

Vindkraftverk och god livsmiljö oförenliga

I artikeln görs en genomgång av motiv för vindkraft och dess konsekvenser för livsmiljön. Motiv för vindkraft från regering och myndigheter förs fram. Påverkan på fastighetsvärden analyseras. En genomgång görs av ett tvärvetenskapligt bullerseminarium vid Lunds universitet. Erfarenheter ges från grannar drabbade av vindkraftverk. Artikeln tyder på att ett omvänt laga skifte blir nödvändigt, jämfört med 1800-talets, om vindkraften ska kunna byggas ut med ett planerat mål om 30 TWh per år 2020. För att nå uppsatta mål krävs även en väsentlig utbyggnad av vattenkraften. Sammanfattningsvis har skaleffektsproblematiken inte beaktats.

Statsministers kansli framhåller att regeringen aktivt påskyndar utbyggnaden av vindkraften med ett för detta syfte reformerat regelverk [1]. Invånarna får via kommunal översiktsplanering information om var utbyggnaden kommer att ske. Översiktsplaneringen sker med hänsyn till vindkraftens krav på en snabb utbyggnad. Miljöministern konstaterar, att kommunalt inflytande sätter "käppar i hjulet" för klimatmålen, vilka, enligt miljöministern, är mycket viktiga för Sveriges energiförsörjning [2]. Miljöministern kräver en kommunal självsanering av vetorätten för vindkraft. Miljöministern ifrågasätter vidare om det finns något nämnvärt motstånd från grannar drabbade av vindkraft, efter jordbävningkatastrofen i Japan, och skadorna på kärnkraften där [3]. Regeringens vindkraftutredare konstaterar att med den nya Plan- och bygglagen (PBL) får fem stycken Mark- och miljödomstolar samma administrativa gränser som miljödomstolarna nu har [4]. Överklagningsärenden inom PBL går dit, liksom detaljplaner och bygglovsärenden. Tillstånd för miljöfarlig verksamhet ges idag av Miljöprövningsdelegationer (MPD) vid tjugoen

länsstyrelser, vilka minskas till sju MPD. Energimyndigheten hävdar att bevarandebestämmelserna och vindkraft kan integreras i samma område varför riksintresset vindkraft bör implementeras i kommunernas översiktsplaner [5]. Energimyndigheten hävdar att det råder rättsosäkerhet om det kommunala vetot, som inte behöver motiveras och kan inte överklagas, och kräver att rättsosäkerheten garanteras. Sammantaget har dock tillståndprocessen blivit alltmer strömlinjeformad där prospektören ensidigt redovisar att tillståndsparametrar, med små möjligheter för myndigheterna att genomföra kontroller, i och med att myndigheterna saknar verktyg härför. I Sverige hävdvunnen rättsosäkerhet i fråga om klagan över tillstånd, har också beskrivits till i det närmaste noll, i och med att antalet överklagadeinstanser för vindkraft i realiteten bara är en, vilken dessutom har fjärrmats befolkningen rent geografiskt. Av miljöministern och Energimyndigheten hävdad rättsosäkerhet torde därför avse de av vindkraft drabbade grannarna – inte vindkraften [6]. Av vindkraft drabbade grannarna får på egen bekostnad driva försvaret för sin livsmiljö, medan motsvarande utbyggnad av vattenkraften gav rätten till fri advokathjälp och fritt ting [7]. Vindkraften, däremot, företräds ofta av jurister vid prospekteringen varför obalans råder till den drabbades förfång.

Vindkraftverk påverkar fastighetsvärden

Följande parametrar påverkar fastighetsvärdena [8]:

1. Vindkraft är mer tärande än närande
2. En "död hand" läggs över landskapet
3. Störningseffekter för grannar
4. Risk för flygande isprojektiler
5. Teletrafik/flyg störs
6. Fågellivet decimeras
7. Tysta områden är passé – fredade områden blir guldkorn
8. Upplyningsplikt föreligger från säljarens sida.

Vindkraften, å sin sida, hävdar att ingen signifikant påverkan sker på fastighetsvärden [9] och [10]. Huvudslutsatsen från vindkraftens sida är att det inte finns något samband mellan närhet till vindkraftverk och lägre priser på permanentbostäder eller fritidshus. Rapporten har tagits fram av ÅF Consult med Svensk Vindenergi som projektledare. I referensgruppen ingick Boverket, Energimyndigheten, KTH, Handelshögskolan, Eolus Vind AB och Mäklarsamfundet. Svensk Vindenergi och referensgruppen borde dock ha insett att pro-

jektering och byggande av stora vindindustrialområden påverkar fastighetspriserna i närområdet negativt. Att välja hundra gånger höjden av små vindkraftverk (50 m i höjd) som påverkat område (5 km i radie) är irrelevant jämfört med de havsvindkraftverk med upp till 205 m i höjd som nu ställs nära bostäder och fastighetsgränser (minimivstånd 500 m). Slutsatsen bestrids i rapporten för ett fall i Trelleborgs kommun (totalhöjd 63 m), citat: "...bedömer två av tre de tillfrågade mäklarna att närhet till vindkraftverk kan påverka fastighetspriserna negativt, samt på Orust (77 m): "Snittpriset ... reducerats från tolv procent ... innan ansökan inlämnades till tjugotre procent under kommunsnittet året efter", och i Offerdal (119 m) av, citat: "Försäljningsdata ... svagare prisutveckling efter att tillstånd till etableringen givits".

Erfarenheter av buller från vindkraftverk

Ett stort antal studier av vindkraftverk med mindre effekt än 1,5 MW ligger enligt doktor Eja Pedersen, Halmstad högskola, till grund för nuvarande utbyggnad av vindkraft med högre effekt än 2 MW [11]. Ett svischande och rungande buller är det som är mest besvärande med 32 procent störda människor vid bullernivån 40 dB(A) samt femton procent vid bullernivån 35 dB(A) [12]. För människan är vindkraftsbuller näst flygbuller det mest besvärande. Till skillnad från vägbuller kan vindkraftsbuller inte förväntas tidsmässigt eftersom det inte följer dygnsrytmen [13]. Stora individskillnader föreligger på störningsgraden i fråga om vindkraft. Enligt doktor Martin Almgren, ÅF Consult, är det främst nedsvepet av turbinbladet, som skapar högt källbuller, eftersom bladet då möter varierande vindhastighet [14]. Sverige har enligt doktor Almgren de strängaste kraven i Europa på bullernivå från vindkraft, 40 dB(A), samt 35 dB(A) för tyst område, om detta har definierats i kommunal planering. Det senare kravet är dock sällsynt förekommande. Doktor Almgren framhåller att en detaljerad beräkningsmetod, Nord 2000, som används av ÅF Consult, med goda indata uppfyller kraven på begränsningsvärdet för buller nattetid i samband med de kontroller som ÅF Consult självt har genomfört, dagtid.

Lågfrekvent buller och medicinska aspekter

Professor Christian Sejer Pedersen, Ålborg universitet, framhåller att vindkraft-



Artikelförfattare är Bertil Persson, docent, Bara.

verk med en effekt högre än 2 MW ger upphov till tonala störningar vid låga frekvenser mellan 20 och 200 Hz [15]. I vissa fall ger stora vindkraftverk därför upphov till högre uppmätt bullernivå inomhus än utomhus [16]. För att innehålla kravet i Danmark, på en högsta lågfrekventa bullernivå inomhus, bör bullernivån utanför bostaden, enligt rekommendationer från Ålborg universitet, inte överstiga 35 dB(A) [17]. Hög lågfrekvent bullernivå vid vindkraftverk större än 2 MW bekräftades nyligen vid Lillgrund, Öresund. Här finns 48 stycken vindkraftverk med effekten 2,3 MW med en tonal störning vid 127 Hz [18]. Mätningar av bullret skedde av Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI). Förslaget, i syfte att bemästra problemet för fisket med alltför högt lågfrekvent buller, går ut på att ändra varvtalet för verken, så att inte fiskens lekplatser i Öresund störs. Det lågfrekventa bullret upplevs även på stranden vid Klagshamn, 7 km från vindkraftverken, som ett dovt ihållande mullrande. Docent Gösta Bluhm, Karolinska universitetssjukhuset, Solna, framhåller att riktlinjer för högsta buller från vindkraftverk har fastställts så att mellan tio och tjugo procent av befolkningen kan känna sig störda [19]. Därav har begränsningsvärdet nattetid satts till 40 dB(A). Mätningarna av buller utförs dock oftast dagtid medan samma vindkraftverk, enligt docent Bluhm, nattetid kan avge cirka 15 dB(A) högre mätvärde i bullernivå vid bostaden än vid mätning dagtid. Högre nattbuller från vindkraftverk än dagtid, beror på hög luftfuktighet och skiktningar i atmosfären. Nattstörningar, är enligt docent Bluhm, i särklass de mest besvärande för vindkraften, eftersom trafikbuller (flyg, bil, järnväg) mer eller mindre följer dygnsrytmen. Nattstörningar från vindkraften ger enligt docent Bluhm upphov till insomningsproblem, väckningar och omsomningsproblem. Sömnbrist till följd av buller från vindkraftverk kan på sikt ge negativa hälsoeffekter, men den drabbade människan minns då ofta inte den bakomliggande orsaken, långvarig sömnbrist.

Praktikfall Gräna, Jönköping kommun

På Vätternbranterna, alldeles intill Braehus, uppfördes under senhösten 2010 flera vindkraftverk med effekten 2,3 MW vardera, av samma fabrikat som de som används på Lillgrund, bild 1. Tillstånd för verken gavs dock efter bygglov för verk med effekten 2,0 MW, vilka verk i sin tur var "nedskruvade" för att avge lägre källbuller [20]. Garantikällbuller är en certifierad bullernivå hos ett vindkraftverk. Garantikällbuller innehåller en viss säkerhetsmarginal för spridning av mätvärden mellan olika verk samt mätnoggrannhet. "Nedskruvning" innebär att turbinbladen vinklas så att bladhastigheten blir lägre

hos vindkraftverket. Med lägre bladhastighet följer lägre hastighet för bladspetsen, med lägre bullernivå samt även lägre effekt och energifångst som följd. Bladspetsens vindhastighet får inte nå ljudets hastighet, eftersom speciella ljudeffekter då kan uppstå. Certifierat källbuller för i Gräna uppsatta verk vid full hastighet och effekt, mod 0, är cirka 106,0 dB(A) [21]. Av bygglovet framgår att redovisat källbuller för 2-MW-verk i mod 0 är 102,0 dB(A). Korrekt "nedskruvat" källbuller är 104,0 dB(A) vid mod 1 för ifrågasvarande verk. Med på platsen uppsatta verk kan man således förvänta sig att immissionsvärdena vid bostäderna vid mod 0 (full effekt) beräkningsmässigt ökar med cirka 4 dB(A). Mycket tyder på att full effekt är gängse även om "nedskruvade" verk uppges i ansökan, till exempel i Ramdala, Karlskrona kommun [22]. Vid tillfälle för bullermätning i Ramdala var varvtalet för verket subjektivt sett lägre än dagen före och dagen efter bullermätningen. Högre mod än 0, det vill säga lägre

re effekt, innebär lägre energifångst. Exempelvis Länsstyrelsen i Kronobergs län motsätter sig "nedskruvning" som relevant metod för att bemästra bullernivån intill vindkraftverk [23] och efterlyser i stället lösningar där 40 dB(A) uppfylls utan att vindkraftverket "skruvas ned". Vindkraftverk körs i mod 0 även om källbuller i miljörapporter ges för till exempel mod 4 eller 7 ("nedskruvade" moder) [24] till [27] respektive i mod 0 (full effekt) i stället för mod 4 [28]. Vindkraftverk är föremål för egenkontroll, varför myndighetens och därmed grannarnas insynsmöjlighet är liten. Transparens saknas vid mätning av buller och egenkontroll. Egenkontroll innebär att verksamhetsutövaren en gång per år inrapporterar källbuller hos vindkraftverket samt energifångst. Ofta står uppmätt energifångst och uppgivet källbuller inte i samklang med varandra, det vill säga uppmätt energifångst på platsen är endast möjlig vid full effekt, medan källbullret visar "nedskruvad" effekt. Vid praktikfallet vid

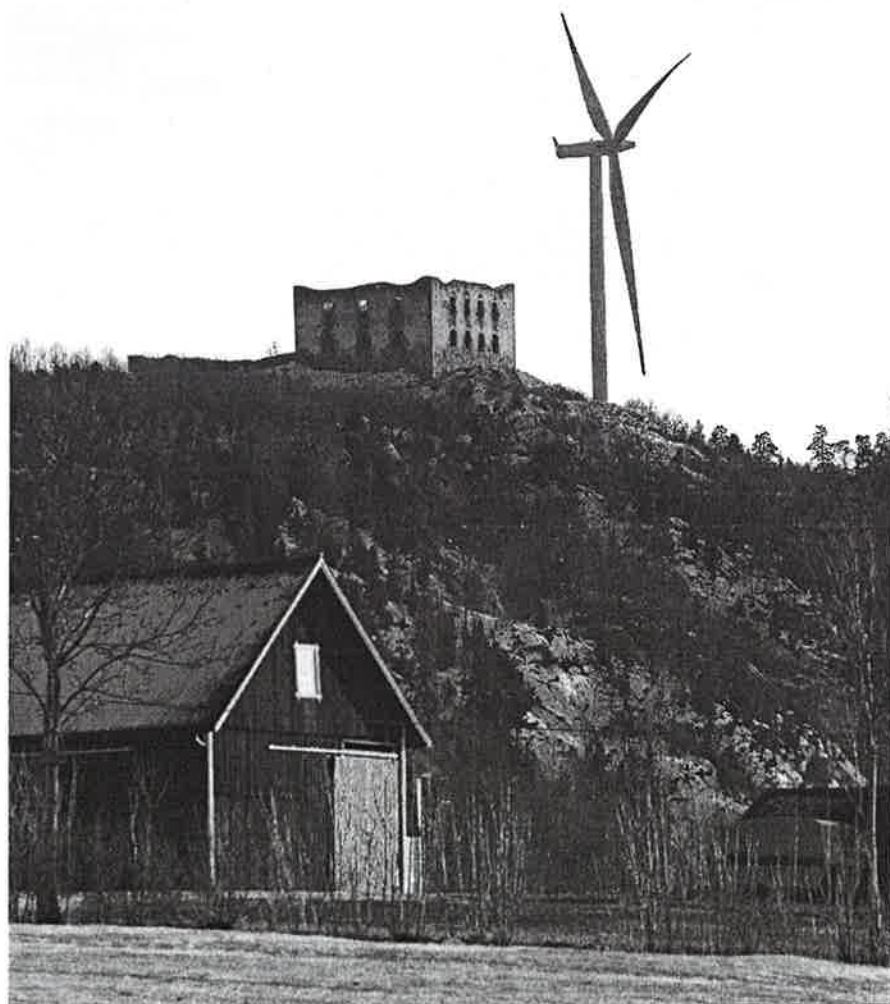


Bild 1: Vindkraftverk intill Braehus, Gräna.

Tabell 1: Kortfattad beskrivning av störningsgrad för buller.

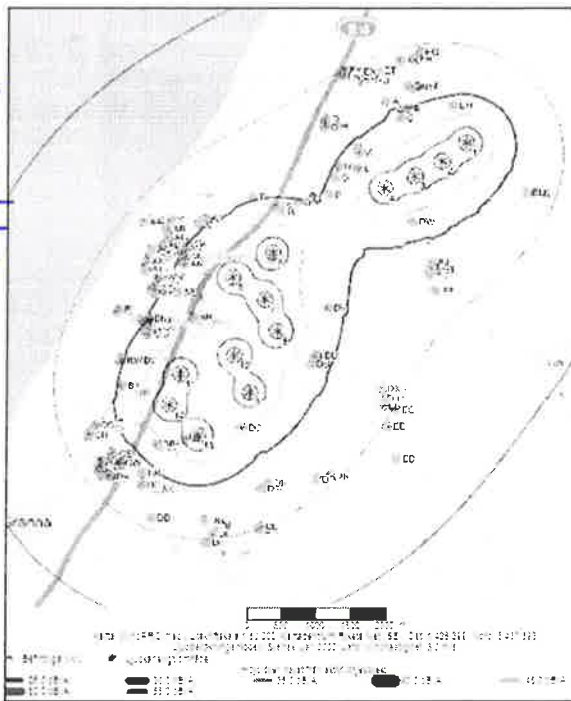
Störningsgrad	ICBEN	Rohrman
0	-	Ej hörbart
1	Uppfattar, störs inte	Hörbart icke störande
2	Hör tydligt, kan störa kvalificerat skrivarbete men inte intellektuellt okvalificerat arbete	Lätt störande
3	Kan störa telefonsamtal, avkoppling utomhus	Måttligt störande
4	Påtagligt störande, kan tvingas gå in, kan störa insomning	Påtagligt störande
5	Outhärdligt ute, svårt att somna in, vaknar nattetid, står inte ut hemma dagtid	Ytterst störande/outhärdligt

Gränna kan vid full effekt cirka 45 dB(A) förväntas som bullernivå vid grannbostaden. Enligt en dagbok störs de boende två till sju nätter per månad i form av insomningsproblem, väckningar och omsomningsproblem till graden 4 i en femgradig ICBEN-skala eller en skala enligt Rohrman, bägge från noll till fem, tabell 1 [29] till [31]. Tabell 1 visar en kortfattad beskrivning av störningsgrad för buller. Inom 900 m till Grännaverken finns 42 bostäder med mer än 40 dB(A) vid mod 0, figur 1. Bullerpåverkan sker i Gränna med aktuellt antal bostäder för cirka 10 capita/verk.

Praktikfall Hishult, Laholms kommun

Inom en radie av en kilometer från nitton stycken 2-MW-verk vid Hishult finns sju bostäder som kommer att drabbas av högre bullernivå än 40 dB(A) vid mod 0 och en konservativ beräkning med datorprogram WindPro (driftseffekt 2 MW på verken), figur 2. Störningsfrekvensen kan för Hishult konservativt beräknas till en capita per verk [32]. Bullermätningar utfördes vid låg luftfuktighet under dagtid under maj 2010 med tolv av verken i sydvästlig riktning igång. Bullermätningarna gav bullernivå under begränsningsvärdet för de drabbade grannarna [33]. Vid vindhastighet högre än 8 m/s avklingade bullernivån. De drabbade grannarna kräver att ärendet återförvisas för förnyad handläggning med relevant bullermätning av neutral part, nattetid, vid hög luftfuktighet, till exempel på senhösten [34]. Följande slutsatser kan dras av bullermätningar:

1. Bullermätningar för en punkt utfördes vid 2,67 m/s på höjden 10 m eller för 4,1 m/s på 105 m över marken. Källbuller vid mätning för denna punkt ska ökas från det som gäller 4,1 m/s, det vill säga 96,5 dB(A), till



Figur 1: Inom 900 m till Grännaverken finns 42 bostäder med mer än 40 dB(A). Beteckningar: röd linje är lika med 40dB(A) vid källbuller 106 dB(A). Ekvidistans för isolinjer för bullernivå: 5 dB(A).

Tabell 2: Elproduktion, effektivitet och fullasttid 2010 för vindkraftverk i Oxhult, Hishult, Laholms kommun.

Oxhult	El (MWh)	Effektivitet (%)	Fullasttid 2010 (timmar)
1	3987	22,8	1994
2	4076	23,3	2038
3	4314	24,6	2157
4	4636	26,5	2318
5	4254	24,3	2127
6	4035	23,0	2018
7	4399	25,1	2200
8	4584	26,2	2292
9	4359	24,9	2180
10	4342	24,8	2171
11	4578	26,1	2289
12	3959	22,6	1980
Medel	4294	24,5	2147

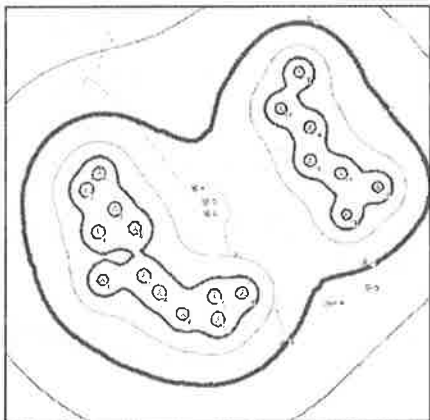
maximalt källbuller 104,0 dB(A), det vill säga med 7,5 dB(A) oaktat felaktig vindriktning, ett tillägg med cirka 3,0 dB(A). Totalt tillägg för uppmätt bullerimmission blir således cirka 7,5 plus 3,0 är lika med 10,5 dB(A) eller korrekt bullerimmission 45 plus 10,5 är lika med 55,5 dB(A).

2. Bullermätningar för en annan punkt utfördes vid 3,75 m/s på 10 m över marken eller 5,4 m/s på 105 m över marken, varför källbullret vid mätning för denna punkt ska ökas från det som gäller 5,4 m/s, det vill säga 101,5 dB(A) till maximalt källbuller 104,0 dB(A), det vill säga med 2,5 dB(A). Dessutom ska ett tillägg om ytterligare cirka 3,0 dB(A) ska göras för felaktig vindriktning. Totalt tillägg på uppmätt bullerimmission blir således cirka 2,5 plus 3,0 är lika med 5,5 dB(A) eller korrekt bullerimmission 43,5 plus 5,5 är lika med 49,0 dB(A).

Enligt en dagbok störs de boende i bostad A med vakenhet upp till fyra timmar per natt, mellan två och sju nätter per månad. Typ av störning i Hishult överensstämmer rätt väl med den i Gränna och är beroende av vindkraftverkets effektivitet. När det blåser för fullt, det vill säga cirka tjugofem procent av tiden låter det också som mest från vindkraftverken, tabell 2 och figur 3. Tabell 2 visar elproduktion samt därav beräknad effektivitet och fullasttid för vindkraftverken i Hishult [35]. Tabell 3 visar medelvindhastighet i Hishult 2010, 6,5 m/s [36]. För kommersiell vindkraft inklusive elcertifikat krävs cirka 7 m/s i medelvindhastighet.

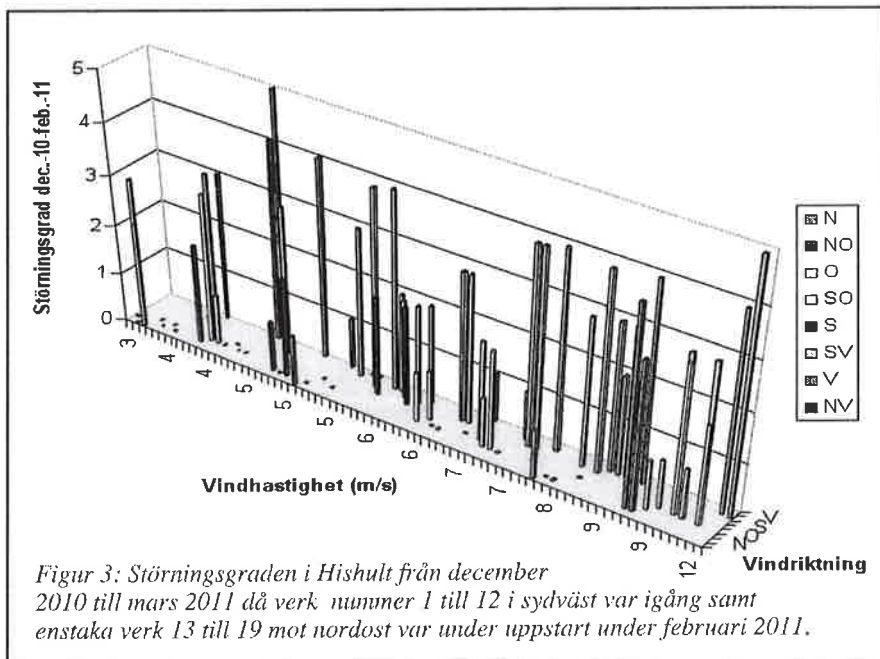
Verken i Hishult är, även om de är 150 m höga, för små för att kommersiell drift ska kunna nås. Figur 3 visar störningsgrad under perioden december 2010 till februari 2011. Störningsgraden beskrivs kortfattat enligt tabell 1. Störningsgraden noterades i figur 3 då verken 1 till 12 i sydväst var igång samt enstaka verk 13 till 19 mot nordost var under uppstart under februari 2011. Figur 3 är utförd som funktion av vindriktning och vindhastighet. Vindriktning och relativ vindhastighet uppmättes på marken. På navhöjden 105 m över marken torde vindhastigheten vara cirka 2 m/s högre än på marken [37]. Följande kan observeras ur i figur 3:

1. För vindriktning väst, V, från verken ökar störningsgraden på grund av direktbuller.
2. För vindriktning nordväst, NV, från verken, ökar störningsgraden redan vid 5 m/s troligen på grund av interferens mellan verken (inbördes avstånd endast 400 m).
3. Orsaken till störning redan vid 4



Figur 2: Sju bostäder inom en km från nittion stycken 2-MW-verk vid Hishult. Beteckningar enligt figur 1.

m/s vid vindriktning norr, N, och nordost, NO, är obekant, möjligen uppstart av nya verk 13 till 19 under februari 2011. 4. Till skillnad från bullermätning under maj 2010, som visade minskande bullerni-



Figur 3: Störningsgraden i Hishult från december 2010 till mars 2011 då verk nummer 1 till 12 i sydväst var igång samt enstaka verk 13 till 19 mot nordost var under uppstart under februari 2011.

Tabell 3: Medelvindhastighet i Hishult 2010, 6,475 m/s.

Parameter	Källbuller (dB(A))	Differens (dB(A))	Energi (GWh)	Effektivitet (%)	Andel mod 0 (%)	Energi (GWh/år)	Effektivitet (%)	Effekt (kW)
Mod 0	104,0	0,0	8,100	46,0	100	4,295	24,5	2,000
1	103,0	1,0	8,000	46,0	99	4,242	24,2	1,985
2	101,0	3,0	7,700	44,0	97	4,083	23,3	1,939

va vid vindhastighet över 8 m/s, upplevdes ökande störningsgrad även över 8 m/s. 5. Med vindhastigheten ökande störningsgrad över 8 m/s tyder på att vindbrusets maskerande effekt inte äger tillrämlighet för stora vindkraftverk.

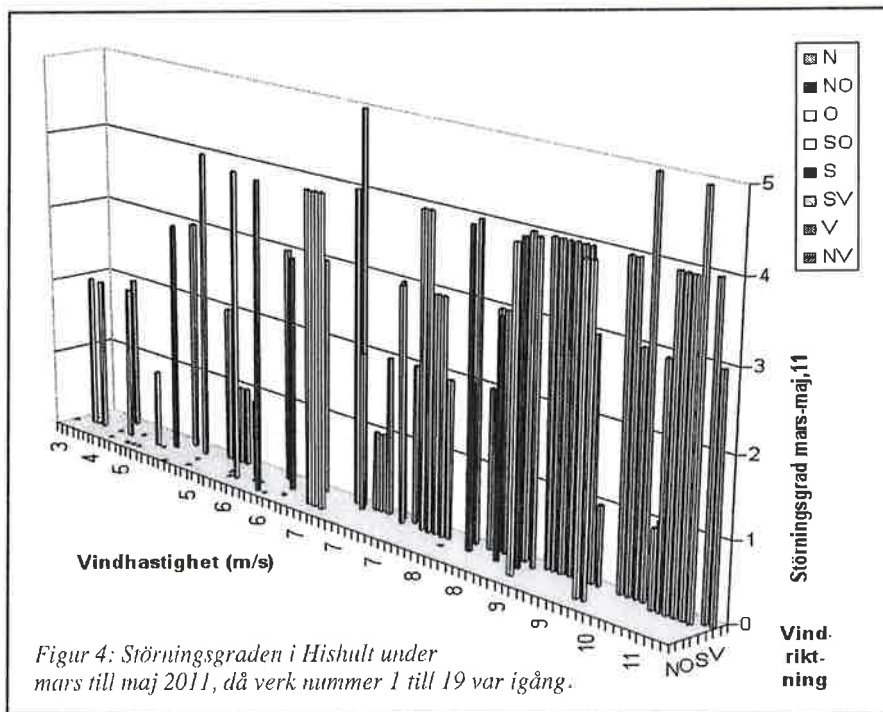
Figur 4 visar på samma sätt som i figur 3 störningsgrad för mars till maj

2011. Konsensus är densamma som för figur 3, det vill säga dominerande vindriktning ger mest besvär, från 5 m/s upp till 13 m/s. Verken i öster ger störningar så snart det blåser därifrån, från 5 m/s i vindhastighet. Måhända bör skyddsavståndet för buller vara dubbelt så stort i läriktningen för förhärskande vindrikt-

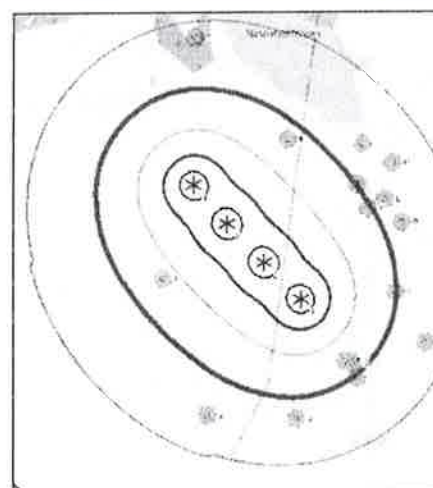
ningar (mellan sydväst och nordväst) än i övrigt.

Praktikfall Näsbyholm, Trelleborgs kommun

Vid fyra stycken 2,3-MW-verk finns sex bostäder inom 600 m, vilka enligt en konservativ beräkning med WindPro får mer än 40 dB(A) i bullernivå vid mod 0, figur 5. Cirka fem capita störs per verk. Störningsfrekvensen varierar mellan fem och femton nattväckningar per månad. Under



Figur 4: Störningsgraden i Hishult under mars till maj 2011, då verk nummer 1 till 19 var igång.



Figur 5: Vid fyra stycken 2,3-MW-verk i Näsbyholm finns sex bostäder inom 600 m med bullernivå över 40 dB(A). Beteckningar enligt figur 1.

dagtid vid västliga och sydvästliga vindar, samtidigt med mulet väder, det vill säga stor reflektion mot molnen eller disigt väder, upplevs bullret utomhus som ett svischande eller bankande, som påtagligt stör samtal och tankeverksamhet [38]. Vid denna typ av väder tio dagar i följd, kan svischande eller bankande inträffa upp till mellan sex och sju gånger, det vill säga minst två gånger per vecka. Bostaden ifråga är gammal med puts på utsidan och med träreglar mot ytter- och innerväggar. Dessutom upplevs i farstun till bostaden åt söder och i vardagsrummet åt söder och väster svischanden mindre påtagligt medan ett dovt mullrande är mer påtagligt. Det känns som om rummen kommer i egensvängning. Denna egensvängning hörs mest i farstun, men är också påtaglig i vissa delar av vardagsrummet. Vardagsrummet har två dubbel-fönster av gammal typ mot söder respektive väster med spröjs och sex smårutor. Vid bullerberäkningar för Näsbyholm hade en mätosäkerhet om 1,1 dB(A) inte tillagts resulterande källbuller 100,3 dB(A) [39] till [43], mätning skett på en punkt 110 m från ett av verken, medan den ska utföras på ett avstånd av 1,5 x navhöjden, det vill säga 96 m från samtliga verk [44]. Med anledning av det felaktiga mätavståndet ska korrekt källbuller ökas med 0,9 dB(A), figur 3. Luftfuktigheten i Näsbyholm var osedvanligt låg vid mättillfället, varför inverkan av relevant luftfuktighet nattetid (då begränsningsvärdet 40 dB(A) gäller) ska beaktas, cirka 99 procent, det vill säga ett tillägg görs med cirka 0,5 dB(A). Uppgifter om vindhastighet och effekt lämnades för Näsbyholmsfallet av verksamhetsutövaren själv, det vill säga rådata saknas i rapporten, varför dessa vind- och effektdata saknar bevisvärde. Spridningen i mätresultat i bullernivå i figur 3 är för stor för att regression ska kunna göras, det vill säga R^2 mindre än 0,75. I verkligheten beräknas R^2 är lika med 0,09, figur 6. Figur

6 visar ljudtrycksnivå som funktion av vindhastighet på höjden 10 m för ett vindkraftverk i Näsbyholm. Inget signifikant samband fanns mellan, å ena sidan vindhastigheten och, å andra sidan, ljudtrycksnivå, varför resultaten inte borde ha nyttjats. Subjektiv bedömning av upplevt buller för verk 1 till 3 saknar relevans som bevis i frågan. Därför bör en spridning av cirka 1 dB(A) mellan enstaka verk i stället ha beaktas. Om resultaten i figur 6 ändå accepteras ska resulterande källbullernivå med ledning av ovan sagda beräknas till 100,3 plus 1,1 plus 0,5 plus 0,9 är lika med 102,8 dB(A), vilket värde överensstämmer väl med garanti-källbuller för Enercon 1,8 MW E-70 för mod 4. Bullerberäkning för full effekt om 2,3 MW har därför skett med garanti-källbuller för Enercon 2,3 MW E-70 mod 0, det vill säga 103,1 dB(A), figur 5. Figur 5 visar buller- och skuggberäkningar enligt SNV 6241 [45] och [46].

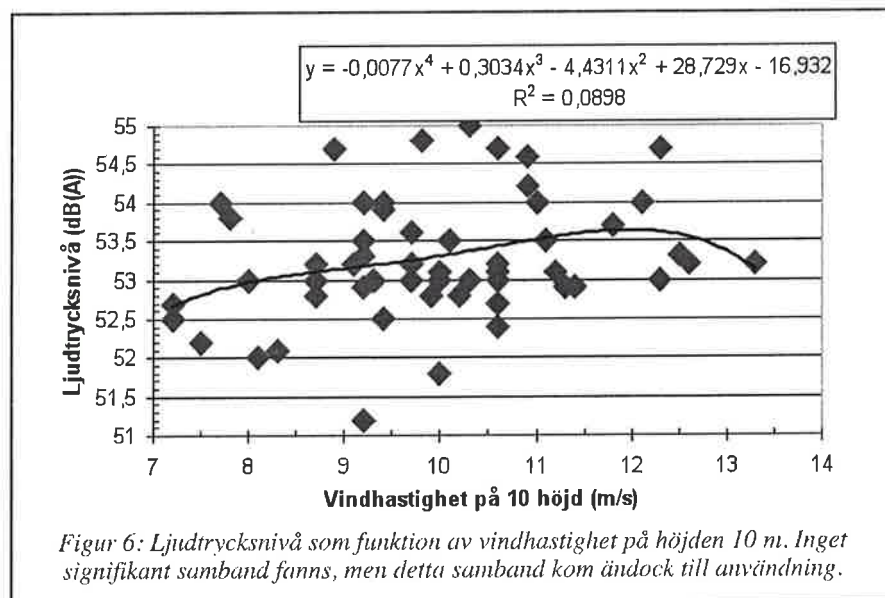
Konsensus för mänsklig livsmiljö

Vid bullerberäkningar/mätningar för vindkraftverk undertrycks systematiskt källbullret för vindkraftverket, uppges "nedskruvad" effekt, vilken är i det närmaste ogörlig att kontrollera, samt utförs beräkningar med förfinade metoder (program Nord 2000), vilka är att betrakta som en "Black box". Nord 2000-programmet kräver en mängd specifika indata, vilka går att styra så att begränsningsvärdet ständigt uppfylls. Efterföljande kontroll av att begränsningsvärdet uppfylls utförs av samma konsult som utförde bullerberäkningen, det vill säga cirkelbevis. Bullermätningarna utförs vidare under, för verksamhetsutövaren, mest gynnsamma förhållanden, dagtid vid låg luftfuktighet, högt bakgrundsbuller, på för få verk etcetera, medan ett relevant mätförhållande är nattetid vid temperaturinversion och hög luftfuktighet. I praktikkallet ingår 53 bostäder eller cirka 160 grannar intill 34 vindkraftverk, vilka kommer att expone-

ras för en tidigare icke upplevd typ av oregelbundet buller. Störningsfrekvensen blir cirka 4,5 capita per verk. Exemplifierade placeringar av verk får betraktas som de, under omständigheterna, mest gynnsamma med hänsyn till antalet störda grannar. Framgent kommer vindkraftverk att få placeras allt närmere drabbade grannar. Enligt professor Erik Skärbäck, Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp, kan, med ett skyddsavstånd av 250 m, en produktion av 100 TWh vindel per år beräknas för vindkraftverk placerade på slätten, för 400 m i skyddsavstånd, 30 TWh per år produceras på slätten samt 10 TWh per år vindel med 650 m i skyddsavstånd till bostäder [47]. Enligt professor Erik Skärbäck krävs ett omvänt laga skifte av den typ som ägde rum under 1800-talet för att produktionsmålet 30 TWh per år vindel ska kunna uppfyllas 2020 och samtidigt högst 40 dB(A) i bullernivå innehållas. Så blir uppenbart inte fallet, att 40 dB(A) kommer att kunna innehållas, utan en rimlig bedömning är att högre frekvens av grannar än ovan kommer att störas. Störningarna tar sig uttryck i nattetid störande buller med tonala inslag och bullertoppar, som i det lågfrekventa området inomhus under enbart tio minuter långa registreringar med varierande toppar om cirka 15 dB över minimivärdet [48] och [49]. Lågfrekventa bullertoppar undgår helt upptäckt om man använder ekvivalent bullernivå dB(A) uppmätta under åtta timmar. I stället bör maximalt buller inomhus mätas nattetid i dB(C) för bostäder, när personer störs. Bullermätningar bör göras vid tillfällena med markinversion samt vid vind mot bostad och verk igång eller stoppade.

Reglerkraft till vindkraft

Satsningen på vindkraft i Sverige sker i syfte av elexport för att ersätta produktion av koler, främst i Tyskland. Export av el bygger på kontrakt, så kallad *on-demand*. Export kan därför endast ske av el från annan elkraft än vindkraft, vilken reglerkraft, för exportändamål följaktligen måste byggas ut. Vindkraft kan endast levereras *on-supply* (när det blåser) och kan därför inte kontrakteras. Tabell 4 visar elkraftbalansen 2009 [50] samt en prognos av elkraftbalansen 2020 förutsatt att Energimyndighetens planeringsmål om 30 TWh uppfylls [51]. Förutsättningen är vidare konservativ, det vill säga en bibehållen elkonsument i Sverige, samt en bibehållen fördelning av reglerkraften, mellan de olika elkraftslagen. Intressant är att vindkraften 2009 nära nog exakt reglerades av oljekondenskraftverk i Stenungsund och Karlshamn. Intressant är också att elexporteffekten motsvarar maximal effekt av kärnkraft, det vill säga om kärnkraften och elexporten eliminerades så krävs ändå en ökad effekt av övriga kraftkällor för vindkraftens skull, till exempel med cirka 5 500 MW utbyggd vattenkraft. För 2020



Figur 6: Ljudtrycksnivå som funktion av vindhastighet på höjden 10 m. Inget signifikant samband fanns, men detta samband kom ändå till användning.

- [29] HM Miedema & H Vos. *Noise sensitivity and reactions to noise and other environmental conditions*. J Acoust. Soc Am 1998 104, 3432-3445.
- [30] B. Rohrmann. *The use of verbal labels in noise annoyance scales. Theoretical deliberations and empirical findings*. Dept. Psychology, Un. Melbourne, Australia. Carter, N. & Job, S.R.F. (Eds.), Proceedings "Noise as a public health problem". Sydney: Noise Effects '98 Pty, (vol. 2, 523-526).
- [31] Henning Theorell. Leg. läk. Dagbok för vid vindkraftverk i Tuggarp, Jönköpings kn. 2011.
- [32] Henning Theorell. Leg. läk. Dagbok för vid vindkraftverk i Hishult, Laholms kn. 2011.
- [33] Laholms kn. Miljönämnden. Mätning av ljudmission från vindkraftpark Oxhult. Projekt 550671. 2010-06-24, 41.
- [34] Laholms kn. Miljönämnden. Överklagande av Miljö- och BN. Laholms kn. Beslut 2010-09-15, M327/10, ang. mätning av ljudmission från vindkraftpark i Oxhult 3:1 m fl. Dnr 505-5514-10. LST. Halmstad, 2011-01-19, 2.
- [35] Svenska Kraftnät. Mail den 21 februari 2011 08:14.
- [36] www.emd.dk.
- [37] Bertil Persson. *Vindkraftsutbyggnad – var god dröj!* Sem. 2009-10-21. www.ksla.se/file.asp?n=2330.
- [38] Henning Theorell. Leg. läk. Dagbok för vid vindkraftverk i Näsbyholm, Trelleborgs kn. 2011.
- [39] Stephan Schönfeld & Martin Almgren. *Mätning av ljudeffekt från vindkraftverk enligt IEC 61400-11 Turbin 4, Näsbyholm vindkraftpark*. Projekt 542336. ÅF Ingemansson. 2009-10-23, 20.
- [40] Miljöskydd Näsbyholms fiderkommis. LST Skåne. SDS. 2009-05-29, 1.
- [41] § 15 Ansökan om uppgradering av vindkraftverken på fastigheterna Näsbyholm 2:1 i Trelleborgs kn enligt 5§ förordningen (1998:889) om miljöfarlig verksamhet. Dnr 555-14093-09 1287-147, 2.
- [42] Dick van Blixen Finecke. Ansökan om uppgradering av vindkraftverken på fastigheterna Näsbyholm 2:1, Näsbyholms fiderkommis. Trelleborgs kn. Bilaga a § 15/2009, 2.
- [43] Universal Wind AB. WindPRO version 2.6.0.235 Aug 2008. 2009.01.21, 2.
- [44] Mätning och beräkning av buller från vindkraftverk. www.naturvardsverket.se/sv/Verksamheter-med-miljopaverkan/Buller/Buller-fran-vindkraft/.
- [45] Ljud från vindkraftverk. Boverket, Energimyndigheten, Naturvårdsverket. Rap 6241. 2001, 38 s.
- [46] Ljud från vindkraftverk. Reviderad utgåva av rapport 6241. Naturvårdsverket. 2009, 43.
- [47] Erik Skärbäck. Buller i blåsväder. Forskningssymp. vindkraftsbuller. Ljudmilj.C. LU. Lund. 2011-03-25.
- [48] Bob Thorn. *Assessing Intrusive Noise and Low Amplitude Sound*. Massey Un. Wellington Campus, Inst Food Nutrition and Human Health, 316.
- [49] Green & Ribnick. *Adverse impacts from wind turbines in Australia 2011-09-02*, 9.
- [50] www.svk.se/Global/02_Press_Info/Pdf/100813_Effektbalansen_rapport.pdf.
- [51] Statens energimyndighet. Publikation ER 2007:45, ISSN 11403-1892, 2007, 28.
- [52] www.vindstat.nu.
- [53] Lars-Anders Karlberg. *Energibolagen kräver: Bygg ut vattenkraften nu!* NyT. 11/5-09. www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/vattenkraft/article574075.ece.
- [54] Statskraft. Prospekt för 400 vindkraftverk i Södra Jämtland. 2011.
- [55] Mia Halleröd. *SCA storsatsar på vindkraft*. DN, 14/9-07.
- [56] Svante Axelsson. *Sv Energi är fel ute om vindkraften*. Newsdesk, 3/7-09. www.mynewsdesk.com/se/pressroom/sportfiskeforbundet/pressrelease/view/svensk-energi-aer-fel-ute-om-vindkraften-306156.
- [57] Klas Roudén. *Vindkraft – Energikälla med dyrbara konsekvenser*. Elbranschen. 2010. www.elbranschen.nu/content/view/750/85/lang.english/.
- [58] Per Lindvall. *Dyrt experiment ska ge ny energi*. E24. 7/3-11. www.e24.se/makro/varlden/dyrt-experiment-ska-ge-ny-energi_2662567.e24.
- [59] HBW (Handbok of Birds of the World), Foreword, Conservation of the Birds of the World, Vol. 15, 2010, 12.
- [60] Beatrice Ericsson. Föredrag i Hylte församlingshem. Vindval vindkraft. Nätverk för vindkraft. LST Halland. Halmstad. 2011-04-16.
- [61] Ingemar Ahlén. *Vindkraft kräver hänsyn till fauna och känslig natur. Vindkraft jävisst! – Men inte alltid och inte överallt*. Sem. Kungliga Skogs- och lantbruksakademien, KSLA, 2009-10-21, 22-27. www.ksla.se/file.asp?n=2330.
- [62] Bedömning av skuggverkan vid vindkraftsanläggningar i Västraby. Nord. vindkraft. 62.
- [63] Utvärdering av ljudpåverkan från den föreslagna vindkraftsanläggningen i Västraby. Nord. vindkraft. Odaterad, 28.
- [64] Bullerberäkning f. 10 VKV 2,5 MW. Röggle vindkraftverk. Natural Power Consultant, Castle Douglas, 2007, 1 sid.
- [65] Skuggberäkning för 9 VKV. Röggle vindkraftverk. Natural Power Consultant, Castle Douglas, 2008.
- [66] Bullerberäkning för 9 VKV 2,3 MW. Röggle vindkraftverksstation. Natural Power Consultant, Castle Douglas, 2008-06-23, 1.
- [67] Sweco AB. Miljökonsekvensbeskrivning, MKB. Röggle vindkraftgrupp. 2008-07-01, 51.
- [68] Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken. LST Skåne. Dnr 551-80674-08. 1283-1083, 20.
- [69] Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken. LST Skåne. Dnr 551-51436-08. 1283-1073, 20.
- [70] Bertil Persson. *Bullernivå, energifångst och sannolik skuggningstid för fjorton vindkraftverk vid Röggle – Västraby, Helsingborg Stad samt bildmontage*. Rapport ISBN ISBN 978-91-86007-90-4. 2011-03-10, 33.
- [71] Mats E. Nilsson, Gösta Bluhm, Gabriella Eriksson & Karl Bolin. *Kunskaps-sammanställning om infra- och lågfrekvent ljud från vindkraftsanläggningar: Exponering och hälsoeffekter*. SNV. Slutrapport. 2011-05-22.