

015

FAGRAPPORT

Hekkebiologiske langtidsstudier
av lunder på Røst

Tycho Anker-Nilssen
Hilde Stol Øyan



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Hekkebiologiske langtidsstudier av lunder på Røst

Tycho Anker-Nilssen
Hilde Støl Øyan



NINA Norsk institutt for naturforskning

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

NIKU Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkingsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "almenheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvernavdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Anker-Nilssen, T. & Øyan, H.S. 1995. Hekkebiologiske langtidsstudier av lunder på Røst. - NINA Fagrapport 15: 1-48.

Trondheim, november 1995

ISSN 0805-469X

ISBN 82-426-0632-3

Forvaltningsområde:

Kystøkologi

Coastal Ecology

Rettighetshaver ©: NINA•NIKU

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres med kildeangivelse, men resultatene må ikke publiseres på annen måte uten etter skriftlig avtale med førsteforfatter.

Redaksjon:

Tycho Anker-Nilssen

NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout:

Eva M. Schjetne

Kari Sivertsen

Tegnekontoret NINA•NIKU

Foto tittelside: Voksen lunde (© Tycho Anker-Nilssen)

Sats: NINA•NIKU

Trykk: Strindheim Trykkeri AL

Opplag: 500

Trykt på miljøpapir

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7005 Trondheim

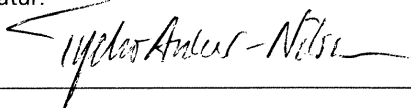
Tel: 73 58 05 00

Fax 73 91 54 33

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 12696 - Kystøkologi lunde Røst

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning,

Tungasletta 2, 7005 Trondheim

Referat

Anker-Nilssen, T. & Øyan, H.S. 1995. Hekkebiologiske langtidsstudier av lunder på Røst. - NINA Fagrapport 15: 1-48.

Med omkring 600 000 hekkende par lunder *Fratercula arctica* er Røstøygruppen den største sjøfuglkolonien på Norskekysten. Da overvåkingen startet i 1979 var denne bestanden mer enn dobbelt så stor. Den kraftigste tilbakegangen inntraff på 1980-tallet, og var en direkte konsekvens av sviktende ungeproduksjon. Problemene begynte da stammen av norsk vårgytende sild *Clupea harengus* brøt sammen på slutten av 1960-tallet etter et betydelig overfiske. Siden de hekkebiologiske undersøkelsene startet i 1964 har lundeungenes vekst og overlevelse på Røst i vesentlig grad har vært bestemt av tilgangen på årsyngel (0-gruppe) av sild. Enkelte ganger hadde havsil *Ammodytes marinus* av bedre kvalitet betydning for utfallet, mens innslaget av torskefisker (Gadidae) i ungenes diett gikk tilbake og kunne aldri forklare en god hekkesuksess. I de 19 årene gytestammen av sild var ekstremt liten (1969-87) var det bare i tre sesonger at lundenes hekking var vellykket (dvs. at de fleste ungene overlevde reir-tiden). Det var en klar sammenheng mellom ungenes svært variable kondisjon ved reirforlating og deres senere overlevelse.

Resultatene indikerte at bestanden i stor grad var selvregulert, dvs. at bestandsutviklingen overveiende reflekterte Røstlundenes egen reproduksjon og overlevelse. Dødeligheten blant hekkende fugler i 1990-94 ble beregnet til 6.2 %, tilsvarende omlag halvparten av den årlige bestandsreduksjonen i 1983-87 da egenrekruttering manglet fullstendig. Dette antyder en unormalt høy voksendødelighet på 1980-tallet, noe som kan ha vært en følge av ekstremt dårlig næringstilgang og økende gjennomsnittsalder for hekkende fugler.

Rapporten belyser en lang rekke forhold knyttet til lundenes hekkebiologi på Røst og deres rolle som predatorer på sild. Den diskuterer artens betydning som indikator for det marine miljø, og understreker verdien av lange tidsserier for forvaltning og forskning knyttet til norske sjøfugler. En ornitologisk bibliografi for Røst etter 1950 er også inkludert.

Emneord: Sjøfugl - hekkebiologi - populasjonsdynamikk - lunde - Røst

Tycho Anker-Nilssen & Hilde Stol Øyan, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

Abstract

Anker-Nilssen, T. & Øyan, H.S. 1995. Long-term studies of the breeding biology of Puffins at Røst. - NINA Fagrapport 15: 1-48.

With approximately 600,000 breeding pairs of Puffins *Fratercula arctica*, the Røst archipelago is the largest seabird colony on the Norwegian coast. When monitoring began in 1979, the population was more than twice this size. The greatest decrease in numbers occurred during the 1980s, as a direct consequence of failing chick production. The problems began when the stock of Norwegian spring-spawning herring *Clupea harengus* collapsed in the late-1960s after extensive overfishing. Since breeding biology studies started in 1964, the growth and survival of Puffin chicks at Røst have to a great extent been determined by the supply of first-year (0-group) herring. Occasionally, the better quality sandeel *Ammodytes marinus* was important, while the proportion of gadoids (Gadidae) in the chick diet decreased and could never explain successful breeding. During the 19 years when the spawning stock of herring was at a very low level (1969-87), Puffin breeding was successful (i.e. most chicks survived to fledging) in only three seasons. The later survival of the young was clearly related to their body condition at fledging, which was highly variable.

The results indicate that the population was mainly self-sustained, i.e. its numeric trend primarily reflected the Røst Puffin's own reproduction and survival. The annual mortality of breeding birds in 1990-94 was estimated at 6.2 %, equivalent to only about half the rate of population decrease in 1983-87 when there was no natal recruitment. This suggests an abnormally high adult mortality in the 1980s, which could have been brought about by extremely poor feeding conditions and the constant increase in the mean age of breeding birds during those years.

The report deals with many aspects of the breeding biology and population parameters of Røst Puffins and their role as predators on young herring. It discusses the significance of the species as an indicator of the marine environment, and stresses the importance of long time series in management and research related to Norwegian seabirds. An ornithological bibliography for Røst after 1950 has also been included.

Keywords: Seabirds - breeding biology - population dynamics - puffin - Røst

Tycho Anker-Nilssen & Hilde Stol Øyan, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim.

Forord

Denne rapporten er en statusrapport for prosjektet *Kystøkologi lunde Røst* etter utløpet av sesongen 1994. Rapporten markerer fullføringen av en femårsperiode der de langsiktige studiene på Røst har foregått i et nært faglig samarbeid med Norges forskningsråds (NFR) kystøkologiske forskningsprogram *Mare Nor*. Prosjektets hovedmål er likevel av langsiktig karakter, og betydelige deler av prosjektet er en videreføring av løpende hekkebiologiske studier av lundebestanden på Røst. Av hensyn til dette presenteres datagrunnlag og resultater helt tilbake til 1970-årene, med hovedvekt på de viktigste løpende dataserier.

Etter en bevisst prioritering av den svært begrensede tiden som har vært tilgjengelig til bearbeidelse de siste årene, er de fleste data tilbake til 1979 nå organisert i prosjektets EDB-baser. Før dette var undersøkelsene mindre planmessige, men det er innhentet viktige data om lundebestanden på Røst årlig siden 1964, da Svein Myrberget innledet sine studier her. Rapporten representerer dermed også mer enn 30 års forskning i lundekolonien på Herynken.

De faglige, organisatoriske og økonomiske rammer for virksomheten har variert betydelig, men Direktoratet for naturforvaltning (DN, tidligere Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk) har hele tiden vært en sentral bidragsyter og premissleverandør. Ulike personer tilknyttet Zoologisk museum ved Universitetet i Oslo, i første rekke Gunnar Lid, ledet undersøkelsene i perioden 1970-86, senere har arbeidet vært underlagt DN/Viltforskningen (1987-88) og NINA (fra 1988). Siden 1990 er undersøkelsene gjennomført i et økonomisk og faglig samarbeid med DN som et eget forskningsprosjekt innenfor NINAs instituttprogram for kystøkologi.

I perioden 1979-94 har 90 personer på en eller annen måte bidratt aktivt i feltarbeidet for sjøfuglundersøkelsene på Røst. Disse er:

John Øyvind Albertsen, Ivar Alm, Oddvar Amundsen, Trond Amundsen, Geir Sverre Andersen, Einar Andersson, Rustan Andersson, Per G. Anker-Nilssen, Tycho Anker-Nilssen, Erik Aspegren, Steve Baines, Vidar Bakken, Hans Hvide Bang, Edvard K. Barth, Per-Göran Bentz, Per Ole Bjønnes, Ingegerd Blomberg, Lennart Blomberg, Margrete Brevik, Anna Lena Bråten, Jan Fekjan, Jörg Giesel, Arne Gjellan, Tor Grande, Kjell Gulbrandsen, Per Gylseth, Mike P. Harris, Kirsti Hofstad, Thor Anders Holbek, Nancy Jorunn Holt, Ragnar Hotvedt, Kjell Hundebakke, Astrid Indrebø, Kristian Ingebrigtsen, Jan Jacobsen, Wolf Jenning, Kurt Jerstad, Arne Johansen, Beate Strøm Johansen, Agneta Johansson, Rune Kanger, Georg Kapperud, Svein Karlsen, Marit Langrekken, Bjørn Harald Larsen, Gunnar Lid, Petter Lid, Gunnar Ligaard, Bjørn Linnehol, Svein-Håkon Lorentsen, Ståle Lysfjord, Haaken Chr. Mathiesen, Reidar Mehl, Fridtjof Mehlum, Jan Michaelsen, Åshild Musum, Svein Myrberget, Birgit Nicolaissen, Ole Nilsen, Olof Olsson, Bjarne Otnes, Øivind Pedersen, Viggo Ree, Hans Rode, Helena Røstad, Mateusz Røstad, Ole Wiggo Røstad, Nils Røv, Bjørn Einar Sakseid, Raamund Skjold, Finn Smestad, Hans Staaland, John Stenersen, Jøgeir N. Stokland, Elin Strand, Kåre Strøm, Bruno Sundin, Sverre W. Teigen, Terje Traavik, Ola Vie, Pål Vik, Rolf Vik, Tore Vik, Per Inge Værnesbranden, Ingar Jostein Øien, Dag Ørskog, Jan Eivind Østnes, Hilde Stol Øyan, Tomas Aarvak og Arne Aasgaard.

En stor takk rettes til alle som deltok, spesielt til de mange som helt eller delvis gjorde dette uten godtgjørelse. Svært mye av denne innsatsen har vært knyttet til lundestudiene. I løpet av de

siste fem årene har, i tillegg til forfatterne, bare Per Anker-Nilssen, Ingar Jostein Øien og Tomas Aarvak vært formelt tilknyttet prosjektet under feltarbeidet og takkes for god arbeidsinnsats.

Analyse og publisering av resultater fra flere andre, parallelle prosjekter har hele tiden vært en integrert del av lunde-prosjektet på Røst, og inngår også i denne rapporten. Dette omfatter bl.a. bestandstakseringen av de fire andre store øyene i 1990 der feltarbeidet ble utført av Svein-Håkon Lorentsen og Olof Olsson. I bestandsovervåkingen av lundene på Røst har Ole Wiggo Røstad hele tiden vært den sentrale medspiller, og en ekstra stor takk går til ham for trivelig og faglig fruktbart samarbeid gjennom 15 år. Min bror Per fortjener en helt spesiell honnør for sin uopplitelige innsats på Røst gjennom like lang tid. Stå-på-vilje har også særpreget medforfatter Hildes meget betydelige bidrag både i felt og foran dataskjermene på NINA. Rob Barrett, Kjell Einar Erikstad, Geir Wing Gabrielsen og Svein-Håkon Lorentsen takkes for alt faglig samarbeid i programperioden 1990-94.

Kontakt og samarbeid med befolkningen på Røst og Røst Kommune har hele tiden vært meget positiv og viktig for prosjektet. I denne forbindelse er vi ekstra takk skyldig Kari, Roald og Finn Olav Olsen, Steve Baines, Arnfinn Ellingsen, Roald og Inger Karlsen, Nils Mikalsen, Karl Lorentz Mørch, Tor Henriksen, Ronald Pedersen, Emil Persson, Arne Johansen, Andreas Skagen, familien Ekrem og ansatte på Lille-Glea, familien Pedersen og ansatte på Glea og familien Greger. Blant de tilreisende har Oddvar Amundsen og Erik Aspegren vært våre spesielt gode hjelpere i alle år.

DN takkes spesielt som viktigste økonomiske støttespiller gjennom hele rapportperioden. Enkelte andre institusjoner har bidratt økonomisk til parallelle prosjekter som også berøres i denne rapporten. Takk i denne forbindelse går til Fylkesmennes miljøvernavdelinger i Nordland, Troms og Finnmark for bidrag til demografistudiene, til Universitetet i Trondheim, Norges Landbrukshøyskole og Verdens Naturfond for bidrag til hovedfagsundersøkelser, og til Olje- og energidepartementet (OED) som bekostet opptellingen av lundebestanden på Røst i 1990 i tilknytning til myndighetenes utredningsprogram for petroleumsvirksomhet på Midt-norsk sokkel. Havforskningsinstituttet i Bergen takkes for velvillig toktassistanse og en rekke faglige bidrag. En ekstra takk går til Kystverket i Kabelvåg som hvert år har latt oss få bruke fasiliteter ved fyrstasjonen på Skomvær. Richard Binns korrigerer de engelske tekstene i rapporten.

De langvarige lundeundersøkelsene på Røst har fremskaffet et materiale av stor vitenskapelig verdi, og hovedtrekkene i problematikken lunde/sild på norskekysten har vakt betydelig internasjonal oppmerksomhet. Dessverre har de tilgjengelige ressursene i liten grad muliggjort en faglig dyptgripende analyse og solid internasjonal publisering av resultatene. Siden det nettopp er de ubrutte seriene som gir den faglige gevinsten (som stadig er økende), har en videreføring av feltarbeidet hele tiden hatt høyest prioritet. Det er mitt håp at denne rapporten illustrerer noe av det faglige potensialet disse dataseriene har og kan bidra til å øke frihetsgradene i en fortsettelse av prosjektet.

Trondheim, November 1995

Tycho Anker-Nilssen

Innhold

Referat	3
Abstract	3
Forord	4
1 Innledning	5
2 Metoder og materiale	7
2.1 Langtidsserier	7
2.2 Andre undersøkelser	7
2.3 Statistiske metoder	10
3 Resultater	11
3.1 Bestandsstørrelse	11
3.2 Bestandsutvikling	13
3.3 Næringsstudier	14
3.3.1 Ungenes diett	14
3.3.2 Næringskvalitet	21
3.3.3 Stimende 0-gruppe sild	21
3.3.4 Beiteområder	23
3.3.5 Konsumberegning	24
3.4 Reproduksjon	24
3.4.1 Eggstørrelse	24
3.4.2 Hekketidspunkt	26
3.4.3 Ungevekst	26
3.4.4 Hekkesuksess	26
3.4.5 Ungenes kondisjon ved reirforlating	31
3.5 Overlevelse	33
3.5.1 Ungfuglenes overlevelse	33
3.5.2 Hekkefuglenes overlevelse	33
3.6 Voksenfuglenes tilstedeværelse i kolonien	34
4 Diskusjon	36
4.1 Bestandsstørrelse	36
4.2 Næringsøkologi og reproduksjon	36
4.3 Populasjonsdynamikk	38
4.4 Forvaltningsperspektiver	39
5 Referanser	41
6 Ornitologisk bibliografi for Røst	43

1 Innledning

Som en helt sentral livsbetingelse vil tilgang på næring alltid være en hovedfaktor når en ønsker å forklare dyrepopulasjoners utvikling over tid. Fiskespisende sjøfugler er naturligvis intet unntak i så måte. Tvert imot, innenfor denne gruppen er det flere eksempler som illustrerer hvilke dramatiske effekter sviktende næringstilgang kan ha, spesielt når den rammer voksne fugler. Det er nok å nevne loddebestandens *Mallotus villosus* sammenbrudd i Barentshavet midt på 1980-tallet, som mer enn halverte den allerede sterkt reduserte hekkebestanden av lomvi *Uria aalge* i Nord-Norge og på Bjørnøya (Vader et al. 1990, Anker-Nilssen & Barrett 1991). Den eneste grunnen til at vi med rimelig sikkerhet kunne identifisere årsaken til denne tilbakegangen, var at episoden var kortvarig og hadde så dramatiske konsekvenser.

Konsekvens kan uttrykkes som et produkt av skadens rate og varighet, der raten er skadeomfang pr tidsenhet. I lomvi-eksempelet var altså varigheten kort mens skaderaten var ekstremt høy. Hva så når det er omvendt, når skaderaten er betydelig mindre (men like fullt reell) men problemets varighet er ekstremt lang? I mange tilfeller kan konsekvensen av slike mer kroniske problemer over tid være like alvorlige for bestanden, selv om de er lite iøyenfallende innenfor et kort tidsvindu. Dette gjelder også for arter der individene kompenserer en lav reproduksjonsrate med å leve lenge, en type livshistorie som er karakteristisk for de mest typiske fiskespisende sjøfuglene. Den er spesielt gunstig i et miljø der næringsforholdene regionalt er så skiftende at det ikke kan utelukkes at hekkingen mislykkes for samtlige individer i enkelte år. I slike populasjoner vil det imidlertid være vanskelig (og bare unntaksvis interessant) å spore effektene av at en enkelt hekkesesong mislykkes.

Den samlede effekten av langvarig redusert hekkesuksess vil like fullt kunne være avgjørende for bestanden og kan bare avdekkes gjennom langsiktige studier. Det ligger i sakens natur at dette krever mange ganger større innsats enn å avdekke kortvarige kriser med høy voksendelighet. Derfor er dessverre få langtidsstudier gjennomført, til tross for at ingen kan fastslå hvilken av disse to hovedfaktorene, voksenfuglenes reproduksjon eller overlevelse, som har størst betydning for sjøfuglbestandene under ulike betingelser. En fundamentalt viktig nøkkel til svaret ligger likevel i de lange tidsseriene og mulighetene til å koble reelle dataserier for sjøfuglers næringstilgang, reproduksjon og bestandsutvikling.

Resultater fra undersøkelsene av lunde *Fratercula arctica* på Røst er presentert i en lang rekke skriftlige arbeider. Dette fremgår bl.a. av den oppdaterte avifaunistiske bibliografien for Røst siden 1950 som er gjengitt til slutt i denne rapporten. Selv om mange av arbeidene skisserer bestandens status og økologiske historie gjennom de siste tiårene, er det bare et fåtall som på en etterrettelig måte dokumenterer data for lengre tidsperioder. Denne rapporten gir en mer utførlig presentasjon av datagrunnlag og resultater fra perioden 1979-94, med hovedvekt på de viktigste løpende dataserier.

Langs kysten av det norske fastlandet hekker ca 3.5 millioner par sjøfugler med en samlet biomasse på omkring 4 tusen tonn (Anker-Nilssen et al. 1994, i manus). Nær halve biomassen og to

tre deler av individene er lunder. Blant de pelagisk dykkende sjøfuglene i dette området utgjør lundene hele 90 % av biomassen. Med sine omlag 600 000 par lunder har Røst omkring 10 % av verdensbestanden av arten og er landets desidert største sjøfuglkoloni (Anker-Nilssen 1994, Anker-Nilssen et al. 1994). Langvarig innsats er en viktig nøkkel for å belyse sjøfuglenes rolle i marine økosystemer. Lundene på Røst har vært gjenstand for årlige undersøkelser siden midten av 1960-årene, og er den sammenhengende lengst studerte sjøfuglbestand i Norge.

I vår tid er det ikke bare Lofotfisket som har satt Røst på verdenskartet. Røst-lundenes langvarige hekkesvikt er også viden kjent. Problemet startet da stammen av norsk vårgytende sild *Clupea harengus* brøt sammen på slutten av 1960-tallet, og en sammenheng mellom de to fenomenene kom etterhvert i søkelyset. Siden sildefiskets gullalder midt i dette århundret har denne silden i all hovedsak gytt utenfor de nordlige deler av Vestlandet tidlig på våren/senvinteren. Etter klekkingen driver så årets produksjon av sildeyngel (0-gruppe sild) med kyststrømmen nordover mot de viktigste oppvekstområdene i Barentshavet. Da gytestammen var på sitt høyeste i 1950-årene utgjorde den omlag 10 millioner tonn voksen sild. Med tilfredsstillende gyte- og oppvekstvilkår var det derfor en enorm biomasse av sildeyngel langs kysten av Norskehavet om sommeren. Lunden er en typisk topp-predator som i hekkesesongen nesten utelukkende mater ungen med stimende 5-10 (3-15) cm lange pelagiske småfisk som sild, lodde og sil (f.eks. Bradstreet & Brown 1985). Det var derfor ikke uventet at Myrberget (1962) påviste at sildeyngel var et viktig byttedyr for lundeungene på Lovunden midt på 1950-tallet. Lovunden ligger 120 km sør for Røst.

Røst er på mange måter kjerneområdet for den norske lundebestanden, både i geografisk forstand og i kraft av sitt høye antall hekkende fugler, og det er også her en har registrert de mest omfattende reproduktive problemene (Anker-Nilssen 1992). Prosjektets hovedmål er å forklare hvilke faktorer som styrer reproduksjon og populasjonsdynamikk i denne lundebestanden, og hvordan disse prosessene endres over tid. Lundenes stedtrohet er høy, noe som tilsier at de viktigste parametere for bestandsutviklingen er hvilken dødelighet og reproduksjon de etablerte hekkfuglene på Røst erfarer. Det er derfor lagt spesiell vekt på å studere hvilke konsekvenser endringer i næringsforholdene i hekketiden har for disse faktorene.

Sjøfuglenes adferd, hekkefremgang og overlevelse påvirkes ulikt av endringer i næringstilgangen (bl.a. Cairns 1987). Ved en svak begrensning i næringstilbudet er det i første omgang de voksnes tilstedeværelse i kolonien som kan forventes å bli redusert fordi fuglene må bruke mer tid til næringssøk. Når næringstilbudet forringes ytterligere kan ikke fuglene lenger bufre ved å endre sitt tidsbudsjett, og ungenes vekst og overlevelse vil påvirkes. Ved svært betydelig næringmangel mislykkes hekkingen fullstendig, enten ved at de fleste ungene dør eller, dersom næringssvikten inntreffer tidlig nok, ved at mange fugler vil unnlate å hekke. Voksenfuglenes overlevelse forventes bare å bli berørt når næringsforholdene er ekstremt dårlige. Disse betraktningene innebærer at hva som er den beste indikatoren for endringer i næringstilgangen vil variere tilsvarende: Voksenfuglenes opptreden i kolonien er en god indikator når forholdene er jevnt gode mens ungenes vekst og overlevelse som regel er den beste indi-

katoren ved dårligere forhold. Ved spesielt dårlige forhold vil også klekkesuksess eller hekkevillighet være redusert og unntaksvis vil økt voksendødelighet indikere helt ekstreme forhold. Lundestudiene på Røst er tilrettelagt for å belyse hele spekteret av endringer i næringsforholdene og fokuserer derfor på alle disse forhold.

Resultatene er samordnet med utviklingen i bestandens størrelse og mål for de voksne fuglenes overlevelse, som overvåkes årlig gjennom to parallelle prosjekter, hhv. *Det nasjonale overvåkningsprogrammet for hekkende sjøfugl* (f.eks. Lorentsen 1995) og *Demografi og voksendødelighet hos norske sjøfugler* (Anker-Nilssen 1993, Erikstad et al. 1994). De viktigste resultatene fra disse undersøkelsene er derfor gjengitt i denne rapporten og oppdatert med siste års resultater.

Den primære hensikten med rapporten er å dokumentere, analysere og vurdere de fleste sentrale dataserier som er innsamlet rutinemessig i prosjektet og de tilknyttede aktiviteter. I en viss utstrekning er også resultater av mer kortvarige undersøkelser presentert. Rapporten spenner følgelig svært vidt. Av hensyn til leseren og rapportens bruksverdi er derfor den mest detaljerte diskusjonen av resultatene foretatt løpende i resultatkapittelet. Diskusjonskapittelet fokuserer i større grad på mer overordnede trekk og perspektiver i lundenes reproduksjon og populasjonsdynamikk.



2 Metoder og materiale

2.1 Langtidsserier

De standardiserte metodene som benyttes i de løpende lundeundersøkelsene på Røst er beskrevet i en rekke tidligere arbeider. Her gis derfor bare referanser til de mest fyllestgjørende av disse beskrivelsene i tilknytning til de ulike dataserier som er/blir innsamlet (**tabell 1**).

Med få unntak er alle data som er innsamlet i regulære serier siden 1979 (**tabell 2**) innlagt på EDB og korrekturest. En vesentlig del av materialet er bearbeidet videre i både detaljerte og sammenfattende analyser. Merk at angitt omfang for feltinnsats også inkluderer andre sjøfuglundersøkelser på Røst i samme periode. Dette omfatter bl.a. feltarbeid til 8 hovedfagsstudier (Bakken 1984, Amundsen & Stokland 1986, Breivik 1991, Otnes & Skjold 1992, Øyan 1993 og Albertsen under utarb.), den årlige bestandsovervåkingen av toppskarv *Phalacrocorax aristotelis*, krykkje *Rissa tridactyla* og lomvi siden 1988 (jf. bl.a. Lorentsen 1989, 1990, 1995) og ringmerkingsstudier av havsvaler *Hydrobates pelagicus* og stormsvaler *Oceanodroma leucorhoa* (jf. bl.a. Anker-Nilssen 1990a, 1995, Anker-Nilssen & Anker-Nilssen 1993 og bibliografien i **kapittel 6**). Toppskarv (Ellefsnyken) ble

også overvåket i 1985-86, mens hekkebestanden av lomvi (Vedøya) ble opptalt flere ganger i perioden 1960-68 og årlig i periodene 1971-78 og 1980-83 (Tschanz & Barth 1978, Bakken 1989). Dessuten ble krykkje overvåket årlig i 1979-84.

En meget betydelig frivillig innsats på ulønnet basis er også medregnet i **tabell 2**. Denne innsatsen er en hovedårsak til at den gjennomsnittlige bemanningen ved stasjonen de siste 16 år var så høy som 300 persondøgn pr år.

2.2 Andre undersøkelser

I tillegg til de regelmessige langtidssstudiene er det gjennomført en rekke andre undersøkelser på lunde av kortere varighet (1-2 sesonger). De viktigste i senere år er 5 hovedfagsoppgaver, en taksering av hele lundebestanden på Røst, analyser av ungediettens næringsverdi, videoovervåking av matingsfrekvens, kvalitativ kategorisering av matporsjoner ved observasjon, innsamling av stimende sildeyngel utenfor kolonien, forsøk med dybdemålere på voksne fugler og målinger av voksne fugler funnet døde. Med unntak av hovedfagsoppgavene er metodene for de fleste av disse undersøkelsene beskrevet av Anker-Nilssen (1991).

Hovedfagsundersøkelser. To av hovedfagsarbeidene var eksperimentelle studier av lundeunger under kontrollerte betingelser. I den ene oppgaven ble ungenes energiomsetning undersøkt (Breivik 1991), mens den andre belyste tilpasninger i ungenes morfologiske vekst i relasjon til næringstilgang (Øyan 1993). Til disse studiene ble 42 lundeunger (21 i 1990 og 21 i 1991) hentet på Herynken da de var et halvt døgn gamle og oppfostret i temperaturregulerte bur på Skomvær fyr til normal alder for reirforlating (42 døgn). Ungene ble gruppert og matet med ulike mengder voksen lodde (gjennomsnittlig 5.3 kJ g⁻¹ våtvekt) innsamlet i Barentshavet fra Havforskningsinstituttets fartøy. I 1990 var det to diettgrupper á 10 unger, i 1991 5 diettgrupper á 4 unger. En rekke morfometriske vekstvariabler ble målt daglig i begge år, mens ungenes energiomsetning bare ble studert i 1990. For mer fullstendige presentasjoner av disse studiene vises til de respektive hovedfagsoppgavene (Breivik 1991, Øyan 1993) og Øyan & Anker-Nilssen (i trykk).

I to hovedfagsstudier gjennomført i 1992 (Otnes & Skjold 1992) ble et avgrenset område i lundekolonien på Herynken fotografert hver 2. time i perioden 25.4-14.5 og 5.6-10.8, og antall fugler som satt i feltet ble talt opp på hvert bilde. En analyse av variasjonen i antall fugler gjennom døgnet og sesongen ble lagt til grunn for en vurdering av fototaksering som metode for overvåking av lundebestander.

Den siste hovedfagsoppgaven (Albertsen under utarb.) belyser de voksne lundenes diett i ungeperioden ved å sammenligne konsentrasjoner av de stabile isotopene ¹³C og ¹⁵N i blodplasma fra voksne og unger med tilsvarende verdier for hele byttedyr. Forholdet mellom disse isotopene varierer fra næringsemne til næringsemne, og inntaket reflekteres spesielt hurtig i blodplasma. Siden ungenes diett ble studert parallelt, vil deres isotopverdier kunne være en «fasit» som kan avsløre om de voksne fuglene spiser det samme (og i samme forhold) som det de gir til ungene. Feltarbeidet til denne oppgaven ble gjennomført i 1993, og prøvene ble analysert ved Geologisk institutt, Universitetet i Bergen.

Tabell 1. Referanser til beskrivelser av rutinemessig anvendte metoder. - References to descriptions of routine methods.

Rutiner for Routines for	Metoder beskrevet av Methods described by
Bestandsovervåking Population monitoring	Anker-Nilssen & Røstad 1993
Utvalg og kontroll av studiereir Study nest selection and checks	Anker-Nilssen 1987, 1991
Måling av egg og unger Egg and chick measurements	Anker-Nilssen 1987, 1991
Fangst av unger ved reirforlating Trapping of fledglings	Anker-Nilssen 1987, 1991
Fangst av voksne fugler Trapping of adult birds	Anker-Nilssen 1987, 1991
Måling av voksne fugler Adult bird measurements	Jones et al. 1982, Barrett et al. 1985
Innsamling av ungenæring Sampling of chick food	Anker-Nilssen 1987, 1991
Måling av byttedyr Prey item measurements	Anker-Nilssen 1987, 1991
Analyse av næringskvalitet Analyses of food quality	Anker-Nilssen 1991
Overvåking av beitesektor Monitoring of foraging sector	Anker-Nilssen & Lorentsen 1990
Overvåking av voksenoverlevelse Monitoring of adult survival rates	Anker-Nilssen 1993

Tabell 2. Oversikt over samlet feltinnsats i sjøfuglarbeidet og innsamlet datamateriale for lundeundersøkelsene på Røst i 1979-94. Data for årene 1979-85 og for hele 16-årsperioden samlet er enten summert eller angitt med variasjonsbredde for årstotaler. For årvisse studier er gjennomsnitt pr år angitt i parentes. - Summary of the extent of seabird fieldwork and Puffin data sampled at Røst in 1979-94. Data for 1979-85 and the 16-year period as a whole are either added up or presented by the range of yearly totals. For continuous data series the annual mean is given in brackets.

Antall Number of	1979 -85	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	Total 1979-94
Feltperioder Field periods	19	3	3	6	4	4	4	5	3	3	54
Bemanningsdøgn Days of fieldwork	778 (111)	36	31	92	102	126	108	123	96	110	1602 (100)
Feltarbeidere Field workers	10-25 (18)	6	8	13	11	20	13	12	11	10	6-25 (14)
Persondøgn Man-days	2719 (388)	83	72	193	186	422	336	267	247	263	4808 (301)
Studiereir med egg eller unge Study nests with egg or chick	10-142 (59)	101	21	102	118	280	267	233	229	212	10-280 (124)
Egg målt Eggs measured	125	0	0	0	11	109	164	147	149	164	869 (54)
Reirunger målt i studiereir Study chicks measured	205 (29)	72	7	52	90	112	109	136	120	63	966 (60)
Dager mellom reirkontroller Days between nest checks	1-3	3	3	2-3	3-5	1-4	1-6	3-6	2-4	2-4	1-6 (3)
Biometriske variabler studert for ungevekst Biometric chick growth variables examined	2-5 (3)	3	3	5	4	4	6	6	6	6	2-6 (4)
Individuelle ungekontroller med måling Individual chick examinations	2000 (286)	126	7	592	700	1033	1109	890	1186	411	8054 (503)
Reirunger merket Nestlings ringed	101 (14)	0	0	25	81	108	126	133	82	2	657 (41)
Døde unger målt (reirunger unntatt) Dead young measured (nestlings omitted)	1169	0	2	5	0	6	5	4	106	18	1315
Levende, reirforlatende unger målt Live fledglings measured	347	0	0	39	589	319	367	460	760	32	2913 (182)
Reirforlatende unger ringmerket Fledglings ringed	349	0	0	37	589	320	367	460	596	9	2726 (170)
Næringsprøver innsamlet Food samples collected	739 (106)	6	0	105	103	186	242	272	181	92	1926 (120)
Komplette næringsporsjoner studert Complete food loads examined	684 (98)	5	0	93	95	165	215	218	167	81	1723 (108)
Byttedyr målt Prey items measured	7594 (1085)	33	0	1072	1021	1938	2662	1959	2167	1530	19976 (1249)
Takseringer av inntakstretning Return direction counts	0	0	0	24	15	29	27	29	20	11	155
Voksne ringmerket Adults ringed	4146 (592)	13	0	146	92	134	183	370	78	129	5291 (331)
Gjenfangster av ringmerkede voksne Adult recaptures registered	1024 (146)	11	3	125	49	163	251	308	172	150	2256 (141)
Voksne ind. gjenfanget, merket tidligere år Adult inds. recaptured, ringed earlier years	2-350 (105)	11	3	105	37	113	161	205	133	120	6-350 (101)
Voksne individer målt Adult individuals measured	136-1502 (642)	23	0	177	124	227	338	540	209	249	0-1502 (399)
Biometriske variabler studert hos voksne Biometric variables examined in adults	1-6 (4)	3	0	3	4	4	3	8	6	6	1-8 (4)
Voksne individer påsatt fargeringer Adult individuals colour-ringed	0	0	0	0	0	72	110	21	0	11	214
Antall observasjoner av fargekoder No. of colour code observations	0	0	0	0	0	21	295	1633	1064	956	3969

Bestandsstørrelse. I 1990 ble lundenes samlede bestand på Røst taksert etter den såkalte *Star*-metoden, som er beskrevet av Anker-Nilssen og Røstad (1993). Takseringsenheten var reirgang trafikkert (dvs. tilsynelatende okkupert) av lunde. Som for bestandsovervåkingen på Herynken ble det benyttet sirkulære prøvefelt med areal 10 m², men av hensyn til feltarbeidets omfang ble avstanden mellom prøvefeltene økt til 40 m (mot 20 m på Herynken) i de fire andre store lundekoloniene på Røst. Med ett prøvefelt pr 1600 m² koloniareal ble m.a.o. bare 1/160 (0.6 %) av bestanden på disse øyene talt opp. Feltene ble ikke oppmerket i terrenget, men ble inntegnet på økonomiske kart i målestokk 1:5000 (ekvidistanse 5 m) og oppsøkt i terrenget vha. kartene, kompass og høydemåler. Likevel ble feltarbeidet svært innsatskrevende med til sammen 1799 nye prøvefelt, fordelt på Vedøy (761), Storfjellet (765), Ellefsnyken (68) og Trenyken (205). Takseringen ble utført av to personer i løpet av 3 uker. I tillegg ble bestanden på Herynken opptalt på vanlig måte, mens det ble foretatt en fullstendig reirtelling i de 12 andre og mye mindre lundekoloniene på Røst i løpet av perioden 1987-90. De endelige resultatene presenteres i denne rapporten og erstatter den foreløpige analysen som ble gitt av Anker-Nilssen (1990b).

Næringsverdi. Til sammen ble 130 utvalgte prøver av byttedyr fra lunde analysert for bestemmelse av næringsverdi. Ingen prøver omfattet flere byttedyrarter, men både hele matporsjoner og fisk gruppert etter lengde og tid på sesongen ble analysert. Prøvene ble innsamlet i årene 1990-93 (hhv. 23, 63, 22 og 22 prøver) og omfattet i alt 2143 fisk (1-198 individer pr prøve), fordelt på 8 ulike arter (sild, havsil *Ammodytes marinus*, sei *Pollachius virens*, hyse *Melanogrammus aeglefinus*, hvitting *Merlangius merlangus*, torsk *Gadus morhua*, makrell *Scomber scombrus* og tangbrosme *Rhinonemus* spp.). Tangbrosmene (pelagiske larver) ble ikke nærmere artsbestemt. Lengde og vekt av hver fisk ble målt i fersk tilstand til nærmeste hele mm og hundredels gram. Prøvene ble oppbevart dypfryst til senere analyse. Vanninnhold for prøver fra 1990-91 ble analysert ved NINA, enten ved tørking i frysetørker (64 prøver, 40 timer, platetemp. 25°C, kondensatortemp. -54°C, sluttrykk 0.04 mbar) eller ved tørking i varmeskap (22 prøver, 48 timer, 102°C). Prøvene ble veid umiddelbart etter tørking og vanninnholdet estimert som prosentandel vektup i forhold til opprinnelig ferskvekt (målt i felt). Etter tørking ble prøvene pulverisert vha. en keramisk håndmøter. For de fleste prøver ble innhold av fett (122 prøver, HCl råfett m/syrehydrolyse), proteiner (118 prøver, Kjeldahl N) og aske (dvs. karbon+mineraler, 102 prøver), samt vanninnhold i prøvene fra 1992-93, analysert ved Gauldalsregionen kjøtt- og næringsmiddelkontroll på Kvål (NMK) etter akkrediterte metoder (fett: Soxtec Tecator, protein: NMKL NO 6/3, vann og aske: NMKL NO 23/2). Fett, protein og aske ble analysert etter tilsvarende metodikk ved NINA for hhv. 12, 23 og 22 prøver fra 1990-91, hvorav hhv. 10, 19 og 12 prøver ble analysert for de samme variablene ved NMK.

I den videre dataanalysen ble NMK-resultatene benyttet så langt som mulig. For de fleste pulveriserte prøver forklarte tørrvektandelen av fett, protein og aske i pulveriserte imidlertid mindre enn 100 % av prøvevekten. Særsilt analyse av vannrester i 6 prøver avdekket at pulveret var hygroskopisk og hadde opptatt litt vann før analyse. Avviket fra 100 % viste at de som var tørket i frysetørker hadde opptatt mer vann (gjennomsnittlig 11.7%,

n = 47) enn de som var tørket i varmeskap (gjennomsnittlig 4.8 %, n = 17). De målte prosentverdier (tørrvekt) for fett, protein og aske ble derfor justert slik at de summerte seg til 100 %, før de ble omregnet til prosent av våtvekt. For prøver hvor de samme variablene ble undersøkt uten tørking (n = 44), ble våtvektverdiene justert slik at de, sammen med vanninnholdet summerte seg til 100 %. Vannprosenten (målt av NMK) ble først korrigert for tørking i perioden mellom innsamling og analyse (gjennomsnittlig 3.9 %). Det estimerte vanninnholdet i prøvene ved innsamlingsøyeblikket ble altså ikke endret for noen prøver. I tilfeller der bare to av de tre variablene fett, protein eller aske var undersøkt, ble den manglende verdien estimert ved enkel subtraksjon som den prosentandel de øvrige verdier ikke gjorde rede for.

Videoregistrering av matingsfrekvens ble bare utført i 1990. Et felt med 84 trafikkerte reirganger (1.1 pr m²) ble overvåket i til sammen 72 timer 29 min, fordelt på 24 økter á 3 timer, med 4 økter (med 3 timers mellomrom) hvert 8. døgn i perioden 28.6-7.8. Feltet er avfotografert og samtlige reirganger er inntegnet på en skisse av området. Dessverre har prosjektet foreløpig ikke hatt ressurser til å analysere dette viktige materialet.

Registrering av næringsvalg ved observasjon. Ved 5 anledninger i perioden 11.7-5.8 1990 ble artssammensetningen i til sammen 603 nebbporsjoner hos innkommende lunder vurdert ved observasjon til ulike kvalitative kategorier. Arbeidet ble foretatt ved hjelp av teleskop og håndkikkert fra et punkt sør på den østligste toppen av Herynken (observasjonspunktet for taksering av lundenes innkomstretning). Samme år ble ytterligere 137 porsjoner vurdert på samme måte fra tilfeldige posisjoner i eller like utenfor kolonien i perioden 15-23.8. Den 3.7.94 ble 50 porsjoner vurdert ved observasjon fra takseringspunktet på toppen av Herynken.

Stimende sildeyngel. Ved tre tilfeller midt i juli 1989 ble fritt-swømmende 0-gruppe sild fanget ved hjelp av en finmasket håv (den 10.7 og 19.7) og en bøtte (14.7). Ved sistnevnte anledning sto fiskene helt inne i fjæresteinene på Herynken. De to andre gangene ble fangsten foretatt fra båt mindre enn 1 km sørvest og sørøst for kolonien. Ved første fangst fra båt (10.7) ble håvposen slept etter båten som en trålpose. Siste gang (19.7) ble silden fanget ved aktivt å håve inn i tette sildeestimer («sildeballer») som stod nær overflaten. Av fangsten ble til sammen 508 0-gruppe sild målt individuelt (kroppslengde og vekt). Den 13.7 ble ytterligere 65 sildeyngel innsamlet og målt. Disse ble gulpet opp av større fisk som beitet aktivt på slike sildeballer. Omtrent 2/3 av disse ynglene stammet fra 10 sei (25-45 cm lange), mens de øvrige kom fra 12 voksne sild (20-35 cm lange). Predatorfiskene ble innsamlet ved bruk av dorg.

Kartfesting av viktige beiteområder har bare foregått ved noen få anledninger. Undersøkelsene i åpent hav 1988 er diskutert i detalj av Anker-Nilssen & Lorentsen (1990). Videre ble lundenes viktigste beiteområde den 14. juli 1992 kartlagt etter internasjonalt standardisert metodikk fra B/V *Lofothav* i regi av et prosjekt NINA utførte i forbindelse med OEDs konsekvensutredninger for Midt-norsk sokkel (Strann et al. 1993). I 1994 hadde prosjektet kontakt med en gruppe biologer som seilte i havområdene rundt Røst for å registrerte spekkhoggere. Ved to anledninger, den 27. juni og 7. juli, traff de på store mengder beit-

ende lunder på sjøen, og har rapportert til oss posisjon og enkelte andre opplysninger om forekomstene (Fernando Ugarte, pers. medd.).

Lundenes tilstedeværelse i kolonien varierer som regel gjennom hele hekkesesongen, både fra time til time, fra dag til dag og mellom ulike stadier i hekkeforløpet. Det er en ressurskrevende oppgave å måle den variasjonen kvantitativt i noe detalj (jf. Otnes & Skjold 1992). De store trendene i dag-til-dag-variasjonen på Herynken ble derimot registrert kvalitativt i de fleste år ved å notere for hver dag en enkel indeks som antydte hvor stor andel av hekkepopulasjonen som opptrådte i kolonien. Vurderingen ble standardisert ytterligere ved at den relateres til aktiviteten når antallet fugl var som høyest i løpet av dagen. Selv om metoden er basert på skjønn og derfor påvirket av subjektive forskjeller mellom feltpersonellet, er det gjennomgående erfarne folk som har foretatt vurderingene, og indeksskalaen er svært enkel: Det noteres én stjerne i loggen når få fugler har besøkt kolonien, to stjerner for midlere antall og tre stjerner når store mengder har vært tilstede. I tvilstilfeller er det tillatt å benytte mellomliggende vurderinger. Når individtallet blir svært lite noteres gjerne de faktiske antall observert. Dette er nå etablert som én av de løpende dataserier på Røst.

Dykkedybde. Forsøk med dybdemålere (Burger & Simpson 1986, Burger & Wilson 1988) ble utført sporadisk i 1990 og 1991. I alt 60 lunder fikk påsatt måler, hvorav 18 ble gjenfanget fra 5 til 675 timer senere (median 72 timer). Med unntak av 6 fugler som ble fanget og gjenfanget på reir i 1990, ble alle fangster foretatt med mistnett. Det var klare metodiske problemer knyttet til denne undersøkelsen. Det største problemet var å fange fuglene påny tilstrekkelig kort tid etter at målerne ble påsatt. For hvert dykk blir vann presset inn og ut av målerøret. Gjentatte dykk øker således muligheten for at noe fuktighet blir igjen innvendig i måleren. Slik fuktighet vil bli presset videre innover i røret ved neste dykk og gradvis føre til at avlesningen ikke blir pålitelig. Lundene på Røst beiter relativt små fisk, og en typisk porsjon inneholder 10-15 byttedyr. Derfor dykker de trolig oftere enn fugler som tar større og færre byttedyr, f.eks. lomvi som henter én og én fisk til ungen. Følgelig kan tiden være en ekstra avgjørende faktor på Røst. Bare 4 fugler ble gjenfanget i løpet av det første døgnet og ytterligere 3 i løpet av det andre. Flere av disse inneholdt likevel litt fuktighet og var ikke egnet for estimering av dykkedybde. Fire rør som hadde vært på i 3-4 uker var helt utvasket. De øvrige ble innhentet innen 5 dager etter påsetting. Siden det brukbare materialet ble så lite, er resultatene ikke presentert nærmere i denne rapporten.

Morfometri. I de siste årene har vi rutinemessig undersøkt ytre og indre morfometri til alle voksne lunder som er blitt funnet døde. Metodene er beskrevet av Jones et al. (1982). Som regel er disse fuglene tatt av flygende predatorer (svartbak *Larus marinus*, gråmåke *L. argentatus*, ravn *Corvus corax*, jaktfalk *Falco rusticolus* eller vandrefalk *F. peregrinus*). Selv om bare et fåtall av individene lar seg kjønnsbestemme, vil dette materialet inngå i en database som siden kan nyttes til bl.a. diskriminantanalyser for kjønnsbestemmelse av levende fugler vha. biometriske mål. Individtallet er foreløpig så lavt at det ikke ble funnet formålstjenlig å presentere resultatene i denne rapporten.

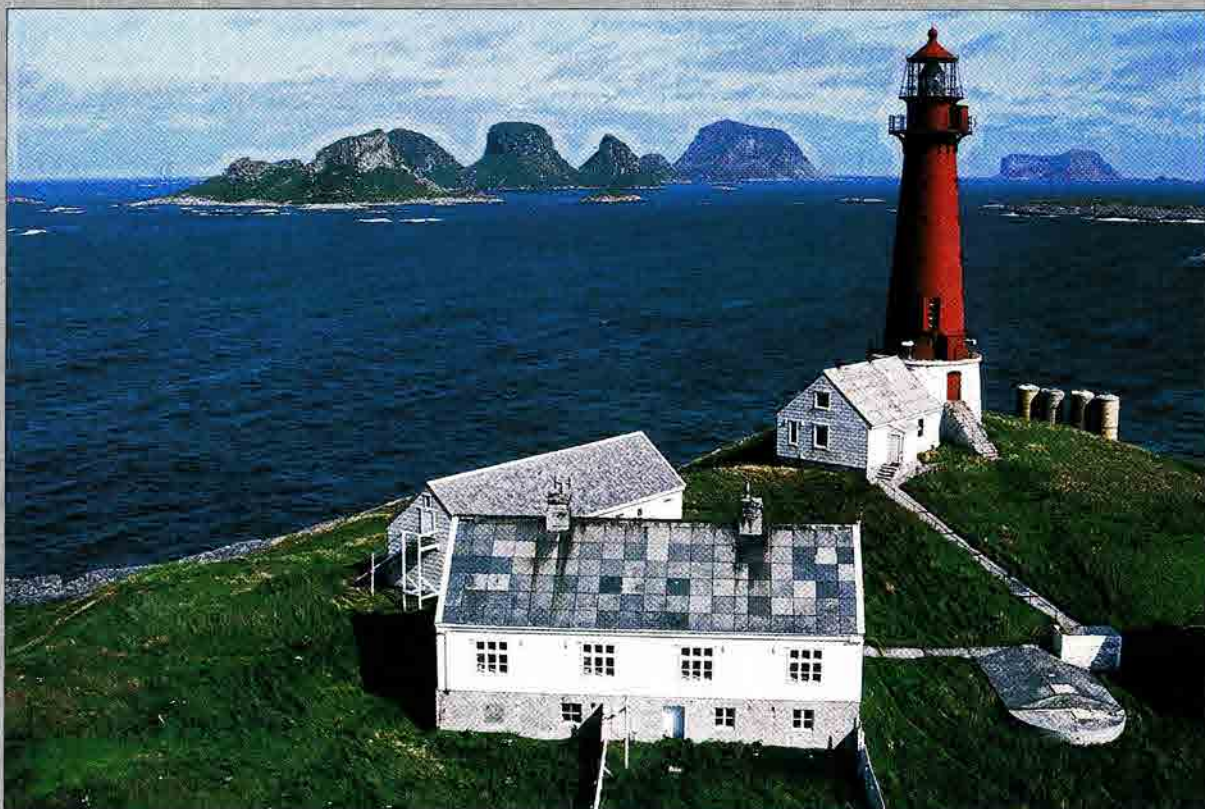
2.3 Statistiske metoder

De fleste statistiske tester er foretatt ved hjelp av programpakke-*ne SPSS for Windows* (© 1989-94 SPSS Inc.), *CSS* (© 1987-88 StatSoft Inc.) og *SigmaPlot* (© 1986-94 Jandel Corporation), mens programmet *SURGE* (Pradel & Lebreton 1991, Lebreton et al. 1992) ble benyttet for de demografiske analysene (**kapittel 3.5.2**). Med få unntak ble de grafiske presentasjonene utarbeidet i *Microsoft Excel* (© 1985-95 Microsoft Corporation), som i en del tilfeller også ble benyttet til å beregne enkel deskriptiv statistikk. Dersom ikke annet er angitt er det benyttet 2-halede tester.

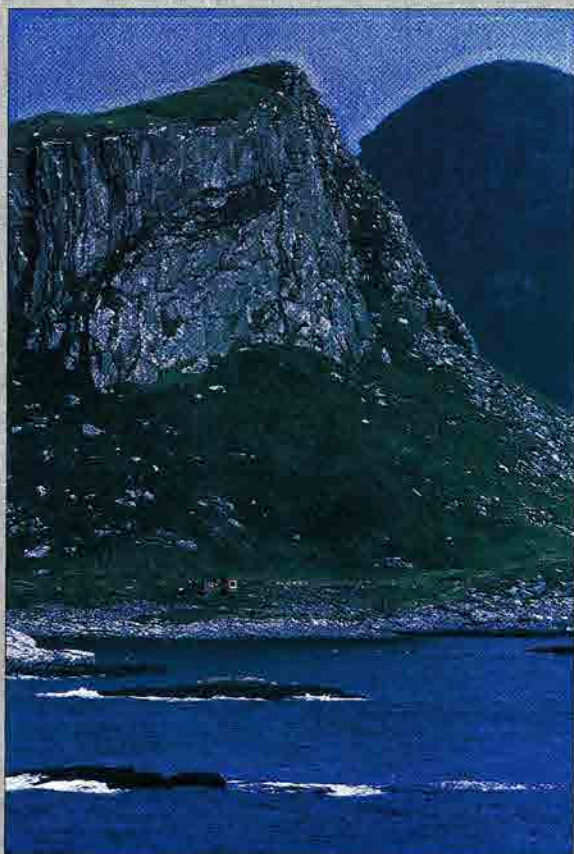
Statistiske parametre for bestandsutvikling og bestandsstørrelse (**kapittel 3.1** og **3.2**) ble utledet som angitt av Anker-Nilssen & Røstad (1993) ved hjelp av programmet *Star 1* programmert i FORTRAN av Ole Wiggo Røstad.

I figurer som viser kurver for flere ulike år, er de beste hekkesesongene (de med utflygingsuksess > 50 %) markert med tykkere linjer enn de dårligere sesongene (gjelder **figur 5, 7, 10, 12-14** og **20**.)





Ytterst i Rast ligger Skomvær fyr med lundefjellene mot nordøst og Norskehavet på alle kanter. Nærmeste fastland er Bodo, 107 km lengre øst (© Tycho Anker-Nilsen)



Bak stasjonen rager toppen av Hernyken 96 m.o.h. (© Tycho Anker-Nilsen, 1983)



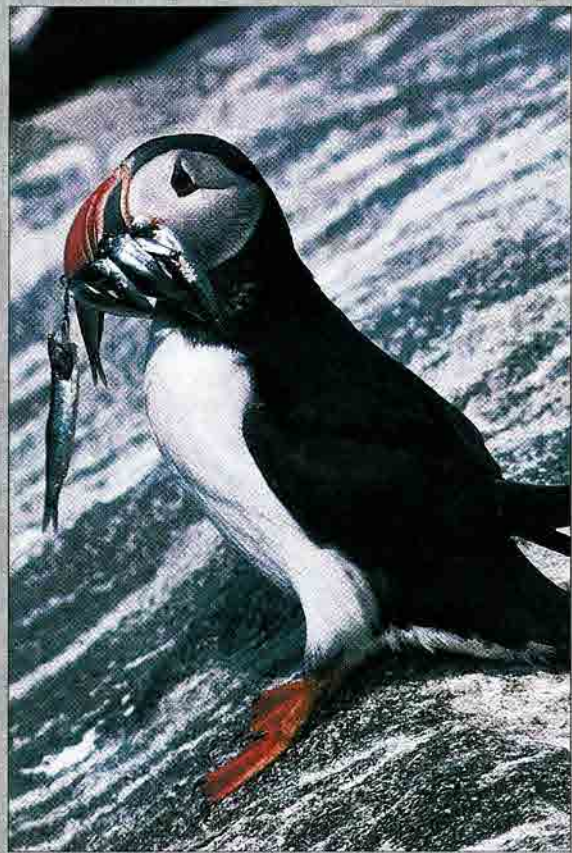
Forskningsstasjonen på Hernyken og de nærmeste studieobjektene (© Tycho Anker-Nilsen, 1991)



Avstanden til næringsområdene er også avgjørende for hekketremgangen. En Rost-lunde må ofte tilbakelegge over 100 km for å skaffe ungen en matbit. Rekordene er nær 140 km hver vei (© Tycho Anker-Nilssen, 1992)



Med sin unike kombinasjon av ringer kan en voksen lunde senere identifiseres i fri tilstand (© Tycho Anker-Nilssen, 1990)



Sakens kjerne. Lunde med nebbet fullt av 6-7 cm lange 0-gruppe sild (© Tycho Anker-Nilssen, 1989)

3 Resultater

3.1 Bestandsstørrelse

Forutsatt at bestandsutviklingen på Herynken i 1987-90 var representativ for de andre lundekoloniene i Røst (slik det er rimelig å anta), hadde de 12 minste koloniene, som alle ble totaltaksert, ca 10 000 trafikkerte reirganger i 1990 (**tabell 3**). For senere å kunne registrere eventuelle endringer i koloniareal og hekketethet på disse øyene, ble de største av disse koloniene oppdelt i naturlig avgrensede områder som ble taksert hver for seg (**tabell 4, figur 1**). De trafikkerte reirgangene på Sandskjær var fordelt med 76 i det østligste (A) og 66 i det vestligste (B) delområdet, mens tilsvarende fordeling på Sandøya var 17 (A) og 153 (B). De to koloniene på Valvær var begge på den minst eksponerte, nordøstlige halvdel av holmene (A og B). På Skomvær var bestanden fordelt på tre områder med hhv. 42 (A), 10 (B) og 15 (C) trafikkerte reirganger. Det skal også hekke noen få par lunde på Sandøydretten, en liten holme like nordvest for Sandøya (Arnfinn Ellingsen pers. medd.), men denne er foreløpig ikke taksert.

De små koloniene ble taksert av de samme personer som utfører den årlige overvåkingen av bestanden på Herynken (T. Anker-Nilssen og O.W. Røstad), mens takseringen av Storfjellet, Vedøy, Trenyken og Ellefsnyken ble foretatt av to andre personer (S.-H.

Lorentsen og O. Olsson). De siste estimatene er derfor justert for mulige personavhengige forskjeller ved vurdering av hva som er en trafikkert reirgang. Dette ble gjort ved at 32 av prøvefeltene på Herynken ble taksert uavhengig av begge partier, og forholdet mellom totalresultatene (276/254) ble benyttet som omregningsfaktor for å justere resultatene for SHL/OO til estimerte resultater for TAN/OWR. Forskjellen i målemetodikk mellom de to partiene var imidlertid ikke statistisk signifikant (Wilcoxon test for parvise data, $T = 122$, $Z = 1.359$, $p = 0.177$)

Takseringen av de fem store koloniene viste at omkring 660 000 reirganger var trafikkert av lunde på Røst i 1990 (**tabell 5**). Estimaten har et 95 % konfidensintervall på ± 10.4 %. Det er således 95 % sannsynlighet for at bestanden hadde mellom 592 300 og 729 000 trafikkerte reirganger i 1990. På Røst er lundegangene gjennomgående så dype at man bare unntaksvis når helt inn til selve reiret. Vi kjenner derfor ikke eksakt hvor stor andel av lundeparene som trafikkerer flere innganger til reiret, eller hvor mange par som deler den ytterste delen av gangen med et (eller flere) andre par. Erfaringsmessig vurderer vi imidlertid denne «feilkilden» som forholdsvis ubetydelig og antar at det er omkring 1 par pr trafikkert reirgang.

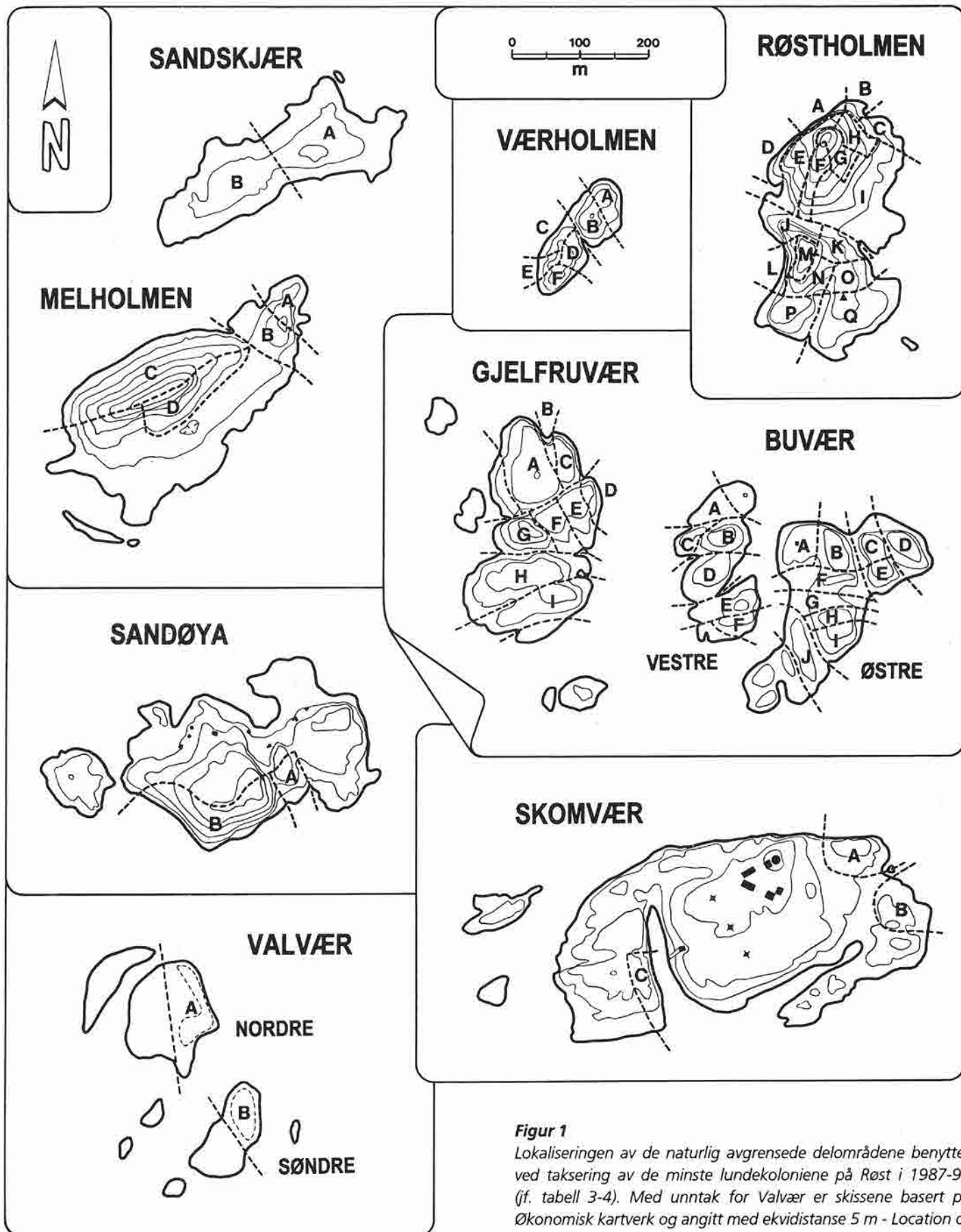
Estimatenes standardfeil ble beregnet etter en stratifisert prosedyre (jf. Anker-Nilssen & Røstad 1993). Resultatene er presentert

Tabell 3. Totalt antall reirganger trafikkert av lunde i de minste lundekoloniene på Røst i 1987-90. Estimater for 1990 er angitt i parentes og beregnet ved å justere for bestandsendringen registrert siden takseringsåret (forutsatt i samsvar med utviklingen på Herynken). - Total numbers of burrows apparently occupied by Puffins in the smallest Puffin colonies at Røst in 1987-90. Estimates for 1990 are given in brackets and calculated by adjusting for the population change recorded since the time of the census (assumed equal to that monitored at Herynken).

Koloni	Geografiske koordinater	Taksert dato	Antall trafikkerte reirganger
Colony	Geographical coordinates	Date counted	No. of occupied burrows
Værholmen	67°26'N 11°53'E	13.5.88	2167 (2763)
Gjelfruvær	67°25'N 11°54'E	12.5.87	1517 (1887)
Røstholmen	67°28'N 12°01'E	9.5.90	1872 1872
Vestre Buvær	67°25'N 11°54'E	13.5.87	1007 (1253)
Melholmen	67°28'N 11°53'E	14.5.89	695 (836)
Østre Buvær	67°25'N 11°54'E	14.5.87	408 (508)
Flata	67°26'N 11°53'E	12.5.88	214 (273)
Sandøya	67°27'N 11°55'E	14.5.89	170 (204)
Sandskjær	67°28'N 11°54'E	14.5.89	142 (171)
Skomvær	67°25'N 11°52'E	14.5.88	67 (85)
Nordre Valvær	67°26'N 11°52'E	14.5.89	65 (78)
Søndre Valvær	67°26'N 11°52'E	14.5.89	26 (31)
Totalt		1987-90	8350 (9961)

Tabell 4. Totalt antall reirganger trafikkert av lunde i ulike delområder ved opptelling av de 6 største småkoloniene av lunde på Røst (jf. tabell 3, figur 1). - Total numbers of nest burrows frequented by Puffins in different sub-areas in the 6 largest of the smallest Puffin colonies at Røst (cf. Table 3 and Figure 1).

Del-område	Koloni - Colony					
	Røst-holmen (1990)	Mel-holmen (1989)	Vær-holmen (1988)	Gjel-fruvær (1987)	Vestre Buvær (1987)	Østre Buvær (1987)
A	41	27	533	332	2	5
B	34	75	681	34	416	64
C	45	571	171	238	7	81
D	96	17	313	118	281	201
E	102		234	58	268	4
F	109		235	6	33	2
G	128			256		3
H	97			423		27
I	149			52		21
J	159					
K	40					
L	299					
M	149					
N	143					
O	44					
P	53					
Q	184					
Sum	1872	695	2167	1517	1007	408



Figur 1

Lokaliseringen av de naturlig avgrensede delområdene benyttet ved taksering av de minste lundekolonierne på Røst i 1987-90 (jf. tabell 3-4). Med unntak for Valvær er skissene basert på Økonomisk kartverk og angitt med ekvidistanse 5 m - Location of the naturally demarcated areas used when censusing the smallest Puffin colonies at Røst in 1987-90 (cf. Tables 3 and 4). With the exception of Valvær the sketches are based on land-use maps and the contour interval is 5 m.

Tabell 5. Resultater fra taksering av lundebestanden på Røst i 1990. Data for de 12 små koloniene er spesifisert i tabell 3-4. Koloniareal er definert som det bakkearealet som var representert ved prøvelfelt hvor det hekket lunde (minst 0.1 trafikkerte reirganger pr m²). - Results of the population census of Puffins at Røst in 1990. Data for the 12 small colonies are specified in Tables 3 and 4. The colony area is defined as the ground area represented by the sampling plots inhabited by Puffins (minimum 0.1 occupied burrows per m²).

Koloni Colony	Antall prøvelfelt med hekking No. of inhabited sampling plots	Koloniareal (ha) Colony area (ha)	Hekketetthet (trafikkerte reirganger pr m ²) Breeding density (occupied burrows per m ²)	Bestandsestimert (trafikkerte reirganger ± 1 SE) Population estimate (occupied burrows ± 1 SE)
Storfjellet	240	38.4	0.56	214 400 ± 8239
Vedøy	155	24.8	0.72	178 080 ± 9949
Trenyken	127	20.3	0.79	161 440 ± 7758
Hernyken	189	7.6	0.73	55 040 ± 2364
Ellefsnyken	37	5.9	0.71	41 760 ± 3959
Andre (12) - Others (12)	-	-	-	9 961 ± 0
Hele Røst - All Røst	(748)	(97.0)	(0.67)	660 681 ± 32 269

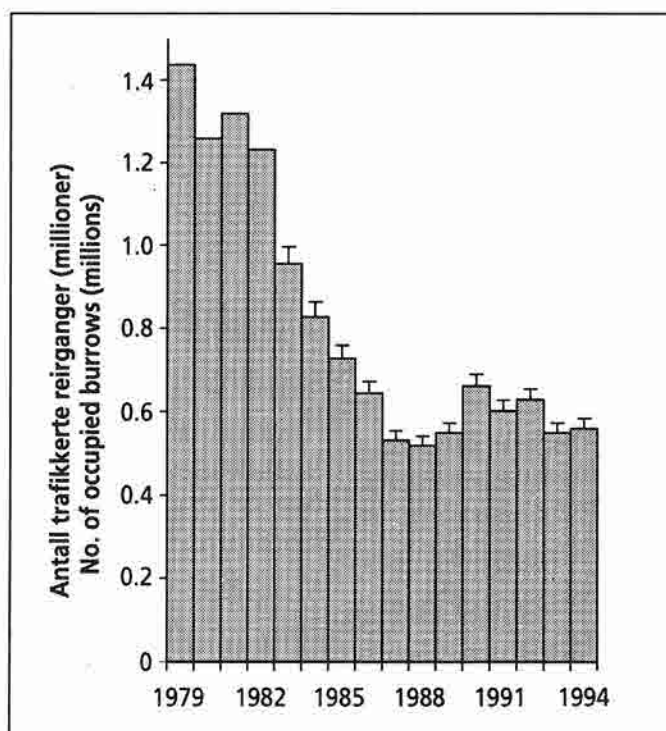
i henhold til stratifisering etter den av følgende parametere som ga størst forbedring av estimatets 95 % konfidensintervall: habitat (5 kategorier), helning (9 kategorier á 10°), eksposisjonsretning (8 sektorer), høyde over havet (intervaller á 10 m) og felt (kun Hernyken). Den beste parameteren for Hernyken var felt (8.4 % reduksjon), for Ellefsnyken slo eksposisjonsretning best ut (4.7 %), for Vedøy habitat (6.1 %), mens for Trenyken og Storfjellet var høyde over havet den beste (hhv. 10.0 % og 10.1 % reduksjon). Etter justering for observatørforskjeller (se over) er estimatene for de andre store koloniene avrundet til nærmeste multiplum av 160, siden bare 1/160 av koloniarealet lå innenfor prøvelfeltene.

3.2 Bestandsutvikling

Utviklingen i hekkebestanden på Hernyken i 1979-88 er publisert av Anker-Nilssen & Røstad (1993). Etter den dramatiske tilbakegangen midt på 80-tallet har bestanden vært forholdsvis stabil, selv om det ble påvist en viss bestandsoppgang i 1988-90 og en tilsvarende tilbakegang i 1990-93 (**tabell 6, figur 2**). Bestanden i 1994 var kun 39 % av bestandsstørrelsen da overvåkningen begynte i 1979. Tilbakegangen i lundebestanden på Røst utgjør ca 880 000 trafikkerte reirganger og tilsvarer nær halvparten av dagens norske lundebestand som teller omkring 2 000 000 par (Anker-Nilssen 1990b).

Figur 2

Utviklingen i hekkebestanden av lunde på Røst i perioden 1979-94, estimert på grunnlag av data i tabell 5-6. - Development of the breeding population of Puffins at Røst in 1979-94, estimated by using data in Tables 5 and 6.



Tabell 6. Takseringsresultater for overvåkning av lundekolonien på Herynken i 1979-94. De tradisjonelle prøvefeltene omfattet tre transekter på Trenyken og Ellefsnyken. Bestandsestimatenes standardfeil ble utregnet ved hjelp av en prosedyre stratifisert etter ulike felt (jf. Anker-Nilssen & Røstad 1993). - Census and monitoring results for the Puffin population on Herynken in 1979-94. The traditional monitoring scheme included three transects at Trenyken and Ellefsnyken. Standard errors of population estimates were calculated using a stratified procedure (cf. Anker-Nilssen & Røstad 1993).

År	Median takseringsdato (1. mai=1) Median date of counting (1. may=1)	Antall okkuperte reirganger i tradisjonelle prøvefelt No. of occupied burrows in traditional sampling areas	Antall trafikkerte reirganger i prøvefeltene for Star-systemet No. of occupied burrows in Star system plots	Antall koloniserte Star-prøvefelt No. of inhabited Star system plots	Median reirtetthet pr m ² i koloniserte Starprøvefelt Median burrow density per m ² in inhabited Star system plots	Estimert antall trafikkerte reirganger i hele kolonien (SE) Estimated total number of occupied burrows in the colony (SE)	Bestandsendring fra foregående år (%) Population change in relation to preceding year (%)
1979	70.0	(662) ¹	-	-	-	119 700	-
1980	14.0	1723	-	-	-	104 800	- 12.4
1981	7.5	1806	-	-	-	109 850	+ 4.8
1982	8.5	1687	-	-	-	102 610	- 6.7
1983	19.0	1310	1992	205	0.9	79 680 (3337)	- 22.3
1984	11.5	(1779) ²	1723	199	0.8	68 920 (3018)	- 13.5
1985	4.0	(1501) ²	1514	188	0.8	60 560 (2614)	- 12.1
1986	18.5	-	1341	198	0.6	53 640 (2342)	- 11.4
1987	9.5	-	1106	187	0.6	44 240 (1887)	- 17.5
1988	7.5	-	1079	180	0.5	43 160 (1918)	- 2.4
1989	11.5	-	1144	188	0.6	45 760 (1919)	+ 6.0
1990	6.0	-	1376	189	0.7	55 040 (2364)	+ 20.3
1991	10.0	-	1253	193	0.7	50 120 (2145)	- 8.9
1992	8.5	-	1309	183	0.7	52 360 (2128)	+ 4.5
1993	6.0	-	1144	190	0.6	45 760 (1957)	- 12.6
1994	12.0	-	1164	179	0.6	46 560 (1991)	+ 1.7

1) Færre prøvefelt enn i 1980-85 - Fewer sampling areas than in 1980-85.

2) Taksert av andre personer enn i tidligere år - Other counters than in previous years.

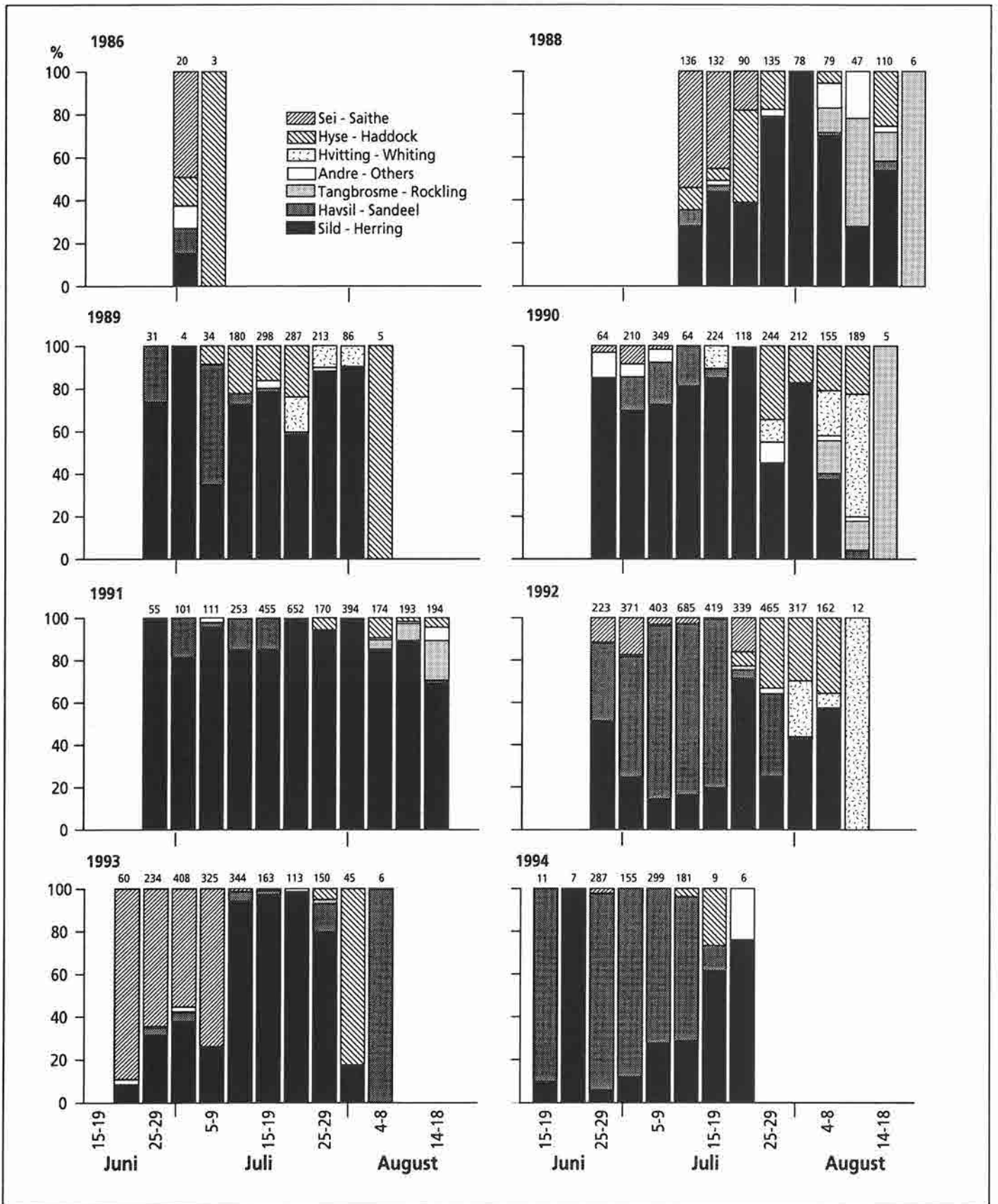
3.3 Næringsstudier

3.3.1 Ungenes diett

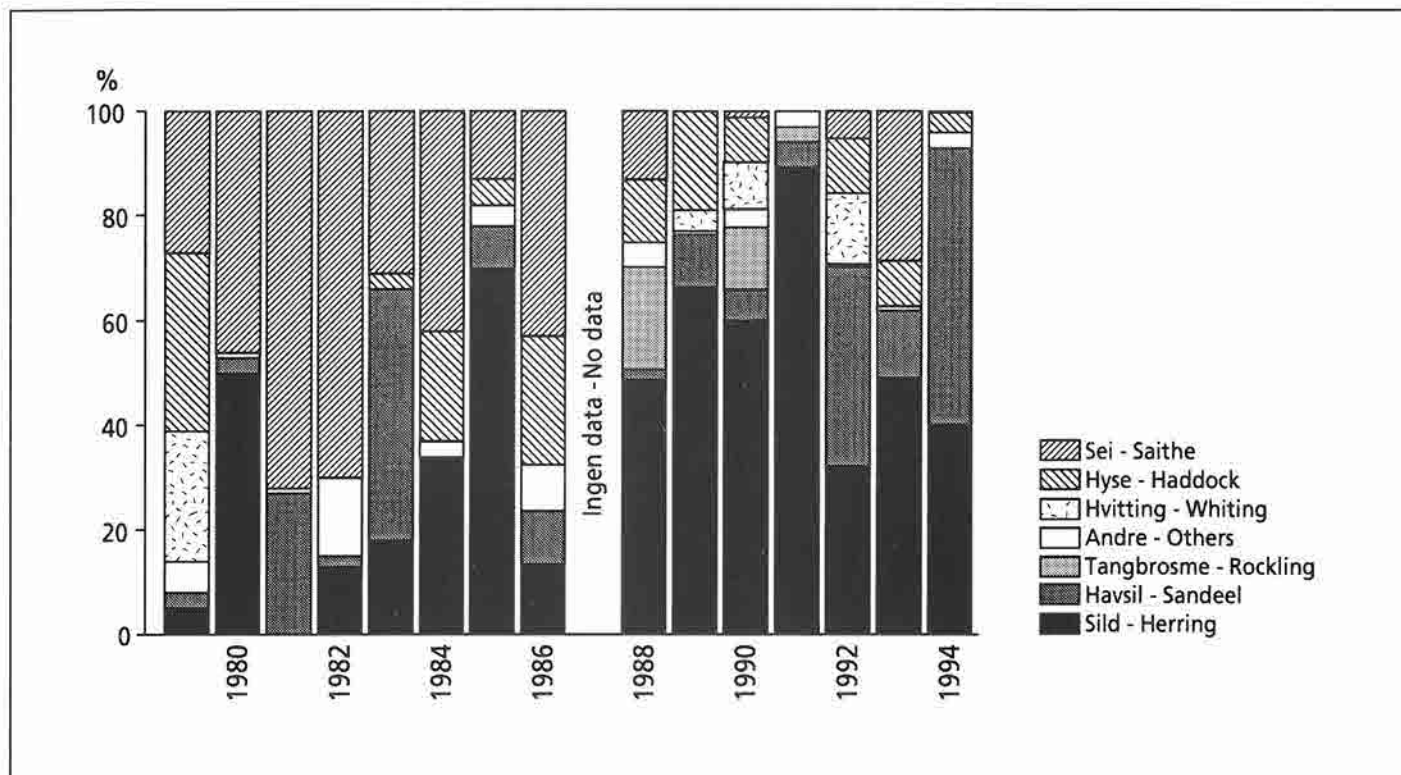
Det var omfattende variasjon i næringstilbudet for lundeungene, både fra år til år og innen hver sesong (**figur 3-4, tabell 7**). I analysene er hver femdagersperiode gitt lik vekt, uansett hvor mange næringsprøver som ble innsamlet. I relasjon til vekt var sild det viktigste byttedyret i 7 av 15 år og når alle år ble vurdert under ett. Vektandelen av sild i ungenes diett i de 7 sesongene etter den viktige rekrutteringen til gytstammen av sild i 1988 var gjennomsnittlig 55 % og signifikant større enn den tilsvarende andelen på 25 % i de 8 tidligere studieårene da stammen var betydelig lavere (Mann-Whitney $Z = 1.97$, $p < 0.05$). Betydningen av sei som byttedyr ble tilsvarende redusert i samme periode fra 43 % i 1979-86 til 7 % i 1988-94 ($Z = 2.90$, $p = 0.004$). Denne forskjellen var like klar når alle torskefisker ble behandlet under ett (reduksjon fra 58 % til 21 %, $Z = 2.66$, $p = 0.008$). Det var ingen tilsvarende endring i innslaget av havsil i dietten ($Z = 0.70$, $p = 0.486$). Sild, havsil og torskefisk utgjorde hele 95.5 % av ungenes diett, og av de øvrige byttedyr var det bare tangbrosme som i noe år utgjorde mer enn 10 % av totalen (i 1988 og 1990).

Det er på sin plass å påpeke at bare et nokså beskjedent antall av silen ble artsbestemt. Bestemmelsene ble basert på opptelling av ryggfynnstråler som hver havsil har 55-63 av (Pethon 1985), og metoden er derfor svært tidkrevende. Når det var innslag av sil i dietten ble slike artsbestemmelser likevel foretatt regelmessig for tilfeldig utvalgte fisk. Ikke i ett eneste tilfelle ble det påvist andre arter enn havsil. I denne rapporten har vi derfor valgt å bruke artsnavnet havsil for all sil påvist i lundenes diett på Røst. Samtidig som feilkilden må vurderes som helt ubetydelig, er dette fordelaktig siden det lettere skiller sil fra sild i teksten.

Registrering av nebbporsjonenes sammensetning ved observasjon kan være en god kontroll på om innsamlingen av næringsprøver gir et representativt utvalg byttedyr. Særlig viktig er dette i perioder hvor bare få porsjoner innsamles, men metoden gir best resultater når dietten hovedsakelig utgjøres av få arter og relativt store fisk. Det var ikke mulig å foreta en absolutt sammenligning av de parallelle registreringene i 1990 og 1994 (**tabell 8, figur 3**) siden observasjonsdataene bare gir mål for frekvens av porsjonstyper, men det var ingen påfallende avvik mellom resultatene av de to metodene når byttedyrenes individuelle størrelse tas i betraktning. Observasjonene viste imidlertid at torskefisk utgjorde en vesentlig andel av dietten også i tiden



Figur 3
 Lundeungenes diett på Herynken fordelt på femdagersperioder gjennom hekkesesongene 1986 og 1988-94, angitt som prosent av ferskvekt. Samlet vekt (g) av byttedyr undersøkt i hver periode er angitt over søylene. Tilsvarende resultater for perioden 1979-85 er publisert av Anker-Nilssen (1987). - Diet of Puffin chicks at Herynken in five-day periods during the breeding seasons of 1986 and 1988-94. The total weight (g) of prey examined in each period is indicated above the bars. Similar results for 1979-85 were published by Anker-Nilssen (1987).



Figur 4

Lundeungenes diett på Herynken i perioden 1979-94, angitt som prosent av ferskvekt. Verdiene er beregnet ved å betrakte de ulike fem-dagersperiodene som likeverdige (jf. figur 3 og tabell 7). - Diet of Puffin chicks at Herynken in 1979-94. The results were calculated by giving equal weight to the different five-day periods (cf. Figure 3 and Table 7).

Tabell 7. Lundeungenes diett på Herynken i sesongene 1979-94 angitt som prosent av ferskvekt. Tallene er basert på totaler for femdagersperioder som ble betraktet som likeverdige i analysen (jf. figur 3). Ingen prøver ble innsamlet i 1987. - The diet of Puffin chicks at Herynken during the 1979-94 seasons presented as percentages of fresh weight. The numbers are based on totals for five-day periods which were given equal weight in the analysis (cf. Figure 3). No samples were collected in 1987.

Byttedyr Prey	År - Year															Snitt Mean
	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	
Sild - Herring	5	50	0	13	18	34	70	13.4	48.8	66.3	60.0	89.3	32.2	49.2	40.2	39.3
Havsil - Sandeel	3	3.0	27	2	48	3	8	10.3	1.9	10.1	5.9	4.8	38.1	12.7	52.7	15.4
Sei - Saithe	27	46	72	70	31	42	13	42.9	13.1	0	1.2	0	5.2	28.5	0.3	26.1
Hyse - Haddock	34	0	0	0	3	19	5	24.6	12.0	19.0	8.6	0	10.5	8.8	3.8	9.9
Hvitting - Whiting	25	0	0	0	0	0	0	0	0	4.0	9.0	0	13.5	0	0	3.4
Andre torskefisk	2	0	0	0	0	2	4	0.4	1.8	0.6	3.0	2.4	0.5	0.5	3.1	1.4
Other gadoids																
Tangbrosme - Rockling	0	0	0	0	0	0	0	0	19.5	0	11.8	2.8	0	0.2	0	2.3
Makrell - Mackerel	0	0	0	0	0	0	0	0	2.7	0	0.3	0.6	0	0	0	0.2
Andre fiskearter	4	1	1	6	0	0	0	8.5	0.3	0	0.2	0.1	0	0.1	0	1.4
Other fish species																
Blekksprut	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6
<i>Gonatus fabricii</i>																
Sum - Sum	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>n</i> prøver - <i>n</i> samples	67	54	44	86	172	132	184	6	105	103	186	242	272	181	92	128
Antall femdagersperioder No. of five-day periods	7	4	3	9	11	8	10	2	9	9	11	11	10	10	8	8

Tabell 8. Fordeling i prosent av ulike nebbporsjons-kvaliteter hos lunde på Herynken vurdert ved observasjon av innkommende lunder. Porsjoner angitt som ubestemt omfattet bare porsjoner sett like godt som de oppført i andre kategorier. Femdagersperiode 37 = 30.6-4.7, 38 = 5-9.7, osv. - Percentage-wise distribution of different qualities of food loads for Puffins at Herynken as judged by observation. All loads classed as unidentified were seen equally well as those assigned to other groups. Five-day period 37 = 30.6-4.7, 38 = 5-9.7, etc.

Kategori Category	Femdagersperiode - Five-day period						
	1990			1994			
	10-14.7	30.7-3.8	14-18.8	30.6-			
	20-24.7	4-8.8	19-23.8	4.7			
Kun sild Only herring	83	84	87	27	0	13	-
Trolig sild Probably herring	-	-	-	-	1	-	6
Kun havsil Only sandeel	6	0	0	0	0	0	20
Sild og havsil Herring and sandeel	7	8	0	0	0	0	-
Kun torskefisk Only gadoids	-	-	10	25	14	42	-
Tilsynelatende torskefisk Apparently gadoids	1	3	-	-	-	-	-
Sild og torskefisk Herring and gadoids	-	4	2	-	-	-	-
Torskefisk og smått Gadoids and small fish	-	-	-	-	20	-	-
Glasslarver av fisk Transparent fish larvae	-	-	-	-	-	-	18
Kun tangbrosme Only rockling	-	-	-	10	23	13	-
Lange, relativt store fisk Long, relatively large fish	-	-	-	-	-	-	12
Korte, relativt små fisk Short, relatively small fish	-	-	1	34	27	29	14
Annet - Other	-	-	-	-	1	3	-
Ubestemt - Unidentified	3	1	0	4	13	0	30
Antall porsjoner Number of loads	216	99	217	71	99	38	50

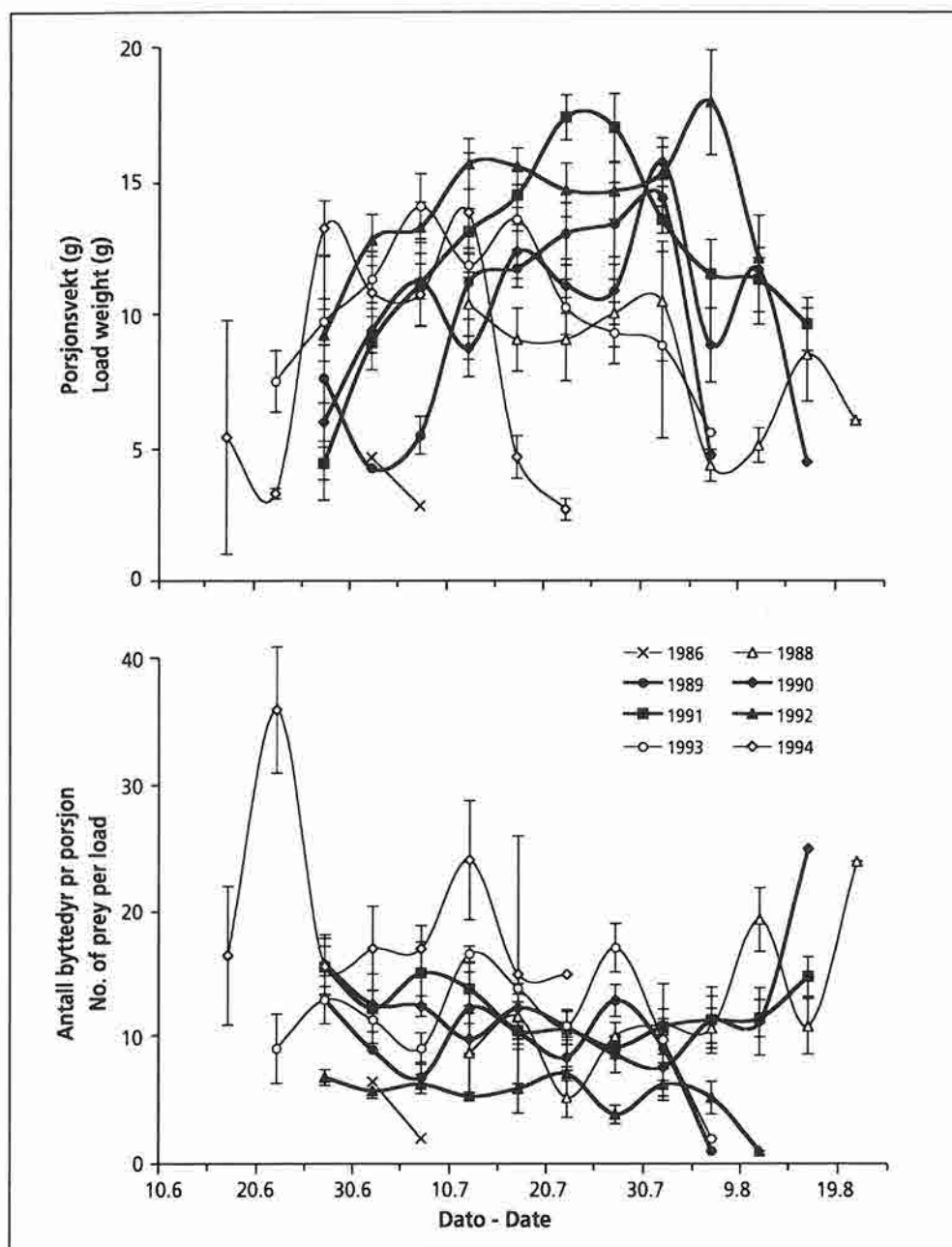
14-23.8.90. Siden de fleste ungene da hadde forlatt kolonien var matingsaktiviteten meget lav og svært få porsjoner ble inn samlet. Mye tyder likevel på at tangbrosme, muligens også andre svært små fisk, var betydelige byttedyr i denne perioden (**tabell 8**).

Nebbporsjonene varierte kraftig i størrelse gjennom hver sesong både mht. vekt og antall fisk, men var gjennomgående tyngst i sesongene med vellykket hekking (**figur 5**). Det var også tydelig at tunge porsjoner var forbundet med relativt store og få bytte-

dyr. I hvilken grad størrelsen på byttedyret bestemte porsjonenes størrelse fremgår tydelig ved å betrakte de porsjonene som kun bestod av sild (**figur 6**). Porsjonsvektene økte jevnt med økende sildelengde, og det var ingen klar tendens til at økningen flatet ut mot noen øvre grense når størrelsen på silden nærmet seg den vanlige maksimumstørrelsen på 7-8 cm. En porsjon med særskilt store (trolig 1-gruppe) sild passet pent i forlengelsen av kurven og antyder at lundene ikke har større problemer med å frakte porsjoner på 30-40 g. Dette rimer bra med forholdene i 1983-sesongen da gjennomsnittlig porsjonsvekt på det beste faktisk var oppe i 26 g og den største porsjonen ble målt til hele 46.3 g (Anker-Nilssen 1987). Det var derimot en eksponensiell økning i antall individer pr porsjon når porsjonsvekten avtok med avtagende sildestørrelse. Det største antall byttedyr funnet i én og samme nebbfull er 61 (Anker-Nilssen 1987), og kurven i **figur 6** antyder at dette er nær en asymptotisk nedre grense som markerer at sild mindre enn ca 30 mm ikke er egnet som næring for reirunger av lunde. Siden den minste silden i næringsprøvene bare var 21 mm lang og veide 0.01 g (i 1993), er den mest sannsynlige årsaken til en nedre grense nær 30 mm at lunden ikke klarer å frakte med seg flere byttedyr av den størrelsen på en gang.

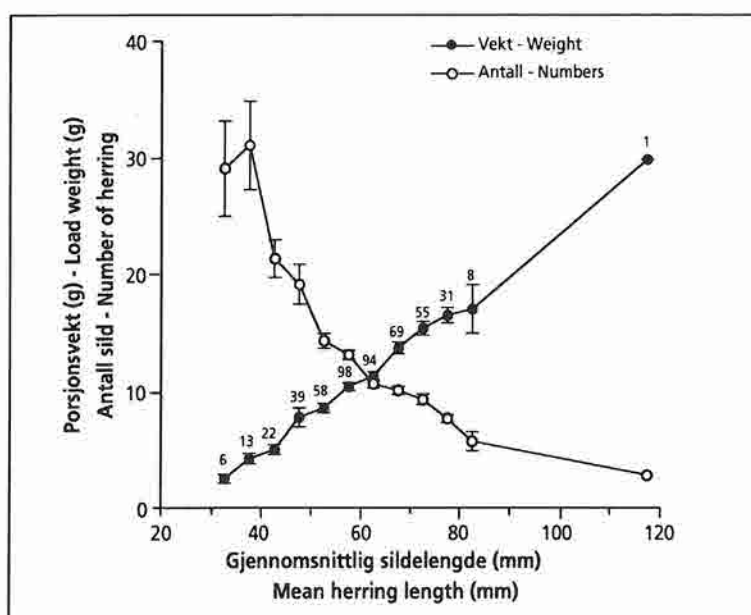
Som ventet var det meget god korrelasjon mellom lengde og vekt for de viktigste artene byttedyr (**tabell 10**). Artsspesifikke regresjonsligninger for disse forholdene er beregnet for bedre å kunne utnytte materialet fra år på 1980-tallet, da periodevis bare en av de to variablene ble målt for hvert byttedyrindivid. Ved beregning av regresjonsligningene for sild ble fiskelengden log-transformert to ganger fordi bruk av ligningene ellers ville ha medført en svak underestimering av vekt eller overestimering av lengde for fisk i det sentrale størrelsesintervallet (40-70 mm, 0.2-1.1 g) og omvendt for de aller største (> 90 mm) og minste fiskene (< 35 mm). En mulig årsak til dette kan være at små sild tørker mye raskere (pga. større overflate i forhold til vekt) enn større sild. Likevel er det riktig å benytte de regresjonsligningene som representerer de beste modellene for datasettet, siden det er det nærmeste en kommer den type fisk ungene blir tilbudt og som er analysert mht. næringskvalitet. For de andre artene viste de lineære log/log-modellene godt samsvar med plott av de reelle gjennomsnittsverdier (± 1 SD) for hver gruppe i hele intervallet. Litt lavere r-verdier var nok her mest et utslag av mindre utvalg.

Siden lundene på Røst i hovedsak forsyner ungene med svært unge stadier av fisk, økte som regel størrelsen av ulike byttedyr i ungenes diett jevnt utover i sesongen. Det var også betydelige størrelsesforskjeller fra år til år for de fleste byttedyrartene (**tabell 11**). Slike forhold var bl.a. svært tydelige hos sild, hvor mer eller mindre glassklare postlarver (fisk mindre enn 45-50 mm) dominerte i enkelte dårlige år, mens så små sild knapt ble påvist i de aller beste årene (**figur 7**). Resultatene ble benyttet til å beregne gjennomsnittslengde pr 1. juli hvert år som en indeks for sildens størrelseskondisjon. Verdiene ble estimert ved hjelp av lineære regresjonsanalyser basert på gjennomsnittsverdiene for hver femdagersperiode i det enkelte år. Denne indeksen samsvarte godt med Havforskningsinstituttets mengdeindeks for de samme årsklassene målt i Barentshavet et par måneder senere (Spearman $r_s = 0.813$, $n = 12$, $p = 0.001$, **figur 8**).



Figur 5

Gjennomsnittlig (± 1 SE) porsjonsvekt (g) og antall byttedyr i nebbporsjoner fra lunde på Herynken fordelt på femdagersperioder gjennom hekkesesongene 1986 og 1988-94. Tilsvarende resultater for perioden 1979-85 er publisert av Anker-Nilssen (1987). Antall porsjoner er angitt i tabell 9. - Mean (± 1 SE) load weight (g) and number of prey in food loads from Puffins at Herynken during the breeding seasons of 1986 and 1988-94. Similar results for 1979-85 were published by Anker-Nilssen (1987). Sample sizes are given in Table 9.



Figur 6

Gjennomsnittlig (± 1 SE) porsjonsvekt (g) og antall sild i 494 rene sildeporsjoner fra lunde på Herynken i perioden 1988-94. - Mean (± 1 SE) load weight (g) and number of herring in 494 Puffin loads consisting only of herring at Herynken in 1988-94.

Tabell 9. Antall 0-gruppe (0-gr) sild fra lunde målt i 1980-94 (jf. figur 7) og antall komplette nebbporsjoner (n) undersøkt i 1986-94 (jf. figur 5) fordelt på ulike femdagersperioder. - Numbers of 0-group (0-gr) herring from Puffins measured in 1980-94 (cf. Figure 7) and complete food loads (n) examined in different five-day periods in 1986-94 (cf. Figure 5).

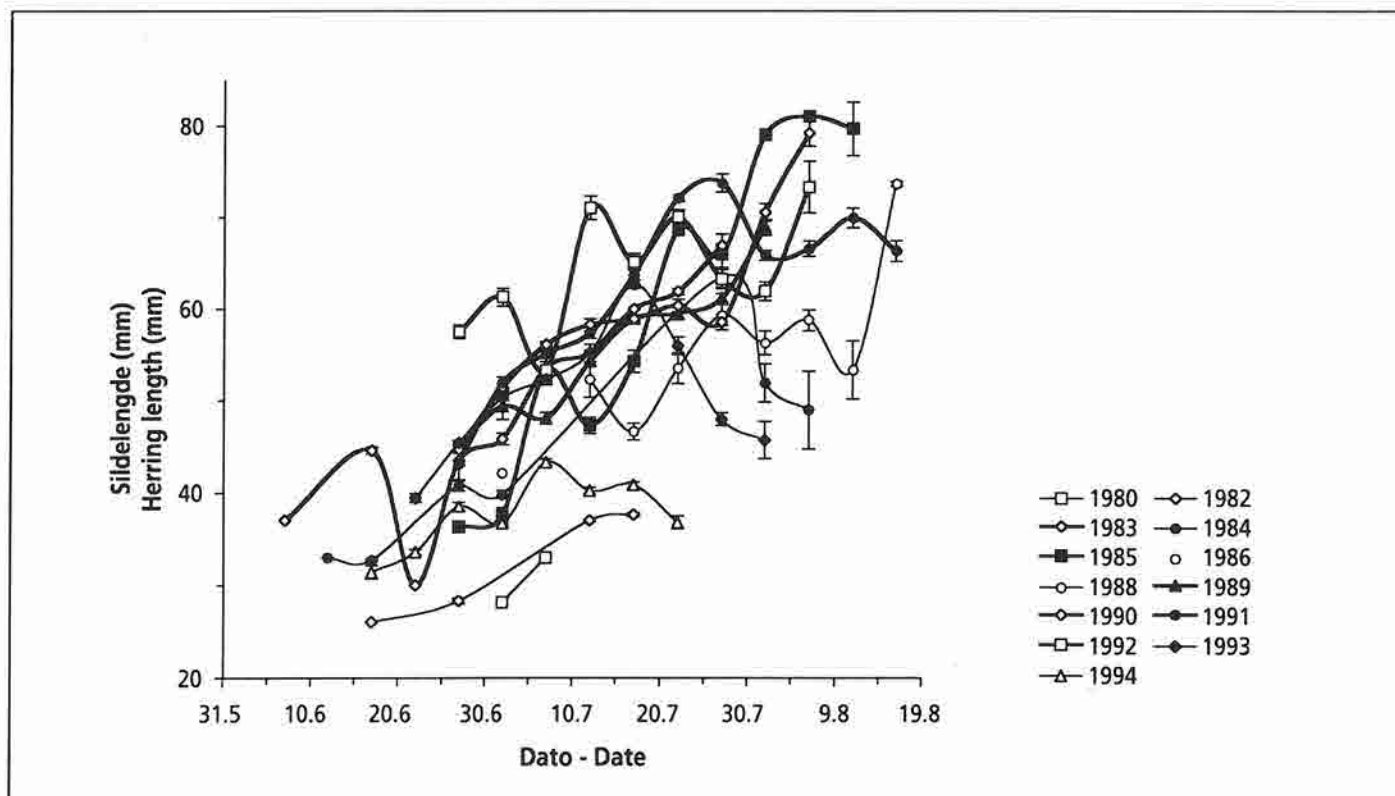
Periode Period	1980 0-gr	1982 0-gr	1983 0-gr	1984 0-gr	1985 0-gr	1986 0-gr (n)	1988 0-gr (n)	1989 0-gr (n)	1990 0-gr (n)	1991 0-gr (n)	1992 0-gr (n)	1993 0-gr (n)	1994 0-gr (n)
5-9.6			15										
10-14.6				92									
15-19.6		1	19	160									22 (2)
20-24.6			10									35 (8)	72 (2)
25-29.6		26	8	20	74			50 (29)	156 (10)	206 (12)	130 (23)	245 (24)	113 (20)
30.6-4.7	35		31	111	97	13 (4)		9 (1)	244 (22)	131 (10)	84 (28)	335 (36)	145 (14)
5-9.7	38		7		206	(1)		28 (5)	348 (31)	132 (9)	87 (29)	166 (23)	310 (26)
10-14.7		278	24		149		40 (13)	184 (16)	68 (7)	248 (19)	64 (36)	478 (29)	250 (13)
15-19.7		36	19		105		111 (12)	250 (25)	210 (15)	307 (31)	140 (25)	178 (12)	27 (2)
20-24.7			75		113		36 (10)	168 (22)	113 (10)	414 (36)	151 (21)	138 (11)	24 (2)
25-29.7			36	82	74		87 (13)	193 (15)	125 (21)	89 (10)	96 (28)	250 (16)	
30.7-3.8				66	65		68 (7)	54 (6)	100 (13)	349 (27)	116 (20)	41 (5)	
4-8.8				30	52		41 (18)	(1)	21 (16)	111 (15)	47 (9)	(1)	
9-13.8				1	15		19 (8)		1 (15)	111 (17)	(1)		
14-18.8							31 (11)		(1)	93 (20)			
19-23.8							(1)						
Sum sild	73	341	244	562	950	13	433	936	1386	2191	915	1866	963
Sum herring													

Tabell 10. Forholdet mellom vekt (W) og lengde (L) for de vanligste arter ferske, hele byttedyr i nebbporsjoner fra lunde på Herynken i 1988-94, uttrykt ved lineære regresjonsligninger for log-transformerte verdier av gjennomsnittsvekt (g) og lengde (mm) i alle lengdegrupper målt. - The relationships between weight (W) and length (L) for the most frequent species of fresh, whole prey in food loads from Puffins at Herynken in 1988-94, expressed by linear regression equations based on log-transformed values of the mean weight (g) and length (mm) in all length groups examined.

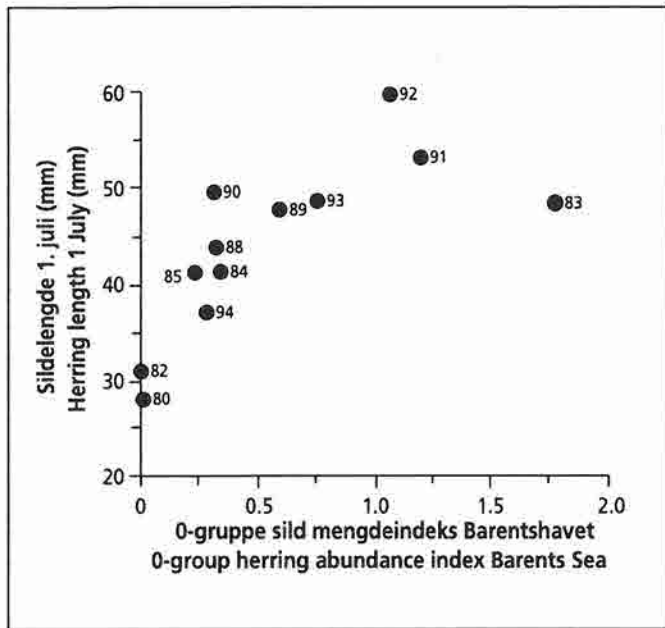
Art Species	Ant. fisk No. of fish	Ant. L-grupper No. of L groups	Vekt som funksjon av lengde Weight as a function of length	Lengde som funksjon av vekt Length as a function of weight	r^2 r^2
Sild - Herring	5059	84	$\text{Log } W = 15.246 \cdot \text{Log } (L) - 3.840$	$\text{Log } (L) = 0.065 \cdot \text{Log } W + 0.252$	0.998
Havsil - Sandeel	1379	89	$\text{Log } W = 3.314 \cdot \text{Log } L - 6.224$	$\text{Log } L = 0.301 \cdot \text{Log } W + 1.878$	0.997
Sei - Saithe	284	71	$\text{Log } W = 3.216 \cdot \text{Log } L - 5.566$	$\text{Log } L = 0.309 \cdot \text{Log } W + 1.732$	0.993
Hyse - Haddock	107	62	$\text{Log } W = 3.122 \cdot \text{Log } L - 5.354$	$\text{Log } L = 0.318 \cdot \text{Log } W + 1.717$	0.993
Hvitting - Whiting	66	40	$\text{Log } W = 3.021 \cdot \text{Log } L - 5.187$	$\text{Log } L = 0.328 \cdot \text{Log } W + 1.720$	0.990
Torsk - Cod	42	27	$\text{Log } W = 3.117 \cdot \text{Log } L - 5.428$	$\text{Log } L = 0.318 \cdot \text{Log } W + 1.741$	0.992
Tangbrosme - Rockling	443	27	$\text{Log } W = 2.781 \cdot \text{Log } L - 4.862$	$\text{Log } L = 0.357 \cdot \text{Log } W + 1.747$	0.992
Makrell - Mackerel	86	27	$\text{Log } W = 2.794 \cdot \text{Log } L - 4.946$	$\text{Log } L = 0.351 \cdot \text{Log } W + 1.766$	0.981
Uer - Redfish	36	12	$\text{Log } W = 2.804 \cdot \text{Log } L - 4.824$	$\text{Log } L = 0.344 \cdot \text{Log } W + 1.706$	0.963

Tabell 11. Lengde (mm) av ferske, hele fisk av de vanligste arter i nebbporsjoner fra lunde på Heryken i 1988-94. Verdiene i parentes er vektete gjennomsnitt der de enkelte femdagersperiodene ble betraktet som likeverdige (jf. figur 3). - Length (mm) of fresh, whole fish of the most frequent species in food loads from Puffins at Heryken in 1988-94. Values given in brackets are weighted means calculated by giving the different five-day periods equal weight (cf. Figure 3).

Art Species	Parameter Parameter	1988	1989	1990	År - Year 1991	1992	1993	1994
Sild - Herring	Snitt - Mean	55.2 (57)	58.0 (56)	56.5 (62)	62.8 (62)	63.6 (64)	52.1 (51)	39.7 (38)
	SD, n	12.1, 433	8.6, 936	9.4, 1386	12.6, 2191	12.1, 915	9.1, 1866	6.1, 963
Havsil - Sandeel	Snitt - Mean	49.8 (66)	84.1 (85)	66.7 (74)	79.4 (77)	105.7 (104)	89.3 (90)	83.4 (82)
	SD, n	18.2, 48	7.1, 27	28.5, 105	27.3, 75	10.5, 771	16.0, 43	7.9, 550
Sei - Saithe	Snitt - Mean	95.6 (105)		70.3 (73)		80.2 (85)	74.4 (69)	60.2 (60)
	SD, n	12.0, 24		17.9, 9		21.0, 39	15.1, 217	11.2, 5
Hyse - Haddock	Snitt - Mean	84.5 (89)	99.0 (92)	95.8 (102)	64.9 (67)	123.6 (122)	88.8 (80)	66.8 (67)
	SD, n	25.7, 19	12.3, 20	22.5, 24	21.6, 14	14.2, 24	23.3, 10	15.5, 4
Hvitting - Whiting	Snitt - Mean		97.0 (99)	96.5 (96)		108.6 (111)		
	SD, n		8.0, 11	19.8, 26		14.6, 31		
Torsk - Cod	Snitt - Mean	52.0 (52)	52.4 (56)	52.9 (50)	38.0 (37)	64.0 (66)	54.4 (54)	51
	SD, n	7.5, 3	8.4, 5	14.5, 31	4.7, 4	9.9, 5	10.3, 11	0.0, 1
Tangbrosme - Rockling	Snitt - Mean	32.3 (31)	40.5 (41)	32.8 (32)	33.4 (33)	33.7 (34)	33.4 (31)	
	SD, n	3.1, 275	4.9, 2	5.0, 250	4.2, 240	1.5, 3	4.0, 14	
Makrell - Mackerel	Snitt - Mean	34.9 (37)		30.3 (30)	35.6 (35)	46.5 (47)		
	SD, n	5.4, 56		4.1, 38	5.5, 53	6.4, 2		
Uer - Redfish	Snitt - Mean			24.3 (25)	18.1 (22)			
	SD, n			3.3, 6	5.5, 21			



Figur 7
Lengde (mm) av 0-gruppe sild i nebbporsjoner fra lunde på Heryken i 1980-94, plottet som gjennomsnitt (± 1 SE) i ulike femdagersperioder. Utvalgsverdier er angitt i tabell 9. - Length (mm) of 0-group herring in food loads from Puffins at Heryken in 1980-94, plotted as means (± 1 SE) for different five-day periods. Sample sizes are given in Table 9.



Figur 8

Gjennomsnittlig lengde (mm) av 0-gruppe sild i nebbporsjoner fra lunde på Herynken 1. juli for 12 ulike år i perioden 1980-94, i relasjon til Havforskningsinstituttets mengdeindeks for de samme årsklassene målt i Barentshavet 8-10 uker måneder senere (Toresen 1985, Anon. 1996). Lengdeverdiene ble beregnet ved vektet, lineær regresjon på data gruppert i femdagers-perioder (jf. figur 7). - Mean length (mm) of 0-group herring in food loads from Puffins at Herynken on 1 July for 12 different years in 1980-94, in relation to abundance indices obtained by the Institute of Marine Research for the same year-classes in the Barents Sea 8-10 weeks later (Toresen 1985, Anon. 1996). The length values were estimated by weighted linear regressions on data grouped in five-day periods (cf. Figure 7).

3.3.2 Næringskvalitet

Det var betydelige forskjeller i kvaliteten på de byttedyr lundene bragte til ungene (tabell 12, figur 9). Forskjellene skyldtes primært ulikt fettinnhold i byttedyr av ulik art og størrelse, mens det var mindre variasjon i proteinverdi. Energiverdien for sild lå langt under den for havsil, og selv torskefisk kunne måle seg med det meste av den silden lundene valgte. Både for sild, havsil og sei var det en signifikant økning i energiinnhold med økende fiskelengde. Økningen pr lengdeenhet var størst for sild, og det kan ikke utelukkkes at 1-gruppe sild (sild i sitt andre kalenderår), som er et viktig fødeemne for sjøfugl i Barentshavet, kan ha nesten like god energikvalitet som sil.

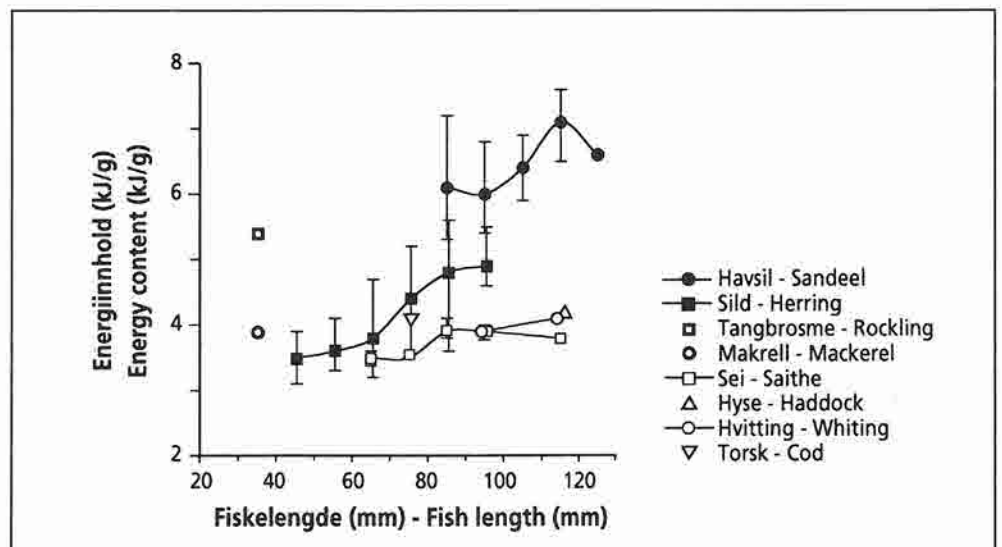
I forhold til størrelsen var tangbrosmeyngelen av overraskende god kvalitet (høyt fettinnhold), mens makrellyngel så ut til å være et vesentlig magrere bytte. Det var ikke tilstrekkelig materiale til å analysere flere prøver av disse artene, så forskjellen kan ikke testes. Det er likevel rimelig å regne den som reell, siden analysen omfattet såvidt mange individer av hver art og forskjellen i tallverdi var så stor.

3.3.3 Stimende 0-gruppe sild

Det var signifikant forskjell i størrelse på fritt svømmende sild innfanget vha ulike fangstmetoder i juli 1989 ($F_{2, 505} = 28.81$, $p < 0.001$, tabell 13). Det var ingen betydelig lengdeforskjell på sild fanget ved aktiv fangst med bøtte eller hov ned i stimene ($t = 1.65$, $df = 340.9$, $p = 0.1$), men yngelen som ble fanget på passiv måte (tråling) var betydelig kortere ($t = 7.37$, $df = 506$, $p < 0.001$). Dette resultatet er forventet som en kombinasjon av at de minste ynglene ikke stimer samt at større yngel har bedre mobilitet og lettere kan unngå en trålpose. Ved aktiv fangst ned i de tette stimene var reaksjonsmulighetene vesentlig redusert og det var neppe betydelige forskjeller i fangbarhet for yngel av ulik størrelse. Det er derfor rimelig å anta at vi fikk et representativt utvalg av yngel fra disse stimene. Det var imidlertid signifikante forskjeller i yngelvekt mellom alle tre fangster ($F_{2, 505} = 25.09$, $p < 0.001$), selv om forskjellen var minst mellom de to aktive fangstene ($t = 3.32$, $df = 442$, $p = 0.001$).

Figur 9

Gjennomsnittlig energiinnhold (kJ/g ferskvekt) i forhold til lengde (mm) for 8 ulike arter fisk i nebbporsjoner fra lunde på Herynken i 1990-93. Variasjonsbredden er angitt (jf. tabell 12). - Mean energy content (kJ/g fresh weight) in relation to length (mm) of 8 different fish species in food loads from Puffins at Herynken in 1990-93. Ranges of values are indicated (cf. Table 12).



Tabell 12. Fettinnhold, proteininnhold og energiverdi for utvalg av lundenes byttedyr på Røst i 1990-93. Fisk i lengdegruppe 4 er 41-50 mm, gruppe 5 er 51-60 mm osv., n er antall prøver analysert. Analyse materialet var enten varmtørket (1), frysetørket (2) eller ferskt (3). Resultater av enveis variansanalyser er angitt. - Fat content, protein content and energy value of prey samples offered to Puffin chicks at Røst in 1990-93. Fish in length group 4 are 41-50 mm, group 5 are 51-60 mm, etc.; n indicates the number of samples analysed. The analysed material was either warm-dried (1), freeze-dried (2) or fresh (3). Results of one-way ANOVA tests are given.

Art Species	Lengde gruppe Length group	År Years	Antall prøver No. of samples	Antall fisk No. of fish	Type materiale Type of material	Fett(%) Fat(%)			Protein(%) Protein (%)			Energi (kJ/g ferskvekt Energy (kJ/g fresh wt.)		
						n	Snitt Mean	SE	n	Snitt Mean	SE	n	Snitt Mean	SE
Sild	4	1990-93	8	329	1, 2, 3	7	1.6	0.0	7	16.0	0.5	6	3.5	0.1
Herring	5	1990-93	17	398	1, 2, 3	16	1.6	0.1	16	17.0	0.4	15	3.6	0.1
	6	1990-93	30	508	1, 2, 3	28	2.0	0.1	29	16.9	0.3	28	3.8	0.1
	7	1990-92	13	183	1, 2, 3	13	2.9	0.2	12	18.0	0.4	12	4.4	0.1
	8	1990-91	11	50	1, 2	10	3.8	0.4	10	18.7	0.4	9	4.8	0.2
	9	1991	5	16	2, 3	6	4.0	0.4	5	19.0	0.5	5	4.9	0.2
						$F = 26.46, p < 0.001$			$F = 6.12, p < 0.001$			$F = 21.72, p < 0.001$		
Havsil	8	1991-93	5	64	2, 3	5	6.8	0.8	5	19.3	0.8	5	6.1	0.4
Sandeel	9	1992(90)	5	86	3(1)	5	7.0	0.6	5	18.0	0.2	5	6.0	0.2
	10	1990+92	2	49	1, 3	2	8.1	1.3	2	18.0	0.1	2	6.4	0.5
	11	1991-92	8	127	1, 2, 3	8	9.5	0.3	8	19.8	0.6	8	7.1	0.2
	12	1992	1	6	3	1	8.4	-	1	18.5	-	1	6.6	-
						$F = 4.25, p = 0.016$			$F = 0.59, p = 0.674$			$F = 2.96, p = 0.053$		
Sei	6	1992-93	2	18	3	2	2.0	0.0	2	15.2	0.5	2	3.5	0.1
Saithe	7	1992-93	2	14	3	2	2.0	0.1	2	15.4	0.6	2	3.5	0.1
	8	1990+93	3	10	2, 3	3	2.3	0.1	2	16.8	1.0	2	3.9	0.1
	9	1993	3	10	3	3	2.5	0.1	3	16.1	0.1	3	3.9	0.1
	11	1992	2	8	3	2	2.5	0.3	2	15.5	0.0	2	3.8	0.1
						$F = 3.07, p = 0.093$			$F = 1.74, p = 0.260$			$F = 4.94, p = 0.042$		
Hyse	5	1991	1	2	2	1	2.6	-	0	-	-	0	-	-
Haddock	11	1990-92	3	11	1, 2, 3	3	3.3	0.4	3	16.0	0.9	3	4.2	0.2
Hvitting	9	1990	1	3	1	1	2.9	-	1	15.6	-	1	3.9	-
Whiting	11	1990/92	2	11	1, 3	2	3.1	0.4	2	16.0	0.3	2	4.1	0.1
Torsk	7	1990	1	11	2	1	2.1	-	1	18.1	-	1	4.1	-
Cod														
Makrell	1	1990	1	35	2	1	1.4	-	1	18.6	-	1	3.9	-
Mackerel														
Tangbrosme	3	1990	1	198	1	1	5.1	-	1	18.9	-	1	5.4	-
Rockling														

Tabell 13. Lengde (mm) og vekt (g) av stimende 0-gruppe sild og 0-gruppe sild tatt av større fisk (25-40 cm lange sei og sild), rødnebbterne og lunder ved Hernyken i juli 1989. - Length (mm) and weight (g) of schooling 0-group herring and 0-group herring preyed on by larger fish (25-40 cm long Saithe and Herring), Arctic terns and Puffins close to Hernyken in July 1989.

Kategori Category	Innsamlingsmetode Sampling method	Dato Date	n	Lengde - Length			Vekt - Weight		
				Snitt Mean	SE	Var.bredde Range	Snitt Mean	SE	Var.bredde Range
Stimer m.m. - Schools etc.	Håvtrål - Bag net trawl	10.7	64	49.3	0.58	37-59	0.53	0.022	0.20-1.00
Kun stimer - Only schools	Bøtte - Bucket	14.7	194	55.1	0.30	43-69	0.71	0.014	0.25-1.50
Kun stimer - Only schools	Håv - Bag net	19.7	250	54.2	0.47	41-70	0.80	0.023	0.25-1.75
Kun stimer - Only schools	Sum - Sum	14+19.7	444	54.7	0.27	41-70	0.75	0.013	0.25-1.75
Rovfisk - Predatory fish	Oppgullet - Regurgitated	13.7	65	53.7	0.76	41-65	0.75	0.037	0.20-1.40
Rødnebbterne - Arctic tern	Funnet i koloni - Found in colony	19.7	20	53.5	1.53	42-66	0.73	0.072	0.30-1.30
Lunde - Puffin	Nebbporsjoner - Food loads	10-14.7	112	56.7	0.68	42-70	0.83	0.037	0.15-1.70
		15-19.7	228	58.9	0.41	43-75	0.95	0.023	0.30-2.15

Alle disse resultatene vil være påvirket av variasjon som bl.a. kan skyldes yngelvekst i dagene mellom fangstene, ulik gruppering av individene innenfor stimene (f.eks. i forhold til vekt kondisjon), og forskjeller i størrelse og vekt kondisjon for yngel fra stim til stim. Siden både større fisk og fugl (i alle fall de vi samlet byttedyr fra) tilsynelatende fokuserer sin predasjon til de tette sildestimene nær overflaten, ble trålfangsten utelatt i den videre analysen.

Det var ingen betydelig størrelsesforskjell på yngel i stimene og yngel som ble gulpet opp av større fisk (lengde: $t = 1.38$, $df = 507$, $p = 0.169$, vekt: $t = 0.12$, $df = 507$, $p = 0.907$) eller de som på samme tid ble funnet i en koloni av rødnebbterne *Sterna paradisica* ved Trenyken, 1 km lenger nord (lengde: $t = 1.00$, $df = 462$, $p = 0.317$, vekt: $t = 0.24$, $df = 462$, $p = 0.807$, **tabell 13**). Lundene bragte imidlertid med seg sild som var signifikant større allerede 10-14.7 (lengde: $t = 2.70$, $df = 146.4$, $p = 0.008$, vekt: $t = 219$, $df = 140.5$, $p = 0.03$, Levene's test for lik varians: $F = 17.86$, $p < 0.001$), og silden i lundeporsjonene økte ytterligere i neste femdagersperiode 15-19.7 (lengde: $t = 2.83$, $df = 338$, $p = 0.005$, vekt: $t = 2.70$, $df = 338$, $p = 0.007$).

3.3.4 Beiteområder

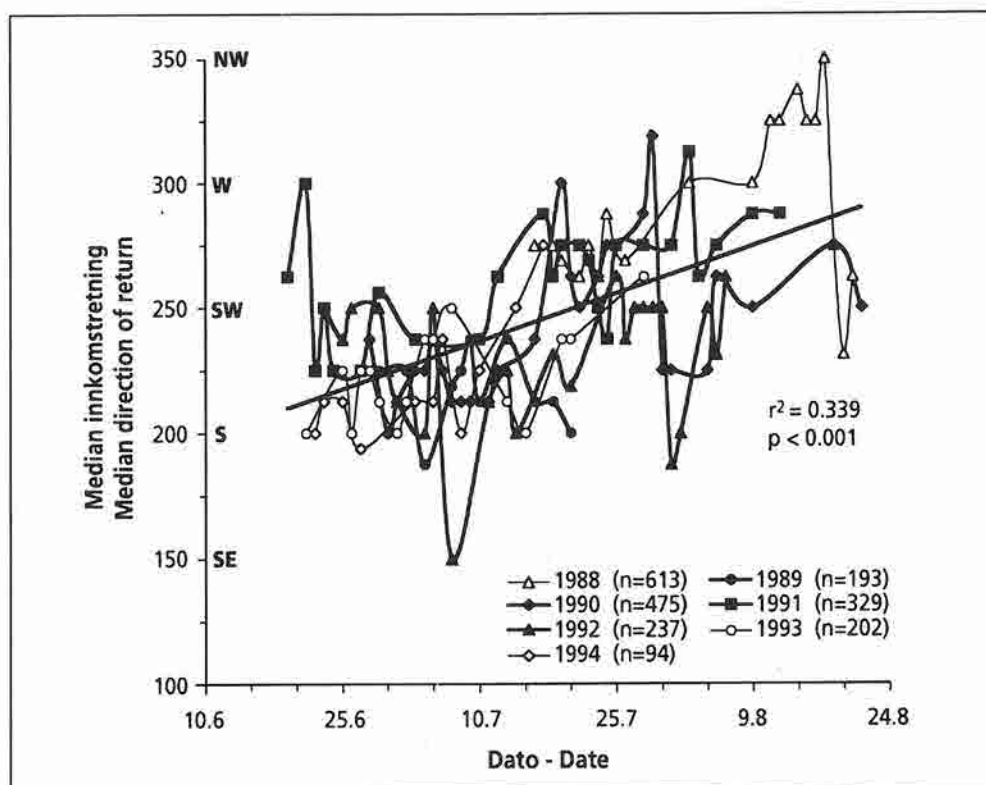
Observasjonene som ble foretatt fra toppen av Herynken indikerte at de viktigste beiteområdene til lundene lå sørvest for koloniene (**figur 10**). Avstanden til områdene var som regel betydelig. Bare unntaksvis ble beitende lunder påvist innenfor synsvidde fra kolonien. Fugler med fisk returnerte oftest i små grupper i relativt stor høyde (anslagsvis 50-200 m). Bare 2 % av individene (266 av 13175 fugler) fløy alene, men en vesentlig andel av disse kan ha brutt ut av flokker før de ble observert. I en avstand av 2 km eller mer talte 75 % av flokkene mindre enn 10 individer

(median 5, maksimum 86 fugler, $n = 1798$ grupper eller enkelt-individer). Ved gode observasjonsforhold kunne de oppdages på minst 4-5 km's avstand.

Dersom en antar at innkomstretningen til lunder med fisk gjen-speiler den reelle retningen til beiteområdene, var det i flere sesonger en klar tendens til at beiteområdene gradvis forskjøv seg nordover i løpet av ungeperioden. For hele materialet vurdert under ett (uten vektning) var denne tendensen klart signifikant (Pearson $r^2 = 0.339$, $n = 135$, $p < 0.001$). I perioder med iøynefallende dårlig matingsfrekvens var innkomstretningen gjerne mindre systematisk og lundene returnerte fra en bredere sektor. Dette var ofte tydelig i tiden like før de fleste voksne lundene avsluttet hekkingen og forlot kolonien (jf. **kapittel 3.6** og **tabell 20**).

Ved noen få anledninger ble viktige beiteområder for lunde kartfestet fra skip i åpent hav. På et regulert havforskningstokt i dagene 16-20. juli 1988 ble det registrert både aktivt beitende fugler på sjøen og fugler som fløy mot Røst med matporsjoner i nebbet i en avstand på opptil 137 km nordvest for koloniene (Anker-Nilssen & Lorentsen 1990). Dette toktet fulgte imidlertid en fast transektrute, og det er derfor vanskelig å vurdere betydningen av dette ekstreme beiteområdet. I dagene 3-4. august 1988 ble det påvist betydelige konsentrasjoner av beitende fugler i to områder, henholdsvis omkring 20 km vest for Røst og 85-105 km nordvest for koloniene (Anker-Nilssen & Lorentsen 1990). Dette toktet var styrt etter innkomstretningen til lundene og avdekket trolig de viktigste beiteområdene på det tidspunktet. Tilsvarende kartleggingsmetode ble benyttet 14. juli 1992 da det som trolig var hovedområdet for lundene ble funnet omlag 40-50 km sør for Røst. Ved begge disse anledningene var det godt samsvar mellom retning mot fugler på vei inn til kolonien og kursen mot de påviste beiteområdene.

Figur 10
Median retning (kompasskurs, skala 0-400°), hvorfra grupper av voksne lunder med matporsjoner returnerte til Herynken i 1988-94. Hvert plot representerer en taksering, mens n -verdier angir det totale antall grupper målt i det enkelte år. - Median direction (compass direction, scale 0-400°) from which groups of adult Puffins returned with food loads to Herynken in 1988-94. Each plot represents one count, and n values indicate the total number of groups assessed in each year.



Registreringene i åpent hav i 1994 avdekket spesielt mange lunder på sjøen den 27. juni ved posisjon 66°56'N 11°42'E, dvs. 56 km nesten rett sør (187°) for Herynken, og noen færre lunder på sjøen i posisjon 67°09'N 12°26'E, dvs. i en avstand av 40 km sørøst (142°) for Herynken. Mellom disse områdene var det stor trafikk av flygende lunder, men få eller ingen fugler på sjøen. Den 7. juli samme år lå beiteområdene sør for Røst. Det var da en del lunder på sjøen i posisjon 66°56'N 11°41'E, dvs. ganske nøyaktig samme sted hvor det ble registrert store antall 10 dager tidligere, og i kurs videre mot nordøst ble det funnet spesielt mange lunder beitende i posisjon 66°57'N 11°47'E (54 km, 184° fra Herynken). Først ved posisjon 67°02'N 11°56'E (45 km, 176°), 16 km nordøst for første registrering, var det ikke lenger lunder å se, hverken på sjøen eller i luften.

Våre registreringer av inkomstretning i 1994 samsvarer bra med observasjonene i åpent hav. Ved taksering 27. juni kom mer enn halvparten av fuglene inn fra rett sør (180°), mens de fleste andre kom fra de to nærmeste sektorene mot sør-sørøst. Det var ingen taksering 7. juli, men ved takseringen dagen etter kom alle fugler inn mellom sørøst og sørvest med median inkomst fra sør (grupper 180°, individer 191°). Ved en taksering 6. juli var inkomstretningen nær sørvestlig (median grupper 214°).

Beiteområdet som ble funnet 7.7.94 er det samme som lundene benyttet 14.7.92. Desto mer interessant er dette når fuglene ved begge anledninger beitete nesten utelukkende havsil. Eksempelvis var samtlige 12 næringsprøver innsamlet på Herynken 7.7.94 rene havsil-porsjoner.

3.3.5 Konsumberegning

Kombinert med kunnskap om energiforbruk hos frittlevende lunder på Hornøy i Øst-Finnmark målt vha. dobbeltmerket vannmetoden (G.W. Gabrielsen, unpubl.), kan resultater fra prosjektet brukes til å stipulere lundebestandens totale konsum gjennom en hekkesesong. De foreliggende data viser at lundene på Røst er i stand til å konsumere omkring 20 milliarder 0-gruppe sild bare i løpet av ungeperioden (figur 11). Det er en rekke kilder til variasjon i slike beregninger. Estimater er basert på en god sesong hvor 75 % av dietten er sild, og forutsetter at de voksne fuglenes diett har en sammensetning som ikke avviker fra den de tilbyr ungene. Selv om dette er en rimelig antagelse, er det et svært viktig poeng, siden ungene bare consumerer 10 % av den energien lundene henter ut av systemet i ungeperioden. I denne beregningen er det lagt inn et forholdsvis konservativt antall ungfugler. Dette er både av hensyn til at de yngste årsklassene ikke oppsøker koloniområdet i like stor grad som eldre fugler, og fordi ungfuglene heller ikke ankommer like tidlig som de etablerte hekkefuglene (f.eks. Hudson 1985). Det kan imidlertid godt hende at de yngre lundene forsyner seg av 0-gruppe sild gjennom en like lang periode som hekkefuglene.

Dersom lundene i stor grad også beiter sild i eggleggings- og rugetiden (mai-juni) kan totalkonsumet målt i antall byttedyr være mange ganger så stort. Før egglegging og mellom ruge-skiftene er lundene borte fra kolonien i lengre perioder og har trolig langt større aksjonsradius. På forsommeren er dessuten silden mye mindre enn senere i sesongen. Når avstanden mellom

kolonien og beiteområdet er stor, slik den nesten alltid er på Røst, vil små sild ikke være et egnet bytte for effektiv foring av ungene, siden lundene ikke vil kunne bære dem med seg i tilstrekkelig store porsjoner (jf. figur 6). Dersom små sild er mye lettere å fange kan det imidlertid godt tenkes at hekkefuglene selv consumerer sild av noe mindre i størrelse enn de ungene får, siden 4-5 cm lange gjennomsiktige postlarver ikke har noen vesentlig dårligere kvalitet enn den 6-7 cm lange sildeyngelen lundene bringer med seg når ungeveksten er akseptabel. Et samlet uttak i størrelsesorden 100 milliarder 0-gruppe sild er derfor ikke urealistisk for hekkebestanden på Røst i enkelte år. Den samlede bestanden i andre kolonier i Nordland og Troms vil også ha potensiale til å forestå et lignende konsum. Disse forhold er diskutert videre i **kapittel 4.2**.

3.4 Reproduksjon

3.4.1 Eggstørrelse

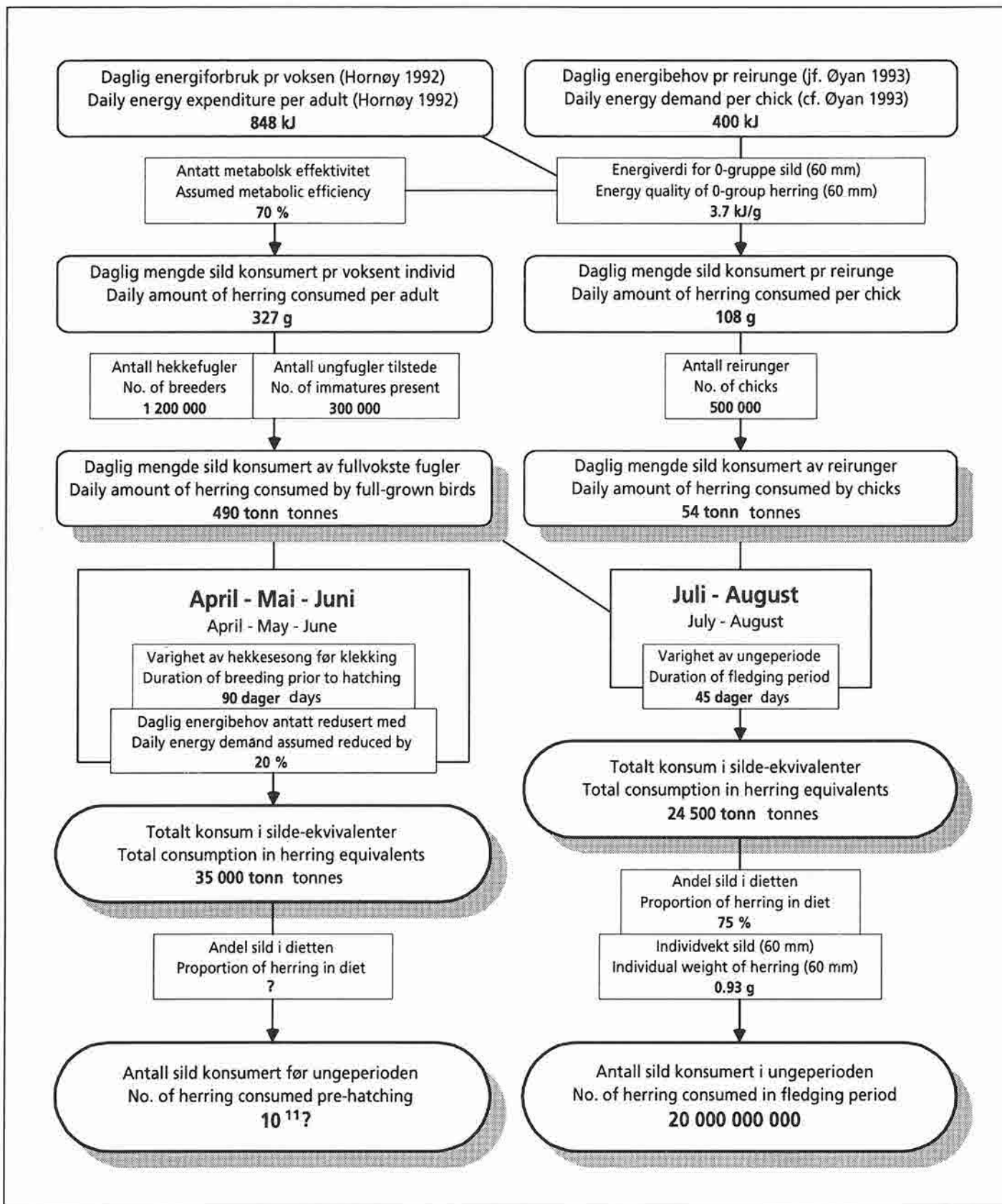
Det er vist at uerfarne, unge fugler legger mindre egg enn voksne, erfarne hekkefugler (f.eks. Sæther 1990). Variasjoner i eggstørrelse innen populasjonen kan derfor være en god kontroll på om bestandsendringene skyldes variasjoner i rekruttering av nye hekkefugler eller er et resultat av at en varierende andel av de etablerte hekkefuglene går til hekking hvert år. I 1983 og i perioden 1990-94 ble en stor andel av eggene i studiereirene målt og deres volum V beregnet som angitt av Hoyt (1979) etter formelen

$$V = K_v \cdot L \cdot B^2$$

der L er egg lengde, B er egg bredde og konstanten $K_v = 0.507$. Noen få egg ble målt i 1982 og 1989. Det var en signifikant variasjon i eggvolum mellom år (tabell 14, ANOVA, $F = 2.52$, $df = 7$, 860 , $p = 0.014$). Variasjonen var i første rekke et utslag av variasjon i egg bredde ($F = 3.00$, $p = 0.007$), siden det ikke var noen signifikant variasjon i egg lengde ($F = 1.54$, $p = 0.163$). I de un-

Tabell 14. Statistikk for eggstørrelse (i mm og cm³) hos lunde på Herynken, Røst i 1982-94. - Parameters of egg size (in mm and cm³) for Puffins at Herynken, Røst in 1982-94.

År Year	n n	Lengde Length		Bredde Breadth		Volume Volume	
		Snitt Mean	SE SE	Snitt Mean	SE SE	Snitt Mean	SE SE
1982	4	62.1	0.21	44.3	0.28	61.8	0.99
1983	121	64.0	0.20	44.2	0.10	63.4	0.39
1989	11	62.4	0.54	44.0	0.56	61.3	1.72
1990	109	63.8	0.24	43.5	0.15	61.2	0.55
1991	164	64.0	0.19	43.9	0.12	62.7	0.40
1992	147	63.5	0.19	43.7	0.11	61.6	0.38
1993	149	63.7	0.18	44.0	0.10	62.5	0.35
1994	163	63.7	0.18	43.9	0.10	62.2	0.34
Totalt	868	63.8	0.08	43.9	0.05	62.3	0.16
Total							



Figur 11
Antydningvis beregning av Røst-lundenes totale konsum av 0-gruppe sild gjennom hekkesesongen i et rimelig godt produksjonsår for sild. Beregningen for ungeperioden forutsetter at de voksne spiser samme type byttedyr som de tilbyr sine unger. Hekkende fuglers energiforbruk ble målt i ungeperioden vha. dobbeltmerket vann (G. Gabrielsen, unpubl.). - Tentative calculation of the total amount of 0-group Herring consumed by Røst Puffins during one breeding season when herring production is reasonably good. The estimate for the fledging period is made on the assumption that adults feed on the same type of prey as they offer their chicks. The energy expenditure of breeding birds was measured in the chick-rearing period by using doubly-labelled water (G. Gabrielsen, unpubl.).

dersøkte årene var både eggbredde og eggvolum størst i 1983 og minst i 1990.

Det var en sterk negativ korrelasjon mellom årlig bestandsutvikling (målt som prosentuell endring fra foregående år, **tabell 6**) og både eggbredde og eggvolum (henholdsvis $r^2 = 0.608$, $n = 8$, $p = 0.023$ og $r^2 = 0.799$, $n = 8$, $p = 0.003$), men ikke med eggglengde ($r^2 = 0.025$, $n = 8$, $p = 0.707$).

3.4.2 Hekketidspunkt

Lundeeggenes klekkesidspunkt fra år til år varierte innenfor en periode på nesten tre uker (**tabell 15**). Variasjonen i årene frem til 1985 er beskrevet av Anker-Nilssen (1987). I senere år inntraff tyngdepunktet av klekkingen som regel i siste uke av juni.

Tabell 15. Statistikk for klekkesidspunkt i studiereirene på Røst i perioden 1978-94. Estimer for 1978-79 er basert på data publisert av Tschanz (1979). - Parameters of the timing of hatching in the nests studied at Røst in 1978-94. Estimates for 1978-79 are based on data published by Tschanz (1979).

År Year	Klekkesdato (1. juni = 1) Hatching date (1 June = 1)				Avvik i dager fra Deviation in days from	
	Snitt Mean	SD	Median	n	forrige år last year	median
1978	26.1	1.8	26	25	?	2.25
1979	23.2	2.5	23	31	-2.9	-0.75
1980	18.3	5.5	18	7	-4.9	-5.75
1981	16.5	8.7	14	11	-1.8	-9.75
1982	13.3	6.2	13	18	-3.2	-10.75
1983	10.6	5.8	11	66	-2.7	-12.75
1984	20.0	6.6	19	37	9.4	-4.75
1985	28.6	5.2	28	43	8.6	4.25
1986	22.8	4.5	23	59	-5.8	-0.75
1987	?	?	?	0	?	?
1988	30.2	6.3	30	24	?	6.25
1989	28.2	7.3	27	84	-2.0	3.25
1990	24.3	8.1	23	131	-3.9	-0.75
1991	25.0	3.9	25	138	0.7	1.25
1992	29.5	5.7	29	138	4.5	5.25
1993	24.8	4.4	24	131	-4.7	0.25
1994	21.5	8.6	19	63	-3.3	-4.75

3.4.3 Ungevekst

Lundeungenes vekst var meget variabel fra år til år og innen hver sesong (**figur 12-14**). Det finnes ikke to år som kan karakteriseres som like, men noen iøynefallende hovedtrekk illustreres godt ved ungenes vektutvikling. I de fleste årene hadde vektkurven (i forhold til alder) en normal sigmoid form (**figur 13**), til tross for at vekstraten var svært variabel mellom år. Den store spredningen i hekketidspunkt vil virke til å glatte ut kurvene, men de indikerer likevel at endringene i næringstilgangen i slike år var mindre plutselige og mindre omfattende enn i år hvor vekstkurven hadde en tydelig knekk (1984 og 1993-94). Når en betrakter vektutviklingen i forhold til dato (**figur 12**) trer omslagene i næringstilgangen tydeligere frem og viser at i den siste perioden med gode år (1989-92) var det likevel markerte omslag til dårlige forhold sent i sesongen. Selv om unger i god kondisjon normalt har et vektupptak like før de forlater reiret, tilsier en stor spredning i ungenes alder til enhver tid at overgangen til en generell reduksjonsfase ikke kan forventes å inntreffe så plutselig. Veksten i årene etter 1985 viser med all tydelighet hvordan næringstilgangen til ungene som regel har sviktet fullstendig på et eller annet tidspunkt i ungeperioden og ikke tatt seg opp igjen senere i sesongen.

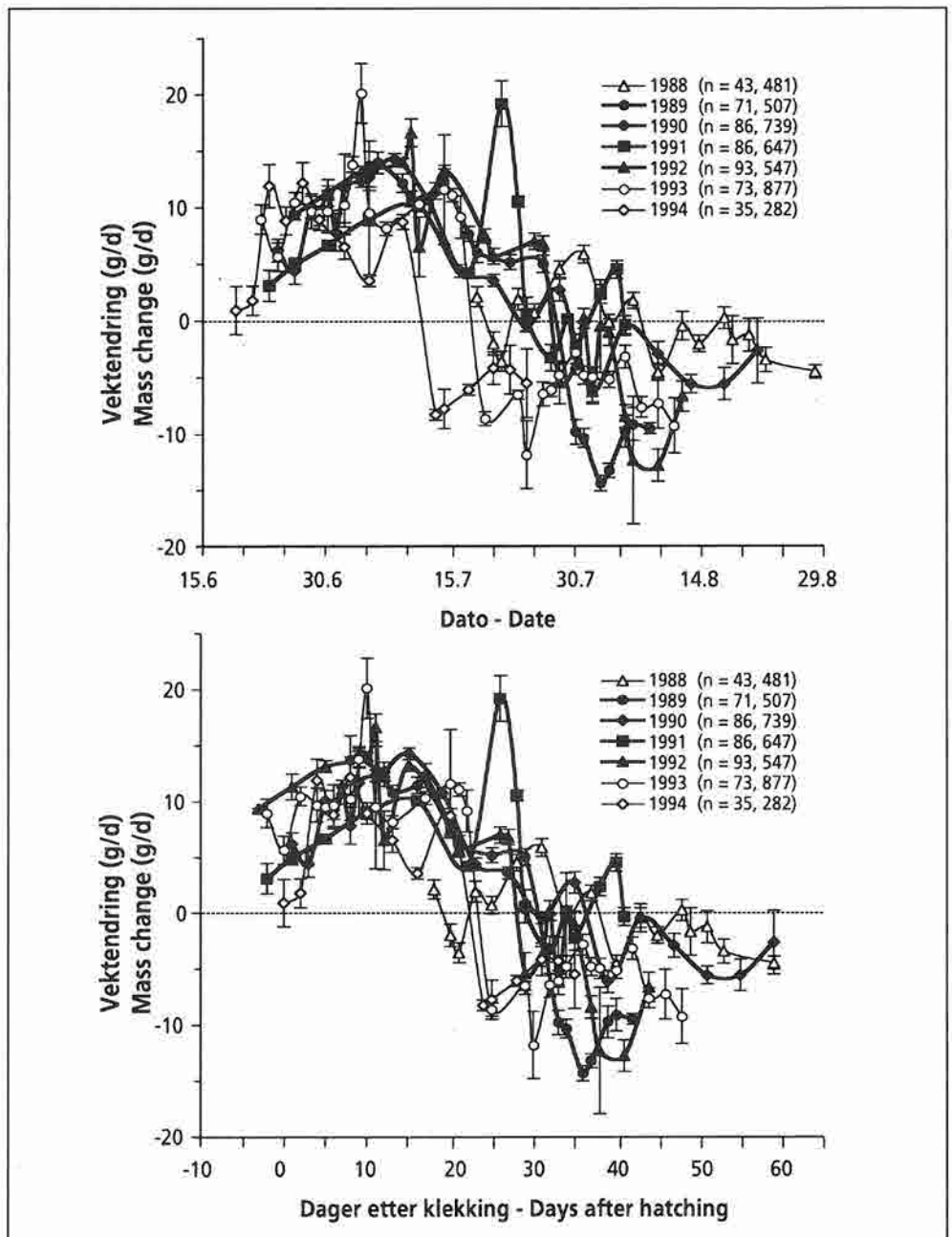
selige og mindre omfattende enn i år hvor vekstkurven hadde en tydelig knekk (1984 og 1993-94). Når en betrakter vektutviklingen i forhold til dato (**figur 12**) trer omslagene i næringstilgangen tydeligere frem og viser at i den siste perioden med gode år (1989-92) var det likevel markerte omslag til dårlige forhold sent i sesongen. Selv om unger i god kondisjon normalt har et vektupptak like før de forlater reiret, tilsier en stor spredning i ungenes alder til enhver tid at overgangen til en generell reduksjonsfase ikke kan forventes å inntreffe så plutselig. Veksten i årene etter 1985 viser med all tydelighet hvordan næringstilgangen til ungene som regel har sviktet fullstendig på et eller annet tidspunkt i ungeperioden og ikke tatt seg opp igjen senere i sesongen.

3.4.4 Hekkesuksess

Lundenes hekkesuksess har variert sterkt fra år til år (**tabell 16**). Hekkeresultatet ble målt som utflygingsuksess, definert som andel klekte unger som forlot reiret. Det er normalt en viss dødelighet av unger i forbindelse med klekkingen. Sjekkingen av reir i denne perioden gjøres så skånsomt som mulig (ungene tas ikke ut dersom det er eller kan være voksenfugler tilstede), men det kan likevel ikke utelukkes at enkelte nyklekte unger ble forlatt

Tabell 16. Beregnet utflygingsuksess for lunde på Røst i 1978-93 og tilhørende datagrunnlag (reir forlatt som følge av forstyrrelse ikke er medregnet). Estimaterne for helt mislykkede år ble også bekreftet av en rekke andre observasjoner. - Estimated fledging success of Puffin chicks at Røst in 1978-93 and the corresponding sample sizes (nests abandoned due to disturbance are not included). The estimates for completely failed seasons were also confirmed by several other observations.

År Year	Ant. studiereir m/kjent utfall No. of nests studied with known outcome	Utflygings- suksess Fledging success	Publisert av Published by
1978	25	0	Tschanz 1979
1979	31	0	Tschanz 1979
1980	5	0	Anker-Nilssen 1987
1981	10	0	Anker-Nilssen 1987
1982	11	0	Anker-Nilssen 1987
1983	57	0.88	Anker-Nilssen 1987
1984	32	0.47	Anker-Nilssen 1987
1985	31	0.77	Anker-Nilssen 1987
1986	72	0	Anker-Nilssen 1992
1987	8	0	Anker-Nilssen 1992
1988	50	0.24	Anker-Nilssen & Lorentsen 1990
1989	83	0.88	Anker-Nilssen 1992
1990	92	0.80	Anker-Nilssen 1992
1991	99	0.92	Anker-Nilssen 1992
1992	121	0.96	Upubl. - Unpubl.
1993	92	0.51	Upubl. - Unpubl.
1994	55	0.02	Upubl. - Unpubl.

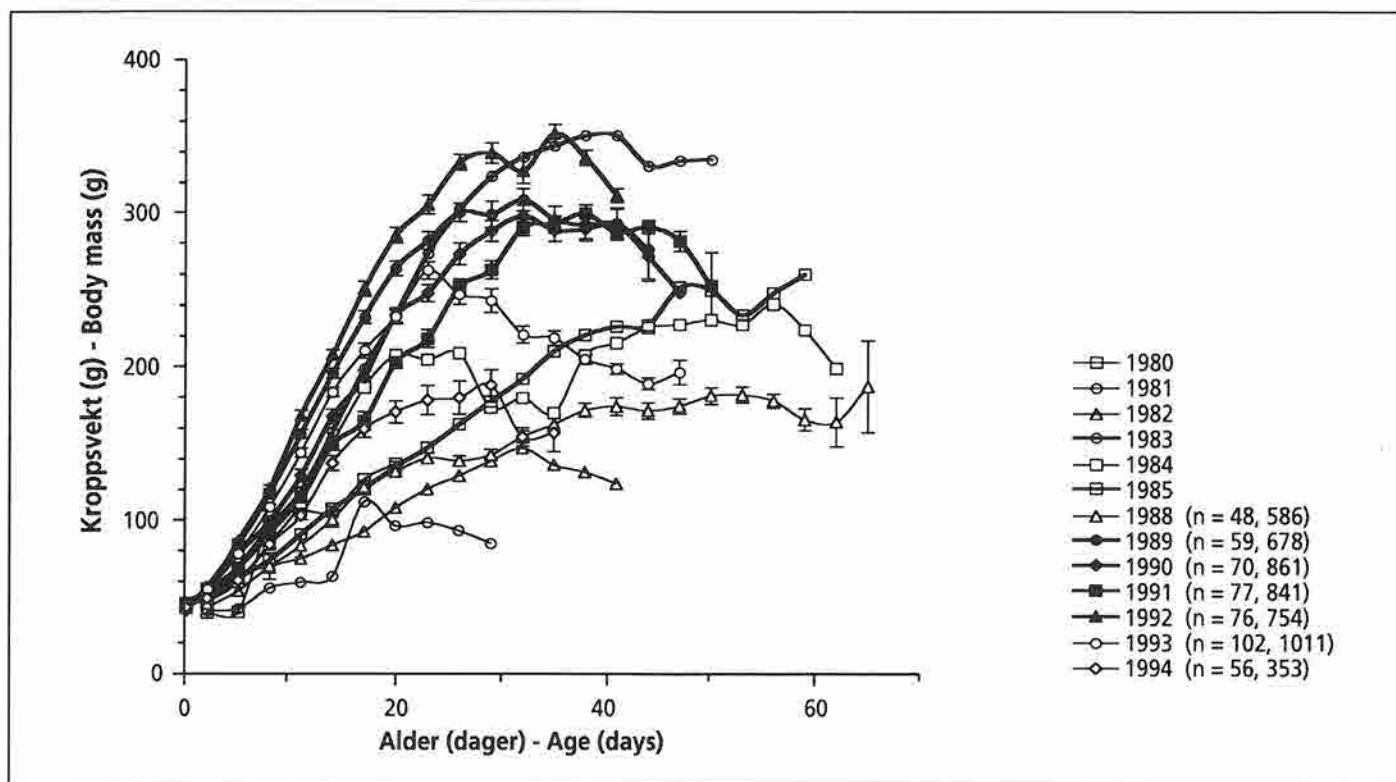


som følge av vår virksomhet. Unger som omkom uten å øke i vekt etter klekking er derfor utelatt fra analysen, såfremt de ikke med sikkerhet var alene ved våre reirbesøk. Siden naturlige årsaker var vel så sannsynlige for disse ungenes endelikt, var således den virkelige hekkesuksessen i enkelte år trolig litt dårligere enn resultatene i tabellen tilsier. I 1994 var det ekstra vanskelig å vurdere slikt frafall fordi dødeligheten like etter klekking var langt høyere enn normalt som følge av dårlig næringstilgang. For de 7 årene med total ungedødelighet, var det reelle beregningsgrunnlaget minst en tierpotens større enn det reirantallet som er angitt i tabellen.

I 1994 var unormalt mange av eggene i studiereirene kalde ved første sjekk, og klekkesuksessen var svært dårlig. På grunn av vår aktivitet er det ikke mulig å estimere den naturlige klekkesuksessen, men det var langt under forventning at vi i løpet av sesongen påviste unge i bare 34 % av studiereirene (72 av 212).

Eksempelvis var den tilsvarende andelen 58 % (134 av 229) i 1993 og 64 % (148 av 233) i 1992, da klekkingen forløp normalt og frekvens og rutiner for reirsjekk var av samme omfang som i 1994. Dette viser at nær halvparten (estimat 44 %) av fuglene som normalt ville fullført rugingen, avbrøt hekkingen før klekking i 1994. Det er rimelig å anta at frafallet var størst blant de uerfarne hekkefuglene (som legger egg noe senere enn de mer erfarne). Som relativt mål for hele populasjonens hekketidspunkt er derfor det beregnede klekketidspunktet i 1994 (**tabell 15**) trolig et for tidlig estimat.

Det var en signifikant tendens til at hekkingen startet tidligere året etter en dårlig hekkesesong og senere året etter en god sesong (**figur 17**, Spearman $r_s = -0.615$, $n = 14$, $p = 0.019$). Endring av hekketidspunkt kan ikke være uavhengig av utgangspunktet, siden sannsynligheten for utsatt hekking vil øke jo tidligere forrige hekking var. Derfor ble endringen i klekketidspunkt fra



Figur 13

Lundeungenes vektutvikling ($g \pm 1$ SE) på Herynken i 1980-94 i relasjon til alder (dager). Tynne kurver markerer år hvor de fleste ungene omkom i reiret. Det er ingen data for 1986-87 da ungene døde i løpet av sin første leveuke. Kurvene for 1980-85 er publisert av Anker-Nilssen (1987) og inkluderer reir på naboøya Værholmen. Alle plott er basert på minst 5 individuelle mål, og n -verdiene angir maksimalt antall mål pr plott og totalt antall mål for hvert år. - Development of body mass ($g \pm 1$ SE) of Puffin chicks at Herynken in 1980-94 in relation to their age (days). Thin curves indicate years when the majority of chicks died as nestlings. There are no data from 1986-87, when chicks died during their first week of life. The curves for 1980-85 have been published by Anker-Nilssen (1987) and include nests on the neighbouring islet of Værholmen. All plots are based on at least 5 individual measurements, and the n values indicate the maximum number of measurements per plot and the total number of measurements for each year.

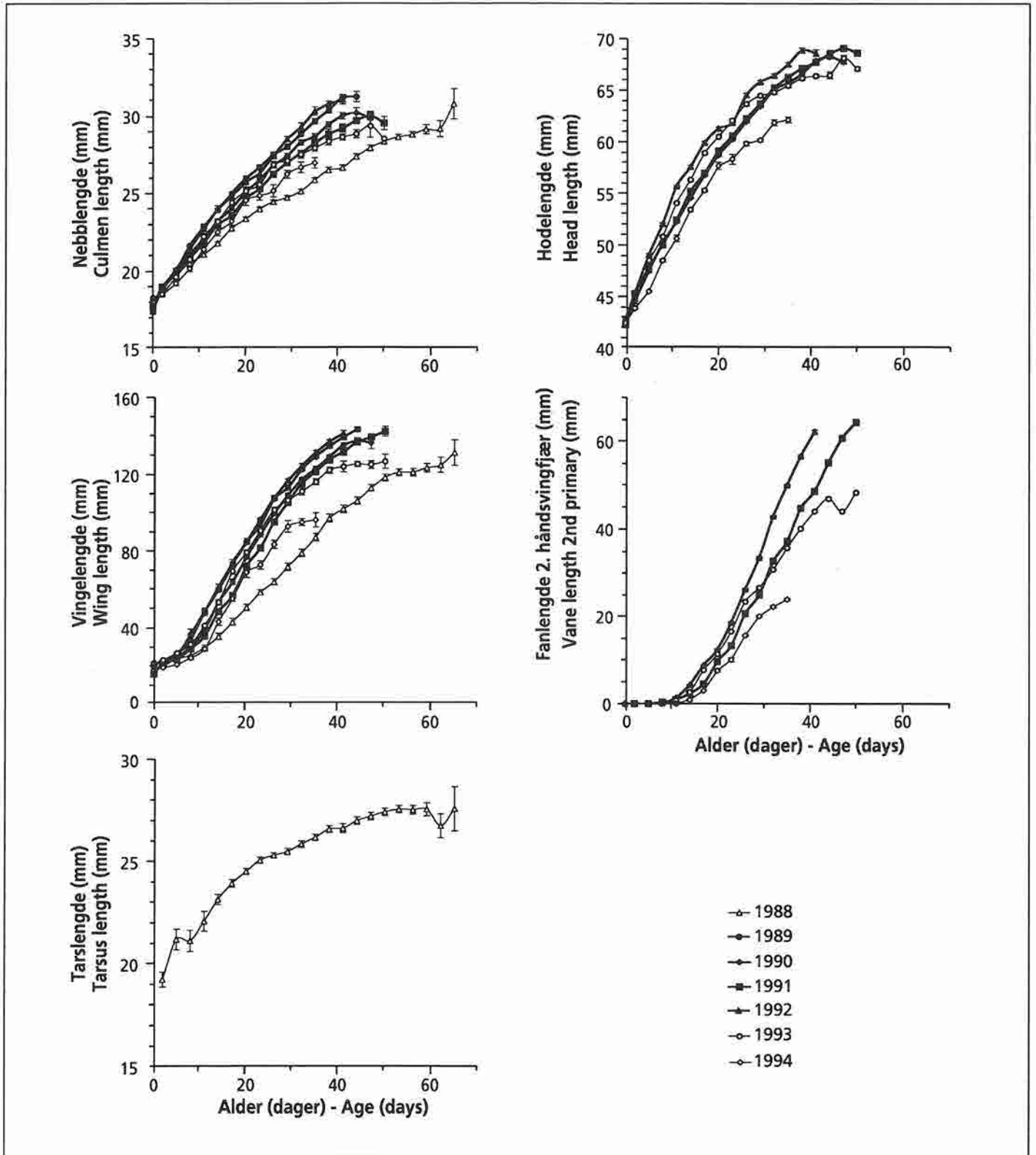
foregående år vektet i analysen ved å multiplisere med differansen mellom median klekkedato i utgangsåret og medianen av alle års medianer (jf. **tabell 15**). Data fra 1987 mangler, men det var tegn som kunne indikere relativt sen klekking det året, muligens kombinert med lav hekkvillighet (Røstad 1988). Et slikt resultat ville ha svekket korrelasjonen noe, men ville ikke ha endret det faktum at det finnes en sammenheng mellom hekkesresultat og neste års hekkstart.

På tilsvarende måte ble siste års endring i klekketidspunkt også korrelert med hekkesuksess i samme år og fra 2 til 20 år tidligere. I disse analysene ble hekkesuksess i årene 1964-77 satt til fire ulike verdier etter opplysninger gitt av Lid (1981), henholdsvis 0.8 (1964-68 og 1974), 0.3 (1976), 0.1 (1969-73) og 0.0 (1975 og 1977). Ingen av de 19 korrelasjonene var signifikante, heller ikke når de ble utført med hekkesuksess summert løpende for to og to eller tre og tre påfølgende år. Dette indikerer at eggleggingstiden i ubetydelig grad var koblet til den årlige variasjon i rekruttering av nye hekkfugler som kunne forventes som følge av bestandens produksjon flere år tidligere.

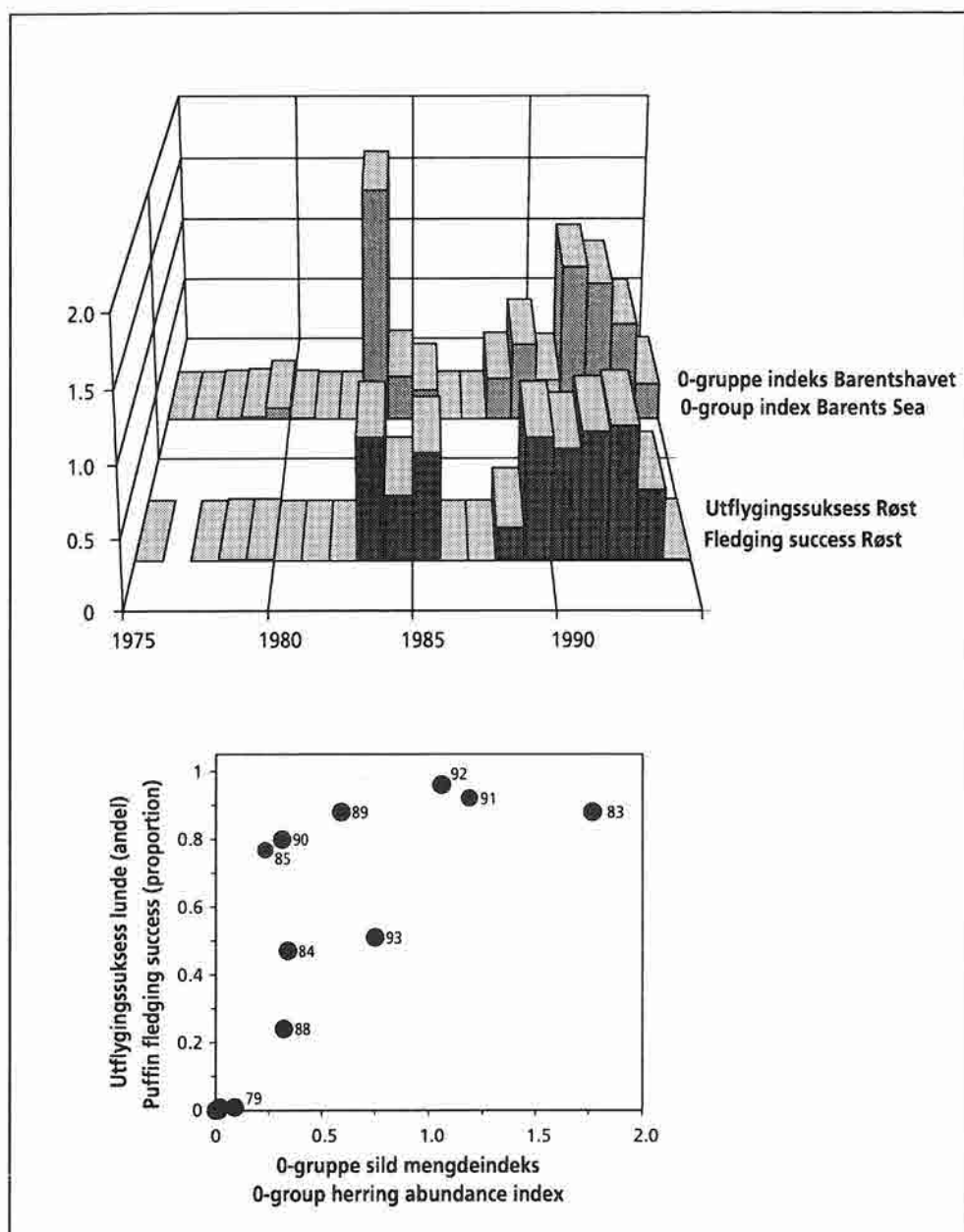
Bestandsendringen mellom påfølgende år var sterkt positivt korrelert med lundenes hekkesuksess 5-7 år tidligere (Pearson

$r^2 = 0.692$, $n = 15$, $p < 0.001$, **figur 18**). Når korrelasjonene ble gjort år for år var forholdet signifikant i forhold til hekkesuksess både 5 og 7 år tidligere (henholdsvis $r^2 = 0.434$, enhalet $p = 0.004$ og $r^2 = 0.350$, enhalet $p = 0.010$) men ikke 6 år tidligere ($r = 0.293$, enhalet $p = 0.145$). Denne typen korrelasjonsanalyser ble gjort i forhold til hekkesuksess 10 år tilbake og 5 år fremover i tid, både med data år for år og med hekkesuksess som 2-års eller 3-års løpende gjennomsnitt (**figur 19**). Foruten å identifisere det klare samsvaret med hekkesuksess fra 5 til 7 år tidligere, avslørte analysen en svakere, men tydelig positiv sammenheng mellom bestandsendring og hekkesuksess 1-3 år senere (Pearson $r^2 = 0.334$, $n = 12$, $p = 0.049$) og en like tydelig negativ sammenheng med hekkesuksess 5-6 år senere (Pearson $r^2 = 0.464$, $n = 9$, $p = 0.043$). Med korrelasjoner år for år var dette forholdet også signifikant mot hekkesuksess 5 år senere (Pearson $r^2 = 0.448$, $n = 10$, $p = 0.049$).

Lundenes hekkesuksess var i stor grad bestemt av forekomsten av 0-gruppe sild (Spearman $r_s = 0.931$, $n = 19$, $p < 0.001$, **figur 15**). Som angitt av Anker-Nilssen (1992) var det tydelig at når yngelindeksen kom over en terskel på omkring 0.3 var hekkesuksessen som regel god. En vel så god prediktor var størrelsen på sild i lundenes diett gjennom sesongen, for

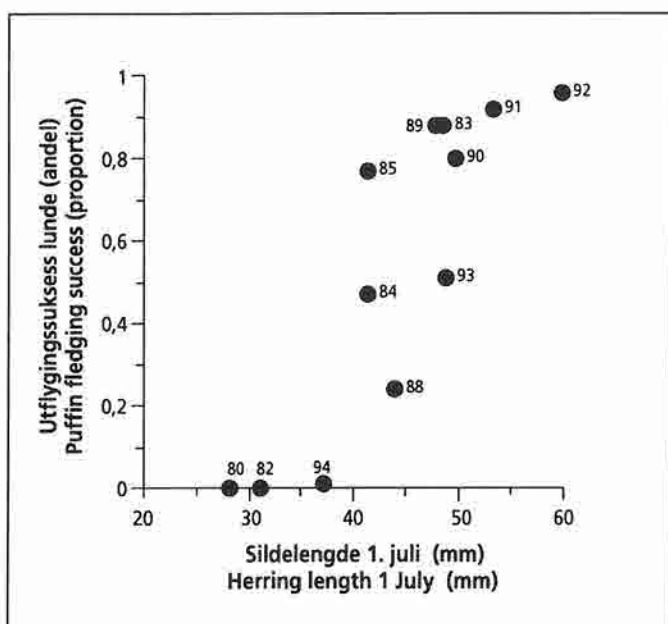


Figur 14
Gjennomsnittlige vekstkurver ($\text{mm} \pm 1 \text{ SE}$) for lundeungenes utvikling av nebb lengde, hodelengde (inkl. nebb), vingelengde, utbrutt fjærfan (på lengste håndsvingfjær) og tarslengde på Herynken i 1988-94 i relasjon til alder (dager). Tynne kurver markerer år hvor de fleste ungene omkom i reiret. Tilsvarende kurver for 1980-85 er publisert av Anker-Nilssen (1987) for noen av variablene. Alle plott er basert på minst 5 individuelle mål, men n -verdiene er gjennomgående noe lavere enn i figur 13 fordi noen av variablene periodevis bare ble målt ved annenhver kontroll. - Mean growth curves ($\text{mm} \pm 1 \text{ SE}$) for the length development of culmen, head+bill, wing, vane of longest primary pen, and tarsus of Puffin chicks at Herynken in 1980-94 in relation to their age (days). Thin curves indicate years when the majority of chicks died as nestlings. Similar curves for 1980-85 have been published by Anker-Nilssen (1987) for some of the variables. All plots are based on at least 5 individual measurements, but the n values are in general somewhat lower than in Figure 13, as some variables were periodically only measured during every second control.



Figur 15

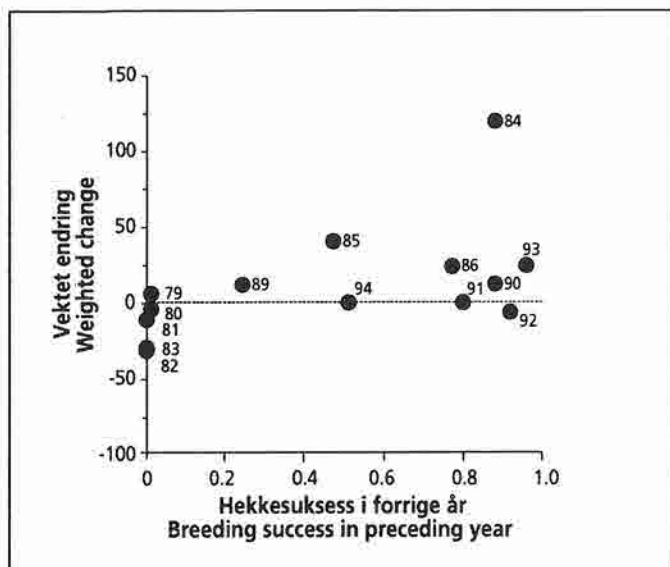
To måter å visualisere sammenhengen mellom utflygingsuksess (antall unger utflyøyet pr egg klekket) for lundeunger på Røst somrene 1975-94 og Havforskningsinstituttets mengde-estimerer (logaritmisk indeks) for forekomst av 0-gruppe sild i Barentshav-området i august-september samme år. Utflygingsdata for 1975-85 er basert på Lid (1981) og Anker-Nilssen (1987), mens indekser for sild er gitt av Toresen (1985) og Anon. (1996). I den nederste figuren ligger 9 plott tett ved origo. - Two ways of visualising the relationship between fledging success of Puffin chicks at Røst in the summers of 1975-94 and fisheries research abundance estimates (logarithmic index) of first-year herring in the Barents Sea and adjacent waters in August-September of the same years. Fledging data from 1975-85 are based on Lid (1981) and Anker-Nilssen (1987), whereas herring indices are from Toresen (1985) and Anon. (1996). In the lower graph, 9 plots are situated close to the origin.



enkelhets skyld uttrykt som gjennomsnittlig lengde pr 1. juli beregnet ved lineær regresjon (Spearman $r_s = 0.877$, $n = 12$, $p < 0.001$, **figur 16**). Dette er ikke uventet siden sildeyngelens vekstvilkår vil være helt avgjørende for dens overlevelse, slik det også tydelig fremgår av den gode korrelasjonen i **figur 8**.

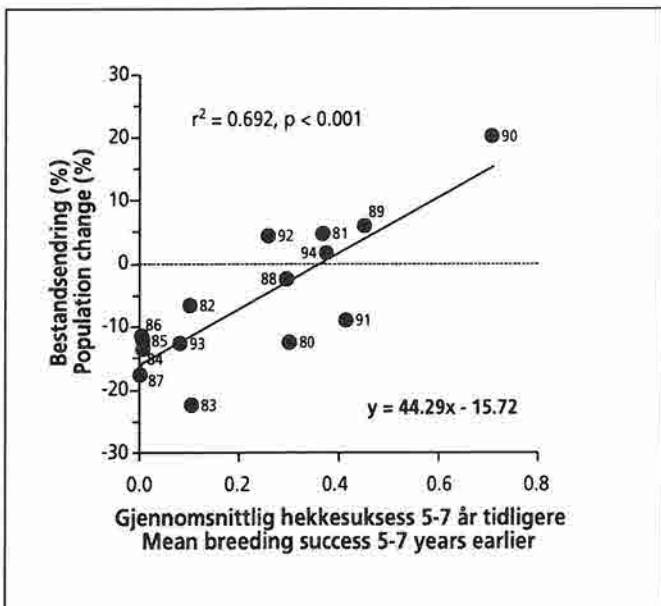
Figur 16

Sammenhengen mellom ungenes utflygingsuksess (antall utflyøyet pr egg klekket) i 12 ulike år i perioden 1980-94 og gjennomsnittlig lengde (mm) av 0-gruppe sild i de voksne lundenes nebbporsjoner på Herynken 1. juli samme år. Utflygingsdata for 1975-85 er basert på Lid (1981) og Anker-Nilssen (1987). - The relationship between the fledging success of chicks in 12 different years during 1980-94 and the mean length (mm) of 0-group herring in food loads from adult Puffins at Herynken on 1 July of the same years. Fledging data from 1975-85 are based on Lid (1981) and Anker-Nilssen (1987).



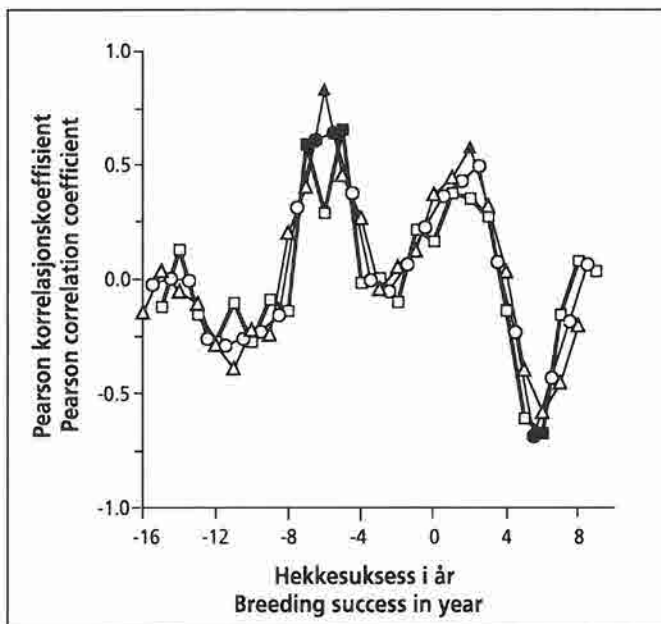
Figur 17

Endring i gjennomsnittlig klekkesidspunkt i relasjon til lundenes hekkesuksess (målt som ungenes utflygingssuksess) i det foregående år. Endringen er vektet (ved multiplikasjon) med differansen mellom median klekkesdato i utgangsåret og i alle år (betraktet som likeverdige). Korrelasjonen var statistisk signifikant (Spearman $r_s = -0.619$). - The change in mean hatching time in relation to the Puffin's breeding success (as measured by fledging success) the previous year. The change is weighted (by multiplication) with the difference between the median hatching date the first year and all years (given equal weight). The correlation was statistically significant (Spearman $r_s = -0.619$).



Figur 18

Årlige endringer i hekkebestandens størrelse i 1979-94 i relasjon til lundenes gjennomsnittlige hekkesuksess (målt som ungenes utflygingssuksess) 5-7 år tidligere. - Annual changes in breeding numbers in 1979-94 in relation to the Puffin's mean breeding success (as measured by fledging success of chicks) 5-7 years earlier.



Figur 19

Resultat av Pearson korrelasjoner mellom de årlige endringer i hekkebestandens størrelse i 1979-94 i relasjon til lundenes gjennomsnittlige hekkesuksess (målt som ungenes utflygingssuksess) i tidligere og senere år. Signifikante korrelasjoner er markert med fylte symboler. Data for hekkesuksess ble enten behandlet år for år (firkanter), eller som 2-års eller 3-års løpende gjennomsnitt (hhv. sirkler og trekanter). Korrelasjonen i figur 18 er representert med den øverste fylte trekanten. - Results of Pearson correlations between the annual changes in breeding numbers in 1979-94 and the Puffin's mean breeding success (as measured by fledging success of chicks) in earlier and later years. Significant correlations are indicated by filled symbols. Data for breeding success were treated either year by year (squares) or by 2-year or 3-year running means (circles and triangles, respectively). The correlation shown in Figure 18 is represented by the uppermost filled triangle.

3.4.5 Ungenes kondisjon ved reirforlating

Ungenes kondisjon ved slutten av reirperioden varierte også kraftig fra år til år (tabell 17). Det var en ikke-signifikant tendens til negativ korrelasjon mellom gjennomsnittlig sistevekt og alder på de ungene som forlot reiret (enhet Pearson $r^2 = 0.382$, $n = 9$, $p = 0.076$). Tilsvarende god korrelasjon ble ikke påvist for de andre størrelsesvariablene som er oppgitt i tabellen (en halede Pearson-korrelasjoner, vingelengde: $r = -0.324$, $n = 7$, $p = 0.239$, nebbelengde: $r = -0.435$, $n = 7$, $p = 0.121$, hode+nebb: $r = -0.136$, $n = 5$, $p = 0.414$), eller for utbrutt fan på ungenes lengste håndsvingfjær i 1991-94 (enhet Pearson $r = -0.344$, $n = 4$, $p = 0.328$). Dette indikerer at ungenes kondisjon er en viktig proksimat faktor for reirtidens lengde, men antyder også at de må nå visse minstemål i utvikling av viktige kroppsdeler før utflyging er mulig.

Hvordan veksten av ulike kroppsdeler påvirkes av næringstilgang ble studert eksperimentelt i et eget hovedfagsarbeid (Øyan 1993), og er belyst mer inngående av Øyan & Anker-Nilssen (i trykk).

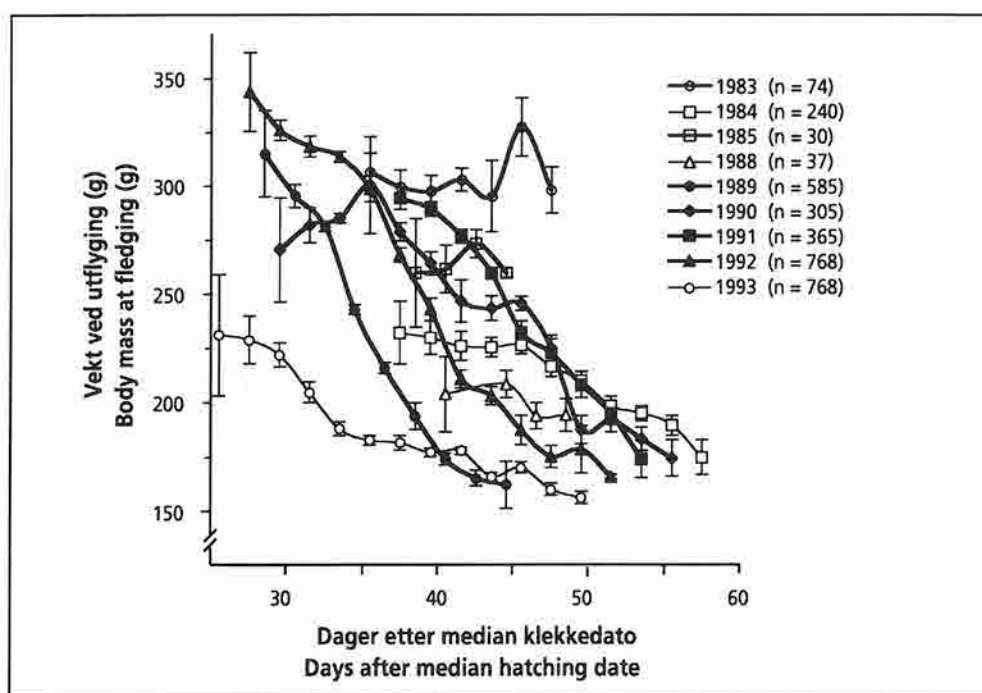
Tabell 17. Reirtid og sluttkondisjon for unger i studiereirene i årene 1983-84 og 1988-94. Gjennomsnittlig differanse i tid (døgn) mellom siste sjekk og utflyging er angitt i parentes etter ungenes alder ved siste sjekk. Unger som med sikkerhet eller stor sannsynlighet døde i reiret er ikke medregnet. - Fledging period and final condition for chicks studied in 1983-84 and 1988-94. The average time spans (in days) between the last check and fledging are indicated in brackets after the chick's age at the last check. Chicks that died in the nest (or probably did so) are not included.

År Year	Reirtid (døgn) Fledging period (days)			Siste sjekk (alder) Last check (age)	Vingelengde (mm) Wing length (mm)			Nebblengde (mm) Culmen length (mm)			Hode + nebb (mm) Head + bill (mm)			Kroppsvekt (g) Body mass (g)		
	Snitt Mean	SE	n		Snitt Mean	SE	n	Snitt Mean	SE	n	Snitt Mean	SE	n	Snitt Mean	SE	n
1983	44.4	0.58	50	42.7 (1.7)	-	-	-	30.5	0.18	50	-	-	-	330.1	4.31	50
1984	50.9	1.45	15	49.9 (1.0)	-	-	-	28.6	0.24	15	-	-	-	232.2	7.19	15
1988	60.3	1.98	10	58.1 (2.2)	128.4	2.92	12	29.6	0.68	5	-	-	-	197.3	8.52	12
1989	39.3	0.37	72	37.8 (1.5)	133.4	1.20	75	30.1	0.18	75	-	-	-	271.8	6.62	75
1990	44.5	0.34	76	42.6 (1.9)	138.5	0.87	74	30.3	0.15	74	68.3	0.23	74	285.9	5.57	74
1991	46.2	0.34	84	44.5 (1.7)	140.0	0.97	44	30.2	0.20	25	69.3	0.30	25	291.0	4.99	44
1992	39.8	0.37	113	37.6 (2.3)	134.6	1.03	77	30.6	0.16	71	68.2	0.23	71	323.0	4.32	113
1993	42.9	0.66	46	41.8 (1.1)	125.7	2.90	11	28.9	0.32	11	67.1	0.52	11	205.8	5.50	36
1994	49	-	1	48 (1.0)	129	-	1	29.2	-	1	67	-	1	208	-	1

Dette studiet avslørte at lundeungene faktisk prioriterer veksten av bestemte kroppsdeler når næringstilgangen begrenses. Trolig er denne vekstallokeringen utviklet slik at den maksimerer ungenes overlevelsessjanser i dårlige tider. Dette kan skje både ved at reirtiden blir så kort som mulig (i forhold til utviklingsfysiologiske minstekrav), og ved at ungene blir bedre rustet til å klare seg den første kritiske tiden på sjøen. I denne prosessen prioriteres veksten av ekstremitetene i angitt rekkefølge: skalle, nebb, arm, føtter, vingefjær. Det var ikke mulig å påvise noen klar prioritering av kroppsvekt ved reduserte vekstbetingelser, heller ikke av mengde fettreserver lagret i kroppshulen. Imidlertid var det en tydelig preferanse for lagring av underhudsfett, antakelig fordi dette kan ha avgjørende termoregulatorisk betydning hos unger med dårlig utviklet fjærdrakt (Øyan & Anker-Nilssen i trykk).

Prioriteringer av denne art vil m.a.o. bidra til å motvirke en sammenheng mellom ungens reirtid og nebb lengde ved utflyging og (i noe mindre grad) mellom reirtid og vingelengde ved samme tidspunkt, men vil altså ikke påvirke forholdet mellom reirtid og kroppsvekt i betydelig grad. De skisserte resultatene av langtidsstudiene på Røst er i samsvar med dette og bidrar til å underbygge gyldigheten av det eksperimentelt påviste mønsteret for vekstallokeringer.

De første ungene som forlot reiret var som regel i langt bedre kondisjon enn de senere i sesongen (figur 20). Dette var opplagt en direkte følge av at de siste ungene generelt erfarte en lengre sulteperiode enn de første, selv om eventuelle endringer i utflygingsalder utover i hver enkelt sesong vil ha påvirket dette forholdet i noen grad.



Figur 20

Variasjonen i kroppsvekt ($g \pm 1$ SE) for lundeunger ved reirforlating på Herynken hvert år i perioden 1983-85 (etter Anker-Nilssen 1987) og 1988-93. Størrelser av årlige utvalg er angitt (n-verdier). - The variation in body mass ($g \pm 1$ SE) of Puffin fledglings at Herynken each year during 1983-85 (after Anker-Nilssen 1987) and 1988-94. Annual sample sizes are indicated (n values).

3.5 Overlevelse

3.5.1 Ungfuglenes overlevelse

Foreløpig er bare 16 av de 2726 lundeungene som ble merket ved reirforlating på Herynken i årene 1983-94 gjenfunnet på en slik måte at de må ha overlevd de første månedene på sjøen (**tabell 18**). Students t-tester (hvor variansen ble antatt å være ulik i de to gruppene) viste at disse ungene var i klart bedre kondisjon enn gjennomsnittet for de øvrige ungene som ble merket på samme måte (vingelengde: $t = 2.19$, $df = 14.3$, $p = 0.046$, nebb lengde: $t = 2.35$, $df = 14.1$, $p = 0.034$, vekt: $t = 4.93$, $df = 15.8$, $p < 0.001$).

I tillegg er 5 av de 657 ungene som ble merket i reiret funnet igjen etter å ha overlevd mer enn 2 måneder på sjøen. To ble matauk for tobente ved Færøyene i sitt første leveår, en endte likedan i sitt andre leveår, mens en annen ettåring ble funnet død ved Hebridene. Den femte vendte tilbake til Røst i kjønnsmoden alder. Biometriske mål for disse ungene 1-2 dager før reirforlating (vingelengde: 139.0 mm, $SD = 2.8$, $n = 2$, nebb lengde: 30.4 mm, $SD = 1.9$, $n = 4$, vekt 302.3 g, $SD = 17.5$, $n = 4$) viste at de forlot kolonien i vel så god kondisjon som de andre ungene som beviselig overlevde.

At gjenfunnsraten for ringmerkede unger er så lav som 0.6 % (21 av 3383) skyldes nok først og fremst at lundene er ekstremt pelagiske og spredt over store havområder utenom hekkesesongen, og at de ellers er svært stedtro til kolonien. Den store hekkebestanden på Røst bidrar sterkt til å redusere sjansen for at et yngre individ med ring blir oppdaget. Dessuten opptrer ungfuglene bare sporadisk i kolonien, og det er ikke enkelt å avlese lunderinger med teleskop i felt. Likevel ble 11 (52 %) av ungene som er omtalt ovenfor gjenfunnet på denne måten (3 etter 3 år, 2 etter 4 år, 6 etter 5 år og 1 etter 10 år), mens bare to er kontrollert i nett (etter 3 og 5 år). Fullt utfargede fugler med ring er så tallrike at det ikke er en prioritert oppgave å avlese deres ring-er i felt, og resultatene av nettfangsten hvert år antyder at utbyttet ville bli heller magert (2256 fangster av adulte fugler med ring avslørte ingen som var merket som unger).

Tabell 18. Biometriske data (i mm og g) for lundeunger ved reirforlating på Røst i 1983-85 og 1988-94 i forhold til kunnskap om deres overlevelse i de første månedene på sjøen. - Morphometry (in mm and g) of Puffin fledglings at Røst in 1983-85 and 1988-94 in relation to existing knowledge about their survival during the first months at sea.

Overlevelse Survival	Variabel Variable	Snitt Mean	SE SE	n n
≥ 3 år ≥ 3 years	Vingelengde - Wing length	140.5	1.63	15
	Nebblengde - Culmen length	31.0	0.52	15
	Vekt - Weight	259.5	6.06	16
Ukjent Unknown	Vingelengde - Wing length	136.9	0.18	2449
	Nebblengde - Culmen length	29.8	0.03	1964
	Vekt - Weight	229.2	0.97	2691

3.5.2 Hekkefuglenes overlevelse

Demografiprojektets resultater er tidligere presentert i egne rapporter (Anker-Nilssen 1993, Erikstad et al. 1994). Her gis derfor bare en oppdatert presentasjon av hovedresultatene for lundene på Røst ved utgangen av hekkesesongen 1994.

Siden det bare er operert med én kategori voksne fugler (hekkende), er det fire modeller for tidsvariasjon (fra år til år) som kan testes innbyrdes i SURGE-programmet (Pradel & Lebreton 1991):

- Modell 1: Både overlevelse og fangbarhet er konstante
- Modell 2: Variabel overlevelse og konstant fangbarhet
- Modell 3: Konstant overlevelse og variabel fangbarhet
- Modell 4: Både overlevelse og fangbarhet er variable

Det er ikke praktisk mulig å standardisere observasjonsinnsatsen i forhold til fuglenes opptreden i kolonien. Derfor må en forvente at sannsynligheten for å oppdage et individ som er i live ikke er like stor hvert år. Modell 1 og 2 må derfor forkastes siden de forutsetter konstant fangbarhet. Modellen med konstant overlevelse og variabel fangbarhet fra år til år (modell 3) var den som passet datasettet best, dvs. hadde den laveste AIC-verdien (jf. Lebreton et al. 1992), og estimerte den generelle overlevelsen for hekkende fugler i perioden 1990-94 til 93.8 ± 1.2 % (**tabell 19**). Den var ikke var signifikant bedre enn modell 4 hvor både overlevelse og fangbarhet ble forutsatt å variere ($\chi^2 = 0.16$, $df = 1$, $p = 0.689$), men modell 3 må foretrekkes fordi den har et lavere antall frie parametre (5) enn modell 4 (som har 6). Forskjellen var likevel marginal, og siden det biologisk sett må være større grunn til å forvente at overlevelsen er variabel og ikke konstant mellom år, er overlevelsesestimaten som ble utledet vha. modell 4 også inkludert (i parenteser) i tabellen.

Bestandsutviklingen midt på 1980-tallet indikerte at overlevelsen var vesentlig dårligere (jf. **figur 2**). I perioden 1983-87, da bestanden neppe hadde rekruttering, var nedgangen 13,7 % pr år (Anker-Nilssen & Røstad 1993). Dette antyder en årlig overlevelse for hekkende fugler på omkring 86 %.

Tabell 19. Estimert overlevelse og fangbarhet for hekkende lunder på Herynken. Verdiene er angitt i prosent og beregnet ved hjelp av programmet SURGE. Modellvalg for beregningene er forklart i teksten. - Annual survival and recapture rates (expressed as percentages) for Puffins breeding on Herynken estimated using the programme SURGE. The choice of models underlying the results is explained in the text.

Årlig overlevelse Annual survival rate	Årlig fangbarhet Annual recapture rate	Individer Observert Individuals observed				
Periode Period	Estimat Estimate	SE	År Year	Estimat Estimate	SE	
(1990-91)	96.4	2.4	1991	92.5	3.2	59
(1991-92)	92.0	2.1	1992	98.6	0.9	161
(1992-93)	94.5	1.8	1993	94.1	1.9	164
			1994	94.2	3.0	155
1990-94	93.8	1.2				

3.6 Voksenfuglenes tilstedeværelse i kolonien

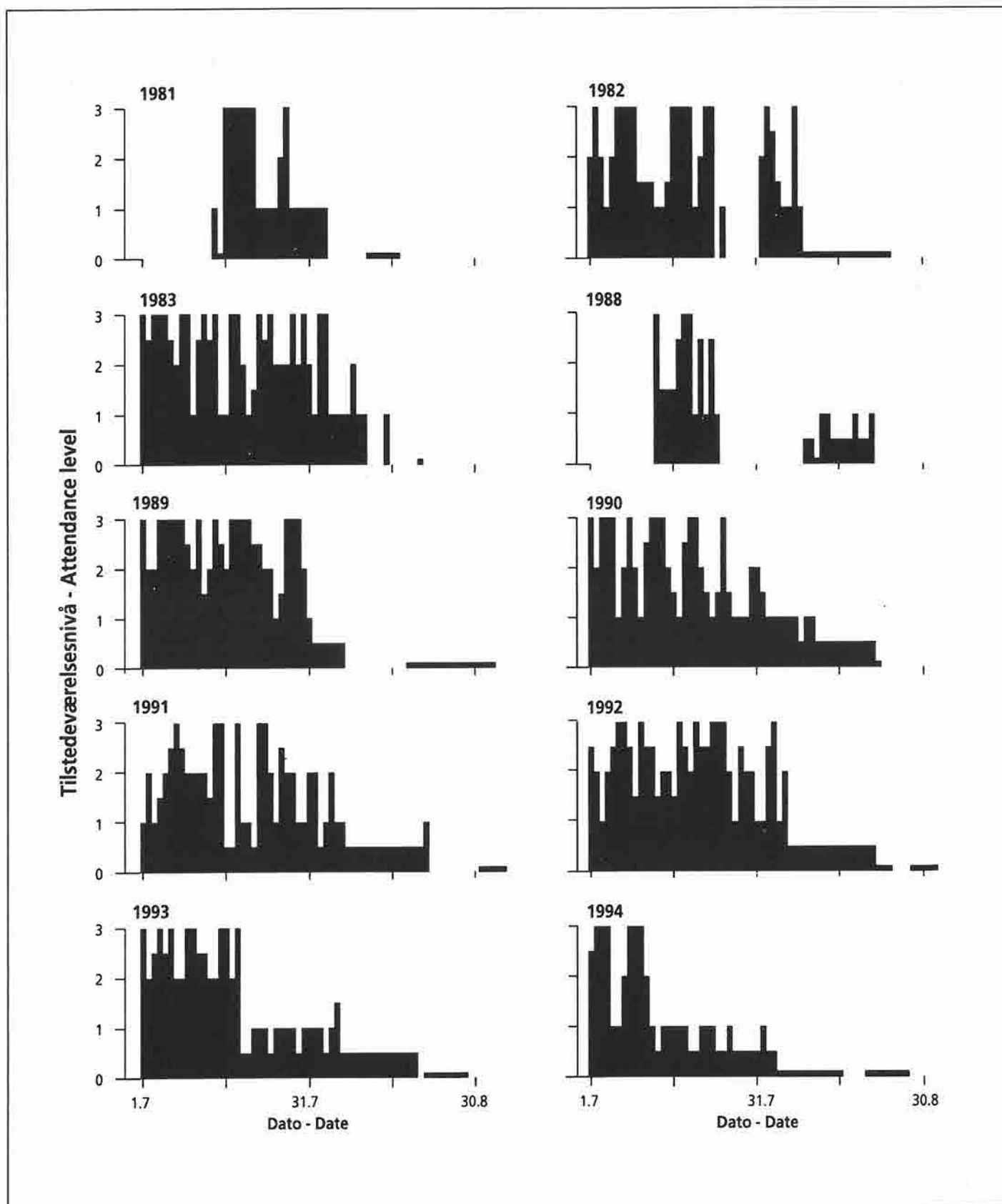
Resultatene av hovedfagsarbeidet til Otnes & Skjold (1992) gjorde det mulig å teste hvor robust den løpende kvalitative registrering av lundenes tilstedeværelse er. I de 73 dagene i 1991 hvor de to metodene gikk parallelt var det overveiende godt samsvar mellom resultatene. Dette demonstreres av den gode korrelasjonen mellom det gjennomsnittlige antall fugler i fotofeltet pr døgn og antallet stjerner notert i loggen samme dag (Spearman $r_s = 0.5697$, $n = 73$, $p < 0.001$). At ikke korrelasjonskoeffisienten var høyere kunne forventes, siden det er flere opplagte kilder til støy i dette forholdet. Den viktigste er utvilsomt at observatørene ikke er ute hele døgnet, og varierende værforhold og arbeidsoppgaver vil dessuten påvirke deres vurderinger. På den annen side er tidsintervallet i fotografering (2 timer) såpass langt at kortvarige perioder med mye fugl kan unnsnippe fotoregistrering. Fugler som svermer (og ikke setter seg opp) blir heller ikke registrert på bildene, og fotoregistreringen foregikk dessuten på en annen del av øya (med nordvestvendt skråning) enn der personellet ferdes mest (sørøstvendte skråninger). I forhold til det siste argumentet var det interessant å registrere at korrelasjonen opphørte når fotoresultatene ble fremskutt én dag i forhold til de subjektive vurderingene (Spearman $r_s = 0.0559$, $n = 70$, $p = 0.646$), mens korrelasjonen faktisk ble tallmessig forbedret når datasettene ble forskjøvet motsatt vei (Spearman $r_s = 0.6448$, $n = 70$, $p < 0.001$). Dette antyder at toppunktet i lundenes opptreden ofte er tidligere på den sørøstre enn på den nordvestre siden av øya. Selv om vi ikke har nøyaktige data, så er det ingen tvil om at lundesvermingen er asynkron i ulike deler av kolonien eller på ulike øyer, noe som kan ha både sosiale og meteorologiske forklaringer.

I forhold til klekkesidspunktet forlot lundene kolonien vesentlig senere i perioden 1981-85, da bestanden manglet egenrekruttering og voksendødeligheten trolig var høyere enn normalt (**kapittel 3.5.2**), enn i perioden 1988-94, da bestanden hadde rekruttering i de fleste år og voksenoverlevelsen var jevnt god (**tabell 20**, Mann-Whitney $Z = -2.658$, $n_1 = 4$, $n_2 = 7$, $p = 0.008$, **figur 21**). Differansen for gjennomsnitt og median var henholdsvis 17 og 12 dager. Sett i forhold til lundenes hekkeforløp er forskjellen enda mer påfallende. I 1981 og 1982 fortsatte lundene å frekventere kolonien i store antall henholdsvis inntil 23 og 29 dager etter gjennomsnittlig dødsdato for ungene, og i 1983 oppsøkte de kolonien på tilsvarende måte i inntil 14 dager etter toppunktet i utflygingen. I perioden 1988-94 derimot, indikerte de daglige vurderingene at de fleste voksenfuglene forlot kolonien lenge før ungene fulgte eksempelet eller omkom i reiret (gjennomsnittlig 8 døgn tidligere enn median dato for terminering av ungenes reirtid, $n = 7$ år). Avviket var størst i 1988 og 1993 da det synlige hekkeavbruddet inntraff henholdsvis 14 og 16 dager tidligere enn slutten av reirtiden, og minst i 1990 og 1992 da det inntraff 5 døgn tidligere.

Tabell 20. Siste dager i ulike sesonger hvor større antall lunder (nivå 2 = middels høye antall, nivå 3 = meget høye antall) var tilstede i kolonien på Heryken. Opplysningene er bare tatt med såfremt materialet gjorde det mulig å utelukke at tilsvarende gode dager inntraff senere i sesongen. De siste toppene i 1985 og 1988 ble loggført som nivå 2.5 - Last days in different seasons when significant numbers of Puffins (level 2 = medium numbers, level 3 = large numbers) attended the colony at Heryken. The information is only included when it was possible to rule out that equally good attendance occurred later in the season. In 1985 and 1988, the latest peaks in numbers were logged as level 2.5.

År Year	Siste dato med Last date of		Dager fra median klekkesdato til Days from median hatching date to	
	nivå 3 level 3	nivå 2 level 2	siste nivå 3 last level 3	siste ≥ nivå 2 last ≥ level 2
1981	27.7	26.7	43	43
1982	7.8	3.8	55	55
1983	3.8	8.8	53	58
1985	10.8		-	43
1988	7.8±2		-	38±2
1989	29.7	30.7	32	33
1990	25.7	31.7	32	38
1991	23.7	4.8	28	40
1992	3.8	5.8	35	37
1993	18.7	17.7	24	24
1994	10.7	11.7	22	22





Figur 21
 Daglig variasjon i maksimumsantall av voksne lunder observert i kolonien gjennom juli og august i 10 ulike år, vurdert på en kvalitativ skala hvor 0 indikerer ingen fugler registrert og 1, 2 og 3 indikerer henholdsvis få, middels høye og meget høye antall. Dager uten fugl er plottet som 0.1 for å skille dem fra perioder med manglende data (åpne rom). - Day-to-day variations in peak numbers of adult Puffins observed attending the colony at Herynken during July and August in 10 different years, as assessed on a qualitative scale where 0 indicates no birds registered, and 1, 2 and 3 indicates low, medium and large numbers, respectively. Days with no birds are plotted as 0.1 in order to separate them from periods of missing data (open spaces).

4 Diskusjon

Innledende kommentarer

En syntese av norske lunders reproduksjon og populasjonsdynamikk i et vitenskapelig og forvaltningsrelatert perspektiv er gitt av Anker-Nilssen (1992). På en del punkter vil denne diskusjonen fremstå som en oppdatert vurdering av de samme forhold, selv om både strukturen på stoffet og presentasjonsformen er en helt annen. Bruken av litteraturreferanser er også begrenset nedenfor. For en mer utdypende underbygging av enkelte faglige generaliseringer henvises derfor til synopsis-delen i Anker-Nilssen (1992). Også der er diskusjonen naturlig nok fokusert på interaksjonene mellom norsk vårgytende sild og lundebestanden på Røst, siden erfaringsgrunnlaget fra denne kolonien står i en særklasse.

Det er en stadig økende erkjennelse for at analyser av lange tidsreiser er en helt nødvendig metode for å belyse en rekke sentrale spørsmål for forskning og forvaltning. Slike studier produserer også avgjørende input til modellering av ulike nivåer i økosystemet, og vil samtidig være et korrektiv og kalibreringsgrunnlag for de samme modelleringsøvelsene. Kunnskap om de prosesser og mekanismer langtidsseriene er fokusert på har ofte stor overføringsverdi, og vil ha betydelig relevans for den løpende forvaltning og overvåking av våre sjøfuglbestander (jf. bl.a. Anker-Nilssen et al. i manus). I lundens tilfelle gjelder dette særlig hvordan populasjonsdynamiske mekanismer hos lengelevende sjøfugler styres av endringer i tilgjengeligheten av deres viktigste byttedyr, og hvor betydelig den naturlige og menneskeinduserte variabiliteten i systemet er i denne sammenheng. Dette er problemstillinger som er fremhevet som sentrale både i NFR-programmet *Marine ressurser og miljø* (NFR 1995) som startet i 1995 og i NINAs instituttprogram om *Trofiske interaksjoner og variabilitet i kystnære farvann* (NINA 1995) som ble planlagt for perioden 1996-2000.

De utfordringer som er skissert fortløpende i dette kapitlet må ikke oppfattes som noen fullstendig liste. I forskning på lange tidsserier er utviklingen i bestandene og miljøbetingelsene til enhver tid avgjørende for hvilke problemstillinger som bør eller kan belyses. Listen over de viktigste utfordringene endres derfor løpende i takt med svigningene i miljøet, hvilke spørsmål som er besvart og hvilke spørsmål som anses å være de mest presserende.

4.1 Bestandsstørrelse

Resultatene av bestandsopptellingen på Røst i 1990 kan ikke sammenlignes direkte med takseringen i 1964 (Brun 1966), siden metodene er ulike. Det er likevel noen interessante likheter og forskjeller som fortjener oppmerksomhet. For det første er det klart at Brun underestimerte bestanden på Hernyken og Ellefsnyken, som han bare vurderte fra sjøen i forhold til øyenes størrelse og den bestandstetthet han målte i de andre koloniene. Han mente at 6 % av Røstbestanden hekket på disse øyene, mens de nye resultatene viser at andelen er 15 %. Når det gjelder fordelingen av bestanden på de tre største øyene, så var det godt relativt samsvar mellom hans tall og de nyere tall for

Trenyken (21 mot 24 %) og Vedøy med Røstholmen (23 mot 27 %). Derimot er hans bestandsestimater for Storfjellet relativt sett vesentlig høyere enn vårt (50 mot 32 %). Dette skyldtes ikke at han overvurderte tettheten i hekkeområdene på denne øya, men fordi han regnet med et koloniareal som var mer enn dobbelt så stort som dagens estimat (90 mot 38 ha). Målt som avvik fra et enkelt gjennomsnitt for de tre store øyene, er det likevel et betryggende samsvar mellom Bruns målinger av hekketetthet og tetthetsestimaterne for 1990, henholdsvis 75 mot 81 % (Storfjellet), 99 mot 104 % (Vedøy) og 114 mot 126 % (Trenyken).

Brun forklarer ikke hvordan han definerte og målte koloniareal. På Vedøy regnet han et koloniareal på 31.0 ha, noe som tilsvarer 25 % av øyas topografiske overflate estimert ved hjelp av Star-metoden ($761 \times 1600 \text{ m}^2 = 121.8 \text{ ha}$). Her har han utvilsomt ekskludert de bratteste partiene og områdene nedenfor, hvor han var klar over at ingen lunder hekket. På Storfjellet blir Bruns beregnede koloniareal på 90.0 ha 74 % av overflaten ($765 \times 1600 \text{ m}^2 = 122.4 \text{ ha}$), mens hans 225 mål på Trenyken utgjør 69 % av overflaten der ($205 \times 1600 \text{ m}^2 = 328 \text{ ha}$). Det er nærliggende å anta at han her bare ekskluderte de stupbratte partiene der få eller ingen lunder finner hekkevilkår. Brun tilbragte imidlertid bare 5 dager på Røst, og hans beskrivelse av takseringen (Brun 1966) antyder at han ikke oppsøkte de høyest beliggende delene av disse to øyene. Det er derfor ikke grunnlag for å anta at det har vært en reell tilbakegang i lundenes hekkeareal på Storfjellet.

Selv om lundenes hekkesuksess på Røst var jevnt god i perioden 1964-68, så var den stort sett meget dårlig i de neste ti årene (Lid 1981, Myrberget 1981). En omfattende bestandsøkning fra 1964 til 1979 er derfor nokså usannsynlig. At Bruns tall på 700 000 par bare er omtrent halvparten av bestandsestimateret 15 år senere er likevel ikke helt uventet, siden han besøkte koloniene sent i sesongen (21-26. juli). På denne tiden må en forvente at en stor andel av fuglene av ulike årsaker har avsluttet hekkingen, og vegetasjonen vil raskt skjule spor av trafikk i reirganger som er forlatt tidligere i sesongen. Det er fullt mulig at en taksering av trafikkerte reirganger i mai 1964 ville gitt et resultat i samme størrelsesorden som estimateret for 1979.

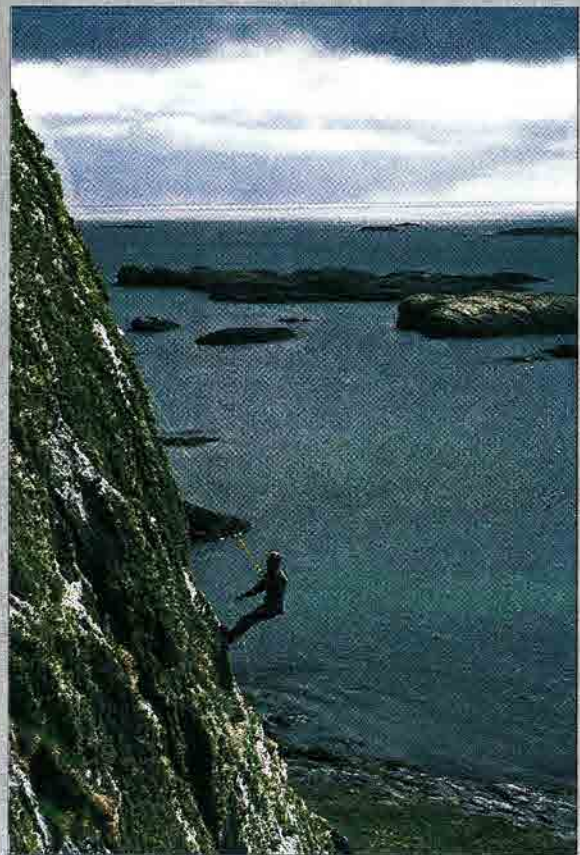
4.2 Næringsøkologi og reproduksjon

Investeringsvillighet

Lundens livshistorie er viktig for å forstå dens adferd som predator i hekkesesongen. Arten tilhører de mest typiske sjøfuglene ved at den er lengelevende og har en lav reproduksjonsrate (bare ett egg pr hekkesesong). Ungen mates hovedsakelig med pelagiske stimfisk som lunden fanger ved å dykke. Alkefuglene er gode dykkere, og lunder er registrert ned til 70 m. Egenskaper som øker dykkeferdigheten øker imidlertid også flygeutgiftene. Dermed er de fysiologiske kostnadene (energiforbruk) ved reproduksjon gjerne høye, siden det ofte kan være lang avstand til beiteområdene i åpent hav. Med en variabel næringstilgang gir fuglenes sterkt spesialiserte beiteadferd heller ingen garanti for at de har kapasitet til å fostre opp en unge hvert år. De må derfor prioritere egen overlevelse høyt, og det er flere eksempler som tyder på at villigheten til å investere i ett enkelt avkom er



*På ngkene hekker det lunder både høyt og lavt. Selv i de bratteste bratteste partiene finner noen plass.
(© Hilde Stof Dyan, 1990)*



*De 415 takseringsfeltene på Hernyken er jevnt fordelt over hele ngas overflate...
(© Tycho Anker-Nilssen, 1989)*



Regelmessig kontroll av ungenes vekst og overlevelse er et sentralt element i feltarbeidet. Denne ungen er bare et par dager gammel og har fremdeles "eggtannen" i behold (© Tycho Anker-Nilssen, 1984)



Ungenes næringstilgang overvåkes løpende ved innsamling av nebbporsjoner fra voksne fugler. Disse to solide måltidene med havsil og havsillsei vitner om gode tider (© Tycho Anker-Nilssen, 1983)



Karakteristisk utfall i 20 av de siste 27 hekkesesongene for lundene på Røst (© Tycho Anker-Nilssen, 1986)



Den andre enden av skalaen: Få unger har kunnet forlate kolonien i så god kondisjon som denne (© Tycho Anker-Nilssen,

liten, i alle fall i år hvor næringstilgangen ikke er spesielt god (Erikstad et al. 1994, i manus).

En slik lav-risiko-strategi gjør det rimelig å forvente at hekkefuglene er lite tolerante overfor en plutselig forverring i tilgjengeligheten av byttedyr. Problemet med plutselige sammenbrudd i matingsaktiviteten de siste reproduksjonsårene er derfor ikke helt overraskende. I de dårlige sesongene tidlig på 1980-tallet inntraff slike næringskriser som regel i kjølvannet av perioder hvor lundene forsynte ungene brukbart med yngel av sei (Anker-Nilssen 1987). Tilgangen på sei opphørte gjerne i begynnelsen av juli hvert år, trolig fordi seiyngelen da trekker inn i tareskogen og blir utilgjengelig for lundene. Likevel fortsatte som regel de voksne fuglene å frekventere kolonien i flere uker etter at ungedødeligheten kulminerte. Den stadig tydeligere og årvisse svikt i lundenes matingsaktivitet på Røst de siste årene ble imidlertid ledsaget av et påfallende fravær av voksne fugler mot slutten av ungeperioden. Dette indikerer omslag til forhold der selv erfarne fugler ikke har funnet tilstrekkelig næringsgrunnlag innenfor akseptabel avstand fra koloniene, og at de har vært tvunget til å forlate området. Uten kunnskap om prosessene som styrer kontakten mellom predator og byttedyr i beiteområdene, er det imidlertid vanskelig å forklare disse fenomenene.

Hvor mye forklarer tilgangen på sild?

Siden sammenbruddet på slutten av 1960-tallet har gytebestanden av norsk vårgytende sild overveiende vært liten. Det siste året har det likevel vært flere gode gytesesonger hvor sildeyngel igjen har stått øverst på lundeungenes diett. Med kvantitative data tilbake til 1975 er det et klart samsvar mellom forekomsten av 0-gruppe sild (data fra Havforskningsinstituttet) og lundenes reproduksjon (**figur 15**). Relasjonen viser at sild har vært helt avgjørende for lundeungenes overlevelse i reirtiden, og antyder også en forholdsvis klar terskelverdi for sildemengde i forhold til lundenes reproduktive respons. I denne 20-års-perioden var det ikke en eneste god hekkesesong uten at det samtidig var relativt mye sildeyngel som nådde Barentshavet og dermed må ha passert Røst. Dette betyr likevel ikke at lundene har vært ute av stand til å utnytte andre byttedyr, men mye tyder på at også alternativene har uteblitt i de dårlige sildeårene.

De kvalitative registreringene av hekkesuksess i 10 tidligere hekkesesonger (1965-74) og i 1976 (Lid 1981, Myrberget 1973, 1981) er også i godt samsvar med kunnskap og forventning om forekomst av 0-gruppe sild i de samme årene (Vader et al. 1990, Anker-Nilssen 1992). I den mer enn 30 år lange perioden siden 1964 var det bare i 12 år at mer enn 50 % av ungene overlevde reirtiden. Bare 7 av disse vellykkede sesongene inntraff etter at sildestammen brøt sammen for 26 år siden.

Både den gode hekkesuksessen i 1985 og den i 1990 var primært basert på sild (**figur 3**), og de relativt lave mengdeindeksene for disse årsklassene vitner derfor om en betydelig predasjon på yngelen i ukene frem til Havforskningsinstituttet gjorde sine målinger i Barentshavet tidlig på høsten. Lundenes predasjon vil selvsagt være en faktor, men det er mer sannsynlig at sildens rolle som næring for torsk er langt mer avgjørende. I 1985 var næringsforholdene for den norsk-arktiske torsken meget dårlige som følge av at loddestammen i Barentshavet brøt sammen, og det er antatt at torsken raskt konsumerte det aller meste av den

0-gruppe sild som nådde dette området (Hamre 1988). Dette illustrerer godt ett viktig aspekt ved lundenes rolle som miljøindikator (jf. **kapittel 4.4**): At det var betydelige forekomster av sildeyngel ved Røst i juli men ikke i Barentshavet 1-2 måneder senere, indikerte at yngeldødeligheten var unormalt høy i perioden mellom de to registreringene.

Lundenes utbredelsesmønster

Lundenes fordeling langs kysten er med på å underbygge sildens sentrale betydning. De hekkende fuglenes beiteområder er overveiende pelagiske, og selv i ungeperioden kan foreldrenes daglige aksjonsradius overstige 100 km fra kolonien (Anker-Nilssen & Lorentsen 1990). De største koloniene ligger alle innenfor rekkevidde av frontsystemene mellom kyststrømmen og atlantehavsvannet, med tyngdepunktet av bestanden mellom Helgeland og Nordkapp. Bestanden dekker dermed hele det området som sildeyngelen normalt må passere på sin drift mot oppvekstområdene i Barentshavet, og hvor den vil forventes å oppføre til riktig tidspunkt i en størrelse som gjør den velegnet som føde for lundeunger.

Andre byttedyr

Rik tilgang på sildeyngel var ikke alltid den viktigste forklaringen på en god hekkesesong. I likhet med suksessen i 1983 (Anker-Nilssen 1987) var den ekstra gode veksten for lundeungene i 1992 først og fremst et resultat av en spesielt rik tilgang på havsil (**figur 3**). Sammenlignet med hva som er kjent fra andre lundekolonier, har sil *Ammodytes* spp. likevel vært et overraskende sjeldent byttedyr på Røst, og det var påfallende få sesonger hvor lundene fant brukbare alternativ til sild. I egenskap av sin høye kvalitet og sporadiske forekomst har havsil vært en joker i dette systemet. Det er derfor beklagelig at artens økologi på disse breddegrader er så dårlig kjent at tilgangen på denne viktige ressursen må betegnes som fullstendig uforutsigbar.

Utfordring I

Etter sild og havsil har særlig torskefisk dominert ungemenyen. De to viktigste artene, sei og hyse, er kommersielt viktige i disse områdene og derfor gjenstand for grundigere undersøkelser. Prosjektet har dessverre ikke hatt tid til å spore eventuelle sammenhenger mellom artenes forekomst og lundens preferanse for disse byttedyrene.

Eksempelet 1993

En vurdering av de hovedtrekk som avdekkes stiller også spørsmål om hva som skjedde i år hvor hekkeforløpet var annerledes. Sesongen 1993 er et godt eksempel på dette. Vurdert i forhold til sildeyngelens størrelse og mengde var den dårlige hekkesuksessen i 1993 vesentlig lavere enn forventet. I ukene før det plutselige sammenbruddet i matingsaktiviteten 12. juli det året (**figur 12**) ble lundeungene nesten utelukkende matet med sild (**figur 3**) som i kvalitet var fullt på høyde med den i de langt bedre sesongene 1983, 1989 og 1990 (**figur 8** og **16**). Dette kan bare forklares ved at forekomstene av sild i hovedsak var mindre tilgjengelige i 1993. Forskjellen i tilgjengelighet kan ha vært forårsaket av en rekke ulike forhold, f.eks. at yngelen passerte Røst tidligere, raskere, i større avstand, mer spredt eller på større dyp enn i de andre årene. Den gode ungeveksten før sammenbruddet antyder likevel at en viss andel av yngelen var normalt tilgjengelig i denne perioden. Siden lundene beitet sør-sørvest for

koloniene på denne tiden (**figur 10**), var det mest sannsynlig en plutselig endring i yngelens aggregering eller vertikalfordeling i vannmassene som utløste hekkesvikten i 1993.

Utfordring II

Diskusjonen av hva som skjedde i 1993 illustrerer godt betydningen av at vi mangler kunnskap om hvilke mekanismer som regulerer sildeyngelens tilgjengelighet for lundene ute i beiteområdene. Uten bedre forståelse av slike prosesser vil forklaringene måtte forbli relativt generelle og overfladiske. Det er f.eks. opplagt at sildeyngelen var for liten i 1980, 1982 og 1994, men det er ikke godt å skille fra hverandre betydningen av de ulike faktorene som bestemte deres tilgjengelighet for lundene, m.a.o. i hvilken grad avstanden til beiteområdene og yngelens mengde, vertikalfordeling og aggregeringsadferd var avgjørende i disse eller andre sesonger. I månedsskiftet juli/august 1988 matet lundene ungene med sild på nærmere 60 mm's lengde (**figur 7**). Likevel var ungeveksten langt svakere enn for ungene i første halvdel av juli 1990, da de ble matet med samme type bytte i tilsvarende store porsjoner. Dette indikerer at forskjellen kan forklares ved store forskjeller i avstand til beiteområdene (Anker-Nilssen & Lorentsen 1990).

Konsumbetraktninger

Som byttedyr for pelagiske sjøfugl utmerker sildeyngel seg først og fremst mht. kvantitet, mens deres fettinnhold og energiverdi er lavere enn for de fleste andre byttedyr (**figur 9**). Konsumet står derfor i forhold til dette. Når lundene beiter fisk som i kvaliteten tilsvarer sildeyngel av typisk størrelse (3.7 kJ/g) vil Røstbestanden alene konsumere nær 550 tonn fisk pr døgn i ungeperioden, og nær 400 tonn pr døgn resten av den 4-5 måneders lange hekkesesongen (**figur 11**). Om dietten i stedet utelukkende var havsil av beste merke (7.1 kJ/g) ville konsumet nesten halveres til henholdsvis 280 og 200 tonn. Forutsettes en midlere energiverdi på 5 kJ/g, betyr dette at en norsk lundebestand med 2 millioner hekkende par, 1 million ikke-hekkende ungfugler og 1,5 millioner reirunger totalt consumerer 160 000 tonn fisk i de 5 månedene (april-august) de tilbringer nær koloniene, hvorav 60 000 tonn consumeres i ungeperioden. Bare i overkant av 5 000 tonn (ca 3 %) av lundens konsum i hekkesesongen ender i magen på reirungene. Omsatt i sild som øker fra 30 til 70 mm's lengde gjennom samme periode, vil selv halvparten av dette konsumet anta ganske ufattelige dimensjoner i antall individer spist (størrelsesorden 100-500 milliarder).

Utfordring III

Slike beregninger viser i det minste at lunden har et klart potensiale for å være en av de betydelige predatorer på 0-gruppe sild, såvel som på andre pelagiske småfisk. Likevel vil bedre kunnskap om de voksne fuglenes diett og byttedyrbestandenes størrelse og dødelighet være helt avgjørende for å beregne hvor betydelig dette uttaket er. Ett viktig tiltak er derfor å klarlegge hva de voksne fuglene selv spiser, både i og utenfor ungeperioden. Selv om det er rimelig å anta at den dietten de tilbyr sine unger gir en viss indikasjon av deres eget næringsvalg, er det flere forhold som vil virke inn her, ikke minst variasjonen i tilbud, fangbarhet og transportmulighet for ulike typer og størrelser av byttedyr (jf. **kapittel 4.2**). De voksne lundene kan f.eks. selv være i stand til å livberge seg på næringsemner som er så små eller u håndterlige (f.eks. raudåte, fiskelarver eller blekksprut) at

det av transporttekniske hensyn ikke er regningsvarende å mate ungene med dem.

I kraft av resultatene fra Røst og betraktningene ovenfor er det berettiget å anta at lunden er en betydelig predator på sitt trofiske nivå. Selv om vi ikke kjenner 0-gruppe-sildens antall i predasjonsøyeblikket, kan lundens uttak tenkes å ha reell effekt på rekrutteringen hos sild. Sildens betydning for lundenes ve og vel fremstår også klart, selv om styrken av dette forholdet kan være påvirket av at andre viktige byttedyr i dette systemet nå mangler. Variasjoner i de naturlige vilkårene for sildens vekst og overlevelse de første levemånedene tilsier at lundene på Røst ikke er garantert en årlig forsyning av sildeyngel som alene kan sikre en rimelig hekkesuksess. Likevel er det ingen som har dokumentert eller kan huske svartår for denne sjøfuglbestanden før sildestammen brøt sammen.

4.3 Populasjonsdynamikk

Alder ved første hekking

Bestandsendringenes samvariasjon med eggstørrelse (**kapittel 3.4.1**) og hekkesuksess (**kapittel 3.4.4**) sannsynliggjør flere interessante forhold. Viktigst er det faktum at bestandsendringene langt på vei er forklart ved bestandens egen reproduksjon og at fuglene som regel er 5-7 år gamle før de hekker for første gang. Dette rimer bra med resultater fra andre studier som viser at lundene normalt ikke hekker før de er fem år gamle og at mange drøyer enda et år eller to (Harris 1984, Hudson 1985). Det er imidlertid vanskelig å finne en plausibel forklaring på hvorfor hekkesuksessen skulle reduseres 5-6 år etter en bestandsøkning.

På Røst forklarte hekkesuksessen 5-7 år tidligere så mye som 70 % av bestandsendringen. Det er også godt mulig at sammenhengen vil fremtre enda klarere om ungenes kondisjon ved reirforlating også tas med i analysen, siden det er en tydelig sammenheng mellom denne og ungenes senere overlevelse. En sammenheng mellom kondisjon og overlevelse er ikke overraskende, men vi kjenner ikke andre studier som har vist dette hos unger av sjøfugler. Den ekstreme variasjonen i ungevekst på Røst fra år til år er imidlertid et unikt utgangspunkt for en slik analyse.

Selvregulert bestand?

Resultatene peker i retning av at Røstbestanden i stor grad var «selvregulert» i overvåkingsperioden (1979-94), dvs. at bestandsutviklingen overveiende var et resultat av Røstlundenes egen reproduksjon og overlevelse. Siden en tilsynelatende trafikkert reirgang ble benyttet som takseringsenhet, er det bare de fuglene som trafikkerer reirganger tidlig i sesongen som regnes med i hekkebestanden. At hekkesuksessen var positivt korrelert med bestandsendringene 1-3 år tidligere, men ikke i samme år, kan derfor styrke antagelsen om at bestandsøkningen skyldtes innrykk av unge, uerfarne fugler som bedrer sin hekkesuksess etterhvert som de skaffer seg hekkeerfaring (f.eks. Forslund & Pärt 1995). Den klare korrelasjonen mellom eggstørrelse og bestandsutvikling det siste året (men ikke med bestandsutviklingen ett år tidligere) vitner også klart om at bestandsøkningene skyldtes rekruttering av førstegangshekkende individer, og indikerer dessuten at de fleste av dem la egg. Om en eventuell variasjon i hekkefuglenes kondisjon fra år til år også kan ha påvirket

eggstørrelsen, er foreløpig ikke analysert nærmere. Ellers har overvåkingen av bestanden med den nye *Star*-metoden avslørt at nye hekkefugler foretrekker de allerede tettest besatte områdene i kolonien (Anker-Nilssen & Røstad 1993).

Det var likevel ingen antydning til negativ effekt for hekkeresultatet i rekrutteringsåret, slik en kunne forvente om de nye hekkefuglene har vesentlig dårligere suksess enn de etablerte. Siden utvekslingen av fugl generelt er liten i en bestand hvor overlevelsen er høy, vil slike effekter imidlertid lett bli skjult av andre forhold. En opplagt feilkilde her er vurderingen av hvilke reir som skal inngå i grunnlaget for å beregne utflygingssuksess. Uerfarne hekkefugler har trolig lettere for å oppgi hekkingen enn eldre. I en del tilfelle vil det imidlertid være umulig og avgjøre om reiret forlates pga. manglende hekkeerfaring eller som et resultat av vår forstyrrelse. Likevel blir slike tilfeller som regel ekskludert fra videre analyser.

Ungedødelighet kontra voksenoverlevelse

Det kan ikke herske tvil om at de mange årene med nesten fullstendig ungedødelighet på 70- og tidlig på 80-tallet førte til en rekrutteringssvikt som var hovedårsaken til at lundebestanden på Røst ble mer enn halvert i løpet av 80-tallet. Bestanden har siden vært mer stabil, men er fremdeles like lav. I hvilken grad også økt voksendødelighet bidro til tilbakegangen, er et mer åpent spørsmål. Bestandsutviklingen i perioden 1983-87 tydet på en årlig voksendødelighet i størrelsesorden 13.7 % (Anker-Nilssen & Røstad 1993). Dette var i så fall omtrent dobbelt så høyt som dødeligheten i perioden 1990-94, som ble estimert til 6.2 % (**tabell 19**). Dersom det kan rettferdiggjøres å sammenligne disse ratene direkte, og hvis det forutsettes at dagens estimater er normale verdier, vil det bety at redusert overlevelse for voksne fugler faktisk kan svare for inntil halvparten av nedgangen i bestanden.

Utfordring IV

Denne konklusjonen ikke uten videre fyllestgjørende selv om voksendødeligheten den gang var langt høyere enn i dag. En slik effekt kan f.eks. godt tenkes å skyldes en overdødelighet blant svært gamle individer. Gjennomsnittsalderen i bestanden var utvilsomt unormalt høy på den tiden da bestanden gikk mest tilbake. I så fall er det fremdeles manglende rekruttering som er problemet, siden høyere overlevelse for yngre fugler ville bidra til å balansere denne senilitetseffekten. En supplerende eller alternativ forklaring er likevel at det var en generell økt dødelighet som følge av økte belastninger for fuglene. Slike belastninger var ikke nødvendigvis knyttet til selve hekkeinnsatsen. Den signifikante tendensen til tidligere hekking etter dårlige hekkesesonger kan faktisk antyde en positiv effekt av redusert innsats i å fostre opp unger. Det er derfor vel så sannsynlig at problemet var av sekundær karakter, f.eks. i form av økt predasjonsrisiko fra svartbak (evt. også gråmåke) i koloniområdet i dårlige sesonger, siden disse artene da i mindre grad kunne parasitere lundenes næring. Det kan også tenkes at lundenes dødelighet økte ved at de i perioder har erfart alvorlig svikt i tilgang på næring til eget underhold. En analyse av vekt-kondisjonen til individer som er kontrollert i begge perioder vil kunne belyse dette forholdet nærmere, men har av ressurs hensyn ikke blitt prioritert foreløpig.

4.4 Forvaltningsperspektiver

Deler av dette kapittelet bygger på et innlegg til et seminar arrangert av DN og Fiskeridirektoratet om biologisk mangfold og forvaltning i kystsonen (Anker-Nilssen 1995).

Egenverdi

De fleste vil være enige i at den norske lundebestanden må tilskrives en betydelig egenverdi, både i forhold til rent biologiske såvel som sosialt begrunnede kriterier. Langs store deler av vår langstrakte kyst er lunden både en mengdeart, karakterart og nøkkelart som i betydelig grad bidrar til å opprettholde det biologiske mangfoldet i kystsonen. Som nevnt innledningsvis står den i en særklasse blant sjøfuglene både med hensyn til tallrikhet og biomasse. I mange sammenhenger blir den også trukket frem som et symbol på hva den mest utsatte og værharde delen av kysten har å tilby av opplevelser og utfordringer.

Det er lett å la seg friste til å trekke paralleller i egenskaper og levevis mellom folk og fugl som lever såvidt isolert fra det som ellers preger det moderne menneskets verdag. Mer enn noen annen fugl i norsk fauna appellerer lunden til oss med sitt sjarmerende utseende, og som en spesialist i sildefiske på åpent hav blir den gjerne fremstilt som om den besitter egenskaper mange føler er nedarvet i den norske folkesjela: Tøff og selvstendig, men sosial når det trengs, måteholden og vant til å slite, men ukuelig optimist, en pussig skruer som aldri gir opp. Kystfiskeren, rett og slett. Ikke rart at opplevelsesverdien ved å møte den i sitt rette element blir stadig høyere verdsatt.

Indikatorfunksjon

Gjennom sin næringsøkologiske rolle i det marine miljøet besitter lunden egenskaper som går langt utover artens egenverdi. Den har vist seg å være en svært velegnet indikator for tilstanden i viktige deler av dette miljøet. Slike indikatorer er nøkkelen til en robust miljøovervåking, siden det vi ønsker å overvåke, det biologiske mangfoldet, er for komplekst og omfattende til at det kan kontrolleres i detalj. I videste forstand er biologisk mangfold resultatet av alle biologiske og biofysiske prosesser som skjer eller har skjedd, og prosessene i seg selv er også en del av mangfoldet. I denne sammenheng får derfor biologisk variasjon en helt ny betydning, siden kunnskap om naturlig variasjon i forhold til den tidsskala vi betrakter er en helt nødvendig bakgrunn for å vurdere de endringer som overvåkingen avdekker.

At vi ikke kan måle all variasjon og forstå alle prosesser, endrer ikke ønsket om en mer «bærekraftig» forvaltning. Løsningen er å finne et sett av indikatorer som avdekker både strukturelle og funksjonelle endringer, gjenspeiler ulike nivåer i systemet, er tilstrekkelig følsomme, har høy predikeringskraft og forklaringsverdi, og som gir økt kunnskap. Dette er en utfordrende oppgave, siden vår forståelse av dynamikken i systemet og den enkelte komponents betydning oftest er svært begrenset. Nesten all ny kunnskap om en organisme eller annen komponent i miljøet vil imidlertid øke dens betydning som indikator.

Hvorfor lunden?

Sildens nøkkelrolle i Norskehavet og Barentshavet gir spesielle perspektiver til studier av interaksjonene mellom sild og lunde, og øker verdien av å bruke løpende kunnskap om lundenes næ-

ringsøkologi som miljøindikator. I den pelagiske delen av den norske kystsonen er sild og lunder fullstendig dominerende både i antall og biomasse på hvert sitt trofiske nivå, og deres økologiske roller er derfor meget betydelige. Dette understrekes særlig av norsk vårgytende silde betydning for balansen i de viktigste interaksjonene mellom kommersielle fiskebestander i Barentshavet: torsk, sild og lodde. Foruten de økonomiske interessene som er knyttet til denne balansen, vil valget av forvaltningsstrategier og høsting av disse fiskeressursene ha betydelige konsekvenser for hvilket biologisk mangfold vi skal forvente i våre kyst- og havområder. Både sild og lunder er viktige transportører av energi mellom ulike økosystemer, og kunnskapen om bestandene og interaksjonene mellom dem har betydelig overføringsverdi. Det finnes også iøynefallende likhetstrekk mht livshistorier og reproduktive strategier hos sild og lunde, og ikke minst har artene vist seg å være gode indikatorer for hverandre. En samordnet overvåking av både reproduksjon og populasjonsdynamikk for en fiskeressurs og en toppredator gir dessuten kunnskap som kan bedre vår evne til å skille fra hverandre effekter av menneskeinduserte og naturlige endringer i systemet. Variasjonen som er avdekket i dette systemet vil være nøkkelen til å finne svar på slike spørsmål.

Sild er utvilsomt en helt sentral næringsressurs for norske sjøfugl, både som 0-gruppe for hekkebestandene langs kysten av Norskehavet, og senere som 1-gruppe (til dels også som 0- og 2-gruppe) for hekkende og overvintrende sjøfugl i Barentshavet. Dessuten kan sjøfuglenes predasjon, særlig representert ved lundene, ha en viss betydning for sildens egen rekruttering.

Utfordring V

Lundens næringsvalg og reproduksjon har altså vist seg å være robuste tilstandsindikatorer for den pelagiske delen av kystøkosystemet, og tilfredsstillende en rekke av de krav vi stiller til gode miljøindikatorer, både med hensyn til følsomhet, responstid, overføringsverdi og kost-nytte-betraktninger. En sentral utfordring fremover er å vise om denne indikatorfunksjonen opprettholdes når balansen i systemet endres, f.eks. ved at gytestammen av sild øker som forventet, ved at gyteområdene forskyver seg nordover (slik det er tendenser til), ved at alternative byttedyr kommer inn i større utstrekning, og/eller ved at det oceanografiske klimaet endres.

Modeller og empiri

Interessen for å konstruere matematiske populasjonsmodeller har økt i takt med den aksellerende utviklingen av EDB-teknologi de siste par tiårene. Uten et solid fundament av empiriske data for de mest sentrale populasjonsparametre, vil slike modeller ha liten eller ingen prediksjonskraft. De kan likevel være nyttige verktøy for å avgjøre hvilke data som bør samles inn. For å øke vår forståelse av dynamikken i marine systemer er imidlertid langtidsstudier av lengelevende arter med sterke næringsøkologiske spesialiseringer helt avgjørende (f.eks. Nisbet 1989, Wiens 1989, Wooller et al. 1992).

Restitusjon: teori eller praksis?

Kunnskap om restitusjonstid vil være helt avgjørende for å gi pålitelige svar på de fleste spørsmål knyttet til forvaltning av bestander og habitater. Pr definisjon er dette den tiden det tar fra en ressurs påføres en skade til skaden er helt utbedret, dvs. til

ressursen er i den forfatning den ville ha vært til samme tid, dersom skaden ikke hadde inntruffet. For naturlig forekommende populasjoner kan denne tiden sjelden estimeres med rimelig grad av sikkerhet. Særlig gjelder dette sterkt mobile organismer (primært dyrepopulasjoner). Sjøfuglene er dessverre ikke noe unntak i så måte. Årsakene er i første rekke mangelfull kunnskap om sentrale populasjonsregulerende parametre og mekanismer. Som for all annen populasjonsmodellering vil en pålitelig estimering av restitusjonstid kreve gyldige inngangsverdier for de viktigste parametrene og tilhørende mål for deres naturlige variasjon. Rimelig komplette, empirisk underbyggede datasett mangler for de aller fleste populasjoner.

Den mest alvorlige kunnskapsmangelen er likevel en annen. Beregningen forutsetter nemlig en nokså eksakt forståelse av hvordan disse inngangsverdiene endres når en skade oppstår, og hvordan de senere varierer med ulike tilstandsnivå for bestanden. Dette fordrer kvantitativ kunnskap om hvilke forhold som til enhver tid vil være begrensende for bestanden (f.eks. næring, leveområder m.v.). Slike tetthetsavhengige effekter er uten unntak dårlig kjent. Selv for de best studerte bestander vil derfor de mange kildene til usikkerhet raskt multipliseres opp i beregningene. Dette fører til at resultatet med stor sannsynlighet er mer villedende enn veiledende, dersom det betraktes isolert. Å synliggjøre den samlede usikkerheten i beregningene er et klart behov som få eller ingen har maktet å tilfredsstillende. Resultatet har derfor en meget begrenset beslutningsrelevans, og må brukes med stor forsiktighet.

Dette leder til flere viktige konklusjoner. For det første må en innse at varigheten, så vel som omfanget, av enkelte skader ikke kan kvantifiseres fullt ut. Videre vil enhver form for naturlig restitusjon nødvendigvis være et resultat av en positiv effekt av skaden for (noen av) de individene som ikke går til grunne eller rammes negativt på annen måte. For det tredje: Uansett fortegn, vil bestandsutviklingen etter en skade ikke uten videre forklare noe om restitusjon. En bestandsøkning kan f.eks. utelukkende være et resultat av gode miljøbetingelser. På den andre siden av skalaen kan en pågående restitusjon lett overskygges av dårlige miljøforhold og derved bare bremse men ikke stanse en naturlig bestandsnedgang. Restitusjonen er like fullt reell, og den vil være fullbyrdet når bestanden igjen harmoniserer med de rådende miljøbetingelsene. Sist, men ikke minst: Restitusjon er kun et potensielle og langt fra en uavvendelig følge av en skade. I mange tilfeller kan tetthetsavhengigheten virke i negativ retning, ved at skaden bidrar til å forsterke andre negative faktorer for bestanden, f.eks. ved å øke predasjonsrisikoen eller redusere reproduksjonsvilkårene for gjenværende individer. Slike synergistiske effekter er sjelden vurdert kvantitativt.

Implikasjoner for modellering

Diskusjonen i foregående avsnitt setter klare begrensninger mht. bruk av populasjonsmodeller for å fremskaffe rent kvantitative resultater som beslutningsgrunnlag for miljøforvaltningen. Enhver kjøring av en populasjonsmodell krever nemlig matematisk formulerte forutsetninger for tetthetsavhengighet. I en sjøfuglsammenheng er modellering av denne type mest anvendt i tilknytning til konsekvensanalyser, f.eks. for å vurdere grad av miljørisiko knyttet til utvinning og transport av olje og oljeprodukter (f.eks. Wiens et al. 1982, Jødestøl et al. 1994). I denne

forbindelse er det imidlertid, såvidt vi kjenner til, kun publisert arbeider hvor modellutfallet av ethvert scenario med angivelig stor sannsynlighet predikerer at en skadet bestand vil restituere innen overskuelig fremtid (dvs. i løpet av ett eller flere tiår). Siden positive tetthetsavhengige responser ikke er selvfølgelig, er dette (sett under ett) mistenkelig ensidig og ikke troverdig.

Lunden som eksempel

Resultater fra lundeforskningen på Røst kan illustrere poenget mht. bruk av tetthetsavhengige responser: Reduksjon av gjennomsnittlig alder ved første hekking er ofte forventet som en positiv følge av en bestandsreduksjon. Til tross for at bestanden på Røst ble halvert i løpet av få år, gir resultatene grunnlag for å konkludere at alder ved første hekking er 5-7 år, dvs. absolutt ikke tidligere enn det som er målt i stabile eller økende bestander (f.eks. Harris 1984, Hudson 1985). Dette antyder at bestandsreduksjonens eventuelle positive effekter for ungfuglene er motvirket av negative konsekvenser knyttet til parallelle endringer i bestandens sosiale interaksjoner og/eller spesielt dårlige næringsvilkår for de samme fuglene. Andre positive effekter som legges inn i modellene er helst knyttet til redusert konkurranse om næring eller reirplasser. En klar terskeeffekt i sammenhengen mellom næringstilgang og hekkeresultat vil imidlertid redusere betydningen av næringskonkurranse. En slik effekt var meget tydelig på Røst, og tilsvarende relasjoner må forventes for en rekke andre sjøfuglpopulasjoner og deres viktigste byttedyr. Lunden er meget stedtro til reirplassen. Dessuten hekker den skjult og har relativt få naturlige predatorer i hekkeområdet. En positiv respons på økt tilgjengelighet av reirplasser kan derfor ikke påregnes i betydelig grad, i alle fall ikke hvis habitatet ikke er mettet av fugl. Redusert evne til forsvar og sosial koordinering for de gjenværende individene er mer opplagte og negative effekter av uttynning i en sjøfuglkoloni.

Utfordring VI

Argumentasjonen overfor viser hvordan resultater fra langtidsstudier i naturlige bestander kan øke forståelsen av hvilken betydning tetthetsavhengig regulering har for våre sjøfuglbestander. Denne betydningen, og derved også balansen i reguleringsmekanismene, må forventes å variere i takt med tilstanden for populasjonene og deres fysiske og biologiske miljø. Vi betrakter en videreføring av langtidsseriene for lundebestanden på Røst som en verdifull og ganske unik mulighet til å bedre kunnskapen på dette feltet.



5 Referanser

- Amundsen, T. & Stokland, J.N. 1986. On the adaptive significance of hatching asynchrony and egg-size variation in the Shag *Phalacrocorax aristotelis*. - Cand. scient. oppgave i økologi, Zool. Museum, Univ. Oslo.
- Anker-Nilssen, T. 1987. The breeding performance of Puffins *Fratercula arctica* on Røst, northern Norway in 1979-1985. - Fauna norv. Ser. C., Cinclus 10: 21-38.
- Anker-Nilssen, T. 1990a. Ringmerking av havsvaler og stormsvaler i Norge. - Ringmerkaren 2: 144-152.
- Anker-Nilssen, T. 1990b. Taksering av lunde i risikoområdet for Midt-norsk Sokkel. - I Børresen, J.A. & Moe, K. red. AKUP Årsrapport 1990. Upubl. rapp., OED, Oslo. s. 13-18 (seksj. I).
- Anker-Nilssen, T. 1991. Kystøkologi lunde Røst. Årsrapport 1990. - NINA Oppdragsmelding 67: 1-16.
- Anker-Nilssen, T. 1992. Food supply as a determinant of reproduction and population development in Norwegian Puffins *Fratercula arctica*. - Dr. scient. avhandling i terrestrisk økologi, Zool. Inst., Univ. Trondheim. 46 s. + 5 artikler.
- Anker-Nilssen, T. 1993. Demografi hos sjøfugl: overlevelse for hekkende lunder på Røst. - NINA Oppdragsmelding 216: 1-16.
- Anker-Nilssen, T. 1994. Lunde *Fratercula arctica*. - I Gjershaug, J.O., Thingstad, P.G., Eldøy, S. & Byrkjeland, S. red. Norsk fugleatlas. Hekkefuglenes utbredelse og bestandsstatus i Norge. Norsk Ornitologisk Forening, Klæbu. s.258-259.
- Anker-Nilssen, T. 1995a. Havsvalefangsten i Norge 1994. - Ringmerkaren 7: 201-215.
- Anker-Nilssen, T. 1995b. Økologiske relasjoner: Bestandsinteraksjoner lunde/sild. - I Anon. red. Biologisk mangfold og forvaltning i kystsonen. Seminarreferat, Direktoratet for naturforvaltning. DN Notat 1995-3: 3-13.
- Anker-Nilssen, T. & Lorentsen, S.-H. 1990. Distribution of Puffins *Fratercula arctica* feeding off Røst, northern Norway, during the breeding season, in relation to chick growth, prey and oceanographical parameters. - Polar Research 8: 67-76.
- Anker-Nilssen, T. & Barrett, R.T. 1991. Status of seabirds in northern Norway. - Brit. Birds 84: 329-341.
- Anker-Nilssen, T. & Anker-Nilssen, P.G. 1993. Breeding of the Leach's Petrel *Oceanodroma leucorhoa* in the Røst archipelago, northern Norway. - Fauna norv. Ser. C, Cinclus 16: 19-24.
- Anker-Nilssen, T. & Røstad, O.W. 1993. Census and monitoring of Puffins *Fratercula arctica* on Røst, N Norway, 1979-1988. - Ornis Scand. 24: 1-9.
- Anker-Nilssen, T., Nygård, T., Røv, N. & Øyen, I.J. 1994. Sjøfugl. - I Brunvoll, F., Schøning, P., Rübberdt, S., Theodorsen, P., Kielland, G. & Midtland, S. red. Naturmiljøet i tall. Kapittel 24. Kyst og fjorder. Statistisk sentralbyrå, Direktoratet for naturforvaltning. Unversitetsforlaget, Oslo. s. 284-288.
- Anker-Nilssen, T., Erikstad, K.E. & Lorentsen, S.-H. i manus. Aims and effort in seabird monitoring; an assessment based on Norwegian data. - Wildl. Biol. (i revisjon).
- Anon. 1996. Preliminary report of the International 0-group fish survey in the Barents Sea and adjacent waters in August-September 1995. - ICES C.M. 1996/G:xx (i trykk).
- Bakken, V. 1984. Takseringsmetodikk for lomvi *Uria aalge* i tre felt på Vedøy, Røst. - Cand. real. oppgave, Zool. Inst., Univ. Oslo.

- Bakken, V. 1989. The population development of Common Guillemots *Uria aalge* on Vedøy, Røst. - Fauna norv. Ser. C, Cinclus 12: 41-46.
- Barrett, R.T., Fieler, R., Anker-Nilssen, T. & Rikardsen, F. 1985. Measurements and weight changes of Norwegian adult Puffins *Fratercula arctica* and Kittiwakes *Rissa tridactyla* during the breeding season. - Ringing and Migration 6: 102-112.
- Bradstreet, M.S.W. & Brown, R.G.B. 1985. Feeding ecology of the Atlantic Alcidae. - I Nettleship, D.N. & Birkhead, T.R. red. The Atlantic Alcidae. The evolution, distribution and biology of the auks inhabiting the Atlantic Ocean and adjacent water areas. Academic Press, London. s. 263-318.
- Breivik, M. 1991. Endringer i energiutnyttelse hos unger av lunde og teist. - Hovedoppgave, Institutt for Biologi og Naturforvaltning, NLH, Ås. 36 s.
- Brun, E. 1966. Hekkebestanden av lunde *Fratercula arctica* (L.) i Norge. - Sterna 7: 1-17.
- Burger, A. & Simpson, M. 1986. Diving depths of Atlantic Puffins and Common Murres. - Auk 103: 828-830.
- Burger, A.E. & Wilson, R.P. Capillary-tube depth gauges for diving animals: an assessment of their accuracy and applicability. - J. Field Ornithol. 59: 345-354.
- Cairns, D.K. 1987. Seabirds as indicators of marine food supplies. - Biol. Oceanogr. 5: 261-271.
- Erikstad, K.E., Anker-Nilssen, T., Asheim, M., Barrett, R.T., Bustnes, J.O., Jacobsen, K.-O., Johnsen, I., Sæther, B.-E. og Tveraa, T. 1994. Hekkeinvestering og voksendødelighet hos norske sjøfugler. - NINA Forskningsrapport 49: 1-25.
- Erikstad, K.E., Asheim, M., Fauchald, P., Dahlhaug, L. & Tveraa, T. i manus. Adjustment of parental expenditure in the puffin; the roles of adult body condition and chick size.
- Forslund, P. & Pärt, T. 1995. Age and reproduction in birds - hypotheses and test. - TREE 10: 374-378.
- Hamre, J. 1988. Some aspects of the interrelation between the Herring in the Norwegian Sea and the stocks of Capelin and Cod in the Barents Sea. - ICES C.M. 1988/H:42: 1-15.
- Harris, M.P. 1984. The Puffin. - T & A D Poyser Ltd., Calton, England. 224 s.
- Hoyt, D.F. 1979. Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. - Auk 96:73-77.
- Hudson, P.J. 1985. Population parameters for the Atlantic Alcidae. - I Nettleship, D.N. & Birkhead, T. R., red. The Atlantic Alcidae. The evolution, distribution and biology of the auks inhabiting the Atlantic Ocean and adjacent water areas. Academic Press, London. s. 233-261.
- Jones, P.H., Blake, B.F., Anker-Nilssen, T. & Røstad, O.W. 1982. The examination of birds killed in oilspills and other incidents - a manual of suggested procedure. - Nature Conservancy Council, Aberdeen. 32 s.
- Jødestøl, K.A., Sørgård, E. & Bitner-Gregersen, E. 1994. Grunnlagsrapport til konsekvensutredning for Norge: Konsekvenser for lundefugl på Røst ved utslipp av olje fra Norge. - DNV Teknisk Rapport 94-3488, Det Norske Veritas Industry AS, Høvik. 60 s.
- Lebreton, J.-D., Burnham, K.P., Clobert, J. & Anderson, D.R. 1992. Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. - Ecol. Monogr. 62: 67-118.
- Lid, G. 1981. Reproduction of the Puffin on Røst in the Lofoten Islands in 1964-1980. - Fauna norv. Ser. C, Cinclus 4: 30-39.
- Lorentsen, S.-H. 1989. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Takseringsmanual. - NINA Oppdragsmelding 16: 1-27.
- Lorentsen, S.-H. 1990. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for hekkende sjøfugl. Resultater fra 1988 og 1989. - NINA Oppdragsmelding 34: 1-72.
- Lorentsen, S.-H. 1995. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for hekkende sjøfugl. Resultater fra 1995. - NINA Oppdragsmelding 374: 1-67.
- Myrberget, S. 1962. Undersøkelser over forplantningbiologien til lunde (*Fratercula arctica* (L.)). Egg, ruging og unger. - Medd. Stat. viltund. Ser. 2 (11): 1-51.
- Myrberget, S. 1973. Merking av toppskarv og lunde på Røst. - Sterna 12: 307-315.
- Myrberget, S. 1981. Criteria of physical condition of fledging Puffins. - Proc. Second Nordic Congr. Ornithol. 1979: 43-46.
- NFR 1995. Marine ressurser og miljø. Programnotat. - Norges forskningsråd, Bioproduksjon og foredling, Oslo. 17s.
- NINA 1995. NINAs instituttprogrammer 1996-2000. - NINA, Trondheim. 50 s.
- Nisbet, I.C.T. 1989. Long-term ecological studies of seabirds. - Colonial Waterbirds 12: 143-147.
- Otnes, B. & Skjold, R. 1992. Fototaksering som eit hjelpemiddel i overvåking av ein populasjon lunde (*Fratercula arctica*). - Hovedoppgave, Institutt for Biologi og Naturforvaltning, NLH, Ås. 40 s.
- Pethon, P. Aschehougs store fiskebok. - Aschehoug. 447 s.
- Pradel, R. & Lebreton, J.-D. 1991. User's manual for program SURGE version 4.1. - Upubl. rapport, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, CNRS, Montpellier, Frankrike. 35 s.
- Røstad, O.W. 1988. Rapport fra Røstprosjektet 1986-1987. - Upubl. rapp., NINA, Trondheim. 22 s.
- Strann, K.-B., Bustnes, J.O., Kroglund, R.T. & Østnes, J.E. 1993. Konsekvensanalyse olje/sjøfugl for petroleumsvirksomhet på Midt-norsk sokkel - NINA Forskningsrapport 42: 1-129.
- Sæther, B.-E. 1990. Age-specific variation in reproductive performance of birds. - I Power, D.M., red. Current Ornithology, Vol. 7. Plenum Publ. Corp., New York. s. 251-283.
- Toresen, R. 1985. Recruitment indices of Norwegian spring spawning herring based on results of International 0-group survey in the Barents Sea. - ICES C.M. 1985/H:54: 1-9.
- Tschanz, B. 1979. Zur Entwicklung von Papageitaucherküken *Fratercula arctica* in Freiland und Labor bei unzulänglichem und ausreichendem Futterangebot. - Fauna norv. Ser. C., Cinclus 2: 70-94.
- Tschanz, B. & Barth, E.K. 1978. Svingninger i lomvibestanden på Vedøy på Røst. - Fauna 31: 205-219.
- Vader, W., Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Barrett, R. & Strann, K.-B. 1990. Regional and temporal differences in breeding success and population development of fish-eating seabirds in Norway after collapses of herring and capelin stocks. - Trans. 19th IUGB Congress, Trondheim 1989, 1: 143-150.
- Wiens, J.A. 1989. The ecology of bird communities. Volume 2. Processes and variations. - Cambridge Studies in Ecology, Cambridge Univ. Press. 316 s.
- Wiens, J.A., Ford, R.G. & Heinemann, D. 1982. Simulation modeling of marine bird populations energetics, food consumption, and sensitivity to perturbation. - U.S. Dept. Commer., NOAA, Outer Continental Shelf Environmental Assessment Program (OCSEAP) Final Report 30. s. 599-644.

- Wooller, R.D., Bradley, J.S. & Croxall, J.P. 1992. Long-term population studies of seabirds. - TREE 7: 111-114.
- Øyan, H.S. 1993. Growth in Puffin *Fratercula arctica* chicks in relation to food supply; an experiment. - Cand. scient. oppgave i terrestrisk økologi, Univ. Trondheim. 29 s.
- Øyan, H.S. & Anker-Nilssen, T. i trykk. Allocation of growth in food-stressed Atlantic Puffin chicks. - Auk (akseptert).

6 Ornitologisk bibliografi for Røst

Denne bibliografien er en oppdatert versjon av den som tidligere er presentert av Anker-Nilssen (1991). Listen omfatter de aller fleste arbeider som presenterer resultater fra sjøfuglundersøkelser på Røst de siste 45 år, samt enkelte andre skrifter som inneholder opplysninger om fuglelivet i øygruppen.

- Amundsen, T. & Stokland, J.N. 1985. Taksering av toppskarv *Phalacrocorax aristotelis* på Ellefsnyken, Røst 1985. - Upubl. rapp., DVF, Trondheim. 16 s.
- Amundsen, T. & Stokland, J.N. 1986. On the adaptive significance of hatching asynchrony and egg-size variation in the Shag *Phalacrocorax aristotelis*. - Cand. scient. oppgave i økologi, Zool. Museum, Univ. Oslo.
- Amundsen, T. & Stokland, J.N. 1988. Adaptive significance of asynchronous hatching in the Shag; a test of the brood reduction hypothesis. - J. Anim. Ecol. 57: 329-344.
- Amundsen, T. & Stokland, J.N. 1990. Egg Size and Parental Quality Influence Nestling Growth in the Shag. - Auk 107: 410-413.
- Anker-Nilssen, P. 1990. Lundeungers vektutvikling og dødelighet i lys av næringstilgang. Prosjektoppgave i Bio 210, Generell økologi. - Upubl. rapp., Univ. Oslo. 10 s.
- Anker-Nilssen, T., red. 1983. rapp. fra Røstprosjektet 1983. - Upubl. rapp., Zool. Museum, Univ. Oslo. 64 s.
- Anker-Nilssen, T. 1984. Røst. Prosjektet og sjøfuglforvaltningen. Truslene mot sjøfuglene. - Norsk Natur 20: 10-12.
- Anker-Nilssen, T. 1985. Svømmetrekk- og myteundersøkelser på Røst i 1985. - Upubl. rapp., Zool. Museum, Univ. Oslo. 19 s.
- Anker-Nilssen, T. 1986. Lundehekkningen på Røst i 1984 og 1985. - Nytt fra Sjøfuglprosjektet 2-86. 5 s.
- Anker-Nilssen, T., red. 1986. Rapport fra Røstprosjektet 1984-1985. - Upubl. rapp., Zool. Museum, Univ. Oslo. 61 s.
- Anker-Nilssen, T. 1986. Røst, lundefuglens gamle hjem. - Uke-Adressa 33/86: 2-14.
- Anker-Nilssen, T. 1986. Røstprosjektet, Zoologisk Museum Oslo. Kort statusrapport for prosjektarbeidet i 1986. - I Lorentsen, S.-H., red. Referat fra sjøfuglforskermøte ved Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim 17.10 1986. Upubl. rapp., DN, Trondheim. s. 22-24.
- Anker-Nilssen, T. 1987. Hekkebestandene av noen sjøfuglarter på Røst. - Upubl. rapp., Trondheim. 12 s.
- Anker-Nilssen, T. 1987. Sjøfugl i krise: Lundefuglens mareritt. - Vi Menn 6/87: 46-48.
- Anker-Nilssen, T. 1987. Sjøfuglhekkingen på Røst i 1987. - I Pedersen, B., red. Referat fra sjøfuglforskermøte ved Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim 17.09 1987. Upubl. rapp., DN, Trondheim. s. 31-33.
- Anker-Nilssen, T. 1987. The breeding performance of Puffins *Fratercula arctica* on Røst, northern Norway in 1979-1985. - Fauna norv. Ser. C., Cinclus 10: 21-38.
- Anker-Nilssen, T. 1988. Sjøfuglundersøkelser på Røst i 1988. - I Bakken, V., red. Referat fra sjøfuglforskermøte ved Norsk Polarinstitut 27 oktober 1988. Upubl. rapp., Norsk Polarinstitut, Oslo. s. 34-40.
- Anker-Nilssen, T. 1989. Sjøfuglundersøkelsene på Røst i 1989. - I Erikstad, K.E., red. Referat fra sjøfuglmøte Tromsø Museum 19/10-89. Upubl. rapp., NINA, Tromsø.



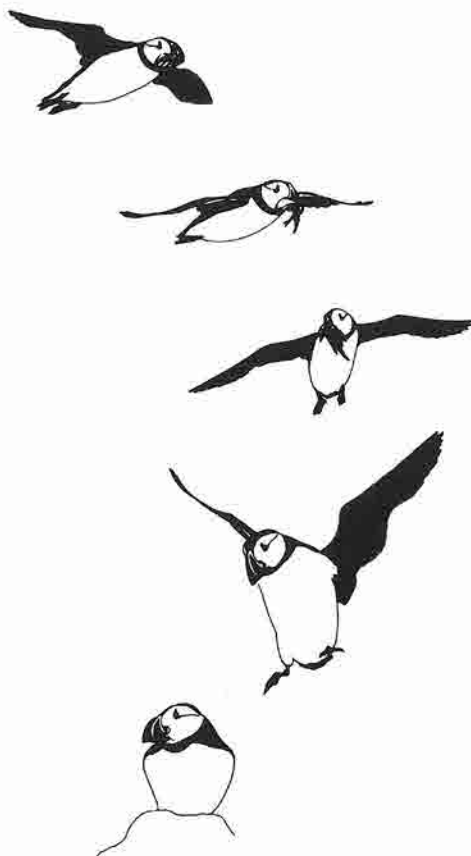
- Anker-Nilssen, T. 1990. Kystøkologi lunde Røst. - I Skipnes, K. & Toft, G.O., red. Referat fra sjøfuglmøte Stavanger Museum 5.-6. november 1990. Upubl. rapp., Stavanger Museum, Stavanger.
- Anker-Nilssen, T. 1990. Kystøkologi lunde Røst. Fremdriftsrapport pr 31.08.1990 NINA Prosjekt 2696. - Upubl. rapp., NINA, Trondheim. 9 s.
- Anker-Nilssen, T. 1990. Ringmerking av havsvaler og stormsvaler i Norge. - Ringmerkaren 2: 144-152.
- Anker-Nilssen, T. 1990. Sjøfuglsituasjonen i Barentshavet. - Biolog 1990,1: 8-21.
- Anker-Nilssen, T. 1990. Sjøfuglsituasjonen i Barentshavet (Del I). - Unge Forskere 11,1: 4-6.
- Anker-Nilssen, T. 1990. Sjøfuglsituasjonen i Barentshavet (Del II). - Unge Forskere 11,2: 20-21+41.
- Anker-Nilssen, T. 1990. Taksering av lunde i risikoområdet for Midt-norsk Sokkel. - I Børresen, J.A. & Moe, K. red. AKUP Årsrapport 1990. Upubl. rapp., OED, Oslo. s. 13-18 (seksj. I).
- Anker-Nilssen, T. 1991. Fremdriftsrapport for prosjektet Kystøkologi lunde Røst. - Upubl. notat, NINA, Trondheim. 1 s.
- Anker-Nilssen, T. 1991. Kystøkologi lunde Røst. Årsrapport 1990. - NINA Oppdragsmelding 67: 1-16.
- Anker-Nilssen, T. 1991. 0-group Atlanto-Scandian herring *Clupea harengus* as food for puffins *Fratercula arctica*. - I Kapel, F.O. red. Report of a Nordic seminar on predation and predatory processes in marine mammals and sea-birds, Tromsø 25-29 April 1991. Univ. Tromsø. s. 13-16.
- Anker-Nilssen, T. 1991. Ringmerking av havsvaler og stormsvaler i 1990. - Ringmerkaren 3: 140-148.
- Anker-Nilssen, T. 1991. Røstprosjektets ringmerkingsvirksomhet 1979-1990. - Ringmerkaren 3: 24-25.
- Anker-Nilssen, T. 1991. Sjøfuglers demografi. Fremdriftsrapport 1991. Voksendødelighet hos lunde på Røst. - Upubl. notat, NINA, Trondheim. 1 s.
- Anker-Nilssen, T. 1992. Food supply as a determinant of reproduction and population development in Norwegian Puffins *Fratercula arctica*. - Dr. scient. avhandling i terrestrisk økologi, Zool. Inst., Univ. Trondheim. 46 s. + 5 artikler.
- Anker-Nilssen, T. 1992. Fremdriftsrapport for prosjektet Kystøkologi - lunde Røst. - Upubl. notat, NINA, Trondheim. 2 s.
- Anker-Nilssen, T. 1992. Ringmerking av havsvaler og stormsvaler i 1991. - Ringmerkaren 4: 148-154.
- Anker-Nilssen, T. 1992. Røstprosjektets ringmerkingsvirksomhet i 1991. - Ringmerkaren 4: 26-27.
- Anker-Nilssen, T. 1992. Voksendødelighet - lunde Røst. Kort fremdriftsrapport for pr november 1992. - Upubl. notat, NINA, Trondheim. 2 s.
- Anker-Nilssen, T. 1993. Demografi hos sjøfugl: overlevelse for hekkende lunder på Røst. - NINA Oppdragsmelding 216: 1-16.
- Anker-Nilssen, T. 1993. Forvirring om lunden. - Debattinnlegg, Dagbladet 29. august 1993. s. 25.
- Anker-Nilssen, T. 1993. Fremdriftsrapport pr november 1993. - I Anker-Nilssen, T. Kystøkologi lunde Røst. Prosjektbeskrivelse for 1994. Upubl. notat, NINA, Trondheim. s. 8-9.
- Anker-Nilssen, T. 1993. Lunden på Røst. En situasjonsrapport om lundene og lundeforskningen på Røst. - Kirkeblad for Værøy og Røst 37(2): 3-7.
- Anker-Nilssen, T. 1993. Kystøkologi. - I Gunnerød, T.B., red. NINA Årsmelding 1992. NINA, Trondheim. s. 29.
- Anker-Nilssen, T. 1993. Mye om lunde og litt om andre fugler på Røst. - Fugler i Telemark 1: 70-74.
- Anker-Nilssen, T. 1993. Ringmerking av havsvaler og stormsvaler i 1992. - Ringmerkaren 5: 163-174.
- Anker-Nilssen, T. 1993. Røstprosjektets ringmerkingsvirksomhet i 1992. - Ringmerkaren 5: 27.
- Anker-Nilssen, T. 1994. Havsvale *Hydrobates pelagicus*. - I Gjershaug, J.O., Thingstad, P.G., Eldøy, S. & Byrkjeland, S. red. Norsk fugleatlas. Hekkefuglenes utbredelse og bestandsstatus i Norge. Norsk Ornitologisk Forening, Klæbu. s. 42-43.
- Anker-Nilssen, T. 1994. Interaksjoner mellom lunde og sild i Norskehavet. Norske Havforskeres Forening Årsrapport 1994. (in press).
- Anker-Nilssen, T. 1994. Lunde *Fratercula arctica*. - I Gjershaug, J.O., Thingstad, P.G., Eldøy, S. & Byrkjeland, S. red. Norsk fugleatlas. Hekkefuglenes utbredelse og bestandsstatus i Norge. Norsk Ornitologisk Forening, Klæbu. s.258-259.
- Anker-Nilssen, T. 1994. Lunde Røst. Fremdriftsrapport september 1994. Omhandler prosjektet Kystøkologi - lunde Røst og tilknyttede resultater fra bestandsovervåkning og demografi-studier. - Upubl. notat, NINA, Trondheim. 5 s.
- Anker-Nilssen, T. 1994. Ringmerking av havsvaler og stormsvaler i 1993. - Ringmerkaren 6: 173-187.
- Anker-Nilssen, T. 1994. Røstprosjektets ringmerkingsvirksomhet i 1993. - Ringmerkaren 6: 29.
- Anker-Nilssen, T. 1994. Stormsvale *Oceanodroma leucorhoa*. - I Gjershaug, J.O., Thingstad, P.G., Eldøy, S. & Byrkjeland, S. red. Norsk fugleatlas. Hekkefuglenes utbredelse og bestandsstatus i Norge. Norsk Ornitologisk Forening, Klæbu. s.44-45.
- Anker-Nilssen, T. 1994. The interrelationship between Puffins *Fratercula arctica* and herring *Clupea harengus* in northern Norway. - I Rinde, E. red. Mare Nor Symposium on the Ecology of Fjords and Coastal Waters, Tromsø 5-9 December 1994. Book of abstracts. Norges forskningsråd, Oslo. s. 36.
- Anker-Nilssen, T. 1995. Fremdriftsrapport for prosjekt nr 109375/110: Bestandsinteraksjoner mellom 0-gruppe sild og lunde. - Upubl. notat, NINA, Trondheim. 3s.
- Anker-Nilssen, T. 1995. Havsvalefangsten i Norge 1994. - Ringmerkaren 7: 201-215.
- Anker-Nilssen, T. 1995. The long-term breeding disaster of puffins at Røst; causes and consequences. - I Tasker, M.L. red. Threats to seabirds. Proc. Fifth Intern. Seabird Group. Conf. s. 7.
- Anker-Nilssen, T. 1995. Røstprosjektets ringmerkingsvirksomhet i 1994. - Ringmerkaren 7: 64.
- Anker-Nilssen, T. 1995. Økologiske relasjoner: Bestandsinteraksjoner lunde/sild. - I Anon. red. Biologisk mangfold og forvaltning i kystsonen. Seminarreferat, Direktoratet for naturforvaltning. DN Notat 1995-3: 3-13.
- Anker-Nilssen, T. i trykk. Næring som regulerende faktor for reproduksjon og bestandsutvikling hos norske lunder. - I Ekker, M. & Pagh Jensen, F. red.. Proceedings fra nordisk workshop om bestandsendringer hos alkefugl i Norden, Songli, 21-23 oktober 1992.
- Anker-Nilssen, T. i trykk. Lundenes reproduksjon og bestandsutvikling på Røst: sildas betydning på kort og lang sikt. - I Erikstad, K.E. red. MARE NOR-boka. Norges forskningsråd.
- Anker-Nilssen, T., Bakken, V. & Røstad, O.W. 1984. Sjøfuglundersøkelser på Røst 1979-1983. - Upubl. rapp., Zool. Museum, Univ. Oslo, DVF, Trondheim. 85 s.

- Anker-Nilssen, T., Hope Jones, P. & Røstad, O.W. 1988. Age, sex and origins of auks (Alcidae) killed in the Skagerrak oiling incident of January 1981. - *Seabird* 11: 28-46.
- Anker-Nilssen, T. & Lorentsen, S.-H. 1990. Distribution of Puffins *Fratercula arctica* feeding off Røst, northern Norway, during the breeding season, in relation to chick growth, prey and oceanographical parameters. - *Polar Research* 8: 67-76.
- Anker-Nilssen, T. & Barrett, R.T. 1991. Status of seabirds in northern Norway. - *Brit. Birds* 84: 329-341.
- Anker-Nilssen, T. & Anker-Nilssen, P.G. 1993. Breeding of the Leach's Petrel *Oceanodroma leucorhoa* in the Røst archipelago, northern Norway. - *Fauna norv. Ser. C, Cinclus* 16: 19-24.
- Anker-Nilssen, T. & Røstad, O.W. 1993. Census and monitoring of Puffins *Fratercula arctica* on Røst, N Norway, 1979-1988. - *Ornis Scand.* 24: 1-9.
- Anker-Nilssen, T. & Østnes, J.E. 1994. Fuglefjell. - I Storrusten, E. Hurtigruteboka. Ofoten & Vesteraalen Dampskibsselskap, Narvik, Troms Fylkes Dampskibsselskap, Tromsø and Finnmarks Fylkesrederi og Ruteselskap, Hammerfest. s. 28-29.
- Anker-Nilssen, T., Fossum, P. & Svendsen, E. 1994. Lunde og sild ved Røst. Hva hendte sommeren 1993? - *Fisken Hav*. 1994 (Sænummer 2): 81-93.
- Anker-Nilssen, T., Østnes, J.E., Smiseth, P.T. & Heggerget, T.H. 1994. Mulige konsekvenser for sjøfugl ved petroleumsvirksomhet på Nornefeltet, Midt-norsk sokkel. Dokumentasjonsrapport. - NINA Oppdragsmelding 260: 1-66.
- Anker-Nilssen, T., Nygård, T., Røv, N. & Øyen, I.J. 1994. Sjøfugl. - I Brunvoll, F., Schøning, P., Rübberdt, S., Theodorsen, P., Kielland, G. & Midtland, S. red. Naturmiljøet i tall. Kapittel 24. Kyst og fjorder. Statistisk sentralbyrå, Direktoratet for naturforvaltning. Universitetsforlaget, Oslo. s. 284-288.
- Anker-Nilssen, T., Erikstad, K.E. & Lorentsen, S.-H. i manus. Aims and effort in seabird monitoring; an assessment based on Norwegian data. - *Wildl. Biol.* (i revisjon).
- Anker-Nilssen, T. & Røstad, O.W. i manuskript. Avifauna Roestensis. - Upubl. rapp.
- Anon. 1979. Faunistisk rapport fra Nordland 1970-1978. - *Vår Fuglefauna* 2: 176-184.
- Anon. 1994. Report of the study group on seabird/fish interactions. Copenhagen, 6-10 September 1993. - *ICES C.M.* 1994/L:3: 1-119.
- Aandahl, A. 1981. Ferdelseregulering i fuglefjellene på Røst. - *Vår Fuglefauna* 4: 150-151.
- Baines, S. 1981. Ornitologisk rapport fra Røstlandet, Røst kommune. - Upubl. rapp., Røst. 9+3 s.
- Baines, S.J. & Anker-Nilssen, T. 1991. Fugler på Røst. - Røst kommune. 64 s. (Illustrert fugleguide, også utgitt på engelsk, tysk og fransk).
- Bakken, V. 1984. Takseringsmetodikk for lomvi *Uria aalge* i tre felt på Vedøy, Røst. - Cand. real. oppgave, Zool. Inst., Univ. Oslo.
- Bakken, V. 1986. A method for assessing changes in the breeding population of Guillemots *Uria aalge* on Vedøy, Røst. - *Fauna norv. Ser. C, Cinclus* 9: 25-34.
- Bakken, V. 1989. The population development of Common Guillemots *Uria aalge* on Vedøy, Røst. - *Fauna norv. Ser. C, Cinclus* 12: 41-46.
- Barrett, R.T. 1994. Seabirds - their past and future. - I Barrett, R.T., Møller, J., Bjørklund, I. & Reymert, P.K. red. *Way North - Bird Life*. Tromsø Museum. s. 31-38.
- Barrett, R.T., Fieler, R., Anker-Nilssen, T. & Rikardsen, F. 1985. Measurements and weight changes of Norwegian adult Puffins *Fratercula arctica* and Kittiwakes *Rissa tridactyla* during the breeding season. - *Ring and Migration* 6: 102-112.
- Barrett, R.T., Anker-Nilssen, T. & Folkestad, A.O. 1985. Monitoring of breeding auks and Kittiwakes in Norway. - I Tasker, M.L., red. *Population and Monitoring Studies of Seabirds. Proc. Sec. Intern. Conf. Seabird Group.* s. 13-15.
- Barrett, R.T., Anker-Nilssen, T., Rikardsen, F., Valde, K., Røv, N. & Vader, W. 1987. The food, growth and fledging success of Norwegian Puffin chicks *Fratercula arctica* in 1980-1983. - *Ornis Scand.* 18: 73-83.
- Barth, E.K. 1963. Trekk av fuglelivet på Røst og i Hamarøy. - *Sterna* 5: 169-181.
- Bentz, P.-G. 1988. Sjeldne fugler i Norge i 1986. Rapport fra Norsk sjeldenhetskomité for fugl (NSKF), NZF og NOF. - *Vår Fuglefauna* 11: 87-93.
- Bentz, P.-G. 1989. Sjeldne fugler i Norge i 1987. Rapport fra Norsk sjeldenhetskomité for fugl (NSKF), NZF og NOF. - *Vår Fuglefauna* 12: 101-110.
- Bentz, P.-G. & Clark, A.W. 1990. Sjeldne fugler i Norge i 1988. Rapport fra Norsk sjeldenhetskomité for fugl (NSKF), NZF og NOF. - *Vår Fuglefauna* 13: 131-143.
- Bosy, R.G. & Clark, A.W. 1993. Sjeldne fugler i Norge i 1991. Rapport fra Norsk sjeldenhetskomité for fugl (NSKF). - *Vår Fuglefauna* 16: 205-225.
- Breivik, M. 1991. Endringer i energiutnyttelse hos unger av lunde og teist. - Hovedoppgave, Institutt for Biologi og Naturforvaltning, NLH, Ås. 36 s.
- Brun, E. 1965. Polarlomvien, *Uria lomvia* (L.) som rugefugl i Norge. - *Sterna* 6: 229-250.
- Brun, E. 1966. Hekkebestanden av lunde *Fratercula arctica* (L.) i Norge. - *Sterna* 7: 1-17.
- Brun, E. 1969. Utbredelse og hekkebestand av lomvi (*Uria aalge*) i Norge. - *Sterna* 8: 209-222.
- Brun, E. 1969. Utbredelse og hekkebestand av alke (*Alca torda*) i Norge. - *Sterna* 8: 345-359.
- Brun, E. 1979. Present Status and Trends in Population of Seabirds in Norway. - I Bartonek, J.C. & Nettleship, D.N., red. *Conservation of Marine Birds of Northern North America*. U.S. Dept. Int., Fish Wildl. Serv. Wildl. Res. Rep. 11. s. 289-301.
- Byrkjeland, S., red. 1989. Lundene på Røst: 1989 brukbart - men ikke topp. - *Vår Fuglefauna* 12: 155.
- Byrkjeland, S., red. 1993. Lundene på Røst: Lyser utsikter - men ennå langt fram! - *Vår Fuglefauna* 16: 28-33.
- Clark, A.W. 1991. Sjeldne fugler i Norge i 1989. Rapport fra Norsk sjeldenhetskomité for fugl (NSKF), NZF og NOF. - *Vår Fuglefauna* 14: 135-150.
- Erikstad, K.E., Anker-Nilssen, T., Asheim, M., Barrett, R.T., Bustnes, J.O., Jacobsen, K.-O., Johnsen, I., Sæther, B.-E. og Tveraa, T. 1994. Hekkeinvestering og voksendødelighet hos norske sjøfugler. - NINA Forskningsrapport 49: 1-25.
- Fagerli, M., Meyer, K.A. & Asphjell, J.Å. 1987. Avifaunistisk rapport fra Nordland 1979-1983. - *Vår Fuglefauna* 10: 165-174.

- Fjeldså, J. 1966. Fuglenotiser fra Røst, juni 1961. - *Sterna* 7: 18.
- Follestad, A. 1987. Sjøfuglressursene i influensområdet til rørdeling for ilandføring av olje fra Haltenbanken. - Upubl. rapp (til Statoil), DN, Trondheim.
- Follestad, A. 1989. Seabird resources in the influence area of the Heidrun field at Haltenbanken. - NINA Oppdragsmelding 29: 1-68.
- Follestad, A., Nygård, T., Røv, N. and Larsen, B.H. 1988. Distribution and numbers of moulting non-breeding Greylag Geese in Norway. - *Wildfowl* 39: 82-87.
- Follestad, A., Anker-Nilssen, T. & Lorentsen, S.-H. 1995. Mulige konsekvenser for sjøfugl ved petroleumsvirksomhet på Åsgard, Midt-norsk sokkel. - NINA Oppdragsmelding 384 :1-74.
- Grønlie, A. M. 1948. The ornithocrophilous vegetation of the bird-cliffs of Røst in the Lofoten Islands, Northern Norway. - *Nytt Mag. Naturv.* 86: 117-243.
- Harris, M.P. & Wanless, S. 1991. Population studies and conservation of Puffins *Fratercula arctica*. - I Perrins, C.M., Lebreton, J.D. & Hiron, G.J.M., red. *Bird Population Studies: Relevance to Conservation and Management*. Oxford Univ. press, Oxford. s. 230-248.
- Helling, A. 1962. Stormsvaler hekker på Røst. - *Sterna* 5: 41-44.
- Hidle, I. 1969. Trekk fra fuglelivet på Røst, 1967-1968. - *Sterna* 8: 297-302.
- Huseby, K. 1980. Oljeskade på sjøfugl i Vestfjorden – april 1980. - Upubl. rapp., Miljøvernadv., Fylkesmannen i Nordland, Bodø. 4+5 s.
- Ingebrigtsen, K., Skaare, J.U. & Teigen, S.W. 1984. Organochlorine residues in two Norwegian Puffin (*Fratercula arctica*) colonies. - *J. Toxicol. Environ. Health* 14: 813-828.
- Ingold, P. 1974. Brutverhältnisse bei Tordalken (*Alca torda*) auf der Vogelinsel Vedøy, Lofoten. - *Sterna* 13: 205-210.
- Ingold, P. & Vogel, P. 1965. Vorkommen und Brutnachweis der Dickschnabellumme, (*Uria lomvia*), auf Vedøy, Lofoten. - *Sterna* 6: 223-228.
- Ingold, P. & Tschanz, B. 1969. Meddelelse nr. 2 fra Etologisk Stasjon Røst, Universitetet i Bern. - *Sterna* 8: 311-312.
- Jødestøl, K.A., Sjørgård, E. & Bitner-Gregersen, E. 1994. Grunnlagsrapport til konsekvensutredning for Norne: Konsekvenser for lundefugl på Røst ved utslipp av olje fra Norne. - DNV Teknisk Rapport 94-3488, Det Norske Veritas Industry AS, Høvik. 60 s.
- Kapperud, G., Rosef, O., Røstad, O.W & Lid, G. 1983. Isolation of *Campylobacter fetus* subsp. *jejuni* from the Common Puffin (*Fratercula arctica*) in Norway. - *J. Wildl. Diseases*. 19: 64-65.
- Karlsen, S. & Misund, H. 1980. Sjøfuglregistreringer vinteren 1979/80 i Bodø-distriktet og på Røst. - Upubl. rapp. 22 s.
- Klokk, T., Danielsen, A., Hoddø, T., Nygård, T., Røv, N., Sendstad, E., Sindre, E., Tømmerås, P., & Østebrot, T. 1982. Kystkartlegging Nordland. Vedleggsrapport til kart. - SINTEF-rapp. STF21 A84004, SINTEF, Trondheim. 215 s.
- Larsen, H. 1964. Fuglenotiser. - *Naturen* 88: 184.
- Larsen, B. H. 1987. Vintertellinger av sjøfugl i Lofoten og Vesterålen 1987. Rapport til AKUP. - Upubl. rapp., DN/Forskningsavd., Trondheim. 35 s.
- Lid, G., red. 1979. Foreløpig rapport om Røstprosjektet 1979. - Upubl. rapp., Zool. Museum, Univ. Oslo. 40 s.
- Lid, G. 1979. Unormal ungedødelighet i fuglefellene på Røst i 1970-årene. - *Shell-Gløtt* 1979-5: 4-5,7.
- Lid, G., red. 1980. Foreløpig rapport om Røstprosjektet 1980. - Upubl. rapp., Zool. Museum, Univ. Oslo. 39 s.
- Lid, G. 1981. Reproduction of the Puffin on Røst in the Lofoten Islands in 1964-1980. - *Fauna norv. Ser. C, Cinclus* 4: 30-39.
- Lid, G., red. 1982. Rapport fra Røstprosjektet 1981. - Upubl. rapp., Zool. Museum, Univ. Oslo. 75+9 s.
- Lid, G., red. 1982. Rapport fra Røstprosjektet 1982. - Upubl. rapp., Zool. Museum, Univ. Oslo. 101 s.
- Lorentsen, S.-H. 1989. Bestands-, reproduksjons- og miljøgift- overvåkning av alkefugl i Norden. - NINA Utredning 4: 1-28.
- Lorentsen, S.-H. 1989. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Takseringsmanual. - NINA Oppdragsmelding 16: 1-27.
- Lorentsen, S.-H. 1989. Status for sjøfuglbestandene i Norge. - I Aall, C., red. *Miljøårboka 1989*. Det norske samlaget 1989. s. 165-167.
- Lorentsen, S.-H. 1990. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for hekkende sjøfugl. Resultater fra 1988 og 1989. - NINA Oppdragsmelding 34: 1-72.
- Lorentsen, S.-H. 1991. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for hekkende sjøfugl. Resultater fra 1990. - NINA Oppdragsmelding 66: 1-40.
- Lorentsen, S.-H. 1991. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for hekkende sjøfugl. Resultater fra 1991. - NINA Oppdragsmelding 95: 1-52.
- Lorentsen, S.-H. 1992. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for hekkende sjøfugl. Resultater fra 1992. - NINA Oppdragsmelding 166: 1-60.
- Lorentsen, S.-H. 1994. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for hekkende sjøfugl. Resultater fra 1994. - NINA Oppdragsmelding 314: 1-67.
- Lorentsen, S.-H. 1995. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for hekkende sjøfugl. Resultater fra 1995. - NINA Oppdragsmelding 374: 1-67.
- Michaelsen, J. 1967. Supplement til Røsts fuglefauna. - *Sterna* 7: 290.
- Michaelsen, J. 1979. Rapport fra NNSK's virksomhet mai 1967-1977. - *Vår Fuglefauna* 2: 54-61.
- Michaelsen, J. 1985. Sjeldne fugler i Norge i 1981. Rapport fra Norsk sjeldenhetskomité for fugl (NSKF), NZF og NOF. - *Vår Fuglefauna* 8: 49-52.
- Mikalsen, T. 1961. Hærfugl på Røst. - *Sterna* 4: 280.
- Misund, H. 1974. Røst-kommune. Registreringer av fugle- og dyrelivet. - Upubl. rapp., Bodø.
- Moe, D. 1970. En oversikt over karplante-floraen i Røst herred. - *Blyttia* 28: 100-107.
- Myrberget, S. 1962. Lundefuglens vandringer. - *Fauna* 15: 157-164.
- Myrberget, S. 1963. Systematic position of *Fratercula arctica* from a North Norwegian colony. - *Nytt. Mag. Zool.* 11: 74-84.
- Myrberget, S. 1963. Åkerriksa i Norge. - *Sterna* 5: 289-305.
- Myrberget, S. 1968. Metoder for fangst av sjøfugler for merking. - *Sterna* 8: 105-110.
- Myrberget, S. 1973. Merking av toppskarv og lunde på Røst. - *Sterna* 12: 307-315.
- Myrberget, S. 1973. Ringmerking av teiste langs den skandinaviske vestkyst. - *Sterna* 12: 33-40.
- Myrberget, S. 1978. Bestandsutvikling hos norske sjøfugl. - *Naturen* 1978,3: 123-128.
- Myrberget, S. 1979. Faktorer som kan innvirke negativt på sjøfugl. - *Naturen* 1979: 57-68.

- Myrberget, S. 1979. Momenter til en forvaltning av sjøfugl. - *Naturen* 1979,5: 255-267.
- Myrberget, S. 1981. Criteria of physical condition of fledging Puffins. - *Proc. Second Nordic Congr. Ornithol.* 1979: 43-46.
- Myrberget, S. 1981. Sjøfuglen i fokus. - *Jakt-Fiske-Frilluftsliv* 110,6: 34-36.
- Myrberget, S. 1981. The fledging period of Puffins *Fratercula arctica* on Røst, northern Norway. - *Fauna norv. Ser. C, Cinclus* 4: 27-29.
- Myrberget, S., red. 1982. Negative faktorer for sjøfugl. - *Vilt-rapport* 21: 1-65.
- Myrberget, S., Johansen, V. & Storjord, O. 1969. Stormsvaler (Fam. Hydrobatidae) i Norge. - *Fauna* 22: 15-26.
- Nordhagen, R. 1925. Om sammenhengen mellom fuglelivet og vegetationen paa Røst i Lofoten. - *Naturen* 49: 339-354.
- Nygård, T. & Røv, N., red. 1984. Sjøfuglundersøkelser på Nordlandskysten 1982-1983, "Trænanbankprosjektet". - *Vilt-rapport* 28: 1-165.
- Nygård, T., Larsen, B.H., Follestad, A. & Strann, K.-B. 1988. Numbers and distribution of wintering waterfowl in Norway. - *Wildfowl* 39: 164-176.
- Otnes, B. & Skjold, R. 1992. Fototaksering som eit hjelpemiddel i overvaking av ein populasjon lunde (*Fratercula arctica*). - Hovedoppgave, Institutt for Biologi og Naturforvaltning, NLH, Ås. 40 s.
- Pomeroy, D.E. 1966. The birds of Røst, Lofoten Islands, with special reference to a visit in August, 1960. - *Sterna* 7: 19-32.
- Ree, V. 1976. Rapport fra NNSK's virksomhet april 1975 april 1976. - *Sterna* 15: 179-197.
- Ree, V. 1980. Rapport fra NSKF's virksomhet 1979. - *Vår Fuglefauna* 3: 245-278.
- Roalkvam, R., red. 1983. Vellykket hekking blant lundene på Røst. - *Vår Fuglefauna* 6: 291.
- Røstad, O.W. 1988. Rapport fra Røstprosjektet 1986-1987. - *Upubl. rapp., NINA, Trondheim.* 22 s.
- Røv, N. 1984. Hekkeundersøkelser hos toppskarv i Trøndelag og Nordland 1980-1983. - *Upubl. rapp., DVF, Trondheim.* 17 s.
- Røv, N. 1990. Bestandsforhold hos toppskarv i Norge. - *NINA Forskningsrapport* 7: 1-28.
- Røv, N., red., Thomassen, J., Anker-Nilssen, T., Barrett, R., Folkestad, A.O. & Runde, O. 1984. Sjøfuglprosjektet 1979-1984. - *Vilt-rapport* 35: 1-109.
- Røv, N. & Myrberget, S. 1987. Kan vi gjøre mer for sjøfuglene? - *Vår Fuglefauna* 10: 137-143.
- Røv, N. & Parker, H. i manuskript. Comparative morphology of Common Eiders *Somateria mollissima* in Svalbard and Norway.
- Solheim, R. 1989. Sjøfuglene er ikke reddet. - *Natur og Miljø* 1989,3/4: 35-38.
- Stokland, J.N. & Amundsen, J.N. 1988. Initial size hierarchy in broods of the Shag: relative significance of egg size and hatching asynchrony. - *Auk* 105: 308-315.
- Strann, K.-B., Bustnes, J.O., Kroglund, R.T. & Østnes, J.E. 1993. Konsekvensanalyse olje/sjøfugl for petroleumsvirksomhet på Midt-norsk sokkel. - *NINA Forskningsrapport* 42: 1-129.
- Sundin, B. 1968. Svarthodespurv, en ny art for Norge. - *Sterna* 8: 201.
- Taylor, K. 1996. Puffins. - *National Geographic*. 189(1): 112-131.
- Tschanz, B. 1959. Zur Brutbiologie der Trottellumme (*Uria aalge* Pont.). - *Behaviour* 14: 1-108.
- Tschanz, B. 1968. Trottellummen. Die Entstehung der persönlichen Beziehungen zwischen Jungvogel und Eltern. - *Z. Tierpsychol., Beiheft* 4: 1-103.
- Tschanz, B. 1977. Nytt fra lomviene på Vedøy. - *Upubl. rapp., Univ. Bern.* 4 s.
- Tschanz, B. 1978. Untersuchungen zur Entwicklung des Trottellummenbestandes auf Vedøy (Røst, Lofoten). - *J. Orn.* 119: 133-145.
- Tschanz, B. 1979. Helfer-Beziehungen bei Trottellummen. - *Z. Tierpsychol.* 49: 10-34.
- Tschanz, B. 1979. Zur Entwicklung von Papageitaucherküken *Fratercula arctica* in Freiland und Labor bei unzulänglichem und ausreichendem Futterangebot. - *Fauna norv. Ser. C., Cinclus* 2: 70-94.
- Tschanz, B. 1983. Census methods for Guillemots *Uria aalge* in a highly structured breeding habitat. - *Fauna norv. Ser. C, Cinclus* 6: 87-104.
- Tschanz, B. & Wehrli, J. 1968. Krysning mellom lomvi, *Uria aalge*, og polarlomvi, *Uria lomvia*, på Røst i Lofoten. - *Fauna* 21: 53-55.
- Tschanz, B., Eymann, H., Ingold, P., Impekoven, M., Lengacher, H., Lengacher, H. J., Oberholzer, A., Schmeckel, L., Singeisen, C. & Steiger, J. 1969. Familieliv hos lomvi, *Uria aalge*. - *Fauna* 22: 1-14.
- Tschanz, B. & Barth, E.K. 1978. Svigninger i lomvibestanden på Vedøy på Røst. - *Fauna* 31: 205-219.
- Tschanz, B., Biber, O., Grundbacher, B. & Lüps, P. 1989. Brutplatzstrukturen, Lichtverhältnisse und Mikroklima an den Brutplätzen von Trottellummen *Uria aalge*, Tordalken *Alca torda*, Papageitauchern *Fratercula arctica* und Gryllteisten *Cephus grylle* auf Vedøy (Lofoten, Norwegen). - *Orn. Beob.* 86: 5-24.
- Vader, W. 1980. The Great Skua *Stercorarius skua* in Norway and the Spitsbergen area. - *Fauna norv. Ser. C, Cinclus* 3: 49-55.
- Vader, W., Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Barrett, R. & Strann, K.-B. 1990. Regional and temporal differences in breeding success and population development of fish-eating seabirds in Norway after collapses of herring and capelin stocks. - *Trans. 19th IUGB Congress, Trondheim 1989*, 1: 143-150.
- Vik, R. & Lysfjord, S. 1980. Endoparasitter på norske sjøfugl; systematiske og biologiske undersøkelser. - *Upubl. rapp., Zool. Museum, Univ. Oslo.* 5 s.
- Wagner, G. 1958a. Die Brutvögel von Røst (Lofoten). - *Sterna* 3: 59-72.
- Wagner, G. 1958b. Verbreitung und Überwinterung des Stars (*Sturnus vulgaris*) nördlich des Polarkreises in Norwegen. - *Sterna* 3: 73-89.
- Watson, A. 1954. Bridled Guillemot Count in Norway. - *Bird Study* 1: 169-173.
- Watson, A. 1957. Notes on birds in Arctic Norway. - *Sterna* 2: 65-99.
- Wehrli, J. 1968. Nattergal, *Luscinia luscinia*, på Røst i Lofoten. - *Fauna* 21: 56.
- Ørskog, D. 1980. Vintertaksering av fugl på Røst 26.2-24.3.1980. Summarisk rapport over innsamla data. - *Upubl. rapp., Ålesund.* 6 s.
- Østnes, J.E. 1993. Det nasjonale overvåkingsprogrammet for hekkende sjøfugl. Resultater fra 1993. - *NINA Oppdragsmelding* 241: 1-60.

- Øyan, H.S. 1993. Growth in Puffin *Fratercula arctica* chicks in relation to food supply; an experiment. - Cand. scient. oppgave i terrestrisk økologi, Univ. Trondheim. 29 s.
- Øyan, H.S. 1994. Røstprosjektets registreringer av LRSK Nordlands rapportarter fra Røst kommune 1990-1993. - NINA, Trondheim. 8 s.
- Øyan, H.S. & Anker-Nilssen, T. i trykk. Allocation of growth in food-stressed Atlantic Puffin chicks. - Auk.
- Aarvak, T. 1992. Stormsvalen, en sagnomsust og mystisk art. Litt om artens historie, og noen feltnotater fra Røst i Lofoten. - Natur i Østfold 11: 30-32.
- Aarvak, T. 1993. J.A. Thomes Lofotenreise 1897. - Vår Fuglefauna 16: 87-98.



ISSN 0805-469X
ISBN 82-426-0632-3

015

NINA
FAGRAPPORT

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7005 TRONDHEIM
Telefon: 73 58 05 00
Telefax: 73 91 54 33

NINA
Norsk institutt
for naturforskning