

# Norsk institutt for naturforskning

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

# Å R S M E L D I N G 2 0 0 6



LAGSPILL



ENTUSIASME



INTEGRITET



KVALITET

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger

# Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger

Året 2006 har vært et spennende og aktivt år for NINA, og vi har fått mange positive tilbakemeldinger fra våre oppdragsgivere. Svært gledelig er det at publiseringsaktiviteten knytta til vitenskapelige artikler har økt med hele 20 % i forhold til i 2005. Det representerer en svært god kvalitetssikring av den faglige aktiviteten vår.

NINA er en privat stiftelse, og vi er avhengige av at samfunnet vil betale for kunnskapen vi produserer. Dette forutsetter kvalitet og relevans i forskningen. Vi er nå inne i en periode med god oppdragsmengde, og dette gir gode muligheter til vekst og utvikling. Det er økende fokus på miljøspørsmål blant annet knytta til effekter av klimaendringer, miljøvennlige energiformer, biologisk mangfold og menneskers bruk av naturen. Vi skal videreutvikle posisjonen vår som oppdragsinstitutt, og skape en god balanse mellom oppdragsforskning og rene forskningsprosjekter som muliggjør utvikling av ny kunnskap. Vi skal også være synlige med

forskningen vår; og bidra til at kunnskapen vi produserer blir tatt i bruk. Jeg ønsker at omgivelsene våre skal legge merke til NINA, og at de forbinder oss med kvalitet, profesjonalitet og gode miljøløsninger for samfunnet.

Vår visjon er "Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger". Potensialet for nyskaping og nytenkning ligger i samspillet med kunder, organisasjoner og andre forskningsinstitusjoner nasjonalt og internasjonalt. Vi i NINA har som overordnet mål å være en livskraftig kunnskapsbedrift og en aktiv samfunnsaktør. I dette ligger det ambisiøse delmål både på det nasjonale og internasjonale markedet.

Kraften i NINA ligger i den enkelte medarbeiders kompetanse og vilje, og hos oss alle gjennom vår egen bedriftskultur. Vår egen kraft og kompetanse, i samspill med brukerne av kunnskapen, er vårt viktigste verktøy for å utvikle framtidens miljøløsninger for samfunnet.



Jeg vil takke alle ansatte, oppdragsgivere, samarbeidspartnere og styret for samarbeidet i året som har gått.

Norunn S. Myklebust  
Adm. direktør

## Innhold

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger.....	2
Styrets årsberetning 2006.....	4
Fagartikler.....	9
Vindkraft og miljø.....	9
Hyttebygging – Velferdssamfunnet inntar fjellet.....	10
Forvaltning av store vassdrag.....	12
DNA-basert overvåking av rovvilt.....	14
Ny kunnskap om forholdet mellom villaks og rømt oppdrettslaks.....	16
Overvåking av verneområde: Dovrefjell.....	18
Lakselus, oppdrettslaks og villaks.....	19
Er tidsserier for sjøfugl nyttige indikatorer for rekruttering hos fisk?.....	20



NINA ble etablert i 1988 med hovedadministrasjon i Trondheim og har enheter i Oslo, Lillehammer, Tromsø og forskningsstasjonene Ims (Rogaland), Røst (Nordland) og Hjelmsøya (Finnmark). Foto: J. Backer, O. T. Sandlund, T. Anker-Nilssen, K. B. Strann, B. K. Dervo og G. H. Systad.

### NINAs visjon:

**Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger**

#### Samarbeid og kunnskap

Kundene skal gjennom samarbeid med NINA øke sin verdiskapning. Vi samarbeider også med kolleger internt og med forskere fra andre forskningsinstitusjoner.

#### Framtidens miljøløsninger

Vi bidrar med kunnskap og langsiktige miljøløsninger for kunden og for samfunnet som helhet.

### NINAs fire grunnverdier:

#### Lagspill

Vi sørger for å gjøre kolleger og eksterne samarbeidspartnere gode.

#### Entusiasme

Vi har et arbeidsmiljø preget av entusiasme og lagånd slik at NINA blir en trivelig, kompetent og attraktiv arbeidsplass.

#### Integritet

Vår forskning, våre medarbeidere og vår organisasjon har integritet i forhold til ulike politiske og økonomiske interesser.

#### Kvalitet

Vi leverer høy og relevant kvalitet.

# Stiftelsen NINA

## Styrets årsberetning 2006

Stiftelsen norsk institutt for naturforskning, NINA, er et nasjonalt og internasjonalt forskningsinstitutt innenfor naturforskning.

Nasjonale og internasjonale forskningsinstitusjoner, Norges forskningsråd, samt oppdragsgivere fra offentlig forvaltning, næringsliv og industri er blant NINAs samarbeidspartnere og oppdragsgivere.

NINA ble etablert i 1988 med hovedadministrasjon i Trondheim og har enheter i Oslo, Lillehammer, Tromsø og forskningsstasjonene Ims (Rogaland) og Talvik (Finnmark).



Styret i Norsk institutt for naturforskning. Fra venstre: Kjersti Sandvik, Gunnar Sand, Norunn S. Myklebust (adm. dir.), Lars Petter Hansen, Asbjørn Mathisen (styreleder), Torbjørn Forseth og Inger Britt Falk-Petersen. Randi E. Reinertsen var ikke til stede da bildet ble tatt.

### NINAs aktivitet

NINAs overordnede mål er å være en livskraftig kunnskapsbedrift og en aktiv samfunnsaktør.

NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for all vår forskning er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglig-

het, sektororientering og økosystemtilnærming.

NINAs virksomhet er hovedsakelig rettet mot forskning knytta til natur og samfunn. Vi leverer et bredt spekter av tjenester; forskningsoppdrag, utredninger, overvåkning og rådgiving. Eksempler

på forskningstema er problemstillinger knytta til vilt- og fiskeforvaltning, rovdyr og rovdyrkonflikter, restaurering av naturringrep og økologiske effekter av klimændringer. Instituttet drifter også flere nasjonale overvåkingsprogram om blant annet sjøfugl, rovilt og hjortevilt for å nevne noen.

### Sentrale aktiviteter i 2006

NINA opplever for tida stor fokus på miljøspørsmål blant annet knytta til effekter av klimaendringer, miljøvennlige energiformer og biologisk mangfold. Instituttet er derfor inne i en periode med god oppdragsmengde og vekst.

NINA har startet opp flere nye Strategiske instituttprogram (SIP) i 2006. Felles for SIPene er fokus på målsetningen om å stanse tapet av biologisk mangfold innen

2010, økosystemtilnærming og drivkrefter som påvirker natur og samfunn. NINA har fått godt tilslag på NFR sine brukerstyrte programmer. Dette gir muligheter til å styrke den anvendte aktiviteten ytterligere. I tillegg fikk vi i 2006 tildelt to prosjekter fra NFRs program knytta til det Internasjonale Polaråret (IPY).

NINA har et mål om øke sin internasjonale portefølje, og med særlig vekt på

EU-forskning. NINA har arbeidet målrettet med forberedelse til utlysningen av EUs 7 rammeprogram, blant annet gjennom AlterNet – et Europeisk "network of excellence" innen biodiversitet.

Den faglige aktiviteten i NINA har vært god med 20 % økning i vitenskapelig publisering med referee sammenlignet med 2005.

## Kunnskapsformidling

NINA har som prioritert mål å styrke sin rolle som samfunnsaktør. Aktiviteten mot media er høy, og vi har hatt en økning i antall saker på vårt nettsted sammenlignet med 2005. Vi har godt tilslag på våre saker i ulike typer media og en rekke større forskningsrapporter har fått bred dekning i riksmidia – både som nyheter og i natur- og forskningsprogrammer på

TV. Formidling av forskningsresultater og kompetanse er viktig for å lykkes både i oppdragsmarkedet samt for å sette fokus på kunnskapsbehov overfor bevilgende myndigheter.

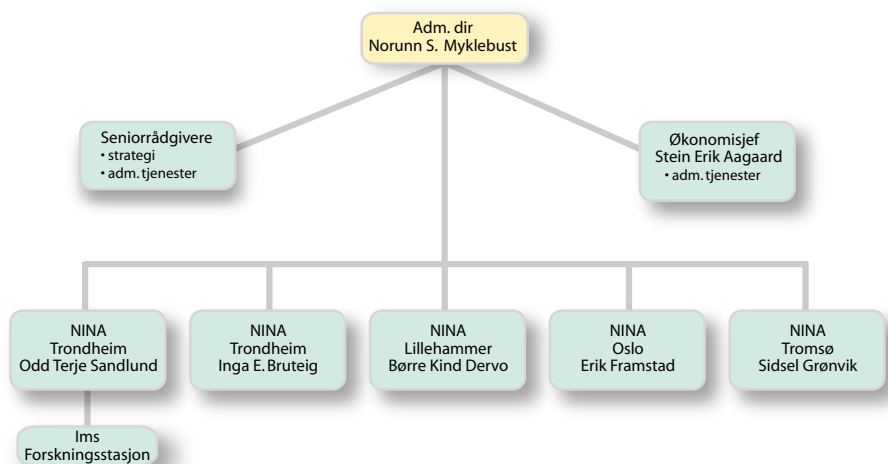
NINAs skriftlige produksjon var omfattende også i 2006. En oversikt over antall publikasjoner, konferansebidrag og fore-

drag teller til sammen 619 referanser. Dette er en økning fra 556 i 2005. Av internasjonale publikasjoner i NINA var 115 publisert i tidsskrifter og bøker med referee-behandling i 2006 mot 96 i 2005. I NINAs egne rapportserier ble det i 2006 utgitt 163 rapporter eller selvstendige bidrag mot 140 i 2005.

## Personale, organisasjon og likestilling

I NINA ble det i 2006 utført 143 årsverk (141 i 2005). Antall ansatte pr. 31.12.2006 var 159 (158 i 2005). Kvinneandelen i instituttet var ved utgangen av beretningsåret på 29,6 % (27,7 % i 2005). Andelen kvinner i vitenskapelige stillinger har vært lav i NINA. Erfaringene fra siste års rekrutteringsprosesser tyder imidlertid på at balansen mellom kjønnene vil bedres i årene som kommer. Den er nå på 20,9 % (19 % i 2005).

I ledelsen er det 3 kvinner og 4 menn. Styret består også av 3 kvinner og 4 menn. Andelen kvinnelige stipendiater er 55,5 %.



## Lokaler, helse, miljø og sikkerhet

Det er ikke innrapportert arbeidsuhell med alvorlige skader i stiftelsen i løpet av året. Det er heller ikke kommet meldinger fra verneombudene om brudd på sikkerhetsrutiner eller andre hendelser vedrørende helse, miljø og sikkerhet.

Det gjennomsnittlige sykefraværet i 2006 var på 4,30 %, en økning på 0,02 prosent-

poeng fra foregående år. Kvinner har en fraværsprosent på 5,66 % som er 0,89 prosentpoeng høyere enn fjoråret. Menns fraværsprosent var på 3,74 % som var 0,39 prosentpoeng lavere enn fjoråret.

Papir og papp samles inn og tas hånd om med henblikk på resirkulering. Det

legges vekt på at firmaet bruker miljøvennlige kontor- og renholdsprodukter. Farlig avfall behandles i tråd med offentlige retningslinjer. Vi er ikke kjent med at stiftelsens virksomhet fører til forurensning av det ytre miljø.

## Risiko og utfordringer

Vår største utfordring er å videreutvikle kompetansen i tråd med samfunnets behov for kunnskap. Dyktige medarbeidere og solid bedriftskultur vil bidra til dette.

Pensjonskostnadene i NINA er høye. Det er viktig til enhver tid å vurdere pensjonsforholdene opp i mot totaløkonomien i selskapet.

Det er nødvendig å styrke finansieringen av forskningsstasjonen på lms.

Tiltak for å effektivisere driften er allerede gjennomført, men fremdeles mangler mye før grunnfinansieringen er på plass.

Det er også en utfordring å effektivisere bruksarealet og redusere bokostnadene på Tungasletta i Trondheim.

## Økonomi

Stiftelsen fikk et underskudd på 0,146 mill kroner. Underskuddet kom fra et driftsunderskudd på 2,608 mill kroner og netto finansinntekter på 2,462 mill kroner.

Til sammenligning viste fjorårets resultat et samlet overskudd på 0,374 mill kroner, fordelt med et driftsunderskudd på 1,731 mill kroner og netto finansinntekter på 2,105 mill kroner.

Brutto omsetning var på 155,8 mill kroner, en økning på 3,6 mill kroner fra fjoråret.

Netto omsetning, som er brutto omsetning fratrukket direkte prosjektrelaterte kostnader, var på 106,9 mill kroner, en økning på 4,3 mill kroner fra fjoråret. Antall ansatte ved årets slutt var 159, mot 158 året før.

Stiftelsens eiendeler er bokført til en samlet verdi av 130,0 mill kroner. Egenkapitalen, 53,8 mill kroner, utgjør 41,4 % av totalkapitalen. Stiftelsen har ikke langsiktig gjeld og har god likviditet. Økonomien vurderes totalt sett som meget god, og utfordringene fremover vil være å oppnå stabil lønnsomhet i driften.

Årsregnskapet er avlagt under forutsetning av fortsatt drift, og det bekreftes at forutsetningene er til stede. Det bekreftes også at det ikke har inntrådt hendelser etter balansedato som påvirker regnskapet per 31. desember 06.

### Årets underskudd dekkes inn slik:

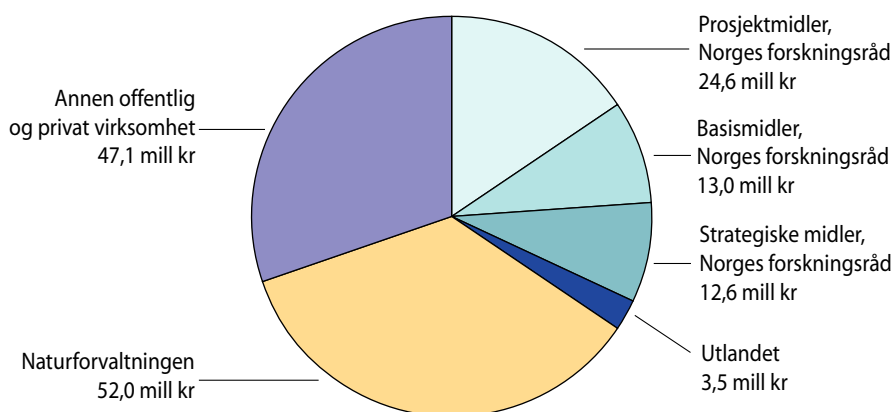
Dekket av fri egenkapital	146 kkr
Sum inndecket underskudd	146 kkr

Styret og ledelsen i NINA vil takke de ansatte for innsatsen i året som gikk.

Trondheim 15. mars 07, i styret for Stiftelsen NINA:

Asbjørn Mathisen Styreleder	Kjersti Sandvik	Gunnar Sand	Torbjørn Forseth
Randi E Reinertsen	Inger Britt Falk-Petersen	Lars Petter Hansen	
	Norunn S. Myklebust Adm. Dir.		

### Omsetning i NINA 2006



Sum driftsinntekter: 155,8 mill kroner



Foto: P. Jordhøy, NINA

## NINA finansregnskap for 2006

### Resultatregnskap for perioden 1. jan. til 31. des.:

	2006 (Tall i kkr)	2005 (Tall i kkr)
<b>Driftsinntekter:</b>		
Basisbevilgninger	25 610	23 451
Andre tilskudd	4 735	4 735
Prosjektinntekter	123 400	121 655
Andre driftsinntekter	2 062	2 351
<b>Sum driftsinntekter</b>	<b>155 807</b>	<b>152 192</b>
Direkte prosjektkostnader	-48 894	-49 628
<b>Netto driftsinntekter</b>	<b>106 913</b>	<b>102 564</b>
<b>Driftskostnader:</b>		
Lønn og arbeidsgiveravgift	68 566	66 228
Netto pensjonskost. inkl arbeidsgiveravgift	12 012	11 818
Ordinære avskrivninger	867	447
Avsetning til tap på fordringer	900	
Andre driftskostnader	27 176	25 802
<b>Sum driftskostnader</b>	<b>109 521</b>	<b>104 295</b>
<b>Driftsresultat</b>	<b>-2 608</b>	<b>-1 731</b>
<b>Finansinntekter og -kostnader:</b>		
Renteinntekter	2 642	2 263
Rentekostnader	-111	-125
Andre finansinntekter	18	18
Andre finanskostnader	-87	-51
<b>Netto finansinntekter</b>	<b>2 462</b>	<b>2 105</b>
<b>Årets resultat</b>	<b>-146</b>	<b>374</b>
<b>Som anvendes slik:</b>		
Dekkes inn av / overføres til fri egenkapital	-146	374

### Balanseregnskap pr. 31. des.:

	2006 (Tall i kkr)	2005 (Tall i kkr)
<b>EIENDELER</b>		
Bygninger	5 232	4 849
Maskiner og inventar	583	792
<b>Sum varige driftsmidler</b>	<b>5 815</b>	<b>5 641</b>
Aksjer og andeler	74	35
Innskudd Tungasletta	20 000	20 000
<b>Sum finansielle anleggsmidler</b>	<b>20 074</b>	<b>20 035</b>
<b>SUM ANLEGGSMIDLER</b>	<b>25 889</b>	<b>25 676</b>
<b>Pensjonsmidler</b>	<b>6 613</b>	<b>7 768</b>
Kundefordringer	12 646	10 713
Utført, ikke fakturert arbeid	6 802	9 044
Andre kortsiktige fordringer	2 079	2 031
<b>Sum kortsiktige fordringer</b>	<b>21 527</b>	<b>21 788</b>
Innstående bank, kontanter mv	75 975	63 579
<b>SUM OMLØPSMIDLER</b>	<b>97 502</b>	<b>85 367</b>
<b>EIENDELER TOTALT</b>	<b>130 004</b>	<b>118 811</b>
<b>GJELD OG EGENKAPITAL</b>		
Grunnkapital	30 000	30 000
<b>Sum innskutt egenkapital</b>	<b>30 000</b>	<b>30 000</b>
Annen fri egenkapital	23 956	23 582
Årets resultat	-146	374
<b>Sum fri egenkapital</b>	<b>23 810</b>	<b>23 956</b>
<b>SUM EGENKAPITAL</b>	<b>53 810</b>	<b>53 956</b>
Leverandørgjeld	7 668	8 494
Skatte-, mva, pensjons- og andre offentlige trekk	8 999	8 300
Feriepengeavsetning	6 836	6 823
Forskuddsinnbetalinger på prosjekter mv	49 663	38 729
Annen kortsiktig gjeld	3 028	2 509
<b>Sum kortsiktig gjeld</b>	<b>76 194</b>	<b>64 855</b>
<b>SUM GJELD</b>	<b>76 194</b>	<b>64 855</b>
<b>GJELD OG EGENKAPITAL TOTALT</b>	<b>130 004</b>	<b>118 811</b>

# Utdrag av noter til regnskapet

## Salgsinntekter

### Offentlige tilskudd

Basisbevilgningene fra Norges forskningsråd er delt inn i følgende poster:

(Tall i kkr)	2006	2005
Grunnbevilgning	13 000	12 389
Instituttprogrammer (SIP'er)	12 610	10 249
Brukerfinansiering EU- prosjekter		813
<b>SUM basisbevilgninger</b>	<b>25 610</b>	<b>23 451</b>

Andre tilskudd fra miljøforvaltningen:

(Tall i kkr)	2006	2005
Polarmiljø- senteret	1 785	1 785
Nasjonale oppgaver	2 950	2 950
<b>SUM andre tilskudd</b>	<b>4 735</b>	<b>4 735</b>

## Lønnskostnader, antall årsverk, godtgjørelser med mere

Lønnskostnader, godtgjørelser med mere

(Tall i kkr)	2006	2005
Lønninger	63 669	63 399
Lønnsrefusjoner	-2 065	-1 432
Arbeidsgiveravgift lønn	8 516	8 431
Pensjonskostnader og andre personalforsikringer med mer, inkl arbeidsgiveravg.	10 458	7 648
<b>SUM</b>	<b>80 578</b>	<b>78 046</b>
<b>Antall årsverk</b>	<b>143</b>	<b>141</b>

Ytelser til:

	Daglig leder	Styre
Lønn / honorarer	810 819	149 500
Pensjon, 16,75%	135 812	

Revisor

Kostnads- førte ordinære revisjonshonorarer for 2006 utgjør kr 105 500. I tillegg er det kostnadsført kr 8 800 i andre tjenester.

## Pensjons- kostnader, -midler og -forpliktelser

Foretaket er pliktig til å ha tjenstepensjonsordning etter lov om tjenstepensjon. Foretaket har en etablert ordning i tråd med loven.

Stiftelsen har pensjonsordninger som omfatter i alt 159 personer. Dette gjelder tjenstepensjonsordning i Statens Pensjonskasse. Ordningene gir rett til definerte fremtidige ytelser. Disse er i hovedsak avhengig av antall opptjeningsår, lønnsnivå ved oppnådd pensjonsalder og størrelsen på ytelsene fra Folketrygden. I tillegg har stiftelsen en tariff- festet AFP- ordning. Beregningene under omfatter begge ordningene samlet.

(Tall i kkr)	2006	2005
Nåverdi av årets pensjons- opptjening	6 743	6 817
Rentekostnad av pensjonsforpliktelsen	6 687	5 939
<b>Brutto pensjonskostnad</b>	<b>13 430</b>	<b>12 756</b>
Forventet avkastning av pensjonsmidler	-6 162	-5 513
Administrasjonskostnader	174	168
Resultatført pensjonsplanendring - knekkpunkt	374	374
Resultatførte estimatendringer og -avvik	2 854	2 573
<b>Netto pensjonskost. før arbeidsgiveravg.</b>	<b>10 670</b>	<b>10 358</b>
Periodisert arbeidsgiveravgift	1 342	1 460
<b>Netto pensjonskost. etter arbeidsgiveravg.</b>	<b>12 012</b>	<b>11 818</b>
Beregnete pensjonsforpliktelser	146 425	130 537
Pensjonsmidler ("fiktivt fond")	-112 784	-101 679
Ikke resultatført virkning av estimatendringer og avvik	-1 122	-1 496
Ikke resultatført virkning av planendring - knekkpunkt	-39 132	-35 130
Arbeidsgiveravgift	0	0
<b>Balanseført netto pensjonsmidler etter avgift-6 613</b>	<b>-7 768</b>	

### Økonomiske forutsetninger:

Diskonteringsrente	5,0 %	5,0 %
Forventet lønnsregulering / pensjonsøkning / G-regulering	3,0 %	3,0 %
Årlig G-regulering	2,9 %	2,9 %
Forventet avkastning på fondsmidler	6,0 %	6,0 %
Uttaks- tilbøyelighet på AFP	20,0 %	20,0 %

Som aktuarmessige forutsetninger for demografiske faktorer og avgang er det lagt til grunn vanlig benyttede forutsetninger innen forsikring.

Kostnadene på kkr 5 077 vedrørende opphevelsen av knekkpunktet på 8G fra 01.mai 2000 er fordelt over 10 år.



# Vindkraft og miljø



Foto: K. Bevanger, NINA

## Kjetil Bevanger

**NINA har arbeidet med miljøkonsekvenser av vindkraftutbygging siden 1998, da vi i et strateginotat til DN foreslo et eget FoU-program om dette. Inntil vi i 2006 fikk finansiering fra RENERGI-programmet (Fremtidens rene energisystemer) i Norges forskningsråd, har erfaringene på dette feltet vært utviklet gjennom konkrete konsekvensundersøkelser.**

I NINAs strateginotat fra februar 1998 står det: "For å begrense omfanget av, og øke kvaliteten på, fremtidige konsekvensundersøkelser, og for å dimensjonere disse slik at de vil være akseptable for så vel utbygger som offentlig forvaltning, bør det nå i startfasen av "vindmølle-epoken" investeres i effektstudier som fra en bred faglig vurdering er tilfredsstillende. Slike effektstudier må spenne over en viss tid - før, under og etter etablering. Vi vil foreslå at DN tar initiativ til et FoU-program "Vindmøller, natur, miljø og kultur".

Selv om forslaget om eget FoU-program ikke ble realisert, har NINA i de vel ni årene som har gått, bidratt i ulike sammenhenger for å fremskaffe kunnskap om miljøeffekter av vindkraftutbygging, i første rekke knyttet til effekter på fugl. På oppdrag fra Statkraft leverte NINA i 1999 oppdragsmelding om "Vindkraft på Smøla: Mulige konsekvenser for "rødlistede" fuglearter", som summerer mulige konsekvenser av vindkraftverketablering. I etterkant av dette ble det bedt om diverse tilleggsarbeider, bl.a. "Utarbeidelse av program for etterundersøkelser", "Vårtaksering av Smøla-lirype" og "Vurdering av konsekvenser for fugl ved endret lay-out for Smøla vindpark trinn II". Senere startet "Bestandsundersøkelser av havørn på Smøla i 2003 relatert til vindkraftverket", og "Forslag til tilleggsundersøkelser:

*Registrering av kollisjonsdrepte havørner".* NINA har også i de senere år stått for flere konsekvensutredninger i tilknytning til vindkraftverk både i Nord-Norge og andre steder, i tillegg at det har vært drevet kontinuerlige undersøkelser i tilknytning til havørn på Smøla. Disse har i alt vesentlig blitt finansiert av NVE og Statkraft.

Gjennom våre erfaringer i løpet av disse årene har det blitt stadig klarere at det vi påpekte i 1998 i forhold til manglende kunnskapsgrunnlag for å gjøre gode konsekvensutredninger, var svært betimelig. Det har derfor vært gjort flere forsøk på å få gjennomslag i forhold til RENERGI-programmet (Fremtidens rene energisystemer) i Norges forskningsråd for å få økonomisk grunnlag for å hente inn nødvendig basiskunnskap. Dette lyktes i 2006, slik at vi fra 2007 starter et omfattende arbeid omkring problematikken vindkraftverk og fugl. Da det i løpet av noen vårmåneder i 2006 ble funnet flere døde havørner i tilknytning til vindturbinene på Smøla, økte interessen for problematikken vindkraft og fugl betraktelig i flere kretser. Hvorvidt dette var en medvirkende årsak til at NINA fikk finansiert NFR-prosjektet "Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway" skal være usagt, men det er uansett naturlig at

et av de tema som fokuseres i prosjektet er havørn. Prosjektet har også ansatt egen forskningsstipendiat som bl.a. skal arbeide med risikoanalyser og populasjonsmodellering i tilknytning til fugler og vindkraftverk.

Ved siden av havørn vil det bli gjort effektstudier på våtmarksfugl (bl.a. bekkasinere og smålom), grågås og smølalirype ut fra tanken om at disse artene kan representere modellarter for sine respektive fuglegrupper. Dødelighetsdokumentasjon vil være en viktig del av arbeidet, og her foregår allerede systematisk bruk av spesialtrente hunder for å finne eventuelle kollisjonsofre. Det vil også bli lagt vekt på å utvikle tekniske hjelpemidler i forhold til avbøtende tiltak, f.eks. utrede mulighetene for å gjøre rotorbladene mer synlige. Radar vil bli et viktig hjelpemiddel for bl.a. å lære mer om hvordan forskjellige fuglearter reagerer når de nærmer seg vindturbinene, og hvordan fuglene beveger seg i terrenget vindturbinene er plassert. På sikt vil det være aktuelt å utvikle terrenngmodeller som kan bidra til å identifisere høyrisikoområder, dvs. områder som bør unngås på grunn av at konfliktgraden i forhold til fugl er svært høy. Samarbeidspartnere i NFR-prosjektet er bl.a. SINTEF, Danmarks miljøundersøkelser, Universitetet i Bristol og RSPB (The Royal Society for the Protection of Birds).



# Hyttebygging

## – Velferdssamfunnet inntar fjellet

Foto: B. K. Dervo, NINA

### Bjørn P. Kaltenborn og Christian Nellemann

*Hyttelivet i Norge har lange tradisjoner og utviklingen preger nå utmarka i økende grad. Det bygges flere hytter i norsk natur enn noensinne, og det er lite som tyder på at taket er nådd. Prognoser tilsier at byggetakten vil fortsette å øke, mens det investeres stadig mer penger i markedet. Men det er lite samsvar mellom den kraftige byggevirksomheten og fokus på miljøet. Mens det investeres rundt 10 – 15 milliarder i bygging av fritidshus årlig, er forvaltningsapparatet på etterskudd og dårlig rustet til å håndtere konsekvenser og langsiktige planleggingsbehov. NINA har de siste årene arbeidet med å analysere samfunnsmessige og økologiske effekter av virksomheten.*

#### Hyttebyggingen forandrer fjellet

Offisiell statistikk viser at det nå bygges om lag 6000 nye hytter årlig, mange i fjellområdene. Det reelle tallet er antagelig større på grunn av mangelfull registrering. Totalt finnes det nå rundt 400 000 hytter i Norge. Vi har lange tradisjoner for hytteliv og begrepet "hytte" har en egen kulturell betydning som vekker spesielle assosiasjoner for de fleste. Mange aspekter ved dagens bruk av fritidshus minner lite om tradisjonene med den enkle koia i skogen eller på fjellet. At begrepet "hytte" nå ikke lenger er dekkende for mye av det som bygges, blir stadig tydeligere. I det minste trenger begrepet et nytt innhold, når vi vet at det gjennomsnittlige fritidshus som nå bygges har større boligflate enn en gjennomsnitts bolig i Norge (103 km<sup>2</sup> for hytta og 101 km<sup>2</sup> for boligen i 2006). I tillegg utstyres svært mange fritidshus med alle vanlige boligfasiliteter og bekvemmeligheter. Så å si alle nye hyttefelt anlegges nå med vei, vann og kloakkløsninger. I realiteten blir dette nye boligfelt i naturen.

Den utbredte ønsket om å bygge fritidshus i norske fjell reflekterer en bred internasjonal trend. I mange land ser vi den samme utviklingen hvor økende velferd, endringer i livsstil og nye arbeidsformer fører til bygging av fritidshus som brukes deler av året både som fritidsbolig og arbeidsbase. De store hyttefeltene på steder som Hafjell, Geilo, Hemsedal eller Hovden, er til forveksling svært like det man kan oppleve i Alpene, Canada eller USA. Hvilke konsekvenser har så denne utviklingen for miljøet og folks opplevelse av naturen, og hva betyr dette for forvaltningen av fjellområdene?

#### Ny kunnskap om effekter av hyttebyggingen

Et tverrfaglig prosjekt ved NINA i perioden 2003 – 2006 viser at man står overfor store utfordringer. Mye av byggingen foregår i områder som er særlig viktige for villreinen sine trekkveier, vinterhabitat eller kalvingsområder, altså i områder hvor dyrene er spesielt sårbare. Forskningen viser at forstyrrelses- og unntakssonene er atskillig større enn man har

regnet med tidligere. Selv om reinen nå og da kan trekke inn mot bygninger og veier, oppholder de seg stort sett flere kilometer unna permanent infrastruktur. Det betyr at store fjellområder i praksis ikke er tilgjengelig villreinhabitat. Både størrelsen på hyttefeltene og ferdselsmønsteret rundt bidrar i stor grad til å styre reinens arealbruk utenom slike områder. Effektene er mye de samme for tamrein som villrein, og i Nord Norge regner man med at rundt 1000 km<sup>2</sup> reinbeitehabitat årlig går tapt på grunn av hyttebygging. Rovdyr som bjørn påvirkes også kraftig. Her viser blant annet studier at større hyttebyer har like forstyrrende effekt på bjørnen som et tettsted på rundt 20 000 mennesker. Forskyvningen av eldre hannbjørner og binner til uforstyrrede områder fører til at det spesielt blir yngre uerfarne bjørner som da kommer nær folk.

Det er liten tvil om at hyttelivet er i endring. I dag vil svært mange ha moderne bekvemmeligheter som vei til døra, og innlagt strøm og vann. Men det er også tydelig at hyttebrukerne er en mer mangfoldig



Foto: P. Jordhøy, NINA

gruppe i dag. Vi har mange ulike segmenter av hyttebrukere fra de som ønsker det virkelig enkle og naturnære til de som helst vil bo i et leilighetsbygg i tregrensen hvor man kjører bilen rett inn i en underjordisk garasje og tar heisen opp til leiligheten. Samtidig viser en del forskning at mange av de grunnleggende motivene for å ha en fritidsbolig er stabile over tid. Det er fortsatt slik at det mange mener at det sentrale ved hyttelivet er naturkontakt, at det er et sted å være sammen med venner og familie i fritiden, samt at det gir muligheter for å oppleve fred og ro og for å drive friluftsliv. Generelt er hyttelivet forbundet med positive følelser; det er tydelig at tilværelsen her kan ha viktige mental-restaurerende egenskaper. De positive følelsene og motivene finner vi også igjen i tidligere forskning. Men om motivene langt på vei er de samme, er det åpenbart at folk til dels legger et annet innhold i begrep som naturkontakt, friluftsliv og arenaer for sosial omgang, hvor tilretteleggingsaspektet har blitt atskillig mer fremtredende.

Forskning viser at mange, både hytteeiere og andre, er opptatt av utviklingen må være

forsvarlig og at kommunene ikke må være for liberale i utbyggingen av nye hytteområder. Her viser forskningen også at det er allmenn aksept for forsiktig videre utbygging, men kraftig motstand mot store endringer i dagens hytteområder. Ikke uventet er graden av miljøbevissthet rundt eget hytteliv ikke spesielt høy, mens holdningene til ny utbygging, dvs. å slippe til andre brukere, er langt mer negative.

### Store forvaltningsutfordringer

Planleggere og forvaltere står overfor store utfordringer på dette feltet. I dag er markedet for fritidshus en av de største økonomiske sektorene i utmarks-Norge. I mange kommuner betraktes hyttebygging som en redningsplanke i forhold til svikten de landbruk og fraflytting. NINA-prosjektet har imidlertid dokumentert at de fleste kommunene med fjellarealer i Sør-Norge har en betydelig mangel på personell, kompetanse og økonomiske ressurser til å drive en forsvarlig planlegging, saksbehandling og forvaltning av hytteutbyggingen. Studiene har vist at ikke bare er utbyggingshastighe-

ten størst langs kysten og i villreinkommuner; samarbeid og koordinering er stort sett ikke-eksisterende over kommunegrensene. Mindre enn 5 % av kommunene har aktivt samarbeide på hyttebygging. Dette vil føre til store forvaltningskonflikter i framtiden når man kan bli nødt til å tilbakeføre tapte leveområder for eksempel villrein.

### Videre lesing:

- Kaltenborn, B.P., Bjerke, T., Thrane, C., Andersen, O., Nellemann, C. & Eide, N. 2005. Holdninger til hytteliv og utvikling av hytteområder. NINA Rapport 39.
- Kaltenborn, B. P., Andersen, O. & Nellemann, C. 2007. Second home development in the Norwegian mountains – Is it outgrowing the planning sector. International Journal of Biodiversity Science and Management 3: 1-11.
- Lie, I., Vistnes, I. & Nellemann, C. 2006. Hyttebygging i reindriftsområder. Omfang av hyttebygging, konsekvenser for reindrift, og plan- og skasbehandling i områder med samisk reindrift. Norut NIBR Finnmark, Rapport 2006:5



# Forvaltning av store vassdrag

Foto: O. T. Sandlund, NINA

## Odd Terje Sandlund

Fire av instituttene innen Miljøalliansen har gjennomført et felles strategisk instituttprogram (SIP) med fokus på flerfaglig og helhetlig forskning om vassdrag. Programmet er gjennomført i perioden 2002-2006. Programmet fokuserte på fire hovedtemaer som presenteres i fire hovedkapitler:

- *Elvesletter; er i Norge en lite utbredt naturtype som utsettes for mange ulike inngrep.*
- *Reguleringsdammer, som har lokale og regionale effekter på elveøkosystemet.*
- *Diffuse kilder til forurensning i vassdraget er vanskelige å kontrollere og krever spesielle tiltak.*
- *Romlig skalering av data, eller hva slags forhold er det mellom detalj og helhet?*

Omfanget av endringer på elveslettene og årsakene til dem ble studert på **elveslettene** langs Lågen i Ringebu kommune. I dette området er også mangfoldet av planter i dammene på elvesletta studert, og en metode for å komme fram til den mest kostnadseffektive tilnærmingen til vern av biologisk mangfold er anvendt på datasettet for dette området. Hydrologiske forhold og sedimentasjonsprosesser på elvesletter er studert i andre deler av Glommas nedbørfelt.

Tapet og forringelsen av naturtypene knyttet til elvesletter er mer omfattende og skjer forttere enn tidligere antatt. Tapet har vært spesielt omfattende i løpet av de siste 20 årene da flomsikring med påfølgende oppdyrking har vært det mest skadelige inngrepet.

Plan- og bygningsloven (PBL) greier ikke i tilstrekkelig grad å bevare elveslettearealene. Årsaken er at inngrepene i stor grad vurderes enkeltvis og ikke i sammenheng med tidligere inngrep og hva som er igjen av intakte områder. Arealvern gjennom naturvernloven er et godt tiltak for å bevare større sammenhengende elveslettearealer.

Vår analyse av hvordan dagens verneområde dekker det biologiske mangfoldet på elvesletta ved Ringebu viser at den geografiske beliggenheten av dammene er viktig for hvilke organismer de inneholder og at ulike organismegrupper har forskjellig utbredelse innen elvesletta. Geografisk spredning av dammene er viktig for eksempel for å fange opp mangfoldet av krepsdyrarter, mens det er mindre for-

skjeller mellom dammene når det gjelder vannplanter og biller. Viktige områder for det biologiske mangfoldet finnes også utenfor det nåværende verneområdet.

Temaet **reguleringsdammer** er undersøkt med utgangspunkt i Løpsjøen i Søndre Rena, der vegetasjon, plankton, bunndyr, fisk og fugl er analysert. Resultatene viser at etableringen av elvemagasin har gitt store økologiske endringer både lokalt og regionalt. Den viktigste negative effekten av slike magasin er sannsynligvis knyttet til fiskevandring.

Studiene viser også at vassdraget har fått et nytt verdifullt landskapselement i form av en grunn og produktiv innsjø med økt biologisk produksjon og nye habitater for både planter og dyr. Løpsjøen har utviklet



Foto: B. K. Dervo, NINA

seg til en regionalt viktig lokalitet for både vannplanter og fugl.

Under temaet **diffuse kilder** har prosjektene fokusert på konstruerte våtmarker som tiltak mot diffus avrenning, rense-dammer for avrenning fra veg, og bruk av isotoper til kilde-sporing og studier av prosesser i nedbørfelt.

Romlig representativitet og skalering av data er metodiske dilemma av stor betyd-

ning i vassdragsforskning og –forvaltning. Delprosjektet "**Romlig skalering av data**" har vært en tverrgående aktivitet i hele det strategiske instituttprogrammet og en rekke forskjellige naturfaglige problemstillinger er blitt behandlet. Vårt arbeid med romlig skalering av vassdragsinformasjon har knyttet eksisterende kunnskap fra forskjellige fagområder sammen og gjennom dette fungert som en tverrfaglig og integrerende aktivitet. Dette bidrar til å øke relevansen av forskningsresultater.

#### Videre lesning:

Sandlund, O.T., S. Hovik, J.R. Selvik, L. Øygarden & B. Jonsson (red.) 2006. Nedbørfeltorientert forvaltning av store vassdrag. – NINA Temahefte 34 Miljøfakta nr 2, 3 (på norsk) og 4 (engelsk)

# DNA-basert overvåking av rovvilt

Foto: R. Andersen, NINA

## Øystein Flagstad

*I 2001 ble genetisk analyse av ekskrementer tatt i bruk som en del av bestands- overvåkingen av jerv i Norge. Målsetningen var å få en bedre oversikt over bestandstørrelse, reproduksjon og bestandsstruktur. Siden den gang er flere tusen ekskrementprøver fra Sør- og Midt-Norge, samt Jämtland og Dalarna i Sverige blitt analysert i et samarbeid mellom NINA og Uppsala Universitet.*

Nyere forskning har vist at det er mulig å identifisere individer basert på DNA isolert fra ekskrementer. Dette har åpnet opp for en ny metodisk tilnærming i overvåkingen av store rovdyr. DNA-profilene fra ekskrementprøvene utgjør en unik ID-kode som kan tilbakeføres til et bestemt individ i bestanden. Ved at ekskrementer fra samme dyr kan gjenfinnes år etter år kan en på denne måten følge de samme individene over tid, og kartlegge områdebruk og reproduksjonsstatus. Dataene kan også brukes til å beregne bestandsstørrelse, kartlegge omfanget av immigrasjon og belyse slektskapsforhold. DNA-basert overvåking er i løpet av de siste fem årene blitt implementert for både jerv, ulv og bjørn i Skandinavia, og i 2007 står gaupa for tur. NINA har hatt en spesielt sentral rolle i overvåkingen av den sømorske jervbestanden.

### Svakt økende bestand

Analysen fra seks innsamlingssesonger viser at jervbestanden i Sør-Norge er svakt økende, med en estimert bestandsstørrelse på ca 100 individer i 2006. Et alternativt bestandsmål basert på telling av aktive ynglehi har økt betydelig sterkere i samme periode, og er nå klart høy-

ere enn det DNA-baserte estimatet (Fig 1). Stor mattilgang (smågnagerår) og økt sporingsinnsats de siste årene kan være med på å forklare økningen i antall observerte ynglehi, uten at dette nødvendigvis betyr at bestanden som sådan har økt tilsvarende.

### Lange vandringer

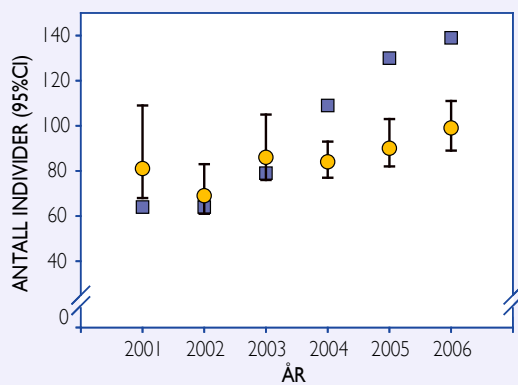
Muligheten for å følge samme individ over flere år har fra tid til annet gitt oppsiktsvekkende resultater. I Hemnes kommune like sør for Mo i Rana ble det i 2005 funnet prøver av en hannjerv som det også var blitt tatt prøver da den var valp i Hedmark i 2003. Dyret hadde dermed vandret hele 505 km i luftlinje fra fødestedet. Dette er den lengste påviste utvandringen av jerv noensinne, det være seg i Skandinavia, Russland eller Nord-Amerika. Ei jervtispe som har hatt tilhold i Bymarka ved Trondheim siden vinteren 2001/2002 kan også nevnes i denne sammenhengen. Hun hadde opprinnelig tilhold i Spekedalen i Rendalen, men forlot dette området etter at valpene hennes ble avlivet våren 2001. Derfra vandret hun 145 km i luftlinje nordover før hun altså slo seg ned i Trondheims bymark.

### To delbestander

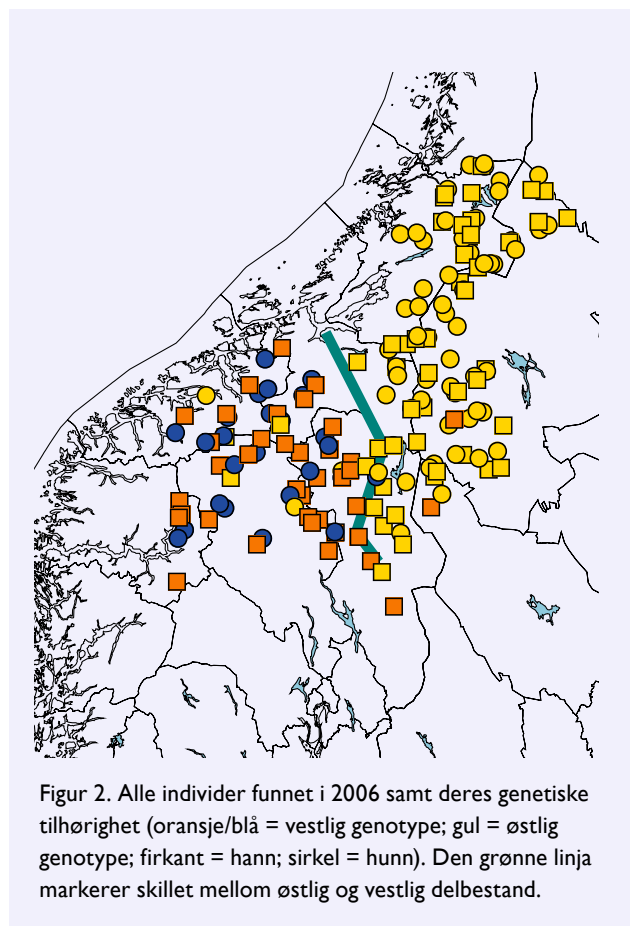
De genetiske dataene viser at det er et tydelig skille mellom jerven i de østligste og de mer sentrale delene av Sør-Norge (Fig 2). Skillet mellom de to delbestandene følger Glomma, og viser at det er en begrenset utveksling av dyr i øst-vest retning over Østerdalen. Jerv øst for Glomma hører til samme delbestand som individer fra Jämtland, Dalarna og Nord-Trøndelag, mens jerven i vest utgjør en genetisk atskilt delbestand i Sør-Norge. Tidligere kom det en god del østlige immigranter inn i den vestlige delbestanden, og noen av disse har også reprodusert. Dette bidrar til å opprettholde den genetiske variasjonen, noe som reduserer sannsynligheten for skadelige innavlseffekter i den vestlige delbestanden. Våre data tyder imidlertid på at immigrasjonen er redusert de siste årene. I og med at den vestlige delbestanden er betydelig mindre enn den østlige, er immigrasjon fra øst og/eller nord av betydning for langsiktig overlevelse. Reduksjon eller stopp i denne genflyten vil over tid kunne føre til økt innavl med mulige skadelige innavlseffekter. Dette kan i sin tur kan få en negativ innvirkning på overlevelsen av den delvis isolerte jervbestanden i Sør-Norge.



Foto: R. Andersen, NINA



Figur 1. Bestandsestimater for 2001-2006 basert på ekskrementanalysene (gul) sammenlignet med bestandsestimater basert på ynglehiregistreringen (blå).



Figur 2. Alle individer funnet i 2006 samt deres genetiske tilhørighet (oransje/blå = vestlig genotype; gul = østlig genotype; firkant = hann; sirkel = hunn). Den grønne linja markerer skillet mellom østlig og vestlig delbestand.

# Ny kunnskap om forholdet mellom villaks og rømt oppdrettslaks

Foto: E. B. Thorstad, NINA

## Lars Petter Hansen

*NINA-forskere har gitt sentrale bidrag til kunnskapen om påvirkning fra fiskeoppdrett på villaksen. NINA har hatt ansvar for å arrangere tre internasjonale symposier om dette temaet, det siste i samarbeid med ICES og NASCO i Bergen i 2005. Rapportene fra dette symposiet ble publisert i 2006.*

På symposiet i Bergen var det 111 deltagere fra 17 land. Dette inkluderte forskere, forvaltere og representanter fra akvakulturnæringen. I den vitenskapelige publikasjonen fra symposiet er NINA-forskere hoved- eller medforfattere på fem artikler. NINAs forskere bidro også med foredrag om lakselusproblematikk, som vil bli publisert senere.

Fra tidlig på 1980 tallet til i dag har oppdrett av Atlantisk laks utviklet seg til en betydelig industri. I 2005 ble det produsert ca 0,8 millioner tonn laks i Nord Atlanteren, eller ca 380 ganger så mye som rapportert fangst av vill laks i det samme området. Effektene av lakseoppdrettet på vill laks, gjennom sykdommer, parasitter, genetik og økologi gir grunn til bekymring, og det er behov for å utvikle en strategi for å sikre de ville laksebestandene samtidig som lakseoppdrettet fortsatt forblir en viktig næring. Interaksjonene mellom vill og kultivert laks er dessuten ikke bare begrenset til oppdrettet. En strategi hvor både risikoer og fordeler blir nøye vurdert, er påkrevet også for laks som skal settes ut i naturen for kultivering

eller havbeite. Siden 1990 har det blitt arrangert flere internasjonale møter der temaet har vært vitenskapelig kunnskap og forståelse og rådgiving til forvaltningen om interaksjonene mellom lakseoppdrett og vill laks. Det vitenskapelige grunnlaget for å forstå interaksjonene mellom oppdrettet og vill laks har økt betydelig gjennom disse årene. Informasjonen som ble presentert i Bergen bekreftet at oppdrettslaks kan ha negativ effekt på ville laksebestander. En viktig utvikling siden det forrige symposiet i 1997 var at representantene fra industrien som var tilstede i Bergen nå aksepterte at industrien kan ha ødeleggende effekt på ville bestander. Dette er viktig fordi det er en forutsetning for samarbeid. Selv om samarbeidet har bitt langt bedre må det fortsatt utvikles hvis man skal finne løsninger på utfordringene. Selv om det har vært framgang i å forvalte interaksjonene mellom oppdrettslaks og villaks krever det betydelige volumet og den fortsatte veksten i oppdrettsvirksomheten hurtige løsninger. Målsettingen må være at interaksjonene praktisk talt må elimineres, ikke bare reduseres.

Framgangen i forvaltningen av lakselusproblemet kan videreføres i samarbeid og man må sørge for at kunnskapen om de beste løsningene blir spredt til alle aktører. Det er også klart at det ennå er store problemer som må løses, spesielt for å beskytte bestandene av sjørøret. Resistensutvikling mot de forskjellige avlusingsmedikamentene gir også grunn til bekymring både for oppdretts- og villaksinteressene.

Det er også gjort framskritt i arbeidet for å redusere rømmingene fra oppdrettsanlegg, men det er fremdeles svært mange rømte oppdrettslaks i sjøen i forhold til antallet vill laks. Disse rømlingene fører til irreversible forandringer i bestandsstruktur og diversitet av vill laks dersom de får anledning til å gyte med vill laks. Dette kan ha store konsekvenser for villaksens overlevelsessevne, produktivitet og evnen til å overleve forandringer i miljøet.

Dette symposiet bekreftet at tiltak for å hindre rømming må effektiviseres og forbedres. Hvis dette ikke er mulig kan sterilisering av oppdrettslaksen bli nødvendig. Forskningen som ble presentert på dette og tidligere symposier viser at vi risikerer tap av lokal tilpasning og diversitet hos den ville laksen i Nord Atlanteren hvis det ikke settes inn betydelige tiltak. Det må også fokuseres på problemene i





Foto: E. B. Thorstad, NINA

forbindelse med feilaktig utsetting av laks for kultivering og havbeite.

### NINAs publiserte bidrag på symposiet i Bergen omfattet:

Nina og Bror Jonsson presenterte en svært grundig litteraturoversikt over hva man vet om økologi av oppdrettet laks i naturen og hvordan disse påvirker de ville laksebestandene. Konklusjonen er at oppdrettet laks konkurrerer med vill laks om mat og partnere på gyteplassen. Men suksessen til oppdrettet laks i naturen varierer, og kan ofte være betydelig dårligere enn for vill laks av samme størrelse. Dette skyldes bygningsmessige, fysiologiske, økologiske og atferdsmessige forandringer som skjer under oppdrettet. Suksessen øker jo lenger tid laksen har vært på rømmen. Oppdrettet fisk kan fortrenge, og redusere vekst og overlevelse hos, vill fisk, derfor påvirke livshistorie, produksjon og biomasse.

Kjetil Hindar, Ola Diserud og medarbeidere har brukt data fra studier på gytesuksess og overlevelse av oppdrettet og vill laks og hybrider mellom dem som har blitt gjennomført i Imsa i Norge og Burishoole i Irland til å modellere genetiske og økologiske effekter av oppdrettet laks på vill laks ved forskjellige grader av innkryssing av oppdrettet laks. Modellen tyder på at 20 % innkryssing av oppdret-

tet laks ved gyting vil resultere i store genetiske endringer hos villaksen i løpet av 10 generasjoner. Modellen indikerer også at skadene ikke nødvendigvis blir gjenopprettet selv etter mange år uten påvirkning. Konklusjonen er at det haster med å få redusert mengden gytende oppdrettslaks i elvene. Ola Diserud var også bidragsyter på et irsk arbeid om genetiske effekter av oppdrettslaks på villaks.

Peder Fiske, Roar Lund og Lars Petter Hansen undersøkte sammenhengen mellom andel oppdrettslaks i ville bestander og fiskeoppdrettsaktiviteten. Det ble påvist signifikant sammenheng mellom andel rømt oppdrettslaks i elvene og mengde oppdrettslaks i merdene i de samme fylkene. Dette antyder at sikringsoner hvor det ikke er oppdrettsvirksomhet kan redusere påvirkningen på vill laks i nærliggende elver. Over tid var det en nedgang i sammenhengen, noe som tyder på at det i de senere år har vært en nedgang i oppdrettet laks som rømmer på smoltstadiet. Laks som rømmer på dette stadiet returnerer til det samme geografiske området ved kjønnsmodning.

Lars Petter Hansen har gjennomført en serie eksperimenter med utsettinger av merket oppdrettet laks i naturen som har gjort det mulig å studere vandrings- og overlevelse. Oppforet laks satt ut som smolt direkte i sjøen har relativt høy

overlevelse til kjønnsmodning, returnerer grovt sett til det samme geografiske område hvor den ble satt ut og vandrer opp i nærliggende elver for å gyte. Laks foret i sjøvann fra smoltstadiet og satt ut som postsmolt direkte i sjøen har lav overlevelse til kjønnsmodning og vandrer opp i elver lenger unna utsettingsstedet enn laks satt direkte ut i sjøen som smolt. Stor oppdrettslaks som rømmer om høsten/vinteren synes ikke å ha hjemvandringsatferd og ser ut til å bli spredt med havstrømmene, og kan vandre opp i vassdrag langt unna rømmingsstedet. Overlevelse til kjønnsmodning av stor oppdrettslaks synes å være relativt lav, men kan øke betydelig for fisk som rømmer kort tid før den blir kjønnsmoden. Overlevelse og vandringsmønster for oppdrettslaks er avhengig av hvilket tidspunkt og livsstadium den rømmer på.

### Videre lesning:

Hansen, L.P. and Windsor, M. 2006: Interactions between aquaculture and wild stocks of Atlantic salmon and other diadromous fish species: Science and management, challenges and solutions. Convenors' report. NINA Special Report 34, 1-74.

Hutchinson, P. (Ed). 2006. Interactions between aquaculture and wild stocks of Atlantic salmon and other diadromous fish species: science and management, challenges and solutions. ICES Journal of Marine Science, 63: 1159-1371.



# Overvaking av verneområde: Dovrefjell

Foto: D. Hagen, NINA

Odd Inge Vistad, Nina E. Eide og Dagmar Hagen

*Det er behov for utvida overvaking av tilstand og påverknad i verneområda i Noreg. Vi er gode på vern, men ikkje på forvaltning av verneområde, slår Riksrevisjonen fast i sin kritikk. Pilotprosjektet på overvaking av verneområda på Dovrefjell er eit viktig steg på veg til ei meir kunnskapsbasert forvaltning av norske verneområde. På oppdrag frå Dovrefjellrådet (DFR) og Direktoratet for naturforvaltning (DN) har NINA utarbeidd eit forslag til plan og metodikk for overvaking av prioriterte tema innafor verneområda på Dovrefjell, ei meir prinsipiell drøfting om kvifor ein treng å styrke slik overvaking og korleis det kan gjerast.*

Behovet for kunnskap om tilstand og påverknad i verneområda blir stadig større, og det auka presset for å nytte verneområda til turisme og anna næringsutvikling styrkjer dette behovet. Slik kunnskap skal gje grunnlag for ei meir effektiv og tilpassa forvaltning. Då kan ein lettare handtere ei eventuell negativ utvikling med konkrete og målretta tiltak, og ein kan vere meir imøtekomande der det er rom for ny utvikling.

NINA-rapporten "Overvaking av verneområde. Forslag til overvaksingsplan for vernekvalitetar, ferdsløp og påverknad i verneområda på Dovrefjell" legg opp til ei brei forståing av fenomenet overvaking, men prioriterer berre tema som er forankra i vernemålet for det aktuelle området. Ein må kartlegge både tilstand og påverknad, og i prinsippet både biologiske og kulturfaglege tema, samt friluftsliv og menneskeleg påverknad. Menneskeleg aktivitet i verneområde kan vere ein vik-

tig positiv kvalitet (t.d. er friluftsliv del av vernemålet for nasjonalparkane), men òg ein mogleg trussel mot visse vernekvalitetar (særleg påverknad på flora, fauna og kulturminne). Rapporten foreslår konkrete metodar med instruksar for overvaking av sentrale tilstandsindikatorar og kartlegging av menneskeleg påverknad.

Prosjektet starta etter initiativ frå Dovrefjellrådet som ønskte eit betre fagleg grunnlag for si forvaltning av verneområda på Dovrefjell. Dessutan er Direktoratet for naturforvaltning i ferd med å lage ein overordna plan for overvaking i verneområda, og bad om at vi drøfta slik overvaking meir prinsipielt. Rapporten inneheld difor ein overordna del om kvifor ein treng å styrke overvaking i verneområda, men hovuddelen er eit konkret forslag til overvaksingsplan for Dovrefjell-Sunndalsfjella. I følgje Riksrevisjonen (2006) trengs det langt betre innsats på overvaking av verneområda for å bli i stand til å vurdere

korleis det står til med dei kvalitetar ein ville sikre gjennom vernet. Dessutan må forvaltninga bli i stand til å "ta tak" når uheldig utvikling er påvist. Overvaksingsdata kan òg nyttast som positive innspel i utviklinga av berekraftige tiltak i og omkring verneområda. Rapporten drøftar og kva posisjon overvaking i verneområde skal ha i høve til anna nasjonal overvaking. Den diskuterer vidare "ideell" overvaking, samanlikna med kva som er realistisk å gjennomføre med utgangspunkt i dagens knappe forvaltningsressursar.

Det har vore store faglege utfordringar med å utvikle overvaksingsprogrammet og velje/utvikle måleparametrar. Eit viktig prinsipp var å få fram robuste, men eintydige og enkle registreringsmetodar. Dette er i tråd med utgangspunktet til DFR, nemleg at det lokale oppsynet skal stå for det meste av datainnsamlinga. Men det er avgjerande for den faglege kvaliteten og nytten av overvakinga at fagekspertar utviklar feltmetodikken, og tek hand om nødvendig analyse og kvalitetssikring av data. På denne måten vil det faglege samarbeidet mellom forskinga, oppsynet og forvaltninga vere avgjerande for å få til ei god overvaking, og for å omsetje ny kunnskap til gode og nødvendige forvaltningstiltak.

Du kan lese meir i NINA Rapport 188 (som er i to delar: Hovudrapport og Vedlegg)



# Lakselus, oppdrettslaks og villaks

Bengt Finstad

Foto: B. Finstad, NINA

*Hardangerfjordprosjektet fokuserer på interaksjonen av lakselus mellom oppdrettet- og vill laksefisk i dette fjordsystemet. Fjordsystemet er et ideelt undersøkelsesområde på grunn av forekomst av viktige lakse- og sjørretstammer samt at de fleste oppdrettsanleggene i fjordsystemet samarbeider om fiskehelse. Målet er å utvikle en modell som kan forklare hvordan og hvorfor lakseluslarvene sprer seg som de gjør under varierende forhold.*

Fjorddynamikken i Hardangerfjorden er svært gunstig for undersøkelser av problemstillingene i dette prosjektet. Prosjektet, som ble startet i 2004, består av en rekke delprosjekter:

- Registreringer av lakselus på villfisk, oppdrettslaks og rømt oppdrettslaks
  - Samle inn data av lakseluspåslaget hos alle lakselusvertene i fjordsystemet: oppdrettsfisk, rømt oppdrettsfisk, villaks og sjørret
  - Evaluere suksessen av behandlingsregimene i oppdrettsanleggene ved å undersøke infeksjonsnivåene på vill laksefisk
- Optimaliserte lakselustellinger og kontrollstrategier i oppdrettsanlegg
  - Øke kvaliteten på prosedyrer der man bruker leppefisk, førstrategier og badebehandlinger for å redusere lakseluspåslaget i oppdrettsanlegg
  - Forbedre lakselustellingene i de enkelte oppdrettsanleggene samt å videreutvikle metodene for å tallfeste lakselusinfeksjonen i disse
  - Undersøke ulike strategier for bruk av leppefisk
- Kvalitet hos vill- og oppdrettet smolt
  - Sjekke helsestatus hos vill- og oppdrettet fisk for å vurdere mottageligheten for lakselusinfeksjoner
- Vandringshastigheter og vandringsruter hos laks- og sjørretsmolt i fjordsystemet
  - Undersøke vandringsruter, hvor fisken oppholder seg i vannsøylen (dyp), estimere tiden fisken bruker på vandringen gjennom fjordsystemet til åpent hav ved hjelp av hydroakustiske merkeforsøk
- Spredning av lakseluslarver
  - Undersøke mengde av, og opphav til, lakseluslarver i fjordsystemet
  - Inkorporere pågående aktivitet i Hardangerfjorden, både vitenskapelig og kommersielt, med ny og utvidet aktivitet for å kartlegge sambandet mellom oppdrettsanlegg og ville laksefisk og lakselusinfeksjoner registrert i disse områdene
- Fysisk oseanografiske faktorer som påvirker lakselusspredninger i fjordsystemet
  - Kvantifisere utbredelsen av lakselus i Hardangerfjorden basert på fysiske oseanografiske faktorer og meteorologiske forhold i forhold til lakseluskilden – spredningspotensiale for lakselus

Hensikten med den modellen som blir utviklet på grunnlag av de innsamlede data er å kunne forklare hvordan og hvorfor lakseluslarvene sprer seg som de gjør under varierende forhold. Det er viktig å bygge en modell hvor målte data stemmer med hva modellen forteller deg. For å få dette til må vanntransporten være godt beskrevet og en må ha biologiske data

for lakselusas produksjonspotensiale, spredningspotensiale og infeksjon på fisken inn i modellen. Kombinasjonen av lakselusbiologi og fysisk oseanografi er slagkraftig.

Det er etablert et tett samarbeid mellom NINA og ledende forskningsinstitusjoner nasjonalt og internasjonalt i dette prosjektet. Sentralt er også samarbeidet med havbruksnæringen og fiskeri- og miljøforvaltningen. Resultatene vil ha stor overføringsverdi på andre fjordsystemer både nasjonalt og internasjonalt og vil kunne brukes i forvaltning for å minimalisere risikoen for lakselusinfeksjoner på vill- og oppdrettet laksefisk. Ved å utvikle en modell som viser spredning av lakseluslarver, vil man kunne få et godt verktøy i planarbeidet med lokalisering av oppdrettsaktivitet. Prosjektet varer fram til 2009, og finansieres av Norges forskningsråd, Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond og Direktoratet for naturforvaltning og AquaNet Canada.

## Videre lesing:

- Bjørn, P.A., Finstad, B., Nilsen, R., Skaala, Ø. & Øverland, T. 2007. Registreringer av lakselus på laks, sjørret og sjørøye i 2006. NINA Rapport 250: 1-24.
- Finstad, B., Boxaspen, K.K., Asplin, L. & Skaala, Ø. 2007. Lakselusinteraksjoner mellom oppdrettsfisk og villfisk – Hardangerfjorden som et modellområde.
- Dahl, E., Hansen, P.K., Haug, T. & Karlsen, Ø (red.). Kyst og havbruk 2007. Fisken og havet, særn. 2. 2-2007, side 69-73.

Ellers info om Hardangerfjordprosjektet på [nina.no](http://nina.no).



# Er tidsserier for sjøfugl nyttige indikatorer for rekruttering hos fisk?

Foto: T. Aarvak

## Tycho Anker-Nilssen

*Sammenlignet med våre tilsvarende fiskeribiologiske tradisjoner er norsk sjøfuglovervåking mest som en halvoksen ungdom å regne, og dataseriene for bestandenes demografi og næringsvalg har levd et enda kortere liv. Den vitenskapelige høstingen i kjølvannet av denne virksomheten tyder likevel på at en tilrettelagt tilstandsovervåking av sjøfugl også kan ha relevans for fiskeriforvaltningen.*

Den lengste tidsserien for norske sjøfugl gjelder hekkebestanden av havsule, som er overvåket så godt som årlig siden landets første koloni av arten etablerte seg i fuglefjellet på Runde ved Ålesund i 1946. Systematiske opptellinger av våre andre fuglefjellshekkende arter startet imidlertid først på 1960-tallet, og med få unntak ble løpende overvåking ikke iverksatt før oppstarten av det nasjonale Sjøfuglprosjektet i 1979. Mange dataserier fikk dessuten et midlertidig brudd da dette prosjektet ble avsluttet i 1984, men siden etableringen av Det nasjonale overvåkingsprogrammet for hekkende sjøfugler i 1988 er antallsutviklingen til et rimelig godt utvalg av norske sjøfuglbestander overvåket hvert eneste år. Resultatene rapporteres årlig og er senest presentert i NINA Rapport 203.

### Lunde på Røst – et utgangspunkt

Dessverre er de grunnleggende demografiske dataseriene, som kan bidra til å forklare de utviklingstrekk som er avdek-

ket, langt færre og som regel atskillig kortere. De lengste norske seriene er for ungevekst og hekkesuksess hos lunde på Røst og startet i 1964, men dataene fra det første tiåret avviker fra senere standard. I forbindelse med Sjøfuglprosjektet tidlig på 1980-tallet ble det startet lignende serier for flere arter på Røst og på Hornøya utenfor Vardø, og selv om også mange av disse seriene fikk et brudd i perioden 1984-87 er de fleste gjenopptatt og videreført årlig etter det.

På slutten av 80-tallet startet tilsvarende arbeid på Bjørnøya, samtidig som årlig overvåking av overlevelse til hekkende sjøfugl på de tre nevnte lokalitetene ble igangsatt. Med hederlige unntak for studier av ærfugl på Grindøya ved Tromsø og av krykkje og ærfugl i Kongsfjorden på Spitsbergen, er det bare fra Røst, Hornøya og Bjørnøya vi så langt har opparbeidet rimelig lange tidsserier for populasjonsdynamikken til noen utvalgte sjøfuglbestander. For flere av disse bestandene

har vi parallelt også overvåket fuglenes diett i hekketiden, som regel ved å registrere hva reirungene blir tilbudt av sine foreldre.

### Fikse indikatorer for fisk?

Selv om overvåkingsseriene for norske sjøfugler ennå er forholdsvis korte, og da spesielt for reproduksjon, overlevelse og næringsvalg, har analyser av disse dataene i relasjon til ulike miljøfaktorer i stadig økende grad identifisert og dokumentert viktige interaksjoner mellom sjøfugl og deres livsmiljø. Ikke bare er dette helt avgjørende kunnskap for å kunne sikre en best mulig forvaltning av artene i forhold til nasjonale og internasjonale mål og verdikriterier, men resultatene indikerer også at mange sjøfugler kan ha stor praktisk nytteverdi for forvaltningen som kostnadseffektive indikatorer for andre marine organismer. Dette gjelder også i forhold til noen av våre viktigste fiskeressurser. Det er avdekket at flere av de parameterne som overvåkes for hekken-

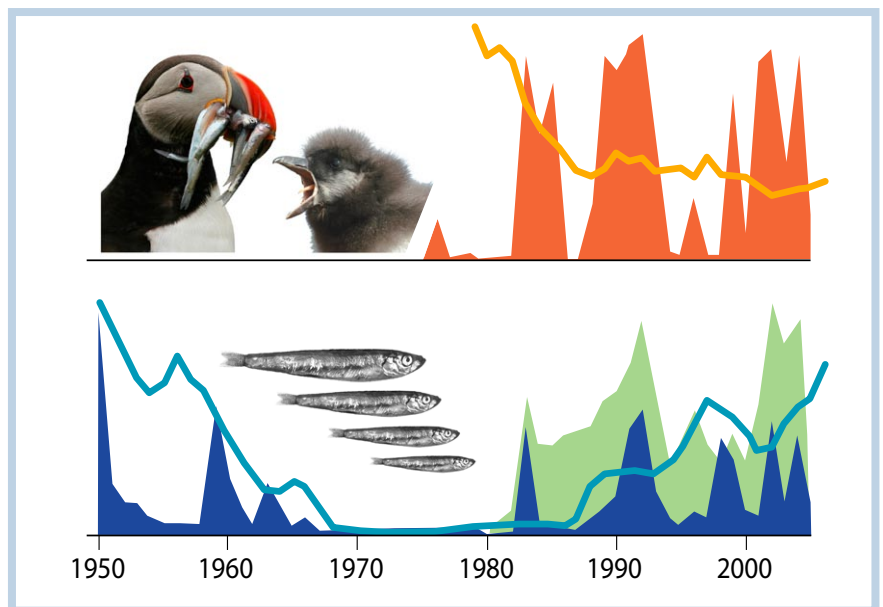


Foto: T. Aarvak

de sjøfugler kan brukes til å utvikle tidlige og pålitelige signaler for rekruttering hos fisk. Et par eksempler som bygger på tidsseriedata for sjøfugler på Røst og Havforskningsinstituttets data for norsk vårgytende sild og nordøstarktisk sei, illustrerer dette godt.

### Lunde og sild – en gang til

Det klassiske eksempelet er avledet av den sterke samvariasjonen mellom kvaliteten på 0-gruppesild i dietten til lundene på Røst og ungenes overlevelse i reirtiden (Figur 1). Størrelsen på silden lundene tilbyr sine unger viser seg å korrelere svært godt med estimater for den samme sildeårsklassens styrke på 0-gruppestadiet i oppvekstområdene i Barentshavet, når disse tilbakeregnes i ulike modeller av ICES et par år senere. Både for sild og lunde er mye av variasjonen i oppvekstvilkår mellom år resultat av klimavariasjon, bl.a. slik denne reflekteres i sjøtemperatur, saltholdighet og NAO vinterindeks. Kombinert med slike fysiske



Figur 1. Ungeproduksjonen til lundene på Røst (rødt areal, % utflygingssuksess) er i stor grad bestemt av tilgangen på velutviklet sild av samme årsklasse. Størrelsen på silden lundene bringer til sine unger (grønt areal, % av variasjonsbredde) er samtidig en god indikator på årsklassestyrken til sildeyngelen som senere når Barentshavet (blått areal). Mye av variasjonen mellom år er resultat av klimaendringer, men sildens årsklassestyrke påvirkes også av gytebestandens størrelse (blå kurve). Kondisjonen til de reirforlatende ungene er ikke vist, men er nøye korrelert med utflygingssuksess. De mange mislykkede hekkese-songene førte til rekrutteringssvikt og en svært alvorlig nedgang i lundebestanden på Røst (oransje kurve). (Kilder: NINA og ICES Advice/ACFM).



Foto: T. Anker-Nilssen

faktorer styrkes lundenes treffsikkerhet som indikator for sild betydelig. Forholdet mellom sild og lunde på Røst finnes mer inngående beskrevet i NINA Rapport 133.

### Sjøfugl og sei – på samme lei

Det andre eksemplet er sjøfugl som indikatorer for rekrutteringen til bestanden av sei nord for 62°N. Våre største bestander av toppskarv og teist tilbringer hele livet i den norske kyststrømmen, som også er oppvekstområde for ung sei fra de forlater de frie vannmassene i løpet av sin første sommer, til de rekrutterer til den kommersielle, pelagiske bestanden to–tre år senere. I denne perioden lar de seg ikke overvåke med havgående fartøy, og rimelig robuste mål for deres rekruttering til den pelagiske bestanden kan derfor ikke beregnes før årsklassen er blitt fire–fem år gammel, altså etter at den er blitt gjenstand for kommersiell beskatning. Dette var sikkert noe av bakgrunnen for at Havforskningsinstituttet etablerte et nytt observatørprogram for sei yngel langs kysten fra Møre til Finnmark i 2000, men det er ennå for tidlig å teste fullt ut hvor gode mål for årsklassestyrke dette vil gi.

Siden sei yngel er et viktig byttedyr for en rekke arter hekkende sjøfugl, kan imidlertid tidsseriedata for seiens fjærklede predatorer vise seg å gi vel så verdifull og tidlig informasjon om seiens oppvekst. Faktisk viser dataserier fra Røst alene at

både hekketidspunkt og kullstørrelse hos toppskarv og andel 0-gruppesei i dietten til teistens unger kan predikere rekrutteringen til bestanden av sei ett–to år senere med rimelig god treffsikkerhet. I likhet med eksempelet for lunde og sild styrkes prediksjonskraften når forholdene kontrolleres for variasjon i klimatiske forhold reflektert ved temperaturen i kyststrømmen. Sammenhengen er likevel noe svakere enn i lundeeksempelet, noe som også kunne forventes siden tidsavviket mellom den sjøfuglfaglige og fiskerifaglige datainnsamlingen for sei er enda større enn for sild.

### Med SEAPOP mot nye tider

Den type dataserier som er beskrevet ovenfor inngår som et av flere hovedelementer i det nye SEAPOP-programmet (boks 1, [www.seapop.no](http://www.seapop.no)). Med SEAPOP er den demografiske overvåkingen av sjøfugl utvidet betydelig, og kursen er satt for å implementere programmet på full nasjonal skala i løpet av få år. Som våre mest synlige havdyr kan sjøfuglens populasjonsdynamikk og diett overvåkes forholdsvis nøyaktig med langt enklere metoder enn hva tilfellet er for de fleste andre marine organismer. Og med sin store aksjonsradius og sterke spesialisering i forhold til habitat- og næringsvalg har de vist en enestående evne til å gjenspeile viktige endringer i det marine miljøet. Potensialet for å utvikle velegnede indekser og forbedre eksisterende forvaltningsmodeller ved å innarbeide tidsseriedata fra overvåkingen av sjøfugl, er derfor

stort. Tar vi denne utfordringen på alvor er jeg overbevist om at dagens satsing på å etablere en langsiktig sjøfuglovervåking som er demografisk, økologisk og geografisk dekkende for norske havområder, raskt vil vise seg å være meget regningsvarende også når den vurderes i rent samfunnsøkonomisk forstand.

Denne artikkelen er tidligere publisert i rapportserien *Fisken og havet* (særnummer 2-2007, s. 51-53) og gjengitt med tillatelse fra Havforskningsinstituttet.



## SEAPOP – en milepæl for kartlegging og overvåking av sjøfugl i Norge

**SEAPOP** (avledet av den engelske termen for sjøfuglbestander – seabird populations) ble startet i 2005 og er et helhetlig og langsiktig overvåkings- og kartleggingsprogram for norske sjøfugler. Programmet innebærer et nytt initiativ for disse aktivitetene langs norskekysten, på Svalbard og i tilhørende havområder, og vil fremskaffe og vedlikeholde grunnleggende kunnskap om sjøfugl for å bidra til en bedre forvaltning av disse marine miljøene. Spesiell fokus rettes mot innhenting av data som gjør det mulig å modellere effekter av menneskets inngrep og skille disse fra det som primært skyldes naturlig variasjon.

Av strategiske hensyn til bl.a. forvaltningsplanarbeidet, var innsatsen i de to innledende årene begrenset til området Lofoten–Barentshavet, men programmet er designet for å implementeres på full nasjonal skala i løpet av få år. Arbeidet organiseres og utføres av Norsk institutt for naturforskning (NINA) i tett samarbeid med Norsk Polarinstitutt (NP) og Tromsø Museum, Universitetsmuseet, og er så langt finansiert av Miljøverndepartementet (MD), Olje- og energidepartementet (OED) og Oljeindustriens Landsforening (OLF). I programmets styringsgruppe er departementene representert med Direktoratet for naturforvaltning (leder) og Oljedirektoratet, som i tillegg til OLF også har medlemmer fra Kystverket, Sjøfartsdirektoratet og Havforskningsinstituttet. Data

og opparbeidet kunnskap fra programmet blir nå tilrettelagt og organisert for å kunne serves til ulike brukere gjennom et eget nettsted ([www.seapop.no](http://www.seapop.no)).

### Kartlegging

Innenfor en programmert periode på ti år (som tilsvarer den forventede gyldigheten av slike data), tar SEAPOP sikte på å kartlegge fordelingen av hekkende, mytende (fjærfellende), rastende og overvintrende sjøfugl i antall, tid og rom langs alle kyster av Norge og i Svalbard-øygruppen. Av hensyn til logistikk og økonomi, vil sjøfuglenes fordeling i de enorme havområdene programmet dekker primært bli modellert ved hjelp av tverrfaglig kunnskap om ulike miljøfaktorer de er påvirket av. Dette arbeidet utføres i tett samarbeid med Havforskningsinstituttet og baseres i stor grad på data innsamlet på deres økosystemtokt i deler av disse havområdene.

### Overvåking

Den nasjonale overvåkingen av bestandsutvikling har pågått siden 1980-tallet og vil bli videreført for flere arter og på flere lokaliteter. Videre har vi utvidet og justert overvåkingen av reproduksjon, voksenoverlevelse og diett til et utvalg arter på de tidligere etablerte nøkkellokalitetene Røst, Hornøya og Bjørnøya og etablert ytterligere tre nøkkellokaliteter, henholdsvis på Anda i Vesterålen, på Hjelmsøya vest for Nordkapp og på Vest-Spitsbergen. Dette er nødvendig for tidligst mulig å kunne identifisere hvilke miljøpåvirkninger bestandene er utsatt for. På bakgrunn av tidsserier opparbeidet over flere tiår, avdekkes nå

en rekke interessante trender for ulike arter og parametere, både innenfor enkeltlokaliteter og på tvers av større områder. Når programmet er iverksatt på full nasjonal skala, slik vi har håp om vil skje i løpet av et år eller to, vil det også bli opprettet tilsvarende overvåking på et utvalg nøkkellokaliteter (eller nøkkelområder) i Midt- og Sør-Norge.

### Spesielle undersøkelser

SEAPOP vil også finansiere en rekke mer kortvarige prosjekter, bl.a. innrettet mot å løse viktige spørsmål om økologi og habitatvalg til sjøfugl som er særlig sårbare for visse miljøpåvirkninger eller på annen måte har spesiell interesse eller verneverdi. SEAPOP er hele veien designet ut fra de viktigste målgruppenes kunnskapsbehov og et "godt nok-prinsipp". For å øke programmets kostnadseffektivitet og presisjon vil det bl.a. bli lagt vekt på å utvikle metoder for automatisk overvåking av ulike parametere.

### Publisering

Når den kommer i full drift, vil SEAPOP-weben ([www.seapop.no](http://www.seapop.no)) akkumulere og gjøre tilgjengelig en mengde resultater fra programmet. Selv om nedlasting av rådata vil kreve spesiell lisens, vil et spekter av bearbeidet informasjon gjøres fritt tilgjengelig. Nettstedet vil også inneholde en oppdatert liste over vitenskapelige publikasjoner i kjølvannet av programmet samt et årlig sammendrag av hovedresultatene i en årlig rapport. Den første av disse rapportene (for 2005) kan lastes ned i pdf-format via en egen link på hovedsiden (NINA Report 127).

### Hovedkontor Trondheim

Postadresse: 7485 TRONDHEIM

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 TRONDHEIM

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

### NINA Lillehammer

Post- og besøks/leveringsadresse: Fakkelgården, 2624 LILLEHAMMER

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

### NINA Oslo

Post- og besøks/leveringsadresse: Gaustadalléen 21, 0349 OSLO

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

### NINA Tromsø

Postadresse: Polarmiljøsenteret, 9296 TROMSØ

Besøks/leveringsadresse: Polarmiljøsenteret, Hjalmar Johansens gate 14, 9007 TROMSØ

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

### NINA Forskningsstasjon Ims

4308 SANDNES

Telefon: 51 67 24 70

Telefaks: 51 67 24 71

Et institutt i Miljøalliansen



ISSN 0809-8794

Redaktør: O. T. Sandlund, NINA  
Omslagsfoto: P. Jordhøy, NINA  
Grafisk formgivning: K. Sivertsen, NINA



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger