t.ex. kvällar och morgnar, samt vid vissa väderförhållanden upplevs som mer störande.

Mot detta kan följande anföras. I Sverige råder det generellt lägre bakgrundsnivåer på kvällar, nätter och morgnar pga. av att det ofta mojnar vid marken vid dessa tider och det kan förklara att ljudet hörs tydligare och kan subjektivt upplevas mer störande. Detta är inget unikt för det aktuella området, utan snarare generellt i områden med vindkraftetableringar, vilket framgår av följande utdrag från Rapporten sidan 5:

På kvällarna när vinden mojnar sker det ibland på ett sådant vis att vinden mojnar först nere vid marken, medan det fortfarande blåser uppe vid vindkraftverkens vingar. Då kan det inträffa att man hör vindkraftverken tydligare även om ljudnivån inte blir högre. Det beror på att det vindalstrade ljudet från buskar och träd nere vid marken minskar.

Ett sådant generellt gällande faktum ger inte stöd för att sänka riktvärdet från 40 dBA till 35 dBA i detta specifika fall. Det omvända förhållandet skulle drabba alla vindkraftsetableringar och således vara förödande för hela vindkraftsbranschen inbegripet det starka allmänintresset av att nå vindkrafts- och förnybarhetsmålen.

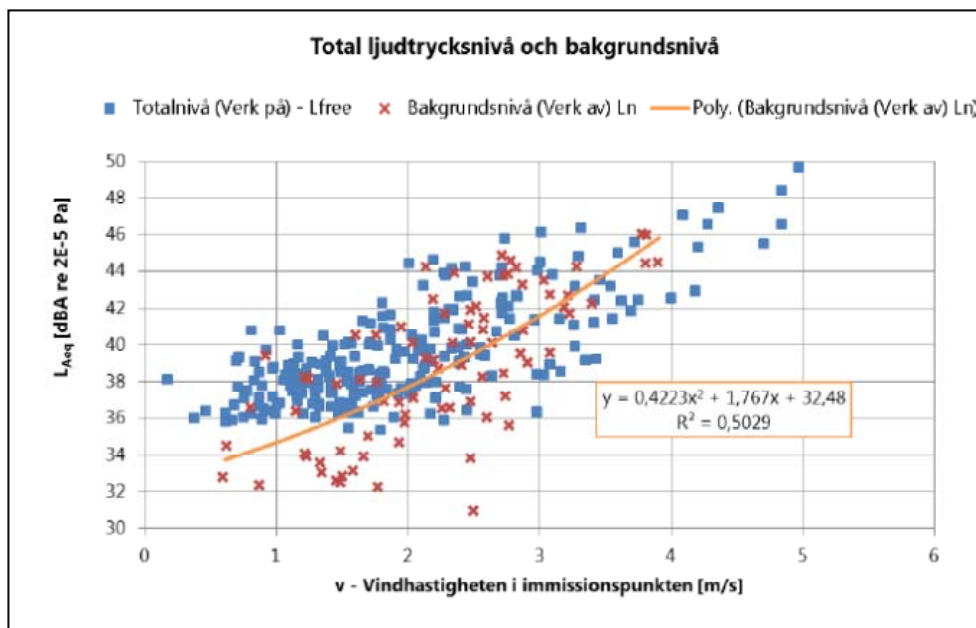
Sammanfattningsvis har Kommunen misstolkat situationen. Det finns inget stöd för att det i området förekommer låg bakgrundsnivån pga. vindskyddat läge, vilket tydligt framgår av Rapporten. Det saknas således fog för Kommunens påstående om att särskild hänsyn ska tas till låg bakgrundsnivå på grund av vindskyddat läge.

3.1.2.2. Låg bakgrundsnivå i området generellt

Som man får förstå Tillsynsmyndighetens Framställan menar Kommunen dessutom att det generellt i området skulle förekomma en så låg bakgrundsnivå och så känslig ljudmiljö att det skulle leda till att Naturvårdverkets rekommendation om sänkt rikvärde för buller skulle bli tillämplig.

Även detta påstående saknar stöd och motsäger de utredningar som föreligger i ärendet, inbegripet Rapporten enligt följande.

ÅF gör i Rapporten en bedömning av bakgrundsivån vid mättillfället vid de olika mätpunkterna. Bakgrundsivån överstiger 30 dBA med marginal vid samtliga bostäder, mätpunkter och mättillfällen. Se t.ex. utdrag nedan från sidan 17.



Tysta områden brukar klassas som områden med en bakgrundsivå på under 30 dBA. Detta framgår bl.a. av Länsstyrelsens och Trafikverkets publikation "Bullerfria områden" (http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/sv/publikationer/2004/Bullerfria_omraden_del2_2004.pdf)

I ÅF:s mätningar i Rapporten låg alla mätvärden av bakgrundsivå med god marginal över 30 dBA.

Från sidorna 17 och 20 i Rapporten framgår också att merparten av totalnivåerna (dvs. bakgrundsljud tillsammans med vindkraftsljud),

framförallt vid högre vindhastigheter, är av samma storleksordning som bakgrundsljudet. Det innebär att ljudet domineras av vindalstrat bakgrundsljud enligt följande utdrag från sidan 17.

Man kan notera att merparten av totalnivåerna, framförallt vid högre vindhastigheter är av samma storleksordning som bakgrundsljudet. Det innebär att ljudet domineras av vindalstrat bakgrundsljud. För lägre vindhastigheter, under 2 m/s vid mätpunkten, tenderar totalnivån att

Att det i Sverige är lägre bakgrundsnivåer på kvällar, nätter och morgnar är, som nämnts ovan, inget unikt för det aktuella området, utan snarare generellt i områden med vindkraftetableringar och kan i sig inte grunda krav på sänkta riktvärden för buller.

Som nämnts ovan framgår det inte heller av andra källor att området skulle vara särskilt känsligt för ljud och att låga ljudnivåer eftersträvas. Området pekas inte ut av Kommunens översiktsplan eller områdesbestämmelser som ett område där ljudmiljön är särskilt viktig eller där låga ljudnivåer eftersträvas. Området anges inte heller som ett friluftsområde i översiktsplanen.

I detta sammanhang kan det noteras att Sveriges generella riktvärde för vindkraftsbuller vid bostad redan är förhållandevis strängt vid en internationell jämförelse. Motsvarande värde i Tyskland uppgår till 45 dBA.

3.1.3. Olägenhet i form av amplitudmodulerat ljud

Länsstyrelsen anför lite svepande att tillståndet behöver omprövas då det finns

"anledning att anta att det förekommer bullerstörningar av en karaktär som inte kunde förutses när tillståndet meddelades. Det skulle t.ex. kunna vara amplitudmodulerat ljud".

För amplitudmodulerat ljud finns inga etablerade riktvärden och följaktligen kan varken tillsynsmyndigheten eller någon annan veta när amplitudmodulerat ljud objektivt ska anses utgöra en miljörättslig olägenhet enligt 9 kap 3 § miljöbalken. Det är därför anmärkningsvärt och felaktigt att Länsstyrelsen grundar sitt omprövningsbeslut på en omständighet för vilken riktlinjer/gränsvärden saknas. Redan på denna grund bör omprövningsbeslutet upphävas.

Att ompröva villkor 6 i tillståndet på grund av amplitudmodulerat ljud vittnar dessutom om en okunskap om hur riktlinjerna för vindkraftsljud har tillkommit.

Alla vindkraftverk ger upphov till amplitudmodulerat ljud, vilket gör att vindkraftsljud kan upplevas som något mer störande än annat ljud utan amplitudmodulationer. Detta utgör själva grunden för att riktvärdena för vindkraftsljud är lägre än för vanligt industribuller eller buller från vägar och järnvägar.

I vindkraftsbranschens begynnelse gällde gängse industribullernorm för vindkraftsljud (dvs. 50 dBA dagtid, 45 dBA kvällstid och 40 dBA nattetid), se Expertutlåtandet sidan 1 och Miljööverdomstolens dom i mål M9282-02. Då studier emellertid visade att ljudet från vindkraftverk upplevdes som mer störande än annat industriljud på grund av amplitudmodulationen, sänktes riktvärdena till 40 dBA under hela dygnet. Av Expertutlåtandet framgår att det var just amplitudmodulationen som gjorde att riktvärdet skärptes för vindkraftsljud enligt följande utdrag från sidorna 5 respektive 7.

I citatet ovan från M 9282-02 uppmärksammar Miljööverdomstolen vindkraftsljudets karaktär med svischljud. Det är denna karaktär som också kan beskrivas mer tekniskt som amplitudmodulation. Av skrivningen kan man förstå att inverkan av amplitudmodulationen redan är inbegripet i valet av villkorsvärde 40 dBA ekvivalent ljudnivå.

Beräkningsexemplen visar att en hög maximal momentan ljudnivå och en stor amplitudmodulation ger högre ekvivalent ljudnivå. Denna ökning beaktas således i riktvärdet för ekvivalent ljudnivå.

Det är mot denna bakgrund felaktigt att påstå att amplitudmodulationen i vindkraftsljudet inte var en omständighet som beaktades vid prövningen då detta hänsynstagande redan ligger i det sänkta riktvärdet för ekvivalent vindkraftljud om 40 dBA. Det finns därför heller ingen anledning att sänka eller ompröva ljudvillkoret ytterligare på grund av förekomsten av amplitudmodulerat ljud.

Då det enbart finns riktlinjer för det ekvivalenta ljudet ligger det i sakens natur att det enbart är det ekvivalenta ljud som uttryckligen redovisades vid prövningen.

Dessutom saknas specifika möjligheter att styra amplitudmodulerat ljud, såvitt är känt, på de vindkraftsmodeller som finns på marknaden idag, inbegripet nu aktuella vindkraftverk (Förutom möjligheten att sänka den ekvivalenta ljudnivån i så hög grad att inte heller amplitudmodulationen hörs eller helt stänga av vindkraftverken, se sidan 8 i Expertutlåtandet). Det är därför inte meningsfullt att grunda ett omprövningsbeslut på eventuell uppkomst av amplitudmodulerat ljud.

3.2. Utredning saknas som visar att olägenhet uppkommit

Jämlikt 24 kap 5 § 5 p miljöbalken får ett tillstånd omprövas om det genom verksamheten uppkommit en olägenhet av någon betydelse som inte förutsågs när verksamheten tilläts.

Bestämmelsen medger för sin tillämplighet inte någon bevislättnad. Full utredning ska således föreligga för att en olägenhet av någon betydelse ska anses ha uppkommit som inte förutsågs när verksamheten tilläts.

Detta faktum synes också vara anledningen till att Länsstyrelsen har förelagt Karsholms Vindkraft att inkomma med utredning som svarar på frågan huruvida en olägenhet av någon betydelse har uppkommit som inte förutsågs vid prövningen. I avvaktan på en sådan utredning

kan det knappast vara motiverat att besluta att tillståndet ska omprövas.

Trots att det inte är utrett huruvida en sådan olägenhet har uppkommit beslutar ändå Länsstyrelsen att tillståndet "ska omprövas".

Detta är märkligt mot bakgrund av att inte ens Länsstyrelsen verkar vara av uppfattningen att det är utrett att villkoret ska omprövas, vilket framgår på många ställen i beslutet bl.a. enligt följande.

- Sidan 10 sista stycket:

"...finns det anledning att anta att det förekommer bullerstörningar av en karaktär som inte kunde förutses när tillståndet meddelades. Det skulle t.ex. kunna vara amplitudmodulerat ljud".

Bevisgraden "anledning att anta" når knappast upp till konstaterandet att villkoret ska omprövas.

- Sidan 11, näst sista stycket:

"Det krävs dock utredningar för att Miljöprövningsdelegationen ska kunna bedöma omfattningen av olägenheterna..."

Länsstyrelsen visar genom detta uttalande att den inte vet omfattningen av olägenheten. Hur Länsstyrelsen utan denna visshet kan besluta att villkoret ska omprövas är en gåta.

Redan det faktum att utredningsföreläggandets syfte är för att kunna bedöma

- om olägenheten är av "någon betydelse",
- om olägenheten överhuvudtaget uppfyller olägenhetskriteriet enligt 9 kap 3 § miljöbalken, samt
- om den inte beaktades vid prövningen,

stödjer Karsholms Vindkrafts uppfattning att det inte är visat att rekvisiten för omprövning av villkoret är uppfyllda.

Mot denna bakgrund måste beslutet att ompröva villkoret således upphävas.

För det fall att utredningsföreläggandet beviljas och relevant utredning föreligger, kommer utredningsresultatet troligen att visa att lagstöd för att ompröva villkoret saknas. I ett sådant scenario är det inte rätt att det nu överklagade beslutets rättskraft omfattar ett fastställande av att villkoret ska omprövas. Denna fråga ska rätteligen istället vara föremål för framtida prövningar när full utredning föreligger.

Då utredning saknas, saknar Mark- och miljödomstolen förutsättningar för att bedöma om villkoret ska omprövas. Beslutet ska därför upphävas i denna del.

3.3. Omprövningsbeslutet står inte i rimlig proportion till nyttan med åtgärden

Länsstyrelsens beslut innebär att tillståndet ska omprövas. Tillsynsmyndighetens yrkande om omprövning är emellertid inte tillräckligt preciserat för att avgöra hur betungande omprövningen kommer att bli. Det är inte möjligt att utföra en slutlig proportionalitetsbedömning innan det föreligger ett preciserat yrkande/beslut om omprövning.

Karsholms Vindkraft kan emellertid göra följande generella anmärkningar vad gäller frågan om huruvida en omprövning ska anses vara proportionerlig.

Lönsamheten i vindkraftsbranschen är idag pressad på grund av låga elpriser. Så som Tillsynsmyndighetens Framställan får förstås önskar myndigheten att en omprövning ska innebära någon form av produktionsminskning med ännu sämre lönsamhet som följd. En produktionsminskning kommer dessutom få konsekvenser för miljön i form av minskad förnybar elproduktion. Ett omprövningsbeslut riskerar

bli vägledande för hela vindkraftsbranschen. Ett beslut att ompröva villkoren skulle ge avskräckande signaler till vindkraftsaktörer och potentiella investerare om att stor rättsosäkerhet råder för givna tillståndsbeslut. En omprövning i det här fallet skulle innebära en urvattning av miljötillståndets rättskraft enligt 24 kap 1 § miljöbalken.

Denna rättsosäkerhet skulle i sin tur riskera att investeringar i vindkraftverk minskar, vilket skadar allmänintresset av att bygga ut förnybar vindkraftsproduktion till 30 TWH enligt regeringens och riksdagens mål för vindkraft till år 2020.

Mot dessa intressen står ett opreciserat beslut om omprövning vilket är grundat på vaga och ostyrkta påståenden om nya olägenheter. Då de olägenheter från vindkraftverken i form av ljud inte är annorlunda än på andra ställen och inte är värre än vad som får tålas enligt gällande riktlinjer är det inte rimligt att ompröva villkor 6 innebärande att verksamheten måste minska sin produktion i förhållande till vad som anges i tillståndet då detta avsevärt skulle försvåra verksamheten.

4. Utveckling av grunden för överklagandet i den del som avser utredningsföreläggandet

4.1. Det saknas skäl för tillsyns- och tillståndsmyndighet att initiera ett omprövningsärende och förelägga om utredning

Ett lagakraftvunnet tillstånd som har meddelats i ett ansökningsmål rörande miljöfarlig verksamhet har rättskraft inte bara mellan parterna utan mot alla. Alla som har kunnat föra talan i målet blir bundna av beslutet. Detta innebär att tillståndet inte kan angripas av tillsynsmyndigheten avseende de frågor som prövats av tillståndsmyndigheten. Tillsynsmyndigheten är därmed förhindrad att besluta om förelägganden och förbud som begränsar redan meddelade tillstånd i ansökningsmål enligt 24 kap 1 § och 26 kap 9 § 3 st miljöbalken.

Denna huvudregel är mycket stark och motiveras av att ge ett förutsebart och rättsäkert skydd för verksamhetsutövarer, i det aktuella fallet mycket omfattande, investeringar i den tillståndsgivna verksamheten.

Verksamhetsutövaren har nyligen genomfört en kostsam¹ utredning avseende frågan om ljudvillkoret i tillståndet innehålls. Denna utredning sammanfattas i Rapporten. Resultatet av denna utredning visar att ljudvillkoret innehålls med god marginal, vilket såväl Länsstyrelsen som tillsynsmyndigheten har bekräftat.

Därigenom har Karsholms Vindkraft gjort vad som kan krävas enligt miljöbalken för att visa att Tillståndet efterlevs. Länsstyrelsen eller Tillsynsmyndigheten har således inte rätt att ställa ytterligare krav på utredningar eller begränsningar av verksamheten t.ex. med hänvisning till hänsynsreglerna i 2 kap miljöbalken. Detta framgår bl.a. av prop 1997/98:45 I och II s 207 respektive 252 enligt följande utdrag ur propositionen²:

Ett tillstånds rättskraft kan begränsa tillståndshavarens skyldighet att följa hänsynsreglerna. Tillstånd i ansökningsmål och ärenden enligt miljöbalken har enligt 24 kap. 1 § rättskraft såvitt avser frågor som behandlas i tillståndet. I dessa frågor behöver inte tillståndshavaren göra mer än vad som följer av tillståndet. Andra kapitlets hänsynsregler ställer alltså inga ytterligare krav på dessa områden. Tillståndshavaren måste

Tillståndet ger alltså en trygghet. Den tillståndshavare som följer villkoren behöver normalt inte frukta att det allmänna ställer ytterligare krav med stöd av hänsynsreglerna, i vart fall inte beträffande sådana frågor som har prövats vid tillståndsgivningen.

För att initiera ett omprövningsärende ska det inte vara tillräckligt att det inkommer klagomål från i detta fall personer som bor relativt långt bort (1-2,5 km). Redan det faktum att personerna bor på detta avstånd och med vetskapen att ljud avtar med avståndet borde vara grund nog för myndigheten att avstå från att förelägga verksamhetsutövaren

¹ Kostnaderna för utredningen har hittills uppgått till 450 000 kr.

² Se även Norstedts kommentar till miljöbalken, B Bengtsson m fl., avsnitt 2:3

ytterligare utredningsskyldigheter utöver de skyldigheter som redan följer av innevarande tillstånd.

Den utförda bullermätningen, vilken sammanfattas i Rapporten, inbegriper såväl emissions- som immissionsmätningar. Mätningen omfattade dessutom studier av bakgrundsljud och förekomst vindskyddade lägen som redovisats ovan. Som framgår av Rapporten indikerade inget i dessa studier att grund för strängare bullerkrav ska ställas på verksamheten. Dessutom visar Rapporten att tillståndets bullervillkor innehålls med god marginal.

Med stöd av föreliggande utredningar (Rapporten och dess bilagor samt Expertutlåtandet) kan det konstateras att det saknas anledning för tillsynsmyndigheten och tillståndsmyndigheten att initiera ett omprövningsärende och att utfärda ett utredningsföreläggande. Beslutet ska således upphävas i denna del på ovannämnda grund.

4.2. Tillsynsmyndigheten yrkande är inte tillräckligt klart och preciserat för att Mark- och miljödomstolen ska kunna bedöma om den förelagda utredningen är relevant

I Tillsynsmyndighetens Framställan saknas ett preciserat och klart omprövningsyrkande. Istället finns det något som anges som "slutsats" enligt följande utdrag:

Slutsats

Miljö- och hälsoskyddsnämnden ser behov av omprövning av villkor 6 i tillståndet för Karsholms vindkraftsanläggning på fastigheten Karsholm 1:4 i Kristianstads kommun, som ägs och drivs av Karsholms Vindkraft AB, Frihamnsallen 8, 211 20 MALMÖ, (556814-1070).

I slutsatsen anger Kommunen att den "ser ett behov av omprövning" men det saknas ett klart handlingsdirektiv för hur omprövningen ska

utföras. Inte heller i Länsstyrelsens beslut framgår hur myndigheterna önskar ompröva beslutet.

Om omprövningsyrkandet är opreciserat resulterar det oundvikligen i att utredningsföreläggandet blir oklart och irrelevant för prövningen, vilket också har blivit fallet i detta mål. Enligt förvaltningsrättsliga principer ska ett betungande beslut vara preciserat. Detta gäller för såväl omprövningsbeslutet som för utredningsföreläggandet.

Således måste Tillsynsmyndighetens yrkande om omprövning vara tillräckligt klart och preciserat att det ska gå att bedöma om utredningsföreläggandet enligt 22 kap 2a§ miljöbalken är relevant.

Det ovannämnda framgår, förutom av allmänna förvaltningsrättsliga principer, även av etablerad doktrin på området. Se bl.a. följande utdrag ur Bertil Bengtssons et. al.; "Kommentar till miljöbalken", Norstedts Blå bibliotek, avsnitt 22:10:

Ett klart yrkande om vilken ändring som begärs måste framställas av tillsynsmyndigheten så att domstolen kan bedöma om den yrkade utredningen är relevant för prövningen.

Tillsynsmyndighetens Framställan saknar ett tillräckligt klart yrkande om vilken villkorsändring som begärs för att domstolen ska kunna bedöma om den yrkade utredningen enligt 22 kap 2a§ miljöbalken är relevant för prövningen. Länsstyrelsens beslut om utredningsföreläggande ska på denna grund upphävas då det inte går att avgöra om den förelagda utredningen är relevant för prövningen.

4.3. Utredningsföreläggandet är inte relevant i förhållande till tillsynsmyndighetens yrkande som det får förstås

Som nämnts under föregående avsnitt är Tillsynsmyndighetens Framställan, om vilken villkorsändring som yrkas, inte tillräckligt klart

för att Mark- och miljödomstolen ska kunna avgöra om utredningsföreläggandet är relevant för prövningen.

Om man ändå ska våga sig på att tolka Tillsynsmyndighetens Framställan avseende vilket omprövningsyrkande tillsynsmyndigheten framställer, så ligger det närmast till hands att utgå från det enda exemplet på förändrat villkor som anges däri.

Detta exempel framgår av följande utdrag från sidan 7 i Tillsynsmyndighetens Framställan:

blir sämre. Ett exempel är att riktvärdet skulle sänkas från 40 till 35 dBA kl 18-09 vid tillfällen då vindriktningen är inom +/- 30 grader från de närmaste bostäderna väster och öster om anläggningen, samt då vindhastigheten vid vindkraftverken är lägre än vad som motsvarar 12 m/s på 10 m höjd (vid anläggningen). Exakt utformning av villkoret, d.v.s. om det ska vara rikt- eller begränsningsvärde, vilken ljudnivå (35, 37 dBA eller annat värde) och vilka tidpunkter som skulle vara lämpliga, måste naturligtvis fastställas efter avvägning mot påverkan på produktionen. Detta för att kunna göra förändringen inom ramen för miljöbalkens 24 kap 5 § och 2 kap 7 §.

Om Mark- och miljödomstolen utgår från att tillsynsmyndighetens yrkande är det som framgår av exemplet ovan, så utgörs grunden för yrkandet i så fall av Naturvårdsverkets riktlinjer för när strängare ljudvillkor än 40 dBA ska tillämpas.

Som angetts ovan under p 3.1.2 uppställer Naturvårdsverkets tre kriterier för när huvudregeln (40 dBA) ska frångås och riktvärdet för ljud istället inte bör överstiga 35 dBA. Dessa kriterier är följande:

- *ljudmiljön i området ska vara särskilt viktig, exempelvis i fjäll- och skärgårdsområden,*
- *bakgrundsljudet i området är lågt och*
- *låga ljudnivåer ska eftersträvas i området.*

Som nämndes ovan under punkten 3.1.2 framgår det redan av föreliggande utredning – Rapporten - att ovannämnda kriterier inte är uppfyllda.

Om vi emellertid utgår från att tillsynsmyndighetens yrkande utgörs av exemplet ovan, är det flera delar i utredningsföreläggandet som saknar relevans för prövningen i förhållande till nämnda yrkande och grund. Följande delar i utredningsföreläggandet är mot denna bakgrund irrelevanta.

- Mätningar av maximal ljudnivå. Naturvårdsverkets riktlinjer för vindkraftsljud – inbegripet de strängare bullerkraven - anger inget om maximalt ljud. Det är därför inte relevant att utföra långtidsmätningar av detta ljud i förhållande till tillsynsmyndighetens omprövningsyrkande, som detta får förstås. Det generella riktvärdet för maxljud från industribuller går emellertid vid 55 dBA nattetid. Om det ekvivalenta ljudet ej överstiger 40 dBA, vilket tillståndsmyndigheten och tillsynsmyndigheten har konstaterat i det aktuella fallet, så innehålls också normalt det generella riktvärdet för maxljud. Enligt Rapporten förekom inga höga maxljud vid ljudimmissionsmätningarna. Se följande utdrag från Expertutlåtandet sidan 6:

Som visas nedan i avsnitt 2.4 ger en hög maximal ljudnivå och en stor amplitudmodulation en ökad ekvivalent ljudnivå jämfört med en låg maximal ljudnivå och en liten amplitudmodulation. Eftersom det inte finns något kriterium för amplitudmodulation, och dessutom ingen mätmetod anvisad i myndigheternas vägledning, skulle en mätning av amplitudmodulation inte ge något besked om ett riktvärde innehålls eller överskrids.

Vid ljudimmissionsmätningarna, se ÅF 584685 Rapport C, som genomförts 2013 i Eketorp och Fjälkestad har inga höga maximala ljudnivåer av vindkraftsljud förekommit.

- Mätningar av amplitudmodulerat ljud. Naturvårdsverkets riktlinjer för strängare bullerkrav säger inget om amplitudmodulerat ljud. Det är därför inte relevant att utföra långtidsmätningar av detta ljud i förhållande till

tillsynsmyndighetens omprövningsyrkande, som detta får förstås. Därutöver finns inga mätstandarder eller riktlinjer för amplitudmodulerat ljud. Det skulle inte heller gå att avgöra om mätresultatet överskrider en bullernorm.

Därutöver är enligt vetenskapliga studier A-vägd ekvivalent ljudnivå är ett bättre mått för störning än olika mått för amplitudmodulation. Mätningen enligt utredningsföreläggandet skulle därför inte bli vederhäftig eller relevant. Se följande utdrag från Expertutlåtandet sidorna 6, 7 och 8:

Eftersom det inte finns något kriterium för amplitudmodulation, och dessutom ingen mätmetod anvisad i myndigheternas vägledning, skulle en mätning av amplitudmodulation inte ge något besked om ett riktvärde innehålls eller överskrids.

Sammanfattningsvis visar studierna att A-vägd ekvivalent ljudnivå är ett bättre mått för störning än olika mått för amplitudmodulation, varför det finns fog för att koppla riktlinjerna till detta

mätvärde. Det finns inget mätetal för amplitudmodulation som visats ge bra korrelation med upplevd störning.

Det finns heller inga specifika möjligheter att styra vindkraftverk i förhållande till amplitudmodulerat ljud. Därför saknas nytta eller relevans för mätningen. Se följande utdrag från Expertutlåtandet sidan 8:

Det finns, såvitt vi känner till, ingen möjlighet att för de aktuella vindkraftverken reglera amplitudmodulerat ljud annat än att stänga av verken. Länsstyrelsen skriver att reglering av den ekvivalenta ljudnivån också reglerar amplitudmodulationen, men det finns inget sådant direkt samband. Amplitudmodulationen ger fluktuationer i ljudnivån och fluktuationernas styrka beror inte självklart av medelnivån eller den ekvivalenta ljudnivån. Nyttan med en sådan studie kan således, i det här fallet, ifrågasättas. Om man genom att sänka den ekvivalenta ljudnivån skulle göra ljudet ohörbart, skulle förstås inte heller amplitudmodulationen höras.

- Mätning i percentiler enligt Olof Öhlunds metod.

Måttet $L5-L95$ används av Öhlund för att filtrera mättningsresultaten. Den angivna mätmetoden ledde till att 89% av mätresultaten förkastades. I nu aktuellt fall, då bostäderna inte ligger i skog, kommer en ännu högre andel

mätresultat behöva förkastas. En sådan metod kan tillståndsmyndigheten inte grunda en villkorsändring på.

Naturvårdsverkets riktlinjer för strängare bullerkrav förutsätter inte heller användandet av en sådan metod.

Det är därför inte relevant att utföra långtidsmätningar enligt denna metodik i förhållande till tillsynsmyndighetens omprövningsyrkande, som detta får förstås. Se följande utdrag från Expertutlåtandet sidan 8.

mindre än eller lika med 4 dBA. Även andra villkor skulle vara uppfyllda. De gjorde sin mätning inne i skogen, där det vindalstrade vegetationsljudet troligen var ganska lågt. Trots detta ledde filtrering till att ett stort antal mätvärden filterades bort, för Dragaliden vindpark kunde exempelvis endast 11% av mätvärdena användas. Om motsvarande regel tillämpas på en mätning nära en bostad med träd och buskar i närheten, men inte inne i en skog, leder det troligen till att ännu fler mätvärden måste förkastas. ÅFs erfarenhet är att kritiker mot ljudmätningarna är skeptiska när man förkastar ovidkommande ljud.

Sammanfattningsvis anser vi att det vore oklokt att göra en percentilbestämning av ljudnivåer, både för totalljud inklusive vindalstrat bakgrundsljud, och för totalljud där mätvärden med övervägande vindalstrat bakgrundsljud förkastats efter filtrering.

För det fall att tillsynsmyndighetens yrkande ska förstås så att det utgörs av exemplet ovan saknar större delen av utredningsföreläggandet relevans i förhållande till prövningen. Utredningsföreläggandet ska på denna grund upphävas.

Om tillsynsmyndighetens yrkande utgörs av exemplet ovan borde utredningsföreläggandet istället omfatta utredning av följande frågor:

- Är ljudmiljön i området särskilt viktig, motsvarande ljudmiljön i exempelvis fjäll och skärgårdar,
- Är bakgrundsljudet i området lågt (t.ex. på grund av vindskyddat läge)³. och
- Är låga ljudnivåer något som eftersträvas i området t.ex. i Kommunens översiktsplan.

Dessa frågor besvaras nekande ovan i punkterna 3.1.2, 3.1.2.1 och 3.1.2.2 samt i Rapporten och i kommunens översiktsplan.

4.4. Den förelagda utredningen grundar sig inte på de normer och mätstandarder som finns för vindkraftsljud

Ett betungande förvaltningsbeslut måste vara normbundet och tillräckligt preciserat för att den enskilde ska kunna veta vilka handlingsdirektiv som gäller och vad som utgör grunden för dessa.

Som nämnts ovan finns fastställda normer och standarder i Sverige som anger när buller från vindkraftverk miljörättsligt och objektivt ska anses utgöra en olägenhet som inte ska tålas och hur bullret ska mätas.

³ I Expertutlåtandet sidan 9 framgår följande om vad en utredning bör innehålla avseende frågan huruvida det förekommer låg bakgrunds nivå på grund av vindskyddat läge:

Slutsatsen i forskningsrapporten om låg ljudnivå i vindskyddade lägen är att den enda metod som, med någorlunda säkerhet, kan rekommenderas för att utreda om en plats utgör ett vindskyddat läge, där riktvärdet bör sättas till 35 dBA ekvivalent ljudnivå, är mätning av vindhastighet på 10 m höjd vid verket och vid bostäder samt ljudnivå vid bostad. Problemet med denna metod är att det är kostsamt att göra sådana mätningar. Den förutsätter också att det redan finns vindmättningsutrustning vid den tänkta platsen för verken och vinddata att tillgå. En sådan utrustning finns inte idag enligt verksamhetsutövaren. Dessutom ska ljudnivåmätare och en tiometersmast med vindmättningsutrustning placeras vid bostaden där undersökningen ska göras. För att avgöra tillståndet vid olika vindriktning, olika vindhastighet, olika tid på året och olika tid på dygnet, kan mätning behöva ske under lång tid med verken avstängda under stor del av tiden.

Gränsvärdet för vindkraftsbuller går vid 40 dBA vid bostäder, vilket avser ekvivalent ljud från vindkraftverk utanför bostaden vid vindhastigheten 8 m/s på 10 m höjd vid medvind. Som anförts i föregående avsnitt bör för vissa områden där ljudmiljön är särskilt viktig och naturliga ljud dominerar, till exempel fjäll och skärgårdar, värdet vara lägre än 40 dBA.

Samhällets normer för vindkraftsljud finns bl.a. återgivna i Boverkets vindkraftshandbok och Naturvårdsverkets hemsida (se <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning-amnesvis/Buller/Buller-fran-vindkraft/buller-vindkraft-riktvarden/>). Dessa normer anges sammanfattningsvis i det följande som Samhällets normer för vindkraftsljud.

Samhällets normer för vindkraftsljud är inte rättsligt bindande men ska vara vägledande vid bedömningar. I avsaknad av annan bevisning för vad som ska anses utgöra en olägenhet blir Samhällets normer för vindkraftsljud i praktiken bindande. Det motsatta förhållandet hade lett till alltför stor rättsosäkerhet.

Utredningsföreläggandets handlingsdirektiv utgörs av bristfälligt beskrivna mätmetoder avseende ljudtyper (t.ex. amplitudmodulerat ljud) för vilka det saknas specifika normer i det svenska samhället.

Då utredningsföreläggandet inte stödjer sig på samhällets normer för vindkraftsljud strider det mot ovannämnda förvaltningsrättsliga princip om normbundenhet för betungande beslut.

Av rättsäkerhetsskäl kan det finnas fog för tillståndsmyndigheten vid utformandet av utredningsföreläggandet att hämta vägledning från de principer som slås fast i 4 § 2 st Naturvårdsverkets föreskrifter om genomförande av mätningar och provtagningar i vissa verksamheter (2000:15) som har följande lydelse.

4 § 2 st

--

I övriga fall skall verksamhetsutövaren använda metoder enligt svensk - eller internationell standard. När tillämpliga standardiserade metoder enligt andra stycket saknas får verksamhetsutövaren använda andra förekommande metoder, som gör det möjligt att uppfylla syftet med mätningen eller provtagningen enligt 2 §.

En utredning av ljudtyper som saknar riktvärden och inte är utförd enligt befintliga mätstandarder skulle eventuellt kunna vara intressant från ett vetenskapligt perspektiv, men då det saknas normer kommer resultatet inte kunna påvisa huruvida ett begränsningsvärde överskrids och således inte heller om det förekommer någon olägenhet i objektiv mening.

Resultatet av utredningsföreläggandet skulle således på grund av att det inte följer gällande normer och mätstandarder varken objektivt kunna fastställa om en olägenhet har uppkommit eller hur ett nytt ljudvillkor skulle utformas. Utredningsresultatet skulle inte kunna användas som underlag för villkorsskrivning. En utredning utförd enligt det föreslagna föreläggandet skulle således sakna miljörättslig mening och nytta.

4.5. Skadan eller kostnaderna för utredningen står inte i rimlig proportion till nyttan

En utredning utförd enligt det föreslagna föreläggandet skulle som framgår ovan sakna relevans i förhållande till tillsynsmyndighetens

yrkande som det får förstås. Utredningsföreläggandet saknar därför miljörättslig nytta.

Ett forskningsprojekt kring amplitudmodulerat ljud som anges i beslutet skulle eventuellt kunna vara av vetenskapligt intresse. Kostnaden för ett sådant forskningsprojekt, som kan uppskattas till åtskilda miljoner kronor, ska emellertid bäras av samhället och inte av den enskilde verksamhetsutövaren.

De kostnader som Karsholms Vindkraft redan har haft för att mäta huruvida tillståndets ljudvillkor innehålls samt därutöver dessutom mäta förekommer av lågt bakgrundsljud etc. uppgår till 450 000 kr. Kostnader för ytterligare ljudutredningar ska som huvudregel inte drabba verksamhetsutövaren enligt 24 kap 1 § miljöbalken.

Kostnaden för att utföra de långtidsmätningar som anges i utredningsföreläggandet är svår att bedöma då mätningarnas omfattning inte är tillräckligt preciserade bl.a. på grund av att dessa inte ska följa någon etablerad mätstandard och då de heller inte är kopplade till några etablerade riktlinjer, varvid omfattningen på kostnaden inte går att precisera på annat sätt än att det är fråga om mycket stora belopp.

Förslaget till utredningsföreläggande måste även ställas mot vilken ljudreducering som är tekniskt möjlig och ekonomiskt rimlig att åstadkomma. Den enda till buds stående bullerreduceringsmöjligheten för vindkraftverken är att reglera källjudet i förhållande till den ekvivalenta ljudnivån. För övriga av Miljöavdelningen angivna ljudtyper finns ingen känd regleringsmöjlighet.⁴ Att utreda en olägenhet för vilken det saknas åtgärd skulle sakna mening och därför inte vara proportionerlig.

⁴ Därutöver finns enbart möjlighet att stänga av eller nedmontera vindkraftverk, vilket är en för ingripande åtgärd.

Utredningsföreläggandet är således inte rimligt med hänsyn till kostnaderna för utredningen jämfört med miljönyttan och ska därför inte tillåtas enligt 2 kap 7 § miljöbalken.

5. Bevisning

Karsholms Vindkraft åberopar preliminärt följande bevisning:

1. Ett av ÅF Infrastructure AB upprättat expertutlåtande, bilaga 1, till vederläggande av att
 - a. en olägenhet av någon betydelse har uppkommit som inte beaktades vid prövningen, samt
 - b. grund finns för initiering av ett omprövningsärende och utfärdande av ett utredningsföreläggande.
2. En av ÅF Infrastructure AB upprättad bullermättningsrapport, bilaga 2, till vederläggande av att
 - a. en olägenhet av någon betydelse har uppkommit som inte beaktades vid prövningen, samt
 - b. grund finns för initiering av ett omprövningsärende och utfärdande av ett utredningsföreläggande.

Karsholms Vindkraft förbehåller sig rätten att inkomma med ytterligare bevisning när motpartens eventuellt har yttrat sig.

Lund som ovan

ADVOKATBYRÅN GULLIKSSON AB



Hans-Anders Odh

Bilagor:

1. Expertutlåtande ÅF
2. Rapport bullermätningar



PM

1 (10)

Handläggare
Martin Almgren

Tel +46 10 505 84 54
Mobil +46 (0)70 184 74 54
Fax +46 10 505 44 38

martin.almgren@afconsult.com

Datum
2014-12-10

Karsholms Vindkraft AB
c/o HS Kraft AB, Christian Eriksson

Uppdragsnr
584685

Karsholms Vindkraft
Utlåtande om Miljöprövningsdelegationens beslut om omprövning
Paul Appelqvist
Uppdragsansvarig

Utlåtande om Miljöprövningsdelegationens beslut om omprövning av villkor. Dnr 551-3526- 2014

1 Bakgrund

ÅF har tidigare skrivit ett utlåtande om Länsstyrelsens utlåtande till miljöprövningsdelegationen, se referenslistan.

2 ÅFs kommentarer till miljöprövningsdelegationens beslut

2.1 Historik och underlag för riktvärde för vindkraftljud

Från början användes ofta riktlinjerna för externt industribuller som riktvärde även för vindkraftljud. Det innebar 50 dBA ekvivalent ljudnivå på dagen, 45 dBA på kvällen och 40 dBA på natten. Riktvärdet för maximal momentan ljudnivå 55 dBA på natten gällde uttryckligen i en del tillstånd också.

Sedan befästes en praxis med 40 dBA ekvivalent ljudnivå oavsett tidpunkt på dygnet efter domen i mål M 9282-02 2003-11-07. Det avsåg ett vindkraftverk i Motala kommun. Länsstyrelsen ändrade kommunens beslut om bullernivåer till att 40 dBA skulle gälla dygnet runt. Miljödomstolen ändrade detta till 40 dB kvällstid och nattetid, 45 dB mellan 7-18 och 55 dB momentant. Miljööverdomstolen lät inhämta yttranden från bl.a. Naturvårdsverket, Boverket och Sahlgrenska akademien vid Göteborgs universitet, avdelningen för miljömedicin. Dessa tre remissinstanser gav samtliga uttryck för att den osäkerhet som råder vad gäller störningseffekten av vindkraftsbuller bör leda till strängare krav än industribullernormen och att ljudnivån 40 dBA bör innehållas vid bostäder under hela dygnet. Miljööverdomstolen skrev särskilt i domen att den delar även Naturvårdsverkets uppfattning att för vissa områden där ljudnivån är särskilt viktig bör även ett lägre värde än 40 dBA eftersträvas, även om det inte gällde i det aktuella fallet.

ÅF-Infrastructure AB, Grafiska vägen 2, Box 1551 SE-401 51 Göteborg
Telefon +46 10 505 00 00. Fax +46 10 505 30 09. Säte i Stockholm. www.afconsult.com
Org.nr 556185-2103. VAT nr SE556185210301



Så här skriver domstolen i domskälen:

"Naturvårdsverkets allmänna råd om externt industribuller från 1978, är riktlinjer som har fått stor genomslagskraft vid tillståndsprövning av industrier. I detta mål har diskuterats i vilken utsträckning dessa riktlinjer kan vara vägledande vid prövning av vindkraftverk."

Det kan konstateras att riktlinjerna för externt industribuller är framtagna för traditionell industriverksamhet. Några riktlinjer för vindkraftsbuller har inte utarbetats i Sverige. Det har inte heller utförts någon mer omfattande utvärdering av störningar från vindkraftverk. Den begränsade forskning som finns ger dock vissa indikationer på att vindkraftsbuller uppfattas som mer störande än annat buller vid samma ekvivalentnivå. Vindkraftsbuller har en speciell karaktär med vissa genomträngande sär ljud bl .a. vissa "schvissljud". Detta kan vara en av förklaringarna till varför vindkraftsbuller kan upplevas som mer störande än annat buller. Det faktum att vindkraftverk ofta uppförs i en för övrigt jämförelsevis ostörd omgivning kan också vara en förklaring. Det finns således indikationer på att vindkraftsbuller inte utan vidare kan jämföras med industribuller vid beslut om villkor och förelägganden."

De studier vid Sahlgrenska akademien som domen refererade till har sedan utökats och Eja Pedersen har redovisat resultaten i sin doktorsavhandling. Resultaten styrker påståendet att vindkraftsljud är mer störande än buller från flyg, vägtrafik, järnvägstrafik och allmänt industribuller. Det innebär att det är rimligt att ljud från vindkraftanläggningar ska ha strängare rikvärde än industri, vägtrafik, etc.

Naturvårdsverket skriver i sin vägledning, se <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Buller/Buller-fran-vindkraft/buller-vindkraft-riktvarden/>, följande

"Studier i Sverige visade att andelen störda av buller ökade med stigande ljudnivå och att cirka tio procent upplevde sig som bullerstörda och cirka sex procent upplevde sig som mycket störda vid ljudnivån 35–40 dBA (1). Studierna utgår från A-vägda ljudtrycksnivåer (ljud från vindkraftverk utanför bostaden vid vindhastigheten, vid vindkraftverken åtta meter per sekund på tio meters höjd, vid medvind) beräknade för varje person. Naturvårdsverket anser bland annat mot bakgrund av dessa resultat att 40 dBA utomhus vid bostäder inte bör överskridas. Detta är också det värde som vanligen anges i tillståndsbeslut för vindkraftanläggningar."

Se även Naturvårdsverkets rapport 6497, Vindkraftens påverkan på människors intressen. En syntesrapport. Vindval, där ytterligare störningstudier redovisas.

I domen från 2003 refererades Naturvårdsverkets remissyttrande. De hänvisar till Eja Pedersens och Kerstin Persson Wayes studie av störningar från vindkraftverk (Laholmsstudien) och skriver att av den nämnda studien framgår att 20 % upplevde sig som mycket störda vid ljudnivån 37,5–40 dBA.

Laholmsstudien, med reviderad utgåva från december 2002, utfördes med undersökning av störning av de vindkraftverk som fanns då. Nyare och större vindkraftverk, som roterar långsammare och har en långsammare amplitudmodulation, ingår i de senare studierna och antalet störda vid nivån 35 – 40 dBA har minskat från 20 % till 6 % enligt citatet från Naturvårdsverket ovan.

2.2 Avståndsdämpning för vindkraftsljud

Ljud från en ljudkälla utomhus minskar i stort sett alltid med ökande avstånd från ljudkällan.

Den viktigaste orsaken är att ljudenergin sprids över en allt större area ju längre bort man kommer. Avståndsdämpningen, på grund av denna så kallade geometriska spridning eller divergens är i normalfallet 6 dB varje gång avståndet fördubblas. Det kallas sfärisk spridning av ljudet. I vissa fall med olika temperatur- och vindhastighetsvariation med höjden kan cylindrisk spridning ske. Avståndsdämpningen blir då 3 dB per avståndsdubbling.

Ljuddämpning med ökande avstånd sker även på grund av luftabsorption. Ljudenergin omvandlas då till värme och ljudtrycksnivån sjunker med avståndet. Ju högre frekvens ljudet har desto högre blir dämpningen. Det leder till att på stora avstånd får ljudet en mer lågfrekvent karaktär, men även de låga frekvenserna dämpas på grund av divergensen och svag luftabsorption. Luftabsorptionsdämpningen beror särskilt av kombinationen av relativ luftfuktighet och lufttemperatur och ljudets frekvensfördelning.

Marken inverkar först och främst genom att ljudvågorna reflekteras från marken. Vid låga frekvenser där ljudets våglängd är stor, eller om marken är hård, fås alltid en förstärkning den blir upp till 6 dB jämfört med om marken inte fanns. Se Figur 1. Den inverkan inkluderar man när man mäter och beräknar vindkraftljudet vid bostäder. Om marken är mjuk, eller snarare har porositet sker en dämpning då ljudet som reflekterats från marken interfererar med ljudet som når mottagaren direkt från ljudkällan. Det brukar inträffa runt 200 till 400 Hz. För en högt placerad ljudkälla, som ett vindkraftverk, blir denna dämpning mindre än för en lågt placerad ljudkälla, men den så kallade markdämpningen kan ändå uppgå till några dB.

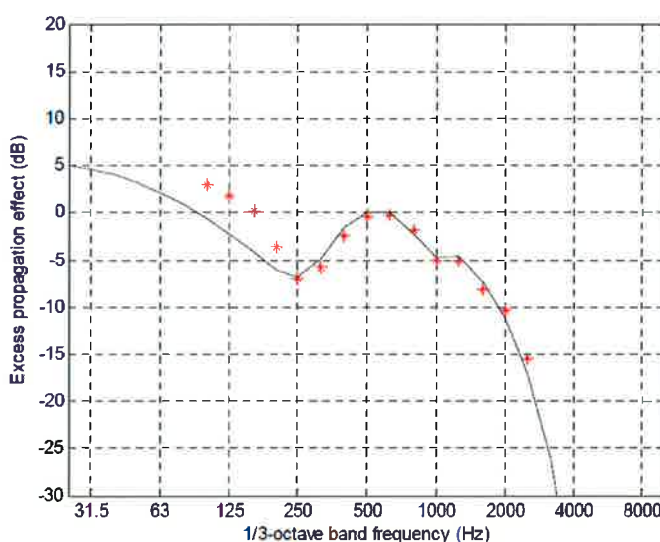


Figure 14

Measured () and predicted (line) excess propagation effect. Downwind, distance 1500 m, source height 50 m, and receiver height 2 m.*

Figur 1 (från Delta Report AV 1236/09, Lyngby 2009) Jämförelse mellan Nord2000-beräknad avståndsljuddämpning utöver geometrisk sfärisk spridning. Vid låga frekvenser ger marken en förstärkning upp mot + 6dB. Runt 250 Hz ger marken en dämpning med 7 dB i detta fall. Vid ca 500 Hz höjs ljudnivån igen. Vid frekvenser över 1000 Hz är det framförallt luftabsorptionen som ger en kraftig dämpning utöver den geometriska spridningen.



PM

2014-12-10

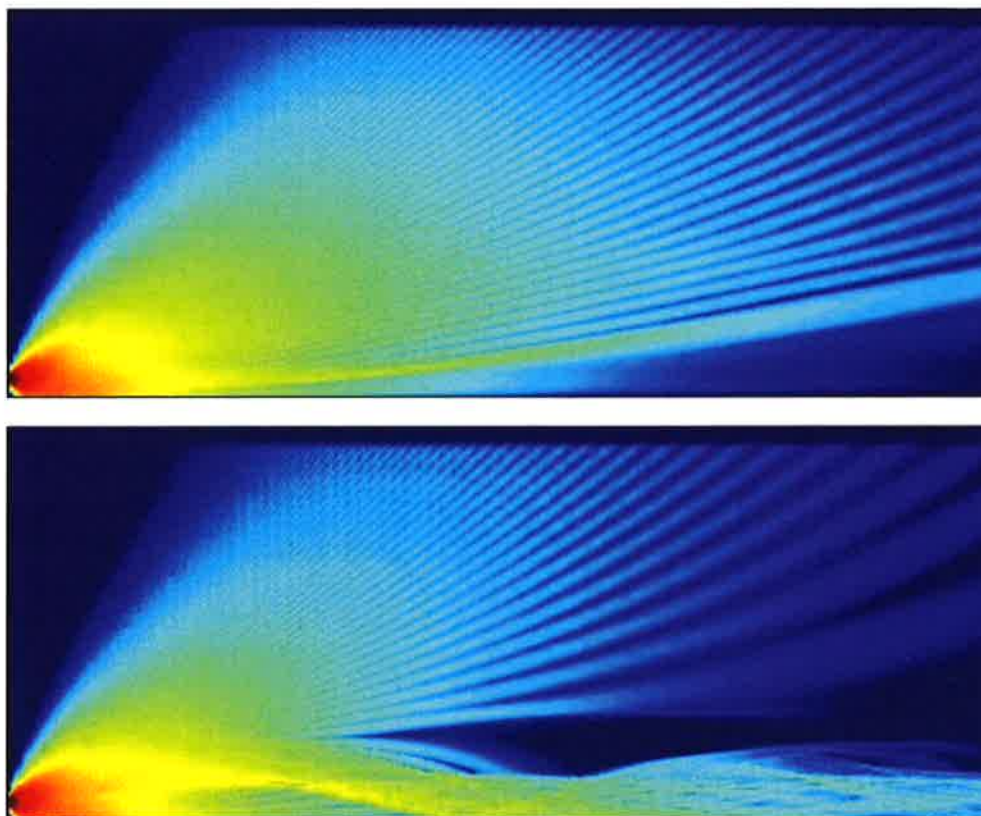
4 (10)

Ytterligare ljuddämpning kan fås om ljudet under sin utbredning skärmas av en kulle eller en byggnad. Vidare, om ljudvågorna utbreder sig genom en skog på sin väg mot mottagaren, kommer de att spridas mellan trädstammarna och därmed få en extra avståndsdämpning.

Vid beräkning av vindkraftljud brukar man försumma dämpningen i skog och av byggnader, men det går att beräkna.

Ett viktigt fenomen för ljudutbredningen utomhus är den böjning, även kallad refraktion, ljudstrålarna från källa till mottagare får på grund av ljudhastighetens variation med höjden. Om ljudhastigheten ökar med höjden, t ex i medvind eller en vinternorgon, kommer ljudvågorna att böja av ner mot marken och om ljudhastigheten minskar med höjden, t ex i motvind eller en varm sommardag, kommer ljudvågorna att böja av upp mot himlen. Om man befinner sig på ett fast avstånd från ljudkällan, t ex vid en bostad, kommer det första fallet oftast att leda till en förhöjd ljudnivå jämfört med fallet att ljudhastigheten inte varierar med höjden. Det beror på att markdämpningen minskar och att eventuell skärmdämpning minskar eftersom ljudet kan slinka över hinder som kullar och skogar. Det är detta fall som är grunden för kontrollmätning av ljudet, och det är för detta fall beräkningar av ljud vid bostäder ska ske. I det andra fallet minskar ljudnivån vid bostaden. På tillräckligt avstånd kan en skuggzon inträffa och dämpningen kan bli upp mot 20 dB på grund av att även plan mark kan skärma av ljudet.

Alla ovanstående fysikaliska fenomen gör att ljudet avtar med ökande avstånd vid ljudutbredning utomhus. En bostad B som ligger längre bort än bostad A kommer att få en lägre ljudnivå än bostad A. Det finns ett fall med ökande ljudhastighet med höjden då man kan få fokusering av ljudet på en del stora avstånd. Det beror på att ljudet går i strålar längs något olika vägar som sammanstrålar på något avstånd. För vindkraftverk beskrivs detta ett forskningsprojekt delfinansierat av Energimyndigheten vid KTH "Avancerad modellering av ljudutbredning i komplex terräng" med Karl Bolin som projektledare. Delresultat från projektet har redovisats i Bolin, Karasalo, 2011. I ett PM av ÅF "545241 PM svar MMD frågor 120127", i målet om ansökan av tillstånd för Blekinge Offshore i Hanöbukten, redogjordes för inverkan av olika parametrar på ljudutbredningsdämpningen. Där redovisas också en beräkning av vindkraftljudet på stora avstånd med KTHs forskningsmodell i bilaga. Där finns t ex följande bild som illustrerar fenomenet med fokusering på stora avstånd:



Figur 2 (från 545241 PM svar MMD frågor 120127) Vertikalt tvärsnitt av ljudutbredning från ett vindkraftverk på stora avstånd vid Blekinge Offshore i Hanöbukten. Avståndet är flera kilometer. Röd färg motsvarar hög ljudnivå och blå färg låg ljudnivå. Figurerna visar beräknade ljudfält vid den aktuella platsen för 1 januari 2010 kl. 00 (övre) respektive 9 januari år 2010 kl. 00 (undre) och belyser två representativa ljudutbredningstyper i beräkningarna, det övre med uppböjande ljudvågor och den nedre med nedböjande ljudvågor.

Även om det kan ske en fokusering på ett stort avstånd (flera kilometer) är ljudnivån kraftigt dämpad på grund av geometrisk spridning och luftabsorption. Den varierande ljuddämpningen kan leda till stora variationer ljudnivå vilket gör att man kan höra vindkraftverken ibland och ibland inte. För Blekinge Offshore kan ljudet vid Hanö på mer än tio kilometers avstånd dämpas jämfört med det normala medvindsfallet med mer än 100 dB för andra väderfall. I konferensbidraget från Bolin & Karasalo, 2011, indikeras att variationer med några dB, upp och ner, jämfört med ljudutbredningsdämpning utan refraktion, kan ske redan på någon kilometers avstånd. Denna effekt finns inte med i de beräkningsmodeller för vindkraftljud som Naturvårdsverket beskriver i sin vägledning och kunde rimligen inte förutses av sökanden vid ansökan om tillstånd.

I Conny Larssons och Olof Öhlunds långtidsmätningar av ljud vid Dragaliden på ca 1 km avstånd kan ljudet dämpas med upp till 15 dB extra beroende vädersituationen, se t ex Olof Öhlunds licentiatavhandling "Wind turbine sound propagation in the atmospheric boundary layer" från Uppsala Universitet 2014.

Tidsvariationer i ljudnivå över ett år har även belysts av Bolin et al 2014 i en vetenskaplig artikel i Journal of the Acoustical Society of America.



Sammanfattningsvis kan sägas att ju längre bort en bostad ligger från en vindkraftpark, desto lägre blir ljudnivån i medeltal. Lokala nivåförändringar, upp och ner, kan ske periodvis med ökande avstånd.

2.3 Amplitudmodulation och maximal ljudnivå ingår i riktvärde

I citatet ovan från M 9282-02 uppmärksammar Miljööverdomstolen vindkraftsljudets karaktär med svischljud. Det är denna karaktär som också kan beskrivas mer tekniskt som amplitudmodulation. Av skrivningen kan man förstå att inverkan av amplitudmodulationen redan är inbegripet i valet av villkorsvärde 40 dBA ekvivalent ljudnivå.

I störningsstudierna som nämndes ovan, och som ligger till grund för riktvärdet 40 dBA ekvivalent ljudnivå, har man relaterat självrapporterad störning till ekvivalent A-vägd ljudnivå utomhus vid bostaden. Det vindkraftsljud som de intervjuade har reagerat på är verkligt vindkraftsljud med amplitudmodulation, maximal ljudnivå och statistisk fördelning av verkliga ljudnivåer i percentiler. Se Eja Pedersens doktorsavhandling från 2007.

Som nämnts ovan finns ett riktvärde för 55 dBA maximal momentan ljudnivå nattetid utomhus i industribullerriktvärdena. Det är inte sannolikt att ljudnivån momentant skulle uppgå till 55 dBA om riktvärdet 40 dBA ekvivalent ljudnivå innehålls. Om en osedvanligt kraftig amplitudmodulation skulle uppstå, kommer den maximala ljudnivån att överskrida den ekvivalenta ljudnivån med ett mått som beror av hur mycket amplituden för ljudnivån varierar upp och ned. 15 dB variation är osannolikt mycket. I Olof Öhlunds licentiatavhandling från Uppsala Universitet ges några exempel på amplitudmodulerad momentan ljudnivå. På sidan 69 finns ett fall där den momentana ljudnivån varierar upp och ned med ungefär ± 2 dB och på sidan 72 ett fall med ungefär ± 3 dB. Båda dessa fall klassas som "AM present". Maximala ljudnivån ligger då långt under 55 dBA om den normala ekvivalenta ljudnivån är runt 40 dBA.

Som visas nedan i avsnitt 2.4 ger en hög maximal ljudnivå och en stor amplitudmodulation en ökad ekvivalent ljudnivå jämfört med en låg maximal ljudnivå och en liten amplitudmodulation. Eftersom det inte finns något kriterium för amplitudmodulation, och dessutom ingen mätmetod anvisad i myndigheternas vägledning, skulle en mätning av amplitudmodulation inte ge något besked om ett riktvärde innehålls eller överskrids.

Vid ljudimmissionsmätningarna, se ÅF 584685 Rapport C, som genomförts 2013 i Eketorp och Fjälkestad har inga höga maximala ljudnivåer av vindkraftsljud förekommit.

2.4 Förekomst av höga ljud och amplitudmodulation ger högre ekvivalent ljudnivå

Antag att vi har ett ljud som inte varierar i ljudnivå och att ljudnivån är 30 dBA. Om ljudnivån under en minut skulle uppgå till 40 dBA under en timme, skulle den ekvivalenta ljudnivån för den timmen öka från 30,0 till 30,6. Om ljudnivån under denna minut ökade från 30 till 50 dBA istället skulle den ekvivalenta ljudnivån öka till 34,2 dBA. Sättet att mäta eller beräkna ekvivalent ljudnivå tar mer hänsyn till höga än till låga ljudtoppar.

Antag att vi har en amplitudmodulerad ljudnivå som varierar harmoniskt med ± 3 dB kring 30,0 dBA som aritmetiskt medelvärde. Den ekvivalenta ljudnivån blir då 30,5 dBA. Antag att



amplitudmodulationen skulle vara osedvanligt stor, säg ± 6 dB. Då skulle det aritmetiska medelvärdet fortfarande vara 30,0 dBA och den ekvivalenta ljudnivån blir 31,9 dBA.

Beräkningsexemplen visar att en hög maximal momentan ljudnivå och en stor amplitudmodulation ger högre ekvivalent ljudnivå. Denna ökning beaktas således i riktvärdet för ekvivalent ljudnivå.

2.5 Mätning och värdering av amplitudmodulation

Hur ska amplitudmodulationen mätas och hur ska den värderas? Amplitudmodulation har mätts vid andra studier på olika sätt. I de flesta fall har man inte funnit någon korrelation mellan modulationsmått och störning. Se ÅFs rapport från ÅForsk-projekt 566673 *Amplitudmodulation och direktivitet för vindkraftljud – mätning och analys. Slutrapport – rapport D, 2013-02-12*. Där redovisas t ex studier av Legarth 2007 och Bolin et al 2012. Bolin et al behandlar mätningar på verkliga verk och med försökspersoner som säger sig vara störda av vindkraftljud. Efter ÅForsk-rapporten har det tillkommit en sydkoreansk artikel som redovisar lyssningsförsök i lab med olika vindkraftljud. Se Seong et al. *An experimental study on annoyance scale for assessment of wind turbine noise*. Journal of Renewable and Sustainable Energy 5, 052008 (2013); doi: 10.1063/1.4821811. Där hade A-vägda maximala ljudnivån bäst korrelation med subjektiv störning.

I Storbritannien har ett stort forskningsprojekt om amplitudmodulerat vindkraftljud rapporterats i slutet av 2013, se <http://www.renewableuk.com/en/publications/index.cfm/wind-turbine-amplitude-modulation>. Det består av flera delprojekt. I ett delprojekt försökte man få fram ett dos-responssamband för amplitudmodulerat ljud, AM. Det verkar som att den A-vägda ekvivalenta ljudnivån även här hade den bästa korrelationen med störningen. Så här skriver man: *The sensitivity tests showed in accordance with previous literature that annoyance crucially depended on the A-weighted level of the test sound, as measured in LAeq, and to a lesser extent on modulation depth which is a measure of the modulation strength.*

I Sverige har Uppsala Universitet, Conny Larsson och Olof Öhlund, bedrivit ett projekt med långtidsmätningar av vindkraftljud och väder på tre platser i Sverige. Arbetena, som delvis finansierats av Energimyndigheten, har rapporterats vid vetenskapliga konferenser, i vetenskapliga tidskrifter och i Olof Öhlunds licentiatavhandling, *Wind turbine sound propagation in the atmospheric boundary layer*, 2014. Arbetena visar att den ekvivalenta ljudnivån inte oväntat varierar med vädret och att amplitudmodulation är vanligare under vissa meteorologiska förhållanden som t ex vid temperaturinversion och medvindsförhållanden. En metod för att bestämma amplitudmodulationens varaktighet och styrka föreslås i avhandlingen. Någon koppling till upplevd störning finns dock inte.

Den metod som föreslås för att analysera amplitudmodulationen har föreslagits av Gunnar Lundmark i ett föredrag vid Wind Turbine Noise Conference i Rom 2011. Den bygger på att man gör en frekvensanalys av enveloppen till den amplitudmodulerade momentana ljudnivån. Då kan man få en nivå på ljudmodulationen vid t ex rotorbladspassagefrekvensen. Det finns dock inga som helst kopplingar till störning. Det normala i störningssammanhang är att använda måttet fluktuationsgrad mätt i Vacil enligt Fastl och Zwicker, som refereras i ovan nämnda ÅForskrapport. Det används till exempel som ljudkvalitetsmått i fordonsbranschen. Hittills har det dock inte visats ge korrelation med upplevd störning av verkligt vindkraftljud.

Sammanfattningsvis visar studierna att A-vägd ekvivalent ljudnivå är ett bättre mått för störning än olika mått för amplitudmodulation, varför det finns fog för att koppla riktlinjerna till detta



mätvärde. Det finns inget mätetal för amplitudmodulation som visats ge bra korrelation med upplevd störning.

2.6 Reglering av amplitudmodulation

Det finns, såvitt vi känner till, ingen möjlighet att för de aktuella vindkraftverken reglera amplitudmodulerat ljud annat än att stänga av verken. Länsstyrelsen skriver att reglering av den ekvivalenta ljudnivån också reglerar amplitudmodulationen, men det finns inget sådant direkt samband. Amplitudmodulationen ger fluktuationer i ljudnivån och fluktuationernas styrka beror inte självklart av medelnivån eller den ekvivalenta ljudnivån. Nyttan med en sådan studie kan således, i det här fallet, ifrågasättas. Om man genom att sänka den ekvivalenta ljudnivån skulle göra ljudet ohörbart, skulle förstås inte heller amplitudmodulationen höras.

2.7 Långtidsmätning av ljud och percentiler

Måttet L_5-L_{95} används av Öhlund för att filtrera mätningsresultaten. Ett nödvändigt villkor för att beakta ett mätvärde baserat på tio minuter som dominerat av vindkraftljud, var att skillnaden var mindre än eller lika med 4 dBA. Även andra villkor skulle vara uppfyllda. De gjorde sin mätning inne i skogen, där det vindalstrade vegetationsljudet troligen var ganska lågt. Trots detta ledde filtrering till att ett stort antal mätvärden filtrerades bort, för Dragaliden vindpark kunde exempelvis endast 11% av mätvärdena användas. Om motsvarande regel tillämpas på en mätning nära en bostad med träd och buskar i närheten, men inte inne i en skog, leder det troligen till att ännu fler mätvärden måste förkastas. ÅFs erfarenhet är att kritiker mot ljudmätningarna är skeptiska när man förkastar ovidkommande ljud.

Enligt ÅFs erfarenhet är det svårt att vid en långtidsmätning avgöra om vindkraftljudet eller bakgrundsljudet dominerar utan att stundtals stänga av vindkraftverken för att mäta bakgrundsljudet. Detta är också en nödvändighet för att bedöma om bakgrunds-nivån är låg p.g.a. vindskyddat läge. En långtidsmätning blir därmed mer kostbar om även produktionsförlusten beaktas.

Sammanfattningsvis anser vi att det vore oklokt att göra en percentilbestämning av ljudnivåer, både för totalljud inklusive vindalstrat bakgrundsljud, och för totalljud där mätvärden med övervägande vindalstrat bakgrundsljud förkastats efter filtrering.

2.8 Utredning om låg bakgrundsljudnivå vid vindskyddat läge

I Länsstyrelsens yttrande talas om att redovisningen även bör omfatta underlag som gör det möjligt att bedöma om det är vindskyddat läge enligt Naturvårdsverkets definition. Enligt vår erfarenhet uppstår oftast vindskyddat läge enligt definitionen om det finns träd i närheten som bromsar vindhastigheten på 10 m höjd nära bostaden. Notera att Naturvårdsverket inte har särskilda riktvärden för vindskyddat läge. De föreslår att man ska ha ett lägre riktvärde än 40 dBA om det är en låg bakgrundsljudnivå på grund av vindskyddat läge. Man måste således också relatera vindskyddet till om det förekommer låg bakgrunds-nivå eller inte. Oftast förekommer det vindalstrat bakgrundsljud som dominerar vid ljudmätningen, men det finns några enstaka exempel från våra ljud- och vindhastighetsmätningar där bakgrundsljudet är lågt och vindkraftljudet dominerar, se ÅFs rapport för Energimyndigheten 550373 *Låg ljudnivå i vindskyddade lägen. Metod för kvantifiering av platser med vindskyddat läge. Slutrapport. Energimyndigheten projekt 32446-1, 2011-06-30.*



PM

2014-12-10

9 (10)

Vid mätningen vid Karsholm vindkraftpark redovisade ÅF i kontrollmätningsrapport C följande:
*Vinden mättes vid mätpunkt A och denna mätpunkt bedöms vara vindskyddad vid mättillfället.
Bakgrundsnivån som uppmättes bedöms dock inte som mycket låg. Den varierade mellan cirka 32-51 decibel under två timmar.*

Slutsatsen i forskningsrapporten om låg ljudnivå i vindskyddade lägen är att den enda metod som, med någorlunda säkerhet, kan rekommenderas för att utreda om en plats utgör ett vindskyddat läge, där riktvärdet bör sättas till 35 dBA ekvivalent ljudnivå, är mätning av vindhastighet på 10 m höjd vid verket och vid bostäder samt ljudnivå vid bostad. Problemet med denna metod är att det är kostsamt att göra sådana mätningar. Den förutsätter också att det redan finns vindmätningstrustning vid den tänkta platsen för verken och vinddata att tillgå. En sådan utrustning finns inte idag enligt verksamhetsutövaren. Dessutom ska ljudnivåmätare och en tiometersmast med vindmätningstrustning placeras vid bostaden där undersökningen ska göras. För att avgöra tillståndet vid olika vindriktning, olika vindhastighet, olika tid på året och olika tid på dygnet, kan mätning behöva ske under lång tid med verken avstängda under stor del av tiden.

3 Referenser

Utlåtande om Länsstyrelsens yttrande till Miljöprövningsdelegationen över ansökan om omprövning av villkor. Dnr 551-3526-2014
ÅF-Infrastructure AB, PM uppdrag 584685, 2014-11-03

Riktlinjer för externt industribuller
Naturvårdsverket, Råd och riktlinjer 1978:5

Anläggande av vindkraftverk i Motala kommun
Miljööverdomstolen, mål nr M 9282-02, 2003-11-07

Riktvärden för ljud från vindkraft
Naturvårdsverkets vägledning <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Buller/Buller-fran-vindkraft/buller-vindkraft-riktvarden/>
Sidan senast uppdaterad: 18 juni 2014, avläst 2014-12-09

Validation of the Nord2000 propagation model for use on wind turbine noise
PSO-07 F&U project no 7389 Noise and energy optimization of wind farms
Delta Report AV 1236/09, Lyngby 2009

Bolin, K. & Karasalo, I.
Wind turbine noise exposure in a complex terrain
Fourth International Meeting on Wind Turbine Noise, Rome 2014

Vindkraftpark Blekinge Offshore i Hanöbukten. Svar på frågor från Mark- och miljödomstolen
ljud från vindkraftparken.
ÅF-Infrastructure AB, PM uppdrag 545241, 2012-01-27

Öhlund, O.
Wind turbine sound propagation in the atmospheric boundary layer
Uppsala Universitet, Department of Earth Sciences, Licentiate Thesis 2014



PM

2014-12-10

10 (10)

Bolin, K., Almgren, M., Ohlsson, E. & Karasalo, I.
Long term estimations of low frequency noise levels over water from an off-shore wind farm
J. Acoust. Soc. Am. 135 (3), March 2014

Pedersen, E.
Human response to wind turbine noise. Perception, annoyance and moderating factors.
Göteborgs Universitet, Occupational and Environmental Medicine, 2007

Kontroll av ljud från Karsholm vindbrukspark, Kristianstad kommun. Ljud från vindkraftverk
ÅF-Infrastructure AB, Rapport C uppdrag 584685, 2014-11-18

Låg ljudnivå i vindskyddade lägen. Metod för kvantifiering av platser med vindskyddat läge.
Slutrapport. Energimyndigheten projekt 32446-1,
ÅF-Infrastructure AB uppdrag 550373 2011-06-30.

Amplitudmodulation och direktivitet för vindkraftljud – mätning och analys. Slutrapport
Projekt för Åforsk
ÅF-Infrastructure AB uppdrag 566673, rapport D, 2013-02-12.

Seong, Y., Lee, Se., Gwak, D.Y., Cho, Y., Hong, J. & Lee, So.
An experimental study on annoyance scale for assessment of wind turbine noise.
Journal of Renewable and Sustainable Energy 5, 052008 (2013); doi: 10.1063/1.4821811

Wind Turbine Amplitude Modulation: Research to Improve Understanding as to its Cause and Effects
<http://www.renewableuk.com/en/publications/index.cfm/wind-turbine-amplitude-modulation>
Brittiskt forskningsprojekt med flera delprojekt, 16 December 2013

Lundmark, G.
Measurement of swish noise. A new method.
Fourth International Meeting on Wind Turbine Noise, Rome 2014

ÅF-Infrastructure AB
Ljud & Vibrationer
Uddevalla

Martin Almgren

Granskad av
Paul Appelqvist

Signatursida

Detta dokument har elektroniskt undertecknats av följande undertecknare:

Namn	Martin Almgren
Datum & Tid	2014-12-10 12:27:21 +01:00
Identifikationstyp	SMS (+46701847454)
Identifikations-id	161fb0b4ce6f4ffb813120bf0a2b3b20

Namn	Paul Appelqvist
Datum & Tid	2014-12-10 12:30:33 +01:00
Identifikationstyp	SMS (+46701845724)
Identifikations-id	fc49339aa3c446baba8fc9de8978cfaf

Certifierad av ProSale Signing
Accepterad av alla undertecknare
2014-12-10 12:30:34 +01:00
Ref: 141132
www.comfact.com



[Validera dokumentet](#) [Användarvillkor](#)

Handläggare
Paul Appelqvist
Tel +46 10 505 60 24
Mobil +46 70 184 57 24
Fax +46 10 505 00 10
paul.appelqvist@afconsult.com

Uppdragsnr
584685
Er referens
HS Kraft AB
Att: Christian Eriksson

Kontroll av ljud från Karsholm vindbrukspark, Kristianstad kommun Ljud från vindkraftverk



ÅF-Infrastructure AB
Ljud & Vibrationer



Paul Appelqvist

Granskad



Martin Almgren



Sammanfattning

HS Kraft AB förvaltar fem vindkraftverk av modell REpower MM92 2050 kW lokaliserade vid Karsholm, Kristianstad kommun. Bolaget har förelagts av Miljö- och hälsoskyddskontoret i Kristianstad kommun att kontrollera ljudet från vindbruksparken. Anvisad metod är antingen närfältsmätning och beräkning alternativt immissionsmätningar vid bostad. Om närfältsmätning och beräkning väljs som metod anger Miljö- och hälsoskyddskontoret att det är önskvärt att indikerande mätning av immission utförs i någon punkt, som bedöms som vindskyddad, i Ekestad. Miljö- och hälsoskyddskontoret bedömer att båda metoderna ger likvärdigt resultat. Bolaget har valt den förstnämnda metoden, emissionsmätning och beräkning, kompletterat med indikerande immissionsmätning i två mätpunkter. ÅF-Ljud och Vibrationer (ÅF-Infrastructure AB) har uppdragits av bolaget att utföra denna kontroll.

Ljudemissionsmätningar har utförts på två vindkraftverk i vindbruksparken, mätningarna utfördes 2013-09-02 och redovisas i separata rapporter. Mätresultatet från dessa mätningar ligger till grund för ljudimmissionsberäkningen.

Ljudimmissionsberäkningen har utförts för sju närliggande fastigheter samt för de två mätpunkterna för ljudimmission. För beräkningarna har beräkningsmodellen Nord2000 använts, vilken tar hänsyn till områdets topografi, markens beskaffenhet, vind- och temperaturprofiler ovan marken. Nord2000 är rekommenderad av Naturvårdsverket för detaljerade beräkningar av ljud från vindkraft. Beräkningsresultatet motsvarar ekvivalent ljudnivå från vindbruksparken, utomhus i fritt fält, och är det värde som ska användas för jämförelse mot riktvärdet i enlighet med föreläggandet. För att kontrollera resultatet från ljudimmissionsberäkningarna utförs även indikationsmätningar i två mätpunkter.

Indikerande immissionmätning har utförts enligt metod C i mätmetod Elforsk rapport 98:24, vilken anvisas av Naturvårdsverket för kontroll av ljudimmission från vindkraft. Mätningarna har utförts i två mätpunkter, mätpunkt A (Eketorp) och mätpunkt D (Kälkestad), i enlighet med det mätprogram som inlämnats och godkänts av Miljö- och hälsoskyddskontoret, daterat 2013-06-26. En av mätpunkterna, mätpunkt D, har även föreslagits av närboende. Båda mätpunkterna är placerade i Ekestad, öster om vindbruksparken. Mätningarna har utförts mellan cirka kl. 07.00-15.00 den 2013-10-24.

Skillnaden mellan bakgrunds nivå (vindkraftverken av) och totalljud (vindkraftverken på) var mindre än 6 decibel, varvid det ej entydigt går att fastställa ljudnivån från enbart vindbruksparken. Bakgrunds nivån bedöms vara som lägst mellan kl. 07.00-10.00 och genom att endast utvärdera denna tidsperiod kan en övre gräns av ljudet från vindbruksparken fastställas. I mätpunkt A är den övre gränsen 37 dBA vid 8 m/s och i mätpunkt B 36 dBA vid 8 m/s. Ljudnivån orsakad av enbart vindkraftverken är dock sannolikt något lägre vid mättillfället. Enligt mätpersonalen kunde det karakteristiska ljudet från vindkraftverken höras tydligt i början av mätningen och det blev mindre tydligt senare under dagen på grund av ökande vegetationsbrus. Vinden mättes vid mätpunkt A och denna mätpunkt bedöms vara vindskyddad vid mättillfället. Bakgrunds nivån som uppmättes bedöms dock inte som mycket låg. Den varierade mellan cirka 32-51 decibel under två timmar.

Resultatet av kontrollen, i enlighet med föreläggandet, visar att vindbruksparken innehåller riktvärdet 40 dBA för samtliga närliggande fastigheter med minst 2 decibels marginal. Högsta beräknade ekvivalenta ljudnivå är 38 dBA, för två fastigheter. Indikationsmätningarna visar god överensstämmelse med de beräknade ljudnivåerna.



Innehållsförteckning

1	BAKGRUND OCH SYFTE.....	4
2	LJUD FRÅN VINDKRAFT.....	4
3	BERÄKNING AV LJUDIMMISSION5	
3.1	Beräkningsförutsättningar	5
3.2	Indata till beräkningarna	6
3.3	Beräknad ekvivalent ljudnivå	7
3.4	Beräkningsmodellens osäkerhet och marginal.....	8
4	INDIKERANDE IMMISSIONSMÄTNINGAR	9
4.1	Mättingsförutsättningar	10
4.1.1	Vindkraftverk	10
4.1.2	Mätutrustning	10
4.1.3	Mätpunkter	11
4.1.4	Drifts- och väderförhållanden	12
4.2	Analys av mätning.....	13
4.2.1	Bestämning av vindhastighet	13
4.2.2	Uppmätt ljudtrycksnivå	16
4.3	Mätosäkerhet	23
4.4	Avsteg från mätstandarden.....	24
5	AVSTEG FRÅN MÄTPROGRAMMET	24
6	DISKUSSION	24
6.1	Kommentarer uppmätta och beräknade ljudtrycksnivåer	24
7	SLUTSATSER.....	24
8	REFERENSER	25
BILAGA 1.	LJUDKARTA	26

1 Bakgrund och syfte

HS Kraft AB förvaltar fem vindkraftverk av modell REpower MM92 2050 kW lokaliserade vid Karsholm, Kristianstad kommun. Bolaget har förelagts av Miljö- och hälsoskyddskontoret i Kristianstad kommun, beslut Dnr. 2012-001717 [1], att kontrollera ljudet från vindbruksparken enligt följande:

Den ekvivalenta ljudnivån från vindkraftanläggningen ska kontrolleras genom närfältsmätningar och beräkningar eller genom immissionsmätningar vid bostäder. Resultatet från ljudutredningen ska redovisas för miljö- och hälsoskyddskontoret senast den 15 augusti.

Vidare anges

Immissions- och emissionsmätningar, inklusive beräkning, ger enligt miljö- och hälsoskyddskontoret bedömning likartade resultat, varför båda metoderna kan godtas. Om alternativet emissionsmätning och beräkning väljs, bedöms det i detta fall vara önskvärt att den kompletteras med en indikerande immissionsmätning. Indikationsmätningen bör utföras vid någon punkt i Ekestad, som väljs ut i samråd med miljö- och hälsoskyddskontoret och bedöms kunna vara vindskyddad i förhållande till vindkraftanläggningen. Lämpligheten av en sådan indikationsmätning bedöms utifrån att bakgrundsnoise i området är mycket låg och att vissa platser i någon mån är vindskyddade i förhärskande vindriktning (i linje från vindkraftverken) p.g.a. topografen.

Bolaget har valt den förstnämnda metoden, emissionsmätning och beräkning, kompletterat med indikerande immissionsmätning i två mätpunkter. På uppdrag av bolaget har ÅF - Ljud och Vibrationer (ÅF-Infrastruktur AB) utfört kontrollen enligt beskrivning i, till Miljö- och hälsoskyddskontoret, inlämnat mätprogram, daterat 2013-06-26 [2].

Ljudemissionsmätningar (mätning av källljud, enligt IEC61400-11 [3]) har utförts på två vindkraftverk i vindbruksparken. Därutöver har indikerande immissionsmätning i två mätpunkter utförts (så kallad ljudimmissionsmätning enligt Elforsk 98:24 [4]). Mätningarna utfördes 2013-09-02 respektive 2013-10-24.

Resultatet från ljudemissionsmätningarna presenteras i [5] och [6]. Resultatet från indikationsmätningarna redovisas i denna rapport.

Ljudimmissionsberäkningen har utförts med beräkningsmodellen Nord2000 och utgår ifrån de uppmätta ljudeffektnivåerna. Beräkningarna utförs för sju fastigheter i närheten av vindbruksparken samt i de två mätpunkterna för ljudimmission, beräkningsförutsättningar och resultatet redovisas i denna rapport samt i [7].

2 Ljud från vindkraft

Ljud från vindkraftverk uppstår normalt bara när det blåser och vingarna sätts i rörelse av vinden. Det blir ett brusartat ljud som varierar i takt med att vingarna sveper fram genom luften. Är man nära ett verk kan det låta svisch-svisch-svisch, där svischarna upprepas med drygt en sekunds mellanrum.



Figur 1. Tre vindkraftverk av typen Vestas V90 i Varbergs kommun.

Ljudet från vindkraftverken avtar med avståndet. Höga frekvenser dämpas mer än låga, vilket innebär att ljudet låter dovare på avstånd om man kan höra det. När det blåser uppstår ljud i buskar, träd och byggnader. Ofta kan man höra vindkraftljudet även om ljudnivån på grund av att annat vindalstrat ljud är högre.

På kvällarna när vinden mojar sker det ibland på ett sådant vis att vinden mojar först nere vid marken, medan det fortfarande blåser uppe vid vindkraftverkens vingar. Då kan det inträffa att man hör vindkraftverken tydligare även om ljudnivån inte blir högre. Det beror på att det vindalstrade ljudet från buskar och träd nere vid marken minskar.

Ibland kan man höra ljud när vindkraftverket ställer in sig mot vindriktningen. Det kan bli ett surrande ljud som varar någon eller några sekunder. Det ljudet är relativt svagt och brukar inte höras på långa avstånd från verken. En del vindkraftverk har kylfläktar i huset uppe på tornet. Kylfläktarna kan vara igång även när det inte blåser och vingarna inte snurrar runt. Ljudet från kylfläktarna kan ibland höras nära verket.

I Sverige har Naturvårdsverket angett riktvärde för ljud vid bostäder. Riktvärdet för vindkraft är 40 dBA och gäller utomhus på en normal villatomt runt bostaden. Vid kontroll av ljudnivån ska man mäta med en metod där man tar ett medelvärde av ljudnivån under minst någon timme.

dB uttalas decibel och är den enhet i vilken man mäter ljudnivå. A:et i dBA innebär att ljudnivåmätaren vid kontroll ska ha ett A-filter som efterliknar hur människor uppfattar svaga ljuds hörnivå. En ljudnivåändring på en dBA är normalt inte märkbar. I lyssningsförsök har man kommit fram till att en höjning av ljudnivån med mellan 8 till 10 dBA uppfattas som en dubbling av ljudets styrka.

3 Beräkning av ljudimmission

3.1 Beräkningsförutsättningar

Vid beräkningen utgår man från hur mycket ljud som skickas ut från vindkraftverket när det blåser cirka 11,5 m/s vid navet i centrum av rotern på 100 m höjd. Det motsvarar referensförhållandet 8 m/s på 10 m höjd, vilket är den höjd vid vilken vindhastigheter normalt anges. Uppmätta ljudeffektnivåer, för respektive vindkraftverk, har använts i ljudberäkningen. Ljudberäkningen tar hänsyn till hur ljudenergin tunnats ut då den sprids över en allt större yta då avståndet ökar, ljudabsorption i luften, ljudreflektion från marken och eventuell skärmning av berg och kullar. Ingen hänsyn tas till att viss ljuddämpning kan ske då ljudet tar sig fram mellan träden i en skog.



Beräkningen har utförts för det teoretiska fallet att det blåser medvind från alla verk samtidigt till varje bostad. Det fallet kan inte inträffa, men ger den högsta ljudnivån för den enskilda bostaden. Beräkningen har gjorts med beräkningsmetoden Nord2000, en metod gemensamt framtagna av de nordiska länderna, som rekommenderas av Naturvårdsverket för detaljerade beräkningar av ljud från vindkraft.

Ljudberäkningen utförs för den aktuella verkstypen och med de koordinater som erhållits av bolaget. Bolaget har även angivit koordinater för de ljudkänsliga punkter i omgivningen som ska vara med i beräkningen, enligt ljudberäkningar utförda i tillståndsansökan.

Som underlag till beräkningarna har digitalt höjdmateriäl, höjdpunkter i rutnät om 2x2 m, använts. Kartunderlaget och vindkraftverken har lagts in i ett datorprogram, SoundPlan 7.1. Vindkraftverken har modellerats som punktkällor vid verkens navhöjd. Därefter har ljudnivåer utomhus i dBA beräknats för direkt jämförelse mot riktvärdet i villkoret.

3.2 Indata till beräkningarna

Följande indata ligger till grund för beräkningarna:

- För beräkning med Nord2000 har luftfuktigheten RH 70 %, temperaturen 15°C samt lufttrycket 1013 mbar ansatts. Detta motsvarar standardiserade meteorologiska värden enligt ISA-standard, International Standard Atmosphere, vilket brukar vara praxis vid bullerberäkningar.
- Den geografiska modellen i SoundPLAN är uppbyggd med höjdpunkter i ett 2x2 m rutnät, Grid 2+ inköpt från Metria. Modellen tar hänsyn till höjdskillnader i terrängen. Beräkningen är gjord för 1,5 m mottagarhöjd. Koordinatsystem är Sweref 99 TM.
- Markråhetslängden z_0 har ansatts till 0,3 m enligt definition i "Ljud från vindkraftverk, Naturvårdsverkets rapport 6241". Terrängtyper definieras i Nord2000 genom den effektiva flödesresistansen som för skog samt fält som klass D, "Normal uncompacted ground". För vattenytor har den effektiva flödesresistansen klass H använts, "Very hard and dense surface". Standardavvikelsen av vindhastigheten är satt till 1,2 m/s. Turbulenta vindhastighetsfluktuationer är satt till $0,12 C_w^2 [m^{4/3}s^{-2}]$. Turbulenta temperaturfluktuationer är satt till $0,008 C_t^2 [Ks^{-2}]$. Temperaturgradienten är satt till $+0,05 dT/dz [K/m]$, den högsta tillåtliga temperaturgradienten enligt mätmetoden för ljudimmission [4]. Positiv temperaturgradient ger generellt sett högre ljudnivåer.
- Den totala ljudeffektnivån för vindkraftverken har erhållits genom ackrediterade ljudemissionsmätningar på två av verken, utförda 2013-09-02, enligt dokument [5] för verk 1 och [6] för verk 5. Verk 2 till 4 är av samma typ som verk 1 och 5 och har samma reglerinställning. De antas ha samma ljudeffektnivå som verk 5, d.v.s. något högre än verk 1.
- I dokumenten anges verkens totala ljudeffektnivå vid olika vindhastigheter. I beräkningarna har den högsta uppmätta ljudeffektnivån använts, oavsett vilken vindhastighet denna uppmätts vid. Använda ljudeffektnivåer och frekvensspektrum presenteras i tabell 1. Nord2000 tar i beräkningarna hänsyn till såväl låga som höga frekvenser och dess egenskaper vid ljudutbredning.
- Verkens placering och benämning anges i tabell 2 och [7].



Tabell 1. Tersbandsspektrum (1/3 oktavband) för vindkraftverk modell REpower MM92 2050 kW, navhöjd 100m, (uppmätt av ÅF-Infrastructure AB) [5] och [6].

Tersband	Verk 1, [5]	Verk 2-5,[6]
	REpower MM92 2050 kW $L_{WA,f}$ [dBA]	REpower MM92 2050 kW $L_{WA,f}$ [dBA]
25 Hz	63,6	62,4
31,5 Hz	71,5	71,3
40 Hz	71,0	70,9
50 Hz	74,8	74,9
63 Hz	79,1	79,5
80 Hz	80,0	80,6
100 Hz	82,7	83,0
125 Hz	84,1	86,2
160 Hz	85,3	88,4
200 Hz	88,3	89,3
250 Hz	91,5	92,3
315 Hz	92,3	94,6
400 Hz	92,7	94,6
500 Hz	94,9	94,3
630 Hz	96,0	95,7
800 Hz	95,9	94,5
1 kHz	94,4	94,6
1,25 kHz	91,5	93,4
1,6 kHz	91,3	92,4
2 kHz	87,1	89,2
2,5 kHz	86,1	87,1
3,15 kHz	83,6	84,1
4 kHz	81,9	81,1
5 kHz	-	74,8
6,3 kHz	-	69,8
8 kHz	-	68,0
10 kHz	-	62,6
Totalnivå	103,9	104,4

Tabell 2. Placering av vindkraftverken, koordinatsystem Sweref 99 TM.

Vindkraftverk	Öst (m)	Nord (m)	Z, Marknivå [möh]
1	451542	6220725	57
2	451794	6221140	93
3	451918	6221526	94
4	451903	6221893	74
5	451703	6222272	67

3.3 Beräknad ekvivalent ljudnivå

Beräkningsresultatet presenteras dels som en ljudkarta och dels som ljudnivån i ljudkänsliga punkter. Detaljerad ljudkarta redovisas i [7] samt i bilaga 1 som ISO-linjer för beräknad ljudnivå i 5-dB steg. Resultatet från beräkningen i de ljudkänsliga punkterna ges i tabell 3.

**Tabell 3. Beräkningsresultat av vindkraftsljud, koordinatsystem Sweref 99 TM.**

Id	Namn	Öst (m)	Nord (m)	Z, marknivå (möh)	Ekvivalent ljudnivå L_{Aeq} i dB(A)	Innehålls riktvärde 40 dBA?
A	Skräddarehus 3:1	450810	6221450	42	38	Ja
B	Fjälkestads Svenstorp 2:6	450573	6222053	41	36	Ja
C	Fjälkestads Svenstorp 1:4	450799	6222553	42	36	Ja
D	Karsholm 1:4	452906	6221124	10	38	Ja
E	Tommarp 1:10	452256	6219978	14	35	Ja
F	Skräddarehus 1:1	451055	6222760	42	36	Ja
G	Röetved 4:2	451397	6223159	33	35	Ja
MpA	Mät punkt A ¹⁾	452974	6220966	4	37	Ja
MpD	Mät punkt D ¹⁾	453087	6220721	5	35	Ja

¹⁾ Benämning enligt mätprogrammet [2] och de ska ej blandas ihop med beräkningspunkterna A och D. Dessa punkter finns ej med i [7] eller i ljudkartan i bilaga 1. Koordinaterna för mätpunkterna har uppskattats utifrån satellitfoto och ej mäts upp.

De beräknade ljudnivåerna varierar mellan 35-38 dBA. Den högsta beräknade ljudnivån, 38 dBA, fås i två av beräkningspunkterna. Utifrån utförda beräkningar innehålls riktvärdet enligt vindbruksparkens villkor, med en marginal om 2 decibel. Denna slutsats ska utgöra bedömningsgrund för kontrollen enligt föreläggandet med vald metod [1].

3.4 Beräkningsmodellens osäkerhet och marginal

När ljud utomhus ska bedömas används ofta ljudberäkningar som grund eller hjälpmedel. Det går dock inte att skapa en beräkningsmodell vilken tar hänsyn till alla parametrar som påverkar ljudet vid verklig ljudutbredning, verkligheten är för komplex. Vädret är aldrig konstant och ljudutbredning är starkt beroende av vädret. Medvind och positiv temperaturgradient leder till nedåtböjd refraction, som innebär att ljudet får en högre koncentration närmare marken och kan leda till att ljudet ökar vid en mottagare. Därför används väl avvägda antaganden och förenklingar som gör att ljudet kan beräknas. Antaganden ger dock en osäkerhet till beräkningsmodellen. För att förstå hur osäkerheten påverkar beräkningen och hur den beror av olika förhållanden, t.ex. vindhastighetsprofil eller temperaturgradientsprofil, görs omfattande studier på att verifiera eller kontrollera osäkerheten i beräkningsmodeller. Denna ljudberäkning har genomförts med vissa marginaler, t.ex. medvind i alla riktningar och positiv temperaturgradient, för att öka sannolikheten att det verkliga ljudet inte blir högre än beräknat.

För Naturvårdsverkets planeringsmodell för ljud från vindkraftverk anges beräkningsosäkerheten ligga inom intervallet ± 1 dB över relativt slät mark. Dock nämns att det inte är känt hur väl beräkningarna stämmer i kuperad terräng. Klart är att osäkerheten över kuperad terräng är större.

För Nord2000 har ett danskt forskningsprojekt undersökt och validerat användningen av Nord2000 för beräkning av ljud från vindkraft [8]. Allmänt är slutsatsen att för de testade situationerna visar Nord2000 bra överensstämmelse med ljudmätningar över enkel plan terräng med enkel meteorologi och för komplex terräng med komplex meteorologi. Vid jämförelse med ISO 9613-2 är Nord2000 en förbättring, särskilt för de komplexa situationerna.

Valideringsmätningarna för nedströms ljudutbredning från en högtalare i navhöjd över plan grästäckt mark visar fin överensstämmelse mellan mätningar och beräkningar med Nord2000 i det studerade avståndsområdet upp till 1500 m. Medelskillnaden (beräknad minus uppmätt) i A-vägd ljudnivå är -0,1 dB med en standardavvikelse på 0,7 dB, vilket är mycket bra. Också överensstämmelsen mellan uppmätta och beräknade frekvensspektra är bra.

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. Med en konfidensgrad av 90 % ligger således ett med Nord2000 beräknat värde av ljudnivån inom intervallet (-0,9, +1,1 dB) från det verkliga uppmätta värdet med hänsyn till osäkerheten i ljudutbredningsdämpning för plan gräsbeklädd mark upp till 1500 m med enkla meteorologiska förhållanden.

I det danska forskningsprojektet undersöktes också ljudutbredningen i komplex norsk fjällterräng med komplexa meteorologiska förhållanden. Ljudutbredningsmätningarna med en högtalare placerad på turbinhuset visade att beräknad ljudnivå med Nord2000 låg i medeltal 0,5 dB under de uppmätta med en standardavvikelse på 1,8 dB. Med en konfidensgrad av 90 % ligger således ett med Nord2000 beräknat värde av ljudnivån inom intervallet (-3, +2 dB) från det verkliga uppmätta värdet med hänsyn till osäkerheten i ljudutbredningsdämpning för komplex norsk fjällterräng upp till 1000 m med komplexa meteorologiska förhållanden.

Mätningar och Nord2000-beräkningar med 70 vindkraftverk som ljudkälla gjordes också för parken i norsk fjällterräng med komplexa meteorologiska förhållanden. Först bestämdes ljudeffektnivån genom att mäta ljudemissionen med IEC 61400-11 för två av vindkraftverken. Ljudmätningarna med 70 vindkraftverk som ljudkällor visade att beräknad ljudnivå med Nord2000 låg i medeltal 1,0 dB under de uppmätta med en standardavvikelse på 2,3 dB. Med en konfidensgrad av 90 % ligger således ett med Nord2000 beräknat värde av ljudnivån inom intervallet (-5, +3 dB) från det verkliga uppmätta värdet med hänsyn till osäkerheten i ljudutbredningsdämpning för komplex norsk fjällterräng upp till 4 km med komplexa meteorologiska förhållanden. Detta konfidensintervall innehåller också osäkerheten i ljudeffektbestämningen.

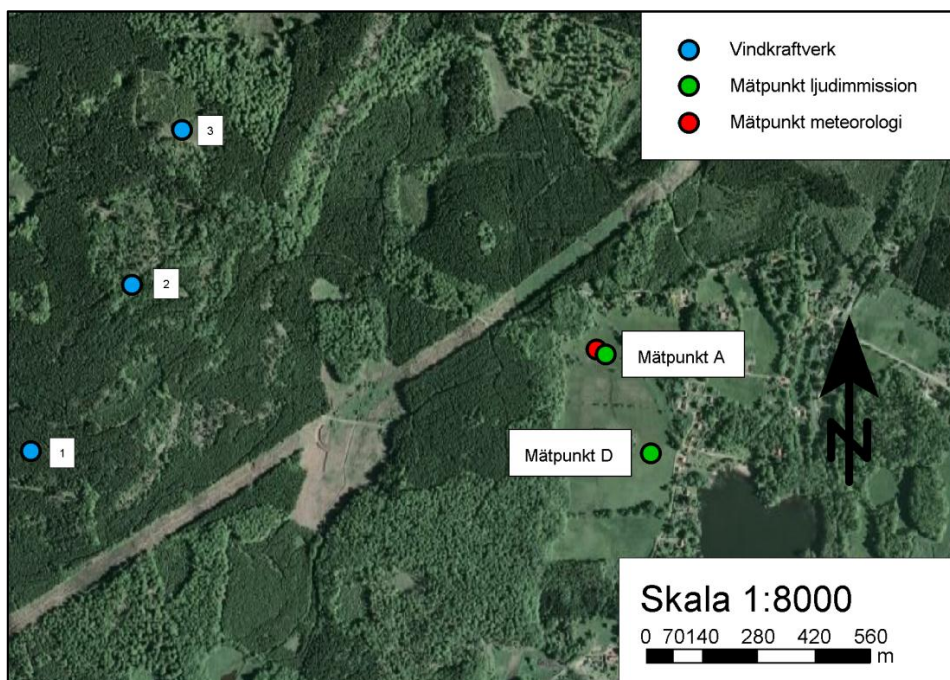
I det aktuella fallet bedömer vi, då avståndet till boende är från 1 000 m och terrängen är delvis kuperad, beräkningsmodellens osäkerhet för ett 90-procentigt konfidensintervall till ± 2 dB. Mätosäkerheten på ljudemissionen är ± 1.2 dB vid 8 m/s för båda verken enligt [5] och [6].

Enligt praxis ska det beräknade värdet utan hänsyn till osäkerheten användas för bedömning mot riktvärdet.

4 Indikerande immissionsmätningar

Ljudmätningarna har utförts enligt mätmetoden beskriven i Elforsk rapport 98:24 [4] med klass 1 ljudnivåmätare. Mikrofonerna placerades i fritt fält på stativ och ljudnivån loggades kontinuerligt. Efter genomförda mätningar har data analyserats med hänsyn till väderförhållanden, producerad effekt och bakgrundsljud. Uppgifter om producerad effekt, vindhastighet från en anemometer vid navhöjd och navriktning har loggats av driftcentralen under mätperioden. Meteorologiska data gällande lufttryck, temperatur, temperaturgradient, vindriktning samt vindhastighet har uppmätts vid mätpunkt A. Se figur 2 för placering av mätpunkterna. Förutom mätpersonal från ÅF deltog miljöinspektör Cecilia Hammarberg under en del av mätningen.

4.1 Mätningsförutsättningar



Figur 2. Översiktlig situationsplan med mätpunkter markerade.

4.1.1 Vindkraftverk

I tabell 4 redovisas översiktlig information om vindkraftverken.

Tabell 4. Information om vindkraftverken.

Tillverkare:	REpower Systems
Modell:	REpower MM92 (2050 kW)
Driftsmod:	Normal operation (Full drift, utan ljudreducerande inställningar.)
Navhöjd ovan mark:	100 m
Rotordiameter:	92,5 m

Vindkraftverken är placerade i kuperad terräng med tät skog och en del öppna fält. Data från vindkraftverk 3 har använts i analysen. Detta verk ligger 1200 m från mätpunkt A och 1400 m från mätpunkt D. Vindkraftverk 2 loggade endast driftsdata gällande producerad elektrisk effekt för halva mätperioden, annars hade detta vindkraftverk använts för mätpunkt D. Detta påverkar dock inte mätresultatet gällande de uppmätta ljudnivåerna utan endast deras relation till vindhastigheten vid navhöjd.

4.1.2 Mätutrustning

I tabell 5 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. Datum för senaste systemkalibrering finns angiven i vår kalibreringslogg.

Tabell 5. Använd mätutrustning.

Benämning	Fabrikat, Modell	Intern beteckning
Ljudnivåmätare, klass 1	Norsonic, Nor140	AL170
Kalibrator, klass 1	B&K, Type 4231	KU49
Ljudnivåmätare, klass 1	Norsonic, Nor140	AL224
Kalibrator, klass 1	B&K, Type 4231	KU74
Vind- och temperaturlogger	Campbell o Windsonic CR850	Ö193

I mätpunkt A har två vindskydd använts, dels ett primärt och dels ett sekundärt. Det primära är gjort av skumplast och har en diameter på ca 90 mm. Detta sitter närmast mikrofonen men har liten ljudpåverkan. Det sekundära vindskyddet (även kallat vindskrämen) har en diameter på ca 300 mm. En vindskräma kan påverka ljudbilden vid mikrofonen. Vid mätningarna har en sfärisk vindskräma använts. Det sfäriska vindskyddets ljudpåverkan har mätts i laboratorium och påverkan är mindre än 1 dBA. Vid analysen har en korrektion för vindskyddets inverkan på ljudtrycksnivån skett inom varje tersband.

I mätpunkt D har endast ett primärt vindskydd använts vilket har gett vissa störningar på mätresultatet vid kraftiga vindbyar. Mätvärden med störningar från kraftigt vindbrus (turbulenta tryckfluktuationer) vid mikrofonen har exkluderats från analysen.

4.1.3 Mätpunkter

Vid ljudimmissionsmätning är det viktigt att välja mätpunkter som har relativt lågt bakgrundsljud. Detta för att säkerställa ett bra signal-brusförhållande mellan bakgrundsljudet och ljudet från vindkraftverken. Mätpunkter med mycket intilliggande vegetation bör t.ex. undvikas då ljudet från vegetationen ofta ger upphov till höga bakgrundsnivåer.

Mätpunkterna hade preliminärt fastslagits i mätprogrammet [2] och slutgiltig bedömning av dess placering har gjorts av mätpersonalen vid mättillfället. Mätpunkt A flyttades något jämfört med mätprogrammet, dels utifrån subjektiv och objektiv bedömning av bakgrundsnivån och dels så att mikrofonen skulle ligga i siktlinjen mot två av vindkraftverken. Mätpunkterna redovisas i figur 3 och 4.


Figur 3. Fotografi mätpunkt A med ljudnivåmätare på stativ och mätmast för meteorologi.



Figur 4. Fotografi mät punkt D med ljudnivåmätare på stativ.

Mikrofonerna var placerade enligt mätstandarden nedströms de dominerande verken inom en vinkel på $\pm 45^\circ$.

Perioder med ovidkommande störningar t.ex. fåglar, skott, flygplan, mätpersonal, bilar och turbulenta tryckfluktuationer (orsakade av vinden vid mikrofonen vid mät punkt D) har exkluderats från analysen.

4.1.4 Drifts- och väderförhållanden

Samtliga verk var i drift med ordinarie reglerinställningar, det vill säga Normal operation 2050 kW. Verken stängdes av och på för att mäta total- och bakgrundsljud, se tabell 6.

Tabell 6. Driftsschema för vindkraftverk.

Tidpunkt	Mätaktivitet	Verk 1-5
07:19 -10:00	Totalljud	Samtliga verk på
10:00-12:00	Bakgrundsljud	Samtliga verk av
12:00-15:00	Totalljud	Samtliga verk på

Under mät dagen 2013-10-24 förekom nedanstående drifts- och väderförhållanden, se tabell 7.

Mät punkterna bevakades av mätpersonal under stora delar av mätningen. Ljud spelades också in kontinuerligt under hela mätperioden och ovidkommande störningar har på så vis identifierats och sorterats bort i efterhand för de perioder då mät punkten ej var övervakad. Mätningen genomfördes under väderförhållanden som redovisas i tabell 7. Lufttryck avlästes en gång i timmen under hela mätperioden.

Tabell 7. Väderförhållanden vid mättillfälle.

Lufttemperatur 2 m ovan mark	11-14	[°C]
Temperaturgradient	-0,1 till 0,11	[K/m]
Förhärskande vindriktning	V (240° -275°)	
Molnighet	Mulet (4/8)	
Lufttryck 2 m ovan mark	998-1002	[hPa]

Vindhastigheten vid mätpunkt A uppmättes med en 10 m hög mätmast där en väderstation registrerade temperatur på 2 m och 10 m höjd, temperaturgradient, vindriktning och vindhastighet på 10 m höjd. De mätvärden där temperaturgradienten var under $-0,05$ K/m har ej använts i analysen. Däremot har mätvärden med en temperaturgradient över $+0,05$ K/m använts, detta är ett avsteg från mätmetoden och kan ge en teoretiskt högre ljudnivå från vindkraftverken på grund av nedåtböjande refraktion (inversion). Då ingen mätmast placerades vid mätpunkt D har mätdata från mätpunkt A använts i analysen för mätpunkt D.

Mätpunkterna är placerade på öppna fält, men träd och buskar förekommer vilka ger upphov till visst vindalstrat bakgrundsljud.

4.2 Analys av mätning

Ljudnivåer som redovisas i rapporten är uppmätta värden i frifält. I mätpunkt A har de korrigerats för användandet av ett sekundärt vindsydd. Korrektionen är 0 dB för frekvenser upp till 400 Hz och den är som störst, +5 dB, vid 20 000 Hz. Alla mätdata har en mättid på 1 minut. I tabell 8 presenteras i rapporten angivna beteckningar. Vindriktningen är registrerad av navanemometern och vindhastigheten är alltid angiven för 10 m höjd vid referensförhållanden.

Tabell 8. Beteckningar.

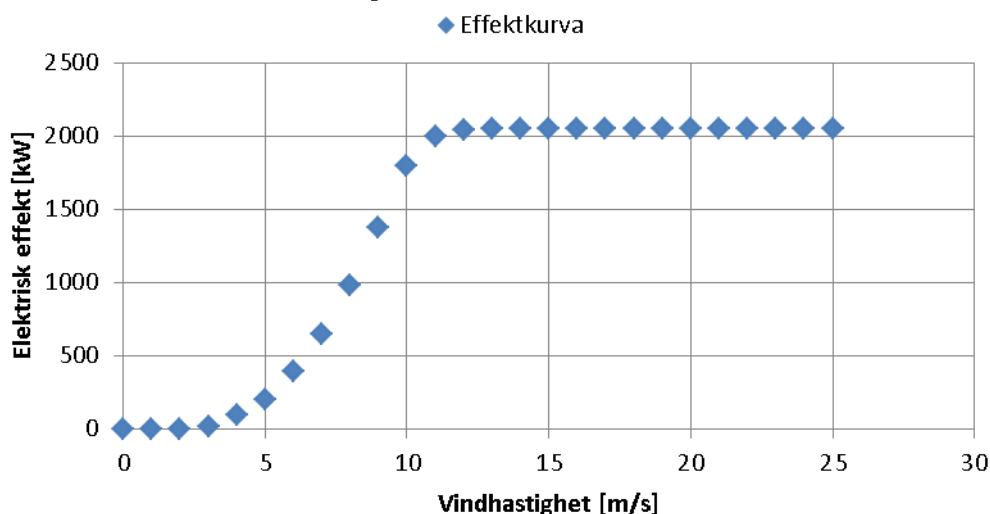
Beteckning	Förklaring	Enhet
L_{free}	Den ekvivalenta ljudtrycksnivån med vindkraftverken på under mättiden 1 minut. Frifältsvärden.	dBA re 20 μ Pa
L_n	Den ekvivalenta ljudtrycksnivån från bakgrundsljud med vindkraftverken av under mättiden 1 minut. Frifältsvärden.	dBA re 20 μ Pa
$L_{Aeq,corr}$	Den ekvivalenta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

Enligt [4] 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.

4.2.1 Bestämning av vindhastighet

Vindhastigheten har i huvudsak bestämts genom den elektriska uteffekten från verk 3 och verkets 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 vindkraftsverksmodell, för de tidsintervaller när producerad eleffekt har varit lägre än 95 % av verkets märkeffekt. Se effektkurvan i figur 5.

Effektkurva : Elektrisk effekt över vindhastighet navhöjd från navanemometer



Figur 5. Effektkurva REpower MM92 Normal operation.

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 [4] 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,

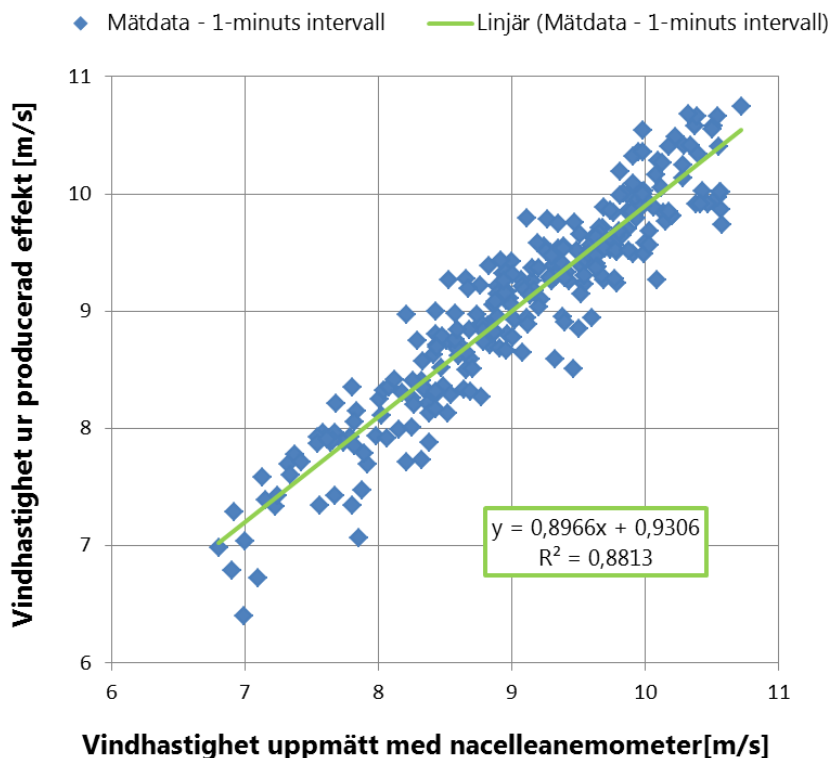
T_k är uppmätt temperatur i K och T_{ref} är 288 K,

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

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

Då den elektriskt 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 verkets 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 redovisas i figur 6 tillsammans med en figur med respektive vindhastighets datapunkter.

Vindhastighet vid navhöjd från producerad elektrisk effekt över vindhastighet från nacellanemometer



Figur 6. Regression enligt nacellanemometermetoden.

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.

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

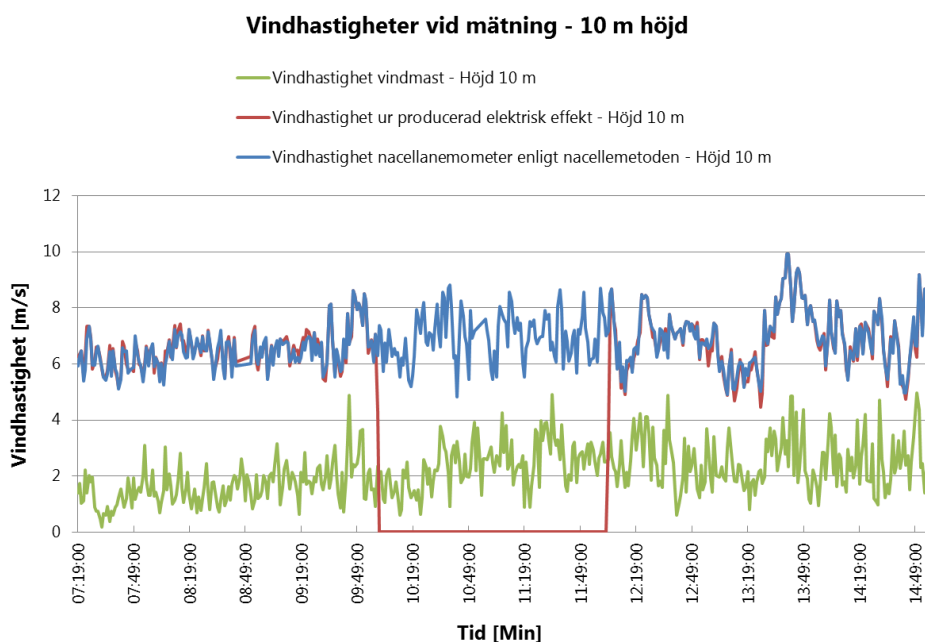
där

H är vindkraftverkets navhöjd i m,
 z_0 är referensmarkrähetslängden 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.

I figur 7 redovisas vindhastigheten beräknad ur producerad elektrisk effekt, vindhastighet från nacellanemometern enligt nacellanemometermetoden samt från mätmasten för meteorologi i mätpunkt A. Alla värden är angivna på 10 m höjd och när den röda kurvan går ner till noll är vindkraftverken av. Noterbart är att vindhastigheten ökar under mätningen samt att vindhastigheten vid mätpunkt A är mindre än 50 procent av den vid vindkraftverket för stor del av mättiden. Detta indikerar att det för aktuell vindriktning är ett vindsyddat läge enligt Naturvårdsverkets definition, vilket dock inte är att likställa med att bakgrundsnyvån är låg.

Förhållandet mellan vindhastigheterna ökar då vindhastigheten ökar. Vald mätpunkt A uppfyller således kriterierna enligt föreläggandet, d.v.s. mätpunkten ska vara vindskyddad.



Figur 7. Vindhastigheter vid mätning – 10 m höjd.

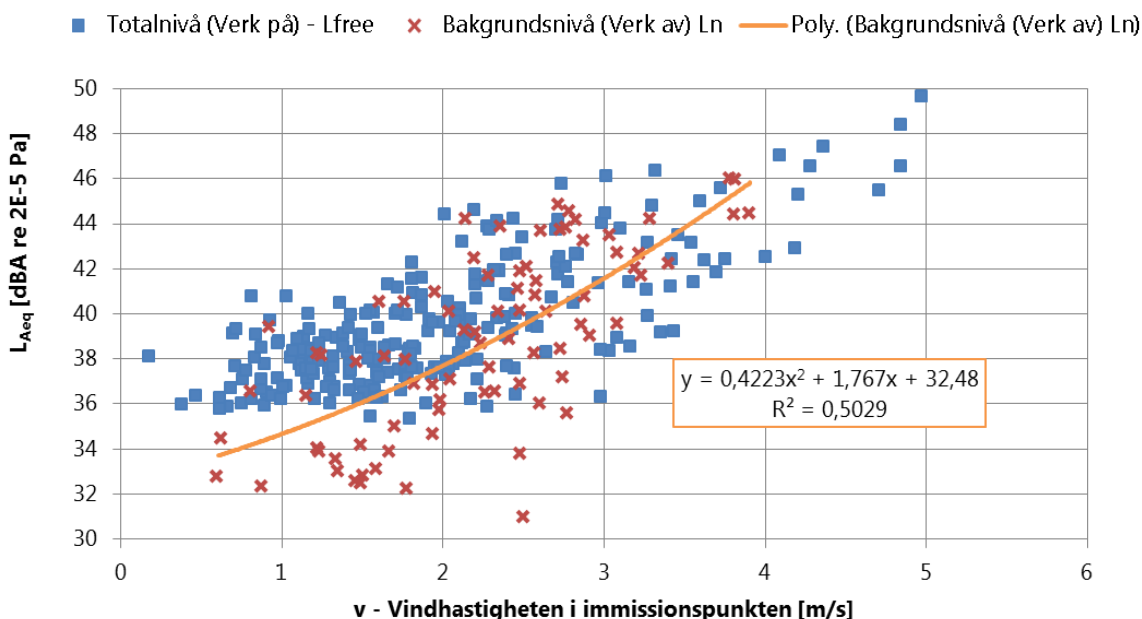
4.2.2 Uppmätt ljudtrycksnivå

Analysen följer de rekommenderade stegen i [4] med undantag för rapporterade avsteg. Mätvärden med ovidkommande ljud har exkluderats.

4.2.2.1 Mätpunkt A

I figur 8 visas den totala ekvivalenta ljudnivån i mätpunkten med vindkraftverken i på, L_{free} och bakgrunds-nivån med vindkraftverken av, L_n , för hela mätperioden. En regression av andra ordningen utförs på bakgrunds-nivån och tillhörande polynom redovisas i figuren. Totalljud (med verket på) och bakgrundsljud (med verket av) har relaterats till vindhastigheten uppmätt vid mätpunkten A på 10 m höjd, se figur 8.

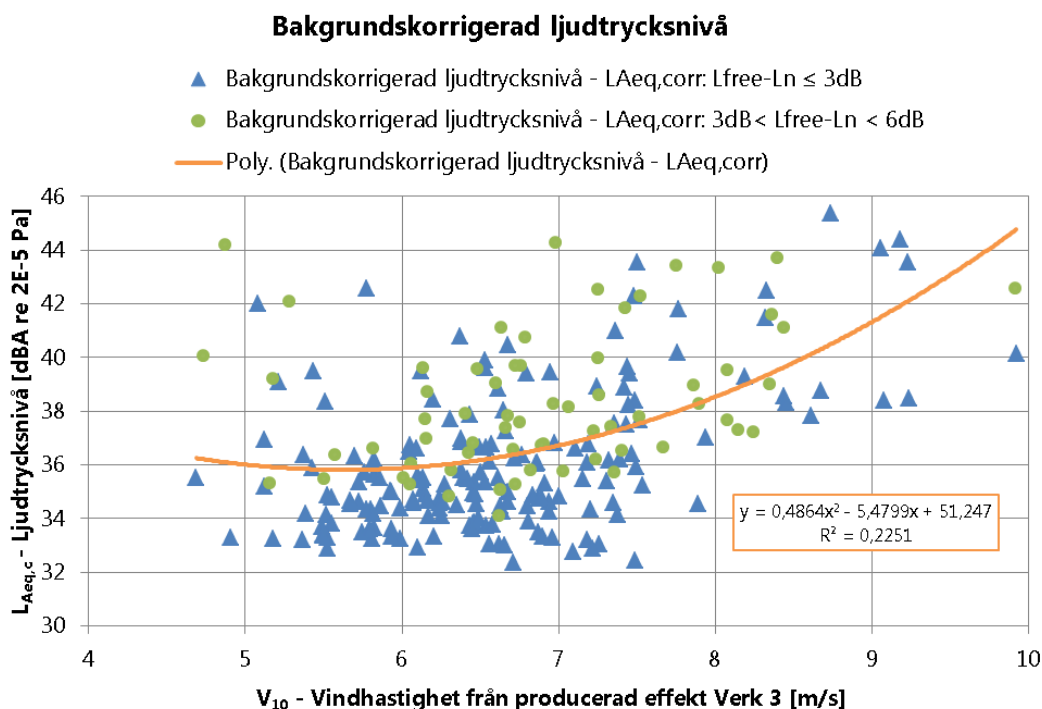
Total ljudtrycksnivå och bakgrunds-nivå



Figur 8. Total ljudnivå, L_{free} , och bakgrunds-nivå, L_n , i mät-punkt A.

Man kan notera att merparten av totalnivåerna, framförallt vid högre vindhastigheter är av samma storleksordning som bakgrunds-ljudet. Det innebär att ljudet domineras av vindalstrat bakgrunds-ljud. För lägre vindhastigheter, under 2 m/s vid mät-punkten, tenderar totalnivån att vara högre än bakgrunds-nivån. Notera också att det är vindhastigheten vid mät-punkten och inte vid vindkraftverken som visas i figuren. Med utgångspunkt i mätresultatet konstateras även att det vid mättillfället ej är en låg bakgrunds-nivå på grund av vindskyddat läge.

Uti från andra ordningens regressionskurva i figur 8 korrigeras den totala ljudnivån för bakgrunds-nivån och den korrigerade ekvivalenta ljudnivån, $L_{Aeq,corr}$, erhålls. Den bakgrundskorrigerade ljudnivån har därefter relaterats till vindhastigheten bestämd ur producerad elektrisk effekt från verk 3, i enlighet med [4]. Denna vindhastighet har sedan räknats om till 10 m höjd under en logaritmisk vindhastighet med referensmarkrålängd 0,05 m, vilket är ett avsteg från mätmetoden. Detta avsteg motsvarar dock Naturvårdsverkets nuvarande rekommendation. De bakgrundskorrigerade ljudnivåerna presenteras i figur 9.



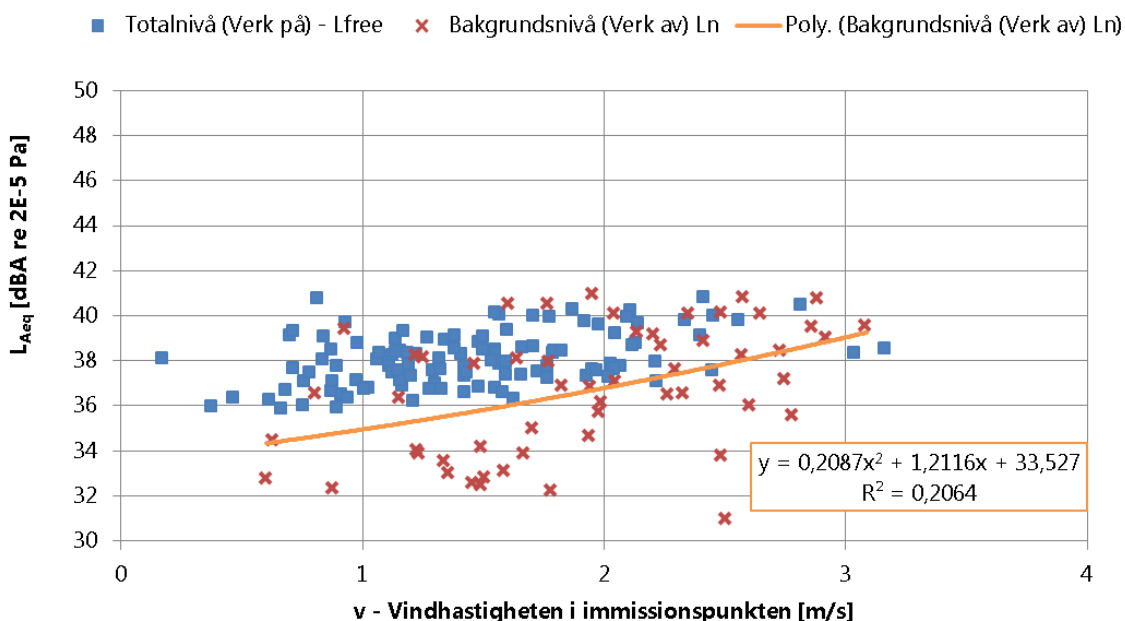
Figur 9. Korrigerad ljudnivå, $L_{Aeq,corr}$, i mät punkt A.

Där skillnaden mellan total ljudnivå och regressionskurvan för bakgrunds-nivå är mindre än 3 dB görs korrigeringen som $L_{free} - 3$ dB enligt [4]. Den korrigerade ljudnivån utgör då en övre gräns för vindkraftljudet. I aktuellt fall är skillnaden mellan total ljudnivå och bakgrunds-nivå mindre än 3 dB för 73 % av alla värden i mät punkten. Det erhållna resultatet utgör således en övre gräns för vindkraftljudet.

Utifrån angivet polynom för regressionskurvan beräknas den ekvivalenta ljudnivån vid 8 m/s till 39 dBA i mät punkt A, vilket utgör en övre gräns av ljudet från vindkraftverken. Ljudet från vindkraftverken är dock troligtvis lägre då bakgrunds-nivåerna är höga.

En tydligare indikation av ljudnivån från enbart vindkraftverken kan fås om analysen görs för de lägre vindhastigheter med vindkraftverken på som rådde mellan kl 07.19-10.00. I mätmetoden [4] rekommenderas analys för lägre vindhastigheter vid problem med för hög bakgrunds-nivå. För att få en representativ bakgrunds-nivå för denna tidsperiod har alla bakgrunds-nivåer över 41 dBA exkluderats från analysen. Det innebär att bakgrundskorrekturen blir mindre och att den korrigerade nivån som ska visa vindkraftljudet blir högre. Noterbart är att samtliga totalnivåer utan störningar ingår under mätperioden, totalt 28 mätvärden har exkluderats på grund av störningar. I figur 10 redovisas total ljudtrycksnivå och bakgrunds-nivå för detta fall, relaterat till vindhastigheten vid mät punkten.

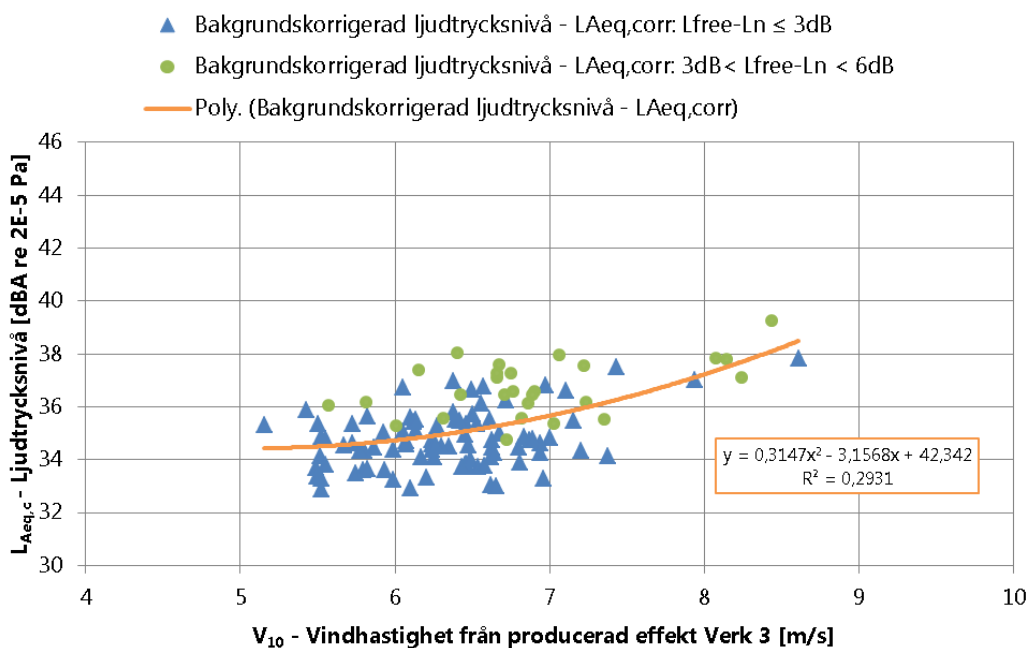
Total ljudtrycksnivå och bakgrunds-nivå



Figur 10. Total ljudnivå, L_{free} , och bakgrunds-nivå, L_n , i mät-punkt A, kl. 07.19-12.00.

Utifrån andra ordningens regressionskurva i figur 10 korrigeras den totala ljudnivån för bakgrunds-nivån och den korrigerade ekvivalenta ljudnivån, $L_{Aeq,corr}$, erhålls enligt tidigare beskrivning. De bakgrundskorrigerade nivåerna presenteras i figur 11.

Bakgrundskorrigerad ljudtrycksnivå



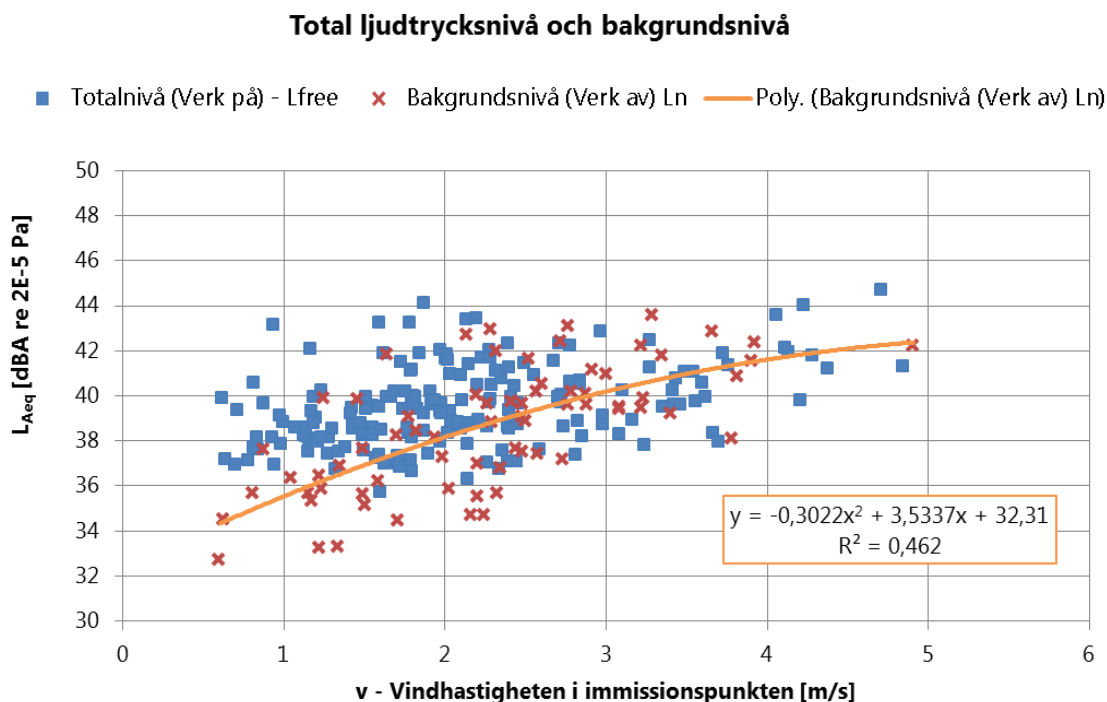
Figur 11. Korrigerad ljudnivå, $L_{Aeq,corr}$, i mät-punkt A, kl. 07.19-10.00.

I aktuellt fall är skillnaden mellan total ljudnivå och bakgrunds nivå mindre än 3 dB för 77 % av alla värden i mätpunkten. Det erhållna resultatet utgör således fortfarande en övre gräns för vindkraftsljudet och vid högre vindhastigheter är bakgrunds nivån fortfarande i storleksordning av totalnivån. Vår bedömning är dock att analys för denna begränsade tidsperiod ger en tydligare indikation på ljudnivån från vindbruksparken eftersom bakgrunds ljudet var lägre och vindkraftverken hördes tydligare.

Utifrån angivet polynom för regressionskurvan beräknas den ekvivalenta ljudnivån vid 8 m/s till 37 dBA i mätpunkten, vilket utgör en övre gräns av ljudet från vindkraftverken. Beräknad ljudnivå i mät punkt A är 37 dBA, mätresultatet indikerar således att beräkningsresultatet är korrekt.

4.2.2.2 Mät punkt D

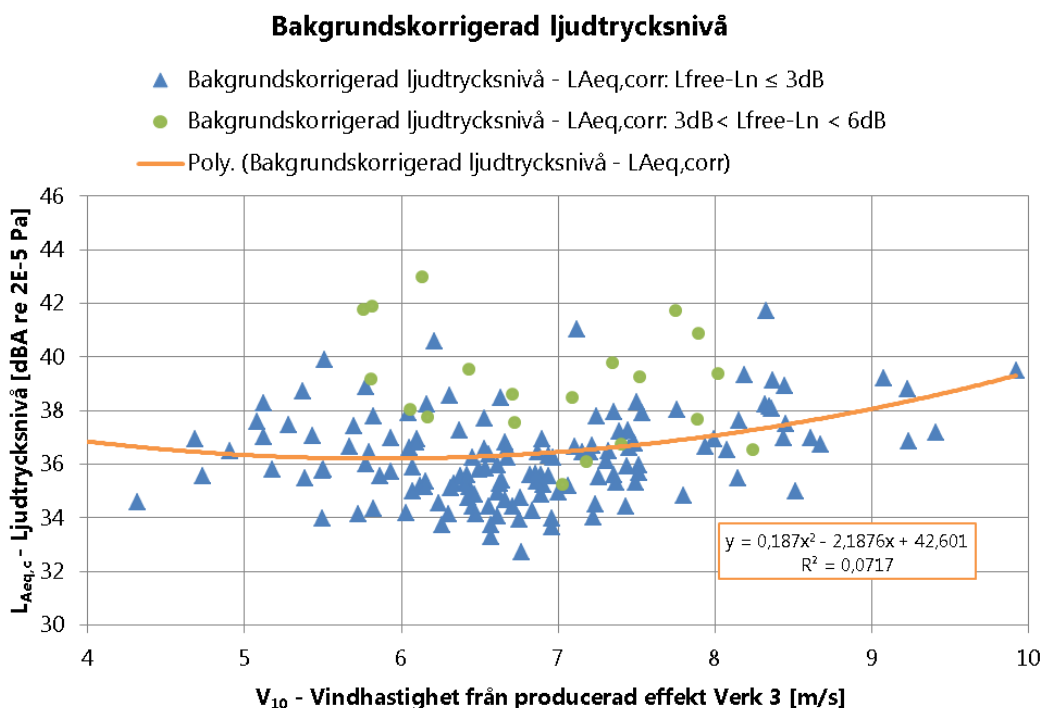
I figur 8 visas den totala ekvivalenta ljudnivån i mät punkten med vindkraftverken på, L_{free} , och bakgrunds nivån med vindkraftverken av, L_n , för hela mätperioden. En regression av andra ordningen utförs på bakgrunds nivån och tillhörande polynom redovisas i figuren. Total ljud (med verket på) och bakgrunds ljud (med verket av) har relaterats till vindhastighet uppmätt vid mät punkten A på 10 m höjd, se figur 12.



Figur 12. Total ljudnivå, L_{free} , och bakgrunds nivå, L_n , i mät punkt D.

Man kan notera att merparten av totalnivåerna, framförallt vid högre vindhastigheter är av samma storleksordning som bakgrunds ljudet. Det innebär att ljudet domineras av vindkraftsljud. För lägre vindhastigheter, under 2 m/s vid mät punkten, tenderar totalnivån att vara högre än bakgrunds nivån. Notera också att det är vindhastigheten vid mät punkten och inte vid vindkraftverken som visas i figuren. Med utgångspunkt i mätresultatet konstateras även att det vid mät tillfället inte är en låg bakgrunds nivå på grund av vindskyddat läge.

Utifrån andra ordningens regressionskurva i figur 12 korrigeras den totala ljudnivån för bakgrunds-nivån och den korrigerade ekvivalenta ljudnivån, $L_{Aeq,corr}$, erhålls. Den bakgrundskorrigerade ljudnivån har därefter relaterats till vindhastigheten bestämd ur producerad elektrisk effekt från verk 3, i enlighet med [4]. Denna vindhastighet har sedan räknats om till 10 m höjd under en logaritmisk vindhastighet med referensmarkrålängd 0,05 m, vilket är ett avsteg från mätmetoden. Detta avsteg motsvarar dock Naturvårdsverkets nuvarande rekommendation. De bakgrundskorrigerade nivåerna presenteras i figur 13.



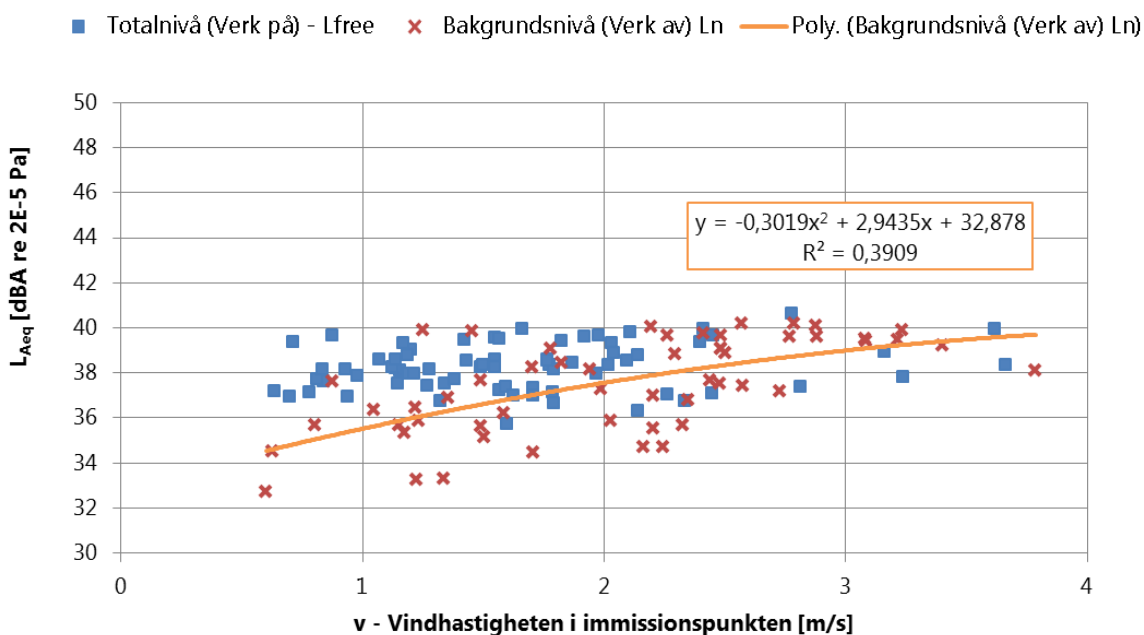
Figur 13. Korrigerad ljudnivå, $L_{Aeq,corr}$, i mätpunkt D.

Där skillnaden mellan total ljudnivå och regressionskurvan för bakgrunds-nivå är mindre än 3 dB görs korrigeringen som $L_{free} - 3\text{ dB}$ enligt [4]. Den korrigerade ljudnivån utgör då en övre gräns för vindkraftljudet. I aktuellt fall är skillnaden mellan total ljudnivå och bakgrunds-nivå mindre än 3 dB för 88 % av alla värden i mätpunkten. Det erhållna resultatet utgör således en övre gräns för vindkraftljudet.

Utifrån angivet polynom för regressionskurvan beräknas den ekvivalenta ljudnivån vid 8 m/s till 37 dBA i mätpunkten, vilket utgör en övre gräns av ljudet från vindkraftverken. Ljudet från vindkraftverken är dock troligtvis lägre då bakgrunds-nivåerna är höga.

En tydligare indikation av ljudnivån från enbart vindbruksparken kan fås om analysen görs för de lägre vindhastigheter med vindkraftverken i drift som rådde mellan kl 08.14-10.00. Notera att mätningen började senare i denna mätpunkt jämfört med mätpunkt A. För att få en representativ bakgrunds-nivå för denna tidsperiod har alla bakgrunds-nivåer under 41 dBA exkluderats från analysen. Det innebär att bakgrundskorrekturen blir mindre och att den korrigerade nivån som ska visa vindkraftljudet blir högre. Noterbart är att samtliga totalnivåer utan störningar ingår under mätperioden, totalt 16 mätvärden har exkluderats på grund av störningar. I figur 14 redovisas total ljudtrycksnivå och bakgrunds-nivå för detta fall relaterat till vindhastigheten vid mätpunkten.

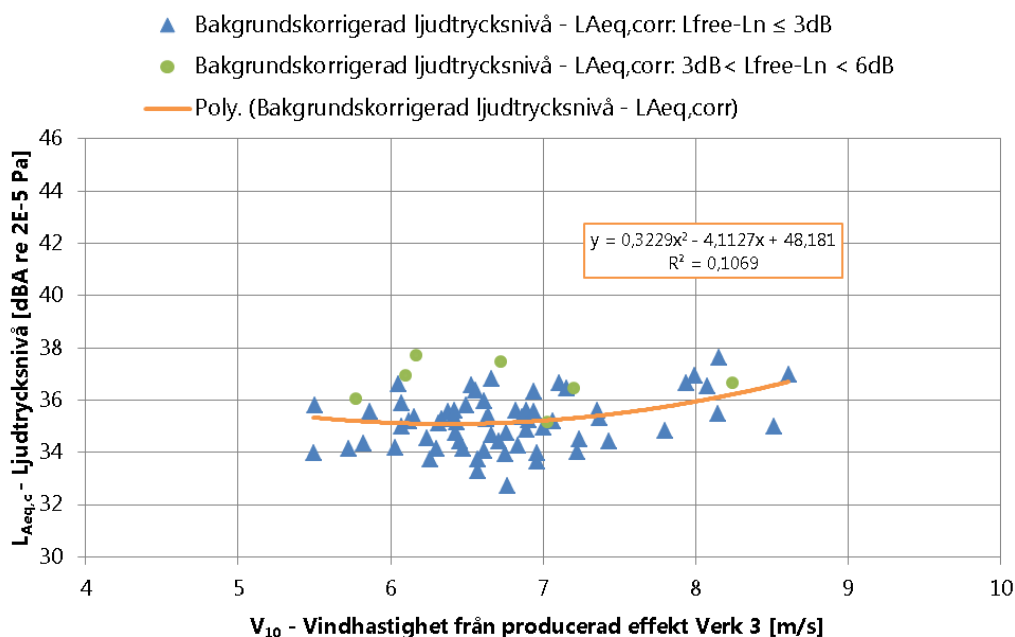
Total ljudtrycksnivå och bakgrundsnivå



Figur 14. Total ljudnivå, L_{free} , och bakgrundsnivå, L_n , i mät punkt D, kl. 08.14-12.00.

Utifrån andra ordningens regressionskurva i figur 14 korrigeras den totala ljudnivån för bakgrundsnivån och den korrigerade ekvivalenta ljudnivån, $L_{Aeq,corr}$, erhålls enligt tidigare beskrivning. De bakgrundskorrigerade nivåerna presenteras i figur 15.

Bakgrundskorrigerad ljudtrycksnivå



Figur 15. Korrigerad ljudnivå, $L_{Aeq,corr}$, i mät punkt D, kl. 08.14-10.00.

I aktuellt fall är skillnaden mellan total ljudnivå och bakgrunds nivå mindre än 3 dB för 92 % av alla värden i mätpunkten. Det erhållna resultatet utgör således fortfarande en övre gräns för vindkraftsljudet och vid högre vindhastigheter är bakgrunds nivån fortfarande i storleksordning av totalnivån. Vår bedömning är dock att analys för denna begränsade tidsperiod ger en tydligare indikation på ljudnivån från vindbruksparken, detta då bakgrunds nivån även här var lägre för denna tidsperiod och verken hördes tydligare.

Utifrån angivet polynom för regressionskurvan beräknas den ekvivalenta ljudnivån vid 8 m/s till 36 dBA i mätpunkten, vilket utgör en övre gräns av ljudet från vindkraftverken. Beräknad ljudnivå i mät punkt D är 35 dBA, mätresultatet indikerar således att beräkningsresultatet är korrekt.

4.3 Mätosäkerhet

Resultatet av de indikerande immissionsmätningarna 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 resultatet 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 från olika tidsintervaller under mätningens utförande tas hänsyn till. I ett utkast på en ny utgåva av mätmetod för mätning av ljudimmission från vindkraft anger Sten Ljunggren (som tidigare har författat mätmetoden [4] som används i denna rapport) att det "inte finns tillräckligt med erfarenheter för att osäkerheten i ett mätresultat skall kunna uppskattas". Beräkningarna utförs därför enligt den metod som används i [3] som behandlar påverkan av osäkerhet i bakgrundsbulermätning som en systematisk avvikelse på ljudnivån som har korrigerats för bakgrundsbuler. Mätosäkerhetsanalysen görs för analysfallet med totalnivåer före kl. 10.00.

Tabell 9: Mätosäkerhetsanalys mät punkt A och mät punkt B.

Standardavvikelse för komponent		Standardavvikelse [dB]	
Bakgrundskorrigerade nivåer	$U_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y - y_{est})^2}{N - 2}}$	Mätpunkt A	Mätpunkt D
		2,3	2,1
Systematiska avvikelser		$s_B = a / \sqrt{3}$	
Kalibrering	U_{B1}	0,2	0,2
Kedja av alla mätinstrument	U_{B2}	0,2	0,2
Mätning i fritt fält	U_{B3}	0,3	0,3
Luftens akustiska impedans	U_{B4}	0,1	0,1
Meteorologiska variationer, bla. turbulens	U_{B5}	0,4	0,4
Vindhastighet beräknad ur producerad effekt	U_{B6}	0,6	0,6
Vindriktning	U_{B7}	0,3	0,3
Bakgrundsbuller	U_{B8}	[0,-∞]	[0,-∞]
Kombinerade systematiska osäkerheter	$U_B = \sqrt{U_{B1}^2 + U_{B2}^2 + ...}$	1,0	1,0
Alla osäkerheter kombinerade, metod enligt [IEC 61400-11].	$U_{tot} = \sqrt{U_A^2 + U_B^2}$	2,5	2,3

Tabell 9 ger en indikation på vilka storheter som inverkar på bestämningen av ljudimmissionsnivån. Mätinstrumenten i sig har mycket god precision. Osäkerheten för ljudnivån mätt med precisionsljudnivåmätaren är mindre än 0,2 dB. Eftersom bakgrunds ljudet på platsen är

ganska högt kan en undre gräns för osäkerheten inte anges. Mätosäkerheten anges därför som $+2,5/-\infty$ respektive $+2,3/-\infty$ för mätningen. Observera att det enligt praxis är det uppmätta värdet utan hänsyn till osäkerheten som ska jämföras mot riktvärdet.

4.4 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.
- Mätvärden med en, enligt mätstandarden, för hög positiv temperaturgradient har använts i analysen utöver de mätvärden i tillåtet intervall för temperaturgradienten. En hög positiv temperaturgradient kan teoretiskt ge en högre ljudnivå.
- För mätpunkt D användes ej driftsdata från det närmaste verket, verk 2, utan data från verk 3 har använts i analysen. Detta då driftsdata för producerad elektrisk effekt för verk 2 endast loggades för halva mätperioden. Verk 3 ligger cirka 60 m längre bort från mätpunkt D jämfört med verk 2. Detta påverkar ej de uppmätta ljudnivåerna men kan förskjuta de redovisade mätvärdena upp eller ner i vindhastighet. Då vindkraftverken ligger på liknande avstånd från mätpunkt D bedöms dock inverkan som liten.

5 Avsteg från mätprogrammet

Dessa avsteg från mätprogrammet har gjorts:

- Mätpunkt A har flyttats för att reducera bakgrundsnoise samt ge fri sikt mot flera av vindkraftverken.
- Mätning av både totalnivå (vindkraftverken på) samt bakgrundsnoise (vindkraftverken av) har gjorts under betydligt längre tid än vad som angetts i mätprogrammet.
- Mätning vid ytterligare en mätpunkt har utförts, mätpunkt D, efter önskemål från närboende och Miljö- och hälsoskyddskontoret.

6 Diskussion

6.1 Kommentarer uppmätta och beräknade ljudtrycksnivåer

Ljudimmissionsmätningarna har utförts enligt metod C i mätmetod Elforsk rapport 98:24 (1), vilken anvisas av Naturvårdsverket för kontroll av ljudimmission från vindkraft. På grund av den höga bakgrundsnoise går det dock inte, enligt mätmetoden, att entydigt bestämma ljudnivån från vindbruksparken i någon av mätpunkterna. Däremot kan en övre gräns av ljudnivån fastställas, vilken är 37 dBA i mätpunkt A och 36 dBA i mätpunkt D, om analysen görs för en begränsad del av den totala mättiden. Ljudnivån orsakad av enbart vindkraftverken är dock sannolikt lägre. De indikerande immissionsmätningarna indikerar dock att beräkningsresultatet är korrekt då skillnaden är mindre än 1 decibel vid jämförelse mot mätresultatet. Bedömningen som Miljö- och hälsoskyddsnämnden har gjort i föreläggandet ser därtill ut att stämma, d.v.s. att de båda metoderna ger likartat resultat.

7 Slutsatser

Kontrollen av ljudimmission från vindbrukspark Karsholm, redovisad i sammanfattning i denna rapport, visar att riktvärdet 40 dBA utomhus vid bostad innehålls för samtliga närliggande



fastigheter med minst 2 decibels marginal. De indikerande immissionsmätningarna och ljudimmissionsberäkningarna visar på ett samstämmigt resultat. Utifrån mätresultatet konstateras att det ej, vid mättillfället, var mycket låg bakgrunds nivå på grund av vindskyddat läge. Subjektivt var dock vindkraftljudet tydligt hörbart vid de lägre vindhastigheter som förelåg tidigt på morgonen. Det är enligt uppgift också då som flest klagomål har inkommit från närboende, vilket kan vara en förklaring till detta.

8 Referenser

- [1] Miljö och hälsoskyddskontoret Kristianstads kommun, Beslut om föreläggande angående bullerutredning, Dnr. 2012-001717, 2013-04-12
- [2] Appelqvist, P, 579309 PM01 Förslag mätprogram Karsholm vindbrukspark 130626, ÅF-Infrastructure AB,, 2013-06-26
- [3] IEC 61400-11 Edition 2.1 "Wind turbine generator systems - Part 11: Acoustic noise measurement techniques", International Electrotechnical Commission, Geneve, 2006-11
- [4] Ljungren, Sten, Elforsk rapport 98:24 - Mätning av bullerimmission från vindkraftverk, Energimyndigheten, 1998
- [5] Fredriksson, J och Appelqvist, P, 584685 Rapport A Emissionsmätning Karsholm vkv1 130917, ÅF-Infrastructure AB, 2013-09-17
- [6] Fredriksson, J och Appelqvist, P, 584685 Rapport B Emissionsmätning Karsholm vkv5 130917, ÅF-Infrastructure AB, 2013-09-17
- [7] Fredriksson, J och Appelqvist, P, 584685 Ljudimmissionsberäkning Vindbrukspark Karsholm 130917, ÅF-Infrastructure AB, 2013-09-17
- [8] PSO-07 F & U project no 7389. Noise and energy optimization of wind farms. Validation of the Nord2000 propagation model for use on wind turbine noise.", Delta, rapport AV 1236/09 Hörsholm, Danmark, 2009



Bilaga 1. Ljudkarta

