

## Vindkraft og fugl på Smøla 2003–2006

Arne Follestad  
Øystein Flagstad  
Torgeir Nygård  
Ole Reitan  
Johan Schulze



LAGSPILL



ENTUSIASME



INTEGRITET



KVALITET

## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

# Vindkraft og fugl på Smøla 2003–2006

Arne Follestad  
Øystein Flagstad  
Torgeir Nygård  
Ole Reitan  
Johan Schulze

Follestad, A., Flagstad, Ø., Nygård, T., Reitan, O., & Schulze, J. 2007.  
Vindkraft og fugl på Smøla 2003–2006. - NINA Rapport 248. 78 s.

Trondheim juni 2007

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-1808-5

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Arne Follestad

KVALITETSSIKRET AV

Jan Ove Gjershaug

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Inga E. Bruteig (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Statkraft AS,  
Energibedriftenes landsforening (EBL), Direktoratet for naturforvaltning  
(DN) og The Royal Society for the Protection of Birds (RSPB).

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Asle Selfors, Tormod Schei, Hans Ådland, Anders Iversen, Rowena  
Langston

FORSIDEBILDE

Havørn i flukt mellom vindmøllene i Smøla vindpark. Foto: Christer  
Kamsvåg.

NØKKEWORD

Havørn, Smøla, bestandsovervåking, aktivitetsstudier, kollisjoner, DNA,  
vindmøller

KEY WORDS

White-tailed Sea Eagle, Smøla, population monitoring, activity, collisions,  
DNA, wind turbines

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**  
7485 Trondheim  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 73 80 14 01

**NINA Oslo**  
Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 22 60 04 24

**NINA Tromsø**  
Polarmiljøsenteret  
9296 Tromsø  
Telefon: 77 75 04 00  
Telefaks: 77 75 04 01

**NINA Lillehammer**  
Fakkeltgården  
2624 Lillehammer  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 61 22 22 15

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

Follestad, A., Flagstad, Ø., Nygård, T., Reitan, O. & Schulze, J. 2007. Vindkraft og fugl på Smøla 2003–2006. - NINA Rapport 248. 78 s.

Smøla har en stor og tett bestand av hekkende havørn. Ved konsesjonsbehandling av Smøla vindpark ble det antatt at den ville påvirke havørna negativt på flere måter. Vindparken er med sine 68 vindmøller Norges største, og andre utbyggingstrinn stod ferdig i sommeren 2005. I 2003 ble det igangsatt et prosjekt for å følge endringer i bestandsstørrelse, reproduksjon og havørnas atferd relatert til vindmøllene. Disse undersøkelsene blir nå videreført i et prosjekt i regi av Norges forskningsråd, med bidrag også fra flere aktører innenfor vindkraft i Norge.

Resultatene fra de første årene av prosjektet, til trinn 2 av vindparken var i drift i august 2005 er sannsynligvis preget av anleggsaktiviteten knyttet til utbygging av parkens infrastruktur (veier, kraftledninger og stasjonsbygning), fundamenter til vindmøllene, og oppsetting av vindmøllene. Til tider var det intens aktivitet i store deler av utbyggingsområdet for trinn 2, samtidig som det var mindre aktivitet i utbyggingsområdet for trinn 1. Fra og med 2006 vil prosjektet i større grad fange opp virkninger av vindparken i ordinær drift.

Før utbyggingen startet, var det identifisert 14-16 par i eller tett inntil vindparken. Senere detaljstudier har vist at det ved utbyggingsstart kan ha vært minst 19 par som hadde sine reir i dette området. Til nå har minst fem av disse parene forlatt sine territorier, uten at det kan påvises reetablering andre steder på Smøla. Hvis de ikke finner nye og optimale hekkeplasser utenfor vindparken, eller nye par kommer inn og tar over de ledige territoriene, vil vindparken på lang sikt medføre en redusert hekkebestand av havørn på Smøla.

Ungeproduksjonen har vært lavere for havørna i prosjektperioden enn den var før utbyggingen startet, både i og utenfor vindparken. En viktig faktor kan være par som lenge fortsetter å være tilknyttet sitt opprinnelige territorium i eller nær vindparken, uten å lykkes i å få frem unger. Hvis den lave ungeproduksjon og forhøyde dødeligheten vedvarer, kan dette på sikt føre til problemer med rekrutteringen av nye hekkefugler til hekkebestanden på Smøla og områdene rundt.

Etter at trinn 2 av vindparken kom i ordinær drift, er det funnet 10 døde havørner i Smøla vindpark. Skadebildet hos alle ørnene bærer preg av at kroppene har vært utsatt for svært sterke krefter. Skadene fuglene er blitt påført, har enten ført til umiddelbar død eller til immobilisering. De har alle hatt skader enten på kropp og/eller indre deler av vingen. Noen av ørnene ble delt i to eller flere biter av slaget. Syv av ørnene har vært voksne fugler, mens tre har vært ungfugler som ble klekket i reir i eller nær inntil vindparken i 2005. Flere havørner ble funnet døde kort tid etter dager med stor aktivitet på ørnene knyttet til territoriemarkering m.m. på dager med termikk, der havørnene kan skru seg opp i stor høyde i de oppadgående luftstrømmene.

Resultatene fra satellittmerkingen av reirunger av havørn viser at den mediane oppholdstida i parkområdet for de ungene som fødes der er ca 90 dager (til ca 1. september), men det er ganske stor variasjon mellom individene. Én av 15 satellittmerkede unger er blitt drept av vindmøller i dette tidsrommet. Av de 12 ungfuglene med tilstrekkelig data er to blitt drept i april året etter merking. Dødeligheten for ungfugler ser ut til å være høyere i vindparkområdet enn det som er normalt andre steder i landet. Noen ungfugler drar langt av gårde, og trekk helt opp til Lofoten/Vesterålen er vist. Andre har holdt seg i nærområdet hele tiden. Lokalisering av signal fra samme sted over flere dager har gjort det mulig å gå inn å finne turbindrepte fugler. Satellittpeilingene har også gitt ny kunnskap om unge fuglers bruk av nattkvarter i nærheten av parken. Ungene ser ut til å oppholde seg en forholdsvis liten andel av tida inne i selve parkområdet etter utflyging, men i og med at senderne gir posisjoner bare hver tredje time, så kan mange kryssinger av parken foregå ubemerket uten å ha blitt registrert. Det foreløpige data-materialet ser ut til å peke på en økt risiko om våren, da mange av ørnene returnerer til fødeområdet. Hunner ser ut til å dra lengre vekk i fra parken enn hannene.

Studier at havørnas fluktatferd i forhold til vindmøller, har gitt flere interessante resultater. Registreringer er gjort av flygehøyde i forhold til vindmøllene ved ulike former for fluktatferd, og om de foretar særlige unnvikende manøvrer for å unngå å komme for nær vindmøllene eller å kolliderer med dem. Glideflukt og seilflyging på termikk (kalles vanligvis for skruer) kan være mer risikobetont atferd enn aktiv flyging, og det er gjort en rekke observasjoner av glideflukt og skruer i vindparkområdet våren 2006. Flere funn av døde havørner våren 2006 kom etter at det var registrert flyging på termikk.

Overvåking av aktivitet på reir ved å bruke videokamera ble igangsatt i 2006, og har så langt vist at havørnene har størst fluktaktivitet til og fra reir morgen og kveld. Dette er som forventet ut fra kjennskap til hvor og hvordan havørna på Smøla søker næring. Oversikt over hvordan de utnytter terrenget når de flyr til og fra reiret, vil være viktige data for en analyse av kollisjonsrisiko.

DNA-analyser av fjærprøver fra unger i 2006, mytefjær fra voksne ørner på eller ved reiret samt vevsprøver fra flere av de døde havørnene, har ikke gitt match med noen av de tre voksne havørner som ble funnet døde tidlig i mai 2006. Dette kan mest sannsynlig skyldes at vi ikke har DNA-materiale fra alle territorielle havørner på Smøla.

DNA-analysene gjør det mulig si om døde havørner kommer fra territorier innenfor eller utenfor undersøkelsesområdet, og vil over tid gi muligheter for å analysere om dødeligheten blant fugler som hekker i eller nær vindparken vil være større enn i bestanden for øvrig. DNA-analysene har også avdekket flere interessante sider ved havørnas parforhold m.m.

Vindparken har så langt vist seg å virke negativt på havørnbestanden på Smøla gjennom

- redusert hekkebestand i utbyggingsområdet
- lavere ungeproduksjon både i og utenfor vindparken sammenlignet med tidligere
- økt dødelighet blant voksne havørner
- økt dødelighet det første året for unger som har vokst opp i eller nær vindparken

Undersøkelsene så langt har gitt oss bedre innsikt i noen hensyn det er viktig å fokusere på under planlegging av nye vindparker, slik at disse kan unngå tilsvarende negative effekter på fuglelivet som en så langt har sett for havørna på Smøla. Særlig viktig vil det være å ha fokus på den samlede (kumulative) effekt på havørnbestanden på nasjonalt nivå som kan bli konsekvensene av en omfattende utbygging av vindparker langs kysten av Norge.

Arne Follestad, Norsk institutt for naturforskning, 7485 Trondheim [arne.follestad@nina.no](mailto:arne.follestad@nina.no)  
Øystein Flagstad, Norsk institutt for naturforskning, 7485 Trondheim [oystein.flagstad@nina.no](mailto:oystein.flagstad@nina.no)  
Torgeir Nygård, Norsk institutt for naturforskning, 7485 Trondheim [torgeir.nygard@nina.no](mailto:torgeir.nygard@nina.no)  
Ole Reitan, Norsk institutt for naturforskning, 7485 Trondheim [ole.reitan@nina.no](mailto:ole.reitan@nina.no)  
Johan Schulze, Veterinærinstituttet Trondheim, 7485 Trondheim [johan.schulze@vetinst.no](mailto:johan.schulze@vetinst.no)

---

## Abstract

Follestad, A., Flagstad, Ø., Nygård, T., Reitan, O. & Schulze, J. 2007. Wind power and birds at Smøla 2003-2006. - NINA Report 248. 78 pp.

The Smøla Archipelago off the west coast of Norway, at (63°25' N, 8°00' E), have a particularly high breeding density of the white-tailed sea eagle *Haliaeetus albicilla*. The EIA for the proposed wind farm indicated that it would affect the sea eagle negatively in several ways. Smøla wind farm as built consists of 68 turbines, and the second phase became operational in August 2005. A research program was initiated in 2003 to monitor the territory occupancy and productivity of sea eagles, and its activity related to the turbines. These studies are now continued in a larger project within the Norwegian Research Council, with support also from the authorities, Statkraft and other stake holders.

Results from the first years of the project, until the second phase was operational in August 2005, are most probably affected by the activity associated with the development of the infrastructure within the wind farm (roads, power lines and buildings), fundamentals for the turbines, and the erection of the turbines. In periods the activity was intense in most of the area for phase 2, while it was less in the area of phase 1. From 2006 the results will more and more reflect the effects of the whole wind farm in its normal operational phase.

There were identified 14 to 16 sea eagle territories in the wind farm area pre-construction, but more detailed studies have shown that a minimum of 19 pairs have been breeding in this area. So far at least five pairs have left their territories, without any sign of reestablishment elsewhere on Smøla. If they are not able to find optimal nest sites outside the wind farm, or new pairs enters the vacated territories, than one effect of the wind farm will in the long term be a lower breeding population on Smøla.

Reproduction has been lower for the sea eagles in the project period than pre-construction, both inside and outside the wind farm. An important factor may be due to pairs still occupying and defend their nest sites within or close to the wind farm, but with a low breeding performance. If the low breeding output and the increased mortality continue, resulting in problems with recruitment of new breeding birds to the breeding population at Smøla and nearby areas, the wind farm could become a sink area.

After step 2 was operational, ten fatal collisions between sea eagles and the rotor blades of the turbines have been recorded between August 2005 and March 2007. Four fatalities were recorded in just one week during the 2006 breeding season. Both breeding adults and fledged juveniles are among the deaths, including 3 of the 5 young fledged in 2005 within the wind farm plus a 2 km buffer. Prior to February 2006, there were no formal searches for corpses, and dead birds were incidental finds and so the total may be greater. From late summer 2006 a trained dog has been deployed to detect and mark the location of dead birds.

Post mortem by the Veterinarian Institute have shown that all sea eagles show clear signs of a heavy stroke to their body. The damage has either resulted in immediate death or immobilization. They were all injured on their body or inner part of the wing, and some were cut in two or more pieces. As no birds have been found dead with injuries only on outer parts of the wing, some fatalities where the birds have not died or have been immobilized, some fatalities may have been undiscovered. Some sea eagles have been found dead a short time after days with a high soaring and termic activity of the eagles.

The results from the satellite-tagging of nestlings of fledgling white-tailed sea eagles show that the median time spent in the wind farm was ca. 90 days (to ca. 1. of September), but with large variation between individuals. One of 15 satellite-tagged juveniles was killed during this period. Of the 12 juveniles with data sufficient for evaluation, two were killed in April in the year after

tagging. The juvenile mortality seems to be higher at Smøla than in other parts of the country. Some juvenile birds disperse far; movements up to Lofoten/Vesterålen have been shown, while others stay in their natal area. Localising of transmitters several days in the row from the same position has helped finding turbine-struck birds. The satellite telemetry has also supplied new knowledge on the use of night-roosts in the vicinity of the park. The juveniles seem to spend little time within the central parts of the wind-park in the time after fledging, but taken into account that the tags only give one position per hour, many park crossing may pass undetected. The limited material so far seems to indicate increased collision-risk during spring, when many of the birds return to their natal area. Females seem to move further away from the park than the males.

Monitoring of activity at nests by use of video cameras was initiated in 2006, and results so far show that the frequency of sea eagles flying to and from the nest is highest in the morning and evening. This is in accordance with what is known about where and when the sea eagles at Smøla are searching for food. Information on how the eagles use the terrain when they enter or leave the nest site, may help to improve collision risk models.

DNA analysis was carried out for feather samples from chicks born in 2006, moulted feathers from adult individuals on the nest, as well as tissue samples from several of the dead sea eagles. These analyses gave no match with DNA-samples from the three dead eagles found in early May 2006 and samples from the nests. This will most probably be due to the lack of DNA-samples from all territorial sea eagles at Smøla.

The DNA analyses will over time allow detailed mortality assessments, and it should be possible to address whether the mortality among breeding eagles in or close to the windmill park is higher than in the rest of the sea eagle population. The DNA approach has already revealed several interesting details on the breeding ecology of the sea eagle.

There are at least four ways in which long-term effects on the population level at Smøla may be manifested:

- Reduced breeding population, if birds no longer breed within or close to the wind farm, or do not succeed in raising young.
- An increase in adult mortality, due to collisions with the wind turbines.
- Reduced breeding success (at least as long as some pairs try to hold their territories within or close to the wind farm).
- Increased juvenile mortality (poor post-fledging survival due to collision with wind turbines).

Results so far indicates some factors it may be important to focus on when new wind farms are planned, if we want to avoid some of the negative effects on birds as we have seen for the sea eagles at Smøla. Perhaps most important, given further proposals for wind farms along the Norwegian coast, also in areas of high density of breeding white-tailed eagles, is to focus on the cumulative impacts on the population from multiple wind farms along the coast.



# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>5</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>7</b>
<b>Forord</b> .....	<b>8</b>
<b>1. Innledning</b> .....	<b>9</b>
<b>2. Bestandsovervåking og reproduksjon</b> .....	<b>11</b>
<b>3. Døde fugler og flaggermus under vindmøller</b> .....	<b>19</b>
3.1 Funn av døde havørner.....	19
3.2 Obduksjon / Patologi.....	21
3.3 Søk etter fugl og flaggermus med hund.....	30
<b>4. GPS-satellittsendere på havørnunger</b> .....	<b>33</b>
<b>5. Atferdsmessig respons på vindmøller hos havørn</b> .....	<b>42</b>
<b>6. Videoovervåking</b> .....	<b>54</b>
<b>7. DNA-studier</b> .....	<b>58</b>
<b>8. Referanser</b> .....	<b>62</b>
<b>Vedlegg</b> .....	<b>65</b>
Vedlegg 1 Alle registrerte havørnreir innenfor 2 km fra Smøla vindpark i 2006.....	65
Vedlegg 2 Metoder og materiale ved søk etter døde fugler og flaggermus.....	67
Vedlegg 3 Hovedfunnene ved obduksjoner av havørn på Smøla 2003 - 2006.....	75

## Forord

Smøla har den tetteste kjente bestand av hekkende havørn i verden. Det var derfor ekstra fokus på denne arten i konsekvensanalysene forut for at Statkraft fikk konsesjon til å bygge ut Smøla vindpark. Den ble bygget i to trinn, der trinn 2 stod ferdig utbygget i oktober 2005, og den har nå i alt 68 vindmøller. Gjennom for- og etterundersøkelser har NINA gjennomført flere undersøkelser med tanke på virkninger av utbyggingen på havørnbestanden på Smøla.

Prosjektet har vært finansiert av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Statkraft AS, Energibedriftenes landsforening (EBL), Direktoratet for naturforvaltning (DN) og The Royal Society for the Protection of Birds (RSPB).

NINA fikk i 2006 tilsagn om midler fra RENERGI-programmet i Norges Forskningsråd, og resultatene om havørn fra 2003–2006 vil bli viktige input-data i det nye prosjektet.

For flere av prosjektene er det til dels svært foreløpige resultater som presenteres her. Flere datasett er foreløpige og har på langt nær vært gjenstand for en grundig og kritisk vitenskapelig analyse. Dette vil bli gjort under videreføringen av prosjektet.

En vil rette en spesiell takk til Espen Lie Dahl, som har utført det meste av reirkontrollene, og har vært sentral i aktivitetsstudiene. Per Hopshaug og Christer Kamsvåg har også vært til uvurderlig hjelp under dette arbeidet. Alv Ottar Folkestad har som prosjektleder for "Prosjekt Havørn" (Folkestad i manus) vært til stor hjelp ved å stille felldata og sin store kunnskap om havørn til disposisjon, og har også kommentert et utkast til rapporten.

En særlig takk også til Asle Selfors og NVE for at det ble opprettet en styringsgruppe for dette prosjektet og fremskaffet midler til å gjennomføre prosjektet de første årene, til Tormod Schei og Statkraft for godt samarbeid og økonomiske bidrag som har gjort det mulig å utvide arbeidet med nye delprosjekter, og til Rowena Langston og RSPB for godt samarbeid om aktivitetsstudiene som har inngått i prosjektet fra 2005. En takk også til prosjektleder for NINAs nye forskningsrådsprosjekt innenfor RENERGI-programmet, Kjetil Bevanger, for hans oppfølging av arbeidet fram til vi fikk gjennomslag for det nye prosjektet, som vil videreføre prosjektene som rapporteres i denne rapporten.

Trondheim 12. juni 2007

Arne Follestad

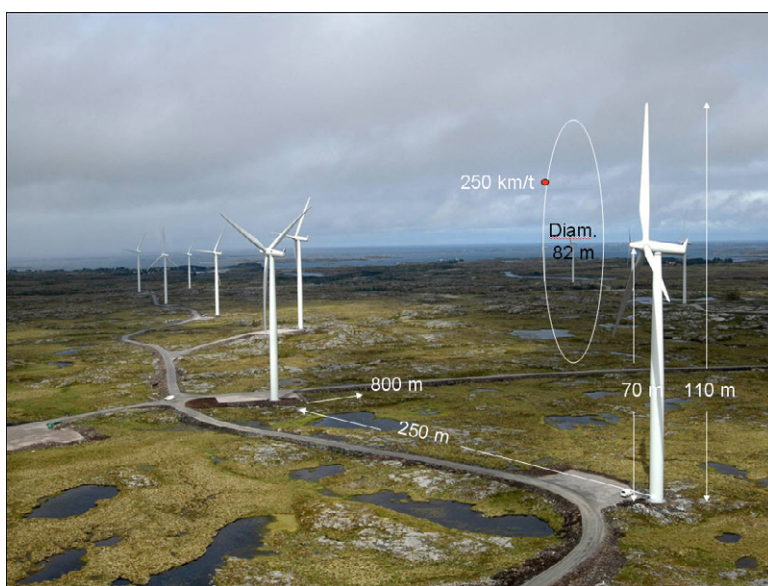
# 1. Innledning

Prosjektet har i 2003–2006 vært en videreføring av tidligere undersøkelser på Smøla, inkludert registreringer gjennom "Prosjekt Havørn" siden 1974 og registreringer i forbindelse med konsekvensanalysen for Smøla vindpark ("Prosjekt Havørn", Follestad et al. 1999), forundersøkelser forut for trinn 2 og etterundersøkelser som ble finansiert av Statkraft (Follestad et al. 2005). Flere søknader til Norges Forskningsråd om et mer omfattende prosjektet på effekter av vindkraft på fugl ble avslått, men deler av prosjektet ble likevel gjennomført med økonomisk bidrag fra NVE, Statkraft, DN og EBL. Vi valgte da i samarbeid med bidragsyterne å videreføre delprosjekter med vekt på havørnas bestandsutvikling og reproduksjon og atferdsstudier med bruk av GPS-sendere, og gå mer inn på kollisjonsproblematikken etter at hele vindparken på Smøla var ferdig utbygget i løpet av sommeren/høsten 2005.

I 2005 gjennomførte vi en pilotstudie for RSPB, som ønsket å undersøke havørnas aktivitet i tilknytning til en vindpark, særlig om mulige unnvikende atferdsmønster i forhold til vindmøller. Dette prosjektet ble videreført i 2006, etter en evaluering av pilotprosjektet.

I 2006 ble det, særlig etter funn av flere døde ørner i vindparken, satt i gang overvåking av aktiviteten på det eneste reiret med unger i vindparken dette året, og det ble satt i gang søk etter døde fugler med hund. Det ble innsamlet fjærprøver fra alle unger som vokste opp på Smøla og mytefjær på eller ved reiret. Dette ble gjort dels for om mulig gjennom analyser av DNA-materiale å se hvor de døde havørnene fra mai 2005 kunne ha hekket, og dels for å legge grunnlaget for en langsiktig overvåking av dødelighet hos voksne fugler i havørnbestanden i vindparken og dens umiddelbare nærhet, sammenliknet med områder lenger unna.

Rapporten presenterer resultater av fire års feltarbeid, fra 2003 til 2006, der noen delprosjekter først ble igangsatt i 2006. Resultatene til nå vil være preget av utbyggingsperioden for trinn 2, mens en i det videre arbeidet vil kunne fange opp endringer som kan komme i driftsfasen av vindparken. Viktige og interessante spørsmål vil da være om havørnene vil vise en viss tilvenningseffekt til vindparken, både i forhold til hvor nær vindmøllene den kan hekke - vellykket, og om kollisjonsfrekvensen vil gå ned.



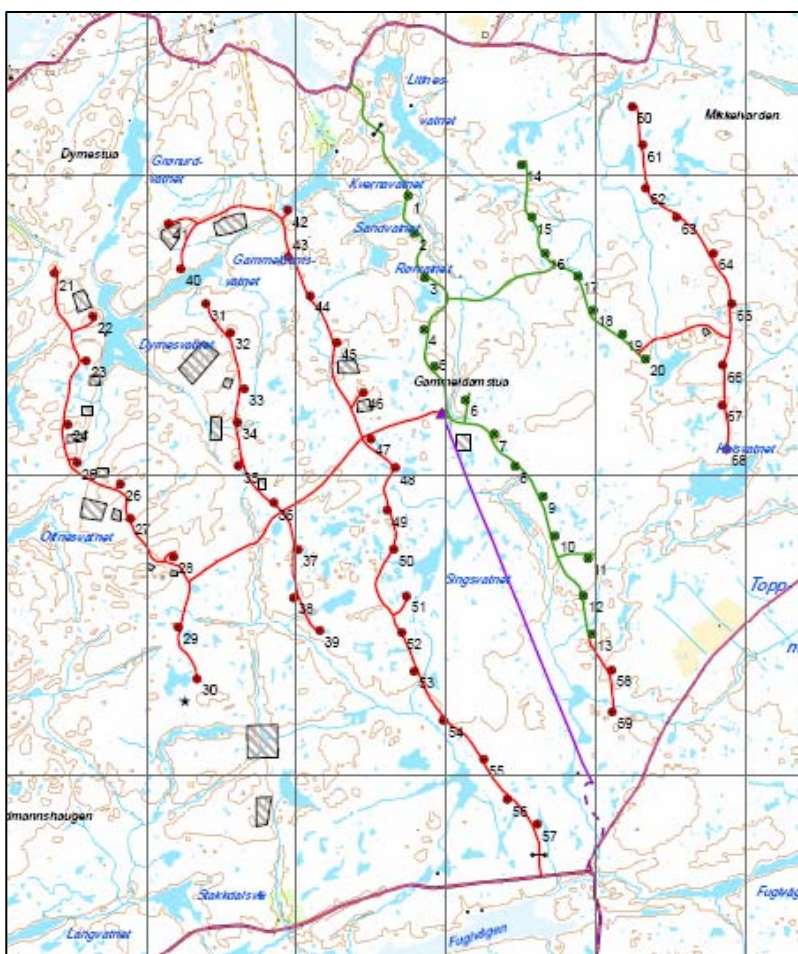
*Figur 1. Deler av Smøla vindpark fotografert mot nord fra toppen av vindmølle 49, med inntegnet mål som viser størrelsen på vindmøllene og eksempler på avstander mellom møllene innen ei rekke og mellom to rekker (bildemontasje fra Statkraft).*

*- Part of Smøla wind farm seen to the north from the top of turbine 49, with dimensions of the turbines and internal distances between turbines in a row and between rows.*

## Smøla vindpark

Utforming av Smøla vindpark er utførlig beskrevet i tidligere konsekvensanalyser, både i forhold til plassering av vindmøllene og utbygging av veinettet i vindparken og kraftlinene fra transformatorstasjonen sentralt i vindparken. Vindmøllene er store konstruksjoner som ruver i landskapet (**Figur 1**).

Smøla vindpark ble bygget ut i to trinn, som stod ferdige hhv. i september 2002 og august 2005. Den består nå av i alt 68 vindmøller eller turbiner, plassert i seks nesten nord-sydgående rekker (**Figur 2**). Plassering og avstander mellom de enkelte turbinene og mellom rekkene tar hensyn til både dominerende vindretning og sonen med turbulens bak hver vindmølle. Turbulensen kan strekke seg langt bak de roterende bladene, som en kjegle med økende diameter. Turbulensen kan redusere effekten av nærmeste vindmølle hvis den står for nær, og - ikke minst viktig for dette prosjektet - påvirke fugler som flyr inn i turbulensen. I noen tilfeller kan de da oppleve å miste løfteevnen i vingen, og i verste fall falle rett i bakken.



Figur 2. Smøla vindpark som bygget, med 68 vindmøller. Grønt: Byggetrinn I med 20x2 MW vindmøller, bygget fra sept. 2001 til sept. 2002. Rødt: Byggetrinn II med 48x2,3 MW vindmøller, bygget fra oktober 2003 til august 2005. Skraverete firkanter: spesielle områder for bevaring av kulturminner. Lilla trekant og hel/stiplet linje: Transformatorstasjon og 132 kV luftlinje/jordkabel (kart: Statkraft).

- Smøla wind farm as built with 68 turbines. Green: Step 1 with 20 turbines, built from Sept. 2002 to Sept. 2004. Red: Step 2 with 48 turbines, built from Oct. 2003 to Aug. 2005. Shaded squares: areas of special cultural value. Purple triangle and line: transformation station and power line (airborne and in earth cable).

## Smøla - et internasjonalt viktig fugleområde

Ut fra gjeldende kriterier for internasjonal verdiklassifisering av områder for fugl, er Smøla klassifisert som *viktig fugleområde* (Important Bird Area, IBA). En viktig begrunnelse for dette har vært den store og tette bestanden av hekkende havørn (Heath & Evans 2000). For en nærmere beskrivelse av forekomst av rødlistede arter, vises til fagrapport som grunnlag for konsekvensundersøkelsen for Smøla vindpark (Follestad et al. 1999).

## 2. Bestandsovervåking og reproduksjon

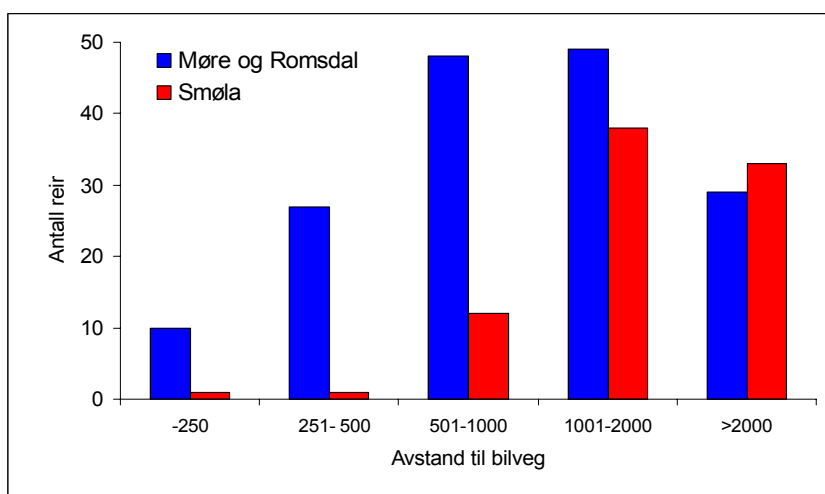
Prosjektets hovedmål har vært å kartlegge eventuelle endringer i hekkebestandens størrelse og fordeling på Smøla som følge av utbyggingen av Smøla trinn 1 og 2, og hvordan vindparken påvirker hekkesuksess/reproduksjon. Ut fra data siden 2003 er en i stand til å belyse bl.a. følgende problemstillinger:

- Beregne hekkebestanden på Smøla før og etter at vindparken er bygget ut. Ut i fra antagelsen av at havørnbestanden før utbygging var mettet, vil negative endringer over tid være en reell bestandsnedgang.
- Endringer i hekkesuksess på kort og lang sikt i havørnbestanden på Smøla, for par som har hatt reir i eller tett inntil vindparken og i varierende avstand til den.
- Vil stedtrohet hos hekkende havørn påvirke deres tilhørighet til reir i eller tett inntil vindparken? Hvis havørnene ikke gir opp reiret, men fortsetter å oppsøke dette i flere år etter at vindparken stod ferdig, vil det utsette de voksne ørnene for en ekstra kollisjonsrisiko.
- Vil det komme nye etableringer av par i eller tett inn til vindparken når tidligere besatte reir blir stående ledige? Vil mangel på optimale reir andre steder på Smøla kunne medføre at nye fugler prøver å etablere seg inne i vindparken, trass i at møllene står der?

### Bakgrunn

Før utbygging og idriftsetting av Smøla vindpark trinn 1 var det innenfor definert planområde og antatt influensområde for hele den planlagte vindparken (trinn 1+2) identifisert 34 reir for havørn fordelt på minst 14, muligens 16 territorier/par. Innenfor tilstøtende uberørte myr- og heiområder mot nordøst var det identifisert ytterligere fem reir fordelt på fire ulike territorier/par. Av disse lå fire innenfor planområdet til utbyggingstrinn 1, fordelt på tre par, med ytterligere to par innenfor erfart influensområde for menneskelig inngrep/aktivitet på 1 km fra slike inngrep, og et tillegg på seks par ved en antatt mulig influensavstand på 2 km fra nærmeste utbygging/konstruksjon (Follestad et al. 1999).

Mediefokus på at en vindmøllepark på Smøla ville påvirke Norges tettteste kjente forekomst av hekkende havørn, med en bestand i 2000 på 65-70 territorielle par (Follestad 2003b), gjorde at det ble igangsatt etterundersøkelser med overvåking av hekkebestanden på Smøla. Havørnbestanden på Smøla utgjør en betydelig del av bestanden både i Møre og Romsdal (anslått til 215-250 par i 2000, Follestad 2003a). Norge har et internasjonalt ansvar for forvaltning av havørn, ettersom Norge huser bortimot halve verdensbestanden. I Norge er hekkebestanden nå estimert til om lag 3500 par (A.O. Follestad, foredrag i irsk rovfuglgruppe februar 2007).



Figur 3. Antall havørnreir på Smøla i en gitt avstand fra veier, sammenliknet med tilsvarende fordeling i resten av Møre og Romsdal fylke (Follestad et al. 1999, Follestad 2003b). - Number of white-tailed sea eagle nests on Smøla within a certain distance from roads, compared to the rest of Møre & Romsdal county.

Tidligere data har vist at havørnene som hekker på Smøla i liten grad hekker nærmere steder med menneskelig aktivitet (veger, hus hytter m.m.) enn 1000 meter (**Figur 3**, Folkestad et. al 1999, Folkestad 2003b). Med det valgte alternativet for utbygging i to trinn, ble det i konsekvensanalysen antatt at 9-10 par ville bli så sterkt berørt at de ikke lenger ville hekke innenfor planområdet.

## Metodikk

Feltarbeidet er gjennomført etter det mønster som er innarbeidet i "Prosjekt Havørn" (Folkestad 2003a), med vekt på én feltkontroll av samtlige kjente reir for havørn i det aktuelle område i perioden hvor de fleste ungene er i alderen 4-8 uker, inkludert alternative reir tilhørende samme par/territorium, og med aktivt søk etter eventuelle nye reirlokalteter i eller omkring dette området. Dette er gitt prioritet i feltarbeidet for å kunne fange opp eventuelle nye etableringer av par utenom vindparken og dens umiddelbare nærhet.

Metodisk skiller undersøkelsene seg noe fra andre undersøkelser (se Helander 2003), som har en første kontroll av hekkeplassene i rugeperioden for å fastslå om et territorium er okkupert. Dette har vært basert på observasjoner fra avstand, for ikke å skremme rugende fugler av reiret. For å unngå forstyrrelser av de hekkende ørnene i et flatt og åpent landskap som Smøla, der en mange steder må bevege seg ut i terrenget for å få innsyn til aktuelle reir, er ikke den tidlige kontrollen like systematisk gjennomført på Smøla. Derimot har alle reir vært lette å sjekke grundig ved kontrollen når ungene er i alderen 4-8 uker, og alle spor av havørnaktivitet på og rundt reiralternativene er registrert og notert, inkludert alle spor etter transport og anvendelse av reirmateriale, mytefjær og -dun i terrenget, samt observerte havørn i eller nær lokalitetene. For kongeørn er det utarbeidet et forslag til et sett av kriterier for inventering og overvåking av kongeørn i Finland, Sverige og Norge (Naturvårdsverket 2004). For standardinventeringer som retter seg mot forekomst av kongeørn, gjennomgås en rekke definisjoner og begreper. For et okkupert territorium med kjent minst en reirplass, nevnes det flere typer observasjoner som kan fastslå dette, bl.a. "Påbygd reir, ferskt reirmateriale (grønne barkvister m.m.)", på samme måte som er lagt til grunn for bestandsovervåkingen på Smøla..

Alle reir og ansamlinger av reirmateriale er fotografert med digitalt kamera, og de er geografisk plottet med GPS og gitt et lokalitetsnummer. Alle havørnungene er ringmerket med internasjonal fargeringskode.

## Terminologi

"Prosjekt Havørn" bruker "*antatt fullvoksne, territorielle par*" som enhet for sine estimat av bestandsoverslag (Folkestad 2003a). Med dette menes tilsynelatende fullt utfargede fugler (gult nebb, hvit stjert) som viser territoriell atferd eller tilhørighet til et territorium. Havørna er normalt fullt utfarget ved fem eller seks års alder, men noen fugler kan parre seg ved fire års alder, og sågar også når de er tre år (Folkestad 2003a). Definisjonen over inkluderer derfor fugler som er minst fem år gamle. I en oversikt over den svenske hekkebestanden, benytter Helander (2003) bl.a. følgende begreper:

- *Territorium*, et område med ett eller flere reir, som benyttes av et havørnpar, vanligvis over flere år.
- *Okkupert*, et territorium eller reir som blir benyttet at et havørnpar
- *Vellykket*, et territorium (reir, havørnpar) som produserer (minst) en flygedyktig unge
- *Ikke vellykket*, et okkupert territorium (reir, havørnpar) som ikke produserer flygedyktige unger
- *Hekkesuksess*, prosentandel av okkuperte territorier som produserer flygedyktige unger.
- *Produktivitet*, det gjennomsnittlige antall unger pr. okkupert territorium

Slik havørnene hekker på Smøla, er det vanskelig å operere med territorier i vanlig forstand, altså et avgrenset og forsvart område som inkluderer både næringsgrunnlag, hekkelokaliteter og overnattingsområde. På Smøla har en stor del av havørnparene sine områder for nærings-

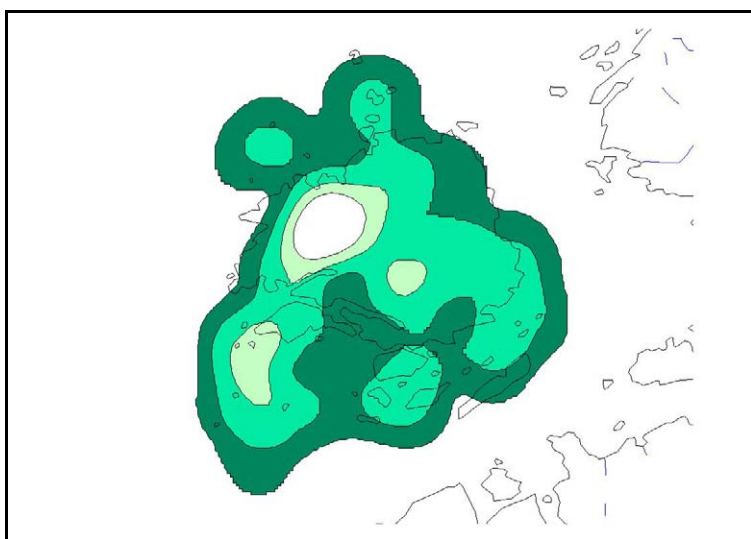
søk ute i øye og i skjærgården, mens de har hekkeområdet inne på øya. Begge har åpenbare territorialfunksjoner som blir forsvart av ørnene, men uten annen fysisk sammenheng med hverandre enn flukrutene som ørnene benytter mellom dem. Det er dermed hekketerritoriene og reirene som ligger i og omkring vindkraftverket. Ved at disse områdene ikke gir tilskudd til næringsgrunnlaget, kan de hekke tettere her enn i områder med mer tradisjonelle territorier.

Når havørnpar hekker så nær hverandre som de gjør på Smøla, oppstår problem med identifisering av ulike par, ettersom avstand mellom alternative reirtomter brukt av samme paret, kan være like stor eller større enn avstanden mellom reirene til nabopar. Kriteriet for å identifisere de ulike parene er derfor at det må være konstatert samtidig hekkeaktivitet. Dette arbeidet kan være komplisert, og det fører også til at det opereres med minimumstall. Derfor er det fremdeles mulig at det kan finnes ytterligere par som ikke er identifisert ennå.

Kategoriseringen av hekkesuksess er i "Prosjekt havørn" gjort i forhold til følgende kriterier: *Vellykket hekking* er reir hvor det er blitt konstatert store fullfjærete unger. *Mislykket hekking* betyr reir som har eggskallrester, reir hvor rugende fugl eller små unger er observert, men med ingen flygedyktige unger. *Ikke-hekkende par* er benyttet for reir med tilført begrenset mengde nytt reirmateriale eller hvor det har vært mytefjær og dun av voksenfugl. Begge disse siste kategoriene gir holde-punkt for at det fremdeles var territoriale fugler til stede denne sesongen. For reirlokalteter hvor det *ikke ble påvist aktivitet*, kan alternativene omfatte flere mulige situasjoner. Det kan bety at fuglene har forlatt hekketerritoriet og enten kan være på søk etter alternativer, eller de kan ha gått ut av bestanden (dødd eller blitt drept). Erfaringer fra "Prosjekt Havørn" viser imidlertid at mangel på aktivitetsspor på reirlokalteter i hekkesesongen kan være normalt selv om paret er til stede og holder territoriet kontinuerlig. Det er åpenbart påvirket av faktorer som hekkemotivasjon og om rikelig tilgang på reirmateriale utløser byggeatferd (A.O. Folkestad pers. medd.). Kategoriseringen er følgelig noe usikker.

#### Geografisk fordeling av de hekkende parene på Smøla

Alle reir er posisjonsfestet med GPS, og alle hekketerritorier kan dermed kartfestes for hvert år. Fordelingen av kjente havørnterritorier i Smøla kommune (**Figur 4**) viser at det er størst tetthet innenfor den delen av kommunen hvor vindparken er lokalisert. Kernelmetoden som er benyttet her, er en ikke-parametrisk sannsynlighetsmodell som blir benyttet for å beskrive den romlige fordelingen av lokaliseringer innenfor et leveområde (Worton 1989). Med denne metoden beregner man ulike prosentarealer som angir sannsynligheten for at en tilfeldig utvalgt lokalisering er innenfor det oppgitte arealet.



Figur 4. Tetthetsfordeling av havørnterritorier i Smøla kommune, vist som kernel sannsynlighetsellipser. Disse gir en indikasjon på hvor det er størst tetthet av territorier. Her er det angitt fire typer ellipser. Hvit farge angir hvor det er 40 % sannsynlighet for å finne et gitt territorium, mens de andre fargene viser tilsvarende for 60, 80 og 95 % sannsynlighet. - Density of sea eagle nests in Smøla municipality, shown as kernel densities with polygons for 40 (white), 60, 80 and 95 % probability.

## Bestandsutvikling

Overvåkingen har omfattet alle kjente reirplasser i Smøla kommune, også der et territorium har hatt flere alternative reir (se eks. på dette fra 2006 i **Vedlegg 1**). Status for territoriene i eller innen en avstand på 2 km fra vindparken de fire årene undersøkelsen har pågått, er gitt i kommentarer under tabellen i vedlegget.

For en art som havørn kan ikke hekkebestanden fastslås ut fra en enkelt sesong med hekkeundersøkelser. Et år med vellykket hekking kan bli etterfulgt av et år uten spor av aktivitet på reiret, for så igjen å etterfølges av et år med vellykket hekking. Et eksempel på dette er reir 8, som produserte unger i 2003 og 2005 (se **Tabell 1**). Det er derfor bare over tid at en kan avgjøre hvorvidt et par er produktivt eller ikke.

To par har fått status som hekkepar, det vil si at de har gjort hekkforsøk uten å lykkes i å få frem unger de siste årene, men spor av aktivitet viser at de fortsatt holder territoriet. Det er ikke unormalt at noen par over en årrekke vil mislykkes med å få frem flygedyktige unger, mens andre par tilsynelatende klarer dette år etter år (se par 6 i **Tabell 1**).

*Tabell 1. Situasjonen i registrerte havørnterritorier i eller inntil 2 km fra Smøla vindpark 2002-2006. Det er uklart hvilken status en kan gi reir "?", ettersom dette kan ha vært et forsøk i 2001 fra et par som har måttet forlate vindparken, men som senere ikke har hatt aktivitet i det aktuelle området. Opplysninger om unger i 2002 er gitt av "Prosjekt Havørn". - Status for sea eagle territories in Smøla wind farm and a buffer zone of 2 km around it 2003-2006.*

Territ./ par nr.	2002	2003	2004	2005	2006	Status
1		Bygd reir	1 unge	Mytefjær	Litt mytefjær	Produktivt par
2		Ingen akt.	Tilgrodd	Tilgrodd	Tilgrodd	Forlatt, aktivitet i 2001
3		Påbygd reir	Litt påbygd	2 unger	Få mytefjær	Produktivt par
4		<u>Eggskall</u>	<u>Eggskall</u>	Mytefjær	Ingen spor	Uklar status
5		Litt påbygd	Ingen akt.	Tilgrodd	Tilgrodd	Forlatt
?	Kvist	Urørt	Urørt	Urørt	Urørt	Forsøk 2002, forlatt
6	1 unge	1 unge	2 unger	1 unge	2 unger	Produktivt par
7		Spor(dun)	2 unger	Nytt reir	Påbygd	Produktivt par
8		2 unger	Ingen akt.	1 unge	Få mytefjær	Produktivt par
9		Ingen akt.	Ingen akt.	Ingen akt.	Ingen akt.	Forlatt
10	1 unge	<u>Eggskall</u>	Ingen akt.	Nytt reir	Påbygd	Hekkepar
11		Ingen akt.	Påbygd reir	Mytefjær	Ingen spor	Uklar status
12		Ingen akt.	Litt påbygd	Påbygd	1 unge	Produktivt par
13	1 unge	Ingen akt.	<u>Reir sprengt bort under anleggsarbeid</u>			Forlatt
14		2 unger	<u>Sprengt reir</u>	1 par	Ingen spor	Forlatt
15		1 voksen	Påbygd	Mytefjær	<u>Eggskall</u>	Hekkepar
16	2 unger	Påbygd reir	Påbygd reir	1 unge	Ad. sett tidlig	Produktivt par
17		2 unger	Ingen akt.	Ingen akt.	2 unger	Produktivt par
18		Påbygd reir	2 unger	Påbygd reir	Mytefjær	Produktivt par
19		-	(Bygd reir)	<u>Eggskall</u>	Ad. sett tidlig	Hekkepar



Tabell 2. Status for territorier (par) i Smøla vindpark og innenfor en avstand av 2 km yttergrensene for vindparken pr. 2006. Reir "1?" gitt i Tabell 1 er ikke tatt med her. - Status for territories (pairs) pr. 2006 in Smøla wind farm, including a zone of 2 km around it. Nest "1?" in Table 1 is not included.

Status	Situasjonsbeskrivelse	Antall territorier
Hekkende par	Par med ungeproduksjon 2003-2006 og påvist spor i 2006	9
	Par med hekkeforsøk 2003-2006	3
Uklar status	Par uten påvist aktivitet det siste året	2
Forlatte territorier	Reir sprengt vekk, tilgrodd reir, ingen aktivitet tre siste år	5
Sum		19

Før utbyggingen startet, var det identifisert 14-16 hekkende par i eller i antatt influensområde for vindparken. Etter undersøkelsene frem til 2006 kan en konkludere med at det i tidsperioden for for- og etterundersøkelser (2001–2006) er påvist minimum 18 forskjellige hekketerritorier/havørnpar (ut fra samtidig aktivitet i de forskjellige territoriene), evt. 19 om en lokalitet med uklar status medregnes (**Tabell 2**). Det er likevel mulig at så mange som 21 forskjellige par kan ha hatt hekkeplass i området i løpet av perioden (Folkestad & Dahl 2007). Til nå har minst fem av disse parene forlatt sine territorier.

Fire par har uklar status ut fra situasjonen i 2006, der det ikke er påvist tegn til aktivitet på reiret, bortsett fra at voksne fugler kan være sett tidlig i sesongen. Bare kommende års resultater vil vise om disse fortsatt er hekkende par, eller om de vil inngå i kategorien forlatte reir, dvs. hvor det ikke har vært registrert aktivitet på reiret i løpet av de tre siste årene. To reir i vindparken ble sprengt vekk under anleggsarbeidet i forbindelse med trinn 2.

I 2006 var det bare ett havørnpar som gjennomførte hekking inne i vindparken, der en unge kom på vingene. Reirplassen ligger eksponert mot en av de interne veiene i vindkraftverket, og det er første gang det er konstatert produksjon i dette reiret. Voksenfuglene ble sjelden observert ved reiret utover i sesongen, og dette må vurderes opp mot stor vedlikeholdsaktivitet av anleggspersonellet i dette området. Det var også en del andre forstyrrelser i tilknytning til dette reiret, bl.a. ved en brann i nærmeste vindmølle og av helikopter som fløy over reiret og landet ikke langt unna i forbindelse med en redningsøvelse i vindparken (**Figur 5**).



Figur 5. Redningshelikopter som ble brukt under en redningsøvelse i Smøla vindpark våren 2006. Ved to anledninger passerte helikopteret i lav høyde over det eneste reiret med hekking dette året. Den rugende fuglen var tydelig stresset, men fløy ikke av reiret (foto: Espen Lie Dahl).- Rescue helicopter used in a practice in Smøla wind farm spring 2006. At two occasions it passed at low level above the only successful sea eagle nest within the wind farm this year. The incubating bird was obviously stressed, but didn't leave the nest.

Ut over dette var det bare ett par vest for og ett par øst for vindkraftverket som gjennomførte hekking 2006, begge med to unger. Det ene reiret ligger i en avstand på nesten 2 km til nærmeste vindmølle, det andre mer enn 1 km unna.

Ett havørnpar (reir nr. 3 i **tabell 1**) fikk i 2005 fram flygedyktige unger i et tradisjonelt reir så nær som 32 m fra en vindturbin. I 2002 lå fugl på egg i dette reiret, men avbrøt. Det var en viss aktivitet både i 2003 og 2004. Paret holdt således fast ved reiret under og etter utbyggingen. Tross vellykket utflygning 2005 er det likevel ikke mulig å si om dette skyldes habituering, eller om det er et eksempel på ekstrem stedtrohet. Det er imidlertid velkjent at etablerte havørnpar forsøker i det lengste å holde fast ved tradisjonelle reir. Det er en rekke eksempler på at vellykket hekking ekstremt nær menneskelige inngrep og aktivitet har vært etterfulgt av permanent flytting (se Follestad et al. 1999). Den ene av de to ungene ble drept av den nærmeste turbinen mot nord i begynnelsen av september, før den hadde forlatt foreldreterritoriet. Denne delen av vindkraftverket var avstengt for trafikk hele 2005, og driftsmessig var også aktiviteten (kontroller, vedlikehold) på et minimum. I 2006 ble det notert voksenfugl ved reiret helt ved innledningen til hekkesesongen, men ikke seinere, og det var heller ikke spor av reirbygging.

### Hekkesuksess

Hekkeresultatet de siste fire årene, basert på en kategorisering av funn på reirlokaltetene i forhold til påvist aktivitet, viser at relativt få ørnepar i eller nær inntil vindparken har hatt vellykket hekking (**Tabell 3**). Innenfor grensene for hele vindparken har det ikke i noen av årene vært flere enn to par med vellykket hekking. I 2004 var det ingen vellykkede par, og bare ett med mislykket hekkforsøk. Det kan stilles spørsmål ved om dette kunne skyldes den store aktiviteten innenfor vindparken i forbindelse med utbygging av veinettet og fundamenter for vindmøllene. I randsonen rundt vindparken, ut til 2 km, er det noen flere par som har hatt vellykket hekking, men likevel er det bare om lag ett av fire par som har hatt vellykket hekking (**Tabell 3**). Dette er lavt i forhold til tidligere resultater, både for vindparken og Smøla totalt sett.

Ved en mer detaljert analyse av overvåkingsdataene fra Smøla, vil det være nødvendig å se nærmere på hvordan status skal kategoriseres for de enkelte parene hvert år, både ut fra årets resultater og sett i lys av resultater fra tidligere år. DNA-analyser av fjær vil her være et viktig supplement for å vise om det er de samme fuglene som bruker territoriet over en årrekke, eller om utskiftninger/forflytninger av en eller begge foreldrefuglene kan forklare de observerte resultatene. Så langt er det skilt mellom utbyggingsområdene for trinn 1 og 2, men når parken nå er ferdig utbygget og i ordinær drift, vil det for kommende år være naturlig å behandle hele vindparken under ett.

*Tabell 3. Hekkestatus i planområdet for hele Smøla vindpark og i en avstand på inntil 2 km for årene 2003-2006. - Status for breeding pairs of sea eagles within Smøla wind farm (above) and within a buffer zone of 2 km (below).*

Hekkestatus	2003	2004	2005	2006
Innenfor vindparken				
Vellykket	2	0	2	1
Mislykket	5	1	3	1
Ikke-hekkende par	3	3	3	5
Ingen aktivitet	4	7	4	5
Utenfor vindparken, i en randsonsone på 2 km				
Vellykket	2	4	2	2
Mislykket	2	1	2	2
Ikke-hekkende par	1	0	2	3
Ingen aktivitet	1	2	1	0
Sum vellykkede par	4	4	4	3

Tabell 4. Antall havørnunger som har vokst opp i planområdet for trinn 1 og 2 av Smøla vindpark og i en avstand på inntil 2 km rundt hele vindparken for årene 2003–2006. - The number of young sea eagles fledged inside step 1 and 2 of Smøla wind farm and within the buffer zone of 2 km around the whole wind farm in 2003–2006.

Område	2003	2004	2005	2006
Innenfor vindparken				
Trinn 1	0	0	2	0
Trinn 2	4	0	1	1
Innenfor randsonen på 2 km	3	7	2	4
Totalt i området	7	7	5	5

Antall kull (vellykkede par) samlet for vindparken og innenfor en randsonen på 2 km har gått ned fra fire kull hvert år i 2003-2005 til tre kull i 2006 (**Tabell 3**). Antallet unger har i det samme området vært syv i 2003 og 2004, og fem i 2005 og 2006 (**Tabell 4**).

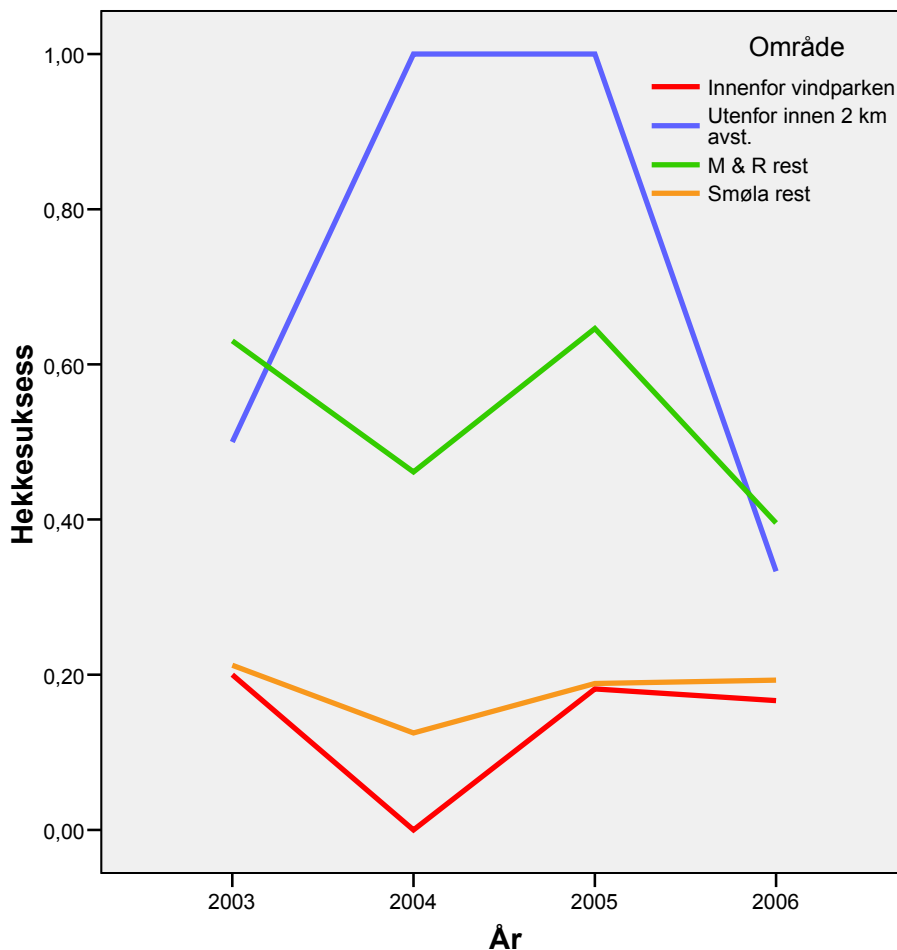
Ungeproduksjonen i og nær vindparken har vært lav i undersøkelsesperioden. Innenfor selve utbyggingsområdet for trinn 1 av Smøla vindpark har det således bare vokst opp unger i ett av de fire årene 2003 - 2006 (**Tabell 4**).

Antall havørnunger produsert i vindkraftområdet har gått ned i prosjektperioden, spesielt innenfor vindparken dersom en sammenlikner med resten av Møre og Romsdal (**Figur 5**). I området utenfor, men innenfor 2-km-grensa, har imidlertid produksjonen vært god, men det er få par det her er snakk om. En må her ta i betraktning at undersøkelsen er gjort over få år, og tilfeldigheter kan spille en rolle.

Havørnas hekkeresultat kan variere betydelig fra år til år og fra distrikt til distrikt. Basert på data for hele prosjektperioden til "Prosjekt Havørn" tilbake til 1974, kan det statistisk forventes at et havørnpar gjennomfører vellykket hekking hvert annet år, men det kan være en betydelig variasjon mellom enkeltpar. Enkelte par gjennomfører således årlig vellykket hekking over perioder på 15 år, mens i andre territorier er det ikke reproduksjon mer enn en gang på 30 år ("Prosjekt Havørn"). I gjennomsnitt har reproduksjonen i Norge vært 0,65 unger/territorieholdende par/år ("Prosjekt Havørn").

Hvorfor reproduksjonen er såpass lav som den er i resten av Smøla, er uklart. Den er her på samme nivå som innenfor vindparken, med unntak av buffersonen på 2 km. Resultatene har til nå vist at hekkebestanden innenfor vindparken og dens nærmeste omgivelser er redusert i forhold til det den var før utbyggingen av vindparken tok til. Det trengs imidlertid en videre overvåking for å se hva som vil være de langsiktige effektene av vindparken i driftsfasen.

Det er vel kjent at havørna er stedtro mot den hekkelokaliteten den har valgt. Vi vet ikke om det på Smøla kan ha kommet inn nye fugler eller om det er de etablerte parene som fortsatt forsøker seg. Smøla har en meget tett hekkebestand av havørn, og det vil ikke være lett for et par som oppgir sitt opprinnelige territorium i vindparken eller den umiddelbare nærhet, å finne et ledig og optimalt hekkeområde. For en vurdering av de langsiktige effektene av vindparken, vil det derfor være viktig å fortsette overvåkingen også utenom vindparkområdet for å kunne fange opp eventuelle nyetableringer. Kombinert med DNA-analyser som kan vise hvilke individer som bruker de ulike territoriene fra år til år, kan en øke kunnskapen om hva som skjer i en havørnbestand som blir påvirket av en vindkraftutbygging, noe som kan være viktig bakgrunnsinformasjon når virkninger av nye vindparker skal konsekvensvurderes.



Figur 5. Hekkesuksess (andelen vellykkede hekkinger i okkuperte territorier) for havørna på Smøla i 2003–2006, inne i og utenfor vindparken i randzone på 2 km, sammenliknet med øvrige deler av Smøla og andre deler av Møre og Romsdal. - Breeding success (relative proportion of successful breeding attempts in occupied territories) for sea eagles at Smøla in 2003–2006, inside the wind farm and within the buffer zone of 2 km, compared to other parts of Smøla and the rest of Møre and Romsdal County.

Fra prosessen med en konsekvensutredning ble igangsatt for Smøla vindpark, har antall registrerte territorier økt noe på Smøla. Dette er trolig bare et resultat av bedre kunnskap, og ikke nye etableringer. Den viste økningen skyldes derfor ikke en reell økning i bestanden på Smøla, som i øvrige deler av landet ("Prosjekt Havørn"). Der territoriene ligger tett og parene ikke hekker vellykket hvert år, er det bare ved samtidig tilstedeværelse eller DNA-analyser at en kan være i stand til å si at det faktisk er to par som bruker de reirene som en før antok tilhørte bare ett par.

Vi har sett at havørna kan hekke vellykket svært nær ei vindmølle (i 2005). Men året etter var det ingen aktivitet å spore i dette reiret. Bare videre overvåking vil vise om paret ga opp dette territoriet etter sesongen 2005, da de ble utsatt for en del forstyrrelser gjennom hele sesongen, eller om dette paret vil komme tilbake etter ett eller to "friår".

### 3. Døde fugler og flaggermus under vindmøller

Formålet med dette prosjektet har vært å få et mål på hvor mange fugler som blir drept eller skadet av vindmøllene på Smøla. Fokus var i utgangspunktet først og fremst på havørn, men ved å bruke trenete hunder til søket, kan en nå oppdage mindre arter.

Fra tilsvarende undersøkelser i en rekke utenlandske vindparker er det kjent at i noen vindparker er kollisjoner med turbiner et stort problem, men omfanget av tapene kan variere svært mye. Det har også blitt et økende fokus på til dels store tap av flaggermus i flere vindparker (Jain et al. 2007).

For en gjennomgang og drøfting av ulike metoder for søk, se **Vedlegg 2**. På Smøla er det søkt etter døde fugler både med personell (til og med juli 2006) og senere med trente hunder.

#### 3.1 Funn av døde havørner

Fra august 2005 er det funnet 10 døde havørner på Smøla, som alle er blitt drept av vindmøllene (**Tabell 5**). Syv av disse har vært voksne og antas å ha vært forplantningsdyktige. De tre andre har vært ungfugler som ble klekket i eller nær vindparken i 2005, og alle var påmontert GPS-sender.

Tabell 5. Havørner drept i kollisjoner med vindmøller på Smøla i 2005 - 2006. - *White-tailed sea eagles found as collision victims near the wind turbines at Smøla 2005-2006.*

Funn nr.	Funn-dato	Met. <sup>*)</sup>	Mølle-nummer	Alder og kjønn	Merknader
2005					
1	03.08	3	21	Voksen hunn	
2	10.10	2	43	Voksen	
3	31.10	2	14	Årsunge	Satelittsender
4	30.12	2	22	Voksen	Unge fra Smøla 1997
2006					
5	09.04	3	25	Unge fra 2005	Satelittsender
6	28.04	4	16	Unge fra 2005	Satelittsender
7	03.05	1	21	Voksen hunn	
8	04.05	1	42	Voksen hunn	Rugeflekk
9	05.05	1	15	Voksen hann	Rugeflekk
10	01.09	1	38	Voksen hann	Merket som unge i Halså 2000

<sup>\*)</sup> 1 = funnet ved ordinært søk etter døde fugler (NINA), 2 = funnet tilfeldig av ansatte i vindparken, 3 = funnet tilfeldig av andre, 4 = funnet etter at flere signaler fra GPS viste at fuglen lå rolig.

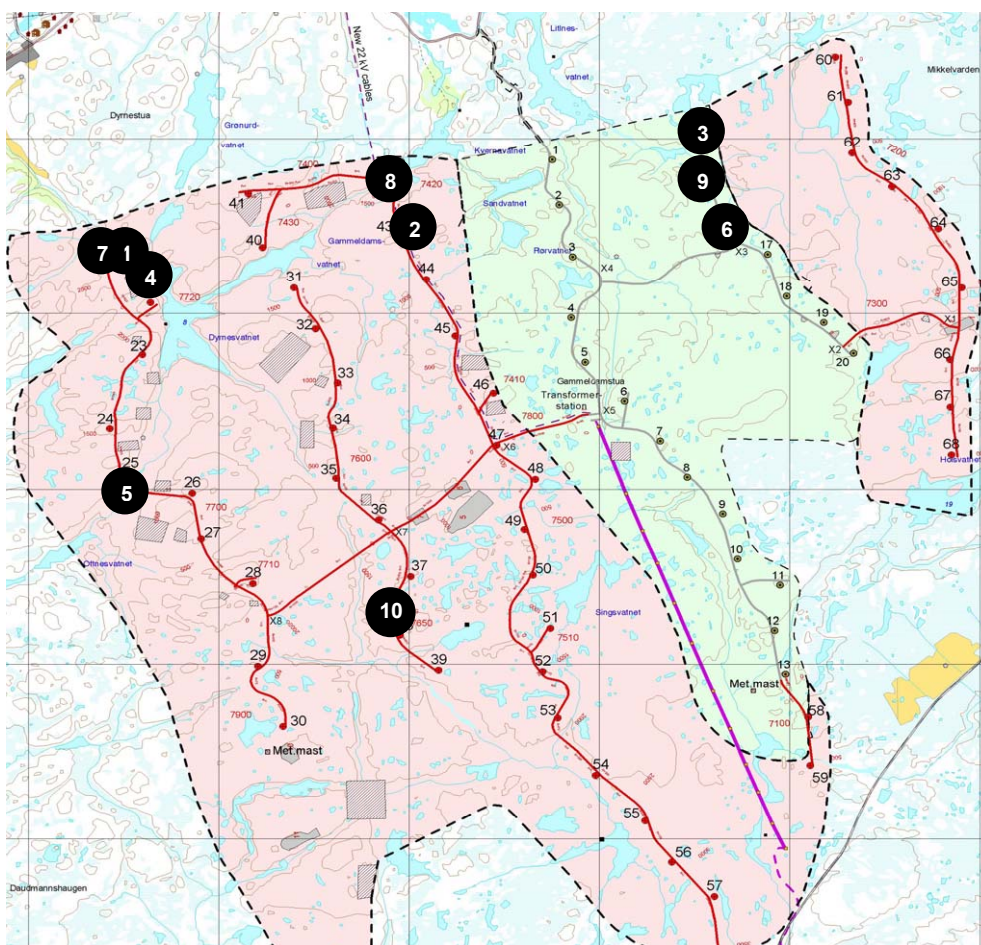
#### Funnomstendigheter og lokalisering

De fem første havørnene ble funnet tilfeldig av turgåere (nr. 1 og 5, se **Tabell 5**) eller av ansatte i vindparken (nr. 2-4). Fire av disse ble funnet på oppstillingsplassene for vindmøllene, og den femte (nr. 4) ca 100 m fra vindmøllene da ansatte i vindparken tok en snarvei mellom mølle 21 og 22.

De fem siste er alle funnet av NINA. Den ene (nr. 6) ble funnet etter at satelittsenderen begynte å sende signaler fra samme posisjon. Den ble funnet i grøfta like ved krysset mellom mølle 16 og 17. Posisjonene viser at den har ligget rolig på samme sted siden kl. 14 14. april. Den hadde fått avkappet en del av ene vingen, og det kan se ut som om den hadde lagt seg ned og blitt liggende en stund før den døde. Den veide bare 3,6 kg, mot over 5 kg ved merking.

De fire siste er alle funnet gjennom søk som er utført for å finne døde fugler. De tre første av disse (nr. 7-9) ble funnet av NINAs personell ved søk i en radius av 50 meter fra vindmøllene. Den siste (nr. 10) ble funnet i live under søk med hund.

Åtte av de ti ørnene er funnet under vindmøller i den nordlige delen av parken (**Figur 6**). Det kan synes å være et mønster i dette, og årsakene kan være ulike. Kollisjonene kan f.eks. ha skjedd mens havørnene har vært på vei inn til sine hekketerritorier / reir inne på øya fra jaktområdene i skjærgårdsområdet. Kollisjonene kan imidlertid også gjerne ha skjedd i forbindelse med territoriemarkering og territorielle stridigheter. De to ungene som ble funnet våren 2006, ble begge funnet under vindmøller nær reirene de vokste opp i året før. Det er kjent at unge havørner ofte vender tilbake til det området der de er født året etter (Nygård et al. 2000). Dette medfører en ekstra kollisjonsrisiko for de det gjelder.



Figur 6. Lokalisering av havørner som er funnet døde eller skadet etter kollisjoner med vindmøllene i Smøla vindpark fra august 2005. For flere detaljer om funnene, se Tabell 5. - *Localizations of white-tailed sea eagles found dead or injured by collisions with wind turbines at Smøla wind farm since August 2005. For details about each case, see Table 5.*

Det er mange faktorer som hører inn i en risikomodell for havørn i nærheten av en vindmøllepark. Tilfeldigheter kan ha forårsaket opphopningen av dødsfall våren 2006, men vi trenger å gå inn i meteorologiske data for å se om det kan gi noen holdepunkter for å se om det kan tenkes å ha sammenheng med spesielle værforhold. Datasettet med GPS-bestemte posisjoner på ungene må analyseres nærmere for å se om det er noen mønstre i bevegelse.

sene som kan gi føringer i en modell. Alle slike risikomodeller er stokastiske, ikke deterministiske, det vil si at det er bare i det lange løp, og i et stort materiale, at en kan teste deres holdbarhet. Til slutt må det hele bygges inn i en populasjonsmodell, hvor inputdata er reproduksjonsrate for det enkelte aldersklassene og overlevelsesraten til disse. Da vil en etter hvert få et visst holdepunkt for å se om situasjonen for havørna på Smøla er bærekraftig eller, eller om den blir avhengig av immigrasjon utenfra. En slik analyse, (PVA, population viability analysis) vil bli gjennomført i videreføringen av prosjektet.

## 3.2 Obduksjon / Patologi

Alle havørnene som er funnet i Smøla vindpark, ble tatt vare på og sendt til Veterinærinstituttet i Trondheim, hvor de ble obdusert. Formålet med den patologiske undersøkelsen var å få holdbare data på dødsårsaker, og mest mulige detaljer om disse, for å forstå hvordan ulykkene inntraff. Et sentralt mål var i å rekonstruere vinkelen mellom rotorbladets og ørnens lengdeakse, for å få kunne sannsynliggjøre om individet var truffet ovenfra, nedenfra eller fra siden.

### Metodikk

Ørnene ble som regel mottatt i frosset tilstand. Etter tining ble fuglen røntgenfotografert, først og fremst for å dokumentere forandringer i deres normal anatomiske beliggenhet, men også for å fange opp eventuelle andre, ikke kollisjonskorrelerte forandringer. Deretter ble ørnene obdusert, forandringer journalført og fotografert. Bruddskader ble tegnet inn på en skisse (**Figur 7**). For å synliggjøre vinklingen mellom ørnas og rotorbladets lengdeakse ble det, dersom fordeling av skadene ga grunnlag for dette, ekstrapolert en linje igjennom bruddene.

### Materiale

Av de ti havørnene fra Smøla som er undersøkt, var fire av kadavrene fullstendige, mens seks manglet hele kroppsdeler eller organer. Hos tre fugler hang kroppen fortsatt sammen, mens fire var todelt. Hos to fugler hang den skadete vingen sammen med kroppen kun med hudfletter, slik at de ble oppført som tredelt. Et kadaver bestod av fire enkeltdeler. Av de ti ørnene var det ett individ som ikke viste tegn på forråtnelse (fersk), fire viste liten og tre fugler uttalt forråtnelse, mens to ble klassifisert som mumifisert / maserert (**Tabell 6**, se også **vedlegg 3**).

Tre av de fire ørnene hvor kraftretning kan antydes, er truffet nedenfra, mens den fjerde er truffet ovenfra (**Tabell 6**).

### Resultater

Skadebildet hos alle ørnene bærer preg av at kroppene har vært utsatt for svært sterke krefter, og ligner i stor grad på det skadebildet som er beskrevet for fotgjengere påkjørt av bil og motorsyklister som har kollidert med lysstolper, wirer, mm. (Dimairo 2001). I motsetning til skadede fotgjengere mangler ørnene imidlertid varierte sekundære skader som for eksempel kommer av at kroppen blir slått på bilpanser, frontrute eller kastet over bakken. Kun hodeskadene funnet ved ørnene 2 og 5 tilskrives trauma i sammenheng med at fuglen traff bakken. Disse skadene er ofte mindre omfattende brudd eller blødninger og skiller seg tydelig fra det massive skadebildet forårsaket av rotorbladene.

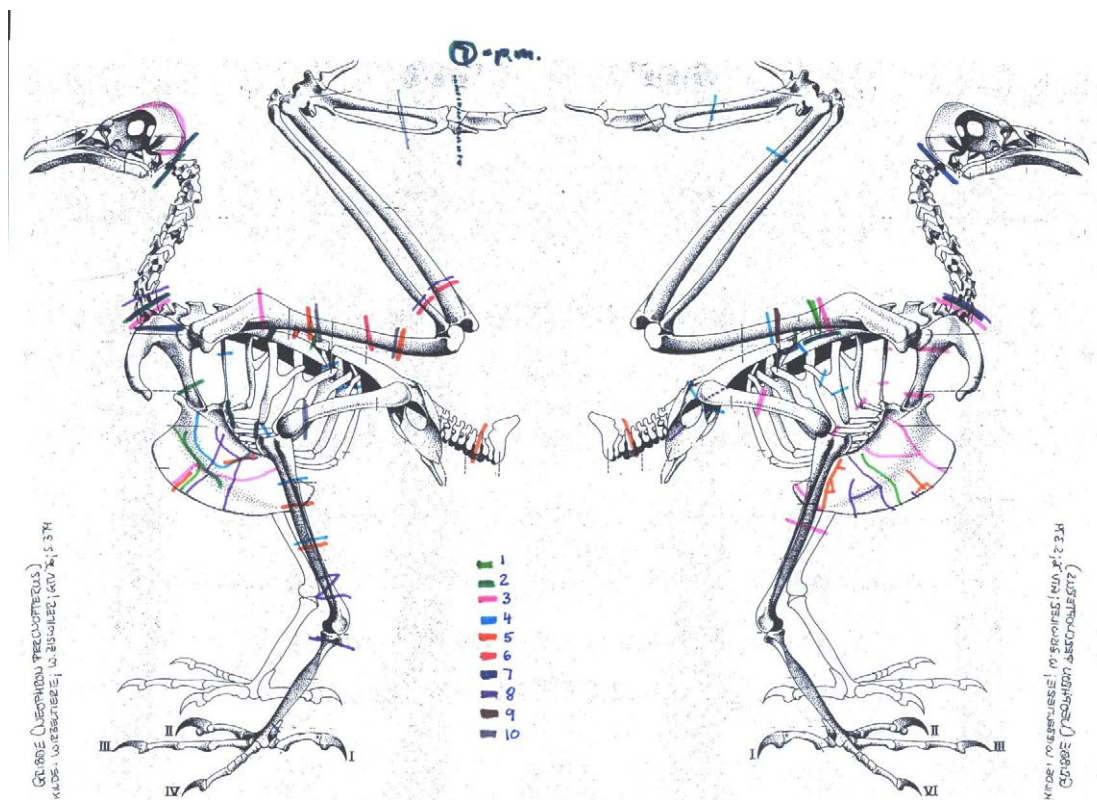
#### **Skader i AB-sonen** (se *Figur 8* for definisjon av soner)

Storparten av ørnene (8 av 10 individer) viste skader i AB-sonen og med unntak av en fugl anses skadevirkningen hos disse å ha vært umiddelbar letal (**Tabell 6**). Unntaket (ørn nr. 10) hadde en fraktur i det nedre venstre lårbeinet, en skade som altså til tross for at lårbeinet ligger innenfor AB sonen, er lokalisert utenfor kroppshulen og dermed kan anses som en perifer skade.

Tabell 6. Sammendrag av karakter og lokalisasjon av skader på havørnene samt noen vurderinger av skadene. For inndeling av skadesoner, jfr. Figur 8. - Summary of type of damage and its localization on the sea eagles (cfr. Figure 8) and some judgements of the damage.

Individ Jrn.nr.	Prøve	Vesentlige skader. L = letal, I = immobiliserende	Brudd- akse	Kraft- retning	Skade- sone
0567/5 1	Frem- og bakdel, forråtnelse +++ Indre organer mangler	Fraktur i ett plan: brystbein, brystvirvel og overarmsbein → L	Ja	Ukjent	AB
0569/5 2	Kadaver Forråtnelse +	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trauma venstre side av kropp (brystbein, coracoid), ruptur hjertebasis og venstre lunge (<b>Vindmølle</b>) → L</li> <li>Hodetrauma venstre (bruddskader nebbrot, blødning i øye) (<b>Landing</b>)</li> </ul>	Nei	Neden- fra ↑	AB
0568/5 3	Masererende / mumifiserende kadaver, høyre vinge manglet	Frakturer: øvre, ven. kranium høyre clavícula og coracoid brystbeinet brystvirvel → L venstre overarm hø. lårbein og underlårbein	Nei	Neden- fra ↑	AB
0018/6 4	Frem- og bakdel, forråtnelse +++ indre organer mangler	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brudd av virvelsøylen i predisponert lokalisasjon → L</li> <li>multiple brudd i brystregionen</li> <li>brudd av vinge og bein på motsatt side</li> </ul>	Mulig	Ukjent	AB BC CD
0671-2 5	Firedelt. For det meste maserert. Indre organer mangler	Mangler omfattende deler av venstre skrog (ribbein, v. hofte, lårbein, deler av overarm). Brudd av virvel-søylen mellom notarium og synsacrum. Brystmuskulaturen mangler. → L	Nei	Uklar sanns. venstre bak-og ovenfra	AB, BC
0671-1 6	Kadaver Forråtnelse +	Splintret, åpen fraktur av venstre albueleddet → I venstre vinge B – E mangler. → I	Punkt- skade	Nei	BC
0546/6 7	Kadaver Forråtnelse +	Dobbelfraktur i hals → L Frakturer i skulderregionen Akserelasjonsskader i brystkassen → L	Nei	Ovenfra ↓	AB
0544/6 8	Mangler hode, storparten av cV + ytre v. vinge Forråtnelse +	Brudd i bein, vinge, brystbein og bekken. Ruptur av lever → L	Nei	Neden- fra ↑	AB CD
0724/6 9	Kadaver forråtnelse +++	Høyre vinge mangler → I. 2 hagkuler i lungene etter tidligere påskyting.	Punkt- skade	Uklar	BC
0545/6 10	Ferskt kadaver	Frakturer i venstre vinge og bein → I	Mulig	Ukjent	AB BC CD



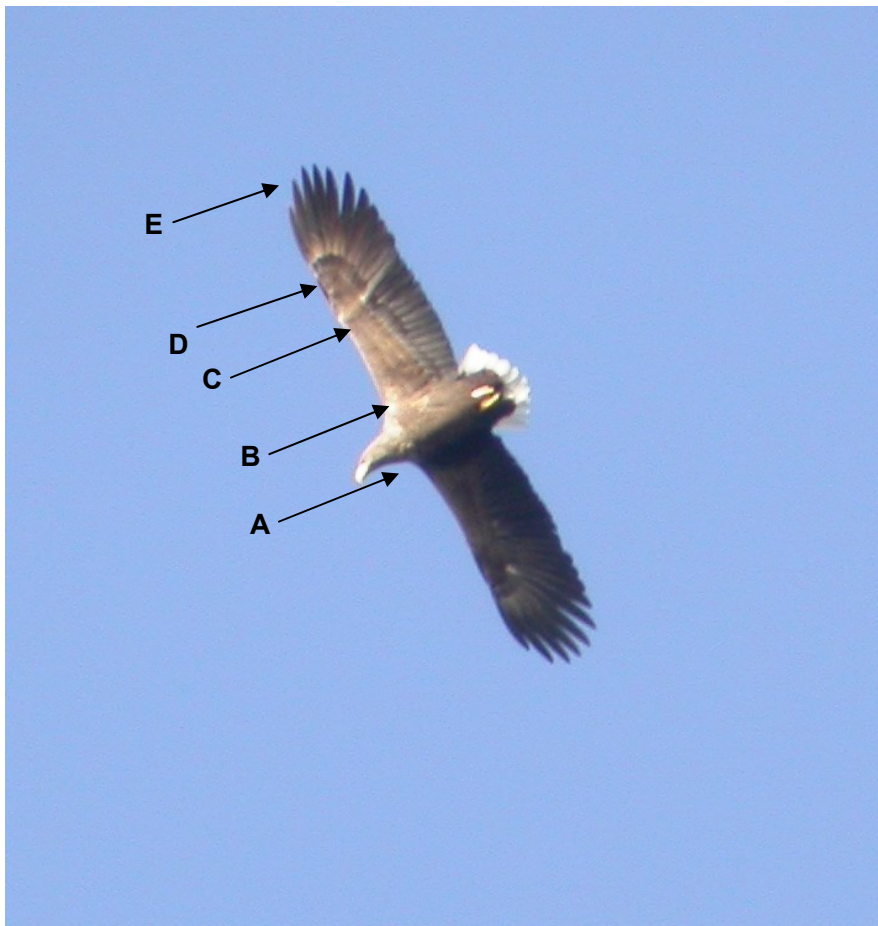


Figur 7. Skisse brukt for å dokumentere skjelettskader. Det er tegnet inn skader av alle fugler (kumulativt skadebilde). - Sketch used to document damages on the skeleton. Damages of all ten eagles are drawn.

Et indisium for massiv, plutselig akselerasjon er eksartikulasjon/brudd i virvelsøylen (se nedenfor) og overrivning av tunge, forholdsvis dårlig fikserte organer i kroppshulen. Hos fire fugler (nr. 1, 3, 4, 5 i **Tabell 6**) manglet de indre organene eller de var masererte / mumifiserte og dermed diagnostisk utilgjengelige. Av de resterende seks ørner var tre (6, 9, 10) hovedsakelig skadet i BC-regionen. I motsetning til disse viste de gjenværende tre fugler (2,7,8) letale overrivninger i hjertebasis (2,7) respektive i leveren (8). Resultatet kan indikere at et perifert kraftig slag som er kraftig nok til å rive av en vinge (traumatic amputation, se nedenfor) ikke nødvendigvis akselererer den gjenværende fuglekroppen i så høy grad at det fører til typiske akselerasjonsskader.

Alle havørnene som er funnet døde på Smøla (jfr. **Tabell 6**), har hatt omfattende skader på kroppen eller indre del av vingen. I utgangspunktet kan en kollisjon også skje ved at rotorbladet treffer de ytre delen av vingen, hånda med bein og kjøtt og den aller ytterste delen som utgjøres av de store håndsvingfjærene (**Figur 8**).

Dersom et rotorblad treffer ørnen vil kroppens akselerasjon medføre at skjelettdelene med beliggenhet nær tyngdepunktet (med konsentrering av de indre organene) blir utsatt for den høyeste belastningen. Blir fuglen truffet ovenfra vil virvelsøylen bli påført en konkav bøyning. Ettersom den sentrale virvelsøylens eneste bevegelighet ligger foran notarium og bakenfor synsacrum er det disse lokalisasjoner som er predisponert for brudd. Det samme gjelder i prinsippet ved en kraftpåvirkning nedenfra og fra sidene, men fra disse retningene er virvelsøylen beskyttet av andre kroppsdeler. Av de ti undersøkte ørnene hadde seks (1, 3, 4, 5, 7, 8) ørner brudd i minst en av disse lokalisasjonene. Virvelsøylen ved overgang mellom bryst og hals virker å være særlig utsatt, for det ene fordi den ikke er skjermet av brystbein eller clavica-/coracoid, og for det andre fordi det relativt tunge hodet ved et sammenstøt her vil utøve et sterkt kraftmoment.



Figur 8. Soner av ei havørn som kan treffes av rotorbladet på ei vindmølle. A-B = kroppen, B-C = indre del av vingen, C-D = ytre del av vingen (med bein), D-E = ytterste delene av de lange hånd-svingfjærene (foto: Jan Ove Gjershaug). - Zonation of a sea eagle that may be hit by the rotor on a wind turbine.

Blir fuglen truffet nedenfra vil brystbeinet og underlårsbeinene være de mest utsatte beinene. Av de syv ørnene som viste letale skader i AB regionen hadde seks (1, 2, 3, 4, 5, 8) frakturer i brystbeinet. Bare ørn 7 hadde et uskadet brystbein, men denne fuglen var den eneste som vi med sikkerhet mente at rotorbladet traff ovenfra. Ved en (2) av de seks ørnene mener vi bestemt at den ble truffet nedenfra. Av de samme seks ørnene er det fire (3, 4, 5, 6) som viser brudd i ett underlårsbein, hvilket gjør dette beinet til den hyppigst skadete fot knokkelen i undersøkelsesmateriale.

De bevegelige ribbeinene antas å ha en støtdempende funksjon, særlig i forhold til vertikalen kraftvektorer. Fire (3, 4, 7, 8) av ørnene med letale skader i AB regionen hadde brudd i ribbeinene. Ørn fem, som hadde omfattende skader i virvelsøyle og brystbein, manglet blant annet alle venstre ribbein, slik at skadebildet for denne ørna forblir ufullstendig.

Av de ørnene som viste letale skader i AB regionen og hvor det ikke var klart om de var truffet ovenfra eller nedenfra (1,4,5), var det bare ørn 5 som skader bare på en side. De andre hadde skjelettskader både på venstre og høyre side. Det er derfor ikke grunnlag for å vurdere om treff fra rotorbladene i hovedsak kom fra høyre eller venstre side.

#### **Skader i BC-sonen**

Tre av de undersøkte havørnene hadde skader som ikke virket umiddelbar letal, men førte til immobilisering.

- Ørn nr. 6 ble funnet i grøfta etter at satellittsenderen den hadde, sendte signaler fra samme posisjon siden 14. april. Den ble funnet den 28.4., dvs. at den hadde ligget på stedet i omtrent 14 dager. Kroppsvekten hadde da minsket med 1,4kg i forhold til veiing ved merking, en reduksjon som tilsvarer 28 %. Obduksjonen viste generell avmagring og bilateral atrofi (reduksjon) av brystmuskulaturen, noe som enda tydeligere enn kroppsvektsparemeteren demonstrerer at ørnen overlevde kollisjonen med rotorbladene og dessuten fortsatt levde over en betydelig tidsperiode. Imidlertid var fordøyelsesorganene ikke fullstendig tømte. Det er uklart om det kraftige traumat førte til minsket resorpsjon av føret (Heidenreich 1995) eller om ørnen til slutt døde av andre årsaker enn sult, som dehydrering, blodtap, hypo- eller hypertermi eller en kombinasjon av disse

- Ørn 9 var en hann på 4,9 kg som var i godt hold. Det høyre overarmsbeinet var brukket på halv høyde og skadene på tilgrensende muskulatur, sener og hud var på samme høyde. Sårkantene var glatte og virket som skåret av. Igjen er skadebildet i overensstemmelse med det som er rapportert fra påkjørelser og motorsykelulykker i forbindelse med høy hastighet (traumatic amputation) (Dimaio & Dimaio 2001).

- Også ørn 10 overlevde kollisjonen med vindmøllen. Denne fuglen var imidlertid i godt hold. En vurdering av blødninger på ørna da den ble funnet (av tilkalt veterinær), indikerte at den bare hadde ligget noen timer innen den ble avlivet.

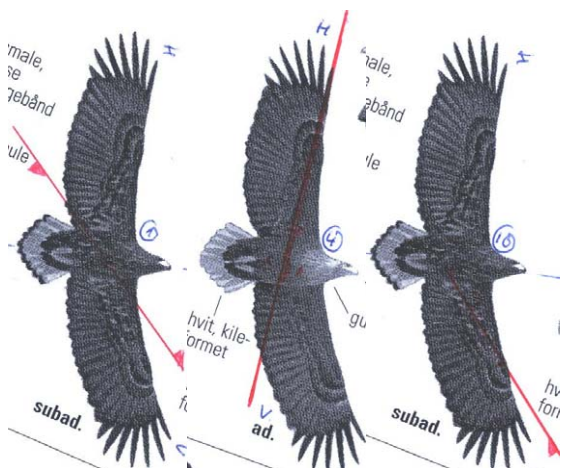
### **Skader utenfor AB- og BC-sonen**

Det er rimelig å anta at skader i sonene CD og DE kan omfatte brudd av mindre bein i vingespissen. Slike mindre skader kan imidlertid ha store konsekvenser for fuglen. Brandwood et al. (1986) undersøkte hyppigheten av forekomst av grodde beinbrudd hos dyr og fant en langt mindre hyppighet ved fugler ( $\pm 3\%$ ) enn ved pattedyr ( $\pm 1\%$ ). Sannsynligheten for at et brudd vil gro er deretter altså svært liten og en tilsynelatende liten skade kan fortone seg å være langt mer alvorlig for fugler enn for andre dyr.

### **Vinkel mellom rotorbladets og ørnas lengdeakse**

Det viste seg å være vanskelig å rekonstruere vinklingen mellom rotorbladets og ørnens lengdeakse med grunnlag i de døde ørnene. Hos ørnene 6 og 9 var en vinge avrevet uten at andre deler av kroppen ble skadet enn amputasjonsstedet. Disse ble derfor journalført som "punktskade" og mulig skadeakse ble ikke vurdert på disse to ørnene. Kun skadebildet ved ørn 1 ga trygt nok grunnlag for et estimat. Ved denne fuglen viste brystbeinet en tydelig, bent forløpende frakturlinje i omtrent  $45^\circ$  vinkel fra høyre bak til venstre fram. Bruddlinjen lå vinkelrett nedenfor et brudd i virvelsøylen. I tillegg var det et brudd av overarmsbeinet som lå i forlengelse av bruddaksen i brystbeinet (**Figur 9**).

Mulig skadeakse er angitt for ørn 10 (noe lengre fram ifra enn vinkelrett til fuglens lengdeakse) og for ørn 4 (noe lengre fram- eller bakfra enn vinkelrett til fuglens lengdeakse).



Figur 9. Ekstrapolert skadeakse av ørn 1, 4 og 10. - Extrapolated axis of damage on sea eagles no. 1, 4 and 10.

### Andre funn

Så langt det lot seg bedømme viste ingen av ørnene tegn på andre skader eller sykdom. Imidlertid var framskreden forråtnelse, oppbløtte og ødelagte sårkanter, mumifikasjon, ufullstendige kropper og massive multiple traumer egnet til å overdekke eventuelle andre sykdomsforhold eller skader. Gjennomgang av røntgenbilder ga ikke funn av tidligere beinbrudd. Røntgenbilde av ørn nr. 9 avslørte imidlertid to små pellets etter påskyting med hagle, som ble bekreftet ved obduksjon og påvist i høyre lungen (**Figur 10**). Ellers ble det ikke påvist røntgenologisk diagnostiserbare forandringer.



*Figur 10. Røntgenbilde av ørn nr. 9, med to hagl i høyre lunge. - X-ray photo of sea eagle no. 9, with to pellets in the right lounge.*

### Skader på havørner som er funnet

Alle havørnene som er funnet døde på Smøla, har hatt omfattende skader på kroppen eller indre del av vingen (se eksempler på dette i **Figur 13-15**). I utgangspunktet kan en kollisjon også skje ved at rotorbladet treffer andre deler av vingen. Det er ikke gjort analyser av hva som ville ha vært en forventet fordeling av skader på ørna. Dette vil variere både med bl.a. den vinkel rotorbladet har i forhold til kroppen i det den treffer, og hvor utstrakt vingen er i dette øyeblikket. Treffer rotorbladet skrått på kroppen, kan det forventes skader både på kropp og indre del av vingen, evt. også på foten på motsatt side av vingen. Hvis ørna f.eks. i siste øyeblikk blir klar over faren den befinner seg i og prøver å vri seg unna, kan det også påvirke hvor rotorbladet vil treffe.

Syv av ørnene har hatt skader på kropp og/eller indre del av vingen og tre på indre del av vingen, mens ingen har hatt skader bare på de ytre delene av vingen (**Figur 16**). Dette strider mot det en kunne forvente, ettersom det trolig er en større sannsynlighet for å bare de ytre delene av vingen.

Dette reiser spørsmål ved om vi gjennom våre søk etter døde fugler i nærområdene ved vindmøllene, har vært i stand til å oppdage fugler med slike skader. Ei ørn som får skader bare i ytre deler av vinge, og som ikke får alvorlige skader når eller hvis den treffer bakken, kan godt klare å bevege seg enten ved å gå eller å bakse seg av gårde langt nok til at den vil være godt utenfor vårt søksområde.



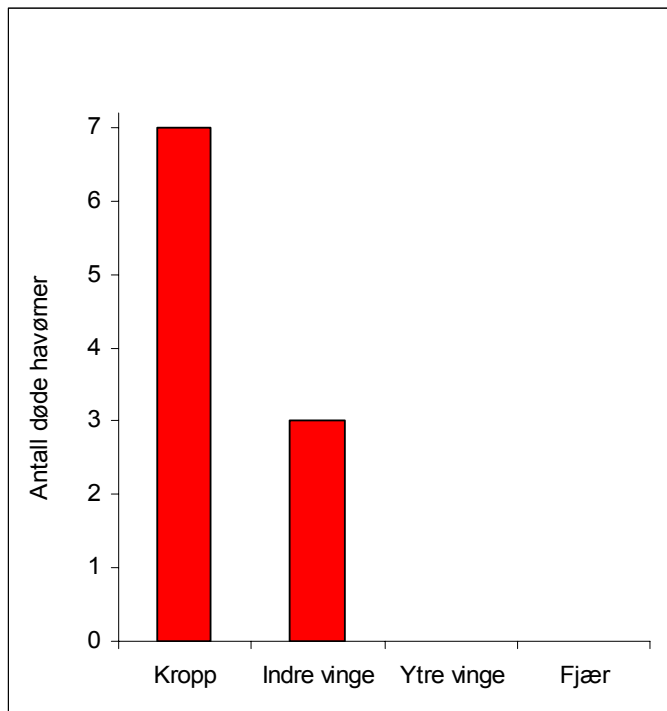
Figur 13. Fremre del av havørn nr. 1, ble funnet i Smøla vindpark i august 2005. Foto: Espen Lie Dahl. - Front of sea eagle no. 1, found in Smøla wind farm in August 2005.



Figur 14. Skadebilde ved obduksjon av havørn nr. 3, funnet i Smøla vindpark oktober 2005. Merk kraftige skader om lag på tvers av brystbeinet. - Damages shown by post mortem of sea eagle no. 3, found in Smøla wind farm in October 2005. Note heavy damage roughly across the sternum.



Figur 15. Røntgenbilde av havørn nr. 3, som ble funnet i Smøla vindpark oktober 2005. Her kan det ut fra bruddskader synes som om kraftretningen ved kollisjonen har vært omlag  $45^\circ$  på kroppen, jfr. Figur 14. - X-ray of sea eagle no. 3, found in Smøla wind farm in October 2005. From this picture it might look like the direction of the stroke has been about  $45^\circ$  on the body, cfr. Figure 14.



*Figur 16. Antall døde havørner etter hvor på kroppen/vingen de har hatt skader som følge av kollisjoner med vindmøller i Smøla vindpark 2005-2006. For soneinndeling av kropp og vinge, jfr. Figur 10. Individuer som inngår i gruppen med skader på kroppen, kan også ha skader på deler av vingen. Merk at det ikke er funnet noen havørner med skader i bare de ytre delene av vingen.*  
 - The number of dead white-tailed sea eagles classified from where on the body/wing they have been hit by the blade of the turbines in Smøla wind farm 2005-2006. For the division of the body and the wing, see Figure 10. Birds in the group with damage on the body may also have damages in the wing. Note that no eagles have been found with damage only in the outer parts of the wing.

I siste del av mai 2006 ble det observert ei havørn med skader i den ene vingen på Averøya, ei øy sørvest for Kristiansund. Da den først gang ble sett, var den fortsatt i stand til å bakse seg fra holme til holme, men etter ei uke var den så avkreftet at den ikke kunne fly (A.O. Folkestad pers. medd.). Den hadde fått flere av de store håndsvingfjærene kappet tvert av, og hadde redusert evne til å fly. Trolig ville den bare i begrenset grad ha vært i stand til å jakte på mat på egen hånd. Denne ørna var ringmerket for 10 år tidligere på Smøla, og skadebildet kan vanskelig forklares på annen måte enn at det er truffet av en vindmølle. I så fall kan dette være et eksempel på en skade som vi ikke har registrert i våre undersøkelser på Smøla. Ørna ble tatt i pleie og er fortsatt i live.

Slike tilfeller er vanskelige å oppdage, og skadeomfanget på havørn som følge av kollisjoner med vindmøllene kan derfor være større enn de ti fuglene vi har registrert til nå. Det er sannsynlig at vi ikke klarer å fange opp det reelle antall havørn som dør en tid etter at de ble truffet som følge av skadene de da ble påført.

Vingeskadde havørner vil sannsynligvis begynne å vandre så snart det umiddelbare sjokket er over. Motivet for å vandre vil være søk etter mat og sikkerhet, og for havørna er det i tilknytning til sjøen. Dette betyr at de vil søke seg mot sjøen i de fleste tilfeller, alternativt til dekning i landskap og vegetasjon. Dette betyr at det er sannsynlig at de vil søke seg ut av vindkraftområdet. Det vil derfor være vanskelig å få en oversikt over slike tilfeller, men vi må likevel vurdere om det er mulig å justere vårt arbeid med søk etter døde fugler, slik at vi kanskje kan oppdage også fugler som har beveget seg vekk fra vindmøllene.

### Oppsummering patologi

Alle havørnene som er funnet døde i Smøla vindpark, hadde omfattende traumer som tegn på at de hadde blitt utsatt for massive mekaniske krefter. Slike forandringer kan ikke forklares med naturlige årsaker. Relevante antropogene årsaker ved siden av kollisjon med vindmøller, er kollisjon med bil eller fly.

Utover at skadebildet er blitt beskrevet hos de døde havørnene, har de gjennomførte obduksjonene tydeliggjort ytterligere behov og reist en del nye spørsmål. De obduserte havørnene med immobiliserende skader har vist at fuglene kan overleve kollisjon med vindmøller. I undersøkelsesmaterialet var det ingen individer som viste kun skader i sonene CD og/eller DE, hvilket indikerer at disse ørnene ikke ble fanget opp av undersøkelsene. For å kunne vurdere effekten av vindmøllene på havørnbestanden, bør en vurdere utvidete søk med hund i nærområdene til parken. Ettersom overlevende ørner sannsynlig vil gjennomgå en periode der deres kondisjon svekkes, må en regne med at de vil være mer utsatt for utmattelse og sykdom (parasitter, infeksjonssykdommer, mangelsykdommer, mm), og om slike fugler finnes, bør de gjennomgå patologiske undersøkelser.

Alle havørnene ble frosset ned før de ble sendt til NINA. Fryseprosessen medfører krystallisering av vann i kroppscellene, slik at celleveggene sprennes. Dette medfører at verdien av en eventuell histologisk undersøkelse reduseres kraftig. Det ble derfor ikke tatt vevsprøver for histologisk undersøkelse, hvilket reduserer helhetsbildet mht å vurdere generell helsestatus, kondisjon og alderstaksering av skader på vev, mm.

Dersom det er av interesse å få en formening om hvor lenge havørna har ligget død på bakken, om den var i live etter kollisjonen, og hvor lenge den i så fall har overlevd, må slik informasjon innhentes ved en målorientert dokumentasjon av funnstedet og ved at kadavrene blir oversendt til obduksjon i ferskest mulig tilstand og ufrosset. Da må det på forhånd være utarbeidet en plan for hurtig varsling og rutiner for sending og henting. Bl.a. må det på forhånd være avklart med Fylkesmannens miljøvernavdeling at døde havørner eller andre fugler på den norske rødlista, kan sendes direkte til NINA uten at tillatelse til dette må innhentes i hvert tilfelle.

Å belyse overlevende ørners eventuelle skader nærmere har ikke minst et betydelig interesse mht dyrevelferd. For å optimalisere utbyttet av den patologiske undersøkelsen bør en vurdere å utvide omfanget. Røntgenologisk fotografering i to plan i stedet for bare ett, kan øke andelen av ørner der en kan uttale seg om kraftretningen ved kollisjonen. En standardisert undersøkelse av fjærdrakten bør gjennomføres for å lære mer om rotorbladenes effekt på fjærene. Det er også ønskelig å sikre eventuelle fjærrester som etter en kollisjon måtte være igjen på rotorbladet for å kunne kontrollere konklusjonene som ble trukket på grunnlag av de patologiske undersøkelsene.

Tre av fire ørner hvor kraftretningen kunne fastslås, er truffet nedenfra. Det er ikke mulig nå å forklare dette, og materialet er også alt for lite til å kunne foreta noen vurderinger av det. Men dersom senere undersøkelser viser at det er en reell forskjell, er det mulig at en må forsøke å se det i sammenheng med om ørnene lettere ser bevegelser som kommer ovenfra og dermed kan unngå disse.

Se **Vedlegg 3** for detaljer omkring de patologiske undersøkelsene.

### 3.3. Søk etter fugl og flaggermus med hund

Formålet med dette prosjektet har vært å få et mål på hvor mange fugler som blir drept eller skadet av vindmøllene på Smøla. Fokus var i utgangspunktet først og fremst på havørn, men ved å bruke trente hunder til søket, kan en nå oppdage selv de minste artene.

Fra tilsvarende undersøkelser i en rekke utenlandske vindparker er det kjent at i noen vindparker er kollisjoner med turbiner et stort problem, men omfanget av tapene kan variere svært mye. Det har også blitt et økende fokus på til dels store tap av flaggermus i flere vindparker (Jain et al. 2007). For en gjennomgang og drøfting av ulike metoder for søk, se **Vedlegg 2**. På Smøla er det fra 2005 søkt etter døde fugler både med personell og senere med trente hunder.

Funn av de døde fuglene ved vindmøllene på Smøla er funnet både gjennom søk av feltpersonell, søk med hunder og av turgåere i parken. I **Tabell 9** gis en oversikt over funnene. I motsetning til havørn er ingen av disse fuglene obdusert, og slik sett kan det være usikkert om alle reelt er kollisjonsdrepte fugler. Imidlertid var funnomstendighetene av disse fuglene slik at det var vanskelig å finne en annen troverdig dødsårsak på disse. I tillegg til fuglene i tabellen er det funnet ei lirype, med fjær som lå på en relativt tydelig ribbeplass for rovfugl. Denne er derfor ikke inkludert som sannsynlig vindmølle drept fugl.

*Tabell 9. Registrerte funn av andre fugler enn havørn ved vindmøllene på Smøla. Tabellen er oppdatert med funn til og med 11. april 2007. - Other birds than sea eagles found at the wind turbines in Smøla wind farm. The table is updated up to 11 April 2007.*

Art	Funn dato	Funnet av *)	Mølle nr.	Avstand mølle (m)	Retning mølle	Tilstand
Grågås	Juni 2003	3	3	?	?	Gamle rester
Sangsvane	Vinter 05/06	3	23	ca 25	?	
Kråke	08.09.05	2	62	22	Sørvest	Ligget få uker
Gråhegre	18.10.05	2	19	38-52	Øst	Fjær spredt fra kropp
Stormåke ub.	11.05.06	2	9	35	Øst	
Kråke	12.05.06	2	63	25	Sør	
Enkeltbekkasin	Juli 06	3	34	15	Sør	
Gråhegre	25.08.06	1	36	40	Sørvest	Maks to uker
Skjeand	02.09.06	1	9	19	Nordvest	Ligget maks. en dag
Stormåke ub.	13.09.06	1	58	48	Nord	Gamle rester
Måke ub.	13.09.06	1	59	52	Øst	Gamle rester
Gråtrost	01.12.06	1	58	35	Øst	Intakt
Lirype	20.12.06	1	38	41	Øst	Fjær spredt av fugl
Lirype	03.02.07	1	33	3-21	Øst	Fjær spredt av fugl
Alkekonge	03.02.07	1	68	13	Øst	Ligget maks en dag
Lirype	01.03.07	1	37	11	Sørøst	Fjær spredt av fugl
Lirype	15.03.07	1	44	55	Øst	Fjær spredt av fugl
Enkeltbekkasin	03.04.07	1	37	23	Sørvest	Gamle rester
Lirype	03.04.07	1	21	50	Øst	Fjær innenfor 2 m
Lirype	03.04.07	1	37	48	Nordøst	Fjær spredt av fugl
Havhest	11.04.07	1	37	23	Sørøst	I live, "uskadet"

\*) 1 = funnet ved søk med hund, 2 = funnet av person i søk, 3 = funnet av andre.

Det er altså funnet 20 andre fugler enn havørn som vi ut fra omstendighetene ved funnplassen finner som mest sannsynlig er drept ved kollisjon med vindmølle, enten vinger eller tårn. I tillegg er det funnet en levende og "uskadet" havhest. Avstandene fra møllene for disse varierer mellom 3 og 55 meter fra mølletårnets basis. Mange møller er representert. Til sammen er minst 12 arter funnet (**Tabell 9 og 10**).



Foreløpig vet vi ikke hvor lang tid døde fugler blir liggende på bakken ved en vindmølle. Vi har derfor satt i gang eksperiment for å finne andelen som ligger på plass etter 1 og 2 uker fra de havner på stedet. Samtidig vet vi så langt ikke hvor stor andel av de fugler som ligger i ulike avstander fra møllene som blir funnet ved søkemetoden vi bruker. Studier for å avdekke dette vil bli gjennomført i 2007.

### Funn av flaggermus

Ei flaggermus ble funnet ved vindmølle 44 den 11. august 2006 (**Figur 17**). Den lå 40 m vest for mølle 44, i et helt åpent landskap. Ved hjelp av bilder ble den bestemt til nordflaggermus (Jeroen van der Kooij pers. medd.).

Nærmeste normale forekomst av flaggermus er antakelig langs riksvegen og bebyggelsen på nordsida av øya, selv om vi ikke med flaggermusdetektor så langt har kunnet finne noen forekomst annet enn øst på Smøla.

### Sammendrag pr. april 2007

Det er hittil med relativt stor sikkerhet funnet 31 individer av fugler og ei flaggermus ved vindmøllene på Smøla (**Tabell 10**). Vi kan så langt bare konstatere tallene, og analyser av tallene eller estimerer av kollisjonsdrepte fugler kan ikke gis før det finnes tall på estimerer på søkseffektivitet og hvor lenge døde fugler vil bli liggende ved vindmøllene.

Resultatene viser at 17 av 31 fugler er av arter som veier rundt eller over 1 kg. Den minste fuglearten som er funnet er gråtrost som veier rundt 100 g. Det er påfallende at det ikke er funnet en eneste fugl tilhørende den store mengden fuglearter som veier under 100 g. Nordflaggermus veier drøyt 10 g. Dette kan skyldes at åtselere som ravn og kråke lett fjerner de minste artene, men dette må studeres nærmere bl.a. utleggingsforsøk, der døde fugler legges ut for å se hvor lenge disse blir liggende.

*Tabell 10. Antall fugler og flaggermus funnet ved vindmøllene på Smøla, inndelt i vektclasser.- The number of birds and bats found at the wind turbines in Smøla wind farm, shown in weight classes.*

Vektklasse	Art	Species	Antall
> 1000g	Havørn	White-tailed eagle	10
	Sangsvane	Whooper swan	1
	Grågås	Greylag goose	1
	Gråhegre	Grey heron	2
ca 1000g	Måker	Gulls	3
500-1000g	Havhest	Fulmar	1
	Kråke	Hooded crow	2
	Skjeand	Shoveler	1
	Lirype	Willow grouse	6
100-500g	Alkekonge	Little auk	1
	Enkeltbekkasin	Common snipe	2
ca 100g	Gråtrost	Fieldfare	1
ca 10g	Nordflaggermus	Mammals: Bats	1
SUM			31 fugler 1 flaggermus



Figur 17. Funn av nordflaggermus i Smøla vindpark august 2006.- A northern bat (*Eptesicus nilssonii*) found in Smøla wind farm in August 2006.

## 4. GPS-satellittsendere på havørninger

Formålet med dette prosjektet har vært å få bedre kjennskap til hvordan unge havørner født i eller nær vindparken bruker terrenget rundt reiret etter at de forlater dette, og om bevegelsesmønsteret utsetter dem for en økt kollisjonsrisiko. Etter hvert vil slike data kunne brukes i en generalisert risikomodell for havørn i nærheten av vindmøller. Få lignende studier er gjort tidligere, men i den store vindparken i Altamont Pass i California er det utført en studie på kongeørn ved hjelp av VHF-sendere. Der ble det merket 179 ørner, hvorav 61 ble funnet igjen døde, og 38 % av disse var sikkert drept av turbinblader. I tillegg ble det estimert at opptil 30 % til var vindmølleredrept, men hvor senderen var ødelagt, slik at de ikke lot seg finne igjen (Hunt et al. 1998). 10 av 25 merka som reirunger ble vindmølleredrept. Ellers er det gjort en studie av dvergterne med VHF-sendere i nærheten av en planlagt vindpark i Storbritannia (Perrow et al. 2006). Så vidt vi vet er vår studie den første som er gjort med bruk av satellittsendere.

### Metoder og materiale

Under prosjektets gang er det brukt ulike typer satellittsendere for å kartlegge ungfuglens bevegelser i og rundt Smøla vindpark (**Tabell 11**). Felles for alle er at de monteres som en ryggsekk på fuglen, med remmer foran og bak vingen (Buehler et al. 1995), en metode som er vist å ha liten innflytelse på fuglens overlevelse eller hekkesuksess (Hunt et al. 1992).

Vi startet med å benytte en type GPS-sendere (GPS POSREC backpack 100, Televilt, Sverige) som har en programmerbar drop-off funksjon, noe som skal gjøre det mulig for brukeren å hente inn senderen etter at den på en brukerbestemt dato skal ramle av fuglen. Senderen kan lokaliseres ved hjelp av peileutstyr som fanger opp et VHF-signal som sendes når senderen droppes. Ungfuglene var forventet å holde seg i eller nær hekkeområdet til midten av oktober (Nygård et al. 2000). GPS-posisjonene har en nøyaktighet på 5-10 meter.

Det oppstod problemer med utløsningsmekanismen på flere av senderne, slik at vi i 2004 delvis valgte å ta i bruk en ny type sender med solcellepanel (Microwave Telemetry Argos/GPS 70g, **Figur 17**). Denne typen lader batteriene så lenge det er nok dagslys (dette betyr at en normalt ikke kan regne med å få data i en periode midtvinters), men den vil potensielt kunne sende data gjennom hele ørnas levetid. Vi har til nå montert slike på 10 unger, hvorav tre er gjenbrukte sendere. I 2005 og 2006 utstyrte vi tre havørninger med en ny type sender; en batteridrevet GPS-sender (Microwave Telemetry LC4), som sender en posisjon pr dag hele året, med en forventet levetid på tre år.

*Tabell 11. Fordeling av sendertyper brukt på havørninger på Smøla fra 2003 til 2006. I parentes bak antall av drop-off sendere er gitt antall sendere som ble funnet igjen. – The number of different types of transmitters used on juvenile sea eagles on Smøla 2003-2006. In parentheses the number of drop-off transmitters that were relocated.*

Sendertype	2003	2004	2005	2006	Totalt
GPS Simplex drop-off	6 (1)	2 (2)			8 (3)
Solcelledrevet Argos/GPS		2	4	4	10
Batteridrevet LC4/GPS			2	1	3
Sum alle typer	6	4	6	5	21



Figur 17. GPS-sender av typen Microwave Telemetry Argos/GPS med solcellepanel. – GPS transmitter of type Microwave Telemetry Argos/GPS with solar panel.

Tabell 12. Varighet i antall uker de har sendt eller lagret data (for drop-off) hos sendere som vi har fått data fra i perioden 2003-2007 (til og med februar 2007). – Duration in weeks of transmission or acquisition of data (for drop-off) of the transmitters from June 2003 – February 2007.

	Sender nr.	2003	2004	2005	2006	2007
GPS Simplex	75		11			
	132	15				
	199		12			
Argos/GPS	52454		19			
	52455		17	40	38	3
	58966			16	12	
	58967			9		
	58968			15	24	
	58969			14	7	
	67124				19	3
	158966*				16	
	158968*				14	
	158969*				4	
LC4	58964			27	37	
	58965			27	21	
	67123				28	8

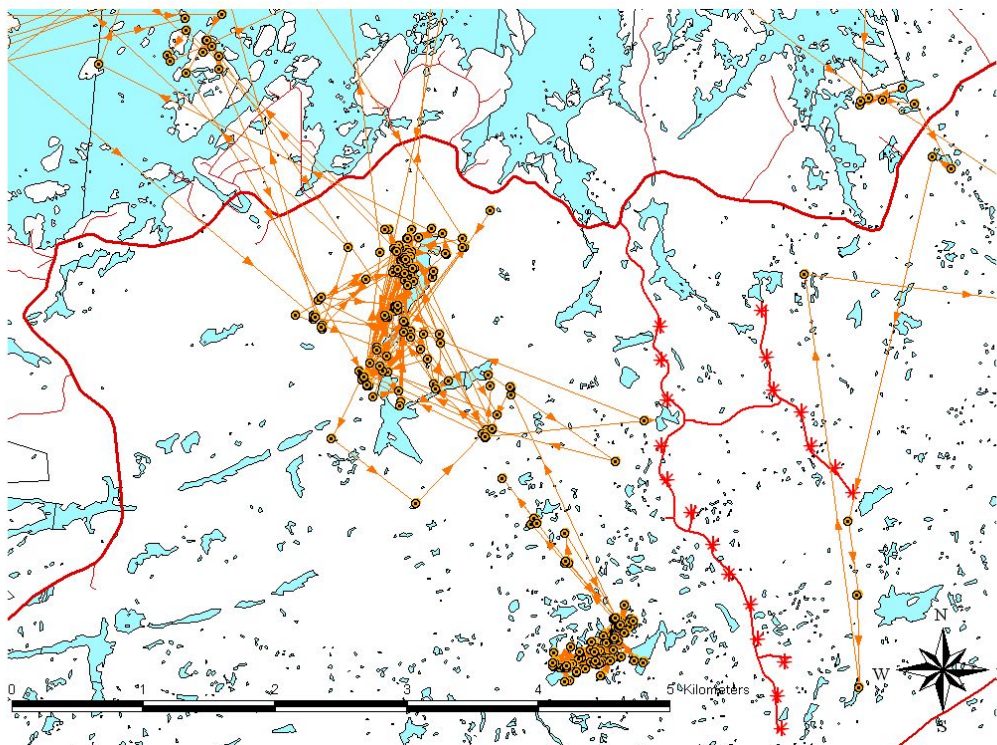
\*Gjenbrukte sendere

Dataene ble analysert ved hjelp av GIS (ArcView med Animal movements extension, Hooge et al. 1999), etter først å ha blitt behandlet med et spesielt parsing-program for ekstrahering av data fra Argos-satellittene, og senere ved bruk av egenutviklede programmer i SPSS ver.14.0.

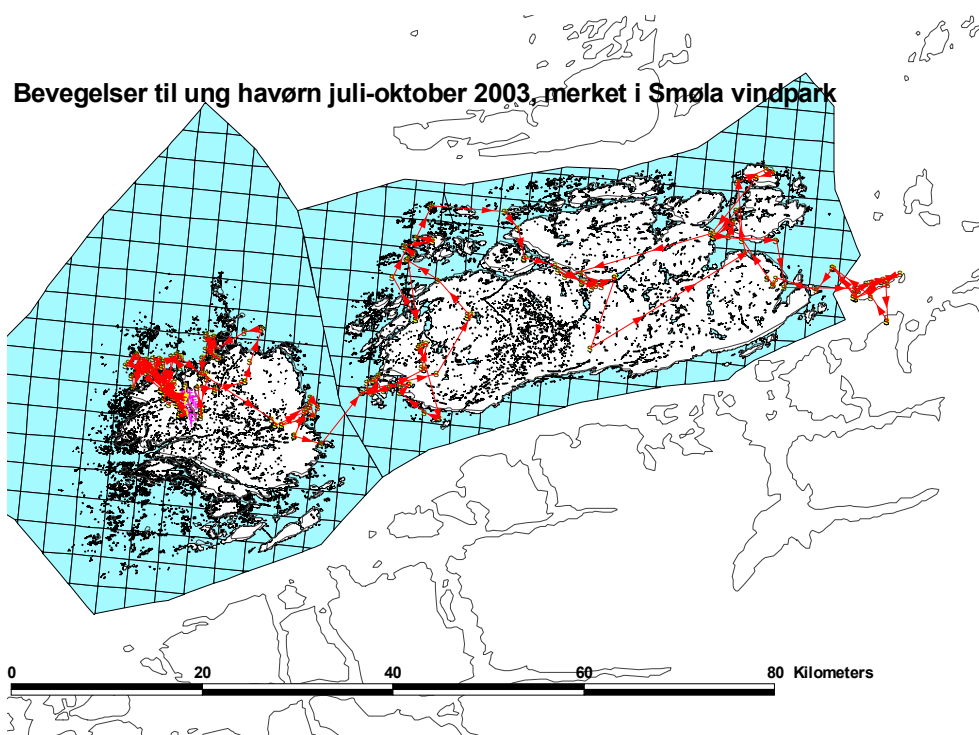
## Resultater

Det første året fikk vi data bare fra ei ørn merka med GPS-sender, denne var av drop-off-typen (**Tabell 12**). I den første tida holdt ungen seg i reirområdet (**Figur 18**, plottene nederst), men beveget seg ikke inn mot vindparken. Den syntes å søke seg noe mot vest, men sannsynligvis ikke så langt at den kom i konflikt med nabopar. Etter en tid begynte den å streife i retning mot sjøen, før den slo seg ned i et annet område nordvest for reiret. Etter dette vendte den ikke tilbake til reirområdet så lenge senderen mottok data. I dette området holdt den også god avstand fra vei, men hadde et par turer inn mot vindparken. Det er mulig - men ikke vist - at ungen trakk i samme retning som foreldrene vanligvis kom med mat til ungen, slik at den møtte foreldrene på halvveien.

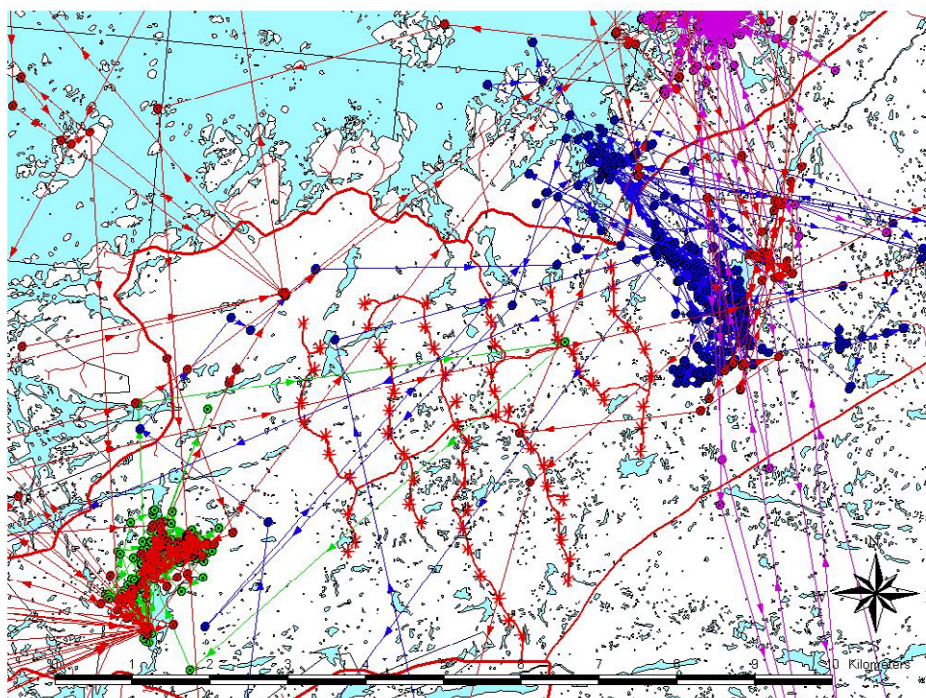
Havørna har ofte faste innflygingsruter fra næringssøksområdene til reirområdet, avhengig av terreng og vindforhold. Dette er et mønster som gjenkjennes også i lavkupert terreng, som på Smøla, og som åpenbart benyttes der territoriene ligger tett (Prosjekt Havørn). Dette kan tolkes som en måte å unngå konflikter på. Med et slikt atferdsmønster synes det å ha vært liten risiko for kollisjoner med møllene for denne ungen. En av flere mulige årsaker til dette kan være at ungen måtte holde seg der foreldrene ville mate den. Etter dette trakk ungen ut mot skjærgården, der den streifet noe mer omkring. Dette kan tolkes som egen jaktatferd etter foreldrene hadde avsluttet å mate den. I bare to tilfeller har den vært svært nær møllene vurdert ut fra GPS-signalene, men her må det anføres at posisjonene bare er et øyeblikksbilde for hver tredje time. Senere tok den en tur helt mot øst på Hitra, før den igjen satte kursen mot Smøla. Senderen ble utløst normalt og ble funnet helt sørvest på Hitra i oktober (**Figur 19**).



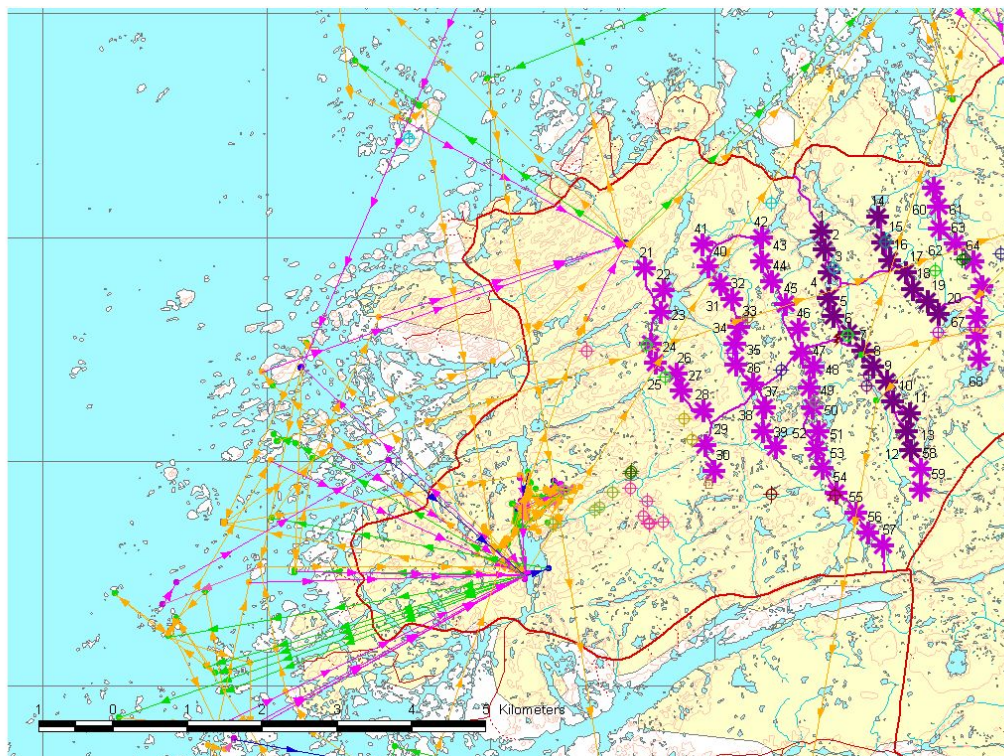
*Figur 18. GPS-posisjoner og bevegelser i august for en havørnunge merka i et reir vest for trinn 1 av vindparken (dette reiret er nå ødelagt av vei). – GPS positions and movements in August of a sea eagle juvenile tagged in the nest in stage 1 of the wind farm. This nest is now destroyed by road construction.*



Figur 19. GPS-posisjoner og bevegelser for samme unge som på Figur 18, med posisjoner for hele perioden fra den ble merka i juli til senderen løste ut som programmert og falt av på ei øy vest for Hitra i oktober 2003. - GPS positions and movements of the same juvenile as in Figure 18, showing positions for the whole period from tagging until the transmitter released as programmed on an island west of Hitra in October 2003.



Figur 20. GPS-posisjoner og bevegelser til havørnungene som ble merket i 2004. De røde plottene til høyre viser posisjonene til unge nr 52455 i april 2006, da den var helt inne i parken som to-åring. - GPS positions and movements of the sea eagle juveniles that were tagged in 2004. The red dots to the right show the position of juvenile no. 52455 in April 2006, when it was visiting the park as a two-year old bird.



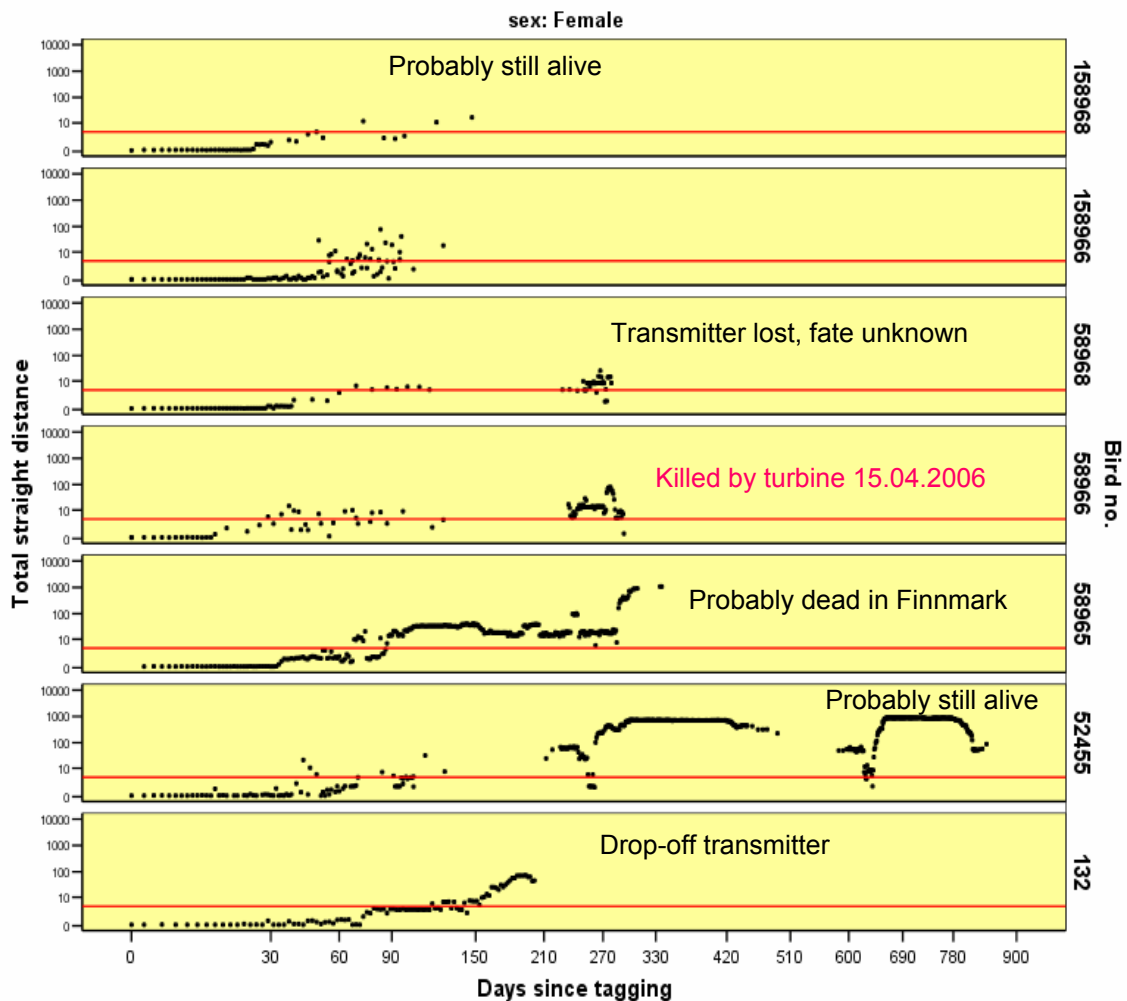
Figur 21. Bevegelsene til havørnunge nr. 52455 i og i nærheten av Smøla vindpark. De vifteformede linjene i vestre deler av kartet viser bevegelser til og fra to ulike nattekvarter; ett i sør og ett i nord. Grønne/gule piler: morgen/formiddag, lilla/blå piler; ettermiddag/kveld. – Movements of sea eagle juvenile no. 52455 in or near the wind farm. The fan-shaped lines in the western parts of the map show movements to and from two different night roosts, one in the south and one in the north. Green and yellow lines: Morning and before noon. Purple and blue lines: After noon and evening.

Posisjonene til havørnunger merket i 2004 er vist i **Figur 20**. En av fuglene som ble merka dette året, nr 52455 (hunn), har både sommeren 2005 og 2006 vært i Lofoten og Vesterålen, mens den på tidligvåren begge år har vært innom Smøla før den dro nordover.

Senderne har også gitt ny viten om ungnørnenes bruk av terrenget, i **Figur 21** ser at en havørnunge nr 52455 brukte et nattekvarter på Vest-Smøla, mens den var ute i skjærgården på næringssøk om dagen. Det nordre overnattingsstedet er i nærheten av de møllene som har hatt flest dødstilfeller. I 2007 vil dette området bli videoovervåket.

Ser en på avstand fra reirsted i forhold til tid etter merking, så er det en viss variasjon. Noen forlater ikke Smøla, mens noen drar første høst etter ca 3 mnd., andre igjen drar vekk tidlig om våren. Det er også en generell tendens til å komme tilbake til fødeområdet om våren i deres andre leveår. Dette er vist i **Figur 22 og 23**, samt i **Tabell 13**. Det ser foreløpig ut som om hunnene har en større tendens til spredning enn hannene. Dette er i samsvar med det som er kjent tidligere (Nygård et al. 2000).

Denne havørnungen overvintret antageligvis i Frøya første vinteren, og besøkte i slutten av mars 2005 det reirområdet den var blitt født i, og deretter la den ut på en langtur via Hitra helt opp til Lofoten og Vesterålen (**Figur 24**). Der ble den sommeren over, for så å dra ned til Lurøy hvor signalene ble borte i slutten av september. I begynnelsen av mars dukka den opp igjen på Frøya, og fløy til Smøla 26 mars. Ellefte april var den en snartur innom reirplassen. Den 15. april forlot den Frøya, og allerede 1. mai var den i Tromsø-området. Returen sørover starta i midten av september, og 4. oktober var den tilbake på Frøya. Der overvintret den sannsynligvis og har vært der våren 2007. Dette er den av ørneungene som har vært mest langvegsfarende.

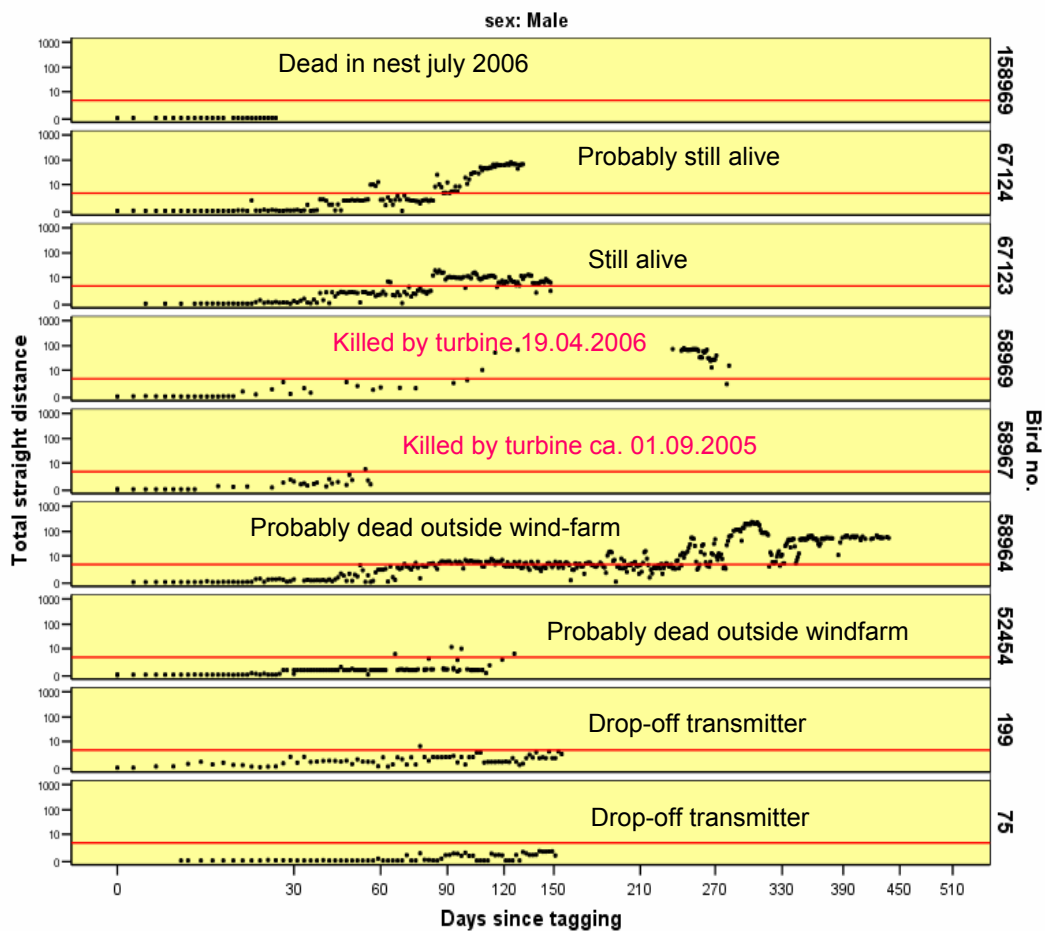


Figur 22. Avstand fra reiret hos hunner av havørn merka som reirunger i vindparkområdet på Smøla. Den røde horisontale linja representerer fem kilometers avstand. – The distance from the nest of female juvenile sea eagles tagged as nestlings in the wind-farm area at Smøla. The red horizontal line represents five kilometres distance.

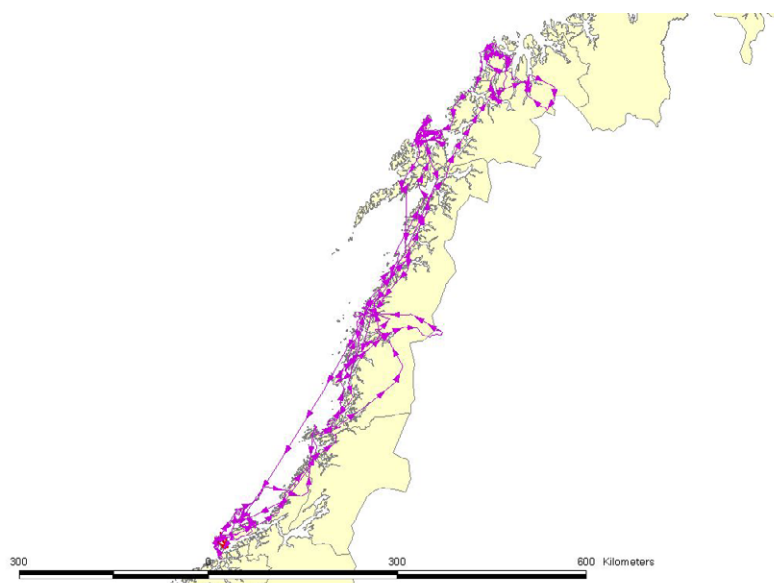
Det er interessant å merke seg at den har vært innom flere aktuelle og potensielle vindparkområder på turene, både Hitra, Vikna, Lurøy og Andøya. Dette sier oss at unge havørner kan få mangedoblet sin risiko i løpet av året hvis vindkraftutbyggingen i Norge realiseres i en viss grad etter de foreliggende planer.

Figur 25 viser at hunnene ser ut til å dra lenger unna enn hannene, som synes å være mer stedtro. Dette stemmer med det som er vist i tidligere undersøkelser (Nygård et al. 2000). Hvorvidt dette medfører økt kollisjonsrisiko for hanner er for tidlig å si, men to av de tre drepte satellittmerkede ungene har vært hanner. Det ser imidlertid ut til å være liten forskjell de første fem månedene, og en skal dessuten være forsiktig med å trekke konklusjoner med så få merkede individer.

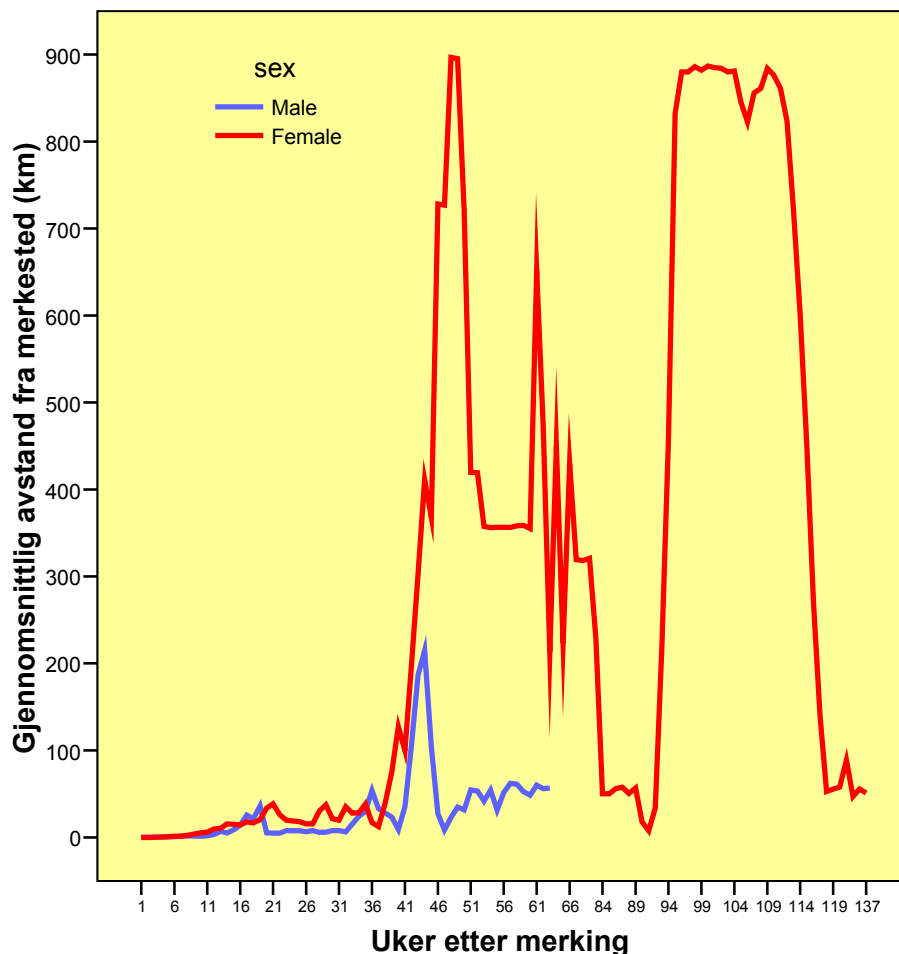




Figur 23. Avstand fra reiret hos hanner av havørn merka som reirunger i vindparkområdet på Smøla. Den røde horisontale linja representerer fem kilometers avstand. – The distance from the nest of male juvenile sea eagles tagged as nestlings in the wind-farm area at Smøla. The red horizontal line represents five kilometres distance.



Figur 24. Bevegelser utenfor Smøla til havørn 52454, merket i 2004. Somrene 2005 og 2006 var den i Lofoten/Vesterålen og helt opp til Nord-Troms. Den har også hatt en tur inn i Sverige. – Movements outside Smøla of juvenile sea eagle 52454, tagged in 2004. The summer of 2005 and 2006 it visited Lofoten/Vesterålen and travelled all the way up to northern Troms. It also made an excursion into Sweden.



Figur 25. Midlere avstand fra reiret i forhold til kjønn og antall uker siden merking hos havørn merka som reirunger i vindparkområdet på Smøla. Blå linje = hanner, Rød linje = hunner. – Average distance from the nest in relation to sex and age of sea-eagles tagged as nestlings in the wind-farm area at Smøla. Blue lines = males, red lines = females.

### Mortalitetsvurderinger basert på satellittmerkede fugler.

Når en tolker disse dataene, må en ta i betraktning at senderne er av ulik type. GPS-Simplex-typen var programmert til å sitte på fuglen i tre måneder, for så å falle av. Årsaken til at vi fant såpass få av disse, kan være at ungene forlot øya før senderne falt av. Vi får heller ingen opplysninger om disse fuglenes atferd senere i livet. Av de tolv ungene med mer langlivete sendere, er tre drept av vindmøller, hvorav en første høst, de to andre våren etter. Vindmølle-mortaliteten de første tre måneder kan derfor regnes slik, nå fuglen som døde før utflyging er holdt utenfor: antall drepte/antall merkede/antall måneder =  $1/15/3 = 0,022$  pr mnd., som er =  $0,26$  pr år. Her de tre Simplex-senderne tatt med. Når en regner på de tolv hvor senderne har hatt kapasitet til å sende i mer enn ett år, blir mortalitetsraten pr år  $3/12/1 = 0,25$ . Sammenlignet med det som er kjent fra en tilsvarende studie av radiomerkede havørnunger i Nord-Trøndelag 1989-95, hvor mortaliteten første år var  $0,05-0,1$  (Nygård et al. 2000), ser det derfor ut som det er en vindmøllerelatert overdødelighet hos ungfuglene merket på Smøla. Det er bemerkelsesverdig at to av tre ulykker skjedde da fuglene returnerte til Smøla våren etter de var født.

Tabell 13. Sendernes varighet (pr mars 2007), antall dager på Smøla etter merking første sommer, og ørnenes sannsynlige skjebne. - Duration of the transmitters (pr. March 2007), number of days at Smøla after tagging first summer, and their probable fate.

	Sender no.	Merke år	Forlot Smøla første gang <sup>a</sup>	Dato	Retur	Total Sendertid , dager	Skjebne	Kommentar
Argos/-GPS	52454	2004	0			125	Ukjent	Sanns. død på Smøla
	52455	2004	219	15.02.2005	Ja	956 <sup>b</sup>	I live	
	58966	2005	274	27.03.2006	Ja	308	Drept av vindmølle	
	58967	2005	0			59	Drept av vindmølle	
	58968	2005	0			299	Sender mistet	
	58969	2005	115	26.10.2005	Ja	280	Drept av vindmølle	
	67124	2006	102	06.10.2006	Ja	243 <sup>b</sup>	I live	
	158966 <sup>c</sup>	2006	0			124	Ukjent	
	158968 <sup>c</sup>	2006	0			147	Ukjent	
	158969 <sup>c</sup>	2006	0			24	Død ved reir	Sanns. sultet i hjel
LC4	58964	2005	247	08.03.2006	Ja	437	Ukjent	Siste pos. i Frøya sep-06
	58965	2005	88	30.09.2005	Ja	336	Ukjent	Sanns. død i Finnmark
	67123	2006	0			236 <sup>b</sup>	I live	
GPS Simplex	75	2003	0			72		Drop-off
	132	2003	79	23.09.2003	Nei	100		Drop-off
	199	2003	0			77		Drop-off

<sup>a</sup> Forlot Smøla for første gang til et annet oppholdssted av lengre varighet.

<sup>b</sup> Fortsatt i live mars 2007

<sup>c</sup> Gjenbrukt sender

Det ut som om ungfuglene i relativt liten grad beveger seg inn i mølleområdet i perioden like etter utflyging. Ungfuglene er på denne tiden sannsynligvis først og fremst orientert mot næringsøk i øylandskapet og skjærgården, mens funksjonen til vindparken først og fremst har vært knyttet til hekking.

Resultatene så langt har bidratt med mye nytt om havørnas atferd i fasen rett etter at de har fløyet ut fra reiret, og senere. Dette er data som det ville ha vært meget vanskelig å innhente på annen måte. Slike registreringer vil gi oss muligheter til å kartlegge hvilke områder ungfugler og ikke-hekkende havørner vil bruke på streif opp eller ned kysten, og hvor det eventuelt vil samle seg mye havørn. Med mange vindparker langs kysten øker også risikoen for kollisjoner med vindmøller andre steder.

Det trengs flere sendere over flere år for å utvikle en holdbar risikomodel, hvor en i tillegg til mortalitetsdata også trekker inn data fra atferdsstudier. Det er et mål å komme fram til en risikomodel for havørndødelighet i forhold til vindmølleparker som er såpass allmenngyldig at den kan brukes som et prediksjons- og planleggingsverktøy innenfor vindkraftproblematikken i Norge og andre steder.

## 5. Atferdsmessig respons på vindmøller hos havørn

Prosjektets formål var å innhente data om havørnas atferdsrespons på vindmøller. Dette skulle danne grunnlag for en modellering av kollisjonsrisiko i løpet av året og gjennom døgnet. Det er utarbeidet en egen metodikk for dette prosjektet, der bl.a. fluktruter og andre observasjoner tegnes inn på kart, og aktiviteten noteres på et eget skjema. Viktige elementer i dette er hvilken avstand ørna har til vindmøllene, flukthøyde og eventuelle unnvikende bevegelser for ikke komme for nær vindmøllene, og hvordan forskjellig atferd kan påvirke kollisjonsrisikoen.

### Bakgrunn

NINA innledet i 2005 et samarbeid med The Royal Society for the Protection of Birds (RSPB) om et prosjekt for å kartlegge aktivitetsmønstre til havørn som respons på vindmøllene i vindparken på Smøla. RSPB ønsket slike data fra en allerede etablert vindpark med stor forekomst av havørn for å få nok data til å utvikle bedre risikomodeller for kollisjoner av havørn med vindmøller. RSPB ønsket å gjøre dette for bedre å kunne vurdere av miljøeffekter i forbindelse med etablerte og planlagte vindparker i Storbritannia. Kollisjonsrisiko og kollisjonsrater vil variere med bl.a. fuglenes alder, hekkestatus og aktivitet, årstid, tid på døgnet og varierende værforhold. Gjennomsnittlig kollisjonsrate pr. vindmølle blir ofte sitert i litteraturen, men modellene er beheftet med store usikkerheter (Langston & Pullan 2003).

### Metodikk

I 2005 gjennomførte NINA en begrenset pilotstudie for å bli kjent med metodikken RSPB ønsket å benytte, og for å få noe erfaring fra det praktiske feltarbeidet. For 2006 utarbeidet NINA et kodesystem og skjema for direkte koding av observasjoner i felt. For feltarbeidet i 2006 ble to observasjonspunkter benyttet, på høyden øst for Litlnesvatnet og ved vindmølle 47 (**Figur 26**). Erfaringene fra pilotstudiet i 2005 viste at det er vanskelig å bestemme avstand og posisjon til fugler på langt hold, så for 2006 ble det prioritert å dekke den nordligste delen av vindparken. Av samme grunn ble også en del observasjoner avbrutt når avstanden ble for lang. I slike tilfeller er det angitt ved en egen kode på skjemaet. Kodesystemet skiller bl.a. mellom fugler i aktiv flukt med vingeslag (**Figur 27**), glideflukt og skruer, der en eller flere ørner utnytter termikk (oppadgående luftstrømmer) til å oppnå stor høyde.

Prosjektet har prioritert observasjoner av havørn, så lenge det var havørn i flukt synlig for observatørene. Som annen prioritet kom observasjoner av kongeørn. Andre arter er følgelig notert i den utstrekning det var tid og anledning til å observere dem. I perioder med flere ørner i flukt i området, måtte observatøren også velge å følge noen så lenge det var mulig (til de enten satte seg på bakken, forsvant i terrenget hvis de fløy lavt, eller kom på så langt hold at det var vanskelig å bestemme posisjonen). Observasjonsmaterialet gir derfor ikke nødvendigvis et helt korrekt bilde av antall havørner tilstede i området innenfor en observasjonsperiode.

For 2006 ble det i samråd med RSPB prioritert å ha to observatører samtidig i felt, en på hvert av de to valgte observasjonspunktene. De hadde kommunikasjonsutstyr og samarbeidet om posisjonsbestemmelse for fuglene som ble observert (blant annet hvilken avstand de hadde til vindmøllene når de passerte dem), og dele på arbeidet med å notere observasjonene. Hver observasjon som ble ført inn på skjemaet, ble også inntegnet på kart av en av observatørene. Hvis en observert fugl skiftet høyde i observasjonsperioden, ble dette avmerket på kartet.

### Materiale og resultater

Feltarbeidet i 2006 ble fordelt over 45 dager fra 13. mars til 31. juli (**Tabell 14**). Som regel ble det observert i to eller tre perioder på to timer hver. De er forsøkt fordelt jevnt ut over døgnet, men det er likevel en overvekt av observasjoner midt på dagen (**Tabell 15**), særlig i april.

Tabell 14. Observasjonsdekning i 2006. For hver hele klokke­time det er utført feltarbeid, viser tabellen antall observasjoner av havørn. - Observation coverage in 2006. For each hour is shown the number of observations of sea eagles.

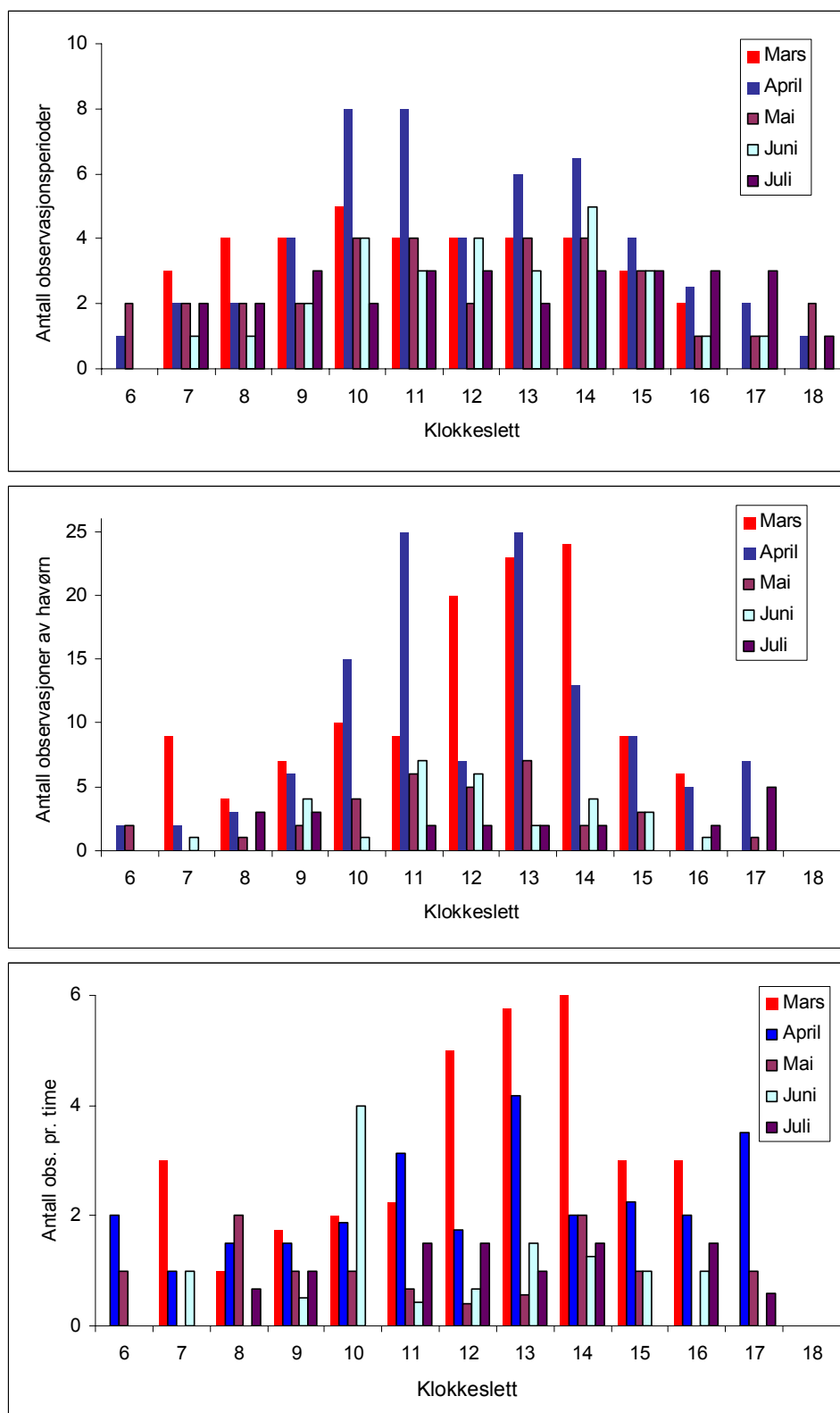
Dag	Klokke­time												
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>Mars (9 dager)</b>													
13					2	2		6	3				
14			3	4			10	9					
15		3	1			5	2		6	2			
16				2	2			7	6				
17		4	0		3								
20				0	2	0							
21						2	2			5	3		
22				1	1		6	1					
23		2	0						9	2	3		
<b>April (12 dager)</b>													
3					7	5		5	3				
4		2	1	0	0				3	2			
5			2	2		5	1		4	3			
6											4	2	
7				2	1		3	4					
19					1	3		2	0				
20						4	3	8		3	1		
21					2	4							
24				2	2			3	1				
25	2	0			1	2							
26									1	1	0	5	0
27					1	2		3	1				
<b>Mai (8 dager)</b>													
9			0	1		3	3	0					
10					1	0							
16	1	0	1		2	3							
22								2	0				
23	1	0		1	0				1	3			
24					1	0		1	1				
30							2	4	0	0		1	0
31										0	0		0
<b>Juni (8 dager)</b>													
1						5	2	0	1	1			
2				3	0								
13					0	1	1	1	1				
16					0								
19									0	1	1	0	
20				1	1	1	2		1	1			
21		1	0										
26							1	1	1				
<b>Juli (8 dager)</b>													
3									1	0	1	0	
4			2	0	0		2	1					0
18						1	0		0	0			
19				2	0	0							
24									1	0	0	0	
25		0	1	1		1	0	1					
28		0											
31											1	5	



*Figur 26. En observatør gjør seg klar til en ny registreringsperiode på observasjonspunktet inne i vindparken på Smøla. Foto: Espen Lie Dahl. - An observer prepares to a new observation period at the vantage point within the wind farm at Smøla.*



*Figur 27. Havørn i flukt mellom vindmøllene i Smøla vindpark. Foto: Christer Kamsvåg. - White-tailed sea eagle flying between turbines in Smøla wind farm.*



Figur 28. Antall observasjonsperioder (øverst), antall observasjoner av havørn (midten) og antall observasjoner pr. time (nederst) av havørn innenfor hver hele klokkeperiode i observasjonsperioden fra 13. mars til 31. juli på Smøla i 2006- The number of observation periods (above), the number of observations of sea eagles (middle) and the number of observations pr. hour (underneath) of sea eagles each hour during the observation period from 13 March to 31 July in 2006.

Det var flest observasjoner av havørn midt på dagen, fra kl 10 til 15 (**Figur 28**). Antallet er størst i mars og april, mens det er heller få observasjoner i de tre neste månedene. En beregning av antall observasjoner pr time viser at det er flest observasjoner midt på dagen, særlig i mars. En slik aktivitetstopp må ses i sammenheng med at forholdene for termikk og seilflyging er avhengig av soloppvarming, slik at morgentimene er lite gunstige, og effekten taper seg også utover ettermiddagen.

Tabell 15. Observasjonsdekning i antall observasjonstimer fordelt over døgnet for hver måned i observasjonsperioden på Smøla i 2006.- Observation coverage as the number of hours with observations during the day in each month during the observation period at Smøla in 2006.

Måned	Klokketime													Sum
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Mars	0	3	4	4	5	4	4	4	4	3	2	0	0	37
April	1	2	2	4	8	8	4	6	6,5 <sup>*)</sup>	4	2,5 <sup>*)</sup>	2	1	51
Mai	2	2	2	2	4	4	2	4	4	3	1	1	2	33
Juni	0	1	1	2	4	3	4	3	5	3	1	1	0	28
Juli	0	2	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	1	30
Sum	3	10	11	15	23	22	17	19	22,5	16	9,5	7	4	179

<sup>\*)</sup> Observasjoner ble i ett tilfelle utført mellom 14.30 og 16.30

### Observerte arter

Som forventet ut fra prioriteringene av havørn som ble gitt for feltarbeidet, er det en klar overvekt av denne arten i materialet (**Tabell 16**). Av andre arter er det også noen observasjoner av kongeørn, gråhegre og sangsvane. Det er sesongvariasjoner i dette materialet som ikke vises her, der bl.a. sangsvanene er overvintrende fugler, mens et flertall av de andre er observert i hekkeperioden. Merk at verken smålom eller rype, to arter som er sentrale i RENERGI-prosjektet, er notert i dette materialet.

### Aldersfordeling for havørn og kongeørn

I langt de fleste tilfeller var det enkeltfugler som ble observert (**Tabell 17**). Dette gjelder uavhengig av alder på fuglene. For havørn var de aller fleste fuglene voksne, mens det var en noenlunde jevn fordeling på årsunger (juv.) og ungfugler/immature (ikke kjønnsmodne) fugler. For 35 observasjoner er alder ikke notert. Dette kan skyldes både vanskelige lysforhold og lange hold, ikke minst når flere fugler opptrer samtidig i f.eks. skruer/termikkflyging. På det meste er 12 havørner sett samtidig.

Ingen av de observerte kongeørnene var voksne, fullt utfargede individer, og alle observasjoner omfattet bare en fugl. Kongeørna hekker ikke i eller nær vindparken.

### Atferdsmønster

Mange observasjoner av havørn i flukt var fugler som ble notert som "passerer", eller som hadde en forholdsvis strak flukt (ikke nødvendigvis rettlinjert), enten på vei inn i, ut av eller rundt vindparken, eller på vei til eller fra det ene reiret som hadde en unge i vindparken i 2006 (**Tabell 18**). Observasjoner av interaksjoner mellom flere fugler (jaging, kamp) ble notert bare seks ganger, mens territoriemarkering m.m. i termikkskruer ble notert 41 ganger. Andre observasjoner er av fugler som sitter på bakken (hviler) eller sitter ved eller ligger på reir.



Tabell 16. Antall observasjoner for alle arter notert i registreringsperioden 13.03 - 01.08. Merk at havørn ble gitt prioritet når den ble observert. - The number of observations of all species noted during the observation period 13. March - 31 July 2006. Note that sea eagles were given priority when they were observed.

Havørn	329
Kongeørn	23
Gråhegre	18
Grågås	17
Sangsvane	8
Siland	7
Krikkand	6
Tyvjo	6
Tårnfalk	5
Stokkand	4
Dvergfalk	2
Rødstilk	1
<b>Totalt</b>	<b>426</b>

Tabell 17. Alder på havørner og kongeørner, og antall individer sett under hver observasjon. Ad = voksen, Imm = ikke kjønnsmodne, Juv. = årsunger, Ub. = ubestemt. - Age of sea eagles and golden eagles, and the number of birds seen in each observation. Ad = adult, Imm = immature, Juv = juvenile and Ub = age not determined.

Antall individer pr. observasjon	Alder			
	Ad.	Imm.	Juv.	Ub.
<b>Havørn</b>				
1	190	26	34	19
2	38	1	1	1
3	2			9
4				1
5				1
6				2
7				2
// 12				1
<b>Totalt</b>	<b>230</b>	<b>27</b>	<b>35</b>	<b>35</b>
<b>Kongeørn</b>				
1		10	12	1

En mangel ved kodeskjemaet som det ikke er korrigert for her, er at det ikke er kodet for en aktivitet der ørna i sirkelformete bevegelser seiler over korte eller lengre strekninger. En del av disse observasjonene er på skjemaet kodet som "I flukt, passerer", slik at i en endelig bearbeiding av dataene må gå gjennom hele materialet og rekode observasjoner som på kartet er notert med denne type aktivitet.

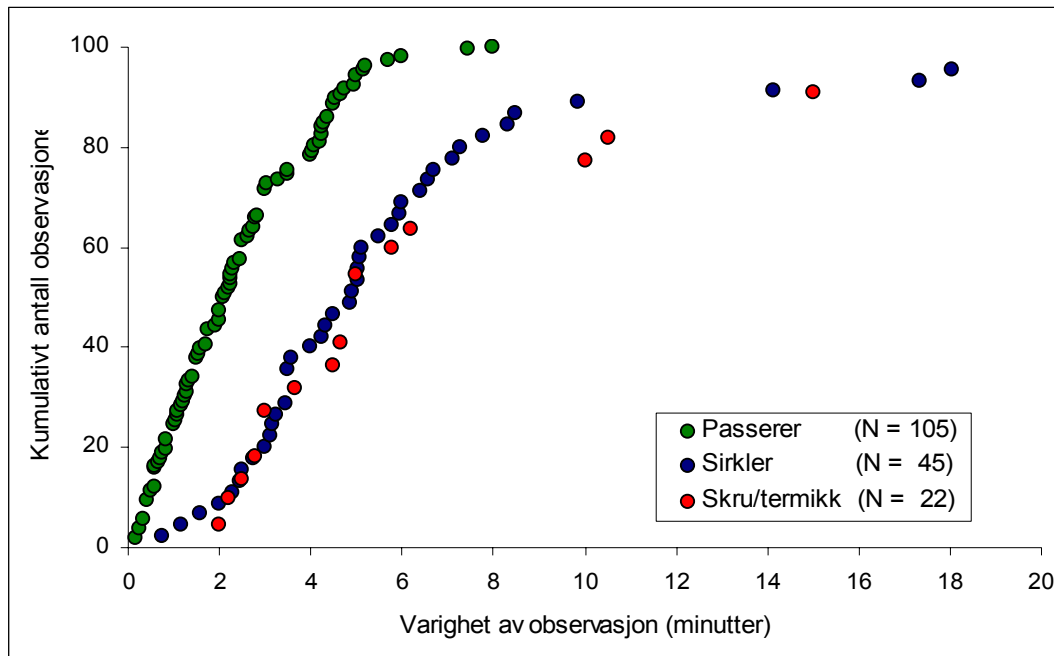
Tabell 18. Antall observasjoner av ulike aktiviteter hos havørn på Smøla i 2006. - The number of different activities by sea eagles on Smøla in 2006.

<b>I flukt:</b>		<b>På bakken:</b>	
Passerer, aktiv flyging	107	Sitter/går på bakken	66
Til/fra reir	6	Ligger på/sitter ved reir	47
Jaging/kamp	6	Sitter på kraftledningsstolpe	2
Glideflukt	45		
Skru/territoriemarkering	23		

For kongeørn i flukt er det tilsvarende notert sju observasjoner med aktiv flukt (passerer) og 11 observasjoner med glideflukt eller flukt der veksler mellom glideflukt og aktiv flyging. Lengst varighet i siste tilfelle var en ungfugl og en subadult fugl som ble observert i hhv. 15 og 10 minutter.

## Varighet av observasjonene

Havørner som passerer gjennom hele eller deler av vindparken eller på utsiden av den, blir i stor grad ikke observert over lenger tid enn 5-6 minutter. Mange observasjoner har også en betydelig kortere varighet. Ørner som derimot blir observert i skruer, kan følges over til dels mye lenger tid (**Figur 29**). På det meste ble tre individer fulgt i hele 1t og 11min.



Figur 29. Varighet av havørnobservasjoner ut fra aktivitet. For skruer faller to observasjoner med varighet på hhv. 50min og 1t 11min utenfor skalaen på figuren. Merk at en observasjon kan avsluttes når fuglen enten landet, den har kommet på så langt hold at posisjonen er vanskelig å bestemme, eller når observatøren velger å følge en annen fugl. - Duration of observations of sea eagles in different activities. For termic flights (red dots) two observations lasting for 50 min and 1 h 11 min respectively, are outside the scale. Note that an observation may be terminated when the bird has landed, at a distance where position may be difficult to determine, or when the observer choose to follow another bird.

## Unnvikende atferd i forhold til vindmøllene

Metodikken og kodesystemet som ble brukt i dette prosjektet, ble utarbeidet for å kunne notere flere unnvikende atferdsmønstre i forhold til vindmøllene når de passerer disse. Det er et åpent spørsmål om høydeforandring kan regnes som unnvikende atferd, i og med at havørn og andre seilflygere har høydeforandring som en helt ordinær del av sitt bevegelsesmønster når de utnytter termikken i en veksling mellom skruer og glideflukt (A.O. Folkestad pers. medd.). Det kan dessuten være vanskelig å vurdere i felt om en høydeforandring, som i de aller fleste tilfellene medfører at en fugl beveger seg inn i eller ut av risikabel sone (innenfor rotorhøyde), i det øyeblikket en gjør observasjonen, hva som er orientering i forhold til vindmøllene og hva som er luftstrømsdirigerte bevegelser.

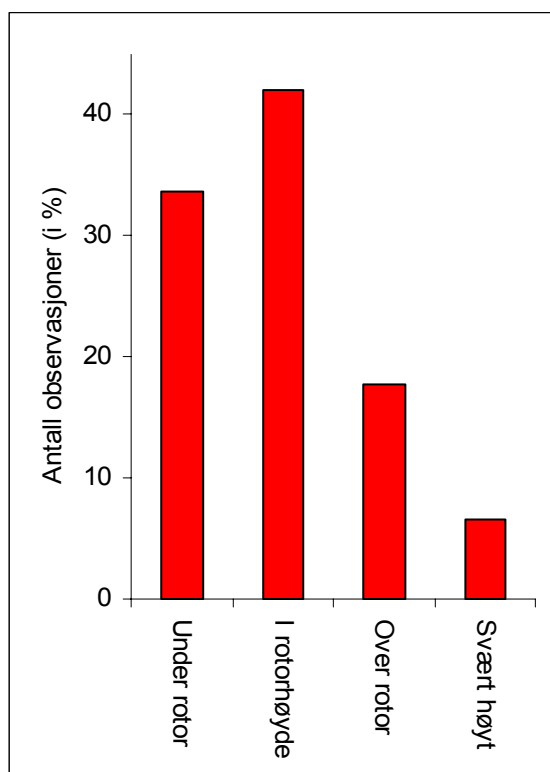
I noen tilfeller har fugler som tilsynelatende var på vei inn i vindparken, gjort helomvending og landet kort tid etter. Noen har også tilsynelatende unngått vindmøllene ved å fly rundt vindparken, eller ved å fly mellom vindmøllerekkene. Også dette ble forsøkt kodet i begynnelsen av observasjonsperioden, men det ble snart oppgitt da det i felt ofte var vanskelig å vurdere hva som var hva. Derfor er det i ettertid også her nødvendig med en gjennomgang av alle observasjonene for ev. å rekode noen observasjoner ut fra det som er notert i skjemaet og tegnet inn på kartet.

I ett tilfelle ble det notert at ei havørn steilet foran ei vindmølle (nr. 47 7. april) og bakset med vingene for tilsynelatende å unngå en kollisjon.

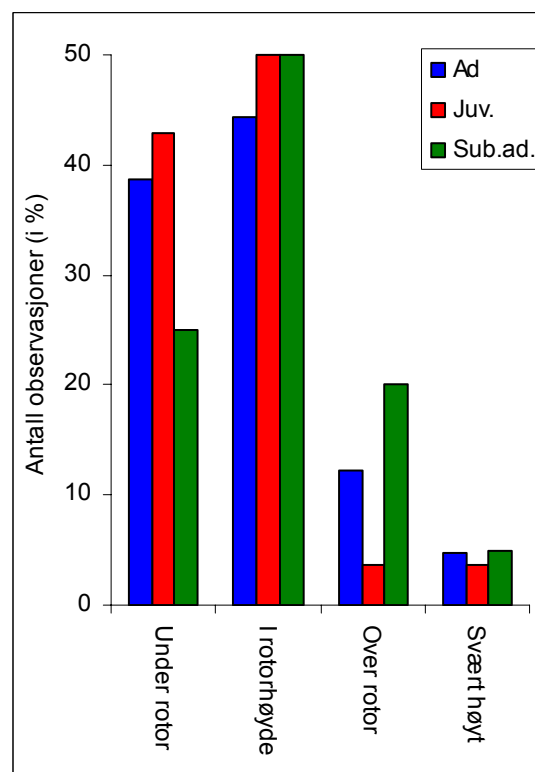
### Høyde i forhold til rotorbladene

Høydeforandring i det ei havørn nærmer seg ei vindmølle, kan være en unnvikende manøver. Men høydeforandring er en del av havørnas normale aktivitetsmønster, og vil i stor grad være dirigert av lokale luftstrømmer, som kan variere mye med topografien i området. Høyde i forhold til rotorbladene er notert, også når den endret seg i forhold til rotorbladene. De fleste observasjonene ble gjort i høyde med rotorbladene eller lavere ved første gangs observasjon av et individ (**Figur 30**). Det er her ikke medregnet senere skifte av høyde etter at fuglen ble observert. Det samme mønsteret er også tydelig om en tar hensyn til alder (**Figur 31**), selv om det kan se ut til at immature fugler ikke i samme grad som voksne og ungfugler utnytter luftrommet under rotorhøyde. De synes derimot i noe større grad å fly over rotorhøyde (ingen forskjeller er imidlertid statistisk testet).

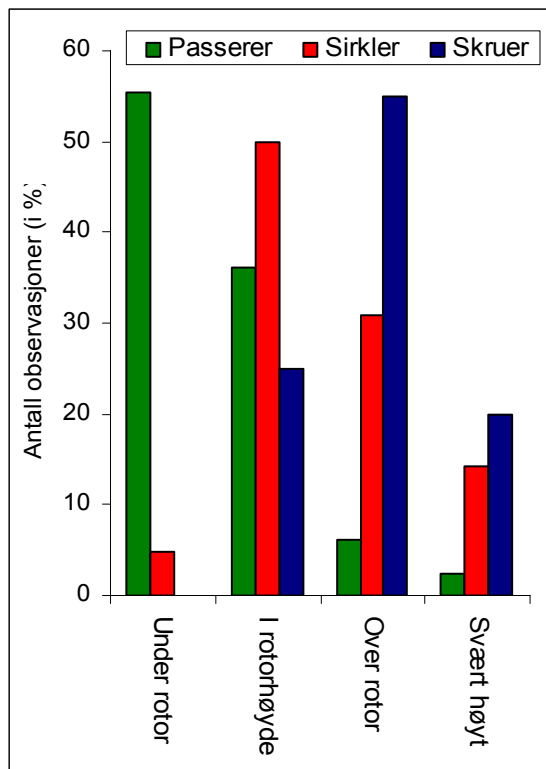
Derimot er det en klar forskjell i høyde i forhold til om fuglene passerer gjennom parken ved aktiv flukt (notert som passerer) eller ved glideflukt i sirkelformede bevegelser, eller om de opptrer i skruer (**Figur 32**). I mars ble havørn ikke observert i flukt over rotorhøyde (**Figur 33**).



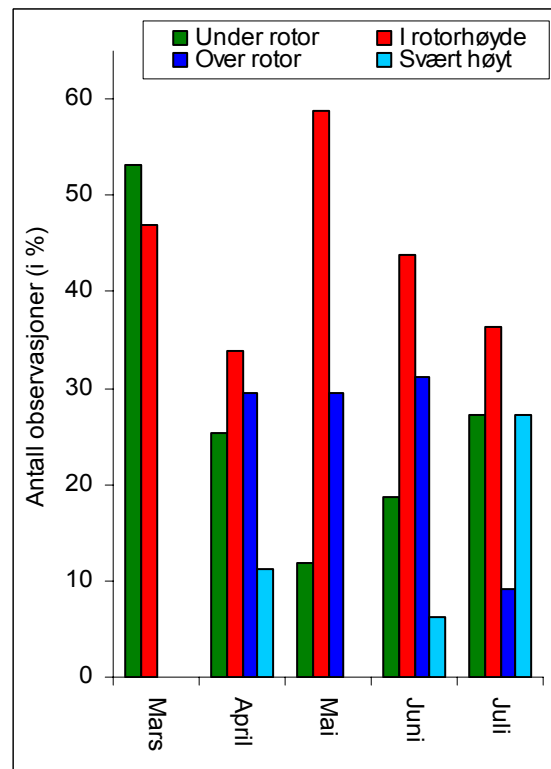
Figur 30. Antall observasjoner av flygende havørn i ulike høyder i forhold til høyden rotorbladene på vindmøllene. - The number of observations of flying sea eagles in different height levels compared to the height of the rotor blades.



Figur 31. Antall observasjoner av flygende havørn etter alder i forskjellige høyder i forhold til rotorbladene på vindmøllene. - The number of observations of flying sea eagles by age in different height levels compared to the height of the rotor blades.



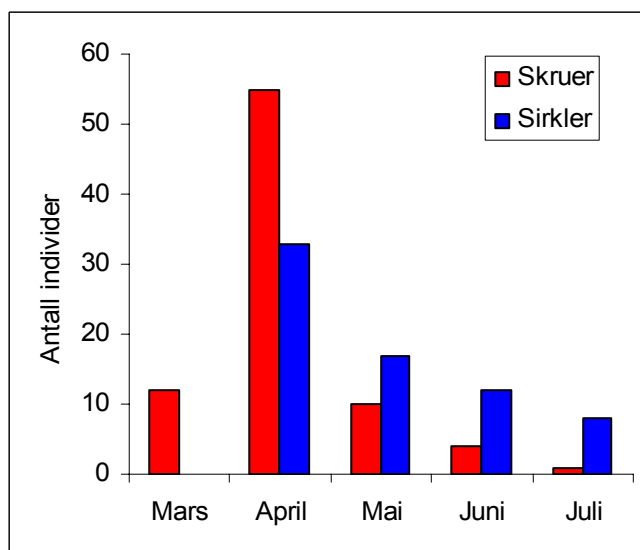
Figur 32. Antall observasjoner av flygende havørn med forskjellig aktivitet i ulike høyder i forhold til rotorbladene på vindmøllene.  
 - The number of observations of flying sea eagles by activity in different height levels compared to the height of the rotor blades.



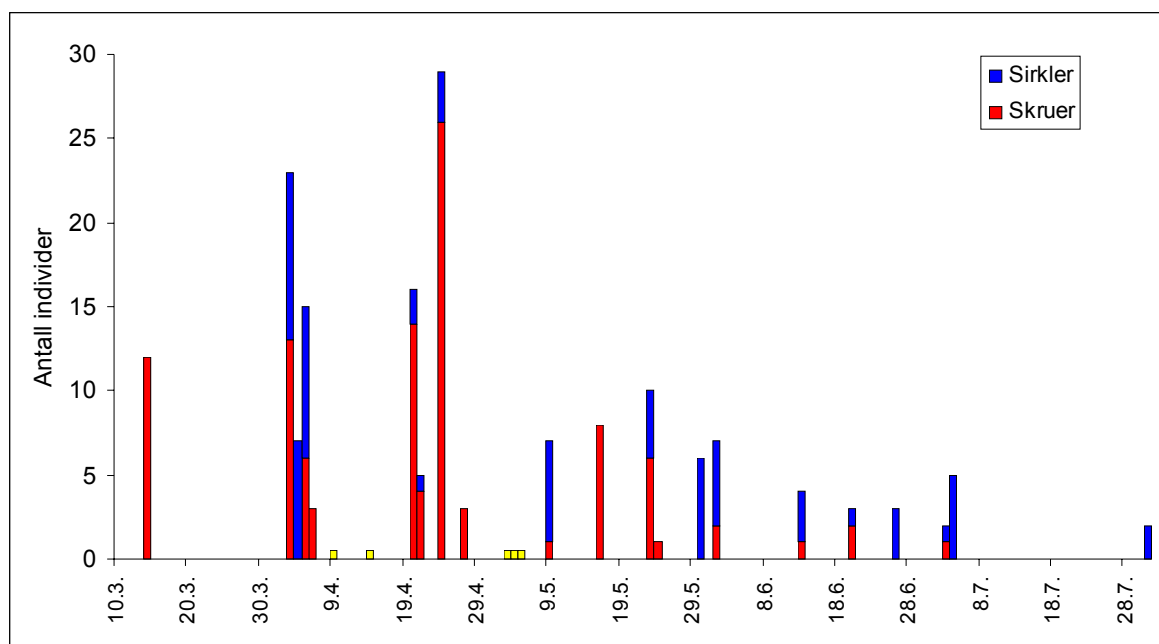
Figur 33. Antall observasjoner av flygende havørn til forskjellige tid på året i ulike høyder i forhold til rotorbladene på vindmøllene.  
 - The number of observations of flying sea eagles by month in different height levels compared to the height of the rotor blades.

**Territoriemarkering m.m. i skruer/termikk. inkl. glideflukt**

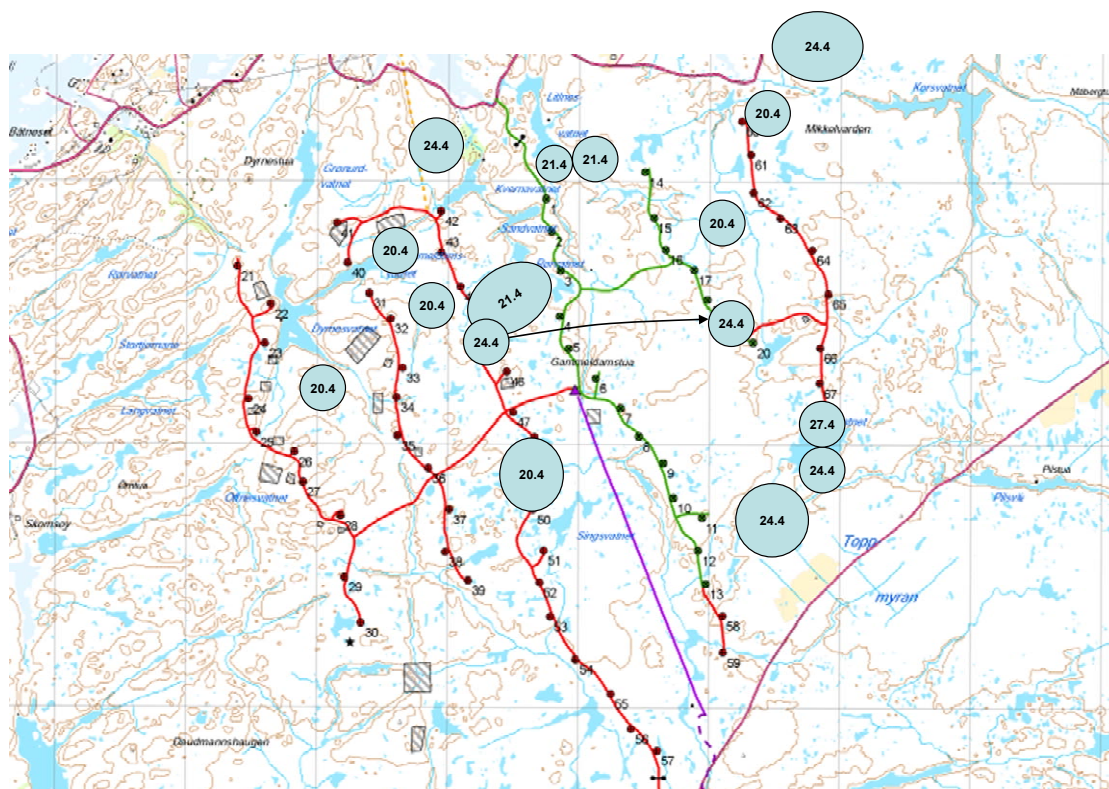
Med "skrue" menes her en observasjon der havørner seiler på oppadgående luftstrømmer (termikk) over et begrenset område, og kan på denne måten stige til store høyder Slike skruer forekom i 2006 i størst antall i april måned. Denne måneden ble hele 55 individer notert i slik aktivitet, mot 12 for mars og 10 for mai og 4 for juni (Figur 34). Da var det to perioder med mange skruer, 3-5. april og 20-24.april (Figur 35).



Figur 34. Antall havørner observert med glideflukt (sirkler) og i territoriemarkering (skruer) pr. måned. I Smøla vindpark I 2006.  
 - The number of circling and soaring sea eagles pr. month in Smøla wind farm in 2006.



Figur 35. Antall havørner pr dag med glideflukt (sirkler) og territoriemarkering (skruer). Gule søyler angir datoer for funn av døde havørner i Smøla vindpark i april og mai 2006. - The number of circling and soaring sea eagles pr. date. Yellow bars give dates when dead eagles were found in Smøla wind farm in April and May.



Figur 36. Lokalisering av skruer med havørn på Smøla 21-24. April 2006. I ett tilfelle 24. april flyttet en skruer seg fra ett område til et annet innenfor vindparken (markert med pil). - Localization of soaring sea eagles on Smøla 21-24 April 2006. In one case they moved from one area to another inside the wind farm (mark with an arrow).

Skrueene var fordelt over hele vindparken (**Figur 36** for dagene 20-24 april), men med noe ulik fordeling pr. dag. Merk at dette kartet ikke gir et representativt bilde for annet enn vindparken (og kanskje heller ikke fullt ut for den sørlige delen av den) fordi det kan være svært vanskelig å tegne slike skrueer inn på kartet når fuglene er svært høyt oppe i lufta.

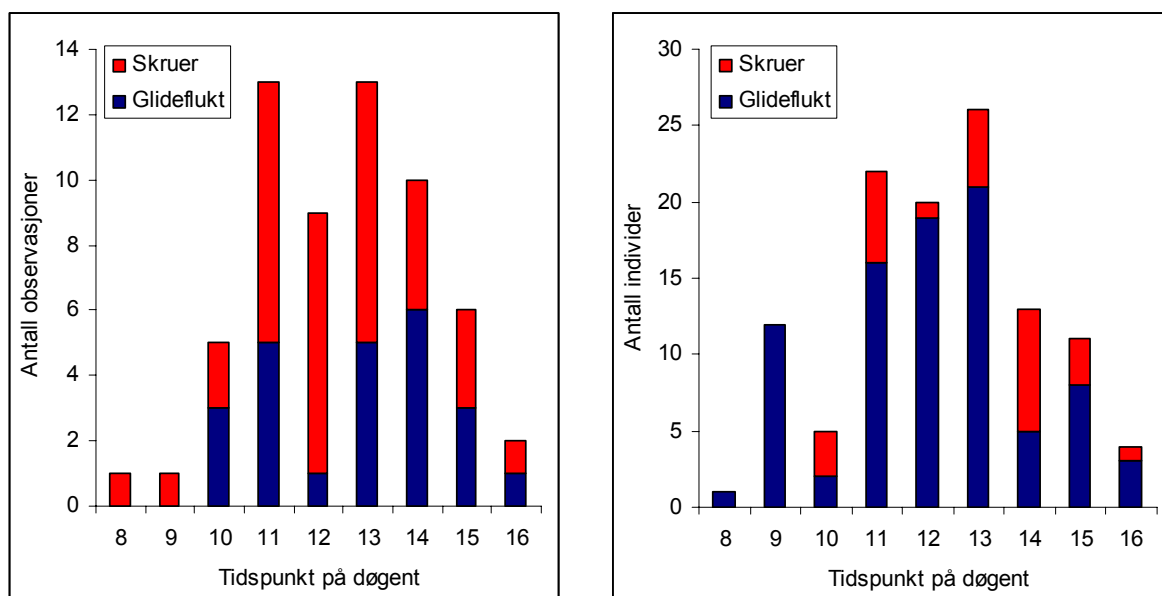
### Tid på dagen for glideflukt og skruer

Observasjoner av glideflukt og skrueer viser at begge har en topp i aktiviteten midt på dagen (**Figur 37**). Dette gjelder både om en ser på antall observasjoner og antall individer. Antall individer involvert i disse to aktivitetene samlet, var størst i tidsrommet 11.00 - 14.00. Dette kan naturlig henge sammen med at dette er den tida på dagen at varmingen fra sola og termikken vil være på det mest intense, samtidig som det også er en naturlig periode for sosial atferd mellom næringsøk på morgen/formiddag og ettermiddag/kveld.

### Tidspunkt for skrueer og tidspunkt for funn av døde ørner våren 2006

I april og mai 2006 ble det funnet fem døde havørner i Smøla vindpark (se kap. 3.1). Fire av disse ble funnet kort tid etter perioder med omfattende termikkaktivitet (**Tabell 19**). Den første av de fem ble funnet 9. april, ikke mange dagene etter termikkperioden 3-5. april.

Den andre ungen ble funnet 28. april, kort tid etter aktivitetsperioden 21-24. april. Selv om ungen ble funnet 28.04, viste signalene fra GPS-senderen at den hadde ligget på samme sted fra 14.04.



Figur 37. Antall observasjoner (til venstre) og antall individer observert (til høyre) notert med glideflukt eller termikkflyging (skrueer) i april - juni på Smøla i 2006. - The number of observations (left) and number of individuals noted circling or soaring during the day in April and May at Smøla in 2006.

De tre siste og voksne ørnene ble funnet i samme søk etter døde fugler etter perioden med stor aktivitet 21-24 april. Ut fra tilstanden til disse tre fuglene da de ble funnet, ble det grovt anslått at de kunne ha ligget døde i om lag ei uke.

Det er en påfallende sammenheng mellom tidspunktene for termikkaktivitet slik den ble registrert i dette prosjektet, og tidspunktene for når de døde ørnene ble funnet. En klar svakhet er imidlertid at det er lengre perioder mellom våre observasjonsperioder der vi ikke vet om det kan ha vært dager med tilsvarende stor termikkaktivitet. Men disse tilsynelatende sammenfallene i tid gir i det minste grunnlag for å sette større fokus på hva som kan skje i slike perioder.

Tabell 19. Alder på døde havørner funnet i perioden med atferdsstudier i Smøla vindpark (jfr. Tabell 7) i forhold til perioder med mange skruer i april. - Age of dead sea eagles (right column) found in the period with activity studies in Smøla wind farm (cfr. Table 7) related to periods with high soaring activity (numbers of birds seen, mid column) in April.

Dato	Antall individer sett	Alder på døde ørner
03.04	10	
05.04	10	
06.04	3	
09.04		Unge fra 2005
-----		
20.04	14	
21.04	5	
24.04	26	
27.04	3	
03.05		Voksen hunn
04.05		Voksen hunn
05.05		Voksen hann

I skruer kan havørnene ha større fokus på andre fugler rundt seg og hva disse gjør, enn å passe på vindmøllene som svirrer rundt i det samme luftrommet (se **Figur 38**). Dette kan utsette fuglene for en større risiko for å kollidere med vindmøllene enn når de har en mer retlinjet og målbevisst flukt fra næringssøksområdet til for eksempel reirplass. Det er vist fra flere utenlandske radarstudier av trekkende fugler, bl.a. ærfugl (Desholm et al. 2006), at disse kan oppdage en vindpark på langt hold og i stor grad unngå den ved å fly utenom.



Figur 38. To havørner som parerer utfall, som en del av deres sosiale aktivitet. Foto: Espen Lie Dahl. - Two sea eagles.

Flere av skruene som ble observert mot slutten av april i 2006 (se **Figur 36**) er lokalisert over eller nær ei vindmølle. Det er lite kjent om hva turbulens bak vindmøllene kan bety for havørns kontroll over dens egen manøvreringsevne og fart.

Bedre kartlegging av aktivitetsmønstre kan gi grunnlag for avbøtende tiltak. Dersom en kan lage prognoser for når og under hvilke værforhold slike skruer sannsynligvis vil eller kan forekomme, kan operatørene være oppmerksomme på slik aktivitet på havørnene og følge med, og vurdere om noen vindmøller kan stanses. Dette vil i mange tilfeller dreie seg om noen få timer midt på dagen (**Figur 37**).

## 6. Videoovervåking

Formålet med dette prosjektet er å kartlegge aktivitetsmønstre til havørn i vindparken på Smøla ved hjelp av videokamera, dels oppsatt ved reir med hekking, dels i tilknytning til en overnattingsplass for havørn i et plantefelt bare 200-300 fra ei av vindmøllene. Døgnkontinuerlig overvåking vil bl.a. gi data om aktivitetsmønster gjennom døgnet for par som hekker, og tidspunkt og aktivitetsmønster ved inn- og utflyging i tilknytning til en overnattingsplass. Tidspunktene for når de voksne flyr til og fra reiret eller reiområdet kan gi informasjon om mulige sårbare perioder for kollisjoner med vindmøllene.



*Figur 39. Videokamera montert på ei vindmølle på Smøla. Videokameraet ble satt opp for å følge aktiviteten ved reiret til de voksne gjennom hele døgnet. Det ble utplassert 27. juni og gjorde opptak til begynnelsen av august. Dette var sent i ungeperioden, og ungen var i stor grad overlatt til seg selv. Etter 29. juli gjorde perioder med tåke at vi ikke fikk opptak som kunne vise hva som skjedde på eller i nærheten av reiret. - Video camera mounted on a turbine in Smøla wind farm to follow the activity at a nest of sea eagles.*

### Aktivitet på et reir i 2006

I 2006 ble det satt i gang overvåking av et havørnreir i vindparken med videoutstyr fra Lamberg Bio Marin, som stod for montering og tilkobling til nett. Kameraet ble montert ved døra på nærmeste vindmølle for å få tilgang til strøm (**Figur 39**). Opptaksenheten ble plassert inne i mølla, beskyttet fra vær og vind. Harddisken har kapasitet til å lagre ett bilde/sek. for 40 dager.

Så lenge ungen satt på reiret, ble det gjort næropptak (eksempel på dette i **Figur 40**). Senere, når ungen begynte å oppholde seg i terrenget rundt reiret, ble bildeutsnittet utvidet betydelig. Dette ble gjort manuelt av personale på anlegget, men ble sjekket fra en PC på NINA. Det gjorde at vi kunne sjekke regelmessig at det var normal aktivitet på ungen, også etter at den ble påsatt GPS-sender. Kameraet var på nett, men linken ble ikke lagt ut på noen nettside. Systemet er lagt opp med en mulighet for senere å kunne fjerne styre både retning på kameraet og utsnitt av opptaket.

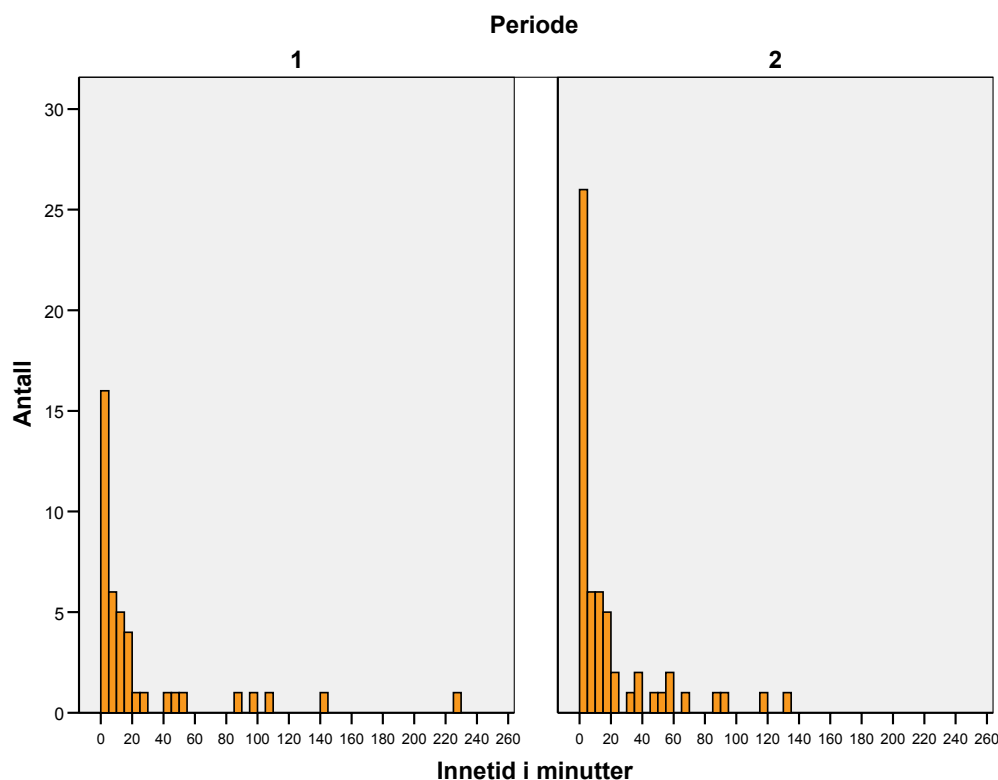
Opptakene ble gjennomgått manuelt, og tidspunktet for når de voksne ørnene kom til eller forlot reiret eller reiområdet, ble notert. Det samme ble gjort for aktivitet av andre fugler, bl.a. når andre ørner viste seg på opptaket. Ved ett tilfelle passerte en fjorårsunge reiret (**Figur 40**).

De aller fleste besøk på reiret av de voksne ørnene, var av kort varighet (**Figur 41**). Antall besøk pr. klokke viser at det var aktivitet gjennom hele døgnet på dette reiret i 2006 i den aktuelle perioden, men med størst aktivitet tidlig på morgenen og senere på ettermiddagen (**Figur 42**). Dette er i samsvar med det som er funnet ved andre videostudier av havørn (Staven 1994). Opptakene er ikke av en slik kvalitet at vi kan se hva foreldrene bringer av mat inn til ungen.





Figur 40. Bilde av et havørn-reir på Smøla i 2006, tatt med videokameraet som er vist i Figur 39. - Picture from a nest of sea eagle at Smøla in 2006, taken with the video camera shown in Figure 39.



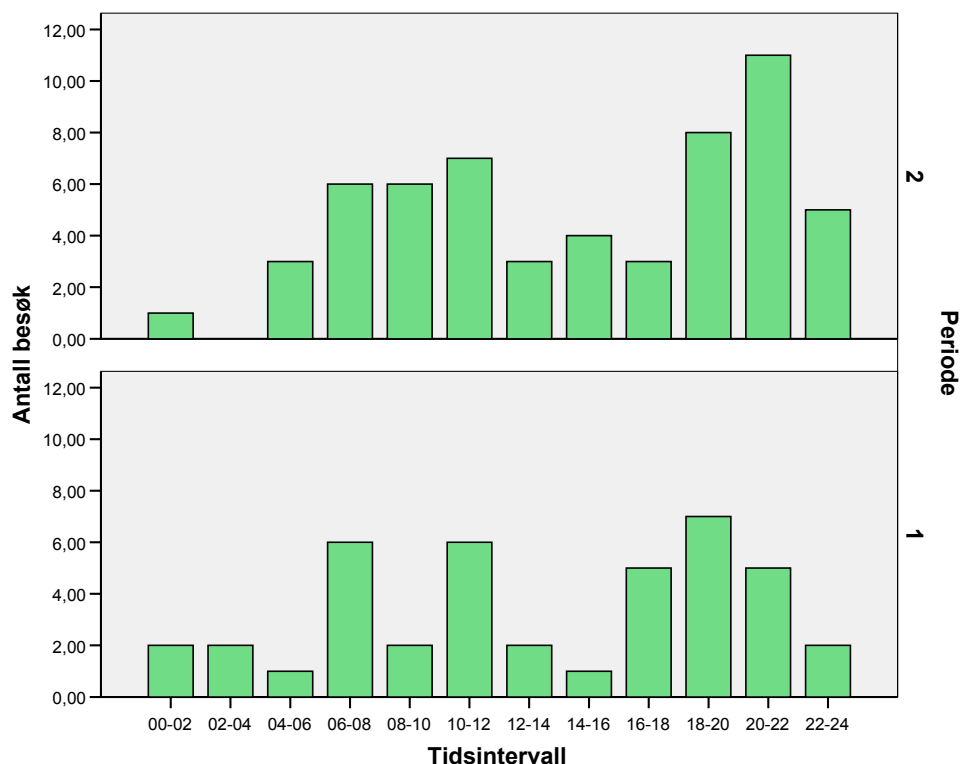
Figur 41. Antall besøk av foreldrefuglene i forhold til lengden av oppholdet (innetid) på et reir i Smøla vindpark i 2006. Opptaksperioden er delt i to like deler, der periode 1 er 27. juni - 12. juli og periode 2 er 13. - 29. juli. - The number of visits made by the parents related to the length of their stay at the nest at a sea eagle nest at Smøla in 2006, divided in two equal periods.

Kartlegging av foreldrenes aktivitetsmønster på eller nær reiret vil være viktig informasjon som supplement til andre metoder for å kartlegge ørnenes aktivitet. Dette kan gjelde både for aktivitetsstudier som de som ble gjennomført for RSPB i 2006, der det var vanskelig å observere de voksne når de kom inn til eller forlot reiret ettersom de ofte utnyttet terrengformasjoner og fløy

så lavt nær det at de ofte ikke ble oppdaget før de enten satt på reiret eller det ble oppdaget at de hadde fløyet sin vei (se **Figur 43**).

På samme måte kan slike opptak være et supplement til plott fra GPS-senderne hvis ungene blir utstyrt med slike. Det vil være en grei måte å sjekke at ungen oppfører seg normalt etter merking, og gi utfyllende data om ungenes bruk av reiområdet etter utflyging.

Utenom hekketida kan videokameraene overvåke annen aktivitet, som ved overvåking av aktivitetsmønster når havørnene ankommer overnattingsplassen sent om kvelden og når de forlater den tidlig om morgenen. De setter seg som regel på nattekvist så sent at det kan være vanskelig å se ørnene mot himmelen. I dårlig lys vil de være ekstra utsatt for å kollidere med vindmøllene nær overnattingsstedet hvis de ikke ser vindmøllene, og/eller har fokus på aktiviteten til andre ørner som skal inn.



Figur 42. Antall besøk på reiret i løpet av døgnet, med samme periodeinndeling som i Figur 41.- The number of visits at the nest during the day, divide in two periods (as in Figure 41).



*Figur 43. Et liten senkning i terrenget inn mot reiret som var i bruk i Smøla vindpark i 2006. Observasjoner gjort fra avstand antydde at havørnene fløy lavt opp og ned her når de skulle til eller fra reiret. Dette gjorde det vanskelig å oppdage ørnene i det de landet på reiret eller når de forlot det. Videoovervåking av aktiviteten på reiret vil her supplere de andre observasjonene. - A small "valley" in the terrain leading in to the sea eagle nest used in Smøla wind farm in 2006 This made it difficult to discover the eagles from the two vantage points used in the activity studies.*

## 7. DNA-studier

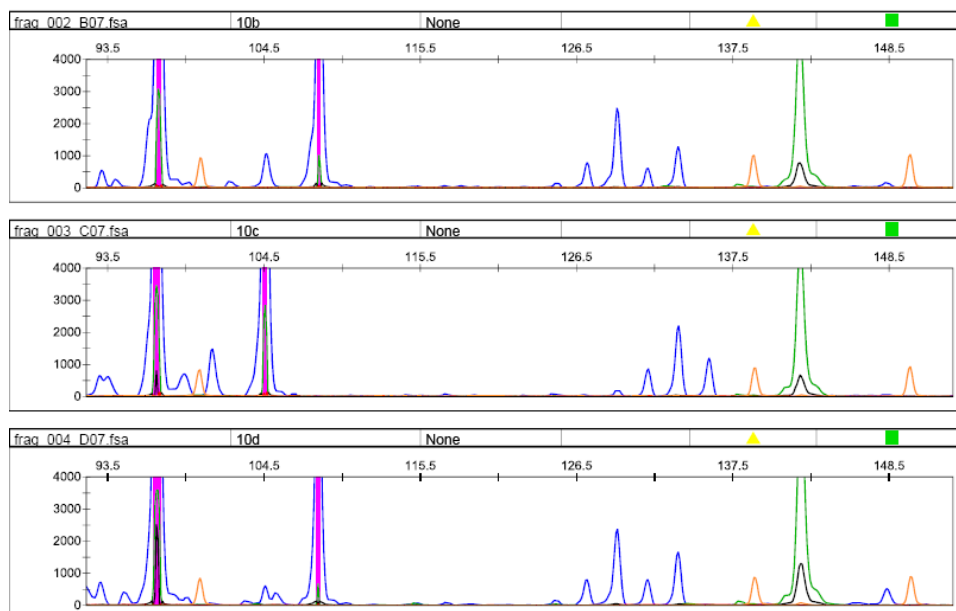
Prosjektets hovedmål har vært å undersøke om de døde havørnene som ble funnet i 2006 kunne knyttes til territorier på Smøla, og å kartlegge voksendødelighet i etablerte par som hekker i eller tett inntil vindparken på Smøla, sammenliknet med par som hekker i økende avstand til den.

### Bakgrunn

DNA-analyser åpner for ny innsikt i havørnas populasjonsdynamikk på en helt annen måte enn tidligere. Slike undersøkelser av hekkende havørn på Smøla ble igangsatt i 2006 ut fra problemstillinger knyttet til effekter av vindparken. To av de drepte havørnene i mai 2006 hadde rugeflekk. Utgangshypotesen var at disse har hatt egg eller unger i reir på Smøla. Dette ble testet ved å analysere DNA-profiler fra de døde ørnene og relatere disse til DNA-profiler fra alle unger som vokste opp på Smøla i 2006 samt alle voksne fugler som var identifisert. Verifiserte foreldre/avkomsrelasjoner eller funn av identiske DNA-profiler på reirlokalteter sier noe om hvilke lokaliteter de døde ørnene tilhørte. De genetiske analysene vil på sikt legge grunnlaget for en grundig dødelighetsanalyse der vi blant annet vil kartlegge hvor stort nedslagsfelt den økte dødeligheten på Smøla har.

### Metodikk

Materiale fra 29 reir ble analysert (**Tabell 20**). For ungene på reirlokaltetene bruker vi nappede fjær, mens de voksne fuglene (en eller begge foreldrene) er representert ved mytefjær. For å få flest mulige tilfeller der både hannen og hunnen var representert blant mytefjærene (eksempplifisert i **Figur 44**), ble fem mytefjær analysert for alle reirlokalteter bortsett fra tre, der kun ei fjær ble samlet inn. I tillegg til fjærmaterialet analyserte vi vevsprøver fra seks kollisjonsdrepte ørner. Sju mikrosatellittmarkører (Busch et al. 2005, Hailer et al. 2006) ble brukt til å generere selve DNA-profilene, og alle analyserte individer ble kjønnsbestemt (Ellegren & Sheldon 1997). Slektskapsanalyser ble gjennomført ved bruk av slektskapskoeffisienten til Queller & Goodnight (1989).



**Figur 44.** DNA-profiler fra tre markører for fjær som er samlet inn på samme reirlokaltet. Øverste og nederste DNA-profil er identiske, og representerer samme individ, mens DNA-profilen i midten representerer et annet individ. To ulike individer er altså representert på denne reirlokalteten.

- DNA profiles from three microsatellite markers for feathers sampled at one single nest. The upper and the lower DNA profiles are identical, whereas the middle profile represents another individual. Thus, two different individuals are represented at this nest.

## Resultater

For de fleste reirlokalteter med unger er DNA-profilen til en eller begge foreldrene identifisert (**Tabell 21**). I tilfeller der kun en fugl var identifisert var dette som regel hunnen (6 hunner mot 1 hann). I ett tilfelle var den påviste hunnen ubeslektet med begge ungene (reirlokaltet 3). Ingen av de voksne vindmølle-drepte fuglene kunne med sikkerhet tilbakeføres til et reir med unger. Heller ingen mytefjær fra reir uten unger hadde samme DNA-profil som de vindmølle-drepte ørnene. Territoreholdende ørner kan felle enkelte fjær tidlig på året, men har meget begrenset myting før tidligst i mai, men mer intenst i juni/juli (A.O. Folkestad pers. medd.). Ettersom reirbesøkene stort sett ble gjort i perioden juni-juli, må en forvente minimal sjanse for matching i mytefjær for voksenfugl som blir drept i april og begynnelsen av mai.

For de to vindmølle-drepte ungfuglene (født 2005) fant vi flere mulige foreldre på Smøla i begge tilfeller, men det var også her vanskelig å fastslå med sikkerhet hvilken reirlokaltet de kom fra.

**Tabell 20.** Oversikt over det analyserte fjærmaterialet. I tillegg kommer vevsprøver fra seks kollisjonsdrepte ørner. - Overview of the feather material analyzed. In addition, tissue samples from six dead eagles, hit by windmill blades, were included in the analysis.

Hekke- plass	Fjær fra unger	Myte- fjær
1	1	5
2	0	5
3	2	5
4	0	5
5	0	5
6	1	5
7	2	5
8	1	5
9	0	5
10	1	5
11	0	1
12	0	5
13	1	5
14	1	5
15	0	5
16	0	5
17	0	5
18	0	5
19	2	5
20	1	5
21	1	5
22	0	1
23	2	5
24	0	5
25	0	5
26	0	1
27	0	5
28	0	5
29	1	5

**Tabell 21.** Oppsummering av slektskapsanalyserne. - Summary of the relationship analysis.

Hekke- plass	Mor blant mytefjær	Far blant mytefjær
1	ja	nei
3	nei <sup>a)</sup>	nei
6	ja	nei
7	ja	ja
8	nei	ja
10	ja	ja
13	ja	ja
14	ja	ja
19	ja	nei
20	ja	nei
21	ja	ja
23	ja	nei
29	ja	nei

a) Alle de fem analyserte mytefjærene på denne lokaliteten representerte en hunn som var ubeslektet med begge ungene.

## Diskusjon

Resultatene av analysene var med enkelte unntak i tråd med det vi forventet på forhånd. I de fem tilfellene der to voksne ørner var påvist på reirlokalteter med unger var dette uten unntak mor og far. Mor og far var som oftest ubeslektet, men i ett tilfelle antydte våre analyser slektskap mellom foreldrene (hekkelokalitet 14; **Tabell 21**). Disse var mest sannsynlig søskenbarn eller halvsøsken. Som forventet var det langt flere tilfeller der bare hunnen var påvist sammenlignet med tilfeller der hannen var den eneste identifiserte ørna. Dette viser i tråd med utgangshypotesen at hunnen myter oftere enn hannen ved reiret, i og med at den bruker med tid der, samt at den starter mytingen tidligere enn hannen. På reirlokaltet 3 var den påviste hunnen ubeslektet med begge ungene (**Tabell 21**). Besøk av fremmede ørner som ikke er foreldre til ungene, er nylig påvist for småskrikeørn (Meyburg et al. 2007). Observasjonen av fremmed fugl på enkelte reirlokalteter er derfor i seg selv ikke direkte overraskende, som understrekes av at vi finner flere tilfeller der to ubeslektede hunner er påvist på samme reirlokaltet (lokaltet 17 og 18). Det som imidlertid er spesielt med reirlokaltet 3 er at alle fem analyserte mytefjær representerer en eneste hunn, som altså kan utelukkes som mor til begge ungene. En mulig tolkning er at moren er død og at den fremmede ørna har adoptert de to ungene. Det var ikke mulig å fastslå med sikkerhet om den manglende mora var blant de vindmølledrepte ørnene, men mest sannsynlig var hun det ikke. Uansett blir det interessant å se om vi finner den påviste hunnen på samme reirlokaltet til neste år, noe som vil styrke hypotesen om adopsjon.

Når det gjelder slektskapsanalysene der de vindmølledrepte ørnene var involvert, var oppløsnin-gen for de anvendte markørene for lav til å slå fast foreldre/avkomrelasjonen med sikkerhet. Dette skyldes at hypotesen for foreldre/avkomrelasjonen ikke kunne knyttes til en bestemt hekke-lokaltet. Derfor måtte vi, i stedet for bare ett kandidatavkom på den aktuelle reirlokalteten, bruke alle analyserte unger som kandidatavkom. Tilsvarende for de døde ungene måtte vi bruke alle voksne ørner som kandidatforeldre, noe som altså viste seg å kreve en høyere oppløsning for å få sikre resultater. For å oppnå en tilfredsstillende grad av sikkerhet i disse tilfellene, vil vi i frem-tidige analyser inkludere ytterligere 4-5 markører i tillegg til de sju markørene som til nå er analy-sert. Det at vi heller ikke fant noen av de vindmølledrepte voksne ørnene blant de analyserte mytefjærene fra reir uten overlevende unger, kan umiddelbart antyde at de vindmølledrepte ørnene har kommet inn utenfra, og at de i utgangspunktet ikke har direkte tilknytning til Smøla. Men ettersom de tre drepte ørnene som ble funnet tidlig i mai, ble funnet før mytingen var i full gang, kan dette ikke vurderes. Bedre oppløsning på slektskaps-analysene og et større materiale av vindmølledrepte ørner må imidlertid til før en kan antyde noe om hvorvidt det er stedegne Smøla-fugler eller besøkende ørner fra andre lokaliteter som blir offer for vindmøllene.

## Oppsummering og videreføring av arbeidet

Vi har nå et godt grunnlag for å fortsette den DNA-baserte overvåkingen av havørnbestanden på Smøla. De genererte dataene utgjør et verdifullt materiale til oppbygging av en database over hekkende individer på Smøla. Vi ser for oss at følgende aspekter kan belyses på sikt:

- a) For flere av hekkelokalitetene med innsamlet materiale har vi identifisert begge foreldrene, mens hunnen i de fleste av de resterende tilfellene er påvist. Ved tilsvarende undersøkelser senere, kan det fastslås om det fortsatt er de samme to fuglene som er foreldre til nye unger eller om det har kommet inn en ny partner i paret. I så fall vil dette med stor sannsynlighet bety at den ene fuglen har dødd i mellomtiden. Dette kan gi data på voksendødelighet i bestanden, noe som vil være viktige data for modellering av både populasjonsdynamikk og risiko knyttet til en vindpark.
- b) Genetiske spor kan vise hvor unger senere etablerer seg som hekkefugler.
- c) Hvilke fugler som etablerer seg i territorier som er forlatt av de opprinnelige hekkefuglene.
- d) Videreføre kartleggingen av fremmede ørner på reir i eller nær vindparken.

- e) Metoden kan også være nyttig både ved konsekvensvurderinger og eventuelle etterundersøkelser i forbindelse med nye vindparker som bygges ut, ved at en kan gi bedre informasjon bl.a. om hvorvidt etablerte par i vindparken som fortrenses fra vindparkområdet eller om de går til grunne (dør, blir drept).

## 8. Referanser

- Brandwood et al. 1986. Incidence of healed fractures in the skeletons of birds, molluscs and primates. - *J. Zool. Lond.* 208:55-62; by Cooper, J.E. in: Fairbrother, Non Infectious Diseases in Wildlife, 1996
- Buehler, D. A., Fraser, J. D., Fuller, M. R., McAllister, L. S. & Seegar, J. K. D. 1995. Captive and field-tested radio transmitter attachment for Bald Eagles. - *J. Field Ornithol.* 66: 173-180.
- Busch JD, Katzner TE, Bragin E, Keim P (2005). Tetranucleotide microsatellites for aquila and haliaeetus eagles. *Mol Ecol Notes* 5, 39–41.
- Desholm, M., Fox, A.J., Beasley, P.D.L. and Kahlert, J. 2006. Remote techniques for counting and estimating the number of bird-wind turbine collisions at sea: review. - *Ibis* 148: 76-89.
- Dimaio, V.J. & Dimaio, D. 2001. *Forensic Pathology*; 2.ed. - CRC Press, ISBN 0-8493-0072-X
- Ellegren H, Sheldon B.C. 1997. New tools for sex identification and the study of sex allocation in birds. - *Trends Ecol Evol* 12, 255–259.
- Everaert, J. & Stienen, E.W.M. 2006. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding tern colony due to collisions. - *Biodiversity and Conservation* DOI 10.1007/s10531-006-9082-1: 15 pp.
- Folkestad, A.O. 2003a. Status of the white-tailed sea eagle in Norway. - S. 51-55 i: Helander, B., Marquiss, M. & Bowerman, W. (eds.) 2003. SEA EAGLE 2000. Preceedings from the International Sea Eagle Conference in Björkö, Sweden, 13-17 september 2000. Swedish Society for Nature Conservation/SNF & Åtta.45 Tryckeri AB. Stockholm.
- Folkestad; A.O. 2003b. Nest site selection and reproduction in the white-tailed sea-eagle in Møre & Romsdal county, western Norway in relation to human activity. - S. 365-370 i: Helander, B., Marquiss, M. & Bowerman, W. (eds.) 2003. SEA EAGLE 2000. Preceedings from the International Sea Eagle Conference in Björkö, Sweden, 13-17 september 2000. Swedish Society for Nature Conservation/SNF & Åtta.45 Tryckeri AB. Stockholm.
- Folkestad, A.O. & Dahl E.L. 2007. Smøla vindpark. Bestands- og reproduksjonskontroll 2006. - Upubl. rapport fra "Prosjekt Havørn", 14 s.□□□□
- Folkestad, A.O. i manus. Prosjekt havørn. Organisering, bestandsforhold, populasjonsdynamikk, forvaltningsproblematikk. - Prosjektrapport for perioden 1975-1997.
- Folkestad, A.O., Follestad, A. & Nygård, T. 2005. Experiences from a windfarm at Smøla (Norway) on the effects on the White-tailed sea eagle. Powerpoint presentation given at the conference Wind, water and fire: Renewable energy and birds, Leicester, 1-3 April 2005.
- Follestad, A., Reitan, O. & Nygård, T. 2005. Havørnstudier på Smøla i 2004. Status etter utbygging og drift av trinn 1 og anleggsfasen av trinn 2 av Smøla vindpark. - NINA Notat, 14 pp.
- Follestad, A., Reitan, O., Pedersen, H.C., Brøseth, H. & Bevanger, K. 1999. Vindkraftverk på Smøla: Mulige konsekvenser for "rødlistede" fuglearter. - NINA Oppdragsmelding 623: 1-64.
- Hailer F, Gautschi B, Helander B (2005). Development and multiplex PCR amplification of novel microsatellite markers in the White-tailed Sea Eagle, *Haliaeetus albicilla* (Aves: Falconiformes, Accipitridae). *Mol Ecol Notes* 5, 938-940.



- Heath, M.F. & Evans, M.I. 2000. Important Bird Areas in Europe: Priority sites for conservation. 2 Vols. Cambridge, UK: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 8).
- Heidenreich, 1995. Greifvoegel. - ISBN 3-8263-3090-0, p 29
- Helander, B. 2003. The white-tailed sea eagle in Sweden - reproduction, numbers and trends. S. 55-66 i: Helander, B., Marquiss, M. & Bowerman, W. (eds.) 2003. SEA EAGLE 2000. Proceedings from the International Sea Eagle Conference in Björkö, Sweden, 13-17 september 2000. Swedish Society for Nature Conservation/SNF & Åtta.45 Tryckeri AB. Stockholm.
- Hooge, P. N., Eichenlaub, W. & Solomon, E. 1999. The Animal Movement program. - USGS, Alaska Biological Science Center.
- Hunt, W. G., Driscoll, D. E., Bianchi, E. W. & Jackman, R. E. 1992. Ecology of bald eagles in Arizona. Report to U.S. Bur. of Reclamation, Contract No. 6-CS-30-04470. BioSystems Analysis, Inc., Santa Cruz, California.
- Hunt, W. G., Jackman, R. E., Hunt, T. L., Driscoll, D. E. & Culp, L. 1998. A population study of golden eagles in the Altamont Pass Wind Resource Area: population trend analysis 1997. Report to National Renewable Energy laboratory, Subcontract XAT-6-16459-01. 43 s. Predatory Bird Research Group, University of California, Santa Cruz.
- Jain, Aa., Kerlinger, P., Curry, R. & Slobodnik L. 2007. Annual Report for the Maple Ridge Wind Power Project Postconstruction Bird and Bat Fatality Study - 2006. Draft. - Rapport til PPM Energy and Horizon Energy and Technical Advisory Committee (TAC) for the Maple Ridge Project. 61 pp.
- Langston, R.H.W. & Pullan, J.D. 2003. Windfarms and birds: an analysis of the effects of wind farms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. Report T-PVS/Inf (2003) 12, by BirdLife International to the Council of Europe, Bern Convention. RSPB/BirdLife in the UK
- Meyburg, B.-U., C. Meyburg, F. Franck-Neumann 2007. Why do female Lesser Spotted Eagles (*Aquila pomarina*) visit strange nests remote from their own? *J Ornithol* 148 (in press).
- Naturvårdsverket 2004. Kriterier för inventering och övervakning av kungsörn (*Aquila chrysaetos*) i Finland-Norge-Sverige. - Utkast til rapport, version 1.5. desember 2004. 10 s.
- Nygård, T., Kenward, R. & Einvik, K. 2000. Radio telemetry studies of dispersal and survival in juvenile White-tailed Sea Eagles *Haliaeetus albicilla* in Norway. - In Chancellor, R. D. & Meyburg, B.-U., eds. Raptors at risk. World Working Group of Birds of Prey/Hancock House. Pp. 487-497.
- Perrow, M. R., Skeate, E. R., Lines, P., Brown, D. & Tomlinson, M. L. 2006. Radio telemetry as a tool for impact assessment of wind farms: the case of Little Terns *Sterna albifrons* at Scroby Sands, Norfolk, UK. - *Ibis* 148: 57-75.
- Queller DC & Goodnight KF (1989). Estimating relatedness using genetic markers. *Evolution* 43, 258-275.
- Smallwood, K.S. & Thelander, C.G. 2004. Developing methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area. Final Report by BioResource Consultants to the

California Energy Commission, Public Interest Energy Research-Environmental Area, Contract No. 500-01-019: L.Spiegel, Program Manager. 363 pp. + appendices.

Reitan, O. & Follestad, A. 2001. Vindkraft i Norge og fugleliv. - Vår Fuglefauna 24: 4-9.

Staven, B. 1994. Næringsvalg og kjønnsdimorfisme hos havørn. - Cand.scient - oppgave, Zoologisk institutt, Den Allmennvitenskapelige høgskolen, Trondheim. 52 s.

Winkelman, J.E. 1992. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 1: Aanwaringslachtoffers (with English summary: The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), the Netherlands, on birds, 1: collision victims.). - DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek., Arnhem. RIN-rapport 92/2-5. 71 pp. (In Dutch; English summary.)

## Vedlegg

### Vedlegg 1

Alle registrerte havørnreir innenfor 2 km fra Smøla vindpark i 2006. Flere territorier (par) har alternative reir, angitt som "Reir nr.". - *All registered nests of white-tailed eagles within 2 km from Smøla wind farm in 2006. Several pairs have alternative nests, noted as "Reir nr." (nest no.).*

Territorium/ par nr.	Reir nr.	Aktivitet	Territorium/ par nr.	Reir nr.	Aktivitet
<b>Innenfor trinn 1</b>			9	1	Ingen aktivitet
1	1	Litt mytefjær	10	1	Ingen aktivitet
2	1	Tilgrodd		2	Ingen aktivitet
3	1	Få mytefjær		3	Påbygd
4	1	Ingen spor	11	1	Ingen spor
	2	Ingen spor	12	1	<b>1 unge</b>
5	1	Tilgrodd	13	1	Reiret sprengt bort, ingen spor
	2	Tilgrodd	14	1	Reiret sprengt bort, ingen spor
?	1	Ingen aktivitet, urørt fra 2002.	15	1	Eggskall
<b>Innenfor trinn 2</b>				2	Ingen aktivitet
6	1	Ingen aktivitet	16	1	Ingen aktivitet
	2	Ingen aktivitet		2	Ingen aktivitet
	3	Ingen aktivitet		3	Voksenfugl sett tidlig
	4	Ingen aktivitet	17	1	Ingen aktivitet
	5	<b>2 unger</b>		2	Ingen aktivitet
7	1	Ingen aktivitet		3	<b>2 unger</b>
	2	Ingen aktivitet	18	1	Mytefjær
	3	Påbygd		2	Ingen aktivitet
8	1	Få mytefjær		3	Ingen aktivitet
	2	Ingen aktivitet		4	Ingen aktivitet
	3	Ingen aktivitet	19	1	Voksenfugl sett tidlig
	4	Ingen aktivitet			
	5	Ingen aktivitet			
	6	Ingen aktivitet			

#### Kommentarer til tabellen:

Kommentarene er basert på en intern rapport fra "Prosjekt Havørn" etter feltarbeidet i 2006.

1: Det ble funnet et nybygd reir på denne lokaliteten i 2003 etter at området hadde vært overnattingsplass for havørner i mange år. Det er en viss mulighet for at paret fra nabolokaliteten (par 2) kan ha flyttet hit. I så fall må det ha endret atferd fra bakkehekking til trehekking. Se også kommentarer under reir ?.

2: Territoriet ble berørt tidlig i anleggsarbeidet. Det ble påvist aktivitet i 2001, men ikke i 2002 - 2006. Paret kan ha forsøkt alternative reirplasseringer, med I-? som mulig forsøk 2002 og I-01 som mulige alternativer i 2003 - 2006. Lokaliteten betraktes som forlatt uten at det kan sies noe mer om skjebnen til det aktuelle paret.

3: Benyttet samme reir i 2001-2005. Ble rapportert rugende på egg 2002, men avbrøt. Denne reirlokalisiteten var den siste som ble berørt av anleggsarbeidet i 2002. Det er uklart om det kom til egglegging 2003, i 2004 var det ikke klargjort reir, bare noen mosedotter i reiret. I 2005 hekket paret vellykket med to unger flygedyktige. Ungene ble ringmerket og påført GPS-sendere. Den ene ble funnet drept etter kollisjon med nabovindmølla primo september uten å ha forlatt reirområdet. Voksenfugl ble sett på reiret tidlig på våren 2006, men ikke seinere. i sesongen.

?: Ligger 15 m fra nærmeste vindmølle. Det ble oppdaget våren 2003, men må stamme fra våren 2002. Det var ikke spor av tidligere reir og det har ikke vært påvist aktivitet seinere. Dette kan ha vært forsøk på relokalisering etter forstyrning andre steder (se I-01), men det har også vært registrert et territorielt havørnpar i området flere år før utbygging.

6: Paret hadde én unge i reir 1 i 2002, og én unge i nytt reir 4 i 2003, men flyttet til nytt reir igjen i 2004 (to unger) som også ble benyttet med vellykket hekking 2005 og 2006. Dette paret var i perioden fram til 2002 meget stabilt i reirvalg og vekslet mellom reir 1 og 3. Unge fra 2005 ble funnet drept 9. april 2006 under vindmølle 25.

7 og 8: Det er tidligere ikke påvist samtidig hekkeaktivitet i de to områdene, og det har således vært uklart om det kunne være to ulike par. I 2005 hadde 8 en unge, mens det ble funnet et nybygd reir som åpenbart tilhørte 7. Konklusjonen er derfor så langt at det er to par i området.

10: Paret hadde én unge i reir 2 i 2002 og avbrutt hekking i 2003. I 2004 ble det ikke påvist reiraktivitet, men voksenfugl ble sett i området. I 2005 ble paret funnet med et nyetablert reir påbegynt noen hundre meter lenger vest. Dette reiret ble påbygd også 2006.

12: Hekkelokalitet som ble registrert med påbegynt reir i 2000 og ikke helt utfargete fugler, altså et hekketerritorium under etablering. Reiret ble ferdigbygd i 2004 og 2005, med første gang vellykket hekking med én unge i 2006. Dette var eneste produktive reir innenfor vindkraftverket dette året, og den ene av to lokaliteter med påvist hekkeaktivitet.

13: Paret hadde én unge i reir 1 i 2002, men ingen aktivitet i 2003. I 2004 ble reirplassen sprengt bort under anleggsarbeid for Smøla vindpark trinn 2. Det er ikke påvist aktivitet i nærområdet etter dette, og territoriet må betraktes som forlatt og parets skjebne er ukjent.

14: Reiret ble første gang påvist våren 2003, men ut fra reirfundament, vegetasjon og gjødslingseffekt må det ha vært etablert og hatt vellykket hekking minst en gang tidligere, trolig i 2001. Reirlokaliseringen må likevel være relativt ny. Reiret ble sprengt bort under anleggsarbeidet på trinn 2 vinteren 2003-2004, men paret fortsatte å benytte høgspentmastene for overføringslinja fra vindparken som sitteposter, også i 2005, uten at det er lokalisert noen ny reirplass. Det ble ikke observert fugl her i 2006.

15: Åpenbart er det hekkfugler fra dette territoriet som har benyttet kraftledningsmastene på den nye 132 kV linja nord for Fuglevågskrysset som sitteposter både i 2003, 2004 og 2005. Paret bygde på reir i 2004, men ingen reiraktivitet ble påvist 2005. I 2006 ble det funnet eggskall i parets reir nr. 1.

16: Paret hadde to unger i reir 2 i 2002. Reir 1 var kraftig påbygd i 2003. Ved kontroll 31.10.04 var det påbygging både på reir 1 (mest) og 2 (litt), men mest på reir 3 som ligger 3-400 m lenger vest og som tidligere har hatt en noe usikker status. I 2005 ble det klart at dette var et alternativt reir til dette paret, med vellykket hekking og én unge flygedyktig. I 2006 ble det observert en voksen fugl tidlig på våren, men ikke seinere. Ungen fra 2005 ble funnet drept 60 m fra ei vindmølle i april 2006.

17: Jmfør kommentarer til 18. To unger ble produsert i reir 3 i 2004. Samtidig ble det 31.10.04 konstatert at reir 1 hadde vært markert påbygd og utformet også i 2004 (ikke sjekket juni 2004). Det synes derfor mulig at ytterligere ett par har kommet inn i dette området og overtatt den nordligste reirplassen. Hvorvidt dette i så fall kan tenkes å være et par fortrent fra vindparkområdet eller om det er et nytt par, er det ingen holdepunkter for å vurdere. Dette ble heller ikke klarlagt i 2005. I 2006 ble det produsert to unger i et reir som har vært antatt å være dette parets nordøstligste alternativ. Ungene ble påført GPS-sendere, og den ene ble funnet død ved reiret seinere, sannsynligvis av matmangel.

18: Paret har gjennom flere år flyttet fram og tilbake mellom en rekke reiralternativer. Paret hadde to unger i reir 2 i 2003 (vurdert å tilhøre dette paret!), men ingen aktivitet ble påvist i de anførte reirene i 2004 eller 2005. Paret overlapper åpenbart med par 17 når det gjelder bruk av reir 3 til par 18 (a-, b- og c-alternativer innen få meters avstand). I dette reiret var det to unger i 2004 som ble antatt å tilhøre foran nevnte par, jmfør par 17, men det er likevel noe usikkerhet rundt hvilket av para som benyttet reiret. Slik det er tolket, er det ikke med sikkerhet påvist reiraktivitet eller sett fugl i dette territoriet 2004 og 2005. Status pr. 2005 var usikker. I 2006 ble det bare funnet mytefjær på lokaliteten.

19: Reiret ble funnet 2005 og inneholdt da rester av årsferske eggskall. Det var ikke nybygd av året, og ut fra en nærmere vurdering av reirmaterialet og omgivelsene måtte det også ha vært i bruk i 2004, muligens med unger. Å dømme fra vegetasjon rundt reiret er det ikke noe gammelt reir, men kan ha vært etablert noen år tidligere, i så fall åpenbart uten vellykket hekking. Det ville ha gitt klarere forandringer i vegetasjonen rundt reiret enn det som var tilfelle. Reiret ligger med relativt god avstand til nærmeste nabo, men ut fra antatt alder kan det muligens være flytting av par 1 (forsvant 2002), ca. 1,5 km mot øst.

## Vedlegg 2

### Metoder og materiale ved søk etter døde fugler og flaggermus

Dette er en foreløpig, enkel beskrivelse av søksmetoder benyttet ved vindparken på Smøla. Forutsetninger for valgte metoder, testing av usikkerheter og beregning av estimater, vil beskrives i seinere rapporter.

#### Hvorfor søke etter døde individer?

Vindmøller settes opp i områder med mye vind, i områder som også brukes av mye fugler. Vindmøllebladene befinner seg i et luftrom som utnyttes av fugler. Dette fører til at vindmøllene kommer i veien for fuglenes naturlige bevegelser i terrenget. I en viss grad kan det tenkes at fuglene lærer seg hvor det finnes "farlige" konstruksjoner, og at det skjer en tilvenning og fuglene unngår vindmøllene. Men så lenge vindmøllene står der, vil det skje kollisjoner.

I prinsippet kan alle norske fuglearter kunne være i faresonen ved en vindmølle, fra havørn og sangsvane og ned til de minste som for eksempel gråsisik. Dette utgjør et stort spenn i størrelser og atferd hos de artene som kan rammes.

Den første forutsetningen for en kollisjon er at fuglen fysisk må befinne seg i området med vindmøller. Videre må fuglen forflytte seg like ved en vindmølle. Vingene på vindmøllene må være i bevegelse (det antas så langt at kollisjoner med tårn og stille vinger er sjeldent forekommende). Eventuelle kollisjoner vil derfor foregå ulikt over tid og sted.

En fugl som kolliderer med en vindmølle vil enten dø umiddelbart eller bli skadet. Skadeomfanget kan være stort eller lite. Hvis fuglen blir lett skadet, vil den kunne fly videre. De som er relativt lett skadet vil ha en mikroskopisk liten sannsynlighet for å kunne bli funnet og identifisert som kollisjonsoffer med en vindmølle. Hvis den er så skadet at den ikke klarer å fly videre, kan den bli liggende i kort eller lang avstand fra mølla. De fleste som kolliderer blir så hardt skadet eller død at de blir liggende relativt nær vindmølla. I andre studier er det vist at fuglekadaver med store kropp er blitt liggende vesentlig innen 50 m fra vindmøllene, for eksempel i Altamont Pass var 75 % lokalisert innen 42 m fra tårnet, med et gjennomsnitt på 31 m (Smallwood & Thelander 2004). Samtidig øker avstanden med tårnhøyde, slik at det ved norske vindmøller må forventes en høyere gjennomsnitt på avstander fra mølla. Fuglekadaver av arter med små kropp ligger gjennomgående nærmere en vindmølle. Dette vil for Smøla undersøkes nærmere ved de fortsatte undersøkelsene i 2007-2010.

#### Faktorer som påvirker kollisjoner

Eventuelle kollisjoner kan bli påvirket av mange faktorer, for eksempel tidspunkt for når de skjer (i sesong, dager med bestemte forhold, tid på døgnet), hvor de skjer (i ytterkant eller midt inne i parken, hvilken mølle, topografi, i høydenivå på møllen), hvordan kollisjonen skjer (fuglen treffes ovenfra eller nedenfra, ytterst mot spissen av mølleblad eller lenger inne), og fuglenes atferd i området.

#### Å estimere tall på kollisjoner

Det mest utfordrende spørsmålet er å finne et mest mulig riktig tall på hvor mye fugl som kolliderer. Vi trenger et estimat på antall kolliderte fugler av i prinsippet alle arter. Så langt har vi bare kunnet finne dette med basis i å finne døde fugler ved vindmøllene.

#### Faktorer som påvirker mulighetene til å finne tall på kollisjoner

Å finne kollisjonsdrepte dyr kan skje usystematisk eller gjennom systematiske søk:

- 1) å **treffe på** døde fugl i en vindpark kan gjøres av hvem som helst, uten noen form for søk.
- 2) det kan også **søkes** systematisk etter døde fugl rundt vindmøller.

Systematiske søk kan foretas av personell eller man kan bruke trenede hunder med førere. Så vidt vi kjenner til, er hunder tidligere brukt kun ved søk ved kraftledninger. I 2006 valgte vi å lære opp og sette inn spesialtrenet hund i søket ved vindmøllene på Smøla. Det er ikke funnet tidligere beskrivelser om at det er brukt spesielt opplærte hunder til slikt søk. Det var derfor nødvendig på forhånd å sette opp kriterier for søket og krav til både personer og hunder som brukes til slikt søk. Vi gir derfor en beskrivelse av denne metoden for systematiske søk i underkapitlet om metode nedenfor.

En faktor som er viktig for å finne riktig estimat, uansett metode, er hvor mye innsats som settes inn i søket. Et systematisk søk vil kunne finne et bedre estimat enn usystematiske funn av døde fugler. Men også et systematisk søk vil i alle tilfelle kun finne bare en andel av fugl som kolliderer. Så langt tyder søket med hund på Smøla at hunder finner et langt større antall fugler enn feltpersonell (O.Reitan unpubl. data). Dette kan gjøre kollisjonsestimaterne sikrere. Vi har derfor nå satt i gang eksperimenter for å finne andel døde fugler som blir funnet i ulike avstander fra vindmøllene.

### Estimering

Å beregne estimater på døde fugler er sentralt for å finne de reelle kollisjoner med vindmøllene. Det er så langt utarbeidet flere formler for å beregne kollisjoner med basis i det som man finner med søk med personell. Den mest kjente er Winkelman-formelen (Winkelman 1992), selv om den ikke er brukt generelt i studier ved vindmøller. En enklere formel avledet fra denne er nylig brukt i belgiske studier (Everaert & Stienen 2006):

$$N_{\text{estimert}} = N_a * C_z * C_p * C_e$$

Her er:  $N_a$  = funnet antall av kollisjonsføre,  $C_z$  = korreksjonsfaktor for søkeområde,  $C_p$  = korreksjonsfaktor for renovatører,  $C_e$  = korreksjonsfaktor for søke-effektivitet.

For å finne et mest mulig riktig tall på kollisjoner, er det nødvendig å finne estimater på alle påvirkende faktorer. Så langt har vi på Smøla ikke beregnet estimatene. Alle tall og funn som presenteres på kollisjoner i denne rapporten vil derfor kun være registrerte funn av døde fugler, og ikke gi noen totaltall på kollisjoner.

### Metoder

Oppgaven er å søke etter døde fugler under og nær vindmøller. Med basis i tidligere studier (for eksempel Smallwood & Thelander 2004) forutsettes det her at fugler som er døde av vindmøller blir liggende stort sett innen 50 m fra en vindmølle, og resten for det meste innen for eksempel drøyt 100 m fra mølla. For havørn på Smøla har vi funnet fugler liggende inntil 103 m fra en vindmølle. Ryper ligger stort sett innen 50 m fra mølletårnene. For andre arter vet vi relativt lite hvor langt unna en mølle det er mest aktuelt å søke. Fugler kan ligge lenger unna en vindmølle, særlig hvis de ikke umiddelbart dør. Det vil kreve relativt mye ressurser å søke når avstandene øker fra vindmølla. En radius på 50 m fra vindmølla utgjør et areal – i flatt terreng – på 7 800 m<sup>2</sup>. En radius på 100 m fra vindmølla utgjør tilsvarende et areal på 31 400 m<sup>2</sup>. Vi har stort sett dekket et areal på minst 50 m fra vindmøllene, men første søket med personell i 2006 dekket en radius på ca. 100 m.

Hunder dekker areal i forhold til vinden, det vil si at de dekker areal hvor molekyler kan nå fram til hundens nese. Dette betyr at de til enhver tid dekker en sektor fra hunden og direkte mot vinden. Ved gunstige vindforhold kan denne være på flere hundre meter. I mindre gunstige vindsituasjoner (for lite vind, for mye vind) kan denne avstanden være på få timer. Vi gjør i 2007 eksperimenter for å bestemme estimat på hvor stor andel av fuglene som blir funnet i ulike avstander fra vindmøllene.

Vi har søkt primært etter fugler. Uansett metode for å søke er derfor søkebildet fjær og hele og deler av fugler med fjær.

## Metoder for å søke – bruke synssans eller luktesans?

Søk utført av mennesker gjøres ved visuelt søk, det vil si at mennesker leter ved hjelp av synet etter fugler som ligger i søkeområdet. Vår viktigste sans er synet, og søk må derfor gjøres i den lyse del av dagen. Det er viktig at personer går over så store deler av søkeområdet som mulig, og foretar et så fint søk som de klarer. Det er tre faktorer som særlig påvirker søkeinnsatsen; søkearealet, antall personer som søker og tida som det søkes.

Hundenes klart viktigste sans er luktesansen. Hunder vil søke ved hjelp av lukt og bruk av luktesansen. Ved opptrening av hund må de trenes til å søke etter et fertbilde, for eksempel etter lukt av fjær. Hunder vil også reagere raskt på lukt av råtnende kjøtt og sure bein av døde fugler. For hunder er det viktig å utnytte vinden når de søker. De reagerer på lukter som er i en vindzone. Søkeresultatet for hunder avhenger altså særlig av at de er på rett side i forhold til vinden. En hund kan derfor i utgangspunktet søke i et større område på samme tid enn det mennesker kan dekke. Dessuten er luktesansen til hunder i størrelsesorden 1 million ganger bedre enn hos oss.

### Søkemetode med personell

Fram til og med juli 2006 er alt søk ved vindmøllene på Smøla utført av feltpersonell. Fram til og med 2005 ble det utført noen få gjennomløp av områder ved vindmøller, særlig høsten 2004 og 2005.

Søk med personell er foretatt etter to metoder:

1. Finsøk (detaljert søk) er gjort på oppstillingsplasser ved møllene og de interne veiene. Oppstillingsplassen ved en mølle utgjør minst 1 000 m<sup>2</sup>, det vil si den utgjør 13-16 % av hele arealet innenfor  $r = 50$  m fra vindmølla. Med et søkebilde etter fjær og eventuelt døde fugler kunne man her søke detaljert en relativt stor andel av arealet ved hver mølle. Det samme ble gjort langs de interne vegene. Dette ble forutsatt gjort fra lysets frambrudd om morgenen, for å få et mest mulig realistisk resultat på hva som kunne ligge ved hver mølle. Trinn 1 med 20 vindmøller kunne søkes på ca 1,5 time om morgenen, ved hjelp av bil.
2. Et grovsøk ved utvalgte vindmøller. Her går en eller to personer på kryss og tvers gjennom et areal ved vindmølla, og leter etter fugler på bakken. Dette vil særlig kunne registrere store fugler. Terrenget ved møllene er ulikt og innsatsen kan være vanskelig å fordele jevnt.
  - a. Generelt er det søkt i en radius på 50 m fra hver mølle. Søk før 2006 er gjort av 1 person i dette arealet og tid ved hver mølle ca 15 min.
  - b. Søk som er utført av to personer innenfor dette areal.
  - c. Søk med to personer i de nærmeste 100 m fra møllene. Det kreves søk i minst 45 minutter ved hver mølle.

Høsten 2004 ble metode 1 brukt ved alle mølleplassene for trinn 1, i dagene 30.09. og 01.10.

Høsten 2005 var trinn 2 i parken satt i drift. Da ble metode 1 brukt ved alle 68 møllene i hele parken i dagene 7-8. september og metode 2a brukt ved 12 møller. I dagene 18-20. oktober ble metode 2a brukt ved søk ved alle 68 møllene.

Vinteren 2006: En full gjennomgang av alle vindmøllene i hele parken ble gjort i januar-februar 2006, etter metode 2c.

Vinter-vår-forsommer 2006: Alle vindmøllene (unntatt 32-36 som ble beskyttet for forstyrrelser) ble søkt med 1-2 ukers mellomrom fra starten av mai til slutten av juli. Metode 2b ble benyttet.

## Søkemetode med bruk av hund

Det ble i 2006 utviklet en metode til å bruke hunder til å søke etter døde fugler. Med basis i hundens luktesans, og at en hund kan læres opp til å søke etter et hvilket som helst bestemt stoff/molekyl, finnes det nå effektive metoder for opplæring av hunder til spesialsøk (L.Wetterholm pers. medd.). En hund ble derfor i 2006 opplært til å søke på overvær etter fjær og melde fra ved funn.

Selve søket vil derfor inkludere både en hund som søker med luktesansen og dens fører som samtidig bruker synet. Det måtte stilles krav til en hund som skulle brukes, og hunden ble opplært til søket. Det gis i det følgende en kort beskrivelse av viktige sider ved både hunder, deres opplæring og søket som er gjort.

Følgende krav ble satt til hunder som skulle brukes til søk:

- Hunden må gjøre hva fører vil at den skal gjøre
- Hunden må bruke nesene til å søke aktivt etter et fertbilde – helst nær bakken
- Hunden som brukes, må opprettholde en høy motivasjon for å søke
- Hundene må læres opp til søket – som er viktig
- Motivasjonen må vedlikeholdes
- Den skal ikke primært løpe, heller gå enn løpe
- Raser som springer mye, ville derfor være lite aktuelle å bruke
- Gjeterhundraser er generelt mest aktuelle å bruke

### Brukte hunder 2006:

*Luna:* En riesenschnauzer tisse som var drøyt to år høsten 2006. Hun er opptrent primært til å finne fjær og rester av døde fugler. Hun er også trent til å melde at hun har gjort funn, ved hjelp av dekkmarkering, det vil si at hun legger seg ned ved funnet.

*Solan:* En briard hann som var åtte år høsten 2006. Han er opptrent primært til å finne mennesker, og apportering av gjenstander den finner. Dette gjør søk med han til mer utfordrende enn hvis han var trent på melding av kun funn av fjær, fordi han vil apportere inn hva han finner. Dette stiller større krav til hundefører, som må følge med hunden under hele tiden når hunden er i søk, for å vite hvor og hvordan gjenstanden ligger. Det trenes inn dekkmarkering hos han i 2007.

Det må også stilles krav til en hundefører i et slikt søk:

- Må kunne "lese hunden" når den har fert fra et aktuelt objekt – og reagere raskt
- Hundefører må ha god nok fysisk form til å kunne følge hvor hundene søker. Det er særlig viktig å følge på hunden så raskt som mulig ved funn
- Hundefører bør ha god artskunnskap om fugler, for å artsbestemme eventuelle funn
- Må kunne trene opp en utrenet hund for oppgaven
- Både personer og hunder som skal brukes til slikt søk, må opplæres og kvalitetssikres
- En disposisjon av minst to hunder som kan brukes til dette søket, viste seg å være mer effektivt søk per tid enn ved bruk av én hund. Hver av hundene kan dermed brukes ved annenhver mølle

### Opplæring

For at en hund skulle kunne brukes til dette søket, var det nødvendig å lære inn to ting hos hunden. Det ene var **melding av funn**. Dette ble gjort ved at hunden lærte å dekkmarkere et funn, det vil si at den la seg ned på bakken ved funnet med labbene så nært funnet som ønskelig. Det andre var å lære hunden å **søke etter døde fugler**, inkludert fjær og vinger.

Den som skal være hundefører ved søk med hund etter døde fugler/dyr må også gjennomgå en opplæring. Dette er nødvendig for å kunne få et godt nok resultat av søk med hund ledet av denne personen.





*Hund i søk i terrenget rundt ei av vindmøllene i Smøla vindpark. Her vil hunden være mennesket fullstendig overlegen i dens evne til å finne døde fugler og flaggermus!*

### **Søk ved møller**

Prinsipielt utføres søket ved å utnytte en hund som bruker nesens samt en person som bruker synet. Det viktigste er å bruke hunden på en slik måte at den kan få så mye ferd som mulig fra vindmølleområdet. Dette vil si å utnytte vinden så maksimalt som mulig ved søket. Hunden skal derfor føres på tvers av vinden på medvindside fra vindmølla, på minst 50 m avstand ut fra vindmølla. Dessuten føres den på tvers av vinden forbi vindmølla for å dekke eventuelle blinde lommer på den andre sida av vindmølla.

Dekningen er større og sikrere der det er primært søkeområde på hvert søk. Sikkerheten vil avta med avstanden fra der hunden går, i den retningen vinden kommer fra. Det vil være variasjon mellom søk, for eksempel vil primært søkeområde endres over tid, bl.a. på grunn av ulike vindretninger mellom søkene.

Ved at to hunder er brukt til søket, har de søkt annenhver mølle. Dessuten er hundene byttet mellom søkene ved hver mølle, slik at alle møller blir søkt like mange ganger av hver hund.

Det er satt opp forutsetninger for å kunne søke. Det er søkt når følgende forhold er oppfylt, for å gjøre forholdene så standardiserte som mulig:

1. Lysforholdene må være gode nok til at hundefører kan se eventuelle døde fugler uten bruk av kunstig lys. Dette betyr lite for hundens søk, men vil være viktig for å kunne "lese" hunden mest mulig riktig når den eventuelt gjør funn.
2. Det søkes ikke ved kraftig regn og i snøvær, for å unngå en hund som er lite motivert til å søke.
3. Det er søkt maksimalt ca 40 møller på én dag, det vil si maksimalt ca 20 møller for hver hund for hver dag.
4. Motivasjonen er søkt opprettholdt ved bruk av dummyer (fjær, vinger og hele fugler), og med oftere bruk av dummyer på siste del av dagen.

## Hvor ofte søk?

I 2006 ble alle 68 møllene søkt på hver gjennomgang. I august – oktober ble det som regel søkt hver uke, med totalt 3 søk hver måned. I november – desember ble det søkt hver tredje uke.

I 2007 er dette endret, etter diskusjon med statistiker Steinar Engen, NTNU og NINA. Det søkes videre ved at det er gjort et randomisert utvalg av 25 møller som søkes av hunder hver gang. Vindmøllene er delt inn i ytre og indre vindmøller, særlig med basis i at det hittil har vært relativt flere funn ved ytre vindmøller og få ved indre vindmøller. Med ytre vindmøller menes møllene i de to ytterste rekkene, samt de to ytterste møllene mot nord eller sør i de andre rekkene. Dette utgjør 35 av de 68 møllene. Det er utvalgt tilfeldig halvparten (17) av disse møllene, en fjerdedel (8) av de indre møllene. Det gjennomføres i tillegg visuelt søk på alle oppstillingsplassene og vegene. I perioder med antatt mye konflikt vil alle møllene søkes med hund, slik som i begynnelsen av mai.

## Effektiviteten i søk med hund

Søk med hund er langt mer effektivt enn søk med personell både på det enkelte søket og for dekning av et mye større område over tid. To forhold bestemmer effektiviteten i hundesøket på Smøla særlig:

1. Få åtselere på Smøla, bl.a. mangel på rødrev, gjør at de fleste kadavre kan bli liggende relativt lengre enn på fastlandet. Det antas i utgangspunktet at de i alle fall blir liggende lengre enn en uke, men vi tester denne antakelsen i 2007. Det er relativt enkelt å teste hvor stor prosent kadavre som har forsvunnet i løpet av både en og to uker, og dermed kan vi finne den ene estimatoren som er nødvendig for å beregne dødeligheten ved vindmøller.
2. Sikkerheten med søk med hund er stor for det siste døgnet, og avtar med antall dager som har gått siden siste søk. Vi tester i 2007 også hvor stor andel av kadaverne som hunder finner i ulike avstander fra vindmøllene. Uansett effektivitet, vil denne andelen avta med økende avstand fra en vindmølle.
3. Søk med hund blir mer effektivt enn mennesker særlig fordi:
  - a. hunder bruker nesene i søk
  - b. de dekker et mye større areal på vindsiden enn de fokuserte 50-100 m
  - c. varierende vindretning fører til at ulike sider i forhold til vindmølla er primært søkeområde fra gang til gang
  - d. bytte av hund mellom søkene gjør at sikkerheten i resultatene blir større enn bruk av kun en hund
4. For en god dekning er det nødvendig med regelmessighet mellom søkene. Vi tester derfor i 2007 ut hvor sikkert det er å søke for eksempel hver eller annenhver uke.

## Diskusjon - hva finner hundene?

I prinsippet finner en hund det som avgir fært, og som den er trent på å finne. En hund som er trent på å finne og melde på fjær, vil derfor søke opp fjær som avgir lukt som spres mot der hunden går. Betingelsene for at dette vil skje er:

1. fjær og døde fugler vil avgis en lukt eller fært
2. denne ferten vil spres med vinden i vindretningen
3. hunden vil treffe denne fertspreddingen når den er ute og søker
4. hunden må ha et søkebilde som inkluderer fjær/døde fugler
5. i de fleste tilfelle vil det også være inkludert råtnende kjøtt eller bein med kjøttrester – som hunder vil reagere på

Noen fundamentale forutsetninger er:

1. hvis det ikke finnes noen død fugl eller rester etter død fugl inkludert fjær, vil heller ikke en hund kunne finne noe
2. hvis det finnes en død fugl – eller fuglerester – vil en hund kunne reagere på ferten
3. denne reaksjonen vil være avhengig av opptreningen av hundens interesse for dette fertbildet, som inkluderes i det søkebildet som hunden vil ha når den er ute og søker

4. hunden må søke på den side av "gjenstanden" som får fert fra "gjenstanden"
5. avstanden fra "gjenstanden" som hunden kan reagere på, vil avhenge av flere faktorer, som topografi og vindforholdene på søketidspunktet
6. vindforholdene som betyr noe for søket til hunden, er forholdene nede ved bakken, ikke den generelle vindretningen på søketidspunktet, og heller ikke hvilke vindretninger som har vært før søket
7. Hunden vil ikke finne det som ligger på feil side i forhold til vinden der den søker
8. En hund som springer mye, søker ikke nødvendigvis godt – en hund som bruker nesene mye på overvær (søker etter fert i nesehøyde eller over), vil foretrekkes

#### Resultat ved søket:

1. Hunden vil i søket finne det som er kommet til i de siste timene før søket
2. På Smøla tyder funnene fra høsten 2006 på at de fleste døde fugl blir liggende en stund før de forsvinner. Noen få forsvinner/flyttes unna raskt, i løpet av få dager. Mange blir liggende i flere uker.
3. Det antas at det som kun har ligget der det siste døgnet, vil kunne bli funnet av hundene
4. Det som har ligget mer enn ett døgn, kan forsvinne, - hvor mye er ukjent
5. Ved å la døde harer bli liggende, har vi sett på forråtnelsen og eventuelt forsvinning av åtsler. Denne tyder på at dyr med pels vil gå i opprøtning relativt raskt, det vil si i løpet av maksimalt en måneds tid når det er varmegrader. Beinene vil bli liggende lenge
6. Fugler vil antakelig kunne bli liggende relativt lengre – såfremt de ikke fjernes av åtseletere eller mennesker – men dette er det store usikkerheter knyttet til
7. Hundene har i 2006 funnet døde fuglerester fra 2005, men hvor representativt dette er, kan ikke beregnes så langt
8. Søk som foretas hver uke – slik som sommeren og høsten 2006 og nå i 2007 – vil derfor med stor sikkerhet kunne finne fugl som er døde de aller siste dagene, og med en viss sikkerhet også fra den siste uka. Dette vil nå bli estimert gjennom eksperimenter.
  - a. Da vindretningen endres fra søk til søk, vil ulike deler av feltet rundt hver mølle bli vektlagt på de ulike ukene.
  - b. Da det brukes to ulike hunder, som er opptrent ulikt, vil disse supplere hverandre i hva de finner. Søket ved den enkelte vindmølle, vil varieres mellom de to hundene, for å få dekket alle møller likt.
9. Søk som foretas annen hver uke – i praksis har det gått to uker mellom enkelte søk – vil redusere sikkerheten på det enkelte søk
10. Søk som foretas med lengre mellomrom mellom søkene, vil redusere sikkerheten tilsvarende. Søk hver tredje uke slik som i november og desember, vil kunne finne en andel av døde fugler ved vindmøllene, men:
  - a. sannsynligheten for å finne ut når fuglene er døde, vil være liten
  - b. sannsynligheten for at større fugler blir funnet av andre, er stor
  - c. derfor vil verdien av søk med hund være mindre
11. Om vinteren – særlig når det er snø og kuldegrader – kan fuglene bli liggende lengre før forråtning. Selv om søket da foregår sjeldnere, antas det at en større andel av fuglene blir funnet. Dette er en antakelse, men mindre aktivitet på fuglene, kan også medføre mindre risiko for dødelighet med vindmøllene. Dette gjelder trolig i månedene november - mars.



## Vedlegg 3

### Hovedfunnene ved obduksjoner av havørn på Smøla 2003 - 2006

#### Grunnleggende anatomiske forhold

Fuglekroppen viser en rekke anatomiske tilpasninger for å oppnå evne til å fly. Sentraliseringen av organene for å oppnå en kompakt kjerne og tyngdepunkt, samt en avstivning av denne kompakte kjernen gjennom sammenvoksning av sentrale avsnitt av virvelsøylen er i forbindelse med denne undersøkelsen viktige eksempler på dette. Brystvirvlene er i det fremre avsnittet sammenvokst til en beinplate, det såkalte *notarium*, og lendevirvlene og bekken er sammensmeltet til *synsacrum*. Stivheten som med dette oppnås i den sentrale kjernen blir ved flygning balansert gjennom mange og høyt bevegelige halsvirvler og en godt bevegelig overgang til halefjærene. På tilsvarende måte krever også den kraftige og forholdsvis tunge, sentralt plasserte brystmuskelen et stivt feste i brystbeinet, nærmere bestemt brystbeinskammen. Brystbeinet og den sentrale delen av virvelsøylen representerer den statiske nedre respektive øvre rammen av fuglekroppen. Begge er forbundet over to stabile beinpar (clavicula / coracoid) i den fremre åpningen av brystkassen, som samtidig er vesentlige for å avstive fuglekroppen på tvers av vingene. Disse tre elementer (forstivet ryggstøyle, brystbein og clavicula / coracoid) er det anatomiske grunnlaget for vingebevegelsen. Imidlertid garanterer de bevegelige ribbeinene brystkassens bevegelighet og elastisitet.

Den viktigste faktoren ved kollisjon mellom vindmøllens rotorblad og fuglen er hastigheten som bladet treffer fuglekroppen med. Denne er ikke alene bestemt av rotorbladets hastighet ved kollisjonspunktet, ettersom treffhastigheten vil reduseres eller økes avhengig av fuglens egen hastighet samt om den fløy bort fra eller i retning mot rotorbladene (disse kan treffe fuglen sidelengs i de øvre eller nedre deler av rotorbladets dekningsområde). Selv om kraftmoment og kraftretning de facto er vesentlige faktorer har vi i undersøkelsen ikke belyst disse nærmere.

For hver fugl gis Veterinærlaboratoriets journalnummer og NINAs funn-nummer (Tabell 7 og 8).

#### P 567/5 1

Ørnen viser en bruddakse som deler kroppen på midten. Frakturerne på brystbein, ryggstøyle, ribber og overarm ligger på samme plan og indikerer dermed en i forhold til kroppen vertikal kraftvektor. Vinkelen av bruddaksen er omtrent 45° til fuglens lengdeakse. Ingen notater ang. retning av kraftvektoren.



#### P569/5 2

Et eksempel på at ørnen kan være i livet etter at den ble truffet av rotorblad, selv om denne fuglen døde innen svært kort tid. Nær hverandre beliggende brudd i brystbein og bein rundt bryståpningen, samt overrivning av hjertebasis og lunge er forenelig med kollisjon med vindmøllepropell. Blødning i venstre øye samt brudd av forholdsvis filigrane nebbknokler, som fortsatt forblir i normalanatomisk beliggenhet, er forenlige med kollisjon med bakken.



**P568/5 3**

Ørnen viste multiple bruddskader i brystregionen. Dessuten var det brudd av ryggvirvelsøylen ved overgang til brystet og kroppsnære brudd på vingene. Brystbeinet var delt i to og den større bakre delen var presset inn mot kroppshulen.

**P0018/6 4**

Havørnen var delt i to parter, hvorav den fremre omfattet hode, hals, vingene, skulderbeinene og de fremre brystvirvlene (notarium). Den andre delen bestod av bekket med begge bein, stjerten og ryggstøyleskjelettet frem til de bakre brystvirvlene (synsacrum). Kroppshuleorganene og skjelettmuskulaturen av kjernen manglet. Det ble påvist flere brudd på ribbeinene på begge sidene og på hver side manglet det fire ribbein eller deler av ribbein. Brystbeinet manglet den fremre halvdel av venstre basis som korresponderer med coracoid og de fremre tre ribbeinene. Bekket viste en dobbel fraktur på høyre side. Dessuten var det to brudd i venstre leggbein og brudd i tre bein av høyre vinge.

**0671-2 5**

Innsendelsen bestod av fire deler tilhørende samme ørn.

1. Hode og hals, maserert coracoidalring, brystbein og venstre skulderblad, proksimale del av venstre overarmsbein, 8cm langt. Høyre vinge komplett, høyre bein festet over en hudflenge, komplett med deler etter høyre bekket. Bekken, lårbein og øvre halvpart av underlåret var masererte.
2. Komplette halefjær med de fem bakre segmentene av svansvirvelsøylen. Beinene var masererte.
3. Ytre del av venstre vinge, fra og med bruddet av overarmsbeinet 3cm fra albueleddet. Midtre del av overarmsbeinet mangler. Hand- og fingerfjær komplett. Rester av radiosetøy.
4. Venstre bein, fra og med nedre totredjedel av underlåret, hvorav den øvre delen er skadet i form av en omfattende splintret fraktur.

Øvrige funn:

Alle venstre ribbein mangler. Brudd av virvelsøyle 2cm fremfor den bakre spissen av skulderbladet. Dekkende hud kun på høyre skrogside. Sparsomme blødninger rundt venstre øye; øynene moderat innsunkne. Mindre brudd i brystbeinet.

Skaden var umiddelbar letal.



**671-1      6**

Ørnen hadde en splintret, åpen fraktur av venstre albueleddet, inkludert det ytre overarmsbeinet og de indre delene av albue- og spolebeinet. Muskulatur, sener og hud rundt bruddet var overrevne, grålig misfarget og viste uttalte, men inntørkede blødninger. Det var mange fluelarver rundt skaden. Disse hadde vandret langs overarmsbeinet inn til fremre del av brysthula og inn i brystmuskulaturen. Øyeeplene var kollabert. Ørnen var avmagret med atrofi av brystmuskulaturen. Kro og mage inneholdt sparsom mengde godt fordøyet mat.

Skaden vurderes å være immobiliserende.

**0546/6      7**

Skader på fremre halvdel av kroppen. Fraktur mellom hodebasis og første halsvirvel. Fraktur ryggvirvel mellom halsvirvel og notarium. Dessuten var det tilstøtende hode av venstre coracoid (tilsvarende kagebeinet) brukket, hode av overarmen ut av ledd og det nærliggende venstre skulderbladet brukket. Underhuden på ryggen viste i tilsvarende lokalisasjon ett omtrent 5-krone stort hematom (blødning). Det var overrivning av de innenfor kroppshulen, men like ved skadeområde beliggende venstre lunge og hjertebasis. De første to ribbeinene på venstre side var ut av ledd, mens de to bakover følgende ribbeinene 3 og 4 var brukket ikke langt fra brystbeinet. Sett bort fra de bakerste to ribbeinene var alle ribbein på høyre side ut av ledd ved overgangen til ryggstølen. Et brudd i basis på fingerknoklene på venstre side viste ingen blødninger, slik at det ikke kan verifiseres om skaden oppstod mens ørnen levde eller om det dreier seg om en postmortal oppstått skade.



**0544/6 8**

Fuglen manglet hode og ytre del av venstre ving f.o.m. 2cm bortom albueleddet. Her var albue- og spolebeinet samt muskulatur og hud var som kuttet av. Venstre bein viste en splintret fraktur nederst på under-lårsbeinet som også omfattet haseleddet. Dessuten var det et dekket brudd i fotroten. Den sentrale kroppen viste frakturer i bryst-beinet og i bekkenet. Forløp av bruddlinjene i brystbeinet var vinkelrett mot fuglens horisontalakse og befant seg i midtdelen av brystbeinet. Bekkenet var brudd på høyre kroppsside; bruddaksens forløp var para-medialt og gikk igjennom hofteleddskulen og *Foramen ischia-dicum*. Det var markante blødninger rundt bruddene. Indre organer: ruptur av lever.

**0724/6 9**

Havørnhann i godt hold, men viste fremskreden forråtnelse. Det høyre overarmsbeinet var brekt på halv høyde. Det tilgrensende vevet av muskulatur, hud og sener er som saget av på samme høyde. Rundt frakturen er det omfattende blødninger. Underhuden på høyre side av brystkassen var fuktig. Røntgenologisk ble det påvist to hagl i den fremre delen av skroget, uten at det ble funnet ferske spor etter påskyting i hud eller muskulatur ved disseksjonen. To haglekornpelleter ble påvist i høyre lunge, som var påfallende blodig.

**0545/6 10**

Ingen skader påvist i skrog, hals og hode. På venstre kroppsside var det et dekket brudd av lårbeinet omtrent en cm ovenfor kneleddet, to brudd av overarmsbeinet og en fraktur av mellomhandknoklene ytterst på vingen. Ørna var blitt funnet i live ved en vindmølle. De påviste skadene hadde immobiliserende effekt på fuglen.







# NINA Rapport 248

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-1808-5



## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: 9500 37 687

<http://www.nina.no>