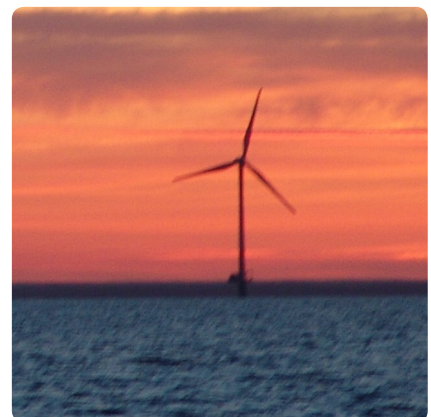
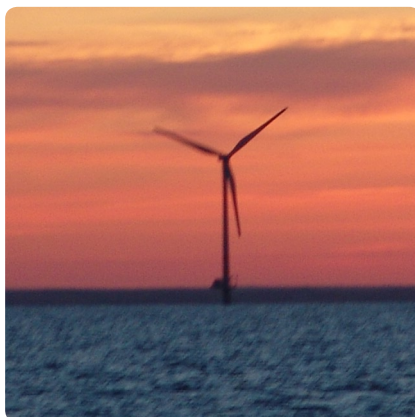


Fladdermöss och havsbaserade vindkraftverk studerade i södra Skandinavien

RAPPORT 5748 • SEPTEMBER 2007



Fladdermöss och havsbaserade vindkraftverk studerade i södra Skandinavien

Ingemar Ahlén
Lothar Bach
Hans J. Baagøe
Jan Pettersson

Beställningar

Ordertel: 08-505 933 40

Orderfax: 08-505 933 99

E-post: natur@cm.se

Postadress: CM-Gruppen, Box 110 93, SE-161 11 Bromma

Internet: www.naturvardsverket.se/bokhandeln

Naturvårdsverket

Tel: 08-698 10 00, fax:08-20 29 25

E-post: natur@naturvardsverket.se

Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm

Internet: www.naturvardsverket.se

ISBN 91-620-5748-0

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2007

Tryck: CM Gruppen AB

Omslagsbilder: *Nyctalus noctula*: Björn Söderlund, och

Utgrunden: Ingemar Ahlén

Fig. 1 bild: Jan Pettersson

Övriga bilder: Ingemar Ahlén

Förord

Behovet av kunskap om vindkraftverkens påverkan på den marina miljön, på växter och djur och på människor och landskap är stort. I tidigare studier av vindkraftanläggningars miljöpåverkan har det saknats en helhetsbild av effekterna och av människors upplevelser vilket har orsakat problem i miljökonsekvensbeskrivningar och vid tillståndsprövning.

Målet med kunskapsprogrammet Vindval är ett ökat vindbruk vilket ska åstadkommas genom att underlätta en ökad vindkraftutbyggnad genom bättre underlag för miljökonsekvensbeskrivningar och tillståndprocesser samt att minska osäkerheten vid bedömning av vindkraftens påverkan på miljön.

Vindval ska även ge underlag för säkrare bedömningar av hur vindkraft påverkar landskapet, störningar för kringboende och människors upplevelser av vindkraft. Tanken är också att bygga upp kunskap om miljöeffekter av vindkraft vid svenska universitet, högskolor, institut och företag samt i kommuner och andra myndigheter.

Vindval drivs av Naturvårdsverket på uppdrag av Energimyndigheten som också finansierar programmet. I programkommittén, som diskuterar prioriteringar och bereder underlag för beslut, ingår representanter från Energimyndigheten, Naturvårdsverket, Fiskeriverket, Boverket, Riksantikvarieämbetet, länsstyrelserna och vindkraftbranschen.

Den här rapporten har skrivits av Ingemar Ahlén på Sveriges Lantbruksuniversitet tillsammans med Lothar Bach, Hans J. Baagøe och Jan Pettersson. Skribenten svarar för innehåll, slutsatser och eventuella rekommendationer.

Rapporten finns även utgiven i en engelsk version, ISBN 91-620-5571-2.

Vindval i september 2007

Innehåll

FÖRORD	3
1 SAMMANFATTNING	6
2 SUMMARY	8
3 BAKGRUND	10
4 PROJEKTETS MÅL	11
5 PROJEKTLEDNING OCH MEDVERKANDE	12
6 METODER OCH UNDERSÖKNINGSOMRÅDEN	13
7 RESULTAT	16
7.1 Utsträck, flygvägar och insektsjakt	18
7.2 Insektsförekomst till havs	19
7.3 Varifrån kommer insekterna och andra ryggradslösa djur?	20
7.4 Inverkan av vädret	20
7.5 Flyghöjd	21
7.6 Påverkan av vindkraftverken	22
7.7 Aktivitetssäsongen till havs	22
8 FORTSATT FORSKNING OCH METODUTVECKLING	24
9 AKTUELL RISKBEDÖMNING	25
10 UNDERSÖKNINGAR INFÖR LOKALISERING AV HAVSBASERAD VINDKRAFT	26
11 KONTROLLPROGRAM UNDER UTBYGGNAD AV HAVSBASERADE VINDKRAFTSPARKER	27
12 MINSKNING AV RISKERNA VID BEFINTLIGA VINDKRAFTVERK	28
13 KOMMENTARER OM DE OBSERVERADE ARTERNA	29
14 SLUTSATSER	32
15 REFERENSER	35

1 Sammanfattning

En pilotundersökning 2002-2003 vid vindkraftverk på land i Sydsverige visade på lägen i landskapet där riskerna för kollisioner var förhöjda samt de viktigaste orsakerna till olyckorna. Under 2005 års förstudie och i projektet 2006 vid havsbaserade vindkraftverk kunde vi bekräfta tidigare utpekade utsträck över havet av fladdermöss i Kalmarsund och fann en omfattande aktivitet av passerande migranter men även av stationära arter som från olika håll flög ut till områden med mycket insekter. Observationer gjordes framför allt vid Utgrunden och Yttre Stengrund i Kalmarsund och i Öresund. Observatörerna på båtarna och på utsträckplatser på land använde ultraljudsdetektorer, starka strålkastare och vid vissa tillfällen värmekamera. Automatiskt registrerande boxar användes på land, hängdes på vindkraftverken och placerades på båtens kapp. Metoderna resulterade i totalt 12 354 observationer av fladdermöss, varav 3 830 över havet och 8 524 på land. Fladdermöss flög över havet i vindstyrkor upp till ca 10 m/s, men en stor del av aktiviteten skedde vid vindstyrkor mindre än 5 m/s. Fladdermöss av 10 arter observerades ute till havs och alla sågs söka föda vid tjänlig väderlek, d.v.s. främst vid svaga vindar och blankvatten. Fladdermössen undvek inte vindkraftverken. Tvärtom stannade de ofta till för insektsjakt nära verken på grund den ansamling av insekter som förekom där. Jakt helt intill rotorbladen observerades, vilket innebär att kollisionsrisken kan vara jämförbar med landbaserade verk. Fladdermöss kan bevisligen också använda vindkraftverk som viloplats, vilket har skett i det mest insektsrika området vi undersökte.

Insamling av insekter gjordes på de platser och vid de tillfällen då fladdermöss sågs jaga. Fjädermyggor dominerade, men många andra flygande arter av andra insektsgrupper var också företrädade. Insekter, och troligen även några kräftdjur, togs också i havsytan. Några arter av landlevande arter förekom bland de mängder av insekter och spindlar som drev omkring i luftmassorna. Vid vissa tillfällen antar vi att de har kommit från Balticum eller Ryssland. Det har inte tidigare varit känt att många fladdermusarter, stationära och migrerande, regelbundet utnyttjar denna födoresurs långt ute i havet under eftersommaren och tidiga hösten.

Med radarn på Utgrundens fyr kunde data om de största arterna, troligen mest stor fladdermus, insamlas. Det gällde flygvägar, riktningar, rörelsemönster vid födosök, speciellt i närheten av vindkraftverken. Med radarn kunde fastställas att nästan all aktivitet skedde under 40 m höjd, endast enstaka fladdermöss flög högre vid sträckflykt. Direktobservationerna från båt visade att fladdermössen varierade höjd efter tillgången på insekter. Sålunda förekom flyghöjder från havsytan upp till verkens övre delar.

Behov av fortsatt forskning och utvecklingsarbete diskuteras i rapporten. Vidare görs en uppdaterad riskbedömning. Ståndpunkten är nu att områden med koncentrerade flygvägar och insektsrika födosöksområden är de som måste granskas extra noga inför lokalisering av nya vindkraftverk. Risken för kollisioner vid ren passage genom stora vindkraftsparker kan inte bedömas, eftersom det ännu inte

hunnit uppföras några parker. Förslag ges om vilka undersökningar som bör föregå lokaliseringsbesluten. Några krav på vad kontrollprogram vid utbyggnad bör innefatta diskuteras också.

För att minska riskerna vid befintliga vindkraftverk krävs fortsatt forskning och metodutveckling. Några åtgärder som diskuterats hittills redovisas i rapporten. I svåra fall är sannolikt den effektivaste åtgärden att flytta vindkraftverket. Det kan troligen räcka med relativt korta avstånd på grund av att flygvägarna kan ha skarpa gränser och att de insektsrika födosöksbiotoperna också kan vara ganska väl avgränsade. En annan åtgärd kan vara att låta vindkraftverket stå stilla vid de tider då risken för kollisioner är stor. Eftersom ansamling av insekter kring vindkraftverken kan vara en viktig orsak till jakt nära rotorbladen kan man också tänka sig åtgärder för att minska mängden flygande insekter runt verken. Fungerande metoder som kan få fladdermöss att väja för vindkraftverk finns inte och idéer som förekommit kan ha negativa effekter i form av störningar eller skador på andra djurarter och för människor.

2 Summary

Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia

A pilot study 2002-2003 at turbines on land showed that certain locations in the landscape could explain some of the casualty risks and the main reasons for collisions were found. During the 2005 introductory studies and in the project 2006 on bats in offshore areas in Kalmarsund we could confirm earlier known flyways from coastal points and found an extensive activity of passing migrants but also of resident species coming from various directions to areas with an abundance of insects. Observations were made at Utgrunden and Yttre Stengrund in Kalmarsund in the Baltic Sea and in Öresund between Sweden and Denmark. The observers onboard the boats and at the coastal points where bats take off used ultrasound detectors, strong portable spotlights and at special times also thermal camera. Boxes for automatic recording of bats were used on land, were placed on the turbines, and on the boat's cap. These methods resulted in a total of 12 354 observations of bats, 3 830 over the sea and 8 524 on land. Bats fly over the sea in winds up to about 10 m/s, a major part of the activity took place at wind speeds less than 5 m/s. Bats of 10 species were observed on the open sea and all of them were foraging at suitable weather conditions, which means calm weather or light breeze. The bats did not avoid the turbines. On the contrary they stayed for shorter or longer periods hunting close to the windmills because of the accumulation of flying insects. Hunting close to the blades was observed, why the risk of colliding might be comparable to land-based turbines. Bats also used wind turbines for resting.

Insects were collected at places and times when bats were observed feeding. Chironomids were dominating, but we also found many other flying species of other insect groups. Insects, but probably also crustaceans, were caught by bats in the water surface. Some terrestrial species occurred among the insects and spiders that were drifting in the air. At times we suppose that their origin was in the Baltic Republics or Russia. It was earlier completely unknown that many bat species, migratory and non-migratory, regularly use this food resource on the open sea far from the coasts in the late summer and early autumn.

With radar on Utgrunden's lighthouse data on movements of the largest bat species, mainly *Nyctalus noctula*, could be studied. This gave data on flyways, directions, movement patterns when foraging, especially near the turbines. With the radar it was possible to measure altitude and the results showed that almost all activity took place below 40 m above sea level, while only a few cases of higher flight was recorded. Observations from boat showed that altitude was very variable according to the available insects. Bats were seen hunting from the water surface up to the upper part of the windmills.

Need of further research and developing methods is discussed in the report. An updated risk assessment is presented. A standpoint today is that areas with concentrated flyways and foraging habitats with an abundance of flying insects must be very carefully examined if new windmills are planned. The collision risk at

offshore wind power parks is impossible to study as long as there are no such parks. Investigations on bats needed for environmental impact assessments are suggested.

To minimize the casualty risks at existing turbines further research is needed. Some measures to take have been discussed. In certain cases it is probably most effective to move a turbine a relatively short distance because of the sometimes sharp edges of the flyways and also of the insect rich habitats. Another method is to stop the turbine during periods of high risk. Because the accumulation of insects is the reason for bats hunting close to the blades methods to reduce the amount of flying insects at the turbines would be of interest. Methods to keep the bats away from the turbines do not exist and some such ideas might also have negative effects on other animals and also on humans.

3 Bakgrund

Mångåriga studier av fladdermössens migration vid sydsvenska kuster har påvisat förekomsten av flygvägar på land och punkter vid kusterna där koncentrerat utsträck sker över havet (Ahlén 1996, 1997a, 1997b, 2002, Ahlén et al. 2002, Ahlén & Bach, in prep.). Vidare har studier av risker för fladdermöss vid landbaserade vindkraftverk i Sydsverige gjorts och huvudorsaken till kollisioner klarlagts (Ahlén 2003, see also Bach 2002, Bach & Rahmel 2004, in prep., Rodrigues et al. 2006). Under senare år har också rapporter från ett flertal länder visat att många fladdermöss kan bli dödade av vindkraftverk på vissa ställen (Dürr & Bach 2004, Arnett et al. 2005, Johnson 2005, Behr & v. Helversen 2006, Brinkmann et al. 2006, Dürr 2007).

Dessa rapporter gäller än så länge endast landbaserade verk. Bat Conservation International har vid två vindparker i West Virginia och Pennsylvania i U.S.A. påvisat en dödlighet av 0.9 resp. 0.6 individer per mölla och dygn vilket för 457 möllor beräknas bli 14 538 dödade fladdermöss per år (under en 6-veckorsperiod). Samtidigt underkänner man flera tidigare gjorda undersökningar för att ha underskattat antalet olyckor. Man hävdar att detta troligen är den största, nytillkomna, av människan förorsakade, mortaliteten bland däggdjur som hittills är känd. Det har i pressen hävdats att vindkraft inte längre kan kallas grön energi om man inte kan bemästra detta problem. Fladdermössen har långsam reproduktion och mycket lång livslängd och varje vuxen hona föder oftast bara en unge per år. Fladdermössen är därför mycket känsligare för nyskapad mortalitet än sådana djurarter, t.ex. många fågelarter, som har stora eller flera kullar varje år. De tidigare kända mortalitetsfaktorerna i Sverige, bilkollisioner, jordbruksgifter och renovering av byggnader anses vara försumbara på populationsnivå. Den tillbakagång som tidigare anses ha skett för några arter kan mest hänföras till långsiktiga förändringar i skogs- och jordbruk.

När detta projekt inleddes fanns det inga kunskaper om riskerna för fladdermöss som passerar eller flyger omkring vid havsbaserade vindkraftverk. När regeringen fattade beslut om utbyggnad av en stor vindkraftspark i Kalmarsund förutsattes att frågan skulle undersökas genom ett kontrollprogram som kan ge kunskaper om riskerna för fladdermöss. Detta projekt utgör början på en sådan kunskapsuppbyggnad.

Ekonomiskt stöd har erhållits från Energimyndigheten och projektet ingår i programmet Vindval som samordnas vid Naturvårdsverket. Projektet leds från Institutionen för naturvårdsbiologi (numera ekologi) på Sveriges lantbruksuniversitet och bedrivs som ett internationellt samarbete mellan forskare från Sverige, Tyskland och Danmark.

4 Projektets mål

Målen är att få fram kunskaper om hur olika arter av fladdermöss beter sig när de till havs passerar eller jagar vid vindkraftverk. Projektet skall bedöma riskerna för kollisioner till havs och vilka faktorer som kan påverka riskernas storlek, t.ex. geografiskt läge, flygvägar, insektstillgång och vädersituation. Forskningen skall också leda till förslag om hur eventuella risker kan minimeras. Förslag om vilka undersökningar som bör utföras inför beslut om lokalisering och hur kontrollprogram under utbyggnad kan utformas bör också bli resultatet av projektet.

5 Projektledning och medverkande

I projektet har följande personer medverkat:

Ingemar Ahlén, Professor, FD, zoolog. Inst. f. ekologi, SLU, Uppsala. Projektledare. E-post: ingemar.ahlen@ekol.slu.se

Lothar Bach, Dipl.-Biol, zoolog. Bremen. Biträdande projektledare.

Hans J. Baagøe, PhD, kurator, Pattedyrsektionen, Zoologisk Museum, Köpenhamns universitet. Medverkan i Öresundsområdet 2006.

Tommy Gustafsson, biolog, Länsstyrelsen i Kalmar län. Fältassistent.

Alexander Eriksson, biolog, Länsstyrelsen i Kalmar län. Fältassistent.

Petra Burkhardt, biolog, Bremen. Analyser av observationer från Kalmarsund 2006.

Julia Lopau, biolog, Bremen. Medverkan i Kalmarsund 2006.

Dave Karlsson, entomolog, Uppsala universitets ekologiska fältstation, Ölands Skogsby. Insamling av insekter.

Kajsa Glemhorn, entomolog, Uppsala universitets ekologiska fältstation, Ölands Skogsby. Analys av insektsmaterial.

Svante Martinsson, entomolog, Uppsala universitets ekologiska fältstation, Ölands Skogsby. Analys av insektsmaterial.

Jan Pettersson, ornitologisk forskare. Färjestaden. Samarbete med radarstudier.

Lars Pettersson, universitetslektor, elektronikexpert. Medverkan vid utvecklingen av projektets ultraljudsteknik.

6 Metoder och undersökningsområden

I 2005 års förstudie och i projektet 2006 gjordes observationer av fladdermöss till havs i Kalmarsund vid vindkraftverken Utgrund och Yttre Stengrund samt utanför utsträckspunkterna Eckelsudde och Ottenby (Fig. 6-7). Under 2006 gjordes även observationer i Öresund i området kring Lillgrund (Fig. 8). På land skedde observationer och registreringar av aktivitet och utsträck. Under 2005 bedrevs fältarbetet från 15 augusti - 10 oktober (18 nätter på havet, 15 på land). Under 2006 gjordes insatserna i Kalmarsund under två perioder, dels 12 - 19 juli, dels 15 augusti - 19 september, och i Öresund 30 juli - 15 september (14 nätter på havet, 30 nätter på land). Radarstudierna i Kalmarsund 2005 gjordes 18 augusti - 15 oktober (15 nätter) och 2006 12 juli - 4 november (22 nätter).

Observationerna till havs utfördes på båtar (m/s Skagerack i Kalmarsund, m/s Thjalfe i Öresund). Vi använde ultraljudsdetektorer (Pettersson D1000x, D980 och D240x) och registrerande instrument, "autoboxar" (Smart Store med Pettersson D 240x, iRiver IFP799, Casio F-91W m.m.) som hängdes på vindkraftverken och placerades på båtens kapp (Fig. 2-5). På land gjordes också direktobservationer samt registreringar med autoboxar. För observationer av fladdermössens beteenden invid verken och vid utsträckspunkterna användes synligt ljus från portabla strålkastare och vid vissa tillfällen en värmekamera (Raytheon). Om metoderna för artidentifikation se Ahlén och Baagøe (1999) och Ahlén (2004b).

Båtens stora strålkastare användes för att på långt håll få in fladdermöss i ljuskäglan och för att bedöma mängden insekter. Insekter insamlades för att få en uppfattning om vilka grupper eller arter som utgjorde byten. Båtarna kunde inte användas vid hård vind, höga vågor och vid tät dimma. Från landobservationerna vet vi att utsträcksaktiviteten då är mycket liten eller obefintlig.

En radarutrustning som anskaffats för att studera fågelsträck fanns 2005 på Utgrundens fyr och kompletterades 2006 med en antenn som möjliggör höjdmätning. Genom samtidiga observationer på båten och i fyren fastställde vi vilka arter som kunde upptäckas och följas på radarn. Med radarn har även studier av fladdermössens rörelsemönster och aktivitet kunnat ske.

Meteorologiska data erhöles från Utgrundens fyr och Ottenby Fågelstation. Därtill gjordes egna mätningar av vindstyrka, vindriktning och temperatur vid observationsplatserna.

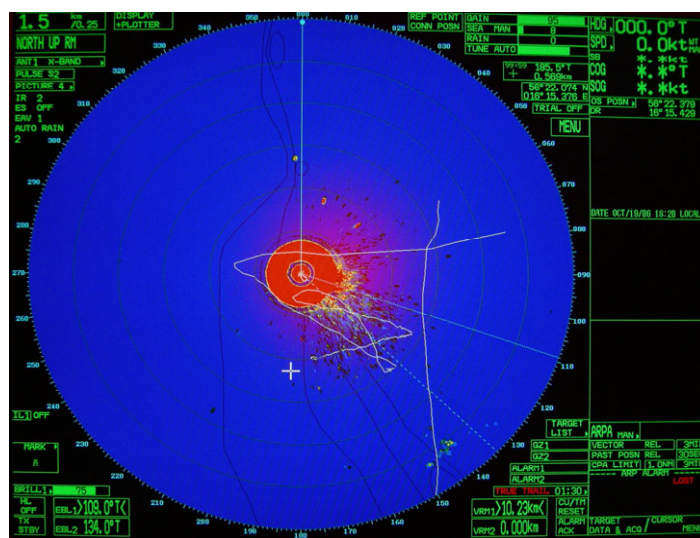


Fig. 1. Radarskärmen vid Utgrundens fyr (centrum) som här visar två passerande fladdermöss . Båda kom från nordost (uppe till höger) och försvann åt söder och sydväst. Från 19 oktober 2006 kl. 18:20. Radien i den blå ytan är 1.5 km och avståndet mellan de koncentriska cirkelarna är 250 m.

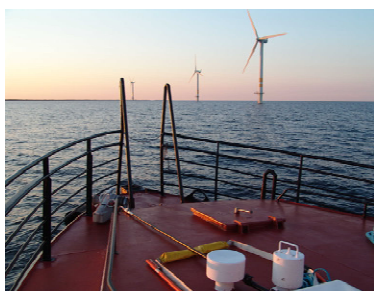


Fig. 2. Mot Yttre Stengrund.



Fig. 3. AutoBoxarna görs klara.

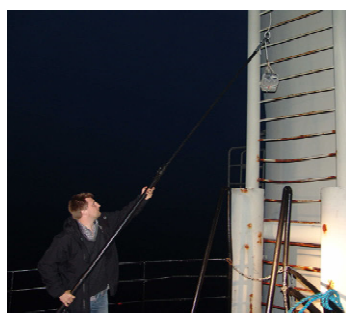


Fig. 4. Upphängning

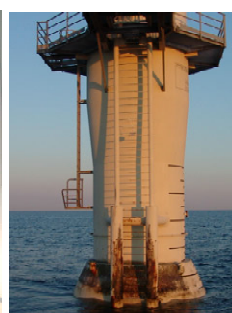


Fig. 5. Avlyssning

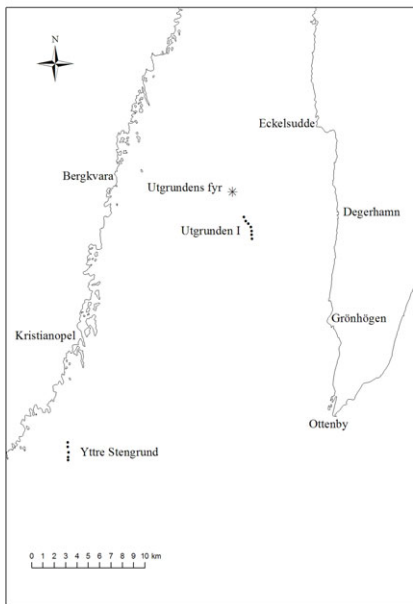


Fig. 6*. Undersökningsområdet vid Kalmarsund

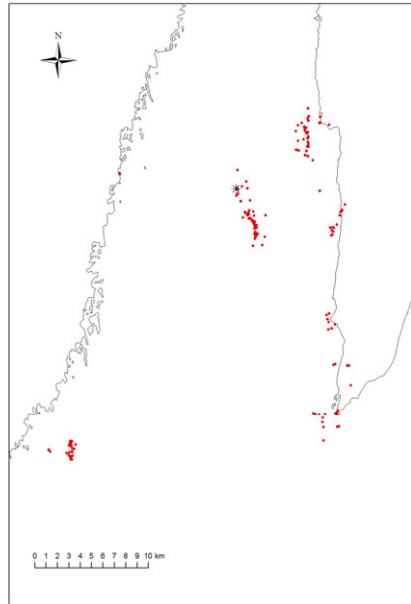


Fig. 7*. Observationsplatser 2005 och 2006

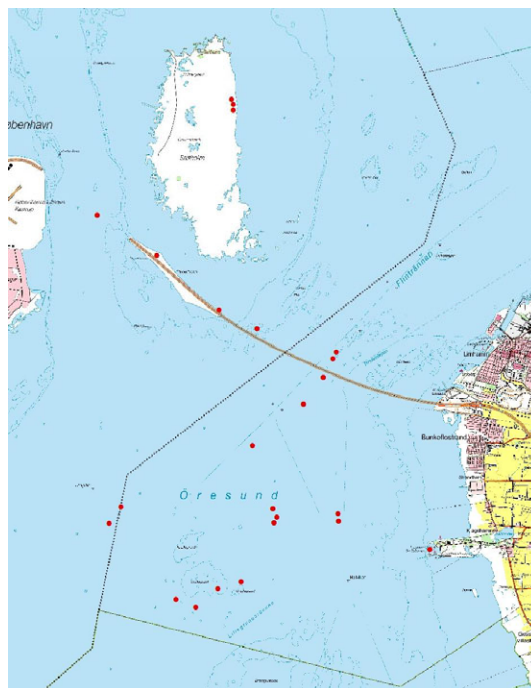


Fig. 8* . Observationsplatser i Öresund 2006

* © Lantmäteriverket 2006 Medgivande MS2006/03034.

7 Resultat

Under fältarbetena 2005 och 2006 gjordes ett mycket stort antal observationer, vilket har givit en god bild av arternas förekomst, rörelsemönster och beteenden. Sammanlagt gjordes 12 354 observationer varav 3 830 över havet och 8 524 på land. Det förekom 10 olika arter till havs och 13 vid utsträckspunkterna på land (Tabell 1). I Sverige är 18 arter anträffade (Ahlén 2004a, 2006a) och 17 i Danmark (Baagøe 2001, Baagøe & Jensen 2007). Det stora antalet observationer möjliggjordes av en omfattande användning av automatiskt registrerande instrument (AutoBoxar). Ljudkvaliteten i dessa registreringar var helt jämförbara med manuell användning av detektorer och digitala inspelare, varför det bara var ett begränsat antal fladdermöss som inte kunde identifieras. Samtidiga observationer med radar och från båt visade att alla ekon som kunde bekräftas säkert kom från *Nyctalus noctula*. Den näst största arten som regelbundet förekom inom räckhåll för radarn var *Vespertilio murinus*. Vid ett antal tillfällen kunde vi konstatera att denna art inte upptäcktes med hjälp av radarn. Därför anser vi att antalet fladdermöss som sågs med radarn i så gott som varje fall var *N. noctula* även om ett fåtal av dem möjligen kan ha varit någon annan stor art. Det är helt klart att vår radar inte kunde upptäcka någon av de mindre arterna. Om fladdermöss kan ha förväxlat med fåglar skulle detta ha lett till en underskattning av antalet fladdermöss och då särskilt när fladdermöss flyger på hög höjd samtidigt som många fåglar flyttar.

Den art vi observerade i störst antal (radarobservationerna ej inräknade) var *Pipistrellus pygmaeus* följd av *Nyctalus noctula* och *P. nathusii*.

P. pygmaeus var inte känd som en flyttande art innan vi startade observationerna år 2000, men visar sig nu vara en av de vanligaste migranterna. De flesta fladdermössen observerades över land, men antalet som registrerades över havet var förvånansvärt stort. Vi måste då tänka på att observationerna på land gjordes på ställen där flyttande fladdermöss koncentrerades till stora antal. Över havet gjorde vi i huvudsak observationer i områdena kring vindkraftverk. Sannolikheten att slumpvis finna fladdermöss ute över havet är jämförelsevis låg, men ändå blev resultatet en stor mängd observationer.

Vi finner det också anmärkningsvärt att arter som *Eptesicus serotinus*, *Nyctalus leisleri* och *Pipistrellus pipistrellus* observerades regelbundet trots att de är sällsynta i Sverige och Danmark. Att finna stora antal av *Myotis daubentonii* och *Myotis dasycneme* upp till 10 km från kusten var också överraskande.

Tabell 1. Antal observationer av olika arter under 2005 och 2006 i Kalmarsund och 2006 i Öresund.

Art	Mm/b	Mdas	Mdau	Mnat	Msp	Pnat	Ppip	Ppyg	Nlei	Nnoc	Enil	Eser	Vmur	Paur	Chir	S:a
Observationer 2005																
Över havet, Kalmarsund		5	30			3	1	48	1	47	9	1	6		3	154
Radarobservationer										425						425
På land, Kalmarsund	25	2	47	1	20	128	11	1180	0	97	50	2	14		1	1578
S:a 2005	25	7	77	1	20	131	12	1228	1	569	59	3	20		4	2157
Observationer 2006																
Över havet, Kalmarsund		44	58		4	81	4	111	8	214	7	28	25		3	587
Över havet och öar, Öresund						19		20	3	16	12	2	9		1	82
Antal sedda med radar 2006										2564						2564
På land, Kalmarsund	1	18	42	3		626	6	4707	7	1244	151	81	45	4	11	6946
S:a 2006	1	62	102	3	4	727	10	4840	16	4048	170	112	83	4	15	10197
Totalantal 2005 och 2006	26	69	179	4	24	858	22	6068	17	4617	229	115	103	4	19	12 354

Svenskt namn	Vetenskaplig namn	Förkortn.			
Brandts/mustaschfladdermus	<i>Myotis brandtii/mystacinus</i>	Mm/b	Gråskimlig fladdermus	<i>Vespertilio murinus</i>	Vmur
Dammfladdermus	<i>Myotis dasycneme</i>	Mdas	Långörad fladdermus	<i>Plecotus auritus</i>	Paur
Vattenfladdermus	<i>Myotis daubentonii</i>	Mdau	Obestämda fladdermöss	Chiroptera	Chir
Fransfladdermus	<i>Myotis nattereri</i>	Mnat			
Myotis-art	<i>Myotis sp</i>	Msp			
Trollfladdermus	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pnat			
Pipistrell	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Ppip			
Dvärgfladdermus	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Ppyg			
Leislers fladdermus	<i>Nyctalus leisleri</i>	Nlei			
Stor fladdermus	<i>Nyctalus noctula</i>	Nnoc			
Nordisk fladdermus	<i>Eptesicus nilssonii</i>	Enil			
Sydfladdermus	<i>Eptesicus serotinus</i>	Eser			

7.1 Utsträck, flygvägar och insektsjakt

Undersökningarna 2005 och 2006 kunde bekräfta att utsträck mot Kalmarsund framför allt sker från Eckelsudde och Ottenby. Detta skedde genom observationer av utsträck på land och genom stråk av flyttande fladdermöss kunde observeras till havs från båt och genom autoboxar på vindkraftverken, samt genom radarstudierna. Även i Öresund kunde vi fastställa att flyttande arter flyger obehindrat tvärs över havet mellan Sverige och Danmark. Redan 2005 upptäckte vi i Kalmarsund att även stationära, icke flyttande arter, förekom ute till havs, något som 2006 kunde bekräftas såväl i Kalmarsund som i Öresund.

Av de 10 arter som vi observerade ute till havs kunde vi konstatera att alla jagade insekter då tillfällen bjöds. Det handlade ofta om migranter som stannade till i insektsrika områden för att jaga en stund och sedan fortsatte. Det visade sig också att åtskilliga fladdermöss regelbundet flyger ut över havet för att jaga insekter och sedan återvänder till land igen. Den huvudsakliga aktiviteten ägde rum under tidiga hösten då fladdermöss observerades överallt och vid alla tider, beroende på vädret (se nedan). Under juli fann vi bara fladdermöss jagande nära Yttre Stengrund och över Öresund men inte vid Utgrunden.

Fladdermössens aktivitet till havs fortgår hela natten, men våra observationer tyder på en topp för migranterna de första timmarna efter mörkrets inbrott när de lämnar kusterna. Jagande fladdermöss som återvänder till land anpassar sig troligen till insektsförekomsten och har aktivitetstoppar mycket senare, särskilt när vinden avtar till stiltje. Data från radarn, som huvudsakligen visar ekon från *Nyctalus noctula*, har toppar efter midnatt (Fig. 9).

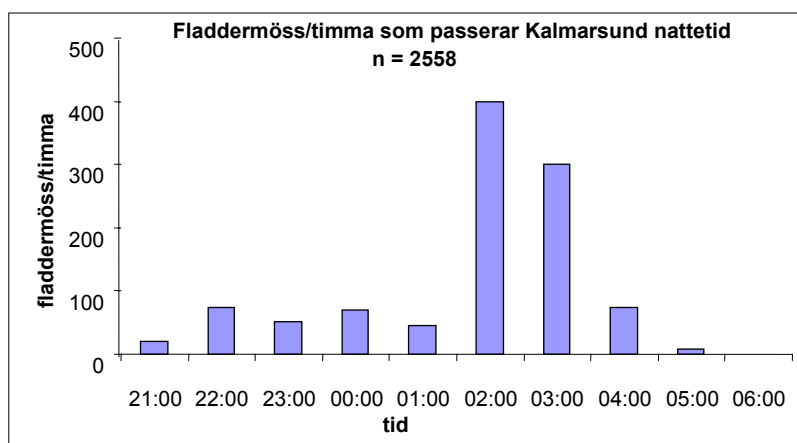


Fig. 9. Antal fladdermöss per timma som observerades med radar i Kalmarsund

7.2 Insektsförekomst till havs

Inom våra undersökningsområden förekom det insekter överallt men mängderna varierade med vädret. Vid svaga vindar och vindstilla registrerade vi de största mängderna och det var då fladdermöss jagade som intensivast.

Det var även tydliga skillnader mellan olika områden, skillnader som kvarstod under båda årens arbete. Vid tillfällen då det förekom jagande fladdermöss och särskilt rik förekomst av insekter gjordes insamling vid ytan och i luften några meter upp. De insamlade proverna innehöll följande insektsfamiljer:

Nematocera: Chironomidae, Cecidomyiidae, Culicidae, Tipulidae

Trichoptera: Leptoceridae

Hymenoptera: Ichneumonidae

Lepidoptera: Noctuidae

De två förstnämnda familjerna var företrädna med stora mängder. I ytan fanns också kräftdjur, Crustacea (*Idotea* sp, Amphipoda) som troligen togs av fladdermöss, *Myotis daubentonii* och *M. dasycneme*.

Stor mängder av spindlar förekom också på båten. En del av dessa kom drivande i luften med trådar, men andra kan tänkas ha bosatt sig på båten tack vare rikedomerna av flygande insekter. Spindlarna kröp fram under natten och spann nät, framför allt i relingens hålrum, där massor av insekter, främst fjädermyggor fastnade (Fig. 10).



Fig. 10. Spindel med nät och fångade fjädermyggor ombord på m/s Skagerack vid Yttre Stengrund, Blekinge.

7.3 Varifrån kommer insekterna och andra ryggradslösa djur?

Det blev helt uppenbart att de stora mängderna av födoorganismer, flygande, drivande i luften och vid havsytan, är en viktig näringskälla för fladdermöss. Detta har tidigare varit helt okänt. Vi kunde konstatera att migranter som passerade ofta stannade till för att söka föda, men också att åtskilliga fladdermöss besökte sådana områden för att jaga under kortare eller längre tid. Vi har även bevis för att fladdermöss kan använda vindkraftverk som fast tillhåll med närhet till rik födotillgång (mer om det nedan).

Frågan om varifrån den rika födokällan kommer är dock inte helt lätt att reda ut. Vi kunde konstatera att de stora mängderna t.ex. av fjädermyggor produceras i havet, men att det också förekom en hel del landinsekter. Vid viss vädersituation förekom det mängder av småinsekter som inte flög aktivt i någon riktning utan snarare drev med luftmassorna. Då fanns det även många små spindlar i luften. Att åtminstone en del av dessa moln av smådjur kom långt bortifrån antydde av inslaget av landlevande arter som vid några tillfällen söder om Öland kom rakt österifrån. Det pekar på ett ursprung i Balticum eller Ryssland. Vid ostlig vind fångas sådana upp av Öland vilket skulle kunna förklara varför det då oftast är gott om insekter vid Yttre Stengrund men betydligt mindre inne i egentliga Kalmarsund.

När det gäller fjädermyggorna, som kanske utgör den för fladdermössen största tillgängliga biomassan, måste det anses vara helt klart att de flesta kommer från Östersjön. Det märkliga är dock att de områden där vi regelbundet funnit stora mängder fjädermyggor är över bottnar med block och grus och inte över mjukbottnar. Konsulterade marinbiologer verkar inte heller direkt kunna förklara fenomenet. För att bättre förstå vad som händer måste man förutom vind och luftströmmar kanske också se på strömmar i vattnet, vågor och dyningar samt botten-topografin. Vindkraftverken kan också på flera olika sätt tänkas påverka insekternas rörelser (se nedan).

7.4 Inverkan av vädret

Fladdermössens utsträck över havet påverkas av vädret. Vid starka vindar hejdas migranternas utsträck. Vid långvarigt dåligt väder kan det därför ske en ansamling av fladdermöss som avvaktar bättre väder. Vid enstaka tillfällen kan man, t.ex. vid Ottenby, se stora svärmar, ibland hundratals fladdermöss. När bättre väder kommer kan de plötsligt försvinna och är då på väg över havet mot Polen, Tyskland eller sydöstra hörnet av Blekinge. Vilket väder och vilka vindstyrkor och vindriktningar som fladdermössen undviker är något olika för olika arter. Vi har data om utsträck från land från något tiotal år tillbaka och data om aktivitet, passager och jakt till havs från 2005 och 2006. Utsträck sker framför allt vid svaga vindar oavsett riktning. Stor fladdermus *Nyctalus noctula* är den art som ger sig ut i de starkaste vindarna. Från radarstudierna finns enstaka tillfällen då arten förekommit mitt ute på Kalmarsund vid vindstyrkor omkring 10 m/s, medan ungefär två tredjedelar av

alla flög i vindar svagare än 2.5 m/s. Vi observerade också att dvärgfladdermöss vid Ottenby kunde sträcka ut vid vindar upp till 9 m/s. För de flesta arterna var det dock klart så att de föredrog vindar svagare än 5 m/s.

Från båtobservationerna har vi kunnat konstatera att fladdermössens insektsjakt framför allt sker vid mycket svaga vindar. Då finns det mest flygande insekter och de är då också lätta att jaga, eftersom bl.a. våghöjden påverkar åtkomligheten. De tillfällen då vi observerat mest insekter och jagande fladdermöss har uppmätta vindstyrkan legat på 0 - 1 m/s och havet varit i stort sett blankt som en spegel.

Från studier före projektåren vet vi att nederbörd och åska också kan inverka på aktiviteten. Vi har sålunda konstaterat att kraftiga åskväder som ligger tiotals kilometer ut över havet kan stoppa all utsträcksaktivitet hos migranter även om vädret är bra på land. Tät dimma hindrar också sträckaktiviteten.

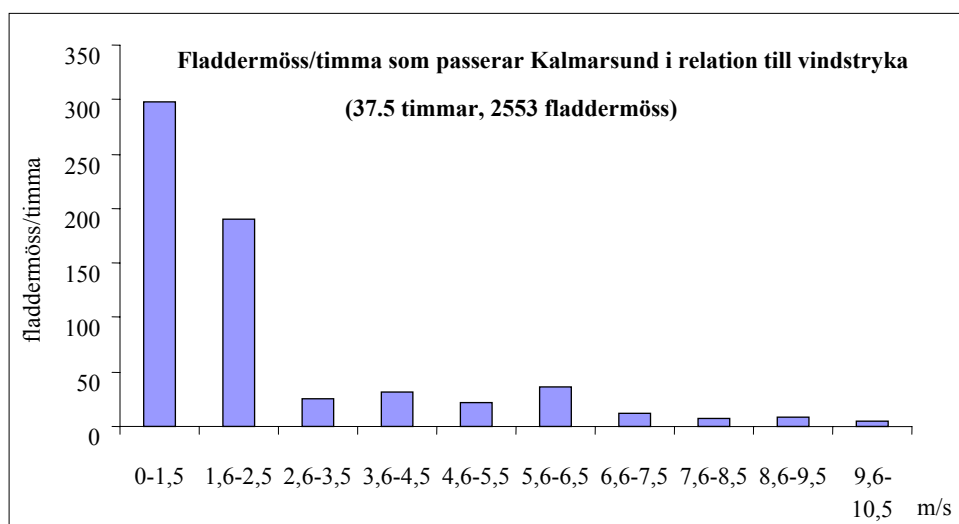


Fig. 11. Fladdermöss/timme i relation till vindstyrka i Kalmarsund (Utgrunden) enligt radarobservationer 2006.

7.5 Flyghöjd

Från en mängd observationer till havs av passerande fladdermöss vet vi att de vanligaste flyghöjderna för de små arterna ligger från nära 0 till ca 10 m över havet. De större arterna flyger ofta något högre. Radarstudierna visade att de stora arterna, mest stor fladdermus, i huvudsak flyger under 40 m över havet och endast enstaka exemplar har setts på högre höjder.

För jagande fladdermöss gäller att de snabbt kan anpassa höjden till var det finns flygande insekter. Vid direktobservationer har vi upprepade gånger sett jagande stor fladdermus som dyker ner kring båten eller invid vindkraftverk för att ta byten strax ovan vattenytan. Vi har även sett hur de snabbt kan växla höjd och flyga kring vindkraftverkens övre delar. För några år sedan observerades med en värmekamera att *Nyctalus noctula* vid upprepade tillfällen jagade på nivåer upp till 1200 m över marken (Ahlén, Bach & de Jong, opublicerade data).

De mindre arterna (t.ex. *Pipistrellus nathusii* och *P. pygmaeus*) kan också variera flyghöjden mycket beroende på insektstillgången, även om ren sträckflykt ofta ligger på 1 - 3 m över havet. För *Myotis daubentonii* och *M. dasycneme* gäller att de ofta jagar i eller strax över vattenytan. De har fria fötter som gör att de kan ta byten nere i vattnet. Men även dessa arter kan ibland jaga tiotals meter upp i luften.

7.6 Påverkan av vindkraftverken

Undersökningarna i Kalmarsund visade omedelbart att vindkraftsverken inte undviks av passerande fladdermöss. Tvärtom upptäckte vi snart att en del fladdermöss verkade dras till dem för att vid lämpligt väder hållas där en stund för insektsjakt för att sedan fortsätta i samma riktning. Radarstudierna bekräftade att *Nyctalus noctula* ofta sökte av stora områden och då gärna patrullerade av och an i vindkraftverkens närhet. Genom direktobservationer kunde vi också konstatera att denna art jagade nära vindkraftverken. Där kunde de flyga av och an under lång tid och även flyga helt nära rotorbladen. Åtskillig jakt skedde också lågt över vattenytan.

Såväl vid vindkraftverken som kring den stillaliggande båten ansamlades mängder av insekter, vilket ledde till att fladdermöss av flera arter jagade där. Det är tveklöst så att vindkraftverken kan attrahera insekter och därigenom jagande fladdermöss.

Att fladdermöss kunnat utnyttja vindmöllorna som viloplats eller till och med tidvis som fast tillhåll är också något som vi kunnat konstatera. För några år sedan hittade en servicetekniker fladdermöss inne i generatorhuset på ett av verken vid Yttre Stengrund. Detta inträffade 2003 på sommaren och uppgiften kontrollerades genom en intervju i augusti 2006. Av beskrivningen att döma måste det ha handlat om *Pipistrellus pygmaeus* eller möjligen *P. nathusii*. Båda arterna förekommer regelbundet i området. När vi under 2005 och 2006 besökte vindkraftverken kunde vi flera gånger höra och spela in revirläte från hanar av *P. pygmaeus*, observera flera *P. nathusii* och upprepade gånger observera den mycket sällsynta *Nyctalus leisleri*, något som tyder på att de åtminstone tidvis kan ha fast tillhåll där. Vi har även sett hur *Nyctalus noctula* flög nära vindkraftverk för att leta efter viloplats.

7.7 Aktivitetssäsongen till havs

Från början utgick vi från att det bara handlade om migrerande arter som kunde komma i kontakt med de havsbaserade vindkraftverken. Därför gjorde vi fältstudierna 2005 i slutet av augusti till början av oktober. Då vi upptäckte att även stationära, icke migrerande, arter kom ut för insektsjakt, gjorde vi under 2006 även observationer under sommaren, såväl i Kalmarsund som i Öresund.

Vad vi nu vet finns det alltså aktivitet ute tills havs redan under sommaren även om den ökar under sensommaren. För de stationära arterna kan det vara så att avståndet ut till bra insektsområden på havet kan vara för stort för att honorna vid yngelkolonier skall lämna hemområdet innan ungarna flyger och blir mer självständiga. Därför ökar aktiviteten under augusti eftersom stationära arter kan lämna

kolonierna och då har lättare att flyga ut över havet, samtidigt som migranterna börjar komma.

Aktiviteten pågår under hela september och avtar sedan under oktober. Vädret påverkar säsongens längd och de olika arterna har skilda aktivitetstoppar. Det är därför viktigt att få in mer data om detta om man skall ringa in de viktigaste aktivitetstopparna för de arter som kan vara mest utsatta. Detta kan man med fördel åstadkomma med hjälp av automatisk registrering.

8 Fortsatt forskning och metodutveckling

För att undvika att fladdermusfaunan utsätts för en ny allvarlig mortalitetsfaktor är det viktigt att vi får tillräckliga kunskaper för att styra nylokalisering av vindkraftverk till sådana platser eller områden där riskerna för olyckor är små. Om man skall minimera riskerna för att fladdermöss dödas av redan befintliga vindkraftverk kan detta leda till extra kostnader och minskad elproduktion. Det är i båda fallen viktigt att kunna avgränsa de riskabla lägena i geografien, t.ex. vid koncentrerade flygstråk och rika födosöksområden, och också i tiden d.v.s. tidpunkter på dygnet och när aktiviteten är störst under året. Detta kan till stor del ske genom att placera ut automatiskt registrerande boxar på befintliga verk. Dessa fungerar nu utmärkt väl, men för att använda dem på många platser samtidigt är det nödvändigt att utveckla dem så att de kan hänga ute en vecka i taget i stället för bara en natt. Det torde inte vara möjligt att sända inspelningarna per radio på grund av de stora datamängderna som behövs för att säkert klara artbestämningarna. Teknisk utveckling av boxarna och bra anordningar för att underlätta upphängning och nedplockning från båt är aktuella. Vidare behöver rutinerna för ljudanalyser vidareutvecklas, t.ex. så att ljudfiler som endast består av buller och störningar kan avskiljas automatiskt. Alla dessa moment kräver också provanvändning och test av prototyper samt utveckling av effektivare metoder för analysarbetet.

Vid de befintliga vindkraftverken, men framför allt vid de vindkraftsparker som snart skall etableras, kan automatisk registrering ge data om hur koncentrerade stråk och flygvägar är, om sambanden mellan aktivitet till havs och väder (vindstyrka, riktning, etc.) och våghöjder, dyning, etc.

Metoder för observationer från båt fungerar nu i stort sett mycket bra, men för beteendestudierna krävs bättre redskap i form av värmekameror. Det har just kommit en ny generation av små, portabla värmekameror som verkar vara mycket bättre än de äldre. Dessa kameror kan användas för att bättre se beteenden när fladdermössen jagar helt intill vindkraftverken.

Fasta värmekameror med videoinspelning skulle kunna ge en registrering av när och hur kollisioner sker, något som bör vara aktuellt i de fortsatta undersökningarna.

När det gäller planerade havsbaserade vindkraftsparker måste en första bedömning göras utifrån generella kunskaper om var man kan förvänta problem. Sådana kunskaper som vi ännu saknar är hur långt fladdermöss flyger ut till insektsrika områden i Östersjön och huruvida samma beteende finns på Västkusten (norr om Öresund), t.ex. utanför Halland eller Bohuslän. Vidare behövs kunskaper om kusterna norr om Kalmarsund, runt Gotland men även för de stora sjöarna Vänern och Vättern. Man kan med båt göra profiler ut från kusterna med ett antal lyssnarpunkter och använda känsliga detektorer och starka strålkastare. Automatisk registrering kan också göras vid fyrar, sjömärken, broar etc.

9 Aktuell riskbedömning

De kunskaper vi hittills vunnit i projektet gör att man kan dra några slutsatser angående risken att fladdermöss skall dödas av havsbaserade vindkraftverk. Man måste räkna med att fladdermöss kan komma i närheten av vindkraftverk och att det då gäller såväl migrerande arter som stationära. Fladdermössen undviker inte vindkraftverken utan passerar förbi eller stannar till för att jaga insekter. I områden med rik insektstillgång kan därför fladdermöss attraheras till verkens närhet (Ahlén 2002, 2003, 2006b; Bach & Rahmel 2004).

Vid landbaserade verk har vi konstaterat att ett flertal arter kolliderar och dödas av verken på vissa ställen (Ahlén 2002, Arnett et al. 2005, Behr & v. Helversen 2005, Brinkmann et al. 2006, Dürr & Bach 2004, Rodrigues et al. 2006). Till havs har vi hittills inte haft möjligheter att mäta mortaliteten, eftersom det skulle kräva större resurser än vad som varit tillgängliga för detta projekt. Någon sådan forskning har inte heller gjorts i något annat land. Det näst bästa har då varit att i stället bedöma riskerna genom att klarlägga beteenden när fladdermöss passerar eller jagar insekter vid vindkraftverken. Erfarenheter från studier på land talar för att man då kan få en ganska riktig uppfattning om var och när kollisioner sker som mest.

Vindkraftverken i Kalmarsund har inga starka lampor som kan antas attrahera fåglar eller fladdermöss i någon större omfattning. Om man inför krav på starkare belysning på verken kan kollisionsrisken påverkas genom att mängden insekter sannolikt blir större.

Om kollisioner äger rum är detta särskilt allvarligt om det påverkar på populationsnivå, d.v.s. om denna mortalitet kan antas minska individtätheten eller rent av slå ut lokala populationer. Detta sker troligen bara om fladdermöss koncentreras till flygvägar, t. ex. utanför utsträckspunkter, eller om de samlas i områden för näringsök. Risken för kollisioner måste rimligen vara mycket mindre vid rena passager än när insektsförekomst lockar till jaktbeteenden invid verken. Om fladdermössen använder verken som viloplats eller periodvis har tillhåll inuti dem måste riskerna också vara större.

Ännu finns inga stora vindkraftsparker till havs, varför man inte nu kan undersöka hur sträckflygande migranter beter sig vid upprepade passager av många verk och hur stora riskerna då kan vara. Det är viktigt att studera detta genom direktobservationer och med autoboxar så snart som någon park har etablerats i Sverige eller möjligen vid någon redan befintliga park i Danmark.

10 Undersökningar inför lokalisering av havsbaserad vindkraft

För att bedöma om en lokalisering av havsbaserade vindkraftverk kan utgöra problem för fladdermöss går det med specialistkunskaper att inleda med en allmän bedömning av riskläget. Utifrån tidigare kunskaper om faunan, flygvägar, födosöksområden, ledlinjer i landskapet och insektsrika biotoper, går det ofta att bedöma vilka undersökningar som bör genomföras för att man skall kunna bedöma om riskerna får anses oacceptabla eller ej. Kunskaperna växer nu snabbt om var i landskapet man kan förvänta sig problem. I Sverige planeras nu en snabb utbyggnad av många vindkraftverk, medan antalet specialister som kan genomföra undersökningar ännu är litet. Man måste räkna med att det behövs minst en fältsäsong för att göra tillräckliga studier i fält för att bedöma en lokalisering. Ju större generella kunskaper vi har, desto lättare är det att inledningsvis avgöra behovet av fältstudier. För vindkraftsparker måste man alltid räkna med rätt omfattande fältundersökningar, medan enstaka verk kan bedömas med en mindre insats.

Fältundersökningarna skall klarlägga om det planerade området eller platsen ligger inom någon koncentrerad flygväg för migranter eller är ett regelbundet besökt födosöksområde för stationära arter och migranter. Om det finns fasta anordningar i det aktuella havsområdet kan man med fördel placera ut automatiskt registrerande boxar. I de flesta fall är det också nödvändigt att göra observationer från båt som ligger stilla på olika punkter kring det aktuella området. Data om art, tidpunkt, position, flygriktning och aktivitet (passage, jakt, etc.) insamlas. Alla ljudinspelningar sparas för möjligheter till kontroll av artbestämning. Dessa undersökningar bör ske i augusti och september, i vissa delar av Sverige även i mitten och slutet av juli. I några områden kan det även behövas data från vårsträcket i slutet av april och början av maj.

Bedömningen bör syfta till att avgöra om riskerna får anses acceptabla eller ej. Riskerna kan anses oacceptabla om de utsatta arterna kan bedömas bli påverkade på populationsnivå, d.v.s. genom minskning eller lokalt utdöende. Insamlade data bör ha tillräcklig precision för att man skall kunna avgöra om ändring av det exakta läget kan minska riskerna för kollisioner.

Inom det europeiska fladdermusavtalet EUROBATS (under Bonnkonventionen) har man utarbetat regler för vilka undersökningar som skall göras före beslut om lokalisering av vindkraftverk (Rodrigues et al. 2006). Dessa regler är ännu inte slutligt utformade.

11 Kontrollprogram under utbyggnad av havsbaserade vindkraftsparker

Hur fladdermössen påverkas av vindkraftsparker under uppförande och de första åren när de är färdiga och i drift bör undersökas. Man kan då med fördel använda automatisk registrering kompletterad med direktobservationer av beteenden i sådana delar där man funnit hög aktivitet. Aktivitetsregistreringen ger data om vilka arter som förekommer, tidpunkter, om det är passager eller jakt m.m. Data kan sedan korreleras med väder (vind, vindriktning, temperatur, åska). Om mycket koncentrerad aktivitet registreras kan man endera göra en anordning där nät fångar upp nedfallande skadade eller dödade fladdermöss, eller placera ut fasta värmekameror som registrerar kollisioner på video. Undersökningarna bör omfatta hela parkerna samt de närmaste omgivningarna.

12 Minskning av riskerna vid befintliga vindkraftverk

Om man upptäcker att redan befintliga vindkraftverk vållar stora problem för fladdermöss måste man undersöka vad man kan göra åt saken. En dom i EG-domstolen mot Tyskland tolkas som att det enligt EUs lagar är förbjudet att tillåta vindkraftverk vara i drift när man befarar att fladdermöss kan kollidera. För att hantera dessa frågor på ett bra sätt krävs fortsatt forskning och utvecklingsarbete. Några möjligheter som hittills diskuterats är följande:

- 1) Flytta vindkraftverket. I allvarliga fall är flyttning av vindkraftverk den säkraste åtgärden. Erfarenheterna visar att det i många fall kan räcka med ganska korta avstånd för att väsentligt minska risken. En stor del av kollisionerna inträffar vid vissa verk, medan andra som bara står något hundratal meter därifrån inte vållar några problem. Detta beror på att ledlinjer i landskapet och flygstråk kan vara ganska skarpt avgränsade. Likaså kan mycket insektsrika biotoper vara ganska väl avgränsade. Denna metod bör inte vara nödvändig om lägena väljs med större omsorg i framtiden.
- 2) Låt vindkraftverket stå stilla när riskerna är stora. Ofta kan man begränsa den tid då ett vindkraftverk skulle behöva stå stilla med hänsyn till årstid, tid på dygnet och framför allt vädersituationer då risken för insektsjakt intill rotorbladen är stor. Det är som regel mest vid relativt svaga vindar under några veckor i augusti och september som denna åtgärd skulle vara effektiv. Det är även intressant vilken del av natten som har mest aktivitet. Det kanske kan vara möjligt att t.ex. begränsa stillastående till en del av natten, men mer data om detta måste insamlas.
- 3) Eftersom det är ansamlingen av insekter kring vindkraftverken som leder till de största riskerna för jagande fladdermöss, borde man teoretiskt sett söka efter metoder att minska mängden flygande insekter. I projektet har vi just fastställt att insekternas beteenden till havs, liksom på land, har en betydande roll för risknivån. Ännu finns inga självklart användbara metoder men frågan måste undersökas.
- 4) Metoder att få fladdermöss att undvika vindmöllornas närhet har diskuterats men ännu har inga fungerande metoder kommit fram. Under 2005 upptäckte vi att fladdermöss undvek ett område omkring Utgrundens fyr, något som berodde på Sjöfartsverkets radar för båtars navigering. Om något sådant överhuvud taget skulle kunna fungera blir det troligen mycket dyrbart och kan kanske vålla störningar eller skada för människor och för andra djur. Nicholls & Racey (2007) diskuterar huruvida elektromagnetiska fält från radar kan användas för att hindra fladdermöss att kollidera med vindkraftverk.

13 Kommentarer om de observerade arterna

Tabell 1 visar antalet observationer av varje art till havs och över land. De följande kommentarerna ger en del detaljer om hur och när arterna observerades. Alla inspelningarna har sparats för att möjliggöra kontroll av artbestämningarna.

Dammfladdermus *Myotis dasycneme*

Sågs och spelades in sträckande och jagande över vattenytan i Kalmarsund utanför Eckelsudde, Degerhamn, Grönhögen, Ottenby och Yttre Stengrund när det var stilla väder med blankvatten. Vid flera tillfällen jagade de i närheten av båten. Arten är mycket sällsynt i Sverige.

Vattenfladdermus *Myotis daubentonii*

Sågs och hördes relativt ofta jagande över havsytan vid stilla väder.

Fransfladdermus *Myotis nattereri*

Observerades på land. En art som troligen inte migrerar eller jagar över havet men som på hösten kommer ut till kustbiotoper för att jaga insekter.

Brandts/mustaschfladdermus *Myotis brandtii/mystacinus*

Endast observationer på land. Två arter som under normala inventeringsförhållanden inte kan åtskiljas och därför måst slås samman. På Öland har hittills endast *M. mystacinus* anträffats. Kommer på hösten ut till kustbiotoper men flyger troligen ytterst sällan ut över öppet hav.

Trollfladdermus *Pipistrellus nathusii*

Observerades 2005 på många ställen över Kalmarsund och på Ottenby och Eckelsudde men endast i små antal. Detta är den art som under tidigare år dominerat numerärt under några veckor tidigt på hösten. Som nämnts ovan uteblev den stora toppen 2005, möjligen genom att de som migrerade över Östersjön missade Öland. Under 2006 uppträdde arten i normal omfattning igen och observerades relativt talrikt vid Yttre Stengrund. Flera observationer gjordes även över Öresund och på Saltholm.

Pipistrell *Pipistrellus pipistrellus*

En ytterst sällsynt art i Sydsverige hittills påvisad i Blekinge, Småland, Västergötland och på Öland och Gotland. Den uppträder regelbundet som migrant på södra Öland. Observerades under 2005 vid Ottenby och vid vindkraftverken Utgrunden I (inspelning i autobox) och 2006 dessutom vid Yttre Stengrund.

Dvärgfladdermus *Pipistrellus pygmaeus*

Den art som uppträdde i störst antal på kustlokalerna och som också blev observerad på flera ställen ute till havs med koncentration till stråken SV - V

om Eckelsudde och Ottenby. Vid Yttre Stengrund förekom hanar som flög omkring med revirläten. Dvärgfladdermusen har ökat starkt i antal bland migranter vid Kalmarsund. Ansågs tidigare vara stationär.

Leislers fladdermus *Nyctalus leisleri*

En mycket sällsynt art som hittills är funnen i Skåne, Småland, Öland, Gotland och Västergötland. Under fältarbetet 2005 observerades ett exemplar vid Yttre Stengrund. Inspelning gjordes såväl via detektor (manuellt) som genom automatisk box. Detta var landets åttonde fynd och nytt landskapsfynd för Blekinge. Under 2006 observerades den åter flera gånger vid Yttre Stengrund. Den observerades också vid Ottenby.

Stor fladdermus *Nyctalus noctula*

Arten uppträdde regelbundet över hela Kalmarsund och vid kusterna. Sträckande individer höll oftast SV kurs. Åtskilliga som observerades var dock födosökande och enligt radarstudierna rörde de sig i stora områden, speciellt i närheten av vindkraftverken. I havet utanför Eckelsudde och vid Yttre Stengrund observerades ansamlingar av många individer som jagade när det var stilla, varmt och mängder av insekter. De jagade ibland mycket nära vindkraftverkens rotorblad. Radarstudierna visade också att de ofta kom ut från helt andra ställen än de nämnda uddarna, från båda kusterna längs Kalmarsund, och att de även återvände till dessa kuster, t.ex. området invid Degerhamn.

Nordisk fladdermus *Eptesicus nilssonii*

Den vanligaste arten i Sverige med utbredning över hela landet. Anses inte flytta men företar lokala rörelser till och från höst- och vinterlokaler. Eftersom vi under tidigare år aldrig sett tecken på att arten sträcker ut från kustlokaler blev det en överraskning att ett flertal födosökande individer av arten påträffades ute över Kalmarsund. Även i Öresund mellan Skåne och Sjælland förekom arten. Före detta hade det under många år inte gjorts några fynd i Danmark (Baagøe 2007).

Sydfladdermus *Eptesicus serotinus*

Sydfladdermusen är en större släkting till nordisk fladdermus med huvudsaklig förekomst i Danmark och i sydligaste Sverige. I Sverige rör det sig mest om kringströvande djur. Vid Eckelsudde och över havet utanför gjordes flera observationer av arten. Vidare förekom den vid Ottenby och ett flertal gånger vid Yttre Stengrund. Den observerades också över Öresund och över land på ön Saltholm.

Gråskimlig fladdermus *Vespertilio murinus*

Observerades passerande och födosökande vid vindkraftverken Utgrunden I och vid Ottenby och Eckelsudde. Arten observerades också flera gånger vid Yttre Stengrund. Ute över Öresund gjordes också flera observationer. Arten är känd för att flyga långa sträckor över havet och är t.ex. funnen på Färöarna (Baagøe & Bloch 1994).

14 Slutsatser

Denna rapport ger underlag för ett antal slutsatser som sammanfattas kortfattat nedan. Dessa bör kunna vara vägledande för fortsatt forskning och för hantering av problemen, t.ex. vid planering, riskbedömning, tillståndsgivning och uppföljning av havsbaserad vindkraft.

Utsträck och flygvägar

Från de uddar vid sydsvenska kuster där utsträck av fladdermöss varit kända sedan tidigare, finns det flygvägar över havet som till en början kan vara mycket koncentrerade men som så småningom blir diffusare genom spridning och avdrift och genom att olika arter har något olika sträckriktningar åt SV-S. På våren då de återkommer från kontinenten har inkommande fladdermöss fått en mycket stor spridning och observationer har då gjorts längs hela Sydsveriges kuster. När det gäller migranterna är det alltså det koncentrerade utsträcket under höstflyttningen som är viktigast att känna till i farvattnen närmast Sydsverige. Det betyder också att det måste finnas många områden där det inte finns sådana problem.

Påverkan av vindkraftverk och födotillgång

I Kalmarsund och Öresund förekommer det regelbundet 10 olika arter av fladdermöss som sträcker över havet och som söker föda när vädret tillåter. Vindkraftverk, liksom båtar, broar och fyrar, drar till sig mycket insekter som vid lämplig väderlek lockar fladdermöss att jaga där. De sträckande arterna kan stanna till för att jaga för att sedan fortsätta i samma sträckriktning. Det förekommer även stationära arter som flyger ut för att jaga och sedan återvända till land. Födotillgången skiftar mycket från plats till plats. Det finns begränsade områden som nästan alltid erbjuder mycket bytesdjur och dessa kan vara viktiga att känna till, samtidigt som det är så att många andra områden inte har sådan bytestillgång att fladdermössen regelbundet lockas till jakt.

Inverkan av vädret

Det är endast vid relativt svaga vindar som fladdermössen sträcker ut över havet. Det är dock skillnad mellan arterna. De större arterna tål hårdare vind men alla föredrar svaga vindar. Därtill krävs det mycket bra väder för att de skall ägna sig åt födosök till havs. Utsträck över havet sker sällan vid vindstyrkor över 10 m/s, medan huvuddelen av sträckaktiviteten sker under 5 m/s. Intensiva och långvariga födosök sker oftast när det är vindstilla eller mycket svag vind och då vågorna är obetydliga eller det är blankvatten. Det är också då insekter förekommer i större mängd högre upp kring vindkraftverken. Det är sålunda bara under en begränsad period och med särskilda väderförhållanden som risken kan bedömas som förhöjd.

Risk för kollisioner m.m.

När fladdermöss på sträckflykt bara passerar enstaka vindkraftverk flyger de oftast på så låg höjd att risken för kollisioner måste vara liten. Vad som händer när fladdermöss passerar stora vindkraftsparker till havs är ännu helt okänt eftersom det ännu inte uppförts någon park.

Det är vid svaga vindar när insekter ansamlats som fladdermöss lockas att jaga högre upp i höjd med rotorbladen och risken kan bedömas som stor. Risken är sannolikt störst vid de svagaste vindstyrkorna men då rotorbladen fortfarande går runt. Vi har observerat att vissa verk fortfarande går flera timmar då vindmätare vid havsnivå gått ner till 0 m/s. Om rotorbladen står stilla finns det inte någon kollisionsrisk.

Andra risker kan finnas när fladdermössen etablerar fast tillhåll eller viloplats i vindkraftverken och då kanske kan komma i beröring med elektricitet i generatorhusen.

Undersökningar inför beslut om lokalisering

Innan undersökningar planeras kan man i viss mån avgöra hur nödvändigt det är att undersöka läget och göra riskbedömningar. Med fortsatta undersökningar kan man med allt större precision rikta sådana undersökningar dit de bäst behövs. Redan nu vet vi att de lägen kring Sydsveriges kuster som ligger i sträckriktningen från utsträckspunkterna kan medföra större kontakt med passerande fladdermöss. Man kan därför redan nu avråda från sådan lokalisering, alternativt med noggranna undersökningar avgränsa de mest koncentrerade flygstråken genom observationer och registreringar i de aktuella havsområdena.

Utöver flygstråken för migranter kan det finnas områden som regelbundet erbjuder mycket föda i form av flygande insekter och olika smådjur i vattenytan. Dessa kan utnyttjas av migranter som stannar till men också av stationära arter som lärt sig flyga ut och återvända eftersom födoresursen kan vara rikare än vad som oftast är tillgängligt på fastlandet. Detta kan också undersökas genom avlyssning och spaning med strålkastare samt genom automatisk registrering.

Lämplig tid för undersökningar

Undersökningar av flygstråk för migranter kan i Sydsverige lämpligen ske från 15 augusti till 20 september då chansen att göra observationer är störst. För alla områden, oavsett flygstråk, behöver man också kontrollera om födosök till havs av stationära arter sker i slutet av sommaren, t.ex. i perioden 20 juli - 5 augusti, då djuren från yngelkolonierna blir mer rörliga över större områden. Observationer under våren är nog oftast svåra att utvärdera men kan bli aktuella om undersökningar i Danmark, Tyskland eller Polen pekar på att koncentrerade stråk från söder är riktade mot svenska vindkraftsområden. För alla dessa undersökningar gäller att de måste utföras när det råder svaga vindar och låg våghöjd.

Minskning av kollisionrisken

För redan byggda vindkraftverk kan man behöva vidta åtgärder för att minska risken för kollisioner. En åtgärd som framför allt kan bli aktuell för verk som hamnat inom flygstråk eller ett omtyckt födosöksområde är att låta rotorbladen stå stilla när risken är förhöjd. Det kan innebära att de stoppas vid vindstyrkor mindre än 4 m/s under den årstid då mest aktivitet förekommer. Det kan i vissa områden gälla från 20 juli till 20 september varje natt från solnedgången till kl. 02:00 eller 03:00. De angivna siffrorna kan troligen behöva modifieras något beroende på regionala skillnader och mer precisa kunskaper. Eftersom risken får anses förhöjd under en mycket begränsad tid och vid tillfällena då elproduktionen är obetydlig kan åtgärden inte behöva vålla några större ekonomiska förluster.

En annan mer radikal metod är att flytta vindkraftverket. Detta kan vara nödvändigt i ett fåtal mycket speciella situationer, t.ex. då beslut om lokalisering inte baserats på tillgängliga kunskaper om problemen.

Fortsatt forskning

Mest önskvärt är att få fram generella kunskaper om hur fladdermössen sträcker över havet och hur de där utnyttjar födoresurserna helt oavsett vindkraftverken. Det kan då bli lättare att planera för bra lägen för vindkraften och hänsyn till fladdermössen kan då göras med större precision. För att snäva in behovet av åtgärder till de nödvändigaste är det önskvärt med ytterligare kunskaper och data om flygvägar, födosök, aktivitet, tider, väderberoende etc. För en mer omfattande användning av automatisk registrering behöver tekniken utvecklas vidare med ökad kapacitet. Program för effektivare analyser av ljudfiler behövs också. Det vore också värdefullt att med den nya generationen portabla värmekameror få mer observationer över fladdermössens beteenden, mobila enheter för studier av jakt vid vindkraftverken, samt fast installerade för att ge kunskap om hur och när kollisioner inträffar.

15 Referenser

- Ahlén, I. 1996. Bat migrations. P. 120 in: Gustafsson, L. & Ahlén, I. (eds.) Geography of Plants and Animals. National Atlas of Sweden. SNA Publishing, Stockholm.
- Ahlén, I. 1997a. Migratory behaviour of bats at south Swedish coasts. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 62:375-380.
- Ahlén, I. 1997b. Ölands fladdermusfauna. Länsstyrelsen Kalmar län, Meddelanden 1997:7. Kalmar. 26 pp.
- Ahlén, I. 2002. Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk. *Fauna och flora* 97:3: 14-22. [Summary: Bats and birds killed by wind power turbines.]
- Ahlén, I. 2003. Wind turbines and Bats — a pilot study. Final report to the Swedish National Energy Administration 11 December 2003. Dnr 5210P-2002-00473, P-nr P20272-1.
- Ahlén, I. 2004a. Fladdermusfaunan i Sverige. Arternas utbredning och status. Kunskapsläget 2004. *Fauna och Flora* 99: 2: 2 – 11. [Summary: The Bat fauna of Sweden. Present knowledge of distribution and status.]
- Ahlén, I. 2004b. Heterodyne and time expansion methods for identification of bats in the field and through sound analysis. Pp 72-79 in: Brigham, R.M., Kalko, E.K.V., Jones, G., Parsons, Limpens, H.J.G.A. (Eds). *Bat Echolocation Research – tools, techniques and analysis*. Bat Conservation International, Austin, Texas, April 2002.
- Ahlén, I. 2005. Risker för fladdermöss med havsbaserad vindkraft. Slutrapport från förstudien 2005 (Projektnummer 22316-1). [Summary: Bat casualty risks at offshore wind power turbines. Report from introductory studies.]
- Ahlén, I. 2006a. Handlingsprogram för skydd av fladdermusfaunan. Åtaganden enligt det europeiska fladdermusavtalet EUROBATS. Naturvårdsverket Rapport 5546. [Summary: Conservation and management of the bat fauna in Sweden – Action plan for implementation of the EUROBATS agreement.]
- Ahlén, I. 2006b. Risker för fladdermöss med havsbaserad vindkraft. Slutrapport för 2006 till Energimyndigheten (Projekt nr 22514-1) 15 december 2006. [In Swedish with English summary. Risk Assessment for Bats at Offshore Wind-power Turbines. Final report for 2006 to the Swedish Energy Administration.]
- Ahlén, I. & Baagøe, H. J. 1999. Use of ultrasound detectors for bat studies in Europe - experiences from field identification, surveys and monitoring. *Acta Chiropterologica* 1:137-150.
- Ahlén, I. & Bach, L. in prep. Observations on bat migration at south Swedish coasts (preliminary title).
- Ahlén, I., Bach, L. & Burkhardt, P. (2002): Bat migration in southern Sweden. – Poster auf dem IXth European Bat Research Symposium, Le Havre, France 2002.

- Ahlén, I., Bach, L. & Johansson, T. 2004. Första kolonin av pipistrell anträffad i Sverige. *Fauna och Flora* 99: 3: 16-18. [Summary: A common pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*) colony found in Sweden.]
- Arnett, E.B., Erickson, W.P., Kerns, J. & Horn, J. 2005. Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia. - *Bats and Wind Energy Cooperative*. 187 pp.
- Baagøe, H.J. 2001: Danish bats (Mammalia: Chiroptera): Atlas and analysis of distribution, occurrence, and abundance. *Steenstrupia* 26 (1):1-117 Copenhagen.
- Baagøe, H.J. 2007 Nordflagermus, *Eptesicus nilssonii* (Keyserling & Blasius, 1839) pp 82-83 in. H. J. Baagøe & T. S. Jensen: Dansk Pattedyratlas. Gyldendal.
- Baagøe, H., & Bloch, D. 1994: Bats (Chiroptera) in the Faroe Islands. *Frødskeparrit*, pp. 83-88. Thorshavn.
- Baagøe H. J. & Jensen, T. S. 2007: Dansk Pattedyratlas. Gyldendal, Copenhagen, Denmark. 392 pp.
- Bach, L. & Rahmel, U. 2004. Überblick zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse – eine Konfliktschätzung – Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 7: 245-252.
- Bach, L., & Rahmel, U. in prep. Off-shore-Windenergieanlagen und Fledermäuse. – in: Technische Universität Berlin. Berücksichtigung von Auswirkungen auf die Meeresumwelt bei der Zulassung von Windparks in der Ausschließlichen Wirtschaftszone. Endbericht zum Forschungsprojekt. Berlin: 21 pp.
- Behr, O. & v. Helversen, O. 2005: Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen. Wirkungskontrolle zum Windpark "Roßkopf" (Freiburg i. Br.). Friedrich -Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Zoologie II: 1-42.
- Brinkmann, R., Schauer-Weissahn, H. & Bontadina, F.. 2006: Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. – Gutachten für das Regierungspräsidium. 66 pp.
- Dürr, T. & Bach, L. 2004. Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen – Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. – Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, Band 77: 253-264.
- Dürr, T. 2007. Fledermausverluste an Windenergieanlagen zusammengestellt: Landesumweltamt Brandenburg - Ref. Ö2 / Staatliche Vogelschutzwarte, Buckower Dorfstraße 34, D-14715 Nennhausen OT Buckow (Stand vom 30 Januar 2007) (Table with known bat casualties per species and country).
- Johnson, G. 2005. A review of bat mortality at wind-energy developments in the United States. *Bat Research New* 46 (2):45-49.

- Nicholls, B. & Racey, P. A. 2007. Bats Avoid Radar Installations: Could Electromagnetic Fields Deter Bats from Colliding with Wind Turbines? Plos ONE 2(3):e293. (<http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0000297>).
- Pettersson, J. 2006. Flyttande små- och sjöfåglar – en förstudie med lokalradar i Kalmarsund. Naturvårdsverket Rapport 5568.
- Rodrigues, L., Harbusch, C., Smith, L., Bach, L. Catto, C., Lutsar, L., Ivanova, T., Hutson, T. & Dubourg-Savage, M.-J. 2005. Report of the Intersessional Working Group on Wind Turbines and Bat Populations. – Doc. EUROBATS AC 10.9, 10th Meeting of the Advisory Committee, Bratislava, Slovak Republic, 25-27 April 2005.
- Rydell, J., & Baagøe, H.J. 1996a: Bats and streetlamps. Bat conservation International, 14, nr 4. pp.10-13. Austin, Texas, ISSN: 1049-0043.
- Rydell, J., & Baagøe, H.J. 1996b: Gatlampor ökar fladdermössens predation på fjärilar. (Streetlamps increase bat predation on moths). Ent. Tidskr. 117 (4): pp. 129-135.

Fladdermöss och havsbaserade vindkraftverk studerade i södra Skandinavien

RAPPORT 5748

NATURVÅRDSVERKET
ISBN 91-620-5748-0
ISSN 0282-7298

Inför etableringen av vindkraft är det viktigt att kunna bedöma ekologiska effekter och risker för djurpopulationer. Tills nyligen har kunskaper om fladdermössens beteenden vid havsbaserade vindkraftverk varit mycket begränsade.

Denna rapport redovisar resultaten från två års undersökningar med syftet att klarlägga aktivitet och beteenden hos fladdermöss i områden med havsbaserade vindkraftverk. Bedömningar görs av de risker som kan uppstå vid passage och insektsjakt i verkens närhet.

Slutsatser baseras på mer än 12 000 observationer av fladdermöss i Kalmarsund på svenska ostkusten och i Öresund mellan Sverige och Danmark. Resultaten ger information om 10 olika arter som observerats till havs och 13 vid utsträckspunkter på land.

Rapporten diskuterar såväl metoder för planering av nya anläggningar som hur problem vid befintliga verk kan avhjälpas. Den bör även vara värdefull vid undersökning av miljökonsekvenser.

Kunskapsprogrammet Vindval samlar in, bygger upp och sprider fakta om vindkraftens påverkan på den marina miljön, på växter, djur, människor och landskap samt om människors upplevelser av vindkraftanläggningar. Vindval erbjuder medel till forskning inklusive kunskapssammanställningar, synteser kring effekter och upplevelser av vindkraft. Vindval styrs av en programkommitté med representanter från Boverket, Energimyndigheten, Fiskeriverket, länsstyrelserna, Naturvårdsverket, Riksantikvarieämbetet och vindkraftbranschen.

