

DTBird system Pilot Installation in Sweden. Possibilities for bird monitoring systems around wind farms. Experiences from Sweden's first DTBird installation. Ecocom AB. 21-12-2016

Fredrik Litsgård, Alexander Eriksson, Tore Wizelius y Therese Säfström

Pilotinstallation av DTBird-systemet i Sverige Möjligheter med skyddssystem för fågelfaunan vid vindkraftanläggningar - erfarenheter från Sveriges första installation av DTBird. Ecocom AB. 2016-12-21)

Report's summary translated to English by DTBird.

Summary

DTBird's monitoring system is used today on wind turbine farms in a number of European countries but to date, DTBird installations and similar technical systems have not been used in Sweden.

In order to keep pace with continual investment in renewable energy in Sweden – where wind power is widely used – it is all the more important to look at the possibilities on offer to reduce the effects of wind turbines on avifauna. Against the problematical background that wind turbines kill birds, in 2015 Ecocom, in collaboration Vindform, initiated a pilot project 1) to install and showcase the DTBird system, and 2) to evaluate how the DTBird system performs under Swedish conditions. Part 1 of the project comprised a presentation and seminar on two occasions in Lundsbrunn during the course of 2015, where wind turbine designers, authorities and law practitioners were invited. Part 2 of the project, that comprises evaluation of the pilot installation, is reviewed in this report.

Within the framework of the pilot project, a DTBird System¹ was set up at a wind turbine near Lundsbrunn in Sweden. During July-September 2015, i.e. during the breeding and migration period of birds, data was collected from the system to be subsequently analysed.

Testing recorded how effective the DTBird system was in warning away birds from the wind turbine and therefore from the collision risk area, from how far away the warning sound can be heard and whether the installed system on the wind turbine in Lundsbrunn was observed to disturb breeding birds or was deemed to have a negative effect by local residents. The total system activation time has also been recorded and therefore energy production loss that wind turbine stoppages would have led to.

1 DTBird note: The DTBird model installed was DTBirdV4D4 of 2015, that was upgraded in 2016. Currently new models specially designed for large on&offshore wind turbines are in the market: DTBirdV4D8 and DTBirdV8D10.

The pilot installation indicates the following results:

- The system is viable for bird detection and enables species identification of large and medium-sized birds.
- The system offers effective protection above all for large birds by reducing their dwell time in the risk area between 61-87%.
- The system triggers avoidance behaviour in 88% of cases where the bird is on a collision course with the wind turbine. An individual observation was performed for the White-tailed Eagle (*Haliaeetus albicilla*) where the avoidance behaviour was noted as well.²
- In an area beyond 100 metres from the wind turbine, it was not possible to observe any negative changes in the bird activity during the study period.
- The system's warning sounds were activated for 4 minutes and 45 seconds per day on average. The average duration of a single warning sound was 22 seconds for a warning sound and 32 seconds for a discouraging sound.
- The theoretical range of warning sounds is strongly affected by the topology around the installation site. The limit for 40 dBA does not exceed 750 metres from the sound emitter in most topological scenarios. This concurs well with the sound perceptions of local residents over more than a year.
- Out of nine interviewed local residents within one kilometre of the wind turbine, four persons interviewed had heard the warning sound on a few occasions while outdoors. None of the interviewees had perceived this as disturbing. However, one person had indicated that heard the sound frequently, even indoors, and had found the sound irritating.³
- If the DTBird system had been connected to the wind turbine's SCADA system, the wind turbine would have been stopped for 2 hours and 32 minutes in total during the 61 days over which testing took place.⁴

The pilot test shows that DTBird works under Swedish conditions and is in line with test results that the manufacturer (Liquen) has previously published. The installation of DTBird does not offer 100% collision protection for avifauna, but results in a sharp risk reduction.

As early as in phase 1 of the pilot project, i.e. during the seminars, the question of whether DTBird system's warning sounds could risk disturbing breeding birds and consequently not be admissible as laid down in the Swedish Species Protection Ordinance was addressed. The pilot study has indicated that any such disturbance is not the case. According to a decision by the Swedish Land and Environment Court of Appeal, admissibility for protective measures shall also be tested within the framework of environmental testing, and not directly in relation to the Swedish Species Protection Ordinance.

The DTBird system, and other similar systems, are therefore admissible as a protective measure within the framework of the authorization process for wind farms. The use of operational protective measures should open up ways in the authorization process to facilitate both the application and authorization phases. Arbitrary buffer zones to protected species' nests are presently used as the only protective measure despite the fact that such a measure is oversimplified. DTBird and similar systems constitute a tool with which buffer zones can be adapted.

² DTBird Note. Link to the [White-tailed Eagle avoidance flight](#).

³ DTBird Note: During the testing period DTBird system operated without wind turbine's SCADA connection, thus not accomplishing the Collision Avoidance module service specification "sounds are emitted at standard volume only when the wind turbine is in operation, and no sound or lower level is emitted when the wind turbine is not operating". If there is no wind, the background sound level is at its lowest, and the emission of DTBird sounds at that time could be perceived by residents in a higher degree. DTBird kind of sound, emission levels and emission protocols can be changed at any time remotely.

⁴ DTBird Note: Referred to the virtual operation of DTBird Stop Control module, that did not operate during the test and which efficiency was not tested due to lack of connection with the wind turbines' SCADA.

DTBird can also be used to perform bird surveys – especially in those cases where long time series of data are of importance – or in those cases where the location of wind farms is decided in advance. Such scenarios are likely to become in the future when many of today's wind turbine installations shall become next generation or when applying for new authorizations for existing wind turbines.

Lastly, technical systems for monitoring avifauna constitute a standardized method for data collection. This implies not only having the capacity to follow wind farms' effects over time in a better way than performed at present, but also to create the preconditions to establish operational control protocols – i.e. to adjust management of wind turbine production based on factual local conditions.



Pilotinstallation av DTBird-systemet i Sverige

Möjligheter med skyddssystem för fågelfaunan vid vindkraftanläggningar
– erfarenheter från Sveriges första installation av DTBird

2016-12-21

Fredrik Litsgård, Alexander Eriksson, Tore Wizelius, Therese Säfström

Sammanfattning

Fågelskyddssystemet DTBird används idag på vindkraftverk i en rad europeiska länder men i Sverige har installationer av DTBird och liknande tekniska system inte använts.

I takt med fortsatta satsningar på förnybar energi i Sverige – där vindkraft utgör en viktig del – framstår det som alltmer angeläget att granska de möjligheter som står till buds för att minska vindkraftens effekter på fågelfaunan. Mot bakgrund av problematiken att vindkraftverk dödar fåglar initierade Ecocom i samarbete med Vindform år 2015 ett pilotprojekt för att 1) installera och förevisa DTBird-systemet, samt 2) utvärdera hur DTBird-systemet fungerar för svenska förhållanden. Del 1 av projektet omfattade förevisning och seminarium vid två tillfällen i Lundsbrunn år 2015 då vindkraftsprojektörer, myndigheter och domstolar var inbjudna. Del 2 av projektet, som omfattar utvärdering av pilotinstallationen, redovisas i denna rapport.

Inom ramen för pilotprojektet installerades ett DTBird-system på ett vindkraftverk i närheten av Lundsbrunn i Sverige. Under juli-september 2015, dvs under delar av häcknings- och migrationsperioden för fåglar, samlades data in från systemet för att därefter analyseras.

Undersökningen har registrerat hur effektivt DTBird-systemet har varit för att avvärja fåglar från vindkraftverket och därmed riskområdet, hur långt varningsljudet kan höras och om det installerade systemet på vindkraftverket vid Lundsbrunn visat sig störa häckande fåglar eller upplevts negativt av närboende. Registrering har dessutom gjorts av hur långa tider systemet varit aktiverat och därmed hur stort produktionsbortfall som avstängning av vindkraftverket skulle medfört.

Pilotinstallationen visar på följande resultat:

- Systemet är användbart för att detektera fåglar och möjliggör artbestämning av större och medelstora fåglar
- Systemet utgör ett effektivt skydd för framförallt större fåglar genom att minska uppehållstiden i riskområdet med 61-87%
- Systemet inducerar väjningsbeteende i 88% av de fall där fågeln är på kollisionskurs med vindkraftverket. Enstaka observationer gjordes också av havsörn där även väjning iaktogs
- I ett område mer än 100 meter från vindkraftverket, var det inte möjligt att observera några negativa förändringar av tätheten hos häckfågelfaunan vad gäller deras rörelse
- Systemets varningssignaler har aktiverats i genomsnitt 4 min och 45 sekunder per dag. Genomsnittslängden för en enskild signal har varit 22 sekunder för varningssignal och 32 sekunder för skarp varningssignal
- Varningsljudets teoretiska spridning påverkas kraftigt av topografin omkring installationsplatsen. Gränsen för 40dBA når i de flesta topografiska scenarier inte över 750 meter från ljudkällan. Detta stämmer väl med erfarenheter från närboendes upplevelser av ljudet under mer än ett år
- Av nio intervjuade boende inom en kilometers radie från vindkraftverket har fyra intervjupersoner hört varningsljudet utomhus vid ett fåtal tillfällen. Ingen av dessa intervjuade upplever sig ha blivit störd. En person har emellertid hört ljudet frekvent, även inne i bostaden och har upplevt ljudet som irriterande
- Om DTBird-systemet varit inkopplat till vindkraftverkets SCADA-system, skulle vindkraftverket totalt ha stoppats i sammanlagt 2 timmar och 32 minuter under de 61 dagar som undersökningen omfattat

Pilotundersökningen visar att DTBird fungerar för svenska förhållanden och är i linje med de resultat som tillverkaren Liquen tidigare har beskrivit för systemet. Installation av DTBird medför inte ett hundraprocentigt skydd för fågelfaunan, men åstadkommer en kraftig riskreducering.

Redan i pilotprojektets fas 1, d v s under seminarier, togs frågan upp att DTBird-systemets varningssignaler skulle riskera att störa häckfågelfaunan och därmed inte vara tillåtligt enligt artskyddsförordningen. Pilotstudien har inte visat att någon sådan störning skulle förekomma. Enligt en dom i Mark- och miljööverdomstolen skall tillåtligheten för skyddsåtgärder också provas inom ramen för miljöprövningen, ej direkt i förhållande till artskyddsförordningen.

DTBird-systemet, och andra liknande system, har således tillämpning som en skyddsåtgärd inom ramen för tillståndsprövningen av vindkraftsanläggningar. Användande av fungerande skyddsåtgärder skulle öppna möjligheter i tillståndsprövningen som kan underlätta både för sökanden och tillståndsgivande instans. Idag används buffertzoner till närmaste vindkraftverk schablonmässigt som enda skyddsåtgärd trots att åtgärden är trubbig. DTBird och liknande system utgör ett verktyg med vilket buffertzoner kan anpassas.

DTBird kan också användas för inventering av fåglar – särskilt i fall då långa tidsserier av data är av betydelse – eller i de fall då placeringen av vindkraftverken på förhand är bestämd. Dessa scenarier blir sannolikt alltmer aktuella i framtiden när många av dagens vindkraftsanläggningar skall generationsväxlas eller då förnyade tillstånd söks för befintliga vindkraftverk.

Slutligen utgör tekniska system för övervakning av fågelfaunan en standardiserad metod för insamling av data. Detta innebär möjligheter att följa vindkraftsanläggningens effekter över tid på ett bättre sätt än vad som görs idag, men skapar också förutsättningar för att etablera operativa kontrollprogram – d v s att justera driften av vindkraftverken utifrån faktiska förhållanden på platsen.

Innehåll

Inledning	6
Syfte	6
Projektform och finansiering	6
Projektinnehåll	6
Bakgrund	8
Vindkraft och rovfåglar	8
Beskrivning av DTBird-systemet.....	9
Installationsplatsen vid Lundsbrunn	11
Fågelskyddssystem som miljökrav i Europa.....	13
Metod.....	14
Studieperiod.....	14
Specifikationer för installerat system	14
Varningsljud växelvis påslaget och avslaget	15
Datainsamling	15
Analys av ljudspridning	17
Resultat	19
Systemets detektionsförmåga	19
Fågelaktiviteten vid vindkraftverket	21
Reaktioner och väjningar	25
Ljudutbredning.....	28
Diskussion.....	36
DTBird-systemets effektivitet som kollisionsskydd	36
Risk för störning av häckande fåglar	37
Närboendes upplevelser	37
Tillståndsprövning och ljudbild	38
Praktiska erfarenheter av DTBird-systemet.....	38
Undersökningens räckvidd.....	39
Tidigare prövning av DTBird i Sverige	39
Möjliga tillämpningsområden	40
Slutsatser.....	42
Litteratur	42

Projektägare: Ecocom AB och Vindform AB

Projektledare: Alexander Eriksson (red) & Tore Wizelius

Övriga medverkande: Fredrik Litsgård (huvudansvar dataanalyser, montering och datasammanställning samt författande), Mikael Hake (dataanalys), Roine Strandberg (dataanalys), Therese Säfström (kommunikation, författande och intervjuer). Samtliga anställda hos Ecocom AB.

Framsida, bildtext: Till vänster, foto av monterade DTBird-kameror på vindkraftverket utanför Lundsbrunn (under) och DTBird-högtalare (över), Foto: Fredrik Litsgård. Till höger överst flygande kungsörn (foto ej från Lundsbrunn). Foto: Fredrik Litsgård. Till höger (nederst). DTBirds datacentral som monterad i vindkraftverket. Foto: Therese Säfström.

Inledning

Det saknas i Sverige etablerade skyddsåtgärder för att minska risken att fåglar kolliderar med vindkraftverk. Internationellt används ett fåtal tekniska system, och fler är under utveckling, som justerar vindkraftverkens drift när fåglar närmar sig vindkraftverk, men tekniken har hittills inte prövats i Sverige.

I syfte att få bättre kunskap om de skyddssystem som finns tillgängliga och som skulle kunna användas för att reducera risker för särskilt rovfåglar i samband med vindkraftsetableringar initierade Ecocom AB i samarbete med Vindform AB under 2015 ett pilotprojekt där ett skyddssystem – DTBird – installerades för att utvärderas i Sverige. Systemet DTBird valdes eftersom systemet sedan tidigare finns installerat i ett tiotal länder.

Syfte

Projektets övergripande syfte är att öka kunskapen hos projektörer och myndigheter om skyddsåtgärder för fåglar i samband med vindkraftsetableringar och att utvärdera möjligheterna att även i Sverige använda varningssignaler och automatisk avstängning av vindkraftverk som en skyddsåtgärd för fågelfaunan.

Projektform och finansiering

Projektet har drivits med medel från en s.k. crowd funding, där ett flertal aktörer bidragit till finansiering. Därutöver har både Ecocom och Vindform tillfört egna medel och övriga resurser, främst i form av arbetstid. De som deltagit i projektet med finansiering är:

- ❖ Gotlands vindelproducenter (GVP)
- ❖ E.ON Climate & Renewables GmbH
- ❖ Dala Vind AB
- ❖ Bergvik Skog AB
- ❖ Vasa Vind AB
- ❖ wpd Scandinavia AB
- ❖ Wind4Shore AB

Projektinnehåll

Projektet har omfattat två delar. Föreliggande rapport omfattar del 2 – *Utvärdering* av systemet.

- ❖ **Del 1. Förevisning av DTBird-systemet** och allmän information om hur systemet fungerar. Information och förevisning genomfördes med två seminarier i Lundsbrunn 2015. I samband med seminarierna erbjöds också möjlighet till förevisning av systemet i funktion på det vindkraftverk där systemet DTBird installerats.
- ❖ **Del 2. Utvärdering av DTBird-systemet** under svenska förhållanden avseende detektionsförmåga och effektivitet, störning från ljudkällor samt upplevelser av ljudet. Utvärderingen har strävat mot att besvara följande frågor:

Detektionsförmåga

- ❖ Hur bra blir filmkvaliteten på inspelningar. Är det möjligt att bestämma fåglar till grupp eller art utifrån filminspelningar?
- ❖ Hur många loggningar av fåglar resulterar användning av systemet i?
- ❖ Om DTBird var inkopplat till vindkraftverkets SCADA-system, hur lång avstängningstid skulle användning av systemet resultera i?
- ❖ Bidrar andra faktorer, t ex flygplan mm, till att systemet aktiveras ofta med avstängning av vindkraftverket som effekt, s k "false positives"?
- ❖ Vilka områden är synliga i kameror och får detta konsekvenser för prövning, är t ex lag om kameraövervakning aktuell?

Effektivitet som skydd

- ❖ Är systemet effektivt, d v s väjer fåglar i högre grad när varningsljudet är aktiverat än när varningsljudet inte är aktiverat?
- ❖ Reagerar örnar på varningsljudet?

Störning och tillvänjning

- ❖ Hur påverkas fåglar utanför närområdet?

Ljudbild

- ❖ Hur många varningsljud skickar systemet ut per dygn?
- ❖ Hur ser spridningen av ljudet från systemet ut?
- ❖ Hur upplevs varningsljudet av närboende?
- ❖ Hur ställer sig tillståndsgivande instanser till addition av ljud?

Bakgrund

Vindkraft och rovfåglar

Sverige har antagit en planeringsram om vindkraftsutbyggnad som möjliggör en produktion om 30 TWh vindenergi till år 2020. Av dessa 30 TWh skall 20 TWh produceras på land och 10 TWh skall produceras till havs. Enligt Energimyndighetens officiella siffror har Sverige producerat 16,3 TWh under det senaste året (perioden 2015-08-02 - 2016-08-02).

Enligt Energiöverenskommelsen 2016 förlängs också elcertifikatsystemet med 18 TWh nya elcertifikat fram till 2030. Målet är att år 2040 ha 100% förnybar energiproduktion i Sverige.

Planeringsramen och energiöverenskommelsen innebär fortsatta satsningar på förnybar energi och vindkraftsutbyggnad. Det finns därmed ett stort och ökande behov av lösningar som minskar risken att fåglar skall påverkas av vindkraftsutbyggnaden.

En betydande orsak till att många planerade vindkraftsanläggningar nekas tillstånd är förekomsten av hänsynskrävande naturvärden, såsom känsliga naturområden, skyddade växter och värdefulla förekomster av fåglar eller fladdermöss. Flertalet av dessa hänsynskrävande naturvärden är mycket lokala och kan hanteras i anläggningsarbetet genom att t ex göra justeringar när det gäller ett vindkraftverks placering, ändra en planerad vägdragning eller vidta andra lokala åtgärder. Förekomsten av hänsynskrävande fåglar, och specifikt större rovfåglar samt flyttfågelleder, innebär däremot i många fall betydande förändringar i layouten av den planerade vindkraftsanläggningen och ofta får ett inte oansenligt antal vindkraftverk strykas från planerad anläggning. Problematiken med större rovfåglar ligger i att dessa arter är överrepresenterade vid studier av fåglar som kolliderar med vindkraftverk (Rydell m fl 2011, Dürr 2016, Hjerquist 2014 m fl). Generellt sett innebär däremot inte störning eller habitatförlust från en vindkraftsanläggning några betydande negativa effekter på traktens rovfågelfauna. Studier på störningseffekter från driftsatta vindkraftverk indikerar korta störningsavstånd < 100 m och habitatförlust är framför allt kopplad till den avverkning som sker vid uppställningsytan för vindkraftverket. Störningseffekter kan även orsakas av personal i samband med anläggningsarbete och servicebesök. (Rydell m fl 2011).

Rovfåglarna har, till skillnad mot många "bytesfåglar", konstaterats ha ett svagt väjningsbeteende när de närmar sig vindkraftverk (Rydell m fl 2011, Petterson 2011). Rovfåglar förefaller alltså inte undvika vindkraftverk i någon större utsträckning, men de söker sig inte heller aktivt till vindkraftverk.

Då rovfåglar inte söker sig till vindkraftverk i betydande omfattning anses det att risken för kollision är högst på platser med hög frekvens av rovfågelflygningar. Vidare antas att högst täthet av flygningar bör finnas närmast boplatser, då föräldraparet flyger till och från boet i samband med bytesleverans till ungarna samt att de nyligen flygga ungarna börjar flyga närmast boet och succesivt rör sig längre bort från boet under de första månaderna (Rydell m fl 2011, Hipkiss m fl 2013). För att hantera kollisionsrisk på platser med hög frekvens av rovfåglar har sedan 2011 ett generellt buffertavstånd om 2 km mellan boplatser för örnar och vindkraftverk varit praxis (Dom i mål 824-11 MMÖD 2011-11-23). Den ideella naturvärden, med Birdlife Sverige/Sveriges Ornitologiska Förening i spetsen, har dock påtalat att nya forskningsresultat (t ex Hipkiss 2013) ger stöd för att detta buffertavstånd är otillräckligt och borde omformas utifrån lokala topografiska förutsättningar och utifrån resultatet av fleråriga studier av örnars normala rörelsemönster. Under 2015 och 2016 överklagades ett antal vindkraftstillstånd till Mark- och miljööverdomstolen och de efterföljande domarna tog vid flera tillfällen långtgående hänsyn till förekomsten av örnrevir och flyttade därmed fram hänsynskraven avsevärt (se t ex dom i mål 1394-14 MMÖD 2015-

09-10). Under 2016 har även Länsstyrelsen i Jämtlands län publicerat en ny policy om hänsyn till kungsörnsrevir, vilken föreskriver att revir med hög produktivitet av ungar skall skyddas med ett buffertavstånd om 10 km mellan boplatser och vindkraftverk. Vidare skall nya identifierade och därmed tidigare okända revir betraktas som produktiva vilket medför att en 10 km buffertzona inträder från boplatser även för dessa revir.

Ökad hänsyn till örnrevir, med större skyddsavstånd till boplatser och beaktande av revirets utbredning kommer att innebära att en stor mängd lämpliga vindbruksområden inte kan nyttjas och att vindkraftsbolag får svårare att projektera då lämpliga vindbruksområden ofta överlappar med lämpliga områden för revir av kungsörn och havsörn.

Det finns med hänsyn till fortsatta satsningar på förnybar energi och ett behov av att skydda fågelfaunan ett starkt incitament för att finna tekniska lösningar som hanterar risken för kollision mellan större fåglar och vindkraftverk. Ett sådant system kommer sannolikt inte att innebära att man kan bortse ifrån behovet av ett skyddsavstånd mellan vindkraftverk och boplatser för örnar, men ett fungerande system för riskminimering skulle innebära att storleken av hänsynsområden kan begränsas. Därmed kan sannolikt ett flertal områden med goda förutsättningar för vindbruk - som tidigare har nekats tillstånd på grund av försiktighetsprincipen eller som inte varit ekonomiskt bärkraftiga efter att vissa vindkraftverk strukits från anläggningen - åter bli aktuella.

Sedan år 2008 har det spanska företaget Liquen utvecklat systemet DTBird som upptäcker fåglar och stänger av vindkraftverket vid behov. Den första experimentella DTBird-enheten installerades på ett vindkraftverk i Zaragoza i NO Spanien år 2009. Systemet DTBird nyttjar kameror som placeras på vindkraftverkets torn och en dator som i realtid analyserar bildflödet och reagerar på fåglar som flyger i vindkraftverkets närområde. Vid behov ger DTBird en signal om så kallad flöjlning till vindkraftverket, varvid vindkraftverkets rotorblad snabbt saktar ner och stannar och på så sätt minimeras risken för kollision mellan fåglar och vindkraftverkets rotorblad.

Beskrivning av DTBird-systemet

Systemets funktion och moduler

DTBird är ett kamerasystem för övervakning av luftrummet runt ett enskilt vindkraftverk. Systemet syftar till att upptäcka förbiflygande fåglar som riskerar att kollidera med vindkraftverkets rotorblad och ger signal till vindkraftverket att stanna så länge fågeln uppehåller sig nära vindkraftverket.

Systemet har tidigare utvärderats i samband med en installation på Smöla i Norge och den version av systemet som då var aktuell, bedömdes ha en detektionsförmåga på 86-96 % (NINA 2012).

För att ytterligare minska risken för kollision mellan fåglar och vindkraftverkets rotorblad har utvecklaren utrustat DTBird med ett ljudsystem som benämns "Collision Avoidance Module" (C.A.M). När en fågel närmar sig vindkraftverket aktiveras en lågintensiv varningssignal som syftar till att göra fågeln uppmärksam på sin omgivning och därmed gör det möjligt för fågeln att kunna väja för vindkraftverket. Om fågeln fortsätter i riktning mot vindkraftverket aktiveras en skarpare varningssignal som syftar till att fågeln snabbt skall lämna vindkraftverkets absoluta närhet där risken för kollision är stor. Varningsljuden har skapats av utvecklaren i syfte att inducera en instinktiv reaktion hos fåglarna. Det lågintensiva varningsljudet kan liknas vid ljudet från en backande lastbil eller en ambulanssiren. Ljudet från sirenen eller lastbilen syftar till att människor skall bli medvetna om sin direkta omgivning men ljuden upplevs vanligen inte som obehagliga. Det skarpa

varningsljudet kan däremot liknas vid ett brandlarm eller inbrottslarm, vilket instinktivt får oss människor att vilja lämna det område där ljudsignalen ljuder. Varningsljuden utvecklas fortlöpande och kan ändras om indikationer på tillvänjning eller behov av artspecifika ljudbilder uppkommer. Skillnader mellan de två installerade modulerna redovisas i detalj i Figur 1.

DTBird	
Detection module	Collision Avoidance Module (C.A.M)
DTBird Detection Module är utvecklarens benämning av den grundläggande funktionen med DTBird, kameraövervakning med HD-kvalitet av luftrummet runt ett enskilt vindkraftverk. Kamerorna är placerade på vindkraftverkets torn i fyra väderstreck i motsatt riktning från varandra, riktade uppåt så att bildens nerkant tangerar horisontlinjen. Kamerornas flöde analyseras kontinuerligt av en dator som identifierar flygande objekt och avgör om objektet är en fågel eller något annat (flygplan, insekter, molnformationer, rotorblad mm). Beroende på bl a fågelns flygriktning och avståndet till vindkraftverket avgör systemet om det krävs en åtgärd (varning (kräver DTBird C.A.M.), skarp varning (kräver DTBird C.A.M.) och stoppsignal samt vilken åtgärd som är nödvändig i det enskilda fallet. Varje filmsekvens med ett identifierat flygande objekt som av systemet bedömts vara en potentiell fågel sparas i en databas för att möjliggöra analyser i efterhand.	Collision Avoidance Module är ett komplement till DTBird Detection Module och utgörs av ett ljudsystem med högtalare som spelar upp varningssignaler när fåglar närmar sig vindkraftverket. DTBird C.A.M. nyttjar två typer av varningssignaler dels en lågintensiv varningssignal dels en skarp varningssignal. Den lågintensiva varningssignalen aktiveras när en fågel närmar sig vindkraftverket och i den aktuella testinstallationen har signalen aktiverats när en medelstor eller stor fågel har detekterats (ca <100 meters avstånd för ormråk och <250 meters avstånd för havsörn). Syftet med varningssignalen är att göra fågeln uppmärksam på sin omgivning och på så sätt öka möjligheten för fågeln att upptäcka vindkraftverket. Om fågeln fortsätter att närma sig vindkraftverket aktiveras en skarp varningssignal. Denna varningssignal är mer intensiv och efterliknar panikläten eller varningsläten från fåglar och syftar till att skapa en miljö närmast vindkraftverket som fågeln vill undvika.

Figur 1. De två DTBird-moduler som installerades vid Lundsbrunn: Detektion och kollisionsavvärjning.

Varning och tillvänjning

Det är väl känt att fåglar kommunicerar med ljud och generellt har en mycket väl utvecklad hörsel. Genom att använda ljudsignaler som är särskilt utformade att efterlikna varnings-/orosläten kan man utnyttja fåglarnas förmåga att uppfatta ljud och deras instinktiva reaktion på varningsläten.

Ljud som syftar till att skrämma fåglar används redan idag inom många områden, särskilt inom jordbruket där betande fåglar kan medföra ekonomisk skada t ex vid sädesfält eller fiskodlingar. Fåglarna vänjer sig dock snabbt vid ljudsignalerna och åtgärdens effektivitet minskar över tid (t ex Månsson m fl 2015). Huvuddelen av den tillgängliga vetenskapliga litteraturen som behandlar fåglars tillvänjning till ljud berör slumpvis aktiverade ljud och har utvärderats i områden där fåglarna har en stark orsak att stanna kvar, t ex då en god födokälla är en stark orsak för en fågel att uthärda störningen.

Det finns dessutom ett flertal studier (t ex Rydell m fl 2011) om vindkraftverkens påverkan på fåglar som inte kunnat konstatera att vindkraftverk attraherar fåglar i nämnvärd omfattning utan att det snarare finns ett generellt undvikandebeteende på individnivå hos fåglar vid vindkraftverk. Detta undvikandebeteende är olika starkt hos olika arter och rovfåglar, kråkfåglar, måsfåglar och tärnor uppvisar svagast undvikandebeteende. Det kan därför antas att fåglar som flyger nära ett vindkraftverk vanligen inte uppfattar

vindkraftverket som ett hot, eller inte är medvetna om vindkraftverket (fågeln ser åt ett annat håll eller är fokuserad på något: jakt/födosök, spelflykt/revirstrid, flyttning m fl).

Förutsättningarna för tillvänjning till DTBirds varningssignaler är till stor del annorlunda. Ljudsignalerna skickas ut från centrala delar av det som många fåglar betraktar som en fara/ett obehag (vindkraftverket) och naturligt väjer för. Ljudsignalerna är vidare inte slumpmässiga utan aktiveras enbart när en fågel flyger nära vindkraftverket, vilket är ett objekt som skapar ett naturligt undvikande beteende hos majoriteten av alla fåglar. DTBird CAM arbetar genom att väcka fåglars uppmärksamhet och förstärka orsaken till fåglars väjningsbeteende.

De ljud som används som varningsljud i DTBird-systemet utvecklas fortlöpande och ändras i takt med att mer effektiva signaler blir tillgängliga. Skulle indikationer på tillvänjning till varningsljuden noteras, kan ljudet ändras genom att datafilen med ljudet byts mot en ny ljudfil.

Webbplattform för analys och kollisionsregistrering

När en fågel rör sig nära ett vindkraftverk utrustat med DTBird sparas en filmsekvens som omfattar hela den tid fågeln flugit inom det luftrum som är synligt från kamerorna, d v s i betydande tid före fågeln når fram till det avstånd där varningssignaler utlöses.

Filmsekvenserna laddas upp till en webbaserad webbplattform där filmerna kan spelas upp och analyseras manuellt. För att genomföra analys av filmen med artbestämning, krävs goda kunskaper inom ornitologi. På webbplattformen redovisas data för den aktuella filmsekvensen, såsom datum och tidpunkt för flygningen, tidpunkt för aktivering av respektive åtgärd m m. Dessutom finns ett antal tomma fält där analyseraren anger art/artgrupp, antal fåglar i filmsekvensen, passage genom rotorsvepytan, synlig reaktion, typ av reaktion, konstaterad kollision samt fritextfält mm.

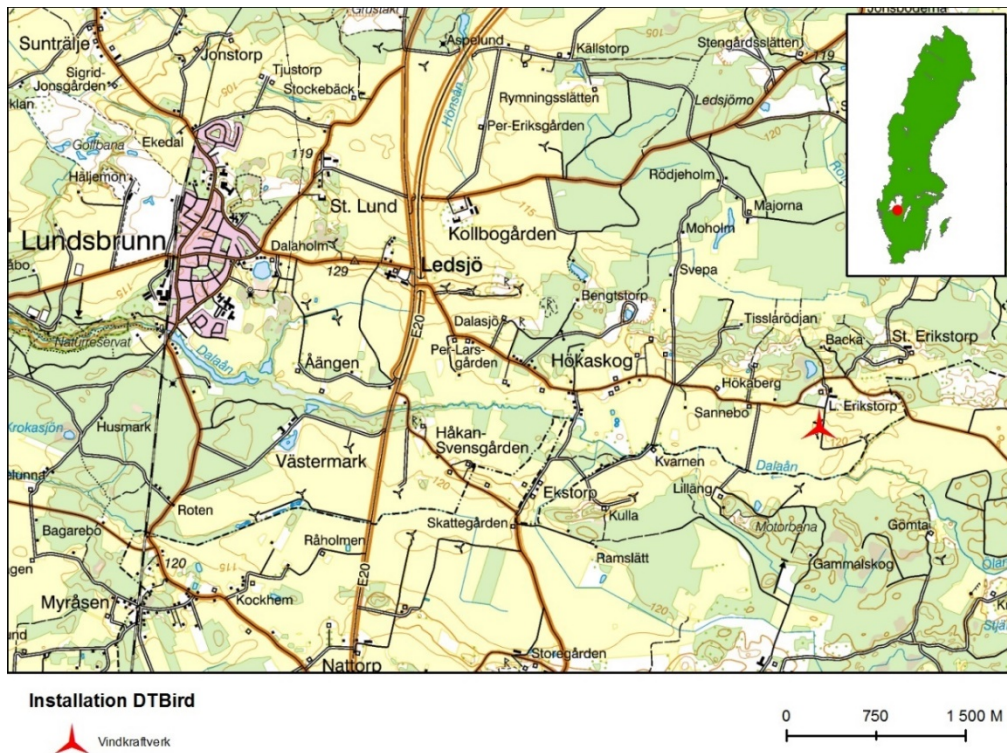
För att systemet skall vara transparent finns möjlighet att ge inloggningsuppgifter med begränsad behörighet till projektägaren och tillståndsmyndighet så att dessa i realtid kan kontrollera att systemet DTBird fungerar, se inspelade videosekvenser och även generera automatiska resultatrapporter över en given tidsperiod.

Installationsplatsen vid Lundsbrunn

Vindkraftverket som fungerat som pilotinstallationsplats för systemet DTBird i Sverige är ett vindkraftverk av märket Vestas med en märkeffekt på 850 kW. Vindkraftverkets torn är 74 meter högt och har en rotordiameter på 52 meter. Rotorbladens svepyta sträcker sig därmed 26 meter från maskinhuset, från 48 meter över marken till 100 meter över marken.

Vindkraftverket är beläget i mosaikartat jordbrukslandskap vid gården Lilla Erikstorp i Skara kommun, några km öster om Lundsbrunn (Figur 2). Inom ca 200 meter från vindkraftverket förekommer endast öppen jordbruksmark bestående av åker och betesmark. De öppna markerna sträcker sig i öst-västlig riktning i en svagt markerad dalgång. Norr om dalgången förekommer skogsdungar och trädklädda betesmarker och söder om dalgången utgörs det närliggande landskapet av produktionsskog. Ytterligare något längre mot söder förekommer åter öppen jordbruksmark. Gården Lilla Erikstorp är en boskapshållande fastighet och i en hage som gränsar till vindkraftverket har både dovhjort och får hållits under studieperioden (figur 3). Fågelfaunan runt vindkraftverket karakteriseras av en lokal flock med kajor men även korp och ormråk förekommer frekvent. I samband med skörd och jordbearbetning kan koncentrationen av måsfåglar korta perioder bli betydande i närområdet.

I övrigt består småfågelfaunan av arter kopplade till jordbruksområden, såsom sädesärla, gråsparv, pilfink, buskskvätta, sånglärka, stare, m fl vanliga arter under sommaren.



Figur 2. Geografisk placering av installerat DTBird-system vid gården Lilla Erikstorp utanför Lundsbrunn.



Figur 3. Foto av installationsplatsen för DTBird-systemet. Systemet monterades på det vindkraftverk som är placerat längst till vänster i bild. På bilden syns vägen i sydlig riktning från gården Lilla Erikstorp. Foto är taget i samband med förevisning av systemet som omfattade både seminarium och fältbesök.

Fågelskyddssystem som miljökrav i Europa

Fågelskyddssystem som upptäcker och skyddar fåglar från att kollidera med vindkraftverk har sedan några år tillbaka börjat användas i flera EU-länders miljötillstånd som ett villkor från myndigheterna. Liqueen har gjort en sammanställning av några vindkraftsprojekt där regionala myndigheter har ställt krav på installation av DTBird, eller liknande system, som krav för att få tillstånd att bygga en vindkraftsanläggning.

I ett exempel från Frankrike i området Tarn, i södra Frankrike, gavs tillstånd till bygget av en vindkraftspark under förutsättning att en fågelskyddsanläggning installerades.

Myndighetstexten lyder i engelsk översättning:

"A detection system of birds, along with a system of deterrence will be installed to avoid the risk of collision with migratory and breeding birds of prey, activated when a bird enters the danger zone distance. This system will cause the shutdown of the turbine when a bird enters the risk zone marked."

I ett annat exempel, från Spanien, skriver myndigheten i engelsk översättning:

"Must be installed in at least two wind turbines of the wind farm, a detection and deterrence system of type DT-Bird or the like, with DT-Bird Detection, DT-Bird Deterrent and DT-Bird Collision control or similar modules. The Territorial Service of Environment of Palencia will decide according to the results of the environmental monitoring if it will also be required to install the DT-Bird Stop Control or similar module, and/or if it will be required the installation of more units in other wind turbines. The Junta de Castilla y León, through the Territorial Service of Palencia and the Natural Area Service of the General Directorate for the Environment, will have permanent and direct access to the images taken by cameras located DT-Bird system in the wind turbines of the wind farm. These systems must be sited in the wind turbines located in the northern and southern ends of the wind turbines alignment."

I ytterligare ett exempel, från Polen, lyder myndighetsbeslutet i engelsk översättning:

"For the Wind Farms referred in this project the required number of mitigation devices, concerning automated system for stopping of the wind turbines and the activation of dissuasion means for deterring individuals of avifauna, must be installed, in order to protect those individuals and avoid collisions."

Även om DTBird och liknande system ännu inte börjat användas i Sverige är det uppenbart att systemen används som skyddssystem i tillåtighetsprövningen i flera europeiska länder.

Metod

Studieperiod

Undersökningsperioden, för vilken insamlade data från DTBird-systemet i Lundsbrunn har analyserats, omfattar tiden från den 13 juli 2015 till den 22 september 2015, totalt 61 dagar. Då DTBird arbetar inom det synliga ljusspektrat är systemet avstängt under natten, när ljusmängden är lägre än 50 lux. Undersökningsperioden föregicks av en installationsperiod då montering utfördes och DTBird synkroniserades med vindkraftverket. Montering av systemet tog cirka en dag på plats i anspråk. Optimeringar av systemet tog dock ungefär en månads kalendertid.

Under undersökningsperioden har DTBird varit aktiverat i genomsnitt 16,1 timmar per dygn.

Specifikationer för installerat system

Installationen av DTBird-systemet har omfattat både detektions- och varningsmodulerna: DTBird detection module och DTBird Collision Avoidance module (C.A.M). Då installationen var av tillfällig karaktär anslöts DTBird-systemet inte till vindkraftverkets styrsystem.

Systeminställningar

Detektionsmodulen (DTBird detection module) var utrustad med fyra kameror med ett ungefärligt upptäcksavstånd av max 300 m. Sedan denna installation har Liquen utvecklat en ny detektionsmodul med åtta kameror och ett upptäcksavstånd som uppges vara omkring 600 m för stora fåglar som örnar eller tranor. Detta nya system användes inte i aktuell undersökning.

De fyra kamerorna var placerade runt vindkraftverkets torn och riktade uppåt så att 360° lufttrum runt vindkraftverket övervakades. Varje kamera hade ca 50 % överlappning av bildyta med de angränsande kamerorna. Under installationsperioden gjordes optimeringar för att identifiera fåglar med ett vingspann om > 1 meter. Följande inställningar har använts för detektionsmodulen:

- ❖ Övervakning: vid ljusmängd > 50 lux (400 lux motsvarar gryningsljus en klar dag)
- ❖ Känslighet: Detektionsförmåga inom angivna artspecifika detektionsavstånd: > 80 % (NINA 2012)
- ❖ Känslighet: Felinspelning (ingen fågel på filmen): < 2 fel per dag
- ❖ Detektionsavstånd: DTBird har varit inställt på maximal detektionsförmåga av fåglar med ett vingspann om 1 meter eller bredare, från ca 10 meters höjd från vindkraftverkets torn till ca 250 m från vindkraftverket/kamerans position. Möjligheten för DTBird att upptäcka en specifik fågel på ett givet avstånd är i första hand beroende av fågelns storlek (vingsspann). Därmed har olika arter olika upptäckbarhetsavstånd, vilket ungefär följer följande funktion: $X = 1,5 * Y / 0,017$ där X anger upptäckbarhetsavstånd och Y anger fågelns vingspann i meter. Upptäckbarhetsavståndet för ormvråk är >100 meter, för kungsörn >200 meter, för trana >200 meter och för havsörn >250 meter.

Varningsljud växelvis påslaget och avslaget

Pilotstudien vid Lundsbrunn utfördes genom att veckovis variera förekomsten av varningssignal från DTBird-systemet, så att ljudsystemet var aktivt varannan vecka och varannan vecka avstängt. DTBird registrerade fågelrörelser i anslutning till vindkraftverket under hela studieperioden. I samband med en förevisning av systemet för inbjudna intressenter stängdes systemet av under en veckas tid.

Varningssystemet har varit avstängt på natten för att kamerorna och därmed detektionssystemet inte fungerar nattetid. Flertalet fåglar som riskerar att kollidera med vindkraftverk är dock dagaktiva. Nattflyttande fåglar flyger i regel på mycket hög höjd och undviker på detta sätt vindkraftverket. Till undantag hör ugglearter som kan flyga lågt under natten, särskilt berguv som är en art som är känd för att kollidera med vindkraftverk samt arten nattskär som inte detekteras av systemet under ljusförhållanden då arten är aktiv.

För att möjliggöra jämförelse mellan den period då ljudsystemet (C.A.M) varit påslaget respektive avslaget har data grupperats i 12-timmarsenheter, vilket i den fortsatta framställningen anges som en "standard-dag". Skälet till att standard-dagar används är att antalet undersökningsskärningsdagar skiljer sig mellan perioderna då ljudsystemet varit aktiverat och avstängt.

Varningssignalen har varit avstängd i 38 standard-dagar och aktiverad i 44 standard-dagar, varför alla resultat räknas om och presenteras som 38 standard-dagar om inte annat anges. Detta innebär att antalet flygningar med varningssignalen avstängd förblir oförändrat men att antalet flygningar med aktiverad varningssignal justeras nedåt enligt formeln $[X_{\text{aktiv}38\text{dgr}} = (X_{\text{aktiv}} * \text{Tid}_{\text{avstängt}}) / \text{Tid}_{\text{aktiv}}]$, där X_{aktiv} är det resultat som skall justeras till 38 standard-dagar.

Tabell 1. Tabellen visar den tidsmässiga fördelningen av när ljudsystemet varit påslaget respektive avstängt under studietiden samt resultatet när tiden räknas om till "standard-dagar" i syfte att möjliggöra jämförelser mellan testen i absoluta antal.

Ljudsystem	Antal dagar	Tid (tim:min)	Antal standard-dagar (12 h)	% timmar
Avstängt	28	450: 48	38 (37,5)	46,3 %
Aktiverad	33	531: 18	44 (44,3)	53,7 %
Totalt	61	982: 06	82 (81,8)	100 %

Datainsamling

Data har insamlats som loggningar i den lokalt installerade datacentralen och därefter överförts via internet till DTBirds webbplattform och därefter hämtats ut från webbplattformen för analys.

Varje fågelflygning som registreras av detektionsmodulen genererar en filminspelning som lagras på webbplattformen. Samtliga filminspelningar har granskats och klassificerats av Fredrik Litsgård, Ecocom AB. Vid grovsortering och artbestämning av filmmaterialet har även Mikael Hake och Roine Strandberg, bägge anställda hos Ecocom AB, deltagit.

Om ljudsystemet varit aktiverat eller avstängt är tydligt hörbart på filminspelningarna.

Analyserade parametrar

Undersökningen har omfattat analys av parametrar som anges i tabell 2. DTBird-systemet loggar ytterligare ett stort antal andra parametrar som inte använts i studien.

Tabell 2. Tabellen visar hur synliga väjningsbeteenden på filmupptagningarna har klassats i analysen.

Aktivitet	Typ
Generella parametrar	
–Ljudsystem	Aktiverat eller avstängt
–Rotorblad	Stilla eller aktiv produktion
Flygningar	
–Art eller artgrupp	Bestämning till närmaste taxa
–Kollisionsrisk	Fågelns position X,Y,Z i förhållande till vindkraftverket ligger till grund för klassning av potentiell kollisionsrisk (PKR).
–Varningssignal aktiv	Ja / Nej
–Synlig reaktion	Ja/Nej
–Reaktion varningssignal	Ja/Nej samt Antal sekunder före/efter ljud
–Reaktion skarp varningssignal	Ja/Nej samt Antal sekunder före/efter ljud
–Väjning från kollisionskurs	Ja/Nej

Definitioner

Potentiell kollisionsrisk (PKR)

Potentiell kollisionsrisk (PKR) har definierats som samtliga registrerade flygningar när vindkraftverkets rotorblad rört sig med en hastighet om minst 3 varv per minut (ca 8 m/s). En registrerad flygning när vindkraftverkets rotorblad haft en hastighet lägre än 3 varv per minut har klassats som ”ingen potentiell kollisionsrisk” (I-PKR). Vidare har flygningar inom PKR delats in i tre kategorier beroende på uppskattad flyghöjd samt det kortaste uppmätta avståndet mellan fågeln och vindkraftverket (jämför Figur 5.)

- ❖ Låg potentiell kollisionsrisk (L-PKR). Flygvägen passerar under eller över vindkraftverkets rotorblad och/eller fågeln passerar mer än 100 meter i sidled från vindkraftverket
- ❖ Medel potentiell kollisionsrisk (M-PKR). Flygvägen går inom rotorhöjd och avståndet till vindkraftverket är 25-100 meter i sidled
- ❖ Hög potentiell kollisionsrisk (H-PKR). Flygvägen går inom rotorhöjd och det kortaste avståndet mellan fågeln och vindkraftverkets rotorblad understiger 25 meter

Beräkning av de filmade fåglarnas flyghöjd och avstånd till vindkraftverket har skett genom en trigonometrisk beräkning av fågelns läge i bilden, där ingående parametrar varit bildrutans höjd och bredd, fågelns avstånd från bildrutans yttergränser vid noterbar reaktion (alternativt minsta avstånd mellan fågeln och vindkraftverket under flygningen), fågelns uppmätta vingspann i bildytan samt ett referensmått (medelvärde) på vingspannet för aktuell fågelart/artgrupp enligt BWP (Cramp 1977-1996).

Reaktionsbeteende

Reaktionsbeteende har definierats som en flygning där man kan se förändring i flygmönstret inom fem sekunder från det att varningssignal eller skarp varningssignal aktiverats. Förändrat flygmönster kan vara något eller flera av följande: Ändrad flygriktning (mer än 15°), ändrad flyghastighet eller ändrad vingslagsfrekvens.

Tiden mellan aktiverad ljudsignal och synlig reaktion har noterats i antal sekunder, där en reaktion före aktiverad ljudsignal markerats genom ett negativt värde och en reaktion efter aktiverad ljudsignal markerats genom ett positivt värde. Värdet sattes till "0" om reaktionen skedde inom en sekund från det att ljudsignalen aktiverades.

Väjningsbeteende

Väjningsbeteende har definierats som: en flygning som under någon del av den loggade flygtiden skulle flugit in i/genom rotorsvepytan, men som ändrar flygriktning inom fem sekunder från det att varningssignal eller skarp varningssignal aktiverats.

Den förändrade flygriktningen skall vara konsekvent i riktning från rotorsvepytan och fågeln får inte vända tillbaka mot vindkraftverket (ex cirkulerande rovfåglar).

Reaktionsbeteende och väjningsbeteende kan ske naturligt som en reaktion på närheten till vindkraftverket, de roterande rotorbladen eller genom naturliga förändringar i vindhastighet/riktning. T ex kommer de fåglar som uppfattar de roterande rotorbladen som en fara att undvika att flyga nära vindkraftverket. Vidare kommer fåglar som blir medvetna om vindkraftverket/rotorbladen först på nära håll (t ex jagande rovfåglar) och som uppfattar dessa som ett hot att visa tydligt ändrade flygbeteenden genom att de snabbt flyr bort från hotet.

För att undersöka om ljudsystemet hos DTBird C.A.M förstärker reaktions-/väjningsbeteende hos de fåglar som passerar, designades försöket så att ljudsystemet var aktiverat respektive avstängt varannan vecka. Detta möjliggör jämförelser mellan aktivt och inaktivt ljudsystem under i övrigt likartade förutsättningar.

Rotationshastigheten har bedömts manuellt i samband med analys av flygdata och grupperats enligt två kategorier: Rotorblad snurrar, eller rotorblad stillastående (< 3 varv per minut). För att hantera denna potentiella skillnad i förutsättning har samtliga flygningar då vindkraftverkets rotorblad varit stillastående avförts från studien och endast flygningar då vindkraftverkets rotorblad roterar inkluderats. När vindkraftverkets rotorblad inte roterar är kollisionsrisken för rovfåglar och andra större fåglar mycket nära 0.

Analys av ljudspridning

Då varningsmodulen DTBird C.A.M. innebär att man adderar en ljudkälla vid vindkraftverket och frågan om ljudstörning för närboende och naturmiljöer är en del av prövningsprocessen har Ecocom AB uppdragit åt Akustikverkstan AB att analysera det ljud som används i systemet.

DTBirds ljudsystem avger två typer av ljudsignaler, dels en lågintensiv varningssignal som avges när fågeln ännu är på avstånd från vindkraftverket, dels en mer intensiv skarp varningssignal som syftar till att förmå en fågel som flugit nära vindkraftverket att väja och flyga iväg. Den lågintensiva varningssignalen avges med en styrka om 117 dB och den skarpa varningssignalen avges med 121 dB. Vindkraftverket har en ljudemission om 101,2dB vid ljudkällan (referensuppgift från tillverkaren).

Den akustiska analysen har omfattat ljudutbredningen runt vindkraftverket med DTBird-installationen med ekvivalenter och maximal ljudnivå tillsammans med vindkraftverkets egen ljudbild i ett antal modellfall med olika geografiska förutsättningar. Beräkningarna är av samma typ som görs inför en normal tillståndsansökan för vindkraftsanläggningar och vanligen presenteras den ekvivalenta ljudnivån per timme i miljökonsekvensbeskrivningen. Modellerade driftsfall redovisas i Tabell 3. Den ekvivalenta ljudnivån per drifttimme (Leq, 1h) har beräknats för totalt fyra driftfall, fall A – D och den maximala momentana ljudnivån (LFmax) har beräknats för fall B – C samt E – F.

Tabell 3. Modellfall som ingått i analysen.

Fall	Område	Aktiva ljudkällor
A	Platt åkerlandskap	Enercon E82
B	Platt åkerlandskap	Enercon E82, DTBird "Varning"
C	Platt åkerlandskap	Enercon E82, DTBird "Skarp varning"
D	Kuperat skogslandskap	Enercon E82
E	Kuperat skogslandskap	Enercon E82, DTBird "Varning"
F	Kuperat skogslandskap	Enercon E82, DTBird "Skarp varning"

Beräkningarna utfördes i beräkningsprogrammet CadnaA (4.6) där en tredimensionell bild av närområdet modellerats. De modellerade områdena utgår inte från situationen runt vindkraftverket vid Lundsbrunn utan utgör just teoretiska modeller av ett ensartat, platt åkerlandskap respektive ett kuperat skogslandskap. Ljudutbredningen har beräknats enligt beräkningsmodellen Nord2000 för oktavbanden mellan 63Hz och 8kHz med beräkningsinställningar enligt Tabell 4. Väderparametrar definierades 10 m över mark.

Tabell 4. Tabellen visar väderparametrar och värden för roughness i omgivande modellandskap.

Värdeparameter	Värde
Luftfuktighet	70 %
Temperatur	15 °C
Lufttryck	1013 Pa
Vindhastighet	8 m/s
Vindriktning	Från syd till norr
Roughness (Platt åkerlandskap med viss vegetation)	0,05 m
Roughness (Kuperat skogslandskap)	0,3 m

Resultat

Systemets detektionsförmåga

Filmkvalitet och filmvinklar

Det DTBird-system som använts i denna studie har varit utrustat med 4 st kameror som har förutsättningar att upptäcka örnar och andra stora fåglar på ca 250 meters avstånd. Efter att ha genomfört klassning av avstånd och fågelart av ett stort antal inspelningar konstateras att filmkvaliteten är tillräckligt god för att det skall vara möjligt att artbestämma de flesta större fåglar, men att mindre fåglar (mindre än duva) är svåra att artbestämma. Även om systemet (detektionsmodulen) upptäcker fågeln är det inte säkert att fågeln går att artbestämma från filminspelningen. Det är dock i de allra flesta fall möjligt att se att det är en fågel och inte ett annat objekt som givit upphov till inspelningen. Filmsekvenser där datahanteraren inte med säkerhet kunnat konstatera eller avfärda att objektet är en fågel eller ett annat objekt är vanligen mycket korta och på långt avstånd.

Då behovet av artbestämning av mindre arter bedömts vara av underordnad betydelse, då småfåglar inte tillhör riskarter för kollisioner, har vanligen medelstora och små fågelarter inte klassats till art eller artgrupp utan grupperats som obestämd fågel i lämplig storlekskategori.

Totalt har 368 filminspelningar gjorts av systemet där fåglar förekommer. Av dessa har fågelns art/grupp inte varit möjlig att bestämma vid 108 tillfällen, d v s i 29% av fallen. Dessa observationer har klassats som "obestämbare fågel" i olika storlekar (jfr Tabell 5). Endast vid 10 tillfällen (3 %) av fallen har det inte varit möjligt att med säkerhet utesluta att filmen omfattar en fågel och dessa filmer har lämnats obestämda. För större fåglar har det i 250 fall (68 %) varit möjligt att avgöra art/grupptillhörighet.

Då kameror är riktade uppåt och det inte finns någon risk att förbipasserande människor skall filmas har en DTBird-installation inte ansetts föranleda behov av att söka dispens från regler om kameraövervakning.

Estimerad avstängningstid

Då DTBird ej varit inkopplad till vindkraftverkets styrsystem har vindkraftverket i praktiken inte stängts ned vid fågelkontakter. Loggningar sker emellertid av de tillfällen då vindkraftverket skulle ha stängts ned förutsatt att det hade varit inkopplat till styrsystemet.

Den faktiska totala avstängningstiden för rotorn skulle därför (om systemet varit inkopplat på styrsystemet) uppgått till ca 2 h och 32 minuter eller omkring 0,26% av studietiden. Hur ofta och hur länge vindkraftverket stängs ned är dock beroende av vilka arter av fåglar som rör sig i området och tätheten av fåglar. Undersökningen har vidare gjorts under sommartid, då antalet fåglar är som störst.

Artsammansättning och flygbeteende

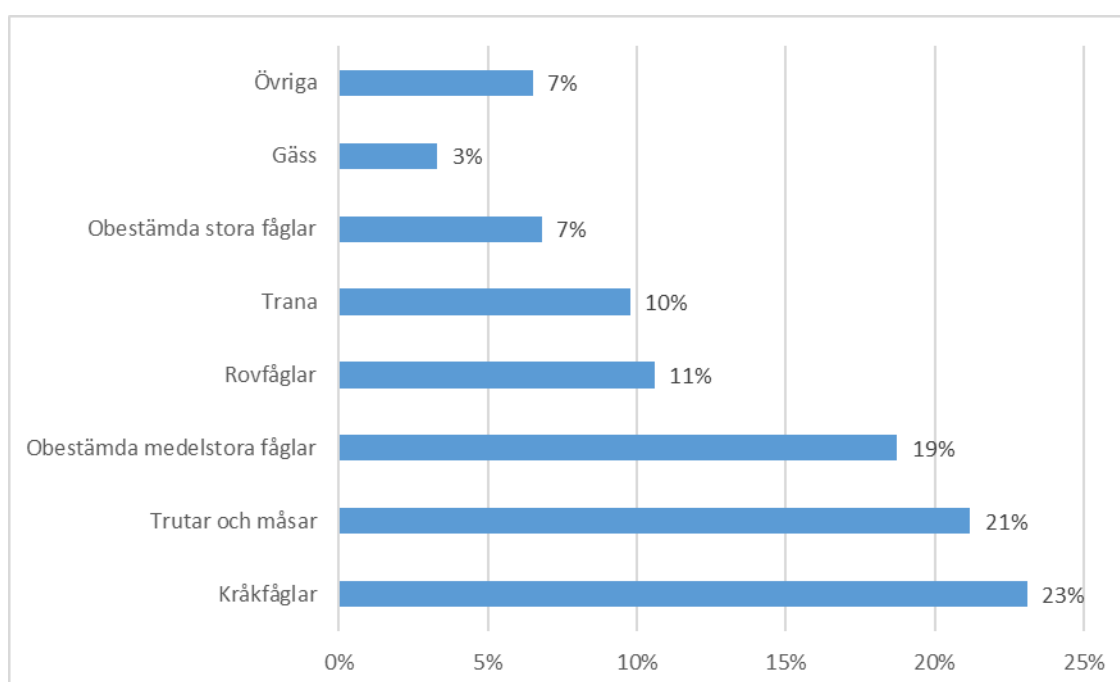
DTBird har varit aktiverat och har registrerat de fåglar som flugit inom övervakningsområdet och som varit synliga från kamerornas placering under undersökningsperioden. Totalt har 368 flygningar av 982 fågelindivider registrerats under 61 dagar, vilket ger ett medelvärde om 6,0 flygningar och 16,1 fågelindivider per dag.

Ensamflygande fåglar noterades i 67,7 % av flygningarna (249 av 368 flygningar).

Endast 12 flygningar utgjordes av flockar med fler än 10 fåglar:

- ❖ 6 flockar av kaja med 11-40 individer per flock
- ❖ 3 flockar av trana med 20-30 individer per flock
- ❖ 2 flockar med obestämda medelstora fåglar (vingspann ca 25-75 cm) med 15 respektive 50 individer per flock. De två flockarna förefaller bestå av ringduva. Båda flockarna bedömdes flyga på högre höjd än vindkraftverkets rotorsvepyta
- ❖ 1 flock av obestämda småfåglar (trast eller mindre) med ca 15 individer i flocken

Det vindkraftverk som undersökts är placerat i småskaligt jordbrukslandskap. Vindkraftverket omges av öppen åker och betesmark (Figur 2). På längre avstånd från vindkraftverket förekommer skogsområden och bebyggelse. Man kan därför förvänta sig en övervikt mot fågelgrupper som tillhör odlingslandskapet. Sammanställningen i figur 3 visar på fördelningen av observerade arter.



Figur 4. Registrerade fåglar på automatiskt inspelade filmer med fördelning inom fågelgrupper. Kråkfåglar omfattar huvudsakligen observationer av arten kaja samt korp. Obestämda medelstora fåglar omfattar fåglar med ett vingspann om ca 25-75 cm. Obestämda stora fåglar omfattar fåglar med ett vingspann om ca 75-150 cm.

Tabell 5. Tabellen redovisar samtliga filmer med fågelrörelser, vilken art alternativt grupp fågeln förts till samt fågelns närmaste avstånd i sidled till vindkraftverket.

Art/gruppering	0-10 m	10-25 m	25-50 m	50-100 m	>100 m	Totalsumma
Havsörn		1	2			3
Fiskgjuse	1					1
Orm-/Bivränk	1	4	5	6		16
Röd glada		1	3	2		6
Ob kärrhök			1			1
Ob större rovfågel	2		6	2	2	12
Kråkfågel	2	21	35	20	7	85
Gås	1		3	6	2	12
Trana		1	1	17	17	36

Måsfågel/Trut	6	9	37	24	2	78
Ob mycket stor fågel (vingspann >150 cm)		2	1	2	1	6
Ob stor fågel (vingspann 75-150 cm)	1	6	6	7	5	25
Ob medelstor fågel (vingspann 25-75 cm)	3	6	26	33	1	69
Ob småfågel (vingspann <25 cm)	2	3	2	1		8
Obestämbar, möjligen fågel	1	1	2	4	2	10
Totalsumma	20	55	130	124	39	368

Observationer av örnar

Under studien har totalt 3 st observationer gjorts av havsörnar som passerat intill vindkraftverket. Vid två av observationerna (Tabell 6) har örnarna flugit på kollisionskurs med vindkraftverket men reagerat genom att väja. Vid ett av tillfällena gjorde örnen undanmanöver utan att ljudsystemet inducerade reaktion, då systemet var avstängt vid denna tidpunkt. Vid det andra tillfället gjorde örnen undanmanöver som en reaktion på ljudet.

Tabell 6. Tabellen visar del av analysen av filmer med förbiflygande havsörn.

Art	Ljudsystem	Närmaste avstånd	Reaktion/Väjning	Kommentar
Havsörn, adult	Aktivt	25 - 50 m	Ja	Kollisionskurs
Havsörn, adult	Avstängt	10 - 25 m	Ja	Kollisionskurs
Havsörn, adult	Avstängt	25 - 50 m	Nej	Ej kollisionskurs

Nedan finns länkar till ett exempel där varningssignal inducerar väjningsbeteende hos en havsörn. Det är två kameror som visar samma observation från två vinklar där en havsörn på kollisionskurs mot vindkraftverket byter riktning och väjer bort från vindkraftverket vid varningssignal. Grön ram runt filmen indikerar att lågintensiv varningssignal används och röd ram att skarp varningssignal är aktiverad.

Kameravinkel 1: <https://youtu.be/4--NXI-zNQI>

Kameravinkel 2: <https://youtu.be/1a00OhEJeF4>

I studien har ett mycket begränsat antal observationer av havsörn gjorts (tre st). Utifrån de tre observationerna och filmen kan inte några generella slutsatser dras om generellt väjningsbeteende, men filmen visar att även stora rovfåglar som t ex havsörn reagerar på den skarpa varningssignalen och byter kurs.

Fågelaktiviteten vid vindkraftverket

Flyghöjd

Utöver artsammansättning beräknades bland annat också flyghöjd (tabell 7) hos observerade fåglar. Omkring en fjärdedel av observationerna utgörs av fåglar som flyger under rotorhöjd (27,5 %). Huvuddelen av observationerna är gjorda inom rotorhöjd (67,9 %) och en liten del av fåglarna (4,6 %) flyger över rotorhöjd. Ett fåtal, 20 flygningar (5,4 %), bedömdes passera inom 10 meter från rotorbladen.

Tabell 7. Tabellen visar noterade flygningar i förhållande till vindkraftverkets rotorhöjd samt kortaste avståndet till vindkraftverkets rotorblad.

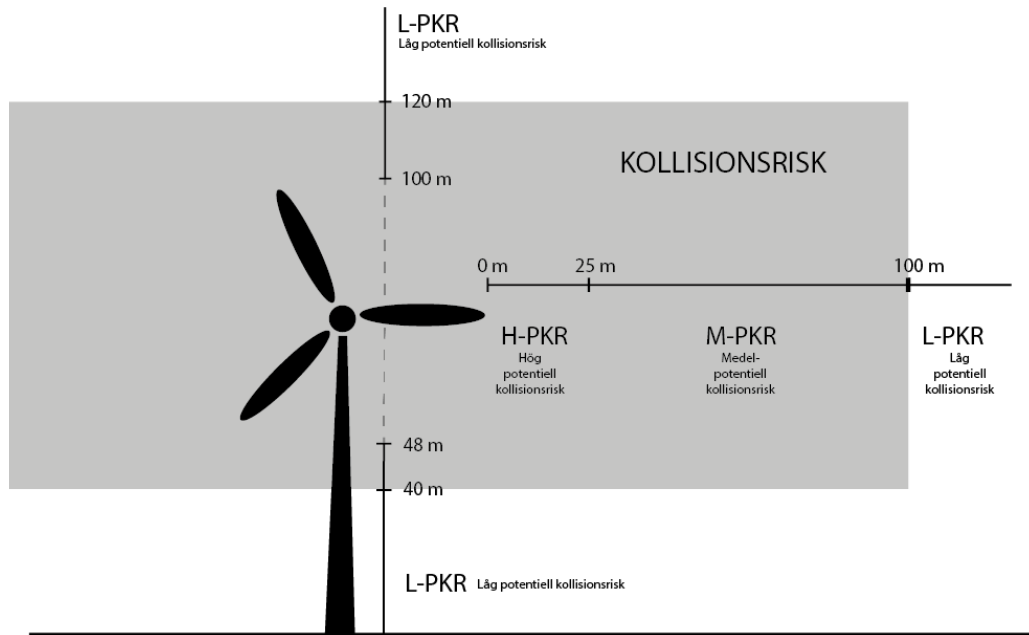
	Minsta avstånd till rotorbladen (m)						
Flyghöjd	0-10	10-25	25-50	50-100	>100	Totalsumma	%
Under RH	3	19	53	24	2	101	27,5
Inom RH	17	36	75	94	28	250	67,9
Över RH	0	0	2	6	9	17	4,6
Totalsumma	20	55	130	124	39	368	100 %
%	5,43	14,95	35,33	33,70	10,60	100 %	

Antal flygningar inom olika avstånd från vindkraftverket

Studieperioden har innefattat registreringar av fåglar under perioder när vindkraftverkens rotorblad varit stilla eller rört sig mycket sakta samt under perioder när vindkraftverkens rotorblad har rört sig snabbare. Endast ca 8,5 % av flygningarna har registrerats när vindkraftverkets rotorblad stått stilla eller rört sig mycket långsamt (tabell 8) med maximalt tre varv per minut (vpm). Dessa flygningar (31 st) har uteslutits från den vidare analysen.

Fågelns position (figur 5) i förhållande till vindkraftverket har bestämts och samtliga flygningar har förts till kategorierna:

- ❖ Låg potentiell kollisionsrisk (L-PKR)
- ❖ Medel potentiell kollisionsrisk (M-PKR)
- ❖ Hög potentiell kollisionsrisk (H-PKR)



Figur 5. Indelning i riskområden, Potentiell kollisionsrisk (PKR).

Flygningar som registrerats när rotorbladen snurrar snabbare än 3 vpm inom rotorhöjd har analyserats med utgångspunkt från fågelns position i förhållande till vindkraftverket och förts till grupperna: M-PKR (ca 42 %), L-PKR (ca 36 %) och en mindre andel av flygningarna har grupperats som H-PKR (ca 14 %), se Tabell 8.

Tabell 8. Tabellen visar det totala antalet flygningar inom respektive delområde av PKR.

	Totalt antal flygningar registrerade inom övervakningsområdet	
	Antal flygningar	%
Potentiell kollisionsrisk		
I-PKR (Rotor stilla (<3 vpm))	31	8,42 %
L-PKR (Över eller under RH och/eller > 100 meter från vindkraftverket)	131	35,60 %
M-PKR (Inom RH och mellan 25 – 100 meter från vindkraftverket)	156	42,39 %
H-PKR (Inom RH och inom 25 meter från vindkraftverket)	50	13,59 %
Totalt	368	100 %

Då resultatet räknas om till 38 standard-dagar à 12 h fördelar sig resultatet från Tabell 8, grupperat med ljudsystemet avstängt respektive aktiverat, enligt tabell 9.

Tabell 9. Tabellen visar antalet flygningar, justerat till 38 "standard-dagar" à 12 h fördelat på PKR-område samt om ljudsystemet varit avstängt eller aktiverat.

	Flygningar inom övervakningsområdet under 38 standard-dagar			
Varningssignal	*/**Ingen risk (I-PKR)	Låg risk (L-PKR)	Medelrisk (M-PKR)	Hög risk (H-PKR)
Avstängt	5*	51	82	29
Aktiverat	22*	68	63	18
Differens	17	12	19	12
Differens -%	63 %	10,3 %	-12,8 %	-26,1 %
Totalt	27	119	145	47

*Klassen I-PKR utgörs av perioder då vindkraftverkets rotorblad stått stilla till följd av vindstilla förhållanden.

Dessa vindstilla perioder inföll nästan uteslutande under de veckor som ljudsystemet var aktiverat, vilket orsakat en uppenbar snedfördelning i gruppen I-PKR.

**Betyder egentligen att vindkraftverket är avstängt och att dessa observationer är borträknade från datamaterialet.

Fördelningen mellan de olika PKR-klasserna skiljer sig mellan de två testen; då ljudsignalen är avstängd, eller aktiverad (tabell 9).

Datamaterialet är begränsat, men det är trots detta intressant att jämföra förändringen i antalet fåglar som registrerats inom M-PKR och H-PKR när ljudsignal varit aktiverad jämfört med när ljudsignal inte varit aktiverad (minskning med 12,8 respektive 26,1 procentenheter). Att andelen fåglar minskar när ljudsignalen används tyder på att ljudsignalen leder till att fåglarna undviker vindkraftverkets närområde när ljudsignalen är i bruk och att ljudsignalen (DTBird C.A.M) således har en avväjningseffekt i vindkraftverkets direkta närhet.

Det kan även konstateras att när varningssignalen varit avstängt har ett relativt sett mindre antal fåglar registrerats inom L-PKR och ett relativt sett större antal fåglar registrerats inom M-PKR och H-PKR. Om häckande fåglar och fåglar som inte vistas i vindkraftverkets omedelbara närhet också hade påverkats kraftigt genom störning av ljuden från DTBird C.A.M borde antalet registreringar av fåglar inom L-PKR varit högre under de veckor när ljudsignalerna var avaktiverade jämfört med när de var aktiverade. Resultatet, en differens på 10,3 procentenheter, tyder dock på det motsatta d v s att någon omfattande påverkan på tätheten av fåglar/störning inte förekommit.

Flygtid

Den registrerade flygtiden inom M-PKR och H-PKR visar en klar övervikt mot kortare flygtider med aktiverat ljudsystem, med 111 flygningar inom intervallet 1 – 10 sekunder. Endast 13 flygningar pågick längre än 30 sekunder (Tabell 10).

Med avstängt ljudsystem pågick 10 % av flygningarna inom M-PKR och H-PKR längre än 30 sekunder. Med ljudsystemet aktiverat varade endast 3,4 % av flygningarna längre än 30 sekunder. DTBirds ljudsystem minskar således den tid som fåglar flyger nära vindkraftverket med 2/3 (66 %).

Under 38 standard-dagar à 12 h har 25 minuters flygtid registrerats inom M-PKR och H-PKR med ljudsystemet avstängt och 14 minuters flygtid med ljudsystemet aktivt. DTBirds ljudsystem har således minskat den tid som fåglar flugit inom M-PKR och H-PKR till nästan hälften (44 %). Begränsas urvalet till artgrupperna rovfåglar och tranor har flygtiden inom M-PKR och H-PKR minskat med mer än 60 % (från 676 sekunder till 257 sekunder) räknat på 38 standard-dagar á 12 h.

Tabell 10. Tabellen visar den procentuella fördelningen av flygningar med olika flygtid inom 100 meter från vindkraftverket vid de två testen. Dessutom visas total flygtid för samtliga fåglar samt filtrerat på rovfåglar och tranor. Då den totala registrerade flygtiden räknats om till 38 standard-dagar à 12 h är tiden direkt jämförbar och bör ses som en förväntad flygtid under den givna tidsperioden.

% Flygningar inom M-PKR eller H-PKR fördelat på olika flygtid		
	Ljudsystem	
Flygtid	Avstängd (28 dagar)	Aktiverad (33 dagar)
1–10 s	56 % (57)	62 % (54)
11–30 s	34 % (34)	35 % (31)
31–60 s	6 % (6)	1 % (1)
61–120 s	4 % (4)	2 % (2)
Summa	101 flygningar	88 flygningar
Total registrerad flygtid (38 standard-dagar)		
Alla arter	25:00 min:ss	14:00 min:ss
Rovfåglar och tranor	7:39 min:ss	04:17 min:ss

Sett till flygtid enbart inom H-PKR (< 25 m från rotorbladen) pågick 38 % av flygningarna längre tid än 30 sekunder när ljudsystemet var avstängt, men när ljudsystemet var aktiverat pågick 13 % av flygningarna längre än 30 sekunder. DTBirds ljudsystem minskar således den tid som fåglar flyger mycket nära vindkraftverkets rotorblad med 66 %.

Under 38 standard-dagar à 12 h har 11:25 minuters flygtid registrerats inom H-PKR med ljudsystemet avstängt. Med ljudsystemet aktiverat är motsvarande tid 4:32 minuter. Resultatet i Tabell 11 visar att DTBirds ljudsystem minskar flygtiden för fåglar inom 25 meter från rotorbladen med 60 %. Begränsas urvalet till artgrupperna rovfåglar och tranor har flygtiden inom H-PKR minskat med 87 % (från 459 sekunder till 59 sekunder).

Tabell 11. Tabellen visar den procentuella fördelningen av flygningar med olika flygtid inom 25 meter från vindkraftverket vid de två testen. Dessutom visas total flygtid för samtliga fåglar samt filtrerat på rovfåglar och tranor. Då den totala registrerade flygtiden räknats om till 38 standard-dagar à 12 h är tiden direkt jämförbar och bör ses som en förväntad flygtid under den givna tidsperioden.

% Flygningar inom H-PKR fördelat på olika flygtid		
	Ljudsystem	
Flygtid	Avstängd (28 dagar)	Aktiverad (33 dagar)
1–10 s	19 % (4)	27 % (4)
11–30 s	43 % (9)	60 % (9)
31–60 s	24 % (5)	0 % (0)
61–120 s	14 % (3)	13 % (2)
Summa	21 flygningar	15 flygningar
Total registrerad flygtid (38 standard-dagar)		
Alla arter	11:15 min:ss	4:32 min:ss
Rovfåglar och tranor	7:39 min:ss	00:59 min:ss

Reaktioner och väjningar

Fåglarnas reaktioner

Många fåglar reagerar på vindkraftverk och väjer naturligt för fasta installationer. För att utvärdera om DTBirds ljudsystem C.A.M ytterligare skyddar fåglarna genom att inducera väjningsbeteende eller annan reaktion, kan jämförelse göras mellan antalet reaktioner och väjningar under den tid då ljudsystemet varit påslaget respektive avstängt. Om systemet fungerar, förväntar man sig att det skall finnas betydligt fler reaktioner nära vindkraftverket, där ljudsystemet syftar till att uppmärksamma fåglarna på sin omgivning och att ändra riktning d v s inom M-PKR och H-PKR.

Tabell 12 visar att antalet flygningar inom M-PKR (42 st) och H-PKR (3 st) minskar när ljudsystemet är aktiverat jämfört med när systemet är avstängt, då motsvarande siffror var M-PKR (69 st) och H-PKR (12 st).

Utöver att antalet flygningar minskar ökar också antalet reaktioner kraftigt under de perioder när ljudsystemet varit påslaget, d v s fågeln vidtar någon slags åtgärd när ljudsystemet aktiveras. Andelen fåglar som uppvisar reaktion är 73 % när ljudsystemet är påslaget, jämfört med 43 % när ljudsystemet är avstängt (Tabell 12).

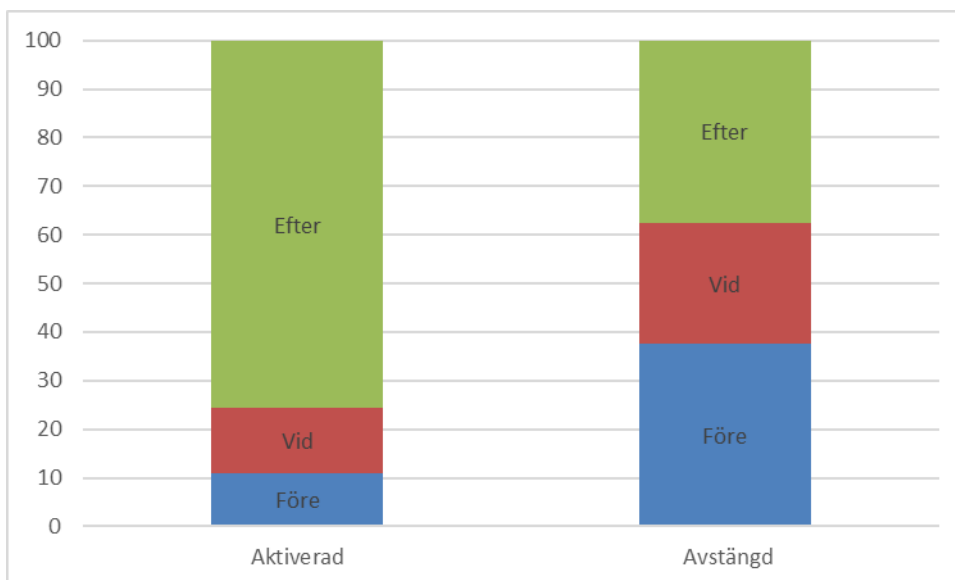
Tabell 12. Tabellen visar antalet noterade reaktioner inom 100 meter från vindkraftverket. Siffrorna är justerade till 38 standard-dagar å 12 h. ND = Not determined, otydlig reaktion eller ingen reaktion.

Varningssignal	Reaktioner inom M-PKR och H-PKR under 38 standard-dagar				
	Reaktion	Antal flygningar M-PKR	Antal flygningar H-PKR	% med reaktion inom M-PKR och H-PKR	% med reaktion inom H-PKR
Avstängt	ND	69	12		
	Ja	11	9	20 %	43 %
Aktiverat	ND	42	3		
	Ja	20	9	40 %	73 %
	Totalt	142	33	175 registrerade flygningar	

För att det skall vara möjligt att vara säker på att det är ljudsignalen, och inte något annat stimuli i fågelns omgivning, som gör att fågel reagerar är det naturligtvis också av intresse att granska när fågel reagerar. Sker reaktionen före, samtidigt eller efter det att ljudsignalen aktiverats? Figur 6 visar grafiskt fördelningen av antalet fågelreaktioner i tiden. Andelen reaktioner är relativt jämnt spridda i tiden när ljudsystemet varit avstängt, men när ljudsystemet varit aktivt finns en klar övervikt av reaktioner efter aktiverad ljudsignal.

Antalet reaktioner som sker "vid" eller "efter" ljudsignal är 89% när ljudsystemet varit aktivt jämfört med 62,5% när ljudsystemet varit avstängt. Samma resultat åskådliggörs i sifferform i Tabell 13.

Förklaringen till att det varit möjligt att granska om reaktionen sker före eller efter att ljudsignalen aktiverats – även under de perioder då ljudsignalen varit avstängd – är att DTBird-systemet loggar när ljudsignalen skulle ha aktiverats, även under perioder då ljudsystemet inte varit inkopplat.



Figur 6. Diagrammet visar den tidsmässiga fördelningen av synliga reaktioner i förhållande till när DTBird aktiverade ljudsignal. Staplarna representerar de två testen med ljudsignal aktiverad respektive avstängd och andelarna i respektive stapel anger om reaktionen noterades före, samtidigt eller efter ljudsignalen aktiverades. När ljudsignalen varit avstängd har DTBird loggat aktiveringstidpunkt och längd på ljudsignal på samma sätt som när ljudsignalen varit aktiverad, men högtalarna har varit avstängda.

Tabell 13. Tabellen visar den tidsmässiga fördelningen av synliga reaktioner i förhållande till när DTBird-systemet aktiverade ljudsignalen. Siffrorna i tabellen är inte justerade till 38 standard-dagar à 12 h.

Tidpunkt för reaktion i förhållande till aktivering av ljudsignal inom M-PKR och H-PKR			
Tid i förhållande till ljudsignal	Ljudsignal		
	Avstängd	Aktiverad	Total
Efter	37,5 % (9)	76 % (28)	61 % (37)
Samtidig	25 % (6)	13 % (5)	18 % (11)
Före	37,5 % (9)	11 % (4)	21 % (13)
Total	100 % (24)	100 % (37)	100 % (61)

Observerade väjningsbeteenden

Av de 177 flygningar som registrerats inom M-PKR och H-PKR har 27 flygningar noterats vara på kollisionskurs i riktning mot vindkraftverkets rotorblad (10 %). Med DTBirds ljudsystem aktiverat (C.A.M) uppvisade 88 % (12/14 flygningar) av fåglarna väjningsbeteende på ett sådant sätt att de ändrade sin flygväg bort från kollisionskursen. Med ljudsystemet avstängt avvek endast 46 % (5/11 flygningar) från kollisionskursen (Tabell 14).

Tabell 14. Tabellen visar antalet flygningar som noterats vara på kollisionskurs med vindkraftverket. Flera fåglar visar ett tydligt väjningsbeteende genom att ändra flygriktning så att de inte längre flugit på kollisionskurs. Fåglar som långsamt ändrat sin flygväg, utan någon tydlig reaktion har klassats som "Nej", även om de inte passerade genom vindkraftverkets rotorsvepyta.

Flygningar på kollisionskurs inom M-PKR och H-PKR			
	Väjningsbeteende		
Ljudsystem	Nej	Ja	% väjningsbeteende
Avstängt	6	5	46 %
Aktiverat	2	12	88 %
Totalt	8	17	

Passager genom rotorsvepytan och kollisioner

Under studieperioden har sammanlagt 0-8 passager av fåglar skett genom rotorsvepytan och 0 kollisioner mellan fåglar och vindkraftverket har konstaterats på de 368 inspelade filmerna med totalt 982 fåglar. Ingen fågel har med säkerhet konstaterats passera genom rotorsvepytan. Åtta fåglar har flugit så nära vindkraftverket att det till följd av kameravinkeln inte har varit möjligt att med säkerhet utesluta passage genom rotorsvepytan.

Under perioden då DTBirds ljudsystem varit avstängt har 5 flygningar passerat nära rotorsvepytan och eventuell passage genom rotorsvepytan har inte kunnat uteslutas. Då ljudsystemet varit aktivt är motsvarande siffra 3 flygningar (Tabell 15).

Tabell 15. Tabellen visar antalet registrerade flygningar som passerat eller kan ha passerat genom rotorsvepytan på vindkraftverket. Fåglar som klassificerats som "obestämbara" har vanligen flugit mycket nära rotorbladen och till följd av bildvinkeln på filmerna har det inte varit möjligt att med säkerhet avfärda passage genom rotorsvepytan.

Ljudsystem	Antal flygningar inom samtliga PKR-områden med passage genom rotorsvepytan	
	Passage	Obestämbart
Avstängt	0	5
Aktiverat	0	3
Totalt	0	8

Ljudutbredning

Aktivering av ljudsignalen

Varningssignalerna på DTBird-systemet har varit aktiverade (med eller utan aktiverade högtalare) i genomsnitt 0,33 % av studietiden, vilket i medeltal motsvarar 285 sekunder per dag, eller 4 min och 45 sekunder per dag eller ca 18 sekunder per timme (genomsnittlig verklig dagslängd under studieperioden var 16,1 h). Genomsnittslängden för en enskild signal har varit 22 sekunder för varningssignal och 32 sekunder för skarp varningssignal.

DTBird-systemet är kamerabaserat och arbetar med dagsljus, varför ljudsystemet endast varit aktiverat när ljuset överstiger 50 lux. Således aktiveras inga ljudsignaler under dygnets mörka timmar (Tabell 16).

Tabell 16. Tabellen visar den totala tid som DTBird loggat att ljudsignaler skickats ut, oavsett om högtalarna varit aktiverade eller inte.

Ljudsystem	Antal	Tid (s)	Tid (hh:mm:ss)	Andel av studietid
Varningssignal	233	5170	01:26:17	0,15%
Skarp Varningssignal	195	6288	01:44:48	0,18%
Summa		11458	03:11:05	0,33%

Spridning av ljudet från varningssignaler

Analys av den teoretiska spridningen av ljud från varningssignaler har genomförts i två typer av landskap och med tre ljudförutsättningar, totalt 6 situationer. I de fall det varit aktuellt har två beräkningar gjorts, dels den ekvivalenta ljudnivån under 1 timme dels den maximala ljudnivån som kan uppstå vid ett givet ögonblick. Den ekvivalenta ljudnivån är den typ av ljudnivå som bedöms i tillståndsförhandlingen för vindkraftsanläggningar.

Nedan följer redovisning av ljudanalysen per topografisk situation:

Platt åkerlandskap

- ❖ Resultaten visar att den ekvivalenta ljudnivån i området endast påverkas marginellt för en typisk driftcykel av DTBird då vindkraftverket är i drift. Eftersom beräkningarna är utförda med vind från syd mot norr visar resultaten att bullerutbredningen är något större i den vindriktningen
- ❖ Den maximala ljudnivån visar att tydliga ljudimpulser eller tonkomponenter kan uppkomma i de riktningar DTBirds högtalare är monterade då gränserna för 35 och 40 dBA förflyttas i riktningarna väst, öst och ytterligare längre norrut då norr ligger i medvind

- ❖ Eftersom högtalarhornen är direktiva, 130 graders spridning samt är vinklade 60 grader uppåt visar resultaten att ljudnivågränsen för 55 dBA inte påverkas under den momentana tid då DTBird är i drift
- ❖ Beräkningarna visar också att ljudutbredningen vid den maximala ljudnivån är riktad och att den endast påverkas nämnvärt i västlig och östlig riktning av vinden. Detta bör medföra att systemet DTBird kan monteras taktiskt i lämpliga vädersträck för att minska risken för att störningar skall uppkomma vid närliggande bostäder

Kuperat skogslandskap

Eftersom beräkningarna i det platta åkerlandskapet visar att DTBird C.A.M. endast marginellt påverkar ljudutbredningen av den ekvivalenta ljudnivån har den ekvivalenta ljudnivån inte beräknats för driftfall E och F. Resultaten visar att områdets kupering kan bidra till minskad bullerutbredning på tre sätt:

- ❖ Ljudutbredningen skärmas av ett höjdområde
- ❖ I det fall vindkraftverket är beläget på en högre höjd relativt området kring verket, och högtalarhornen är riktade enligt instruktion (60 grader uppåt) når inte ljudet från DTBird det lägre området
- ❖ Kombination av ovanstående punkter

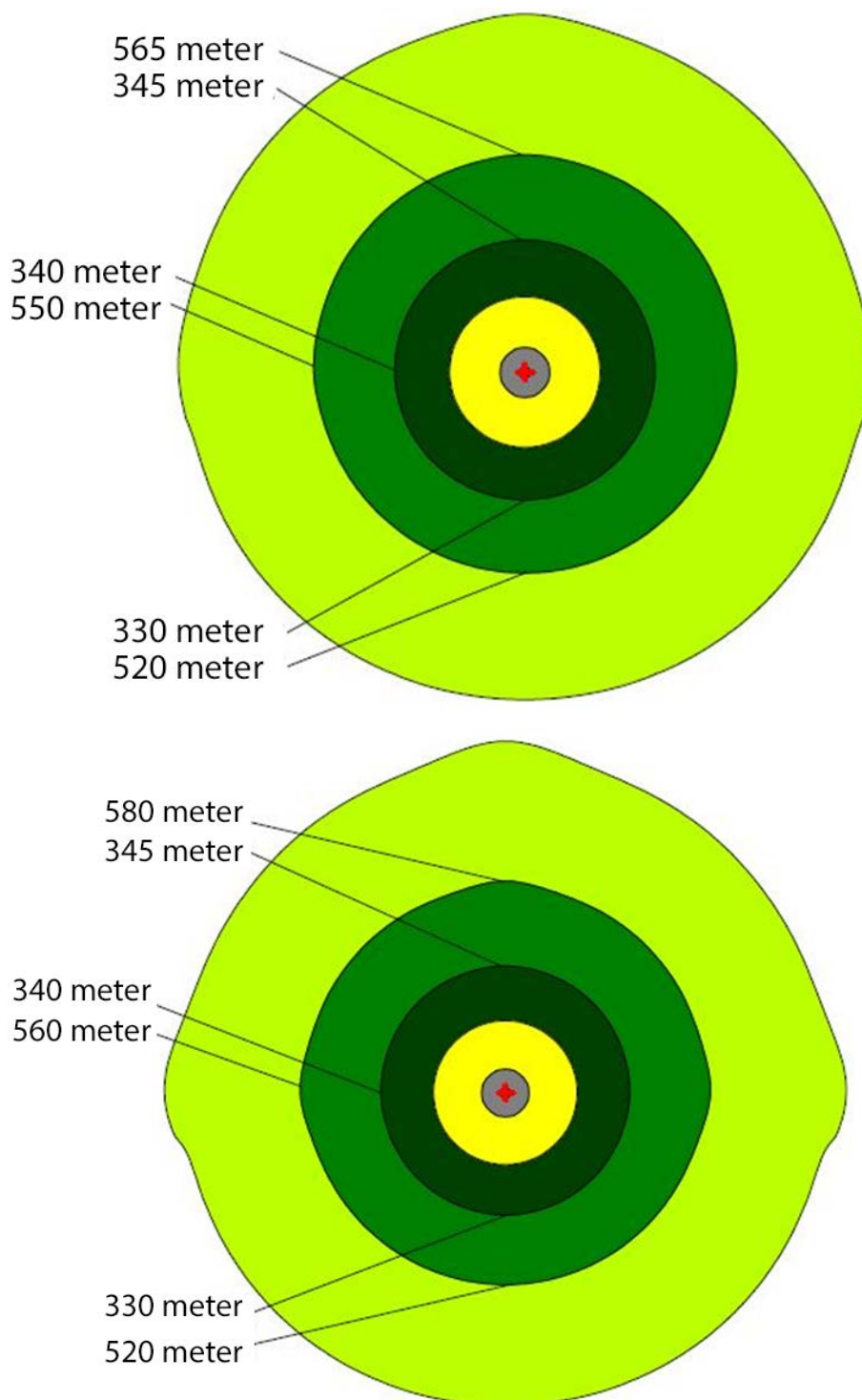
Resultatet av beräkningen synliggörs i Tabell 17.

Tabell 17. Utbredning av ljud från DTBird C.A.M givet de olika beräkningsscenarierna.

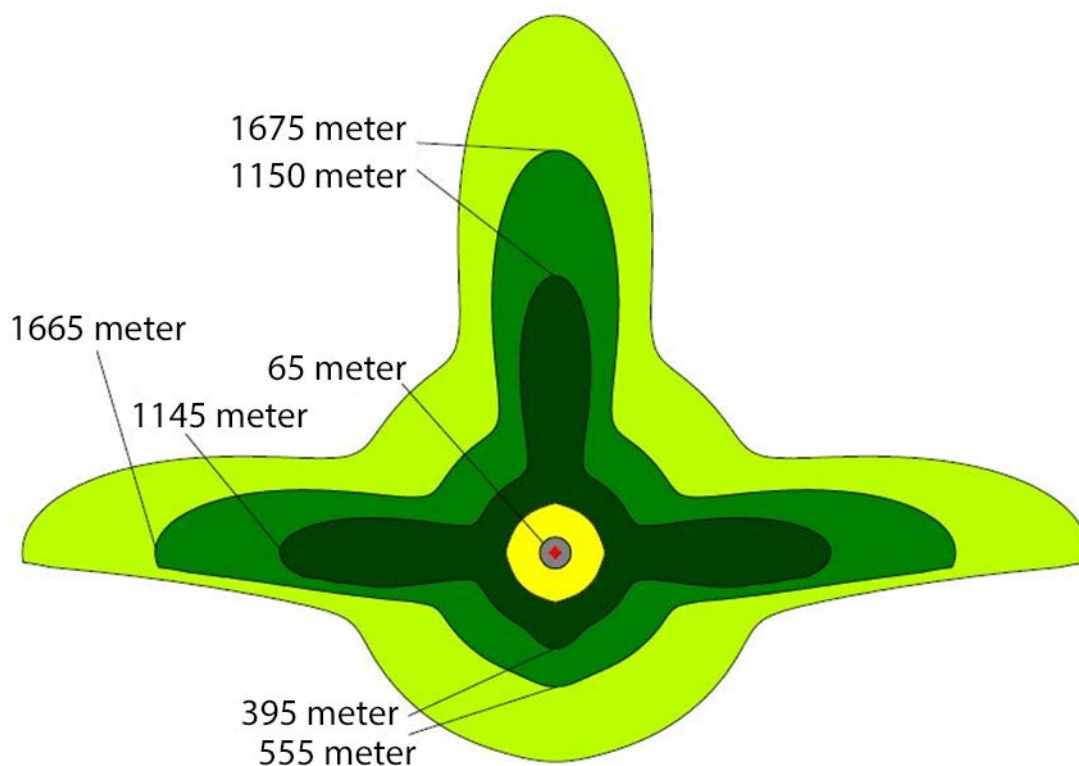
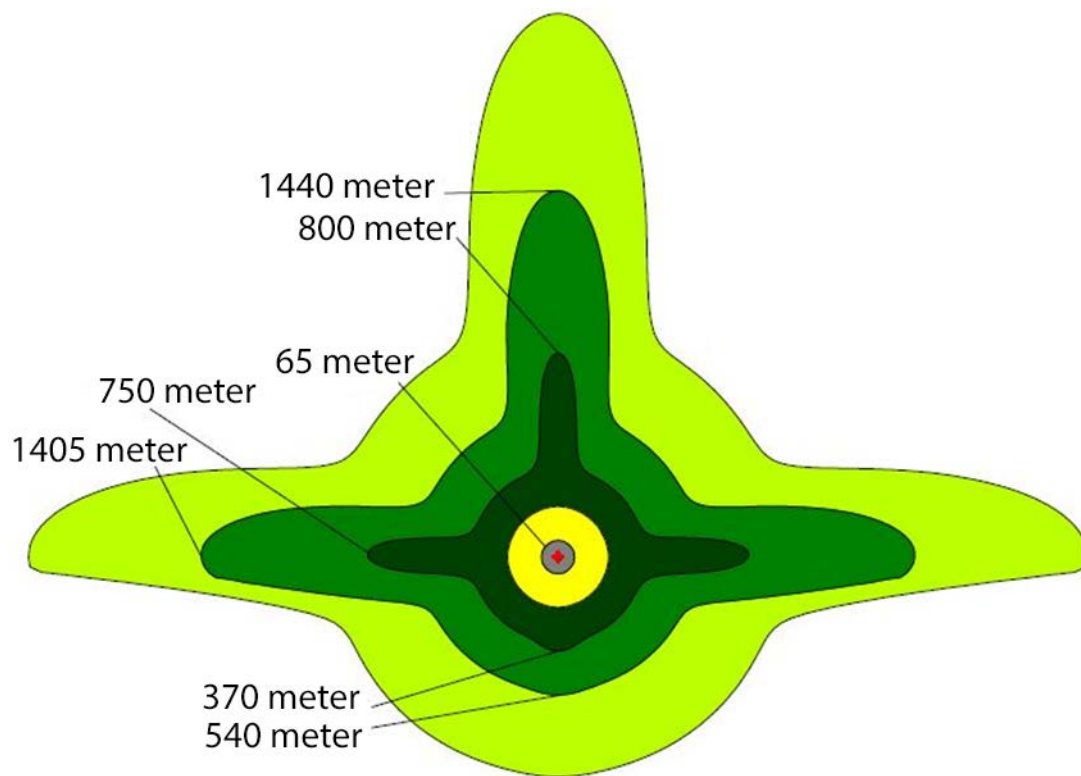
		Maximal ljudutbredning (m)					
		35 dBA			40 dBA		
Fall	Ljudkälla	Öst/Väst	Norr	Söder	Öst/Väst	Norr	Söder
A – Leq, 1h	Vkv	545	560	520	340	345	330
B – Leq, 1h	Vkv + Varning	550	565	520	340	345	330
B – LFmax	Vkv + Varning	1405	1440	540	750	800	370
C – Leq, 1h	Vkv + Skarp varning	560	580	520	340	345	330
C – LFmax	Vkv + Skarp varning	1665	1675	555	1145	1150	395
D – Leq, 1h	Vkv	630	660	655	385	410	395
E – Leq, 1h	Vkv + Varning	Ej beräknad					
E – LFmax	Vkv + Varning	635	985	655	480	440	395
F – Leq, 1h	Vkv + Skarp varning	Ej beräknad					
F – LFmax	Vkv + Skarp varning	635	985	655	485	955	395

TECKENFÖRKLARING

-  Vindkraftverk med monterat DTBird-system
-  > 30.0 dB(A)
-  > 35.0 dB(A)
-  > 40.0 dB(A)
-  > 45.0 dB(A)
-  > 50.0 dB(A)



Figur 7. Ljudutbredning runt vindkraftverket under ekvivalent-tiden, d v s ljudets energimedelvärde under en normal drifttimme med DTBirds varningssignal aktiv. I ljudmedelvärdet är vindkraftverkets och DTBirds ljud inräknat. Under en normal timme är varningssignalen dock aktiv endast ca 30 sekunder (jfr tabell 16). Den övre delen av figuren visar ljudutbredning med varningssignal och den undre delen av figuren visar ljudutbredning med skarp varningssignal. Över en hel timme får signalerna mycket liten effekt på den ekvivalenta ljudnivån, de kan ses som små utbuktningar överst, till höger och vänster i diagrammet.



Figur 8. Ljudutbredning runt vindkraftverket under den tid då varningssignal (överst) och skarp varningssignal (underst) är aktiverad d v s den momentana ljudnivån. Denna ljudnivå sker dock endast under korta perioder och har mycket liten effekt på den ekvivalenta ljudnivån (jfr figur 7). I figuren syns att både varningssignal och skarp varningssignal är tydligt direkta och högtalarhorn kan placeras så att signalens räckvidd begränsas gentemot bebyggelse.

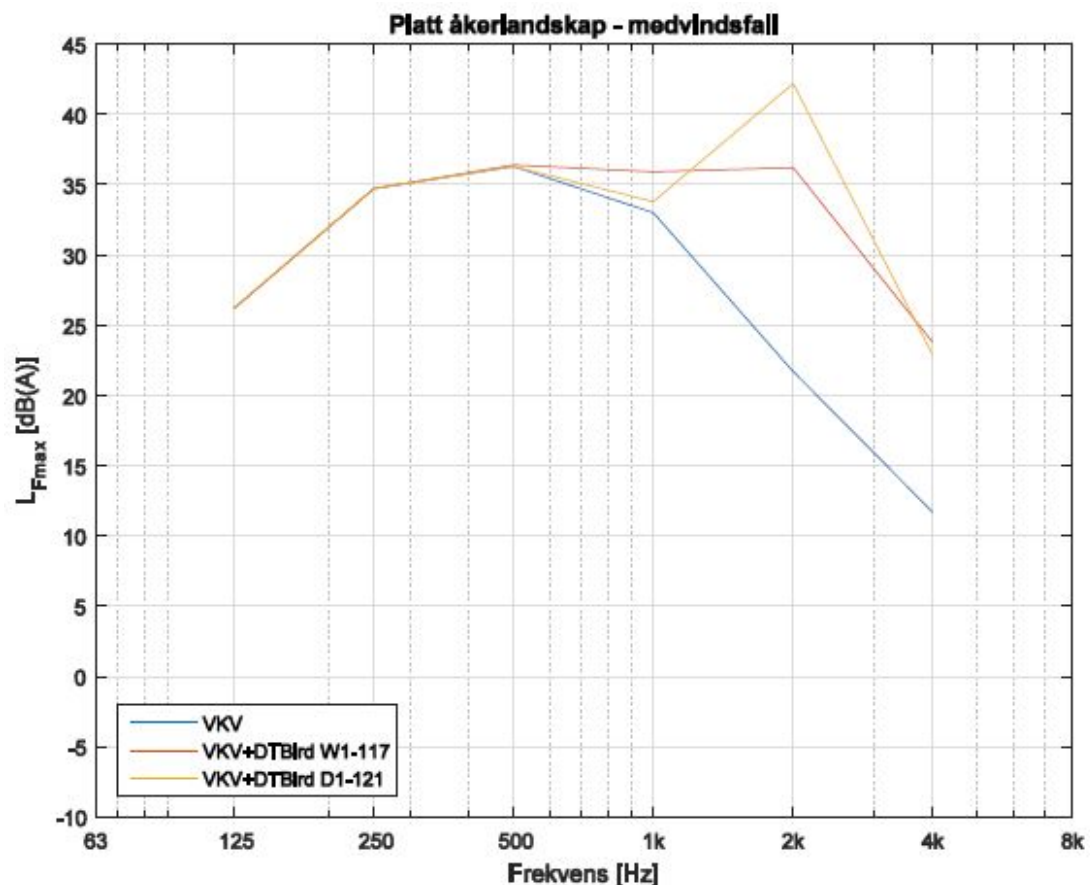
Beräkning av den ekvivalenta och den momentana maximala ljudnivån har även gjorts för kuperat skogslandskap. Beräkningarna visar att den ekvivalenta ljudutbredningen inte påverkades nämnvärt av DTBirds varningssignaler. Den momentana maximala ljudutbredningen förlängdes något i högtalarnas riktningar, men den lokala topografin bedöms ha avsevärt mycket större påverkan på ljudbilden än ljudvolym eller riktning av DTBird (C.A.M)

Tonalitet

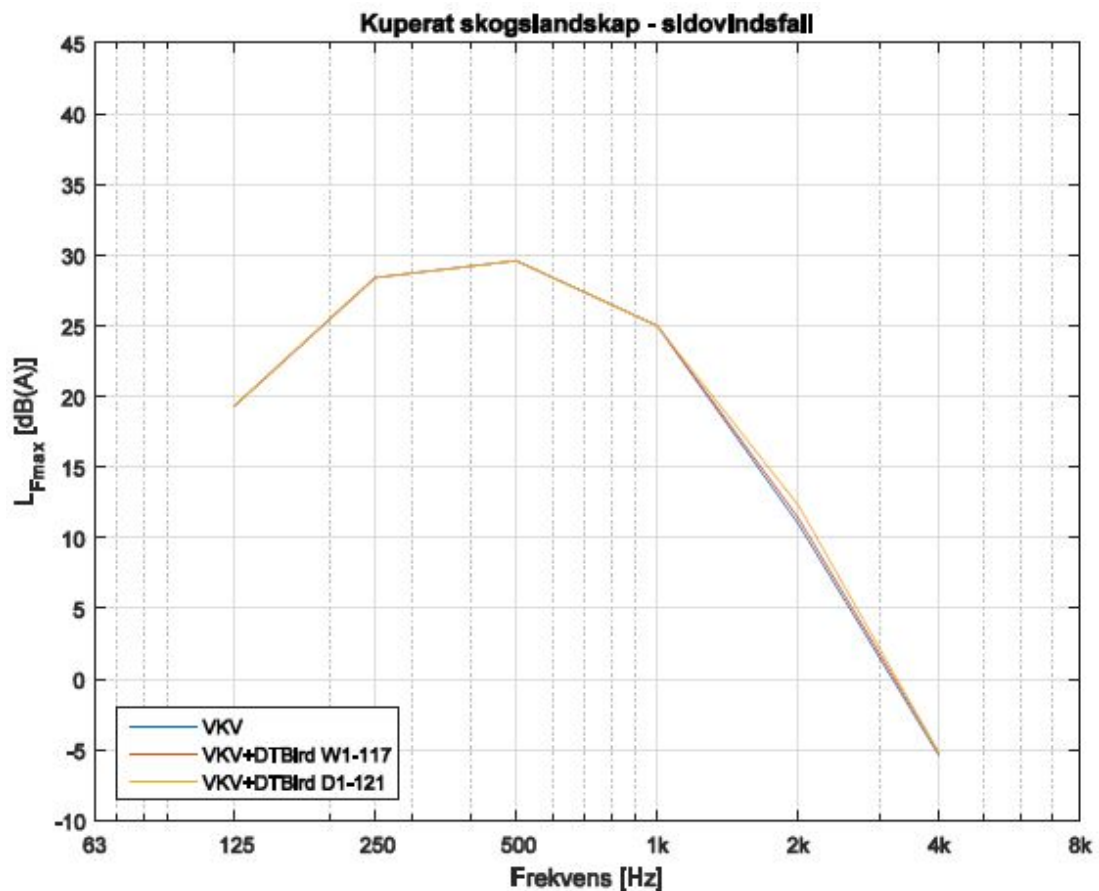
Gränsen för bullerstörning från vindkraftverk vid boningshus anges vanligen till en ekvivalent ljudnivå om 40 dBA per medeltimme vid närmaste bostad. Om ljudbilden uppfattas som tonal leder detta ofta till att kravet för högsta ekvivalenta ljudnivå vid närmaste bostad sänks till 35 dBA. En sådan skärpning på grund av tonalitet beslutas av tillståndsgivande myndighet.

Ecocom har låtit Akustikverkstan beräkna tonalitet i ljudbilden från DTBird. Tonalitet beräknades i riktningen norr, söder samt väster på ett avstånd som motsvarar gränsen för 40 dBA för den ekvivalenta ljudnivån under en timmes drift med vindkraftverket tillsammans med varningssignal (117 dB) respektive skarp varningssignal (121 dB).

Beräkningen visar att i det platta åkerlandskapet, där maximal ljudspridning sker, föreligger även risk för tonalitet i högtalarens riktning (Figur 9). I det kuperade skogslandskapet (Figur 10) föreligger ingen risk för tonalitet i det modellandskap som användes vid beräkningen.



Figur 9. Grafen visar vindkraftverkets, samt de bägge varningssignalernas ljudkvalitet vid en punkt i landskapet på gränsen för 40dBA i ett öppet åkerlandskap. Vid 2 kHz är bägge varningssignalerna betydligt starkare än vindkraftverkets eget ljud, vilket kan innebära att ljudet uppfattas som tonalt.



Figur 10. Grafen visar vindkraftverkets, samt de bägge varningssignalernas ljudkvalitet vid en punkt i landskapet på gränsen för 40dBA i ett kuperat skogslandskap. Vid 2 kHz är bägge varningssignalerna mycket lika vindkraftverkets eget ljud, vilket innebär att den tonala karaktären (jfr figur 9) maskeras av landskapet.

Beräkningarna är utförda med ett vindkraftverk av typ Enercon E82. Vindkraftverket kan betraktas som ett medelstort vindkraftverk. Om systemet DTBird skulle monteras på ett större eller mindre vindkraftverk förväntas detta inte påverka ljudutbredningen nämnvärt. Detta beror på att de högsta ljudnivåerna från DTBird ligger i ett annat frekvensområde än ett vindkraftverk. Vad som kan tänkas skilja är det relativa avståndet mellan utbredningen av ljudnivågränserna för 35 och 40 dBA då endast vindkraftverket är i drift och då både vindkraftverket och DTBird är drift.

Ljudanalysen visar att när det omgivande landskapet utgörs av ett platt, öppet åkerlandskap påverkas inte den ekvivalenta ljudnivån under en timme i nämnbar omfattning oavsett om DTBirds varningssignaler är aktiverade eller inte. Däremot förstärks den momentana maximala ljudnivån inom ett långsmalt område i högtalarhornens riktning. Inom det långsmala området där momentan maximal ljudnivå förstärks föreligger förutsättningar för att ljudet skall uppfattas som tonalt. Då det område där ljudbilden kan uppfattas som tonal är smalt kan detta hanteras genom att högtalarna placeras i riktningar som inte överlappar med närliggande bostäder. Beräkningarna för det kuperade åkerlandskapet visar att ett kuperat skogslandskap kan motverka att tonalitet från DTBirds ljudsystem uppfattas vid bostäder om övriga krav för maximala ljudnivåer från vindkraftverk följs.

Efter kontakt med Liquen, som utvecklar DTBird, har det framkommit att det finns möjligheter att anpassa ljudutbredningen i det omgivande landskapet om detta behov skulle

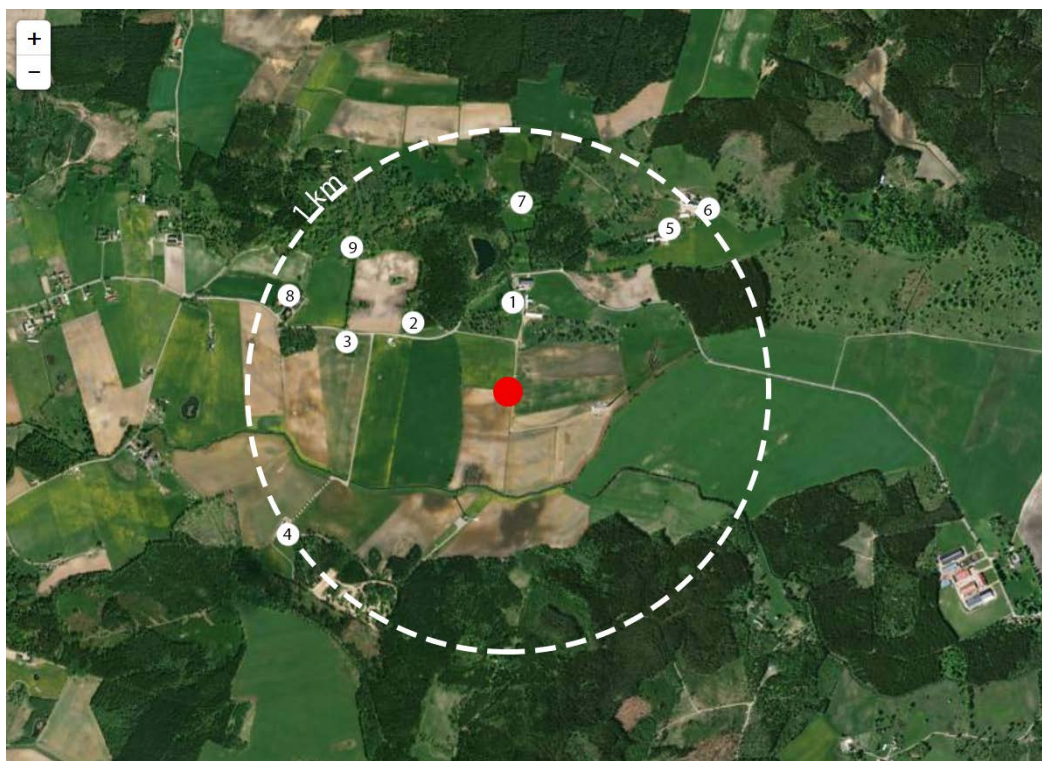
uppstå. Åtgärderna innebär att volymen i högtalarna kan sänkas, högtalarhornen kan monteras med en brantare vinkel uppåt eller monteras på vindkraftverket i anpassade vädersträck så att gränsvärdet för dbA vid närliggande hus respekteras.

Närboendes upplevelser av varningsljudet

Varningsljudet från DTBird C.A.M var aktiverat varannan vecka under testperiodens tre månader, men fortsatte sedan att vara inkopplat under sammanlagt omkring ett års tid. Efter att ljudet stängts av tillfrågades de närboende om och hur de upplevt ljudet.

Intervjuer har genomförts med boende inom ett avstånd av 1 000 meter från DTBird-installationen. Av intervjupersonerna visste fem av nio säkert att de hade hört varningsljudet. Fyra av de tillfrågade intervjupersonerna upplevde sig inte vara störda av ljudet. Det rörde sig om enstaka tillfällen utomhus när ljudet varit hörbart. En person upplevde att ljudet var irriterande och personen hade även hört ljudet inifrån sin bostad.

Från de akustiska beräkningarna är det förväntat att varningsljudet avskärmas effektivt vid hinder som skog eller berg men sprids längre i öppet landskap. De personer med vilka intervjuer genomförts och som hört ljudet bor eller vistas alla i ett område som är relativt öppet mot vindkraftverket. Den person som upplevde ljudet irriterande bor med en öppen passage mot vindkraftverket och har, när vinden legat på i bostadens riktning, också uppfattat ljudet inomhus. Personen upplever att ljudets hörbarhet och intensitet vid bostaden har påverkats mycket av vädret och vilka vindar som har rått. Personen påpekar också att ljudet är ovant och skiljer sig från det "vanliga" brusande ljudet från vindkraftverket. Liksom med det brusande ljudet är det personens uppfattning att det går att vänja sig vid varningsljudet, men att det vid vissa situationer som kvällar vid lugnt väder blir påtagligt mycket ljud då fåglarna också är mycket aktiva.



Figur 11. Boende inom 1 km från vindkraftverket har intervjuats om hur de upplever ljudet från varningssystemet. Flertalet boende har hus (vita prickar) norr om vindkraftverket (rött)

Addition av ljud

Vanligen sätts gränsen för bullerstörning från vindkraftverk till en ekvivalent ljudnivå om 40 dBA per medeltimme vid närmaste bostad. Om ljudbilden uppfattas som tonal kan kravet skärpas till 35 dBA. Det är svårt att på förhand avgöra hur tillståndsprövningen kommer att se på det varningsljud som DTBird avger och som adderas till vindkraftverkets ljud. Tre tjänstemän som arbetar med tillståndsprövning för vindkraft säger så här:

Lars Engström, Länsstyrelsen i Kalmar län

- Det är svårt att säga hur vi tar ställning förrän vi har ett skarpt ärende. Vi har inte bedömt något liknande tidigare. Varningsljudet är ju ett ytterligare ljud som kan upplevas störande och som måste tas hänsyn till i bedömningen.

Kenneth Fors, Länsstyrelsen Norrbotten län

- Hur man ska se på detta är inte prövat och därför väldigt svårt att säga något om. Tillståndsprövsprocessen är en helt öppen process. Frågan handlar framför allt om huruvida närboende kommer att kunna störas av även det här ljudet. Men det skulle också kunna bli aktuellt att pröva om varningsljudet riskerar att störa djurlivet.

Lena Niklasson, Länsstyrelsen i Västra Götalands län

- Det är väldigt svårt att svara på hur vi kommer att pröva varningsljudet. Vi tänker att ljudet framför allt kan vara störande för andra fåglar och djur, men även för närboende och för friluftslivet.



Figur 12. Montering av DTBird-systemet. Beroende på vilka vinklar som är viktigaste att filma och för att begränsa ljudspridningen kan man välja att installera högtalare och kameror på olika höjder. Foto: Tore Wizelius.

Diskussion

DTBird-systemets effektivitet som kollisionsskydd

En avgörande fråga för att ett skyddssystem skall bli aktuellt för vidare användning är naturligtvis att systemet fyller sitt syfte på ett effektivt sätt. I fallet DTBird och liknande system där huvudsyftet med att installera systemet är att minska risken för kollisioner mellan fåglar och vindkraftverk är det därför av avgörande betydelse att färre fåglar kolliderar med vindkraftverket efter att systemet tagits i bruk.

Nedan redovisas några av studiens resultat som är av betydelse för hur effektivt DTBird-systemet kan anses vara. För att systemet skall vara effektivt förväntas att:

- ❖ *Fågelaktiviteten, d v s antalet registrerade fågelkontakter, minskar inom riskområdet (H-PKR) och (M-PKR) när ljudsystemet DTBird C.A.M är aktiverat jämfört med när ljudsystemet inte är aktiverat.*

Undersökningen visar:

- En minskning av antalet flygningar inom 100 meter från vindkraftverkets rotorblad med omkring 1/3 (27 %) när ljudsystemet är aktiverat jämfört med när det är avstängt. Detta innebär att fåglar uppehåller sig förhållandevis mindre inom en 100 m radie från vindkraftverket när ljudsignaler är aktiverade.
- 61 % minskning av flygtiden inom 100 meter från vindkraftverkets rotorblad (M-PKR och H-PKR).
- 87 % minskning av flygtiden inom 25 meter från vindkraftverkets rotorblad (H-PKR).

- ❖ *Fåglar förväntas uppvisa ett reaktionsbeteende inom riskområdet M-PKR och H-PKR i större omfattning, d v s större antal och tidigare reaktioner, när ljudsystemet DTBird C.A.M är aktiverat jämfört med när systemet inte är aktiverat.*

Undersökningen visar:

De fåglar som uppehåller sig inom 100 m radie från vindkraftverkets rotorblad, d v s inom riskområdena H-PKR och M-PKR uppvisar tydliga reaktioner på varningssignaler:

- Inom 25 meter från vindkraftverket (H-PKR) ökar reaktionsbeteendet med ca 30 procentenheter när ljudsystemet DTBird C.A.M är aktiverat jämfört med när det är avstängt (73% vid aktiverat, 43% vid avstängt)
- Inom 26-100 meter från vindkraftverket (M-PKR) ökar reaktionsbeteendet med ca 20 procentenheter när ljudsystemet DTBird C.A.M är aktiverat jämfört med när det är avstängt (40% vid aktiverat, 20% vid avstängt)
- 76 % av de observerade reaktionerna sker som en följd av aktiverad ljudsignal
- Förkortad flygtid för målarter såsom rovfåglar och tranor
- Väjningsbeteende noterat i 88 % av flygningarna som haft en flygriktning på kollisionskurs med vindkraftverket, 12 av 14 flygningar med ljudsystemet aktiverat vilket sjönk till 5 av 11 flygningar (46 %) med ljudsystemet avstängt

Fåglar reagerar naturligt på risker i sin omgivning, dock olika beroende på art, vilket förklarar varför inte ännu fler kollisionsolyckor sker med vindkraftverk. Fåglarnas naturliga väjningsbeteende för fasta installationer förklarar att det också finns ett normalt reaktionsbeteende och ett väjningsbeteende även när DTBirds ljudsystem är avstängt.

Utifrån de data som erhållits i undersökningen är slutsatsen att systemet fungerar bra och är att betrakta som ett effektivt skyddssystem.

DTBird-systemet minskar aktiviteten av fåglar i närområdet (inom 100 meter från vindkraftverket) och inducerar även reaktioner hos fåglarna som t ex väjningsbeteenden. Flygtiden i vindkraftverkets närområde som vanligen anses vara den faktor som framförallt påverkar kollisionsrisken har minskat med 61-87% när DTBird C.A.M har varit aktiverat.

Fåglarna reagerar också tidigare på vindkraftverket när ljudsystemet är aktiverat; skillnaden är i storleksordningen 20-30%. Och för de fåglar som faktiskt når fram till högriskområdet, närmast rotorbladen, sker väjning i 88% av fallen.

Risk för störning av häckande fåglar

En farhåga som framhållits är att ljudsignalerna som skickas ut av DTBird riskerar att störa häckande fåglar i närområdet.

En av de parametrar som undersökts är hur tätheten av fåglar påverkas av DTBird i området > 100 meter från vindkraftverket. Detta område är synligt på kameror och det har därför varit möjligt att kategorisera fågelrörelser inom området. Om DTBird inte skall störa fåglar förväntas att:

- ❖ *Fågelaktiviteten, d v s antalet registrerade fågelkontakter, inom området låg potentiell kollisionsrisk (L-PKR) förväntas vara oberoende av om DTBird C.A.M är aktiverad eller avstängd*

Undersökningen visar:

- Aktiviteten av fåglar, mätt i antalet flygningar, ökar med ca 10 % i området med låg potentiell kollisionsrisk (L-PKR), d v s på ett avstånd > 100 meter från vindkraftverket när ljudsystemet DTBird C.A.M är aktiverat

Förklaringen till att antalet fågelobservationer ökar på ett avstånd om >100 meter från vindkraftverket är möjligen att fåglar trängs ut från riskområdet (H-PKR och M-PKR) av varningssignalerna. Det finns inte något empiriskt stöd i denna undersökning för att fågeltätheten skulle minska och därmed störa t ex häckande fåglar >100m från riskzonen.

Närboendes upplevelser

De intervjuade bor alla inom 1 km från DTBird-anläggningen. Den person som upplevt ljudet som irriterande bor 630 meter från vindkraftverket där DTBird installerats. Området mellan bostaden och vindkraftverket består av öppen åker.

Personen upplever att ljudet stör betydligt mer när vinden ligger på eller när det är lugnt. De övriga 4 personer som säkert har hört ljudet bor delvis öppet mot vindkraftverket, men inte på samma sätt eller lika nära som den person som upplevt ljudet som irriterande.

När DTBird monteras är det viktigt att ta hänsyn till var de närboende finns och montera högtalarna så att ljudet skärmas bort så mycket som möjligt. Det bör göras beräkningar för att säkerställa att ljudnivån inte blir störande hög för närboende. De akustiska beräkningar som gjorts i den här studien visar att det på ett bra sätt går att förutsäga hur ljudet sprider sig i en given omgivning och vilka ljudstyrkor som kan komma att uppnås på givna platser. Ljudet i sig kan upplevas som störande på ett annat sätt än det mer brusande ljud som genereras av vindkraftverken.

Tillståndsprövning och ljudbild

Innan en anläggning har prövats i skarpt läge går det bara att spekulera i hur tillståndsmyndigheterna kommer att se på addition av varningsljudet hos DTBird C.A.M vilket visas av kontakter med handläggare på länsstyrelserna.

De akustiska beräkningarna av ljudspridningen visar att topografin har stor påverkan på hur ljudet breder ut sig. Placeringen av verket blir därför viktig för var varningsljudet kommer att uppfattas. Beräkningarna visar också att placeringen av högtalarna, och hur de riktas, påverkar ljudspridningen. För att minimera ljudspridningen i riktning mot bostäder bör anpassningar på varje enskilt vindkraftverk göras för att minska ljudets spridning i sådan riktning.

Det finns en oro för att varningsljudet från DTBird C.A.M skulle kunna störa andra djur än fåglar. Pilotinstallationen har inte omfattat undersökningar av andra djur än fåglar och intervjuer med människor, men enligt ägaren till vindkraftverket, som är boende på gården Lilla Erikstorp har både får och dovhjort, vilka hålls i hägn i närheten av vindkraftverket, inte uppvisat tecken på att bli störda, då de ofta, enligt utsago, legat och vilat endast 30 meter från vindkraftverket.

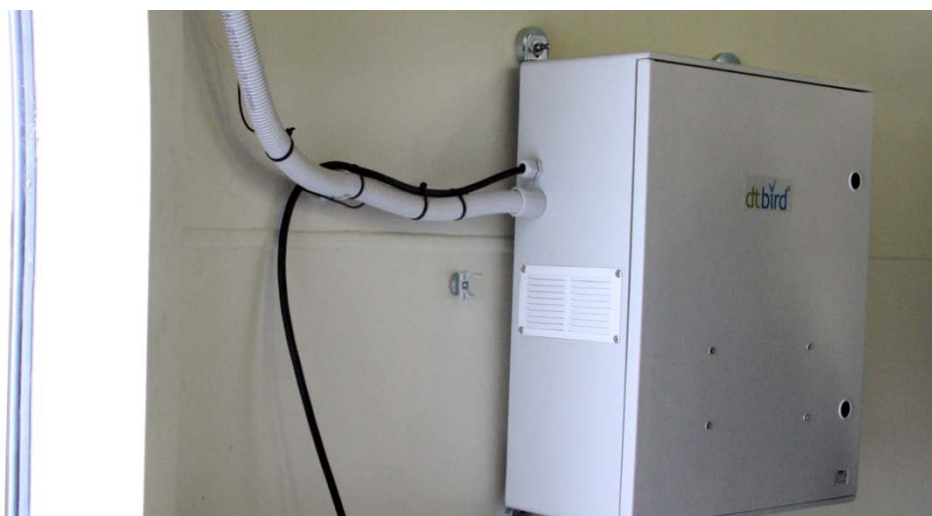
Praktiska erfarenheter av DTBird-systemet

Driften av DTBird-systemet har varit stabil under hela studieperioden. Det har inte förekommit oväntade driftstopp eller andra problem.

Systemet är relativt lätt att montera. Monteringen kräver en mindre-medelstor skylift för att nå den höjd där kameror och ljudsystem monteras på tornet. Monteringen på tornet sker med magneter som fästs på ståltornet och åverkan är på detta sätt minimal.

Datacentralen som monteras inuti basen av tornet kräver en internetanslutning för att regelbundet kunna överföra data/filmer till DTBirds webbportal, där man har möjlighet att kontinuerligt se att systemet är online, granska kameror i realtid, gå igenom och kategorisera inspelade filer (fågelpassager), samt få statistik på avstängningar mm. Det är möjligt att använda en mobil dataanslutning (sim-kort) om täckningen på den aktuella lokalen är god. Då DTBirds datacentral lagrar all data lokalt inna den överförs är dataförlust int en risk. Men vid begränsad mobildataanslutning kan det ta tid innan data överförs.

I de flesta fall är dock moderna vindkraftverk utrustade med dataanslutning så dataöverföringen torde inte erbjuda stora problem i flertalet fall.



Figur 13. DTBirds datacentral har formen av en låda som monteras på vindkraftverkets innervägg. Foto: Therese Säfström.

Undersökningens räckvidd

Den aktuella pilotundersökningen har omfattat analys av tre månaders data och ett begränsat antal observationer, på en lokal (n=1). En större studie med fler installationer i olika geografiska lägen skulle ge bättre data om systemets effektivitet och även information om skillnader mellan olika installationslokaler.

När de 368 observationer som gjorts inom ramen för studien, bryts ned i mindre grupper blir antalet observationer som kan analyseras vidare mycket begränsat. Av detta skäl får man betrakta storleken på de effekter och procentsatser som konstateras i rapporten med viss försiktighet.

När datainsamlingen i Lundsbrunn avslutades (inom ramen för projektet) har tillverkaren Liquen låtit systemet vara fortsatt monterat och systemet har alltså varit operativt sedan juni 2015, d v s när denna rapport skrivs i november 2016, i över ett år. Det finns därför ett betydligt större datamaterial att analysera men en sådan utvidgad analys har inte varit möjlig att genomföra inom ramen för projektet.

Sannolikt – men inte nödvändigtvis – är systemets effektivitet att förhindra fåglar från att kollidera med vindkraftverk likartad i olika områden, så länge en tillräcklig upptäcksradie finns omkring vindkraftverket. Däremot kan antalet fåglar och förekommande arter vara mycket varierande beroende på var den aktuella vindkraftsanläggningen är placerad.

Tidigare prövning av DTBird i Sverige

Huruvida DTBird-systemet riskerar att störa människor eller djurliv i närheten av vindkraftverket har i vissa delfrågor prövats hela vägen till Mark- och miljööverdomstolen. I ett vindkraftärende på Gotland, som drivits av bolaget Boge Vindbruk AB, har DTBird föreslagits som en skyddsåtgärd för att minska risken för kollisioner med havsörn.

Länsstyrelsen på Gotland beslutade (2013-03-13, dnr: 522-501-13) om avslag för bolagets dispensansökan från artskyddsförordningen med hänvisning till att DTBird och liknande system, som syftar till att skrämja fåglar, inte är förenligt med artskyddsförordningen. Bolaget överprövade då ärendet till Mark- och miljödomstolen vilken meddelade i dom (2014-04-30, M1917-13) att: "...en installation av systemet skulle således utgöra ett avsiktligt störande enligt vad som anges i 4 § artskyddsförordningen". Mark- och miljööverdomstolen kom dock till en annan slutsats (dom 2014-04-30, M 4937-14) varvid underinstansernas tidigare avgöranden upphävdes. I aktuell dom från Svea Hovrätt, Mark- och miljööverdomstolen står följande att läsa:

"När det – som i detta fall är fråga om miljöfarlig verksamhet som är tillståndspliktig kommer artskyddsfrågorna att ha sin givna plats i tillståndsprövsprocessen. Vid den prövningen har verksamhetsutövaren att visa att de regler som följer av hänsynsreglerna i 2 kap. miljöbalken iakttas. Mark- och miljööverdomstolen har tidigare (se bl.a. domstolens dom den 29 maj 2012 i mål M 7639-11 och, särskilt, MÖD 2013:13) funnit att artskyddsförordningen är att se som en precisering av vad som kan följa av de allmänna hänsynsreglerna när det gäller skydd av arter. En del i prövningen blir då att med tillämpning av relevanta fridlysningsbestämmelser i artskyddsförordningen bedöma hur de skyddade arterna påverkas av den planerade verksamheten. Genom att föreskriva villkor, försiktighetsmått och skyddsåtgärder kan prövningen leda fram till att verksamheten inte kommer i konflikt med fridlysningsbestämmelserna och att det därför inte blir aktuellt med dispensprövning. Självfallet kan också utgången bli att verksamheten trots planerade försiktighetsmått bedöms strida mot fridlysningsbestämmelserna. Om förutsättningar för dispens då inte finns är verksamheten olämplig lokaliserad och inte tillåtlig".

Frågan om huruvida DTBird och liknande skyddssystem riskerar att komma i konflikt med artskyddsförordningen, och därmed är att betrakta som otillåtna per definition, får i och med Svea hovrätts dom anses vara avgjord så långt att systemet skyddsfunktioner inte skall prövas direkt mot artskyddsförordningen. Domen pekar i riktning mot att "...villkor, försiktighetsmått och skyddsåtgärder..." hör hemma inom tillståndsgivningsprocessen. Domstolens skrivning kan, tycker vi, uppfattas som att effektiviteten som skydd i förhållande till eventuell negativ påverkan, hos sådana system, bör vara avgörande för tillåtligheten inom ramen för aktuell prövning.

Möjliga tillämpningsområden

Det saknas idag i Sverige funktionella skyddssystem för att minska risken för fågelkollisioner med vindkraftverk. Användning av sådana system skulle kunna underlätta vindkraftsutbyggnaden och samtidigt skydda fågelfaunan. Detta behöver inte innebära att användandet av skyddssystem, som t ex DTBird eller andra liknande system, som är under framväxt, skall användas för att bygga vindkraftverk i mycket fågeltäta och uppenbart olämpliga områden. Däremot bör systemen kunna användas som ett redskap för att minska risken för kollisioner i fall där tveksamhet råder vid tillståndsgivningen.

Vindvals syntesrapport (Rydell m fl 2011) redovisar ett antal buffertavstånd från närmaste vindkraftverk till boplatser eller andra viktiga fågelområden. Dessa buffertzoner har varit vägledande som skydd för fåglar inom olika artgrupper vid vindkraftsetableringar. Det framgår dock av rapporten att de föreslagna buffertavstånden bör modifieras efter det enskilda fallet och att avståndet kan behöva vara både större och mindre än de i rapporten redovisade buffertavstånden.

Ett skäl till att buffertavstånden i tillståndssammanhang ofta tolkas som riktlinjer snarare än vägledande kan vara att det saknas redskap för att justera risken för kollisioner mellan fåglar och vindkraftverk. Det blir därmed svårt för tillståndsmyndigheten att acceptera ett lägre buffertavstånd än det "vägledande" avståndet. En möjlig tillämpning för DTBird och liknande system är alltså att utgöra en skyddsåtgärd i de fall då tillståndsgivningen och risksituationen är komplex. Det är också möjligt att systemet kan användas endast på ett fåtal vindkraftverk i delar av en vindkraftsanläggning där endast vissa vindkraftverk är problematiska ur ett tillståndsperspektiv.

DTBird-systemet kan också användas för inventering av fågelfaunan. Under hösten 2015 monterade Ecomon ett DTBird-system (endast med detektionsmodulen) i en vindmast på Nordbillingen (figur 13). Systemet användes under ca 1 månad för att övervaka flyttande fåglar med fokus på arten trana. En parallell undersökning genomfördes också manuellt av Calluna AB. De bägge undersökningarna kom till ungefär samma resultat. Fördelen med automatisk övervakning är uppenbar i de fall då långa undersökningsperioder behövs, eller om det är osäkert när i tiden fåglarna kommer att passera, vilket kan kräva stora inventeringsresurser om undersökning skall utföras manuellt. Vid inventering eller övervakning av fågelfaunan med DTBird är det inte heller nödvändigt att montera ljudmodulen.

Slutligen är DTBird-systemet funktionellt i kontrollprogram för uppföljning av de effekter som vindkraftsetableringen har på fåglar i området. Om man monterat ett DTBird-system för att minska risken för kollisioner, t ex i ett fall där diskussion om tillämpliga buffertavstånd varit komplicerad, finns det möjlighet att följa upp, årligen redovisa, men också justera skyddet av vindkraftverken löpande. Detta öppnar för helt nya möjligheter att utforma effektiva kontrollprogram för fåglar som blir mer operativa än de kontrollprogram som genomförs idag.



Figur 14. Installation av DTBirds detektionsmodul i en vindmätningmast på Billingen mellan Skara och Skövde i syfte att övervaka flyttningen av tranor över ett tilltänkt vindprojekteringsområde. En container användes för att montera detektionsmodulen. Internetuppkoppling för kontakt med webbplattform åstadkoms med ett mobilt bredband. Elförsörjning löstes genom användande av solpanel. Täckningen på det mobila bredbandet fungerade inte hela tiden, men då det monterade DTBird-systemet lagrade all data lokalt, överfördes data kontinuerligt när systemet kom online. Som helhet fungerade undersökningen mycket bra. Infällt uppe till höger syns inzoomad bild på monterade kameror.

Slutsatser

Sammantaget har pilotprojektets del 2 – utvärdering av systemet DTBird – visat att systemet fungerar bra även för svenska förhållanden. Systemet minskar uppehållstiden för fåglar i närheten av vindkraftverket och inducerar väjningsbeteenden vilket sammantaget leder till en minskad riskbild. En effektiv avvärjning kräver dock att DTBirds ljudmodul (C.A.M) är aktiverad. Varningsljuden har enligt den genomförda undersökningen inte några negativa effekter på fågeltätheten i ett område mer än 100 meter från vindkraftverket. Utifrån genomförd undersökning kan inte några störningseffekter på fågelfaunan konstateras.

Ljudspridningen från systemet är också mycket begränsad och når i de flesta fall endast några hundra meter innan ljudets amplitud når 40Db nivå. Längre spridning förekommer vid momentan ljudberäkning men spridningen kan då justeras genom att montera högtalarnas signalhorn strategiskt så att dessa inte överlappar med bebyggelse. Intervjuer har visat att närboende vid installationslokaler har noterat ljudet från DTBird C.A.M men i flertalet fall inte upplevt det som störande.

Det finns flera applikationsområden och goda skäl till att även i Sverige överväga användande av DTBird eller liknande system i tillståndprocessen. Systemen skulle kunna förenkla tillståndsgivningen genom att erbjuda ett redskap för riskminimering i de fall då riskerna är osäkra. Systemet kan också användas för inventeringar när långa tidsserier behövs och i kontrollprogram erbjuder tekniska lösningar, som DTBird, möjligheter att kontrollera och justera effekter av vindkraftverken under pågående kontrollprogram. DTBird är också prövat i Mark- och miljöverdomstolen och det har i denna instans avgjorts att systemet inte skall prövas direkt mot artskyddsförordningen utan skyddsåtgärden kan vara en av många hänsyn som kan tas inom ramen för tillståndprocessen.

Mot bakgrund av den fortsatta svenska satsningen på förnybar el och de konflikter som uppstår med t ex bevarande av fågelfaunan då allt fler vindlägen redan tagits i bruk framstår användande av skyddssystem som DTBird som ett allt viktigare redskap i tillståndprocessen.

Litteratur

Publikationer

- Dürr, T., 2016. Vogelverluste an Windenergieanlagen/Bird fatalities at windturbines in Europe. Daten aus der zentralen Fundkarei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. Stand vom: 1 juni 2015. Landesumweltamt Brandenburg. Hipkiss, T., Ecke, F., Dettki, H., Moss, E., Sandgren, C. och Hörnfeldt, B. 2013. Betydelsen av kungsörnars hemområden biotopval och rörelser för vindkraftsetablering. Vindvals rapport 6589.
- May, R., Hamre, O., Vang, R., Nygård, T. 2012. Evaluation of the DTBird video system at the Smøla wind-power plant. Detection capabilities for capturing near-turbine avian behaviour. NINA Report 910.
- Hjernquist, M. 2014. Effekter på fågellivet vid ett generationsskifte av vindkraftverk – kontrollprogram, Näsudden, Gotland 2009 – 2013. Karl Mårten Hjernquist Konsult, Havdhem.
- Månsson, J., Risberg, P., Ängsteg, I., Hagbarth, U., 2015. Riktlinjer för förvaltning av stora fåglar i odlingslandskapet – åtgärder, ersättningar och bidrag. Vers 1.0. Rapport från Naturvårdsverket och Viltskadecenter, SLU 2015-3.
- Pettersson, J. 2011. Små- och sjöfåglars nattflyttning vid Utgrundens havsbaserade vindkraftverkspark – en studie med radar i Södra Kalmarsund. Rapport 6413 Naturvårdsverket, på uppdrag av Vindval.

Rydell, J., Engström. H., Hedenström. A., Kyed Larsen, J., Pettersson. J., Green. M. 2011.
Vindkraftens påverkan på fladdermöss och fåglar – syntesrapport. Vindval.

Beslut och domar

Dom i mål 824-11 MMÖD 2011-11-23

Dom i mål 1394-14 MMÖD 2015-09-10

Dom i mål 4937-14 MMÖD 2014-12-22

Dom i mål 1917-13 MMD 2014-04-30

Länsstyrelsen Gotlands län. 2013-03-13. Beslut om dispensansökan från
artskyddsförordningen. Dnr: 522-501-13.