

## “Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway”

Statusrapport 1. januar 2008

Kjetil Bevanger, Arne Follestad, Jan Ove Gjershaug, Duncan Halley, Frank Hanssen, Lars Johnsen, Roel May, Torgeir Nygård, Hans Christian Pedersen, Ole Reitan, Yngve Steinheim



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.

**Norsk institutt for naturforskning**

**“Pre- and post-construction studies  
of conflicts between birds and wind  
turbines in coastal Norway”**

**Statusrapport 1. januar 2008**

Kjetil Bevanger  
Arne Follestad  
Jan Ove Gjershaug  
Duncan Halley  
Frank Hanssen  
Lars Johnsen  
Roel May  
Torgeir Nygård  
Hans Christian Pedersen  
Ole Reitan  
Yngve Steinheim

Bevanger, K., Follestad, A., Gjershaug, J.O., Halley, D., Hansen, F., Johnsen, L., May, R., Nygård, T., Pedersen, H.C., Reitan, O. & Steinheim, Y. 2008. "Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway". Statusrapport 1. januar 2008. – NINA Rapport 329: 33 s.

Trondheim, januar 2008

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-1893-1

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Kjetil Bevanger

KVALITETSSIKRET AV

Inga Bruteig

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Inga Bruteig (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Norges Forskningsråd, Statkraft, NVE, EBL

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Harald Rikheim (NFR), Tormod Schei (Statkraft)

FORSIDEBILDE

Vindmøller på Smøla. Foto Kjetil Bevanger

NØKKEWORD

vindkraft, Smøla, fugl, radar

KEY WORDS

wind power, Smøla, birds, radar

#### 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**

Fakkelgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

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

## Sammendrag

Bevanger., K, Follestad, A., Gjershaug, J.O., Halley, D., Hanssen, F., Johnsen, L., May, R., Nygård, T., Pedersen, H.C., Reitan, O. & Steinheim, Y. 2008. "Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway". Statusrapport 1. januar 2008. – NINA Rapport 329: 33 s.

NINA har siden 1999 hatt ulike forsknings- og utredningsaktiviteter knyttet til vindkraft og fugl (med spesiell fokus på havørn). Finansieringen har hovedsakelig kommet fra NVE og Statkraft, men også EBL, DN/MD, Norsk Hydro og RSPB (The Royal Society for the Protection of Birds) har bidratt. I juni 2006 sendte NINA søknaden "*Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway*" (et kompetanseprosjekt med brukermedvirkning - (KMB)) til Norges forskningsråd (NFR). NVE, Statkraft og EBL ga tilsagn om å bidra med til sammen vel 600 kkr årlig i prosjektperioden (2007-2010). MD/DN ga også uttrykk for at de støttet prosjektet, men reservert seg mot å bidra økonomisk. I søknaden ble det lagt til grunn at aktivitetene som i 2006 var igangsatt, finansiert av Statkraft, skulle videreføres i prosjektperioden. I særlig grad gjaldt det innkjøp av radar og utvikling av annet teknisk utstyr for å teste ut mulige avbøtende tiltak. Budsjettet i NFR-prosjektet ble følgelig svært stramt lagt opp, og det var en forutsetning at den faglige gevinsten kunne komme gjennom synergier fra aktiviteter finansiert på bakgrunn av midler fra NFR-prosjektet og ekstra midler fra Statkraft og eventuelle andre aktører (f.eks. NVE, EBL og DN/MD). Ultimo desember 2006 ble det klart at NFR-prosjektet fikk finansiering på RENERGI-programmet. Rapporten summerer kort aktivitetene på "paraplyprosjektet" i 2007. I alt er det igangsatt aktiviteter på 11 delprosjekt, mens 3 andre avventer finansiering. På grunn av forsinkelser i finansielle avklaringer ligger noe av aktivitetene noe bak den opprinnelige timeplanen og det vil derfor være aktuelt å vurdere en forlengelse av prosjektet med ca. et halvt år, dvs. frem til ca. 1. juli 2011. Det er ansatt en postdoc på prosjektet og tatt inn to mastergradsstudenter tilknyttet NTNU.

Kjetil Bevanger (kjetil.bevanger@nina.no)

## Abstract

Bevanger, K., Follestad, A., Gjershaug, J.O., Halley, D., Hanssen, F., Johnsen, L., May, R., Nygård, T., Pedersen, H.C., Reitan, O. & Steinheim, Y. 2008. "Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway". A status report by January 1 2008. – NINA Report 329: 33 pp.

NINA has since 1999 undertaken various research and investigation activities related to wind power generation and birds (with special focus on white-tailed sea eagles). Financial support has been provided principally by NVE (the government regulator) and Statkraft (an energy company), but also by EBL (the energy industry trade organisation), DN/MD (government environmental agency/department), Norsk Hydro, AMEC, (energy companies), and RSPB (a British environmental NGO). In June 2006 NINA submitted the funding application "*Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway*" (a capacity-building project with industry participation) to the Norwegian Research Council (NFR). NVE, Statkraft and EBL agreed to contribute supplementary funds amounting to 660 000 NOK annually in the project period (2007-2010). MD/DN has also voiced support for the project without committing funds. In the application it was established as a basis that the activities begun in 2006, financed by Statkraft, would be continued through the project period. This in particular concerned the purchase of radar equipment and development of other technical equipment to test possible methods to prevent bird strikes. The budget in the NFR project was in consequence very tightly precommitted, and it was a precondition that the research advances would come from activities financed on the basis of resources from the NFR project together with additional resources from Statkraft and possible other actors (e.g. NVE, EBL, and DN/MD). In late December 2006 it was confirmed that the project had received financing from the RENERGI programme. This report briefly summarises activities in the 'umbrella project' in 2007. In all, activities are underway in 11 subprojects, while 3 others await financing. Due to delays in obtaining clarification of funding levels, some of the activities are behind the original schedule and it will therefore be necessary to consider an extension of the project by about six months, to c. 1<sup>st</sup> July 2011. A postdoctoral researcher has been employed within the project, and two Masters students at the Norwegian Technical and Scientific University (NTNU) are attached to the project.

Kjetil Bevanger (kjetil.bevanger@nina.no)

# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>4</b>
<b>Innhold .....</b>	<b>5</b>
<b>Forord .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Innledning .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Møter .....</b>	<b>7</b>
2.1 Møte med Statkraft 4. januar 2007 .....	7
2.2 Møte 6. februar 2007 i NINAs lokaler Trondheim .....	8
2.2.1 Valg av arter og undersøkelsesområder .....	8
2.2.2 Økonomi .....	9
2.2.3 Formidling .....	9
2.2.4 Rådgivningsgruppe .....	9
2.3 Kick-off-møte på Smøla 26.-27. mars 2007 .....	9
<b>3 Kontraktingåelse Statkraft-NINA .....</b>	<b>12</b>
<b>4 Ansettelse av doktorgradsstudent/postdoc .....</b>	<b>12</b>
<b>5 Inntak av mastergradsstudenter .....</b>	<b>13</b>
<b>6 Status for de enkelte delprosjekter .....</b>	<b>13</b>
6.1 Telemetri havørn .....	13
6.2 Ukentlige søk etter død fugl .....	14
6.3 Atferdsrespons havørn .....	14
6.4 Genetiske analyser av havørn .....	14
6.5 Overvåking av hekkesuksess hos havørn .....	15
6.5.1 Uttak av levende havørninger for eksport .....	15
6.6 Fugleradar .....	16
6.7 Detektor og sensorsystemer .....	17
6.8 Auditive og visuelle tiltak .....	17
6.9 Vadere og mindre spurvefugl .....	18
6.10 Smålom .....	18
6.11 Rype .....	19
6.12 Hubro .....	19
6.13 Kongeørn .....	20
6.14 Dataflyt, visualisering og modellering .....	21
<b>7 Videre arbeid .....</b>	<b>21</b>
<b>8 Publikasjoner, foredrag, medieoppslag og kongressdeltakelse i tilknytning til prosjektet .....</b>	<b>22</b>
8.1 Publikasjoner .....	22
8.2 Foredrag og kongressdeltakelse .....	22
8.3 Medieoppslag .....	22
<b>9 Vedlegg .....</b>	<b>24</b>

## Forord

Fra og med 2007 fikk NINA økonomisk støtte til forskning på vindkraft og fugl gjennom Norges Forskningsråd ved at prosjektet *Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway* fikk midler fra RENERGI-programmet. Prosjektet er et kompetanseprosjekt med brukermedvirkning (KMB). Dette sikret videreføring av de aktiviteter NINA tidligere har hatt bl.a. på Smøla i tilknytning til vindparken som Statkraft har fått konsesjon til å bygge. NFR-prosjektet har omfattende og utfordrende målsettinger, så vel økonomisk som faglig, og kan bare gjennomføres ved et nært samarbeid med energi- og miljøforvaltningen samt utbyggingssiden. I tillegg til at Norges vassdrag og energidirektorat (NVE), Energibedriftenes landsforbund (EBL) og Statkraft i utgangspunktet forpliktet seg til å bidra med en årlig sum på vel 600 kkr. til NFR-prosjektet, har Statkraft garantert for betydelig økonomisk støtte til bl.a. innkjøp av en spesialkonstruert radar som vil være operativ i løpet av 1. halvår 2008. I løpet av 2007 har også miljøforvaltningen (MD/DN) og aktører på utbyggingssiden signalisert at de kan være interessert i å bidra økonomisk både til eksisterende og nye forskningsmoduler under paraplyen til NFR-prosjektet.

Trondheim 5. januar 2008

Kjetil Bevanger  
Prosjektleder



# 1 Innledning

NINA har siden 1999 hatt ulike forsknings- og utredningsaktiviteter knyttet til vindkraft og fugl (med spesiell fokus på havørn). Finansieringen har hovedsakelig kommet fra NVE og Statkraft, men også EBL, DN/MD, Norsk Hydro og RSPB (The Royal Society for the Protection of Birds) har bidratt (Follestad m.fl. 2007).

På bakgrunn av at det ble funnet flere drepte havørner i tilknytning til vindparken på Smøla våren 2006 ble NINA invitert til et møte med Statkraft 9. mai 2006 for å diskutere videreføring av arbeidet med vindkraft-fugl-problematikk. Det ble vedtatt at NINA, sammen med SINTEF, skulle skissere et forprosjekt. Skissen, med økonomisk ramme, ble oversendt Statkraft 20. juni 2006. På bakgrunn av muntlige avtaler ble følgende aktiviteter i forprosjektet igangsatt:

- Søk etter død fugl under vindmøller ved hjelp av spesialtrente hunder
- Registrering av aktivitet ved havørnreir ved bruk av videokamera
- Genetiske analyser av fjær fra havørn på Smøla

Aktivitetene knyttet til bestandsovervåking og aktivitetsstudier på havørn ble videreført med delfinansiering fra NVE, Statkraft og RSPB i 2006.

I juni 2006 sendte NINA søknaden *“Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway”* (vedlegg 1) (et kompetanseprosjekt med bruker-medvirkning - (KMB)) til Norges forskningsråd (NFR). NVE, Statkraft og EBL ga tilsagn om å bidra med til sammen vel 600 kkr årlig i prosjektperioden (2007-2010), mens MD/DN støttet prosjektet, men reservert seg mot å bidra økonomisk.

Ved søknadsutformingen ble det lagt til grunn at aktivitetene i Statkrafts forprosjekt ville gå som beskrevet i prosjektforslaget oversendt Statkraft 20.06.06, og at de økonomiske forpliktelser Statkraft hadde tatt i denne sammenheng sto fast. Budsjettet i NFR-prosjektet ble svært stramt lagt opp, og det var en forutsetning at den faglige gevinsten kunne komme gjennom gode synergier mellom midler fra NFR-prosjektet og de ekstra midlene Statkraft og eventuelle andre aktører (f.eks. NVE, EBL og DN/MD) kunne bidra med (i tillegg til de forpliktelser de tok i tilknytning til NFR-prosjektet). Ultimo desember 2006 ble det klart at NFR-prosjektet fikk finansiering på RENERGI-programmet.

Rapporten summerer kort aktivitetene på prosjektet i 2007. De fleste delprosjektene er i gang, men noen er forsinket i forhold til den opprinnelige timeplanen. Det vil derfor være aktuelt å vurdere en forlengelse av prosjektet med ca. et halvt år, dvs. ca. 1. juli 2011.

## 2 Møter

Det er avviklet flere viktige møter i tilknytning til prosjektet i 2007, og innholdet fra noen av disse gjengis kort.

### 2.1 Møte med Statkraft 4. januar 2007

Møtet ble avviklet i NINAs lokaler i Trondheim, med møtedeltakelse fra Statkraft og de prosjektinvolverte fagpersonene i NINA og SINTEF. Møtet var en statusgjennomgang for de ulike aktivitetene spesielt finansiert av Statkraft, samt en diskusjon omkring hvordan det videre arbeidet burde legges opp i lys av at NFR-prosjektet hadde fått finansiering.

Møtet konkluderte bl.a. med at Statkraft finansierer en forstudie vedrørende radar samt mulige tekniske løsninger det vil være aktuelt å gå videre med i tilknytning til auditive og visuelle stimuli. Dette arbeidet skulle primært utføres av SINTEF og sluttrapportene fra SINTEF ble oversendt Statkraft 24.04.2007. Den 15.05.2007 sendte NINA et notat til Statkraft der det bl.a. ble

bedt om økonomisk garanti fra Statkraft til å anskaffe radar på bakgrunn av anbefalinger gitt i SINTEF-rapportene.

## 2.2 Møte 6. februar 2007 i NINAs lokaler Trondheim

De som har forpliktet seg til å bidra med finansiering i NFR-prosjektet ble, sammen med DN og NFR, invitert til å delta i et møte sammen med de involverte forskerne fra NINA og SINTEF 6. februar 2007. Deltakere var: fra **NINA**: Kjetil Bevanger (møteleder, referent), Eirin Bjørkvoll, Inga Bruteig, Arne Follestad, Duncan Halley, Torgeir Nygård, Hans Christian Pedersen, Ole Reitan; fra **SINTEF**: Yngve Steinheim; fra **DN**: Arild Espelien, Toril Grønningseter; fra **NVE**: Lars Håkon Bjugan, Asle Selfors; fra **EBL**: Hans Magne Ådland; fra **STATKRAFT**: Per Christian Kittilsen, Tormod Schei. Harald Rikheim (**NFR**) hadde meldt forfall.

Følgende agenda var satt opp:

*Oppsummering av fjorårets arbeid finansiert av Statkraft/NVE og gjennomgang av enkeltaktiviteter knyttet til NFR-prosjektet:*

- *Havørn*
  - *overvåking, genetikk, atferdsstudier, videokamera havørnreir (Arne Follestad)*
  - *radiotelemetri (Torgeir Nygård)*
- *Andre arter*
  - *rype (Hans Christian Pedersen)*
  - *grågås (Arne Follestad)<sup>1</sup>*
  - *andre våtmarksarter (Duncan Halley)*
- *Søk etter død fugl (Ole Reitan)*
- *Radar, optiske/auditive systemer m.m. (Yngve Steinheim)*

*Diskusjon:*

- *er de aktiviteter vi nå har i tråd med behov/ønsker hos forvaltning/utbygger*
  - *økonomi*
  - *rådgivningsgruppens rolle, formidling m.m*

### 2.2.1 Valg av arter og undersøkelsesområder

Det ble fra NINA presisert at de arter en ønsker å fokusere på i NFR-prosjektet bl.a. var valgt ut fra tanken om at disse kunne representere modellarter for sine respektive fuglegrupper. Derved vil det være mulig å si noe mer generelt om hvordan vindkraft og kollisjonsproblemer kan virke på flere arter innen modellartens gruppe.

Det ble fra NVE påpekt betydningen av å holde fokus på rødlistearter, og ikke bli for generell i forhold til problematikken fugl-vindkraft. Det ble en del diskusjon omkring økonomisk viktige arter (jaktbare arter) kontra rødlistearter bl.a. med bakgrunn i at erstatningspraksis og konsesjonspraksis er to forskjellige ting. Konsesjonsmyndighetene har forventning til at resultatene kan si noe om hvilke områder vindkraftturbiner ikke bør lokaliseres ut fra hensynet til sårbare og truede arter, og hvilke typer terreng og topografiske elementer som eventuelt bør unngås. I forhold til alternative undersøkelsesområder ble det konkret pekt på Bessakerfjellet og Vikna.

Statkraft så betydningen av å få kunnskap om et bredt spekter av fuglearter, ikke bare de rødlistede, da slik kunnskap kan bidra til mindre konfliktfylte lokaliseringer av vindturbiner i fremtiden. Dette synet fikk støtte fra DN som var interessert i at forekomst av andre fuglearter i de valgte undersøkelsesområdene ble kartlagt når en f.eks. foretok takseringer av vadere og andre våtmarksfugler.

1. \_\_\_\_\_

<sup>1</sup> Grågås er foreløpig tatt ut av prosjektet på grunn av manglende finansiering.

DN foreslo at hubro burde tas inn som del av undersøkelsesopplegget da arten er oppført under kategorien sterkt truet på den nye norske rødlista (lagt fram 06.12.06). Det ble også fremholdt at smølalirype er en spesiell art i den forstand at den er en underart av lirype med unike arveanlegg og slik sett kunne vært tatt inn på rødlista hvis denne hadde dratt inn underartsproblematikk. Den er for øvrig Norges eneste endemiske underart.

Statkraft har vært i kontakt med en utbygger i Storbritannia (AMEC Wind Energy) som er interessert i å bidra til utvikling av en bedre kunnskapsplattform vedrørende vindturbiner og smålom. NINA vil følge opp dette.

### 2.2.2 Økonomi

Økonomien i NFR-prosjektet er stram, og det har vært nødvendig å gjøre prioriteringer både i forhold til arter og omfang av aktiviteter generelt. I og med at Statkraft i 2006 gikk inn så tungt økonomisk var det likevel mulig å komme i gang, og mye av virksomheten i prosjektet bygger på Statkraft sitt bidrag, både inneværende år og videre fremover.

EBL, Statkraft og NINA ser på mulighetene for å gå ut til EBL sine medlemmer for å styrke finansieringen til de deler av problemområdet som så langt ikke er godt nok oppdekt. Den basisfinansiering NFR nå bidrar med gir gode muligheter for å organisere et mangfold av aktiviteter slik at ønsket og vanskelig tilgjengelig kunnskap kan innhentes gjennom gode synergieffekter.

NINA delte ut en oversikt som viser tentativ fordeling av midler inneværende år (2007) i forhold til ulike aktiviteter og finansieringskilder. Statkraft forutsettes å bidra med 1620 kkr, NVE 200, EBL 100 og DN 100. I tillegg til de økonomiske forpliktelsene NVE har tatt gjennom NFR-prosjektet (ca. 200kkr årlig), ble det signalisert at en vil forsøke å bidra med ytterligere midler, inneværende år ca. 200 kkr. Statkraft har tidligere gitt muntlig tilsagn om å dekke sin andel.

### 2.2.3 Formidling

Det ble fra NINA vist til hvilke planer prosjektet har mht. presentasjon av resultater, og hvilke forventninger NFR har i den sammenheng. I tillegg til publisering i internasjonale fagtidsskrifter vil resultater fra prosjektet og andre forhold av allmenn interesse bli presentert i populær form gjennom flere media, både populærvitenskapelige tidsskrifter, aviser radio og TV. NINA vil også etablere egen nettside for prosjektet. NVE poengterte at de ønsket en policyrettet vinkling på populærvitenskapelige fremstillinger om temaet.

NVE etterlyste en oppsummering fra aktivitetene de siste fire år, som stort sett har fokusert på havørn. Det ble forventet en oppsummerende rapport samt en populærvitenskapelig fremstilling av resultatene egnet for et bredt publikum. NINA lovte å levere dette innen 1. april. Ansvarlig for dette ble Arne Follestad. Dette resulterte i NINA Rapport 248: Vindkraft og fugl på Smøla 2003-2006.

### 2.2.4 Rådgivningsgruppe

Medlemmer i rådgivningsgruppa vil naturlig være alle som bidrar i NFR-prosjektet, og det tas sikte på en samling minst én gang i året. I tillegg er det naturlig å holde formell og uformell kontakt etter behov.

## 2.3 Kick-off-møte på Smøla 26.-27. mars 2007

Det ble avviklet et todagers fagmøte på Smøla med befaring i vindparken samt en gjennomgang av de faglige aktiviteter på NFR-prosjektet, samt diskutert økonomiske behov og faglig fremdrift. Følgende personer deltok: **NINA**: Kjetil Bevanger, Eirin Bjørkvoll, Arne Follestad, Duncan Halley, Torgeir Nygård, Hans Christian Pedersen, Ole Reitan. **SINTEF**: Lars Johnsen,

Yngve Steinheim. **Danmarks Miljøundersøkelser (NERI)**: Mark Desholm. **Universitetet i Bristol/Uppsala**: Olle Håstad. **RSPB**: Rowena Langston; **STATKRAFT**: Tormod Schei.

Følgende innlegg (med påfølgende diskusjon) ble holdt:

Lars Johnsen: Preliminary studies focusing bird vision  
Yngve Steinheim: Preliminary studies focusing radar systems  
Tormod Schei: Overview of the Statkraft activities  
Arne Folestad: White tailed sea eagle research at Smøla  
Torgeir Nygård: Radiotagging white tailed sea eagle  
Ole Reitan: Dead bird search  
Eirin Bjørkvoll: PhD Thesis  
Rowena Langston: Brief overview of RSPB activities  
Hans Chr. Pedersen: Willow ptarmigan and wind turbines  
Duncan Halley: Wader populations: initial field strategy  
Olle Håstad: Bird vision and wind farms – constraints and research need  
Mark Desholm: Research on birds and wind farms in Denmark (focusing radar and TADS)



Rowena Langston foredrar på møte på Smøla 27. mars 2007. Olle Håstad til høyre.



Befaring i vindparken på Smøla 26. mars 2007.

### 3 Kontraktingåelse Statkraft-NINA

På bakgrunn av forutgående diskusjoner mellom Statkraft og NINA ble det den 29. juni 2007 underskrevet kontrakt mellom Statkraft og NINA om videreføring av en del forsknings- og utredningsaktiviteter knyttet til fugl ved vindkraftanlegget på Smøla i perioden 2007-2011. Kontrakten omfatter følgende aktiviteter (med økonomiske rammer):

- innkjøp av radar
- auditive/visuelle tiltak
- ukentlig søk etter død fugl
- utvikling av detektorsystemer/videoovervåking
- genetiske studier havørn
- radiotelemetri havørn
- atferdsrespons havørn
- bidrag til NFR-prosjektet

### 4 Ansettelse av doktorgradsstudent/postdoc

I tilknytning til NFR-prosjektet var det forutsatt å ansette en doktorgradsstudent, og Eirin Bjørkvoll ble ansatt på prosjektet 15. februar 2007. Prosjektbeskrivelse med bakgrunn for studiet, forskningsoppgaver og budsjett for Bjørkvoll ble utarbeidet. Følgende arbeidstitler ble planlagt for artikler som skulle inngå i avhandlingen:

- *Status and mortality factors of resident eagles in Norway (white-tailed sea eagle and golden eagle).*
- *Flying behaviour of white-tailed sea eagle at an on-shore wind farm in Norway.*
- *Assessments of avian collision rates at an on-shore wind farm on the basis of carcass search by trained dogs.*
- *Collision risk of white-tailed sea eagle resident at an on-shore wind farm.*
- *Population viability analysis of a white-tailed sea eagle population resident at an on-shore wind farm.*

Bjørkvoll samlet inn litteratur som omhandler bl.a. temaene generell økologi om havørn, forurensning i havørn og andre rovfugler, vindkraft på Smøla, metoder for studier av rovfugl generelt og i vindkraftsammenheng, atferdsstudier på fugl i vindparker, fuglemortalitet og estimering av denne i vindparker, søk etter døde fugler med og uten hund, problematikk rundt kraftledning, telemetri, bruk av radarteknologi i vindkraftsammenheng, kollisjonsmodeller/risiko, generelt effekter av vindmøller på fuglepopulasjoner, PVA-analyser og generelt om modellering.

Bjørkvoll arbeidet med å rense datasettet som var innsamlet i tilknytning til atferd hos havørn i vindmølleparken, og omstrukturere dette til en form som ville gjøre det lettere å få oversikt over dataene, og det ble gjort en del vurderinger i forhold til potensialet for videre arbeid. Dataene ble delvis punchet på nytt da det var mangler og feil i det elektroniske datasettet i forhold til det originale som var på papirform. Det ble gjort en nøye gjennomgang av datamaterialet for å se omfanget av observasjoner m.h.p. fagleart, aktivitet og høyde. Ut fra dette arbeidet ble det konkludert med at det beste utgangspunktet for videre analyser var å ta for seg havørn og aktivitet som foregår i lufta. I tillegg kan rådatakartene gjennomgås for å ekskludere eventuelle observasjoner som ikke er innenfor vindparken. Slik datasettet foreligger er det kun tidspunkt for observasjon (må velges på en passende skala) som er aktuell forklaringsvariabel.

Bjørkvoll meddelte i august at hun ikke ønsket å fortsette på prosjektet, og NINA søkte derfor NFR om å få omdefinere stillingen til en postdoc. I brev av 3. oktober 2007 ga NFR sin tilslutning til det. NINA lyste ut postdoc-stillingen og fikk søknader fra 6 personer, hvorav én syntes å



være spesielt kvalifisert i forhold til de oppsatte kravspesifikasjoner. Dessverre meddelte vedkommende da han fikk tilbud om stillingen at han trakk seg. Ettersom ingen av de andre søkerne hadde kompetanse som i særlig grad gikk ut over den kompetansen som allerede finnes i NINA, ble det besluttet å forsøke med intern rekruttering.

Stillingen ble tilbudt Dr. Roel May som takket ja. I kravspesifikasjonen for postdocstillingen ble det særlig lagt vekt på populasjonsmodellering, risikoanalyse og statistiske kunnskaper for å se på hvilke bestandsmessige konsekvenser merdødelighet som følge av vindturbiner har for havørn. I og med at ingen av søkerne, heller ikke Roel May, har dette som spesialkompetanse, vil denne delen av prosjektet løses gjennom nærmere samarbeid med NTNU-miljøet. Roel May vil i særlig grad arbeide med landskapsanalyse og GIS (sammen med Frank Hanssen i NINA), da vi anser at en utvikling av dette feltet vil være helt sentralt for å kunne predikere hvilke områder som bør unngås når vindmølleparker etableres i fremtiden. I tillegg vil han også ha et spesielt ansvar knyttet til bruk av fugleradaren.

## 5 Inntak av mastergradsstudenter

Pernille Lund Hoel er tatt inn som mastergradsstudent på prosjektet og vil ha hovedfokus på atferdsstudier hos havørn. Selv om det tidligere innsamlede materiale nå er systematisert og lagt inn elektronisk så skaper innsamlingsmetodene som har vært benyttet problemer i forhold til å videre databearbeiding. Det er derfor uklart i hvilken utstrekning dette materialet vil kunne benyttes. Lund Hoel vil begynne feltarbeid sammen med en assistent i mars 2008 for å samle inn nye data som lar seg bearbeide statistisk. Det vil da bli samlet inn data fra selve vindparkområdet samt i et kontrollområde utenfor vindparken. Prosjektansvarlige på NTNU er Eivin Røskaft og Bård Stokke, og på NINA Kjetil Bevanger og Hans Christian Pedersen.

Espen Lie Dahl er tatt inn som mastergradsstudent på prosjektet og vil ha hovedfokus på hekkebiologi hos havørn. Foreløpig arbeidstitel på hans oppgave er: "Do wind power developments affect breeding biology in White-tailed Sea Eagle *Haliaeetus albicilla*?" Veiledere på NTNU er Eivin Røskaft og Bård Stokke og på NINA Torgeir Nygård.

## 6 Status for de enkelte delprosjekter

### 6.1 Telemetri havørn

**Målsetting:** Bruk av satellittsendere på havørn for å lære mer om effekter av vindmøller på havørn i tilknytning til vindmølleparken på Smøla.

Satellittmerkingsprogrammet har gått etter planen. Tolv havørnunger ble merket i og utenfor vindparken, ti av disse med solcelledrevne satellittsendere, to med batteridrevne, alle med GPS-enhet. En av disse døde like etter utflyging ved et uhell (satt fast i et kratt like nedenfor reiret). En til er savnet, og kan være omkommet. Så langt er ingen beviselig kollidert med møllene. Data lastes ned kontinuerlig, og vil brukes til å kartlegge bevegelsesmønster, og senere settes inn i en risikomodell.

I mai/juni 2007 ble alle havørnterritoriene på Smøla kartlagt av Espen L. Dahl. Basert på denne oversikten ble det bestemt hvilke par som skulle plukkes ut for ungemerking. Det viste seg at bare ett par hekket inne i selve vindparken. Resultatet ble derfor at en havørunge inne i vindparken ble merket med satellittsender, og 11 utenfor, men så nært parken som mulig. Utover sommeren og høsten er bevegelsesdata jevnlig lastet ned over internett og lagt inn i en database. Før hvert søk etter død fugl i parken blir posisjonene sjekket for å se om noen fugler har ligget i ro over lengre tid (mulige kollisjoner).

I 2008 vil ungemerkingen fortsette på omtrent samme nivå som i 2007, med vekt på å få satellittmerkede havørnunger født inne i eller så nær parken som mulig. Det vurderes også å fange voksne havørner for satellittmerking. Her må nye tillatelser til, og spesielt fangstutstyr må konstrueres. Vi mener imidlertid at dette aspektet er så viktig at vi vil arbeide målrettet for å få dette til, spesielt med tanke på at voksne fugler utgjør brorparten av de drepte. Prosjektansvarlig er Torgeir Nygård.

## 6.2 Ukentlige søk etter død fugl

**Målsetting:** Å foreta regelmessige søk etter død fugl i vindparken som grunnlag for estimering av artsspesifikk kollisjonsrisiko.

Det er utført søk med hunder hver uke, med noen få unntak (ukene 1, 12, 27, 34 og 52). I ett tilfelle ble det 13 døgn mellom to søk i 2007, men generelt er det søkt hver 7. dag (pluss/minus 1 dag). Det er valgt ut 25 "primærmøller" som søkes med hund hver gang. Av disse er 17 definert som "yttermøller" og åtte er definert som "innermøller" (basert på en overvekt av kolliderte havørner i ytre møller). De andre møllene er søkt med hund i utvalgte uker i perioder med mye fugleaktivitet. For øvrig sjekkes alle mølleplasser visuelt hver søksdag. Denne framgangsmåten er kontrollert ved at det i 2007 er gjort en metodisk sjekk av hvor lang tid kadaver blir liggende ved møller, og hvor effektive hver av hundene er i søket. Ved all kjøring langs veier og mølleplasser søkes det visuelt etter fuglerester.

I løpet av 2007 ble det funnet 29 døde individer, fordelt på minst 10 arter. Det ble funnet 15 døde **liryper**, derav er minst 14 vurdert på stedet som kollisjonsoffer med vindmølle (samt 1 usikker). Det ble funnet 2 døde **havørner** i 2007 (to funn er etter all sannsynlighet fra samme individ, men vi avventer endelig DNA-analyse av disse), begge fra siste dagene i april – begynnelsen av mai. Av vadefugl ble det funnet 3 **enkeltebekkasin** og 2 **heilo**. Det ble funnet 1 individ av 3 arter ender, **stokkand**, **siland** og **krikkand**. For øvrig ble det funnet 1 individ av alkekonge, havhest (levende), heipiplerke og 1 ubestemt fugl.

Generelt forsvinner 10-20 % av de døde fuglene hver uke, men fuglerester kan bli liggende lenge på Smøla. Effektiviteten er mellom 0,5-0,75 for den spesielt opptrente hunden og mellom 0,4-0,5 for hunden som er generelt trent i søk etter gjenstander. Aktiviteten i 2008 vil bli som i 2007. Prosjektansvarlig er Ole Reitan.

## 6.3 Atferdsrespons havørn

**Målsetting:** Lære mer om hvordan havørn responderer atferdsmessig under ulike betingelser i områder med vindmøller sammenlignet med områder uten vindmøller – med utgangspunkt i vindmølleparken på Smøla.

På grunn av NFR-prosjektet ble det mulig å videreføre arbeidet som allerede var i gang i tilknytning til atferdsstudiene som ble initiert og finansiert av RSPB. Resultatene er i grove trekk oppsummert i NINA Rapport 248. Som nevnt under punkt 5 har Eirin Bjørkvoll foretatt en initiell vurdering/oppsummering av materialet. Pernille Lund Hoel vil i sin mastergradsoppgave arbeide videre med dette temaet (jfr. kap. 5). Prosjektansvarlig er Kjetil Bevanger.

## 6.4 Genetiske analyser av havørn

**Målsetting:** Utføre genetiske undersøkelser av hekkende havørn på Smøla for å kunne beregne voksendødelighet blant hekkende havørn i og utenfor vindparken.



Hovedmålet med dette prosjektet er å kartlegge voksendødelighet hos etablerte par som hekker i eller tett inntil vindparken på Smøla, sammenlignet med par som hekker i økende avstand til den. Dette gjøres ved genetiske undersøkelser av fjær som blir samlet inn fra unger og fra felte fjær fra foreldrefuglene i nærheten av reiret. På bakgrunn av slike DNA-analyser kan bl.a. følgende problemstillinger belyses:

- a) Kartlegge hvor kollisjonsdrepte voksne havørner har hekket.
- b) Fastslå hvem som er foreldre til ungen(e) i et reir. Ved tilsvarende undersøkelser senere år, 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 kan dette indikere 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.
- c) Genetiske analyser av fjær kan vise hvor unger som klekkes inne i parken senere etablerer seg som hekkefugler.
- d) Hvilke fugler som etablerer seg i territorier som er (vurdert som) forlatt av de opprinnelige hekkefuglene.

Hovedaktivitetene i 2007 har vært knyttet til innsamling av materiale (fjærprøver fra unger i alle reir med vellykket hekking på Smøla, samt mytefjær fra voksne fugler på eller like ved alle reir der slike mytefjær ble funnet), opparbeiding av prøver fra det innsamlede materialet og identifisering av DNA-profiler. Analyser av resultatene vil bli gjennomført tidlig i 2008, og det planlegges ny innsamling av prøver i 2008. Prosjektansvarlig er Arne Follestad.

## 6.5 Overvåking av hekkesuksess hos havørn

**Målsetting:** Kartlegge endringer i hekkebestandens størrelse og fordeling på Smøla som følge av utbyggingen av Smøla trinn I og II, og hvordan vindparken påvirker hekkesuksess/reproduksjon både på kort og lang sikt.

I en tett havørnbestand der alternative og optimale territorier er mangelvare, vil sannsynlige endringer over tid være både en reell bestandsnedgang og redusert hekkesuksess for par som hekker i og nær vindparken. Prosjektet vil gi økt kunnskap om havørnas stedtrohet og hvordan dette kan påvirke deres tilhørighet til reir/territorier i eller tett inntil vindparken. Hvis havørnene ikke gir opp sitt territorium, men fortsetter å oppsøke dette i flere år etter at vindparken stod ferdig, vil dette påvirke hekkesuksess og kunne utsette de voksne ørnene for en ekstra kollisjonsrisiko når de oppsøker territoriet fremfor å prøve å etablere seg et annet sted. Det er lagt vekt på å få kartlagt områder utenfor vindparken for å se om nye etableringer av par vil skje i eller nær vindparken når tidligere besatte territorier blir stående ledige.

Etter feltarbeidet i 2007 er bestanden på Smøla vurdert til å være minimum 68 par. Da er ikke territorier som er forlatt, derav fem i vindparken hvor det ikke har vært spor av aktivitet de siste tre årene, medregnet. Tre nye territorier ble funnet i 2007, to ute i øyene og ett nær vindparkens SV-hjørne. I Smøla kommune ble det produsert 29 unger i 2007. Bare ett par fikk frem en unge inne i vindparken i 2007. Totalt har det nå vært gjennomført fire vellykkede hekkinger i planområdet for vindparken siden trinn I ble bygd i 2002. Alle hekkingene er gjennomført av forskjellige par, ingen par har foreløpig produsert unger mer enn en gang i løpet av de siste seks hekkesesongene. Den lave ungeproduksjonen i planområdet i 2007 står i kontrast til produksjonen i resten av Smøla kommune som var bedre enn på mange år, og der også produksjonen i randsonen var god. Prosjektansvarlig er Arne Follestad.

### 6.5.1 Uttak av levende havørnunger for eksport

Det har vært en del diskusjon angående NINAs medvirkning i ønsket om å bygge opp levedyktige bestander av havørn i Skottland. De britiske øyer fikk utryddet sin havørnbestand for ca. 100 år siden. Det ble allerede fra 1980-tallet - i flere etapper til ut på 1990-tallet - overført norske ungfugler av havørn til vestkysten av Skottland. Havørningene kom fra Bodø-distriktet og ble innsamlet av en lokal entusiast. Ørnene har imidlertid ikke spredd seg til østkysten av Skottland, slik som håpet, og skotske naturvernmyndigheter henvendte seg til norske myndigheter for noen år tilbake, med ønske om å få flere havørner til en ny utsettingsrunde på østkysten. Da det ble klart at skottene ville ha ørn fra Norge i 2007, tok Norsk Ornitologisk Forening (NOF) ved Alv Ottar Folkestad på seg dette arbeidet. Det skulle skaffes ørnunger til Skottland fra Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane og Hordaland.

En annen gruppering ledet av Torgeir Nygård og Duncan Halley fra NINA Trondheim, organiserte en parallell innsamling av havørnunger til Irland fra Sør- og Nord-Trøndelag. Disse to gruppene har operert uavhengig av hverandre i innsamlingsprosessen. Fuglene som ble innsamlet til Irland ligger ikke innenfor influensområdet til Smøla.

Da det viste seg å være vanskelig å skaffe nok unger i sør til Skottland, besluttet NOF å samle inn 7 havørnunger, en fra hvert av 7 tvillingkull fra Smølas skjærgård og ytre deler av "Fast-Smøla" (ikke fra vindparkområdet). Effekten av dette uttaket må bygges inn i modellen når havørnbestandens utvikling på grunn av lokal dødelighet skal beregnes. Det er generell enighet om ikke å samle inn havørnunger fra Smøla-regionen i åra framover, og en nærmere diskusjon omkring hvordan det videre innsamlingsarbeidet bør gjøres for å skape minst mulig "støy" i datamaterialet fra Smøla og vindkraftprosjektets målsetninger, vil være viktig.

## 6.6 Fugleradar

**Målsetting:** Innkjøp og utvikling av radar som verktøy for å lære mer om effekter av vindmøller på fugl, i første rekke havørn, i tilknytning til vindmølleparken på Smøla.

NFR-prosjektet *Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway* ble så vel faglig som budsjettmessig utformet med bakgrunn i diskusjonen på møtet i Statkraft 09.05.2006 om at utgifter til radar og øvrig teknisk utstyr skulle finansieres av Statkraft. Det ble på dette møtet vedtatt at NINA, sammen med bl.a. SINTEF, skulle skissere et forprosjekt for å fremskaffe mer kunnskap om mulige tiltak for å redusere faren for at ørner drepes i tilknytning til vindmølleparken. Forprosjektet ble avsluttet våren 2007 og SINTEF konkluderer her med at det ut fra en tidsmessig og økonomisk vurdering synes mest realistisk å satse på et kommersielt tilgjengelig, spesialtilpasset mobilt radarsystem – Merlin, som produseres av det amerikanske firmaet DeTect.

Hovedaktivitetene i 2007 har altså vært knyttet til avklaring av hvilket radarsystem som ville være det mest hensiktsmessige i tilknytning til de målsetninger som prosjektet har. Denne delen av arbeidet kulminerte ultimo oktober med kontraktinngåelse med DeTect om levering av et mobilt radarsystem (Merlin Avian Radar System, Model XS2530e). Radaren leveres fast montert på en biltilhenger og kan lett flyttes til ønsket posisjon.

Det bestilte radarsystemet forventes levert Trondheim ultimo februar 2008. En representant fra DeTect vil ankomme i forkant av levering og starte arbeidet med å tilpasse datautstyret som skal installeres i radaren til norske forhold. Prosjektets radarekspert Yngve Steinheim fra SINTEF, sammen med en representant fra NINA vil besøke DeTects hovedkvarter i Florida ultimo januar for å godkjenne radaren før denne sendes til Norge ("Factory Acceptance Test (FAT)"). Dette er i henhold til kontrakten hvor det heter at "*The FAT will include operational demonstration of the functional components of the system and will document that the unit is complete, functional and calibrated for delivery*". Ved levering og oppstart vil leverandøren avvikle et 2 ukers kurs for de som skal operere radaren. Etter ca. 90 og 180 dager (fleksibelt) vil en representant fra DeTect på nytt besøke radaren og gi nødvendig ekstra opplæring. Det tas

sikte på å gjøre radaren teknisk sett fullt operativ i løpet av februar-mars 2008 slik at hekkese-songen til havørnene på Smøla kan dekkes og gi en første erfaring i bruk av utstyret. Det er forventet at en må bruke tid videre utover i 2008 på å skaffe seg ytterligere kunnskap om bruk av radarutstyret for å utvikle gode metoder for innsamling og analyse av data. Prosjektansvarlige er Kjetil Bevanger og Yngve Steinheim.

## 6.7 Detektor og sensorsystemer

**Målsetting:** Utvikling av utstyr og teknologi for deteksjon av fugl i vindturbinenes nærområde som i neste omgang kan danne grunnlag for å utvikle tiltak som hindrer at fugler drepes av vindturbiner.

På møtet i Statkraft 09.05.2006 ble det vedtatt at NINA, sammen med SINTEF, skulle skissere et forprosjekt for å fremskaffe mer kunnskap om visuelle/auditive teknikker for å redusere faren for at fugler, bl.a. havørn, drepes i tilknytning til vindmølleparken. Prosjektet var todelt og besto av en litteraturgjennomgang for å klarlegge hva som var utprøvd tidligere (Reitan i trykk), samt en "mulighetsanalyse" fra et teknologisk ståsted.

I sin sluttrapport som ble fremlagt i april konkluderer SINTEF med å foreslå to nye metoder:

- kamerabasert deteksjon av fugl og påfølgende nedstegning av vindturbin
- økt synlighet ved bruk av UV-lyskilder montert på rotorbladene

På bakgrunn av senere diskusjoner vil implementeringsfasen for dette arbeidet bestå i å:

- utvikle og levere et system for automatisk og selektiv registrering av videosekvenser med bevegelige objekter som kan være fugler. Systemet skal fungere i dagslys og med god sikt.
- integrere et FLIR-kamera i systemet og levere ett system med FLIR-kamera basert på resultater fra en forstudie utført under NFR-prosjektet.
- bygge opp systemet slik at det er forberedt for videreutvikling til å registrere koordinater for fugler (horisontalt og vertikalt i bildet for ett kamera og full 3-dimensjonal for stereosyn).

Hovedaktivitetene i 2007 har vært knyttet til avklaring av hvilke hovedaktiviteter som bør prioriteres ut fra hva som teknisk og biologisk er mest realistisk samt allokere ressurser for å gjennomføre prosjektet. Det meste av aktiviteten knyttet til dette prosjektet vil bli i 2008 og etter prosjektplanen antar SINTEF å kunne levere slikt utstyr i løpet av 1. halvår 2008. Prosjektansvarlige er Kjetil Bevanger og Lars Johnsen.

## 6.8 Auditive og visuelle tiltak

**Målsetting:** Rådgivning knyttet til NFR-prosjektet for å lære mer om i hvilken grad det vil være mulig å utvikle avbøtende tiltak vedrørende kollisjonsrisiko med utgangspunkt i fuglers syn, etter innspill fra bl.a. Olle Håstad og SINTEF.

I tilknytning til målsettingen om å lære mer om i hvilken grad fuglers syn er en viktig faktor vedrørende ulike fuglearters kollisjonsutsatthet brukes ekspertise fra Sverige (Universitetet i Uppsala/Bristol) og SINTEF. Denne delen av prosjektet har innværende år ikke hatt aktiviteter ut over felles fagsamling på Smøla 26.-27.03.2007. Statkraft har hatt kontakt med Olle Håstad og vil bidra med separat finansiering av forskningsaktiviteter i tilknytning til et off-shore vindkraftprosjekt i Sverige. Det tas sikte på å koordinere denne aktiviteten med NFR-prosjektet på Smøla.

## 6.9 Vadere og mindre spurvefugl

**Målsetting:** Kartlegge forekomst av ulike vadere og mindre spurvefuglarter i vindparken for å se i hvilken grad hekkebestanden påvirkes av den fysiske lokaliseringen av vindmøllene.

Det ble oppmerket 30 transekter, hvert på 1 km i vindmølleparken; 10 midt i parken, 10 vest i parken og 10 i øst. I tillegg ble det opprettet et kontrollområde med 10 transekter på Toppmyra i lignende terreng, ca. 3 km sørvest for parken. Disse ble taksert med henblikk på innsamling av kvantitative og kvalitative data av vadere og mindre spurvefugl. Hvert transektene ble taksert tre ganger i perioden 30.5.2007–1.7.2007. Foreløpige analyser har ikke gitt indikasjoner på at bestandstettheten i vesentlig grad er påvirket av turbinenes lokalisering. Videre datainnsamling og statistiske analyser er imidlertid nødvendig for å kunne gi sikre konklusjoner. Prosjektansvarlig er Duncan Halley.

## 6.10 Smålom

**Målsetting:** Kartlegge hekkebestanden av smålom på Smøla for å se om tilstedeværelsen av vindmøller påvirker vindmølleparkens attraktivitet som hekkeplass sammenlignet med områder utenfor vindmølleparken.

NINA ble kontaktet av det britiske kraftselskapet AMEC Wind Energy Ltd., som uttrykte interesse for å støtte forskning på smålom. Det ble på bakgrunn av dette inngått en kontrakt der NINA påtok seg å innhente data på smålom fra Smøla. Resultatene er summert i NINA Rapport 297 (Halley & Hopshaug 2007). Rapporten gir en oversikt over utbredelse og hekkesuksess hos smålom på Smøla i hekkesesongene fra 1999-2004, samt i 2007. I perioden september 2001-september 2002 ble første byggetrinn i vindparken ferdig med 20 vindturbiner, hver på 2 MW. I perioden oktober 2003-oktober 2005 ble byggetrinn 2 ferdig, med ytterligere 48 vindturbiner, hver på 2,3 MW.

I alt ble 23 hekkeplasser for smålom er lokalisert, hvorav opp til 20 var i bruk i løpet av registreringsperioden (1999-2004, 2007). 10-13 par har hekket årlig. Antall unger som kom på vingene var 0,42/par/år, som ligger innen det normale for andre kystpopulasjoner til smålom. Hekkesuksessen hos smålombestanden sett under ett på Smøla i 2007 (første året en har data fra etter at vindmølleparken ble etablert) lå på 0,15 unger pr. par. Det må her bemerkes at det er normalt med store fluktuasjoner fra år til år i hekkesuksessen hos smålom, og det virker lite sannsynlig at vindparken har påvirket hekkesuksessen da de registrerte hekkeplassene i 2007 ligger relativt langt unna vindmølleparken.

Tre hekkelokaliteter av smålom ble funnet innenfor området til vindparken før turbinene ble oppført, men ingen av disse har siden vært benyttet. Det er usikkert i hvilken utstrekning dette skyldes tilstedeværelsen av vindturbiner, økt forstyrrelse på grunn av lettere atkomst til områdene som følge av eksisterende veinett, og/eller vedvarende effekter av forstyrrelsene som byggeperioden medførte.

I alt ble det utført systematiske feltobservasjoner i 46 timer og 20 minutter innenfor vindparkområdet. I tillegg ble det gjort betydelige feltobservasjoner av mer usystematisk karakter av annet feltpersonell i hekkeperioden. Det ble imidlertid ikke gjort observasjoner av smålom innenfor vindparken. Dette kan indikere en unnvikelseeffekt. Minst fire par hekker i sentrale deler av øya der kystlinjen som ligger lengst unna turbinrekkene er nærmeste matsøksområde. Smålom har så langt ikke blitt funnet drept i tilknytning til de regulære søkene etter død fugl. Dette, sammen med at ingen smålom er observert hekkende i - eller å krysse gjennom - vindparken, indikerer at kollisjonsrisikoen for arten er svært lav.

Videre overvåking av smålom bør omfatte observasjoner tidlig i hekkesesongen for å finne ut om arten besøker vindparkområdet i denne perioden. Det vil være av interesse å belyse i hvil-

ken grad arten vil kunne gjenoppta hekkeaktiviteten i vindparkområdet etter at forstyrrelsene fra anleggsperioden nå er over. Videre bør registreringene fokusere på retningen som næringsflukten har til og fra hekkeplassene på de sentrale myrområdene på øya for å finne ut om disse fuglene foretrekker andre matsøksområder enn de ved kysten lengst unna vindparken, eller om de bevisst unngår fluktretninger som vil tvinge dem til å krysse turbinrekkene. Prosjektansvarlig er Duncan Halley.

## 6.11 Rype

**Målsetting:** Studere direkte og indirekte effekter av vindmøller på rypenes atferd, habitatvalg, reproduksjon og overlevelse i utvalgte områder hvor vindmøller enten er etablert eller planlagt etablert.

I forbindelse med konsekvensutredningen i forkant av etablering av vindmølleparken på Smøla ble rypebestanden taksert vår og høst 1999 (Follestad et al. 1999). På initiativ fra Smøla grunneierlag har høsttaksering blitt videreført også etter dette. Fra høsten 2005 har disse takseringene inngått i et mer landsomfattende opplegg for hønsefugltaksering og høstbestand (tetthet) og kyllingproduksjon har blitt beregnet (Solvang et al. 2005). Våren 2007 ble rypebestanden (tetthet) i vindmølleparken og i et tilgrensende referanseområde uten vindmøller på Smøla taksert. Taksering ble gjennomført 5.-6. mai etter standardisert metode for linjetaksering (DISTANCE). I det samme området ble taksering av bestandstetthet og kyllingproduksjon foretatt første uka i august. De foreløpige analysene indikerer ingen klare forskjeller i tetthet mellom de to områdene (vindmøllepark og referanseområde) verken for vår- eller høstbestanden. Imidlertid er datagrunnlaget, spesielt høsten 2007, for spinkelt til å trekke klare konklusjoner. Dette kan bl.a. forbedres gjennom å utvide omfanget av takseringa.

Høsten 2007 ble takseringsarbeidet utvidet med en augusttaksering på Hitra i så vel vindmølleparken på Eldsfjellet som i et referanseområde på Skårfjellet/Mørkdalstua. Området var for lite til at standardisert linjetaksering kunne gjennomføres. Det ble derfor valgt en modifisert utgave av DISTANCE i begge områdene.

På Andøya ble det forsøkt gjennomført en augusttaksering i planområdet for vindmølleparken og i et referanseområde utenfor planområdet. Det viste seg vanskelig å få på plass organisering av dette i tide innenfor planområdet, men en taksering i et potensielt referanseområde ble gjennomført. Planleggingsarbeidet er videreført slik at vårtaksering vil bli gjennomført i begge områder på Andøya.

Radiotelemetri vil bli brukt til å undersøke rypenes atferd, reproduksjon, habitatvalg og overlevelse. Foreløpig er dette kun aktuelt på Smøla. Imidlertid er det vanskelig å fange ryer i et snøfritt miljø, men metodikk har blitt utprøvd førjulsvinteren 2007 med til dels positivt resultat. Dette arbeidet vil bli videreført vinteren 2007-2008. Prosjektansvarlig er Hans Christian Pedersen.

## 6.12 Hubro

**Målsetting:** Skaffe kunnskap om hubroens levevis, arealbruk og bestandsdynamikk, for å kunne vurdere hubroens sårbarhet i forhold til vindkraftutbygging og tilhørende installasjoner som grunnlag for å planlegge, gjennomføre og evaluere av avbøtende tiltak.

Det er søkt om midler hos EBL til et prosjekt på hubro innenfor "paraplyen" til vindkraftprosjektet finansiert av NFR.

Hubro er listet som "Sterkt truet" i Norsk Rødliste 2006. Det har vært en langvarig bestandsnedgang i Norge og de fleste andre steder i Europa: I dag er utviklingen forandret til det positi-

ve i Tyskland og Sverige etter omfattende program for oppdrett og utsetting, sammen med konkrete tiltak for å redusere de viktigste menneskeskapte negative faktorer. Dødelighet i forbindelse med elektriske installasjoner (i første rekke elektrokusjon) er godt dokumentert i en rekke land. I mange land, bl.a. Sverige og Tyskland, er det etablert et konstruktivt samarbeid med kraftleverandører for gjennomføring av konkrete tiltak for å eliminere farlige installasjoner, bl.a. ved å legge ledninger i kabel, isolere ledninger ved farlige master og stolpemonterte transformatorer eller konstruere mastene slik at faren for elektrokusjon reduseres. Det er all grunn til å tro at elektrokusjon er den viktigste årsaken til hubroens stadige bestandsnedgang i Norge. Konkrete avbøtende tiltak er derfor en viktig oppgave for energisektoren også i Norge.

Avbøtende tiltak bør følges opp med et overvåkingsprosjekt hvor dødeligheten kan dokumenteres og effekten av de avbøtende tiltak måles. Dette bør bl.a. omfatte overvåking av overlevelse hos voksne fugler ved hjelp av DNA-analyse av mytefjær på reirplassene. Overlevelse hos ungfugler kan overvåkes ved hjelp av satellittsendere.

Det er dessuten et stort behov for forskning knyttet til effekter av vindkraftutbygging på hubro. Det er dokumentert seks vindturbindrepte hubro i et avgrenset område i Tyskland, og dens nære slektning "Great Horned Owl" (*Bubo virginianus*) oppgis å ha blitt drept av vindmøller i California. Det er antatt at havørnas større fluktaktivitet gjør denne arten mer utsatt overfor vindturbiner enn det hubro er. Denne antagelsen er imidlertid nokså usikker. Havørn er dagaktiv og burde dermed ha større mulighet til å oppdage vindturbiner enn hubro, som er nattaktiv, og som kanskje i mindre grad vil være i stand til å unngå fysiske hindringer i luftrommet. Vi har alt for lite kunnskap om dette i dag. Bruk av radiotelemetri kan gi kunnskap om hubroens arealbruk i forbindelse med vindkraftutbygging og annen infrastruktur. I tillegg må reproduksjonen overvåkes i samme område. Dette vil til sammen gi data som kan brukes i en populasjonsmodell på samme måte som det vil bli gjort for havørn på Smøla.

Prosjektet vil bli utført på Helgelandskysten hvor en har landets tettste hubrobestand og hvor vi har kunnskaper om en rekke hubrolokaliteter som er blitt overvåket i en årrekke. Her foreligger det opplysninger om mange hubroer som er blitt drept av kraftledninger og dette er et område hvor det antas å være størst mulighet til å måle effekter av avbøtende tiltak. Dessuten er det planlagt en vindkraftutbygging i området (Sleneset). For nærmere omtale av hubro vises til NINA Rapportene 239 og 264; "Hubro på Karmøya og vindkraft" og "Hubro på Sleneset og vindkraft". Prosjektansvarlig vil være Jan Ove Gjershaug.

## 6.13 Kongeørn

**Målsetting:** Identifisere områder som ofte benyttes av kongeørn og vurdere effekter på kongeørn ved eventuell vindkraftutbygging i utvalgte områder.

Det er søkt om midler hos EBL til et prosjekt på kongeørn innenfor "paraplyen" til vindkraftprosjektet finansiert av NFR.

Mye av de forskningsresultater som så langt er fremkommet, så vel i Norge som internasjonalt, indikerer at visse rovfuglarter er spesielt sårbare for å bli drept av vindmøller. Kongeørn er listet som "Nær truet" i Norsk Rødliste 2006. Erfaringer fra Altamont Pass i California viser at arten er sårbar i forbindelse med vindkraftverk. Også i Storbritannia har det vært mye fokus på kongeørn i forbindelse med vindkraftutbygging. I Midt-Norge foreligger planer om flere vindkraftanlegg i fjellområder med relativt mye kongeørn, bl.a. i kommunene Agdenes (Hestgroveheia), Orkdal (Vargheia) og Snillfjord (Geitfjellet, Svarthammaren, Tannvikfjella og Remmafjellet). NINA har i disse områdene drevet overvåking av hekkeplasser for kongeørn for Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, og kjenner så langt 7 lokaliteter. Observasjoner som er gjort tyder på at ørnene bruker de åpne fjellområdene mellom fjordene som jaktområder, men for å bedre denne kunnskapen vil det være nødvendig å utstyre enkeltindivider med satellittsendere. Det vil da bli mulig å si mer om hvilke områder som bør unngås for å gjøre konflikten i forhold til

vindkraftutbygging og kongeørn minst mulig. Fylkesmannen i Sør-Trøndelag har sagt at et slikt prosjekt vil være svært interessant. Prosjektansvarlig vil være Jan Ove Gjershaug.

## 6.14 Dataflyt, visualisering og modellering

**Målsetting:** Operasjonalisere innsamlede data fra radarovervåkning/radioinstrumentering, visualisere individenes faktiske bevegelsesmønstre i 3D og etablere metodikk og modellere potensielle konfliktområder mellom fugler og vindkraftanlegg.

Det er søkt om midler hos EBL til et prosjekt på dataflyt, visualisering og modellering innenfor "paraplyen" til vindkraftprosjektet finansiert av NFR.

Dataflyt fra radarovervåkning/radioinstrumentering skal gjøres mest mulig dynamisk (tilnærmet sann tid dersom mulig) og lagres i en separat database basert på SQL-server 2005/ArcSDE eller tilsvarende. Data legges ut i en egen WEB-basert kart-innsynsløsning (2D-kart) for en samlet oversikt over de berørte individenes bevegelsesmønstre. I sistnevnte løsning vil det være mulig å søke på art, kjønn, tidsrom m.m.

Individenes bevegelsesmønstre skal visualiseres i en 3D terrengmodell. Dette kan gjøres på ulike nivå fra preparerte animasjoner (etablert vha. ArcGIS desktop eller tilsvarende) til dynamiske WEB-kartapplikasjoner i 3D med større grad av brukerstyring (basert på ArcGIS Server eller tilsvarende).

På grunnlag av innsamlede data om bevegelsesmønstre og terrengmodeller/arealdekkkart skal det utarbeides metodikk for vekting av ulike topografiske barrierer/ installasjoner som fungerer som hinder for individenes bevegelsesmønstre. Dette skal modelleres i GIS for å peke ut potensielle konfliktområder hvor en bør unngå bygging av vindkraftanlegg. Prosjektansvarlig er Frank Hanssen.

## 7 Videre arbeid

2008 vil bli et år med betydelig aktivitet i forhold til datainnsamling. En stor utfordring vil være knyttet til opplæring i bruk av fugleradaren, som forhåpentligvis vil kunne bidra til datainnsamling allerede fra mars måned. Det vil også bli tatt initiativ i forhold til å finne ut om noen av Avinors eller Luftforsvarets radarer kan brukes til fugle-trekk analyse i 2008.

Det er kontakt med Statkraft for å få på plass en egen brakkerigg med overnattingsfasiliteter og laboratorieplass ved Statkrafts operasjonssentral inne i selve vindparkområdet. Dette vil også være oppstillingsplass for den mobile radaren. Roel May vil ha et ansvar for å opprette egen hjemmeside for prosjektet slik at interesserte kan holde seg oppdatert om virksomheten. Det planlegges et fagmøte på Smøla i mars, kombinert med et møte hvor også representanter for bidragsyterne til NFR-prosjektet deltar.

## 8 Publikasjoner, foredrag, medieoppslag og kongressdeltakelse i tilknytning til prosjektet

### 8.1 Publikasjoner

- Bevanger, K. 2007. Vindkraft og miljø. – NINA Årsmelding 2006: 6.
- Follestad, A., Reitan, O., Nygård, T., Flagstad, Ø. & Schulze, J. 2007. Vindkraft og fugl på Smøla 2003-2006. - NINA Rapport 248. 74 s.
- Halley, D.J. & Hopshaug, P. 2007. Breeding and overland flight of red-throated divers *Gavia stellata* at Smøla, Norway, in relation to the Smøla wind farm. – NINA Report 297. 32 pp.
- Reitan, O. (i trykk). Tiltak for å redusere dødelighet hos fugl ved vindmøller: En litteraturgjennomgang av visuelle og auditive aspekter. - NINA Rapport.

### 8.2 Foredrag og kongressdeltakelse

- Bevanger, K. 2007. Vindkraft og fugl. – Foredrag på Produksjonsteknisk konferanse EBL, Gardermoen 7. mars.
- Follestad, A. 2007. Smøla wind farm and White-tailed eagles. - Scottish Raptor Study Group Conference, Central Scottish Raptor Study Group. Perth, Scotland, 24. februar.
- Follestad, A. 2007. Miljøutfordringer ved vindkraft. - Kurs om vindenergi for lærere i realfag i u.skole og v.g.s., Energiregion Møre og Smøla Vindkraftkontor. Smøla, 5. juni.
- Follestad, A. 2007. Vindkraft og havørn. - NVEs vindkraftseminar 2007. Oscarsborg festning, 29. juni.
- Follestad, A. 2007. Vindkraft og havørn. - Åpent møte, Vern Kysten, Snillfjord. Krokstadøra, 30. august.
- Follestad, A. 2007. Smøla wind farm and white-tailed eagles. – Foredrag for sørafrikansk delegasjon på besøk hos DN/MD 17. oktober.
- Follestad, A. 2007. Konflikten havørn - vindmøller. - Kurs i miljøjournalistikk - tema biologisk mangfold, Institutt for journalistikk. Fredrikstad, 30. november.
- Nygård, T. 2007. Satellittstudier av unge havørners bevegelser i vindparkområdet på Smøla. Foredrag. Fagsamling vindkraft. Smøla. 26.-27. mars.
- Nygård, T. 2006. Wind-power and White-tailed sea eagles in Norway. - NAOC annual conference. Veracruz, Mexico. 9. oktober.
- Nygård, T., Follestad, A., Reitan, O. & Dahl, E.L. 2007. Kartlegging av unge havørners bevegelser på Smøla ved bruk av satellittelemetri. - Kungsörnsymposium. Holmhällar, Gotland, Sverige. 28. september.
- Reitan, O. 2007. Søk etter døde ørner i vindparken på Smøla. Statkraft medarbeidermøte, Smøla. 29. august.
- Reitan, O. 2007. Vindkraft og havørn. Medarbeiderseminar for Veterinærinstituttene. Trondheim. 25. september.
- Reitan, O. 2007. Vindkraft og havørn. Kungsörnsymposium, Holmhällar, Gotland. 28. september.
- Steinheim, Y. International Conference and Workshop on Radar Ornithology and Entomology 25.-28. juni 2007. Helgoland, Tyskland.

### 8.3 Medieoppslag

- NRK TV (riks): Schrødingers katt, 19. april 2007. Om vindmøller til havs (Arne Follestad).
- NRK Radio (lokal): Møre og Romsdal 29. juni 2007. Vindkraft og havørn (Arne Follestad)
- NRK TV (lokal): Møre og Romsdal lokal 9. mai 2007. Funn av ny ørn under vindmølle. Intervju i felten på Smøla (Ole Reitan).



A-Magasinet 20. april 2007. Snuser opp drepte ørner (Ole Reitan, Kjetil Bevanger)

## 9 Vedlegg

Vedlegg 1. Prosjektbeskrivelse til NFR-prosjektet "Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway".

### Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway

*A project proposal to "RENERGI", the Norwegian Research Council, 8 June 2006*

#### Active partners

Kjetil Bevinger<sup>1</sup>, Arne Follestad<sup>1</sup>, Duncan Halley<sup>1</sup>, Torgeir Nygård<sup>1</sup>, Ole Reitan<sup>1</sup>, Lars Johnsen<sup>2</sup>, Yngve Steinheim<sup>2</sup>, Mark Desholm<sup>3</sup>, Rowena Langston<sup>4</sup>, Olle Håstad<sup>5</sup>, Eivin Røskoft<sup>6</sup>;

<sup>1</sup> Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, NO-7485 Trondheim, Norway; <sup>2</sup>The Foundation for Scientific and Industrial Research at the Norwegian Institute of Technology (SINTEF), Strindveien 4, NO-7465 Trondheim, Norway

<sup>3</sup> National Environmental Research Institute, Department of wildlife ecology and biodiversity, Grenåvej 12, DK-8410 Rønne, Denmark; <sup>4</sup>The Royal Society for the Protection of Birds (RSPB), The Lodge, Sandy, Bedfordshire SG19 2DL, UK; <sup>5</sup>University of Uppsala, Box 256, 751 05 Uppsala, Sweden/School of Biological Sciences, University of Bristol, Woodland Road, Bristol, BS8 1UG, UK; <sup>6</sup>The Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Faculty for Natural Sciences and Technology, Department of Biology, Realfagbygget, NO-7491 Trondheim, Norway

#### Main institution

Norwegian Institute for Nature Research (NINA), Trondheim, Norway

### PART 1: The KMB project

#### 1 Objectives

Obtain an improved information base and tools for the energy industry and environmental and energy authorities to use in determining siting and conflict reduction of new wind turbine projects.

**Subgoal** Identify the biological, species specific, ecological and external factors which make birds vulnerable to wind turbines (e.g. manoeuvrability, aerodynamic constraints, visual perception, hunting techniques, bird age, habituation, nesting, feeding, local movement patterns, light and weather conditions, topography and wind turbine location in relation to major and local fly-ways), and assess the population consequences of wind turbine induced bird mortality.

#### 2 Frontiers of knowledge and technology

Energy from renewable sources has become increasingly important as part of energy policies in Europe (Mitchell 2006), partly due to climate change scenarios from, e.g., the UN expert panel on climate change (<http://www.ipcc.ch/>). For several European countries wind power is the most promising renewable energy source. In modern history Norway has been a net exporter of renewable energy from hydropower production to various European countries. However, after recent periods requiring energy import, the Norwegian government has set a wind power target of 3 TWh annually by 2010 (The Sem Declaration). The potential for wind-power generation in Norway is far higher, and of added economic significance as Norwegian industry has the possibility to contribute to construction both as subcontractors and producers of complete wind power plants.

On several occasions energy and environmental management authorities, as well as the energy industry, have stressed the need for additional knowledge about environmental impacts, and how birds and animals respond to these man-made structures (e.g. NVE et al. 2003). Research on how wind turbines affect birds (and bats) has been conducted elsewhere for 10-20 years. However, the results have been inconsistent, and the numbers of casualties recorded differ widely between wind turbine plants and species. A limited number of studies have reported wind turbines to be less harmful than other structures including those connected to energy production (Nelson & Curry 1995, Osborn et al. 1998, Garthe & Hüppop 2004). Con-

versely, other studies have reported a significant number of birds being killed by wind turbine constructions (Orloff & Flannery 1992, Hunt et al. 1998). Overall, few rigorous scientific studies of the effects of wind turbines on ecosystem elements and function have as yet been made (Larsen & Madsen 2000, Osborn et al. 2000, Barrios & Rodriguez 2004, Desholm & Kahlert 2005), the majority being “grey” literature consisting of technical reports. However, the problem of bird mortality related to wind turbines has gained increasing international attention as the number of installations has increased, including (among other developments) the convening of an international conference on the problem in Leicester, April 2005 (Langston et al. 2006).

Few reports dealing with avian problems associated with wind turbine power plants relate to Norwegian conditions (e.g. Reitan & Follestad 2001, NVE et al. 2003). Moreover, data and experience from other countries may not be applicable to Norwegian coastal ecosystems due to important differences in fauna and topography (DN 2000). Mortality may not be due entirely to physical collisions. In six of 14 nocturnal accidents birds were swept down by the wake behind the rotor (Winkelman 1992). Mechanical and aerodynamic constraints among birds, as well as thermal and wind effects (e.g. Pennycuik 2002), in combination with turbine turbulence vortices, may be a problem both for soaring birds such as eagles, and to birds performing courtship or song flights in the air. During the period October 2005 - May 2006 nine dead white-tailed sea eagles (and some other birds) have been found killed in collisions at a single wind turbine plant - Norway's first large-scale wind turbine plant at Smøla, Central Norway (NINA, RSPB & Statkraft unpublished data).

Offshore, marine wind turbine plants have been a reality in Europe since the early 1990s (e.g. Desholm et al. 2006, Hüppop et al. 2006). In 2004 the first application for offshore wind power plants in Norway was sent to the Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE) ([http://www.nve.no/modules/module\\_111/netbasNVE.asp?script=8](http://www.nve.no/modules/module_111/netbasNVE.asp?script=8)). This development creates yet another perspective for knowledge needs, as shallow water areas suitable for wind turbines may conflict with the feeding grounds and migratory routes of huge numbers of sea-birds and coastal birds. These birds, resident as well as migratory, use the marine environment as a source of food, at the same time being dependent on land for e.g. nesting purposes. Moreover, large numbers of migratory birds navigate along the Norwegian coastline during their seasonal movements. Consequently, offshore wind turbines and wind turbines arranged along wind-exposed coastlines may affect a number of coastal species.

In contrast to the meagre existing information on wind turbines and birds, a significant body of knowledge on birds and collisions with power lines has been built up over the past 30 years. Although power lines are secondary constructions to wind turbines, there are several aspects of avian interactions with these constructions that may be used to understand, and perhaps mitigate, problems connected to wind turbines. A main conclusion from recent research connected to power lines and birds is that the problem is highly species specific, and most aspects of problems relating to avian mortality caused by power lines are not appropriate for broad generalisations (Bevanger 1993, 1994a, b, 1998, Bevanger & Brøseth 2001, 2004, Janss 2000). The same may apply to birds and wind turbines.

The overarching goal of the present study is to assess the effect of wind turbines on coastal bird population dynamics, as well as tools to be used for mitigating purposes both in connection to pre- and post construction wind turbine plants.

### 3 Research tasks

The main focus of the project is twofold: obtaining biological and ecological knowledge on wind turbines and bird behaviour, mortality and mitigating measures; and “tool development” to facilitate data collection.

Most bird species are prisoners of their evolutionary pasts in that they are fitted for a life in airspace without artificial obstacles. Their ability to learn and adapt to man made constructions erected in the airspace is limited. The extent of, and reasons for bird mortality in connection with other types of air obstacles like power lines and windows, are fairly well documented and understood. However, the causes of bird mortalities connected to wind turbine rotor blades are still poorly understood. They may for instance be connected to the fact that the rotor blades create wind vortices and aerodynamic constraints, but may also be connected to visual perception, and problems in seeing the rotor blades at close range.

Different bird species exhibit a wide range of behavioural adaptations which may make them more or less vulnerable to air obstacles. For example, species with aerial courtship displays during the breeding season, and/or special feeding, courtship and rival fighting behaviours may be more vulnerable than ground dwelling species. Moreover, inexperienced young birds may be more vulnerable to collisions with wind turbines than older, experienced individuals. Season, weather and light conditions are other factors thought to be important in influencing the likelihood of bird collisions with wind turbines. It is also logical to assume that wind turbine plants located close to important functional areas and migratory highways increase collision risk. The main data collecting and research elements in the project are, therefore, to record the overall impact of wind turbines on bird behaviour and mortality, and to evaluate and model the risk and population consequences of such mortality.

As different bird groups are thought to be susceptible to air obstacles in varying ways (Bevanger 1998), we have selected for study species within groups of differing aerodynamic abilities (mainly due to differences in wing morphology and body weight (Rayner 1988)). In the "poor flyer" group we have selected willow ptarmigan (*Lagopus lagopus*), a resident species only performing local movements. Among typical wetland species we have selected geese, swans and waders. Predators/thermal soarers are covered by the ongoing project focusing on white tailed sea eagle. Some of the selected species are either of conservation concern (on the Norwegian red list) or of social and economic importance as small game resources.

The extent, to which it is possible to stimulate the sense organs of birds (eyes and/or ears) to make wind turbines more perceptible, so that the birds are able to avoid them, is currently an open question. As we have access to the wind turbines at Smøla, which are owned by one of the partners (Statkraft) for *in situ* experiments, we will be able to test mitigating measures that may be developed as alternatives to removing "problem" wind turbines.

The project will incorporate and use existing knowledge as the basis for its activities. The research will also incorporate and develop new techniques to answer biological questions. The technical co-partners have advanced knowledge on e.g. radar technology, and perception physiology. The project has therefore significant innovative potential and will both be a major contribution to the understanding of how birds are affected by wind power turbines as well as to the development of mitigating measures.

The study will incorporate one PhD-student, focusing on the development of statistical models for estimating the number of bird-turbine collisions at onshore wind farms, and the development of theoretical population models for assessing the impact from turbine-related mortality on avian population dynamics. The PhD-study will be advertised publicly, and the candidate will be formally associated with the Norwegian Institute for Nature Research, at the Trondheim Office.

### PhD-project description

The first part of the PhD project aims at constructing statistical collision models for estimating the number of collisions between birds and wind turbines, given different bird species and wind farm scenarios. The turbine related variables for the collision models will include the physical structure and the "visibility" of the turbines, and their geographical siting.

The bird-related variables for the collision models comprise the species-specific migration patterns of the birds and their spatial response to the turbines. Tracking of migratory and resident birds will be accomplished by surveillance radar and radio telemetry. The variables for the collision models include e.g. topography, wind speed, and wind direction, which influence avian migration speed and course, and the rotation of the turbine blades (orientation and revolution speed). Additionally, the effect of changes in visibility will be included, as this is likely to alter both local migration and movement patterns, and the species-specific risk of collision.

The measurement of species-specific collision rates of birds passing close to the turbines is a key-variable for model validation, and will be assessed using a Thermal Animal Detection System (TADS) (Desholm 2003), a remote controlled infrared video recording system.

The second part of the PhD-study aims to develop theoretical models describing the population dynamic for different bird species. On the basis of age structured projection matrices (Leslie 1945, Caswell 1989), the relative elasticity and sensitivity of different age-specific demographic matrix elements will be estimated (de Kroon 1986, Benton & Grant 1999, Mills et al.

1999) and related to the growth rate. Such population models are valuable for the environmental agencies, since the effects of different human activities can be modelled, and hence, predictions about specific scenarios can be offered before an environmental planning decision is taken.

In the first instance, a complex matrix population model describing the life history of the white-tailed sea eagle will be developed. It is only for well-studied species like the white-tailed sea eagle that possible density-dependent relationships can be evaluated through retrospective analysis. The modelling work on the white-tailed sea eagle aims to specifically assess the effects of wind turbine power plants in Norwegian marine waters on this species.

#### **4 Research approach, methods**

The biological characteristics of a bird species, interactions with other faunal and vegetational elements, the topography of the area, and varying meteorological conditions are all factors that can easily influence the results of a study focusing on the impact of wind turbines on bird behaviour and mortality. The relationship between birds and wind turbines is probably not usefully captured by broad generalisations, and there are obvious constraints with regard to the level at which methods can be standardised. Methodological aspects should therefore be carefully assessed on a local scale. The suitability of the methods will be continuously assessed and if necessary, modified. The applied methods are grouped according to purpose, and the technical parts of the study reflect the importance of tool development to answer the biological questions.

##### **A Bird behaviour and mortality studies**

Searches for injured or dead victims at or near wind turbines are necessary to assess the number of victims and identify the species. A study addressing this research area is in progress. A pointer dog is under training and will be used to find dead birds. The methods and search regime will be in accordance with standards earlier developed for dead bird searches below power lines (see Bevanger 1999 for review) and wind turbines (Anderson et al. 1999, Smallwood & Thelander 2004).

The focus of the present study will be the use of radio transmitters to collect additional data enabling estimates of mortality within a specific population. Data on willow ptarmigan population size will be recorded using line transects in spring (breeding population) and autumn, and autumn density will be calculated using the DISTANCE method (Buckland et al. 2001). The use of the wind turbine area by willow ptarmigan will be studied by radio telemetry, both for breeding (some re-occupation of the breeding area?) and feeding (do they have any avoidance distance from turbines?). Willow ptarmigan will be caught in winter by dazdling or netted using pointer dogs in early autumn.

A Thermal Animal Detection System (TADS) for automatic collision detection and estimating collision frequency, specific avoidance behaviour, detection of birds that are injured associated with e.g. turbulence vortices, night time species composition, flock sizes, and flight altitudes (Desholm et al. 2003) will be used to supplement the other methods.

Problems associated with statistical treatment and theoretical considerations of population impact inherent with small data sets and many environmental and ecological variables are complex, and require a detailed examination. The PhD-student will have this part of the study as the main focus, and closely co-operate with experts on population dynamics at the Norwegian University of Science and Technology in Trondheim (NTNU).

##### **B Use of radar to collect data on bird behaviour and major and local flyways**

Radar methods of recording the direction and numbers of birds migrating through the wind turbine area will be employed. The information obtained from radar will be particularly important in estimating collision risk. The data will be analysed for differences in bird migration during varying light and weather conditions. These measurements are necessary to obtain informative statistics on the frequency of collisions. Knowledge of the use of radar technology for these types of observations is particularly strong among our Danish partners (Desholm et al. 2005).

In the second stage, focus will be extended to the patterns of bird migration both at a large scale (spring and autumn migration) and local scale (movements between feeding areas and breeding areas and roosts). Bird migration patterns along the coast, in particular where and

how islands or peninsulas are crossed, forms an important area of knowledge in connection to decisions on future wind turbine locations. It is important to develop methods for cost-effective conflict mapping of areas meteorologically and topographically suitable for wind turbine plants. Radar has proved to be an efficient tool for mapping bird flyways.

A feasibility and preliminary study, initiated by the Smøla wind-farm operator, Statkraft, will among other elements focus on radar technology. Initial radar equipment will be purchased during the preliminary study, and the present project proposal is based on the preliminary study in the sense that basic equipment and knowledge already is in place by 2007. Thus, use of an automatic system for data collection, storage, and interpretation will be an important part of the radar study. Radar tracks will be stored in a format enabling the researcher to import it into a GIS tool and draw out different parameters for further statistical analyses, as well as 3D visualisation in terrain models.

The possibility to use radar data from the long range air defence radars of the Royal Norwegian Airforce, the Air Traffic Control radars of Avinor, and the Doppler weather radars of the Norwegian Meteorological Institute, to track large scale migration, will be investigated. If this is feasible, radar data from these systems will be an important source of information to map large scale migration.

### **C Deterrent and mitigating measures**

Test and development of deterrent measures will focus on visual and auditory stimuli, or a combination of both. Every animal that has been tested (mammal, fish, insect or, in the case of birds, pigeons) has motion-sensitivity that is greatest at long wavelengths. In humans, motion detection is driven by the L+M cone response (i.e. luminance pathway); in bees it is the MW (green) receptors (i.e. the longest wavelengths to which they are sensitive); in birds it is consistent with the double cone response. UV-coatings are likely to be fairly unimportant for increasing the visibility of moving objects like wind turbine rotor blades (cfr. Young et al. 2003, I. Cuthill pers. comm.).

It is, however, possible to make the blades more visible to birds, by minimizing motion smear. Experimental laboratory studies indicate that painting one of the rotor blades black, or with a certain black striped pattern, may help to decrease the motion blur (cfr. Hodos 2003). A full scale experiment using wind turbines at Smøla will be carried out to test whether this will reduce the bird collision rate or affect bird flight behaviour.

The preliminary study (cfr. the radar studies in section B) will also include a feasibility study and tool development in connection TADS/IR. Moreover, a State of the art will be part of the preliminary study, making the basic for further work on deterrent measures focusing visual and auditory stimuli. The literature is quite voluminous regarding bird deterrent measures developed and used in connection to e.g. airports, crop protection and power lines. However, a majority of the studies performed have not been species specific and based on scientific studies and *in situ* experiments.

## **5 Project organisation and management**

The project is constructed around three functional groups: regulatory (environmental and energy - the Directorate for Nature Management and the Norwegian Water Resources and Energy Directorate respectively), research (ecological and technological), industrial (the wind energy industry). Together these partners have the best qualifications to identify and mitigate the main conflicts between birds and wind power development revealed in recent years. To secure the interests of all sectors, the project will appoint a project group with selected members from each contributing partner, and meet regularly to discuss progress and project management.

NINA will be the lead institution for the project, with Dr. Kjetil Bevinger as project manager. The Foundation for Scientific and Industrial Research at the Norwegian Institute of Technology (SINTEF) has the necessary competence within radar technology, as well as visual and auditory science and will be the main co-partner for experimental design and in project execution. In addition to the PhD-student, masters students from the Norwegian University of Science and Technology (NTNU) will be invited to participate in the project. The project will be in close co-operation with Statkraft, the second largest producer of renewable energy in Europe. Experimental facilities *in situ* will be supported by them. In addition, the Norwegian Electricity Industry

Association (EBL), will be an important co-partner. The association has several members currently planning wind power development.

## 6 International co-operation

The project will be carried out in close collaboration with European institutions and experts on fields relevant to birds and wind turbines. The National Environmental Research Institute in Denmark is the world leader in radar and TADS studies of bird movements at wind power plants. Experts on bird vision and bird flight and animal locomotion at the University of Bristol, and at the University of Uppsala in Sweden, will act as scientific advisers during the project period. The RSPB (the Royal Society for the Protection of Birds) is the leading conservation NGO in Europe in bird/wind turbine studies, co-funds behavioural studies in the ongoing white tailed sea-eagle project at Smøla and will be an important co-partner in this programme.

## 7 Progress plan – milestones

Project start is scheduled for spring 2007. Data collection should be complete by 2009. Data analysis will be carried out in parallel with and after data collection to the end of 2010. The main publication will be produced in 2009-2010.

Table 1. Project milestones.

Project elements	2007	2008	2009	2010
<b>Bird behaviour and mortality studies</b>				
1 Collision victim search				
2 Radio telemetry - birds				
2.1 Willow ptarmigan				
2.2 Wetland species				
2.3 White-tailed sea eagle				
3 PhD student				
<b>Technology and tools</b>				
RADAR, TADS, deterrent and mitigation measures				
<b>Project administration</b>				
<b>Reporting</b>				

## 8 Costs incurred by each research performing partner

Table 2. Cost plan for each partner (1 000 NOK).

	NINA	SINTEF	NERI	Univ Bristol	RSPB	NTNU	Totals
Personal and indirect costs	5 570						5 570
PhD student	1 776						1 776
Purchase of R & D services		1 000	463			200	1 663

Equipment	795						795
Operating costs	1 180		119	120	200		1 619
Totals	9 321	1 000	582	120	200	200	11 423

## 9 Financial contribution by partner

*Table 3. Cost code (economic contribution) by the project partners, and by the Norwegian Research Council (1 000 NOK).*

Year	Statkraft/EBL	NVE	Applied for to NFR
2007	408	204	2 447
2008	404	202	2 420
2009	351	176	2 099
2010	362	181	2 169
Totals	1 525	763	9 135

The funding of the project is based on a co-operation between the energy and environmental management authorities (NVE (The Norwegian Water Resources and Energy Directorate), DN (The Directorate for Nature Management)), the industry within the energy sector (EBL (the Norwegian Electricity Industry Association) and Statkraft), and the Norwegian Research Council (NFR).

## PART 2: Application of results

### 10 Relevance for knowledge-building areas

Wind power is generally agreed to be a broadly environmentally friendly type of energy. The project results will, it is hoped, contribute to improving the knowledge base on which this view is founded as they will give new information on specific vulnerabilities of bird species to wind turbine plants, and possible effects at the population level. Moreover, the project will significantly contribute to the assessment of cumulative effects on birds of the development of wind farms as a common feature along the Norwegian coastline. This will assist with improving the environmental friendliness of wind turbines by providing the data background for possible amelioration measures for turbines in place and for developing guidelines for future priorities regarding power plant siting which maximise environmental benefits while minimising adverse impacts.

### 11 Importance to Norwegian industry

a) The project will give important input to the wind power industry and the energy and environmental authorities to improve planning for future wind farms. The management authorities as well as the energy industry need information on possible environmental consequences of wind power development. There is also a need for qualitative improvement of standardised pre-construction studies. Such information is needed not only to reduce or avoid environmental conflicts, but also to develop mitigating measures at existing plants, and contribute to improved EIA processes.

b) A delay with respect to location and construction of wind turbines due to possible environmental conflicts could be an economic problem for the energy industry but also for the society



as a whole. Thus, an efficient process in identifying “yes” or “no” wind power plant areas could have a huge economic impact.

## **2 Relevance for call for proposals and programmes**

One of the focuses of the RENERGI programme is renewable energy sources, like wind power, being explicitly mentioned in the announcement for the 2007 applications. Moreover, the announcement stresses the importance of research dealing with possible effects and environmental consequences of wind-power development.

**13 Environmental impact** The project results will give significant, increased knowledge about how wind power can affect birds adversely in coastal areas of Norway. It will particularly contribute to a better planning process, and give a tool for the pre-construction period to identify areas with high conflict potential. Potentially, it may also provide information usable for post-construction mitigating measures concerning ‘problem-turbines’.

**14 Information and dissemination of results** This is a project addressing issues with a significant level of conflict in Norway. Thus the information strategy will be based on 1) dialogue with the energy industry and information to the public locally, regionally and nationally, 2) annual progress reports and a final report from each research component (when the components represent a thematic, separate objective making it pertinent to do so), as well as an overall final report (in English with Norwegian summary), 3) scientific papers presenting the main results from the separate project components. The results will also be popularized in written media, including newspapers and magazines. The television and radio media will also be invited to cover the project and its results. Progress reports will be completed at the end of each fiscal year to be sent to institutions financing the project, and will be made available to the general public through the NINA web site. A larger, final report from the project will be distributed (in the same fashion) at the end of the project period. Progress reports will be written in English with Norwegian summaries. Results from the study will be presented at international conferences and submitted to international peer-review journals as these become available during the course of the project. We plan to publish results from each study, and also integrate results across disciplines where practicable. The project has a pronounced interdisciplinary and international approach, and we hope that our results and conclusions will be of interest to the applied scientific community within our disciplines, and be applicable in other European regions with similar environmental challenges.

## **15 References**

- Anderson, R., Morrison, M., Sinclair, K. & Strickland, D. 1999. Studying wind energy/bird interactions: A guidance document. Metrics and methods for determining or monitoring potential impacts on birds at existing and proposed wind energy sites. - Prepared for the National Wind Coordinating Committee Avian Subcommittee, Washington D.C.: i-iv + 88 pp.
- Barrios, L. & Rodríguez, A. 2004. Behavioral and environmental correlates of soaring-bird mortality on on-shore wind turbines. – *Journal of Applied Ecology* 41: 72-81.
- Benton, T.G. & Grant, A. 1999. Elasticity analysis as an important tool in evolutionary and population ecology. - *TREE* 14: 467-471.
- Bevanger, K. 1993. Avian interactions with utility structures – a biological approach. - Dr. Scient Thesis, University of Trondheim.
- Bevanger, K. 1994a Three questions on utility structures and avian mortality. - *Fauna norvegica Ser. C, Cinclus* 17: 107-114.
- Bevanger, K. 1994b Bird interactions with utility structures; collision and electrocution, causes and mitigating measures. - *Ibis* 136: 412-425.
- Bevanger, K. 1998. Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. – *Biological Conservation* 86: 67-76.

- Bevanger, K. 1999. Estimating bird mortality caused by collision with power lines and electrocution; a review of methodology. – Pp. 29-56 in Ferrer, M. & Janss, G.F.E. (eds.). Birds and power lines. Collision, electrocution and breeding. Querqus, Madrid.
- Bevanger, K. & Brøseth, H. 2001. Bird collisions with power lines – an experiment with ptarmigan (*Lagopus* spp.). – *Biological Conservation* 99: 341-346.
- Bevanger, K. & Brøseth, H. 2004. Impact of power lines on bird mortality in a subalpine area. – *Animal Biodiversity and Conservation* 27.2: 67-77.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.-L., Borchers, D.L. & Thomas, L. 2001. Introduction to Distance Sampling. Estimating abundance of biological populations. - Oxford University Press Inc., New York, USA.
- Caswell, H. 1989. Matrix Population Models. Sinauer Associates, Inc., Massachusetts. 328 pp.
- de Kroon, H., Plaiser, A., Groendael, J. van & Caswell, H. 1986. Elasticity: the relative contribution of demographic parameters to population growth rate. - *Ecology* 67: 1427-1431.
- Desholm, M. 2003. Thermal Animal Detection System (TADS). Development of a method for estimating collision frequency of migrating birds at offshore wind turbines. - Ministry of the Environment, National Environmental Research Institute, Kalø. NERI Technical Report. 440. 27 pp.
- Desholm, M., Fox, A.D., Beasley, D.L. & Kahlert, J. 2006. Remote techniques for counting and estimating the number of bird-wind turbine collisions at sea: a review. - *Ibis* 148 (S1): 76-89.
- Desholm, M., Fox, T. & Beasley, P. 2005. Best practice guidance for the use of remote techniques for observing bird behaviour in relation to offshore wind farms. First draft for comments, version 21-03-2005. A preliminary discussion document produced for the COWRIE (Collaborative Offshore Wind Research into the Environment). – COWRIE – REMOTE-05-2005.
- Desholm, M. & Kahlert, J. 2005. Avian collision risk at an offshore wind farm. - *Biology Letters*. Published online. doi:10.1098/rsbl2005.0336.
- DN (Directorate for Nature Management). 2000. Konsekvenser av vindkraft for det biologiske mangfoldet. - FoU-seminar 9. november 1999 i Folkets Hus, Youngsgt. 11, Oslo. DN-notat 2000-1. 1-69.
- Garthe, S. & Hüppop, O. 2004. Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. - *Journal of Applied Ecology* 41: 724-734.
- Hodos, W. 2003. Minimization of motion smear: reducing avian collisions with wind turbines. - Report NREL/SR-500-33249. National Renewable Energy laboratory, Colorado, USA.
- 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 prepared for the National Renewable Energy Laboratory (NREL), Subcontract XAT-6-16459-01 (Santa Cruz, CA: Predatory Bird Research Group, University of California).
- Hüppop, O., Dierschke, J., Exo, K.-M., Fredrich, E. & Hill, R. 2006. Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines. – *Ibis* 148 (S1): 90-109.
- Janss, G. 2000. Avian mortality from power lines: a morphological approach of a species-specific mortality. - *Biological Conservation* 95: 353-359.
- Langston, R.H. W., Fox, A.D. & Drewitt, A.L. 2006. Conference plenary discussion, conclusions and recommendations. - *Ibis* 148 (S1): 210-216.
- Larsen, J.K. & Madsen, J. 2000. Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese (*Anser brachyrhynchus*): A landscape perspective. - *Landscape Ecology* 15: 755-764.

- Leslie, P.H. 1945. On the use of matrices in certain population mathematics. - *Biometrika* 33:183-212.
- Mills, L.S., Doak, D.F. & Wisdom, M.J. 1999. Reliability of conservation actions based on elasticity analysis of matrix models. - *Conservation Biology* 13: 815-829.
- Mitchell, C. 2006. Overview of renewable energy in UK – policy drivers and market readiness. – *Ibis* 148 (S1): 206-207.
- Nelson, H.K. & Curry, R.C. 1995. Assessing avian interactions with windplant development and operation. - *Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference* 60: 266-287.
- NVE (The Norwegian Water Resources and Energy Directorate), Riksantikvaren & Direktoratet for naturforvaltning, 2003. Vindkraft og miljø - en erfaringsgjennomgang. - Statkraft Grøner AS.
- Orloff, S. & Flannery, A. 1992. Wind turbine effects on avian activity, habitat use, and mortality in Altamont Pass and Solano County wind resources areas (1989-91). - Final Report. Planning Department of Alameda, Contra Costa and Solano Counties and the California Energy Commissions, BioSystems Analysis Inc., Tiburón, CA.
- Osborn, R.G., Dieter, C.D., Higgins, K.F. & Usgaard, R.E. 1998. Bird flight characteristics near wind turbines in Minnesota. - *American Midland Naturalist* 139: 29-38.
- Osborn, R.G., Higgins, K.F., Usgaard, R.E., Dieter, C.D. & Neiger, R.D. 2000. Bird mortality associated with wind turbines at the Buffalo Ridge wind resource area, Minnesota. - *American Midland Naturalist* 143: 41-52.
- Pennycuik, C.J. 2002. Gust soaring as a basis for the flight of petrels and albatrosses (Procellariiformes). - *Avian Science* 2: 1–12.
- Rayner, J.M.V. 1988. Form and function in avian flight. - *Current Ornithology* 5: 1-66.
- Reitan, O. & Follestad, A. 2001. Vindkraft i Norge og fugleliv. - *Vår Fuglefauna* 24: 4-9.
- 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. Linda Spiegel, Program Manager., California, USA. 363 pp. + appendices.
- Winkelman, J.E. 1992. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 2: Nachtelijke aanvaringskansen (with English summary). (The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), the Netherlands, on birds, 2: nocturnal collision risks.). - DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem. RIN-rapport. 92/3. 120 pp.
- Young, D.P.Jr., Erickson, W.P., Strickland, M.D. Good, R.E. & Sernka, K.J. 2003. Comparison of avian responses to UV-light-reflective paint on wind turbines. - Report NREL/SR-500-3284. National Renewable Energy laboratory, Colorado, USA.





# NINA Rapport 329

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-1893-1



## Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

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