

**Referat från seminariet Ljud, ljus, skuggor, arrangerat av länsstyrelsen i Halland, nod för Tillstånd och planering inom Nätverket för vindbruk. Seminariet ägde rum 091103 i Hässleholm.**

**LJUD**

**Martin Almgren, ÅF Ingemansson:  
”I absolut stillhet finns inget ljud”**

Ett vindkraftverk bullrar inte mer än att det är ganska lätt för en människa att överrösta. Den slutsatsen kan man med hyfsad säkerhet dra efter det inledande föredraget av Martin Almgren från ÅF Ingemansson. Almgren är tekniker i akustik och leder kontrollprogrammet för ljud vid Lillgrundens vindkraftspark i Öresund.

Ljud är inget entydigt begrepp. Det uppstår av krafter i rörelse. I absolut stillhet finns inget ljud. Hur ljud *uppfattas* är avgörande för bedömningen av vilka åtgärder som behövs. Man talar om hälsoeffekter av störande ljud och det uttrycks på vissa håll oro för ”dolda” ljud som infraljud och lågfrekvent ljud.

-Man kan enligt min uppfattning inte påverkas av ljud man inte hör, är Martin Almgrens enkla ståndpunkt.

Runt ett vindkraftverk ligger ljudnivån runt 67 dB och vid normalt samtal är ljudnivån runt 60 dB. Verket kan alltså störa samtal, men inte mycket och bara direkt under och nära verket. De diskussioner som förs handlar mer om ljudstörning i och kring bostäder.

Det har visat sig finnas en växelverkan mellan syn och hörsel. Det man ser blir man mer störd av.

-Men de som äger verken gillar att det låter, att det hörs att här skapas kraft, säger Martin Almgren leende, som ännu ett exempel på ”psykoakustiska” faktorer.

Att mäta ljud från vindkraftverk är inte alldeles enkelt, men det finns en internationell standard från 2006. Metoderna kan förefalla osofistikerade, som att lägga en mikrofon på en hård skiva nedströms verket.

Vid beräkningar beskrivs ljudkällan i flera parametrar: ljudeffektnivå, ljudemission, källstyrka, källljud, vindhastighet, reglerinställning, frekvens.

Ett nytt problem är oro för lågfrekvent ljud. Utredningar hittills har dock visat att ljudnivån inomhus inte överstiger Socialstyrelsens riktvärden för lågfrekvent ljud. Utomhus finns inget riktvärde för lågfrekvent ljud. Det har påståtts att ett vindkraftverk låter lika mycket som två motorsågar, men Martin Almgren avvisar jämförelsen med några hårda fakta.

-En motorsåg alstrar lika mycket ljud som 20 vindkraftverk! Ljudeffektnivån är inte det man hör.

Det finns avgörande skillnader mellan gamla och nya verk (med nya menas då verk från de senaste tio åren ungefär). Nya verk har reglerinställningar som gör att ljudet minskar vid ökande vindhastighet. I gamla verk är det tvärtom. De äldre verkens överstegringsregleringar gav högre ljud vid ökad vindhastighet.

Nya vindkraftverk kan inte överstegra, ”ställa” vid starka vindar, pga en annan bladform och de rör sig långsammare med mindre ”svisch”-ljud.

-Man strävar efter att hitta bladformer som ger mindre ljud och samtidigt utnyttjar vindeffekten bättre, säger Martin Almgren. Naturvårdsverkets uppräknade riktvärden stämmer inte för moderna verk. De riktlinjer som finns gäller också bara utomhus, Det har också talats om ”toner” i ljudet från vindkraftverk, De kan bero på växellådans kuggingrepp, men enligt Martin Almgren är det oftast något fel om ett vindkraftverk alstrar den sortens ljud. Moderna växlar har låg ljudnivå.

Nya utredningar har visat att ganska få upplever sig störda av ljud från vindkraftverk, jämfört med den första utredningen, men det beror på i vilken omgivning man bor. Men det finns en rad åtgärder man kan och bör ta till för att minska ljudspridningen.

Skärmar är ingen bra metod, de blir för höga, Bättre är att kontrollmäta vid olika tidpunkter och inskränka driften vid olika tider och vädertyp. Man bör också utnyttja verkens ljudoptimerande inställningar.

En viktig ljudfaktor är de sk maskeringsljuden, eller bakgrundsljud, dvs ljud från omgivande natur, bilar, industrier mm. Om suset i skogens träd är många decibel högre än det som alstras av vindkraftverket så hör man inte verket.

Man kan också hamna i vindskugga så att det blåser väsentlig mindre vid t ex ett hus än vid verket. Då finns heller inga naturliga maskeringsljud. I England och Frankrike har man därför strängare ljudkrav vid låga vindhastigheter.

Verksamhetsutövaren, alltså verkets ägare, bör

- planera så att riktvärden för ljud uppnås.
- överväga om man bör klara ett bättre värde än 40 dBA
- upphandla med krav på garanti för ljudeffektnivå
- erbjuda ekonomisk vinning till närboende

Om tillsynsmyndigheten begär en kontrollplan för ljudmätning bör utövaren

- Kontrollera att ljuddata för offererade verk uppfyller ljudgarantin
- Göra ljudimmissionsmätning vid närmsta bostad med metoden Elforsk 98:24
- Göra ljudemissionsmätning av vindkraftverket om riktvärdet vid bostad inte klaras.

## **HINDERBELYSNING**

De regler som funnits har inte varit anpassade till vindkraftverk. Fram tills dess att den nya föreskriften vann laga kraft har inga vindkraftverk uppfyllt gällande föreskriftskrav avseende hindermarkering

Hinder mellan 40 – 100 meter skulle vara markerat i hindrets högsta punkt.

Hinder över 100 meter men under 150 meter skulle vara markerat dels i toppen dels på en nivå mellan 75 och 100 meter!

Nivån 75-100 togs bort i den nya föreskriften men kommer sannolikt att återinföras. Om lampan sitter för högt ses den inte av t ex lågflygande ambulanshelikoptrar.

### **Luftfartsstyrelsens föreskrifter (tillkom 2008):**

#### **Lägre totalhöjd än 150 m:**

Dagtid: Utmärkning med vit färg

Gryning och skymning: Blinkande medelintensivt rött ljus (2000 cd) 40-60 per minut

Natt: Blinkande medelintensivt rött ljus (200 cd) 40-60 per minut

#### **Högre totalhöjd än 150 m:**

Dagtid, gryning och skymning: Utmärkning med vit färg och högintensivt vitt blinkande ljus (100 000 cd) 40-60 per minut

Natt: Medelintensivt vitt blinkande ljus (2000 cd) 40-60 per minut

Högre vindkraftverk hamnar i ett annat luftrum med bl a snabbflygande militärplan och ska därför både vara vita och under dagtid ha ett starkt, blinkande varningsljus, som telemaster.

### **Hinderljusens visuella påverkan:**

- Direkt ljus
- Indirekt ljus, exempelvis via vatten eller snöytor, låga moln, terräng, byggnader

*Ljusens synbarhet beror på egenskaper hos ljusen*

Ljusens ljusstyrka mot betraktaren,  
ljusbild i övrigt i landskapet,  
ljusens färg och karaktär,  
*Ljusens synbarhet beror på väder och terräng:*  
hinder, atmosfäriska förhållanden  
*Ljusens synbarhet beror på betraktaren:*  
Antal betraktare, synförmåga, typ av verksamheter

Få studier har gjorts om störningseffekter av hinderbelysning. De åtgärder man i så fall kan använda är avskärmning, reducerad ljusstyrka nattetid, synkronisering av blinkningsintervall mellan olika verk, begränsa ljusmarkeringar till ytterkanten av vindkraftsparker. En km från verket ser man högst 10 procent av ljuset.

Det finns en tydlig målkonflikt mellan synlighet för flyget och liten störningseffekt för befolkningen. Mer erfarenhet behövs vilket kräver vidare studier om den visuella påverkan

### **Villkor för hinderbelysning:**

"Hinderbelysningen ska utformas i samråd med tillsynsmyndigheten och Luftfartsstyrelsen. Så långt det är möjligt ska hinderbelysningen utformas så att eventuella olägenheter kan undvikas för närboende."

Den utveckling som pågår kräver i vissa fall ändrade föreskrifter.

- LED-teknik - exaktare ljusstråle, lång hållbarhet, lättare att avskärma pga horisontell ljuskägla.
- Visibilitetssensorer som anpassar ljusstyrkan till siktförhållandena.
- Ljussensorer, som anpassar ljusstyrkan efter bakgrundsljuset.
- Transponderteknik, som tänder ljusen vid annalkande flyg.

Två pilotprojekt pågår på Bondön och i Dragaliden, båda i Norrbotten.

Synbarhet och störning testas under kort tid, medan inkörning och kontrollmätning tar längre tid. Kontakten med de närboende är god – det är också de som har initierat projekten.

Projektplan:

Planering och beställning av prototyper är gjorda.

December 2009: Arbetsgruppen sätts ihop med representanter från Transportstyrelsen, flygplatserna, länsstyrelsen, kommunen, lokala referensgrupper i Koler och Lillpite, Enercon, prototyp tillverkare

Januari 2010: Montage av utrustning

Februari 2010: Testning och utvärdering

Mars 2010: Arbetsgrupp, teknikval

April 2010: Resning av torn inleds

Den prototyp man arbetar med är diodlampor som klarar från 20 cd rött till 100 000 cd vitt blinkande ljus. (Som jämförelse kan nämnas Öresundsbrons dioder på 270 000 cd, som dock måste bytas vartannat år.) Man ska också testa styrteknik och ljusreläer samt visibilitetssensor.

### **BERÄKNINGSMODELLER**

Beräkningar för ljud- och ljusstörningar är ett tämligen outforskat område. Forskning behövs för precisare riktvärden, andel störda vid en viss exponering, hur man ska mäta exponering, miljömedicinska bedömningar, sambandet dos-respons.

Vissa saker vet man dock. Som att ljudet avtar med 6dB för varje dubbling av avståndet. Naturvårdsverket har tagit fram enkla beräkningsmodeller för beräkning av ljudimmission. Nordiska modellen och Nord 2 000 är mer detaljerade metoder. Markdämpning, skärmning, böjning är bara några faktorer som dämpar ljud. Vattenytor är akustiskt hårda och reflekterar också ljus. Väder och vindhastighet har stor inverkan.

### Skuggpåverkan

Den beräkningsmodell som används för att mäta skuggpåverkan från bl.a. vindkraftverk kallas geometrisk modell, eller astronomisk modell. Astronomiskt maximalt möjliga skuggeffekten (värsta fallet): den teoretiskt beräknade tid då

- solen lyser från soluppgång till solnedgång från en molnfri himmel,
- rotorytan står vinkelrätt mot solinstrålningen
- vindkraftverket alltid är i drift.

Sannolik skuggeffekt: beräknad skuggeffekt baserad på väderprognoser och övriga förutsättningar.

Faktisk skuggeffekt: den verkliga skuggtiden.

Faktorer som inte beaktas i den geometriska modellen:

- Solskivans storlek på himlen
- Rotorbladens avsmalnande form
- Atmosfärens inverkan på solljus

Hur räkna på hinderbelysning?

- Hinderljusen gör att verken syns långt
- Ljusens blinkning ökar synbarheten (det är meningen)
- Ljus synligast vid gryning och skymning
- Siktlinjeanalys kan klargöra var ljusen kan ses.
- Hinderljusen sitter på turbinhuset. Räkna med navhöjd+någon meter

*Allards lag* kallas en beräkningsmodell för att mäta ljuspåverkan.

Ev är den resulterande illuminansen vid mottagaren

Iv är ljuskällans intensitet (i candela) i mätriktningen

T är den atmosfäriska transmissivitetfaktorn (per distansenheter) för sträckan mellan ljuskälla och ljusmottagare

D är avståndet mellan ljuskällan och ljusmottagaren, mätt i en specifik avståndsenhet

$$Ev = \frac{Iv \cdot TD}{D^2}$$

## **EXEMPLET TVÅÅKER**

**Håkan Svensson, ansvarig för Varberg energis vindkraft:**

**”Att höra och störas är inte samma sak”**

Varberg Energi började med vindkraft i liten skala 1991. Idag driver man 20 vindkraftverk och har en egen produktion på 32 GWh. Tillståndprocessen har förlängts från åtta månader till flera år. Överklagandena är många.

I Munkagård-Tvååker domineras ljudbilden av en motorväg och järnväg.

-Vid ljudmätning är det viktigt att beakta ”naturliga” avskärmningar som kullar, buskar, träd, säger Håkan Svensson. Kontrollprogram ska utformas så att behov av uppföljande mätningar

och utredningar begränsas, tycker han. Att mäta med jämna intervall känns inte som ett behov. Han betonar vikten av att inte låsa teknikutvecklingen genom detaljerade, statiska villkor. Han tror på en bra dialog och enkla lösningar hellre än ohanterliga regelverk.

-Man kan ju stänga av under jullunchen..

En skuggutredning har gjorts i området. Förfinade metoder och redskap har gett goda möjligheter att beräkna t ex effekterna av att tidvis stänga vindkraftverket.

-Man kanske ska ha sensorn på berörd fastighet i stället? funderar Håkan Svensson. Idag utgår man från värsta fallet vid varje mätning. Automatik kan fungera, men är grov i inställningarna. Stora, långsamma verk ger mindre skugg effekter. Små vindkraftverk med tre gånger högre varvtal ger en obehaglig stroboskopeffekt.

-När hjärnan hinner följa med bladen varvet runt blir de rofyllda att titta på!

## **VILLKOR OCH TILLSTÅNDSGIVNING**

**Peter Ardö, chefsjurist på länsstyrelsen i Halland:**

### **”Vingarna ska sitta fast”**

Villkor och försiktighetsmått behövs, fastslår Peter Ardö, sekreterare i miljöprocessutredningen och med lång erfarenhet av tillståndsgivning för vindkraft. Detta bl a apropå händelsen i Falkenberg nyligen, där en vinge lossnade från ett vindkraftverk.

-Kontrollprogram, teknisk besiktning och hållfasthetsberäkningar ska förhindra sådant. Lagstiftningen täcker detta.

Han efterlyser större stringens i ansökningarna om att etablera vindkraftverk. Idag är de ofta lite väl ”luftiga” tycker han.

-Vi behöver veta ramarna för att kunna styra upp villkoren.

I Halland använder man inte begreppet ”riktvärde”, men ”40 dB-praxisen” är tydlig.

-Som jurist kan jag inte väcka frågan, även om jag tycker att det vore bra med olika värden, säger Peter Ardö.

-Grundtanken med ett tillstånd är att man ska få rättskraft. Det ska utformas så att det klart avgränsar vad man får göra och vilka effekter det har för kringboende.

## **Sammanfattning av frågor-och-svar under seminariet.**

*Räknas sockeln in i totalhöjden?*

Ja

*Kan kommunerna överlåta tillsyn åt varandra för vindkraftparker nära kommungränsen?*

Det är inte så bra om kommunerna skriver olika förelägganden. Delegeringen av tillsynen får inte bli för splittrad.

*Vad gör man med fundamenten vid avveckling?*

Finns inga bestämmelser. De får stå kvar.

*Hur påverkas bulleravskärmningen i skog om skogen avverkas?*

Skogen är inte bullerdämpande och i Sverige tar man inte hänsyn till bakgrundsljud, som skogssus.

*Hur definieras rena toner, som kan vara orsak till krav på bullerdämpning?*

Det finns standardiserade metoder.

*Hur mäter man skuggfrekvens?*

Grunden är att ett tillstånd ska leva upp till villkoren. Om det krävs tidvisa avstängningar så är platsen illa vald, enligt ett tidigare rättsfall.

*Kan man skriva in tekniska detaljer i villkoren, som MOD-inställning?*

Lås inte fast teknikutvecklingen genom villkoren. Att detaljstyra tekniken, till exempel genom att skriva in MOD-inställningar på maskiner, är ingen bra väg. Det man ska leva upp till är ljudkravet, inget annat. Eller motsvarande, när det gäller hur skuggsensorer ska utformas.

*Hur gör man med ljudfrågan när ansökningarna gäller parker i anslutning till varandra?*

Gemensamma villkor enl 16kap § 8. Var och en måste beskriva den samlade störningsbilden. Har du en park med 37 decibel och en annan med 37, bredvid varandra, måste de visa att de tillsammans inte överskrider 40 DBa.

Halland använder inte begreppet riktvärde. Vi följer miljööverdomstolen.

*Exakta koordinater eller fri placering inom ett område?*

Det finns ett berättigat intresse från sökande att ha en viss frihet för att optimera energiproduktionen. Exakta koordinater eller koordinater med radie är enklare att hantera än en box-modell där man anger "någonstans i detta område" som placering. En stor box med fri placering innebär större krav på utredningar. Biotoper, worst-case för buller, etc..

När det gäller etableringar som Sjijska eller Taka Apua finns inga koordinater, där står att vindkraftverkens exakta positioner ska bestämmas i samråd med tillsynsmyndigheten.

Det resonemanget kan inte överföras till tätbebyggda områden.

*Går tillstånd att överlåta?*

Ja. Den som köper verksamheten får då exakt samma krav på sig.

*Gäller det även anmälningsärenden?*

Nej. Du får inte med dig någon rättskraft, bara ett förpliktande föreläggande. Det finns inget gynnande beslut i ett föreläggande. Du får troligen rikta ett föreläggande mot den nya verksamhetsutövaren.

*Att "ledningarna ska avlägsnas" - gäller det också underjordiska?*

Ja. Tillståndet täcks av en teknisk beskrivning. Där anges vad som ingår. Är ledningarna angivna där, så ingår de i tillståndet. Följdverksamheten måste man också ta med - som en ledning i en tillståndsansökan. Men vill man inte tvinga verksamhetsutövaren - för att ledningarna hänger ihop med ett annat ärende, då kan det falla ut.

*Hur ofta ska man mäta buller - vart tredje år, vart femte år?*

Det ska finnas en skälighet i mätning - det finns ingen anledning att mäta om inte situationen förändras, och det är en stor kostnad att mäta ljud. Verksamhetsutövaren ska säkerställa att villkoret följs.

*Villkor för lågfrekvent buller?*

Man kan möjligen hänvisa till socialstyrelsens allmänna råd inomhus. Det finns inga riktvärden för lågfrekvent ljud utomhus.

*Vilken typ av ekonomisk säkerhet för nedmontering kan man kräva?*

Man kan ställa krav i form av en bankgaranti på ekonomisk säkerhet för nedmontering. De kan också deponera pengar hos länsstyrelsen. Moderbolagsborgen är inte OK, eftersom det är svårt för länsstyrelsen att avgöra moderbolagets finansiella ställning.

I ett anmälningsärende kan man inte ställa villkor. Däremot kan man förelägga sökanden att söka tillstånd.

*Hur ställer man krav på teknisk besiktning?*

Vi som jobbar på tillsynsmyndigheten kan se till att en teknisk besiktning - alltså en kontroll av det som står i den tekniska beskrivningen - ingår i kontrollprogrammet. Det går att använda miljöbalken till att ställa sådana krav. Inget hindrar att man kontrollerar att verksamhetsutövaren har låtit göra en teknisk besiktning, men jag vet inte hur vanligt det är att sådant står i kontrollprogram. Det bör stå i kontrollprogrammet snarare än i villkoren.

(Peter Ardö)

text: BARBRO LARSON