

684

OPPDRAGSMELDING

Lundens populasjonsøkologi på Røst
Status etter hekkesesongen 2000

Tycho Anker-Nilssen
Tomas Aarvak



NINA • NIKU

STATOIL



NINA Norsk institutt for naturforskning

Lundens populasjonsøkologi på Røst Status etter hekkesesongen 2000

Tycho Anker-Nilssen
Tomas Aarvak

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINA 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 overvåkningsprogrammer, o.a. Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

NINA•NIKU Project Report

Serien presenterer resultater fra begge instituttene prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc. Opplaget varierer avhengig av behov og målgrupper

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "allmennheten" 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 tidskrifter og aviser.

Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2001. Lundens populasjonsøkologi på Røst. Status etter hekkesesongen 2000. – NINA Oppdragsmelding 684: 1-40.

Trondheim, februar 2001

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1208-0

Forvaltningsområde:

Kystøkologi

Coastal Ecology

Copyright ©:

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 førsteforfatteren.

Teknisk redigering og layout:
Tycho Anker-Nilssen

Digital print: Norservice as

Opplag: 150

Kontaktadresse:

NINA

Tungasletta 2

7485 Trondheim

Tlf: 73 80 14 00

Fax: 73 80 14 01



Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 12696 – Lundens populasjonsøkologi på Røst

Prosjekt nr.: 12697 – Interaksjoner 0-gruppe sild / lunde

Ansvarlig signatur:

Oppdragsgivere:

Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim

Den norske stats oljeselskap a.s (Statoil), Harstad

Norsk Hydro ASA, Vækerø

BP i Norge, Stavanger

Fylkesmannen i Nordland, Bodø

Referat

Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2001. Lundens populasjonsøkologi på Røst. Status etter hekkesesongen 2000. – NINA Oppdragsmelding 684: 1-40.

De hekkebiologiske studiene av lunder *Fratercula arctica* på Røst i Nordland har pågått årlig siden 1964. Som et ledd i den regulære rapporteringen er denne rapporten utformet som et supplement til foregående årsrapporter (Anker-Nilssen & Brøseth 1998, Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Aarvak 2000). Samlet gir disse en forholdsvis utførlig analyse av prosjektets langtidsserier. Foreliggende rapport dokumenterer resultatene fra undersøkelsene i 2000 i lys av tidligere års resultater.

Antallet trafikkerte reirganger på Hernyken i 2000 var 0.9 % lavere enn i 1999 og det laveste som hittil er registrert. Dette tilsvarer kun 34.7 % av bestandsstørrelsen da overvåkingen startet i 1979. På denne bakgrunn ble hele øygruppens hekkebestand estimert til 498 500 par lunder. Til tross for nedgangen har Røst fremdeles landets største sjøfuglkoloni. Dødelighetsraten for hekkende fugler fra 1998 til 1999 ble estimert til 10.2 %, dvs. langt bedre enn i foregående tidssteg (1997-98, 21.2 %). Den var likevel mer enn dobbelt så høy som i årene 1990-94 (4.1 % pr. år).

For sjette gang siden 1992 mislyktes de fleste lundene med hekkingen. En ytterligere reduksjon i bestanden de neste 3-4 årene synes derfor uunngåelig. Bare 2 % av ungene overlevde reirtiden, og de forlot kolonien i svært dårlig kondisjon. Bare de to første ukene var ungeveksten god og primært basert på havsil *Ammodytes marinus*. Etter dette var ungenes diett dominert av 0-gruppe sild *Clupea harengus*. Sildas størrelse var imidlertid liten og indikerte en svak årsklasse. Overgangen fra havsil til sild markerte en klar svikt i mattilgangen, og ungenes vekst stagnerte brått allerede i første uke av juli. Lundene fant ikke alternative byttedyr i tilstrekkelig mengde og de fleste forlot kolonien. Flertallet av ungene omkom av sult i slutten av juli.

Nye og mer kvantitative data for mengde 0-gruppe sild (Toresen & Østvedt 2000) styrket det tette samsvaret mellom livshistorieparametre for lundene på Røst og årsklassestyrken til sild, som nå forklarer 89 % av variasjonen i ungenes utflygingssuksess og, vel så interessant, 84 % av variasjonen i hekkefuglenes overlevelse fra år til år.

Emneord: Sjøfugl – populasjonsøkologi – lunde – Røst

Tycho Anker-Nilssen & Tomas Aarvak, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim.

Abstract

Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2001. The population ecology of Puffins at Røst. Status after the breeding season 2000. – NINA Oppdragsmelding 684: 1-40.

The breeding biology of Atlantic Puffins *Fratercula arctica* at Røst in Nordland has been studied annually since 1964. As part of the regular reporting procedure, this report is written as a supplement to previous annual reports (Anker-Nilssen & Brøseth 1998, Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Aarvak 2000). Together, they give a reasonably detailed analysis of the long-term data series from the project. The present report documents the results from the studies in 2000 in relation to similar results from previous years.

The number of occupied nest burrows on Hernyken in 2000 was 0.9% lower than in 1999 and the lowest registered so far. This equals only 34.7% of the population when monitoring started in 1979. An estimated 498 500 pairs of Puffins now breed in the Røst archipelago. In spite of the decline, Røst still holds the largest seabird colony in Norway. The mortality rate of breeding birds from 1998 to 1999 was estimated at 10.2%, i.e. far better than in the previous time-step (1997-98, 21.2%). Nevertheless, it was more than twice the level in the good years 1990-94 (4.1% per year).

For the sixth time since 1992 the breeding of most Puffins failed. A further population decrease therefore seems inevitable for the next 3-4 years. Only 2% of the nestlings survived to fledging and they left the colony in very poor condition. Chick growth was very good for the first two weeks and mainly based on the sandeel *Ammodytes marinus*. After that, 0-group herring *Clupea harengus* was the dominant element of the chicks' diet. However, herring size was small, indicating a weak year-class. The shift from sandeel to herring marked a distinct drop in food supply, and chick growth stagnated abruptly already in the first week of July. The Puffins did not find alternative prey in adequate amounts and most birds left the colony. The majority of the chicks died from starvation in late July.

New and more quantitative data for 0-group herring abundance (Toresen & Østvedt 2000) improved the close correlation between life history parameters of Røst Puffins and the year-class strength of herring, which now explains 89% of the variation in fledging success of chicks and, equally interesting, 84% of the variation in survival rates of breeding birds between years.

Keywords: seabirds – population ecology – puffin – Røst

Tycho Anker-Nilssen & Tomas Aarvak, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, NO-7485 Trondheim.

Forord

Dette er resultatrapporten for 2000 fra prosjektet *Lundens populasjonsøkologi på Røst*. Strukturen på stoffet er stort sett sammenfallende med foregående årsrapporter (Anker-Nilssen & Brøseth 1998, Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Aarvak 2000). Samlet gir disse rapportene en forholdsvis utdypende analyse av prosjektets lange tidsserier. Rapporten fokuserer primært på resultater fra feltarbeidet i 2000, selv om den også belyser mange generelle trekk ved lundenes populasjonsøkologi på Røst. Dessuten er de fleste av prosjektets sentrale tidsserieanalyser oppdatert. Prosjektets bakgrunn og hovedmål er uendret. Undersøkelsene er av langsiktig karakter, og søker å videreføre de løpende hekkebiologiske studiene av lundebestanden på Røst som ble innledet av Svein Myrberget i 1964. De fleste data er derfor sammenholdt med tidligere års resultater.

De faglige, organisatoriske og økonomiske rammer for virksomheten har variert betydelig opp gjennom årene, men Direktoratet for naturforvaltning (DN, tidligere DVF) har hele tiden vært en sentral bidragsyter og premissleverandør. I likhet med foregående år var gjennomføringen av arbeidet i 2000 likevel bare mulig takket være betydelig støtte fra Statoil, Norsk Hydro og BP. Operatørselskapenes interesse er blant annet motivert i behovet for miljødata knyttet til deres respektive prøveboringslisenser på sokkelen ved Røst, men har også betydelig relevans for regulær petroleumsvirksomhet i andre områder.

Følgende 10 personer deltok på en eller annen måte direkte i feltarbeidet for sjøfuglundersøkelsene på Røst i 2000: Oddvar Amundsen, Tycho Anker-Nilssen, Bjørn Berg, Morten Ekker, Steinar Eldøy, Geir Klavenes, Ole Wiggo Røstad, Jan Erik Wessel, Ingar Jostein Øien og Tomas Aarvak. En stor takk rettes til samtlige, spesielt til de som helt eller delvis gjorde dette uten godtgjørelse. Foruten forfatterene var bare Bjørn Berg formelt tilknyttet prosjektet under feltarbeidet. Oddvars uslittelige innsats i mai holdt som vanlig mål, og resulterte denne gang i en etterlengtet plassutvidelse i og til køyene i "siderommet" på Hernyken.

Vidar Bakken og Knut Kraft gjorde seg også fortjent til meget hederlig omtale etter en intensiv uke på Vedøy i juli. De skiftet bordkledning, dør og vinduslemmer på hytta vi overtok fra professor Beat Tschanz i Sveits. Dette var mer tidkrevende enn forutsatt, og vi er ekstra takk skyldig lokal innsats av Steve Baines og Ari Martinkauppi som fullførte oppgaven i august. Med god hjelp av Stein Karlsen og Per Hansen sørget Steve også for å sikre hytta, etter at den uvanlige høstens østlige klimaks 31. oktober tok for seg av takplater, vinduslemmer, ruter og karmen. De siste utbedringene får vi ta når sommerværet kommer.

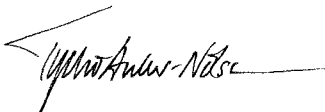
Analyse og publisering av resultater fra flere parallelle prosjekter er en integrert del av prosjektet på Røst, og rapporteres delvis her. Dette omfatter bl.a. bestandsovervåkingen av lundene som alltid utføres i samarbeid med Ole Wiggo Røstad. Takk for de første 20, Ole Wiggo! Bjørn Erik Axelsen, Rob Barrett, Kjell Einar Erikstad, Per Fauchald, Petter Fossum, Roald Sætre og Reidar Toresen takkes for verdifullt og produktivt faglig samarbeid tilknyttet prosjektet i året som gikk. På instituttet har Jorunn Pedersen nok en gang holdt styring på alt vi ikke makter å ordne fra Røst. Finn Erik Berntsen og Kirsti Kvaløy hjalp oss med nødvendig utstyr for å innsamle blodprøver, mens Geir Rudolfson, Benjamin Hjort og Tomas Aarvak har lagt inn de fleste nye data i prosjektets databaser.

Kontakten og samarbeidet med Røst kommune og befolkningen på Røst var, som alltid, svært positiv og viktig for prosjektet. I 2000 var vi ekstra takk skyldig, ordfører Paul Rånes, Arnfinn Ellingsen m/familie, Kulvant Jassal m/familie, Steve Baines, vår "båtomsynsman" Johan Edvardsen, Roald Karlsen, Nils Mikalsen, Steinar Greger, alle velvillige personer på Glea og Lille-Glea og, sist men ikke minst, Kari, Roald og Finn Olav Olsen, som alltid på beste måte søker å oppfylle våre mange ønsker og behov.

Spesielt stor takk rettes til DN, Statoil, Norsk Hydro og BP som var våre viktigste økonomiske bidragsytere i 2000. Dessuten bidro Fylkesmannens miljøvernavdeling i Nordland med et lite tilskudd til overvåkingen av lundenes overlevelse. Havforskningsinstituttet (HI) i Bergen leverte som alltid velvillig sine data for årsklassestyrke av 0-gruppe sild. Takk også til Kystverket i Kabelvåg som lar oss få tilgang til fyrstasjonen på Skomvær når vi trenger det.

De langvarige lundeundersøkelsene på Røst fremskaffer kunnskap av stor betydning for forskning og forvaltning, og problematikken lunde/sild på norskekysten har betydelig internasjonal oppmerksomhet. Resultatene er også et viktig grunnlag for å forstå hvordan en rekke andre sjøfuglpopulasjoner, som studeres mindre inngående, samvirker med sitt miljø. Det er de lange, ubrutte tidsseriene som gir den faglige gevinsten, og en videreføring av feltarbeidet har derfor alltid høyeste prioritet i prosjektet. Så lenge det ivaretas, øker resultatenes faglige potensiale enda raskere enn tilveksten av data. Jeg tror rapporten beviser det, selv om vi ikke illustrerer alle aspekter ved dette hvert år. Vi håper derfor på fortsatt faglig og økonomisk vilje hos våre gode samarbeidspartnere til å videreføre disse undersøkelsene.

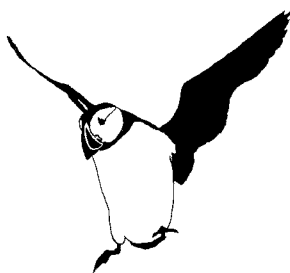
Trondheim, februar 2001



Tycho Anker-Nilssen

Innhold

| | |
|---|----|
| Referat | 3 |
| Abstract | 3 |
| Forord | 4 |
| Innhold | 5 |
| 1 Innledning | 5 |
| 2 Metoder og materiale..... | 6 |
| 2.1 Langtidsserier | 6 |
| 2.2 Andre undersøkelser i 2000 | 7 |
| 2.3 Statistiske metoder..... | 8 |
| 3 Resultater | 9 |
| 3.1 Bestandsstørrelse | 9 |
| 3.2 Bestandsutvikling | 10 |
| 3.3 Næringsstudier | 11 |
| 3.4 Reproduksjon | 15 |
| 3.4.1 Eggstørrelse..... | 15 |
| 3.4.2 Hekketidspunkt, belegg og klekkesuksess | 16 |
| 3.4.3 Ungevekst | 18 |
| 3.4.4 Hekkesuksess..... | 19 |
| 3.4.5 Ungenes kondisjon ved reirforlating..... | 24 |
| 3.4.6 Videoregistreringer i reir..... | 25 |
| 3.5 Overlevelse | 26 |
| 3.5.1 Ungfuglenes overlevelse..... | 26 |
| 3.5.2 Hekkefuglenes overlevelse | 28 |
| 3.6 De voksne fuglenes tilstedeværelse og kondisjon | 30 |
| 3.7 Predasjon av voksne lunder..... | 32 |
| 4 Kort diskusjon | 35 |
| 5 Referanser..... | 36 |
| 6 Tilvekst til ornitologisk bibliografi for Røst..... | 38 |



1 Innledning

Hovedformålet med prosjektet *Lundens populasjonsøkologi på Røst* er uendret. Hensikten er å forklare hvilke faktorer som styrer reproduksjonen og populasjonsdynamikken i lundebestanden på Røst, og hvordan disse prosessene endres over tid. Lundenes stedtrohet er høy, noe som tilsier at de viktigste parametrene for bestandsutviklingen er den dødelighet og reproduksjon de etablerte hekkefuglene på Røst erfarer. Det er derfor lagt spesiell vekt på å studere hvilke konsekvenser endringer i næringsforholdene i hekketiden har for disse faktorene. En mer utførlig faglig bakgrunn er gitt av bl.a. Anker-Nilssen & Brøseth (1998).

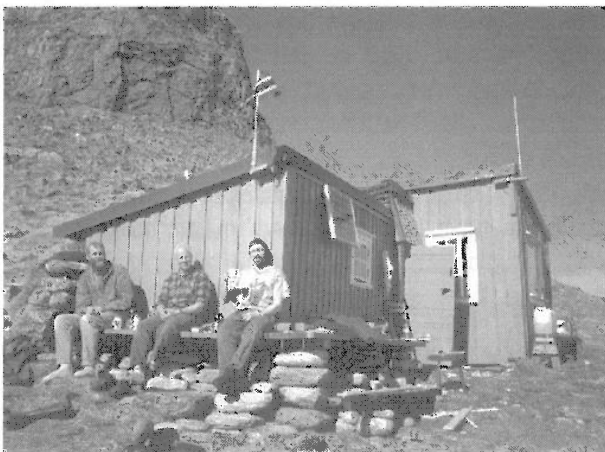
Det sentrale, teoretiske utgangspunkt for prosjektet er at sjøfuglenes atferd, ungevekst, hekkesuksess og overlevelse påvirkes i ulik grad av endringer i næringstilgangen (bl.a. Cairns 1987, 1992). Ved en svak begrensning i næringstilbudet er det i første omgang de voksne tilstedeværelse i kolonien som forventes å avta, fordi fuglene må bruke mer tid til næringssøk. Når næringstilbudet blir ytterligere redusert, og havner under et nivå hvor fuglene ikke lenger kan kompensere ved å endre sitt tidsbudsjett, vil ungenes vekst og overlevelse bli negativt berørt. Ved svært betydelig næringsmangel mislykkes hekkingen fullstendig, enten ved at de fleste ungene dør eller, dersom næringssvikten inntreffer tidlig nok, ved at mange fugler unnlater å hekke. Voksenfuglenes overlevelse forventes bare å bli redusert når næringsforholdene er ekstremt dårlige, enten dette inntreffer i hekkesesongen eller til andre tider på året.

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 indikatoren ved dårligere forhold. Ved spesielt dårlige forhold vil også klekkesuksess eller hekkevillighet være redusert, og unntaksvis vil økt voksendødelighet indikere helt ekstreme forhold. De voksne fuglenes kondisjon i ungeperioden henger også nøye sammen med miljøforholdene. De populasjonsøkologiske lundestudiene på Røst er tilrettelagt for å belyse hele spekteret av endringer i næringsforholdene og fokuserer derfor på alle disse forhold. Prosjektet har bl.a. avdekket at voksenfuglene som regel er i stand til å opprettholde høy kroppsvekt i de helt mislykkede sesongene (Anker-Nilssen et al. i manus b). Dårligst kondisjon har de når næringsforholdene er noe bedre men nær en nedre grense (terskelverdi) for hva som må til for å kunne fostre opp avkom. Dette viser at kostnaden ved reproduksjon er klart størst i slike sesonger. Selv om foreldrene klarer seg rimelig bra i hekkesesonger hvor de ikke finner tilstrekkelig næring til å fostre opp ungen, blir også deres egen overlevelse negativt berørt av dårlig

næringstilgang. Resultatene viser at den kritiske perioden for voksenfuglene inntreffer utenfor hekketiden, trolig gjennom hvilke næringsforhold de erfarer i de første månedene etter avsluttet hekking.

For å oppnå en helhetlig analyse, rapporteres også mål for utviklingen i bestandens størrelse og de voksne fuglenes overlevelse. Disse parametrene overvåkes årlig gjennom to parallelle prosjekter, hhv. *Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl* (f.eks. Anker-Nilssen et al. 1996, Lorentsen 2000) og *Årlig variasjon i overlevelse hos noen norske sjøfugler* (Anker-Nilssen 1993, Erikstad et al. 1994, 1998a). 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 resultatene fra feltarbeidet på Røst i 2000, og vurdere disse i lys av tidligere års erfaringer. 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 de fleste resultatene diskutert løpende i resultatkapittelet. Diskusjonskapittelet fokuserer bare på mer overordnede trekk og perspektiver i lundenes reproduksjon og populasjonsdynamikk. På lik linje med de to foregående årsrapporter (Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Aarvak 2000) er rapporten delvis skrevet som et supplement til de noe mer dyptpløyende analysene i prosjektets siste fagrapport (Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Det kan derfor anbefales å sammenholde disse rapportene parallelt.



Det samme pausebildet som i de to foregående rapporter kan markere at uendrede prosedyrer er et kjernepunkt for lunde-prosjektet. At stasjonen på Hemyken har en enda lenger historie (jf. bildet på side 17) blir dessverre stadig mer følbart. De siste årene har vi måttet bruke adskillig energi på å holde de største problemene på avstand. (Foto © T. Anker-Nilssen)

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 for de ulike data-serier som er/blir innsamlet (**tabell 1**).

Alle data som er innsamlet i regulære serier siden 1979 (**tabell 2**) er innlagt på EDB og korrekturlest. Merk at angitt omfang for feltinnsats også inkluderer andre sjøfugl-undersøkelser på Røst i samme periode. Dette omfatter bl.a. feltarbeid til ni hovedfagsstudier (Bakken 1984, Amundsen & Stokland 1986, Breivik 1991, Otnes & Skjold 1992, Øyan 1993, Albertsen 1995 og Henriksen 1998), den årlige bestandsovervåkingen av toppskarv *Phalacrocorax aristotelis*, krykkje *Rissa tridactyla* og lomvi *Uria aalge* siden 1988 (jf. Lorentsen 1989, samt årlige rapporter siden hekkeseongen 1988, senest Lorentsen 2000) og ringmerkingsstudier av havsvaler *Hydrobates pelagicus* og stormsvaler *Oceanodroma leucorhoa* (jf. årlige rapporter siden 1989 fra det nasjonale havsvalerprosjektet, senest Anker-Nilssen

Tabell 1. Referanser til beskrivelser av rutinemessige metoder anvendt i felt. – References to descriptions of routine methods used in the field.

| Rutiner for Routines for | Metoder beskrevet av Methods described by |
|---|--|
| Bestandsovervåking Population monitoring | Anker-Nilssen & Røstad 1993 |
| 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 |
| 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 voksne fugler Trapping of adult birds | Anker-Nilssen 1987, 1991 |
| Måling av voksne fugler Measurements of adult birds | Jones et al. 1982, Barrett et al. 1985 |
| Overvåking av voksenoverlevelse Monitoring of adult survival rates | Anker-Nilssen 1993, Erikstad et al. 1994. |
| Voksne fuglers tilstedeværelse Colony attendance of adult birds | Anker-Nilssen & Øyan 1995 |
| Innsamling av døde voksenfugler Collection of dead adult birds | Anker-Nilssen & Brøseth 1998 |

Tabell 2. Oversikt over samlet feltinnsats i sjøfuglarbeidet og innsamlet datamateriale for lundeundersøkelsene på Røst i 1979-2000. Data for perioden 1979-99 og totalen for alle 22 år 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 collected at Røst in 1979-2000. Data for the period 1979-99 and the total for all 22 years are either added up or presented by the range of yearly totals. For continuous data series the annual mean is given in parenthesis.

| Antall - Number of | 1979-99 | 2000 | Total 1979-2000 |
|--|--------------|------|-----------------|
| Feltperioder – Field periods | 67 | 2 | 69 |
| Bemanningsdøgn – Days of fieldwork | 2020 (96) | 73 | 2093 (95) |
| Feltarbeidere – Field workers | 6-25 (14) | 10 | 6-25 (14) |
| Persondøgn – Man-days | 5955 (284) | 198 | 6153 (279) |
| Studiereir med egg eller unge – Study nests with egg or chick | 10-304 (157) | 249 | 3567 (162) |
| Egg målt – Eggs measured | 1588 (76) | 56 | 1644 (75) |
| Reirunger målt i studiereir – Study chicks measured | 1421 (68) | 146 | 1567 (71) |
| Dager mellom reirkontroller – Days between nest checks | 1-8 (4) | 4 | 1-8 (4) |
| Morfometriske variabler for ungevekst – Morphometric chick growth variables | 2-7 (4) | 6 | 2-7 (5) |
| Individuelle kontroller av ungevekst – Individual examinations of chick growth | 10461 (498) | 869 | 11330 (515) |
| Reirunger merket – Nestlings ringed | 802 (38) | 34 | 836 (38) |
| Døde unger målt (ikke i reir) – Dead young measured (outside nests) | 1331 | 11 | 1342 |
| Levende, reirforlatende unger målt – Live fledglings measured | 3183 (152) | 61 | 3244 (147) |
| Reirforlatende unger ringmerket – Fledglings ringed | 2994 (143) | 61 | 3055 (139) |
| Næringsprøver innsamlet – Food samples collected | 2280 (109) | 133 | 2413 (110) |
| Komplette næringsporsjoner studert – Complete food loads examined | 2047 (97) | 121 | 2168 (99) |
| Byttedyr målt – Prey items measured | 24768 (1179) | 1808 | 26576 (1208) |
| Takseringer av innkomstretning – Return direction counts | 157 | 0 | 157 |
| Voksne ringmerket – Adults ringed | 6065 (289) | 101 | 6166 (280) |
| Gjenfangster av ringmerkede voksne – Adult recaptures registered | 2688 (128) | 128 | 2816 (128) |
| Påviste individer merket i tidligere år – Registered individuals ringed in earlier years | 6-350 (95) | 125 | 6-350 (96) |
| Levende voksne individer målt – Live adult individuals measured | 0-1502 (357) | 199 | 0-1502 (350) |
| Døde voksne individer målt (fra 1992) – Dead adult individuals measured (from 1992) | 732 (35) | 179 | 911 (41) |
| Morfometriske variabler hos voksne – Morphometric variables in adults | 1-8 (4) | 6 | 1-8 (5) |
| Voksne individer fargemerket (fra 1990) – Adult individuals colour-ringed (from 1990) | 328 (33) | 19 | 347 (32) |
| Observasjoner av fargekoder (fra 1990) – No. of colour code observations (fra 1990) | 7019 (702) | 703 | 7722 (702) |

2000a,b,c, samt Anker-Nilssen & Anker-Nilssen 1993 og Anker-Nilssen 1999). Før det nasjonale programmet startet i 1988, overvåket vi årlig toppskarv på Ellefsnyken i 1985-86, lomvi på Vedøy i 1980-83 (Bakken 1989) og krykkje på Vedøy og i flere småkolonier i 1979-84. Siden 1997 er også en del tid benyttet til et individspesifikt studium av næringsvalg og ungevekst hos teist *Cephus grylle* (T. Anker-Nilssen, H. Brøseth & T. Aarvak under utarb.). Merk også at en meget betydelig frivillig innsats på ulønnet basis er medregnet i tabell 2. Denne innsatsen er hovedårsaken til at den gjennomsnittlige bemanningen ved stasjonen de siste 22 årene har vært så høy som 279 persondøgn pr. år.

2.2 Andre undersøkelser i 2000

I tillegg til de regelmessige langtidsstudiene er det gjennomført en rekke andre undersøkelser på lunde av kortere varighet. De som ble utført i 2000 er nærmere omtalt i det følgende.

Trafkkering av studiereir i mai

Parallelt med takseringen av lundebestanden i mai 2000, oppsøkte vi de fleste oppmerkede studiereir hvor vi senere i sesongen måler hekkesuksess og ungevekst, og vurderte hvorvidt de var trafkkert av lunde i inneværende sesong. Disse dataene vil bl.a. kunne indikere hvor stor andel av reirene som først tas i bruk etter at bestandstakseringen er gjennomført.

Videoregistreringer i reir

På samme måte som i 1999 ble registrering av reirinnhold ved hjelp av videoutstyr utført på et utvalg av studiereirene. Metodikken er beskrevet i forrige årsrapport (Anker-Nilssen & Aarvak 2000). Den primære hensikten var å måle den forstyrrende effekten av vår virksomhet ved reirbesøk (normalt hver fjerde dag) og vurdere effektiviteten av reirsjekk som metode for å registrere bl.a. hekkebelegg (**kapittel 3.4.6**). Reir defineres som i bruk til hekking (også omtalt som "i drift") dersom det er egg, unge eller voksen fugl tilstede ved reirkontroll.

Studiereirenes struktur

I forbindelse med første gangs sjekking av studiereirene i 2000 (15-17. juni, dvs. sent i ungeperioden), ble hvert reirs egnethet som studiereir vurdert som enten "greit" eller "ugreit". Dersom vi ikke nådde helt inn (pr def. ugreie reir), og dersom reiret var dypt og/eller komplekst, ble dette anført i tillegg. Kombinert med videoregistreringene (se ovenfor) er hensikten bl.a. å vurdere om hekkesuksess er påvirket av reirenes beskaffenhet og om dette i noen grad kan tilbakeføres til vår løpende kontroll av studiereirene. Materialet er foreløpig ikke analysert i særlig detalj (jf. **kapittel 3.4.2**), men informasjonen er også til hjelp under feltarbeidet for å rasjonalisere det løpende arbeidet med reirkontroller i ruge- og ungeperioden.

Prøvetaking for DNA-analyser

I 2000 startet vi systematisk innsamling av blodprøver fra lundeungene i studiereirene (videoreirene unntatt) for senere kjønnsbestemmelse og DNA fingerprint-analyse (jf. bl.a. Griffiths et al. 1998). I første omgang er hensikten å opparbeide et materiale over flere år, for å bestemme i hvilken grad lundenes relative investering i avkom av ulike kjønn påvirkes av den store variasjonen i miljøforhold, reflektert gjennom hekkefuglenes kondisjon og overlevelse. En foreløpig og upublisert analyse av våre demografidata for voksne fugler indikerer at hunnenes overlevelse ved dårlige miljøforhold er betydelig lavere enn hannenes. Lønnsomheten ved investering i avkom kan derfor være avhengig av avkommets kjønn. Det er i så fall mulig at lundene til en viss grad kan kompensere for dette ved at en overvekt av parene produserer unger av det til enhver tid mest fordelaktige kjønn. Ved merking eller gjenfangst innsamler vi nå også blodprøver av alle fargemerkede lunder som inngår i demografiprojektet, bl.a. for å kunne kjønnsbestemme dem med 100 % sikkerhet og kontrollere om kjønnsbestemmelsen av andre individer ved diskriminant-analyse av biometriske data er tilstrekkelig presis. Blodprøver av unger kan også nyttes til DNA fingerprint-analyser for å registrere utskifting av foreldrefugler på samme reir mellom år, bl.a. som et indirekte mål for rekrutteringsrate. Til samme formål ble det også innsamlet fjærprøver av noen unger, samt prøver av muskelvev fra fostre i døde egg. Tillatelse til innsamling av prøver ble gitt av Forsøksdyrutvalget.

Hver blodprøve ble innsamlet med et sterilt kapillærrør (75 µl) fra et stikk med en steril sprøytespiss i en fotarterie. Uttatt blodvolum (0.2-0.8 ml) ble lagret på 1 ml Queens Lysis buffer i et Ependorfrør og lagt på frys. Vi har senere erfart at nedfrysing av prøvene kan føre til problemer ved forsøk på ekstraksjon av høymolekylært DNA. For ettertiden vil slike prøver lagres ved romtemperatur. Fjærprøvene oppbevares i papirkonvolutter, mens muskelprøver fra fostre ble fiksert på 70 % etanol i dramsglass.

2.3 Statistiske metoder

De fleste statistiske tester er foretatt ved hjelp av programpakkene *SPSS for Windows* versjon 10.0.5 (© 1989-99 SPSS Inc.). Dersom ikke annet er angitt er det benyttet to-halede tester. De demografiske analysene (**kapittel 3.5.2**) ble utført med programmet *MARK* (White 1998) etter samme statistiske prinsipper som det tidligere anvendte *SURGE*-programmet (Pradel & Lebreton 1991, Lebreton et al. 1992). Statistiske parametre for bestandsstørrelse og bestandsutvikling (**kapittel 3.1** og **3.2**) ble utledet som angitt av Anker-Nilssen & Røstad (1993) ved hjelp av programmet *Star1*, programmert i *FORTTRAN* av Ole Wiggo Røstad.

Regnearksprogrammet *Microsoft® Excel 97* (© 1985-97 Microsoft Corporation) er delvis benyttet som database-plattform, av og til også for å beregne enkel deskriptiv statistikk. Alle figurer er laget i *SigmaPlot 2000 for Windows* versjon 6.00 (© 1986-2000 SPSS Inc.).



Mellom slagene. Sjøfuglarbeidet på Røst er allsidig... For fire år siden overtok vi ansvaret for hytta som den sveitsiske professor Beat Tschanz brukte som feltbase for sine alkefuglstudier på Vedøy i en mannsalder. I dag er den årlige bestandsovervåkingen av lomvi og krykkje de eneste regulære sjøfuglundersøkelsene på Vedøy, men vårt mål er å holde bygningen tilstrekkelig vedlike så den kan fortsette sitt virke i forskningens tjeneste. Hytta er oppført i tømmer og ble flyttet fra Røstlandet til Vedøy tidlig på 1950-tallet. Takket være et ekstra tilskudd fra Statoil i 1999 kunne vi sommeren 2000 erstatte det godt råtnete ytterpanelet med trykkimpregnert bordkledning. Vidar Bakken (t.v.) og Knut Kraft (t.h.) stod for hovedinnsatsen, men flere andre bidro med god hjelp, ikke minst Ari Martinkauppi og Steve Baines som fullførte arbeidet tidlig i september. Men, alle utbedringer til tross, den østlige stormen 31. oktober 2000 forsynte seg med vinduslemmene og deler av taket. Vi takker kommunen for at hytta fremdeles står. De staget den opp for oss påny høsten 1997. (Foto © T. Aarvak)

3 Resultater

3.1 Bestandsstørrelse

I 2000 hadde Herynken 41 520 trafikkerte (tilsynelatende okkuperte) reirganger. Estimert hadde et 95 % konfidensintervall på ± 8.05 %. Det er således 95 % sannsynlighet for at det reelle antallet var mellom 38 177 og 44 863. Estimert standardfeil ble beregnet etter en stratifisert prosedyre (jf. Anker-Nilssen & Røstad 1993). I **tabell 3** er tilsvarende resultater for hvert år i perioden 1979-2000 presentert i henhold til stratifisering etter naturlig avgrensede felt, som for Herynkens vedkommende alltid har vært den para-

meter som gir størst forbedring av konfidensintervallet (7.1 % forbedring av estimatet for 2000). De andre parametrene som testes i denne sammenheng er: habitat (5 kategorier), helning (9 intervaller á 10°), eksposisjonsretning (8 sektorer) og høyde over havet (intervaller á 10 m).

I henhold til den fullstendige bestandstakseringen på Røst i 1990 har Herynken 8.3 % av Røsts lundebestand (Anker-Nilssen & Øyan 1995). Forutsatt at bestandsutviklingen på Herynken i 1990-2000 var representativ for de andre lundekoloniene i Røst (slik det er rimelig å anta), var det således ca 498 500 trafikkerte reirganger av lunde på Røst i 2000. På Røst er lundegangene gjennomgående så dype at vi bare unntaksvis når helt inn til selve reiret. Vi kjenner derfor

Tabell 3. Takseringsresultater for overvåkning av lundekolonien på Herynken i 1979-2000. Takseringsenheten er en trafikkert (tilsynelatende okkupert) reirgang. De tradisjonelle prøvefeltene omfattet også tre transekter på Trenyken og Ellefsnyken. Nåværende takseringsmetode (Star-systemet, Anker-Nilssen & Røstad 1983) ble innført på Herynken i 1983. Bestandsestimatenes standardfeil utregnes med en prosedyre stratifisert i forhold til naturlig avgrensede deler av kolonien. – Census and monitoring results for the Puffin population on Herynken in 1979-2000. The monitoring unit is an apparently occupied burrow. The traditional monitoring scheme also included three transects at Trenyken and Ellefsnyken. The current scheme (the Star system, Anker-Nilssen & Røstad 1993) was introduced on Herynken in 1983. Standard errors of population estimates are calculated using a procedure stratified according to naturally separated sub-areas.

| År Year | Median takseringsdato (1. mai = 1) Median date of counting (1 May = 1) | Antall trafikkerte reirganger i tradisjonelle prøvefelt No. of appa- rently occupied burrows in traditional sampling areas | Antall trafikkerte reirganger i prøvefeltene for Star-systemet No. of apparently occupied burrows in Star system plots | Antall kolo- niserte Star- prøvefelt No. of inhabited Star system plots | Median tetthet av trafikkerte reir pr. m ² i koloniserte Star-prøvefelt Median density of apparently occu- pied burrows per m ² in inhabited Star system plots | Estimert antall trafikkerte reirganger i hele kolonien (SE) Estimated total number of apparently occupied burrows in the colony (SE) | Bestands- endring fra foregående år (%) Population change in relation to preceding year (%) |
|------------|---|--|---|---|--|--|---|
| 1979 | 70 | (662) ¹ | – | – | – | 119 700 – | – |
| 1980 | 14 | 1723 | – | – | – | 104 800 – | – 12.4 |
| 1981 | 7½ | 1806 | – | – | – | 109 850 – | + 4.8 |
| 1982 | 8½ | 1687 | – | – | – | 102 610 – | – 6.6 |
| 1983 | 19 | 1310 | 1992 | 205 | 0.9 | 79 680 (3337) | – 22.3 |
| 1984 | 11½ | (1779) ² | 1723 | 199 | 0.8 | 68 920 (3018) | – 13.5 |
| 1985 | 4 | (1501) ² | 1514 | 188 | 0.8 | 60 560 (2614) | – 12.1 |
| 1986 | 18½ | – | 1341 | 198 | 0.6 | 53 640 (2342) | – 11.4 |
| 1987 | 9½ | – | 1106 | 187 | 0.6 | 44 240 (1887) | – 17.5 |
| 1988 | 7½ | – | 1079 | 180 | 0.5 | 43 160 (1933) | – 2.4 |
| 1989 | 11½ | – | 1144 | 188 | 0.6 | 45 760 (1919) | + 6.0 |
| 1990 | 6 | – | 1376 | 189 | 0.7 | 55 040 (2376) | + 20.3 |
| 1991 | 10 | – | 1253 | 193 | 0.7 | 50 120 (2168) | – 8.9 |
| 1992 | 8½ | – | 1309 | 183 | 0.7 | 52 360 (2145) | + 4.5 |
| 1993 | 6 | – | 1144 | 190 | 0.6 | 45 760 (1971) | – 12.6 |
| 1994 | 12 | – | 1164 | 179 | 0.6 | 46 560 (2003) | + 1.7 |
| 1995 | 7 | – | 1167 | 186 | 0.6 | 46 680 (2058) | + 0.3 |
| 1996 | 7½ | – | 1046 | 184 | 0.5 | 41 840 (1919) | – 10.4 |
| 1997 | 8½ | – | 1312 | 191 | 0.6 | 52 480 (2216) | + 25.4 |
| 1998 | 12 | – | 1076 | 187 | 0.5 | 43 040 (1776) | – 18.0 |
| 1999 | 9 | – | 1047 | 185 | 0.5 | 41 880 (1836) | – 2.7 |
| 2000 | 7 | – | 1038 | 187 | 0.5 | 41 520 (1706) | – 0.9 |

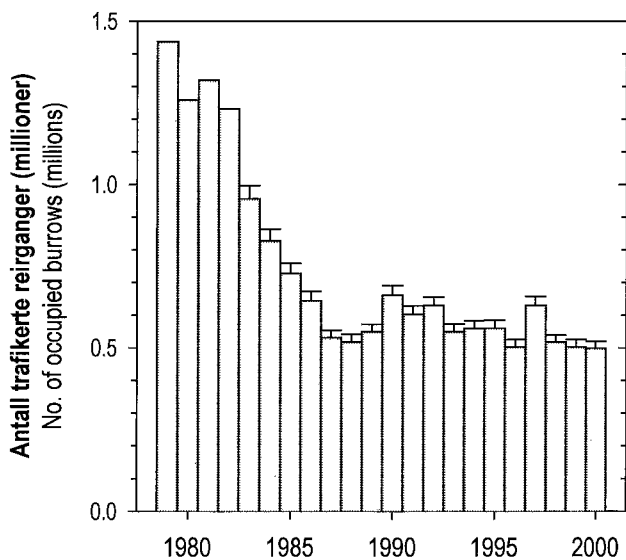
¹ Færre prøvefelt enn i 1980-85 - Fewer sampling areas than in 1980-85.

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

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 ett par pr. trafikkert reirgang.

3.2 Bestandsutvikling

Utviklingen i hekkebestanden på Heryken er bl.a. publisert av Anker-Nilssen & Røstad (1993) for perioden 1979-88, av Anker-Nilssen et al. (1996) for 1979-94 og av Anker-Nilssen & Tatarinkova (2000) for 1979-99. Etter den dramatiske tilbakegangen midt på 80-tallet har bestanden vært forholdsvis stabil. Det ble påvist en viss bestandsoppgang i 1988-90 med en tilsvarende tilbakegang i de etterfølgende seks år (tabell 3, figur 1). Den nye oppgangen i 1997 var kortvarig og antallet trafikkerte reirganger i 2000 er det laveste hittil registrert. Bestandsstørrelsen i starten av det nye århundret var således bare 34.7 % av hva den var da overvåkingen startet 21 år tidligere.



Figur 1

Utviklingen i hekkebestanden av lunde på Røst (tilsynelatende okkuperte reirganger + 1 SE) i perioden 1979-2000. Estimaten er basert på grunnlag av data i tabell 3 og bestandsstørrelsen på Røst i 1990 (Anker-Nilssen & Øyan 1995), under forutsetning om at utviklingen på Heryken er representativ for hele øygruppen. – Development of the breeding population of Puffins at Røst (apparently occupied burrows + 1 SE) in 1979-2000. The estimates are based on data in Table 3 and the population size at Røst in 1990 (Anker-Nilssen & Øyan 1995), assuming the development at Heryken is representative for the whole archipelago.

Vanligste alder for førstegangshekkende fugler i denne bestanden er 5-7 år (bl.a. Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Basert på den gode hekkesuksessen i 1989-92 (Anker-Nilssen & Øyan 1995), kunne det derfor forventes en betydelig rekruttering til bestanden i årene 1994-99. Resultatene viser imidlertid at bestanden var relativt stabil eller svakt synkende i denne perioden. Dette betyr ikke at den har manglet rekruttering, men viser at tilveksten knapt har klart å kompensere for dødeligheten blant etablerte hekkefugler. Unntatt fra 1996 til 1997, da hekkebestanden til gjengjeld økte tydelig, var voksendødeligheten svært høy i perioden 1994-99 (gjennomsnittlig 12.4 % årlig, kapittel 3.5.2). Det er derfor grunn til å anta at rekrutteringen var rimelig god i de samme årene. Anker-Nilssen & Brøseth (1998) viste at en uvanlig stor andel av de etablerte hekkefuglene unnlot å hekke i 1995 og 1996, men at hekkevilligheten tok seg betydelig opp i 1997. Dette var trolig en betydelig faktor bak "bestandsøkningen" det året. Siden hekkevilligheten året etter var minst like god (Anker-Nilssen 1998), er den ekstreme dødeligheten mellom 1997 og 1998 hovedforklaringen på den kraftige tilbakegangen som ble registrert i 1998. Alt tyder nå på at rekrutteringspotensialet fra de gode hekkesesongene tidlig på 90-tallet er helt uttømt.

Anker-Nilssen & Brøseth (1998) fremholdt at vektkondisjonen til voksne fugler tidlig i sesongen kan antyde at hekkevilligheten, i alle fall slik den reflekteres ved reirteilingene til samme tid, har sammenheng med miljøforholdene i etablerings- og eggleggingsperioden. Dessverre fikk vi ingen kondisjonsmål av voksne lunder i mai 2000. I 1999 var tilsvarende mål en av flere indikasjoner på at hekkevilligheten var omtrent som året før, noe som predikerte at overlevelsen hadde bedret seg betydelig sammenlignet med den store dødeligheten mellom 1997 og 1998 (Anker-Nilssen & Aarvak 2000). Resultatene fra demografiarbeidet i 2000 (kapittel 3.5.2) bekreftet dette. Bestandsendringen mellom påfølgende år (tabell 3) må være et produkt av ratene for voksenoverlevelse, rekruttering av nye hekkefugler og endring i hekkevillighet blant etablerte fugler. Vi har foreløpig ikke beregnet fullgode mål for hekkevillighet, men dataene gjør det mulig å beregne en maksimal rekrutteringsrate for hvert år. Som forventet, varierte estimatet betydelig mellom år (fra 0 til 34 %). Når dette målet (som ikke er oppgitt her) ble korrelert mot bestandens reproduksjon, var sammenhengen (som forventet) best mot gjennomsnittlig utflygingssuksess 5-7 år tidligere, men forholdet var ikke signifikant (Pearson $r^2 = 0.213$, $n = 9$, $p = 0.212$). Den svake korrelasjonen skyldes trolig den betydelige årlige variasjonen i hekkevillighet, som reflekteres ved endringene i belegget i studiereirene (kapittel 3.4.2).

Bestandsstørrelsen i 2000 var kun 34.7 % av bestandsstørrelsen i 1979 og den laveste som hittil er registrert.

Tilbakegangen i lundebestandene på Røst i de siste 21 årene utgjør omtrent 938 000 trafikkerte reiranger. Dette tilsvarer nær 50 % av dagens norske lundebestand som teller i overkant av 2 millioner par (Anker-Nilssen 1990, Anker-Nilssen et al. upubl. data).

Den 11. mai 2000 ble inngangene til 456 av studiereirene for ungevekst (kapittel 3.4) vurdert for trafikk. Av disse var 379 (83.1 %) tilsynelatende trafikkert i samme sesong. Blant de 442 reirene (96.9 %) hvor vi senere hadde god kontroll over innholdet, ble det i juni-juli påvist aktivitet i 228 reir (51.6 %). Det ble beviselig lagt egg i 217 reir (49.1 %), hvorav 205 (94.5 %) var vurdert som trafikkert i mai.

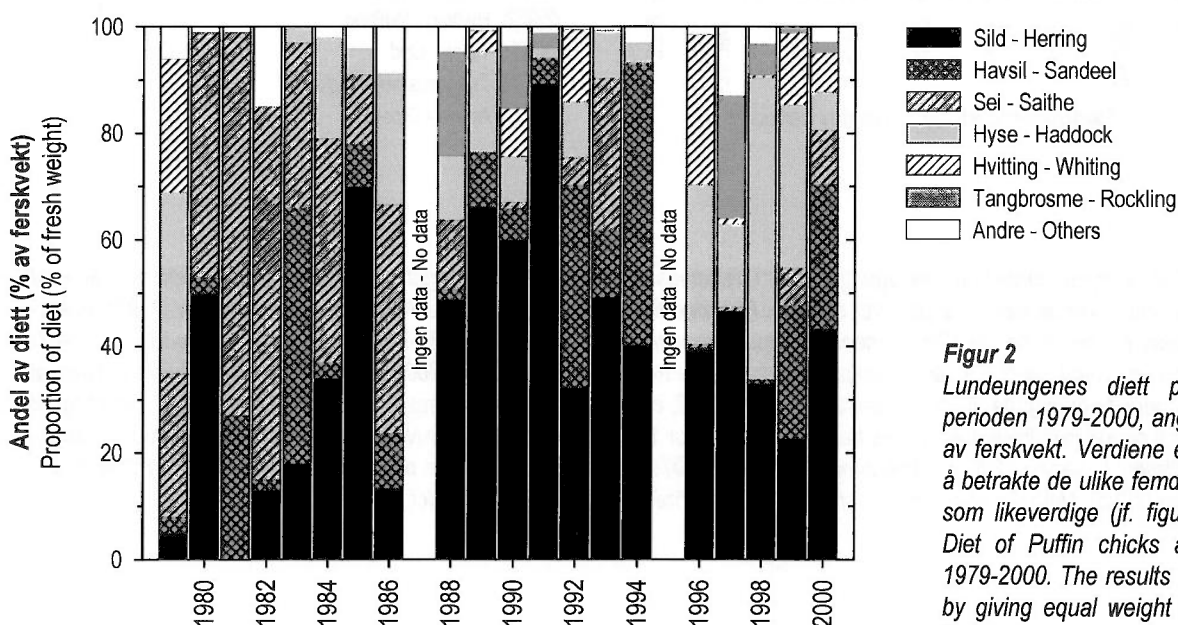
3.3 Næringsstudier

I analysen av materialet fra 2000 ble, som tidligere, hver femdagersperiode vektet likt, uavhengig av antall næringsprøver innsamlet. Regnet i ferskvekt utgjorde sild 43.4 % av ungenes diett, dvs. i overkant av gjennomsnittet for de siste 22 årene (tabell 4). Vi har ingen data fra 1995, men denne andelen har ellers vært relativt stabil og forholdsvis moderat siden 1992 (variasjonsbredde 22.7-49.2 %).

I likhet med foregående år var havsil *Ammodytes marinus* en viktig byttedyrart i 2000. Målt i ferskvekt utgjorde den 27.1 % av ungenes diett, mot 25.1 % i 1999 (figur 2). Innslaget av torskfisker (25.7 %, tangbrosme unntatt) var imidlertid det svakeste siden 1994 og betydelig mindre enn gjennomsnittet for alle år (41.9 %). Både for hyse *Melanogrammus aeglefinus* og sei *Pollachius virens* var andelen mindre enn det halve av normalen.

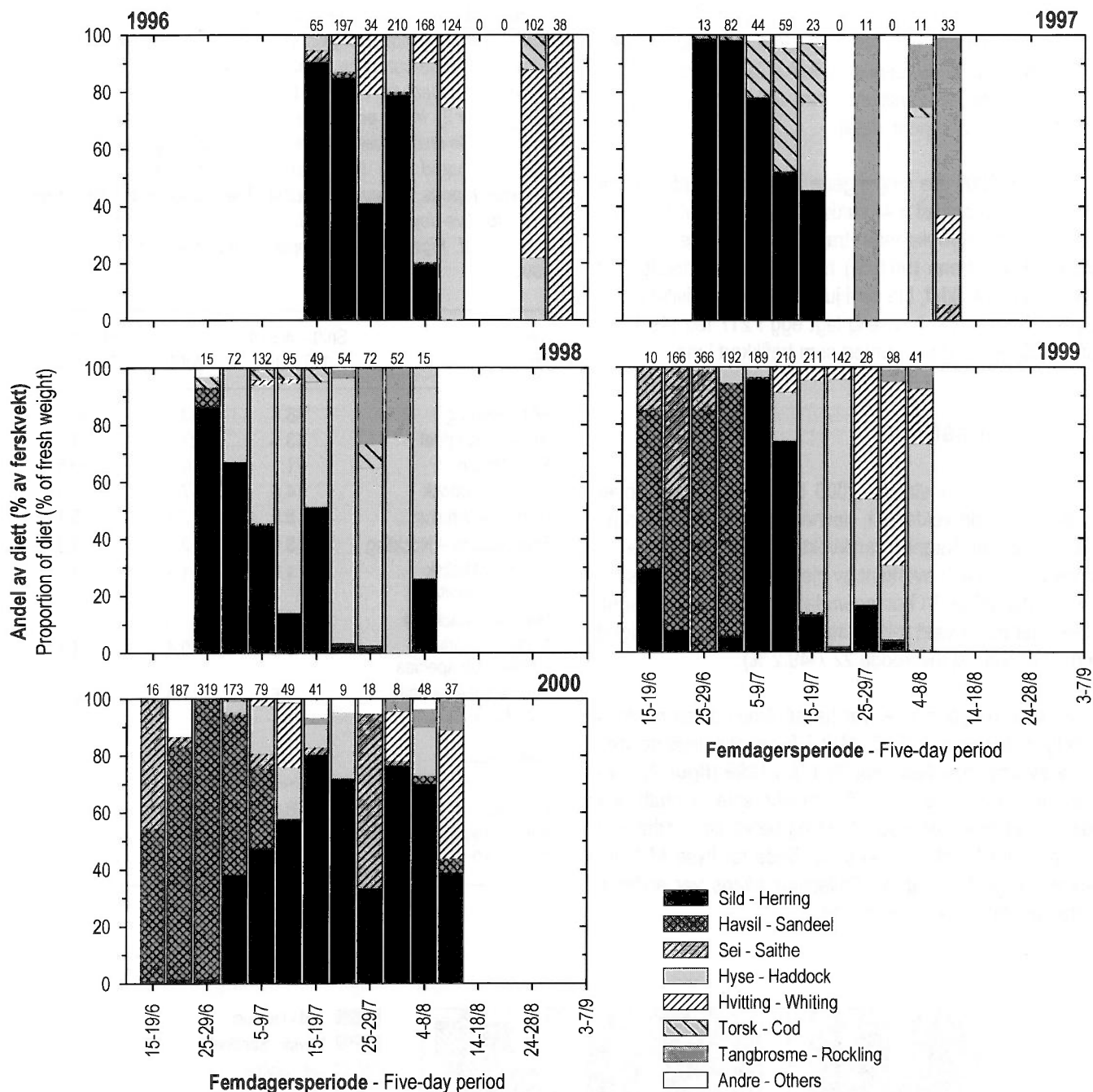
Tabell 4. Lundeungenes diett (prosent av ferskvekt) på Herynken i 2000 sammenlignet med gjennomsnitt for perioden 1979-99 (se tidligere rapporter for årlige resultater). Tallene er basert på totaler for femdagersperioder som ble betraktet som likeverdige i analysen (jf. figur 2). Ingen prøver ble innsamlet i 1987 og 1995. – The diet of Puffin chicks (percentages of fresh weight) at Herynken in 2000 compared with the mean for the period 1979-99 (see previous reports for annual results). The numbers are based on totals for five-day periods which were given equal weight in the analysis (cf. Figure 2). No samples were collected in 1987 and 1995.

| Byttedyr Prey | Snitt – Mean 1979-99 | 2000 | Snitt – Mean 1979-2000 |
|---|-------------------------|------|---------------------------|
| Sild – Herring | 38.5 | 43.4 | 38.7 |
| Havsil – Sandeel | 13.5 | 27.1 | 14.2 |
| Sei – Saithe | 21.1 | 10.0 | 20.5 |
| Hyse – Haddock | 14.8 | 7.3 | 14.4 |
| Hvitting – Whiting | 5.0 | 7.3 | 5.1 |
| Tangbrosme – Rockling | 3.4 | 2.0 | 3.3 |
| Andre torskfisker – Other gadoids | 1.9 | 1.1 | 1.9 |
| Makrell – Mackerel | 0.2 | – | 0.2 |
| Andre fiskearter – Other fish species | 1.2 | 0.4 | 1.1 |
| Blekksprut eller krill – Squid or krill | 0.5 | 1.4 | 0.5 |
| Sum - Sum | 100 | 100 | 100 |
| <i>n</i> prøver - <i>n</i> samples | 108.5 | 133 | 109.6 |
| Antall femdagersperioder No. of five-day periods | 7.5 | 12 | 7.7 |



Figur 2

Lundeungenes diett på Herynken i perioden 1979-2000, angitt som prosent av ferskvekt. Verdiene er beregnet ved å betrakte de ulike femdagersperiodene som likeverdige (jf. figur 3, tabell 4). – Diet of Puffin chicks at Herynken in 1979-2000. The results were calculated by giving equal weight to the different five-day periods (cf. Figure 3, Table 4).

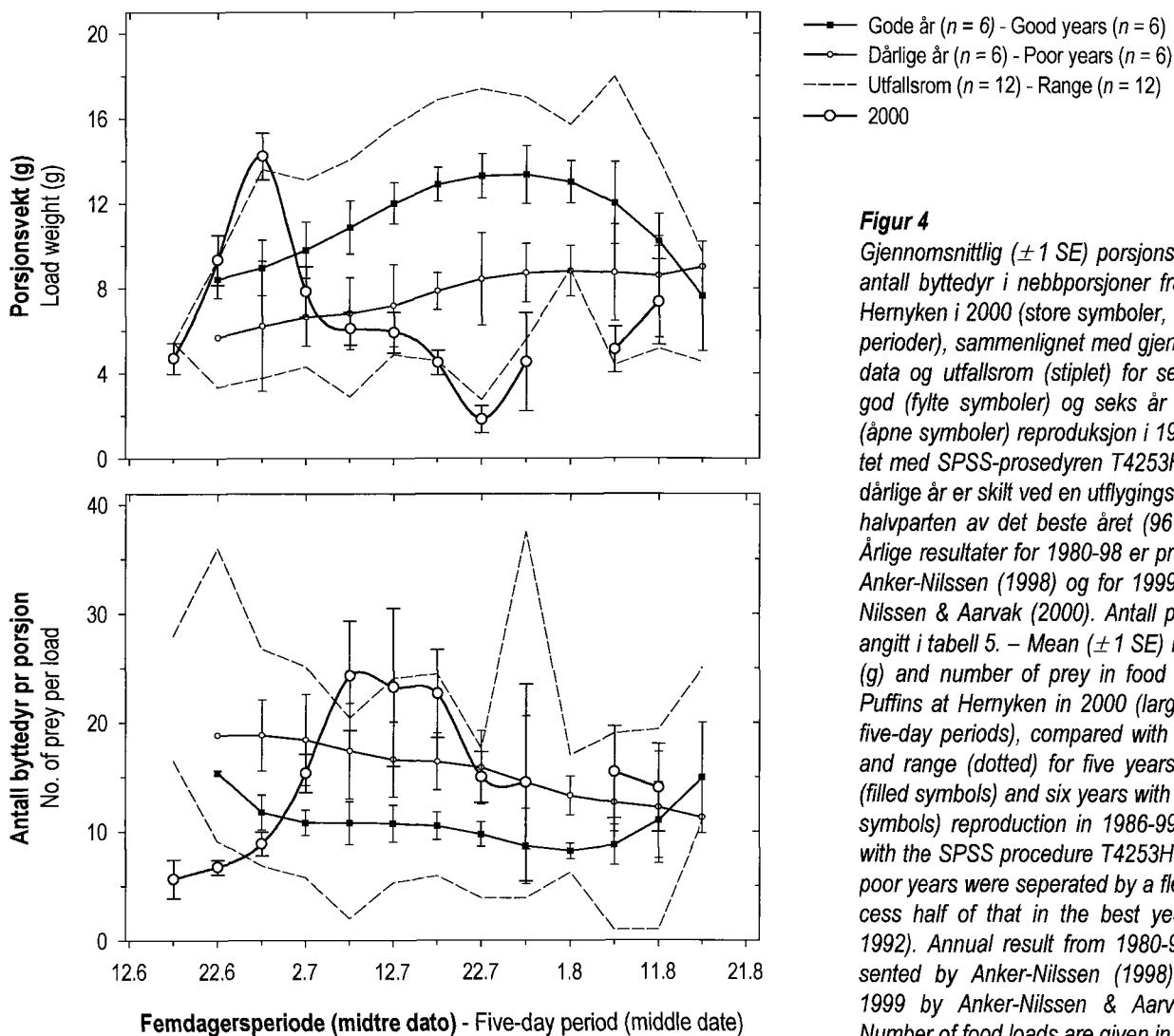


Figur 3
 Lundeungenes diett på Heryken fordelt på femdagersperioder i hekkesesongene 1996-2000, angitt som prosent av ferskvekt. Samlet vekt (g) av byttedyr undersøkt i hver periode er angitt over søylene. Figurene for 1996-99 er hentet fra Anker-Nilssen & Brøseth (1998), Anker-Nilssen (1998) og Anker-Nilssen & Aarvak (2000), mens tilsvarende resultater for 1979-85 og 1986-94 er publisert av Anker-Nilssen (1987) og Anker-Nilssen & Øyan (1995). Merk den lave utvalgsstørrelsen for de tre siste periodene i juli 2000 (jf. tabell 5). – Diet of Puffin chicks at Heryken in five-day periods during the breeding seasons of 1996-2000, expressed as percentages of fresh weight. The total weight (g) of prey examined in each period is indicated above the bars. The graphs for 1996-99 are from Anker-Nilssen & Brøseth (1998), Anker-Nilssen (1998) and Anker-Nilssen & Aarvak (2000), while similar results for 1979-85 and 1986-94 were published by Anker-Nilssen (1987) and Anker-Nilssen & Øyan (1995). Note the small sample sizes for the last three periods of July 2000 (cf. Table 5).

Havsil utgjorde i 2000 den nest største vektandelen i ungedietten med 27.1 %, dvs. omtrent som i 1999 (25.1 %). Det er dessverre stadig mangel på marinbiologiske data som kan forklare havsilens svært uregelmessige opptreden ved Røst.

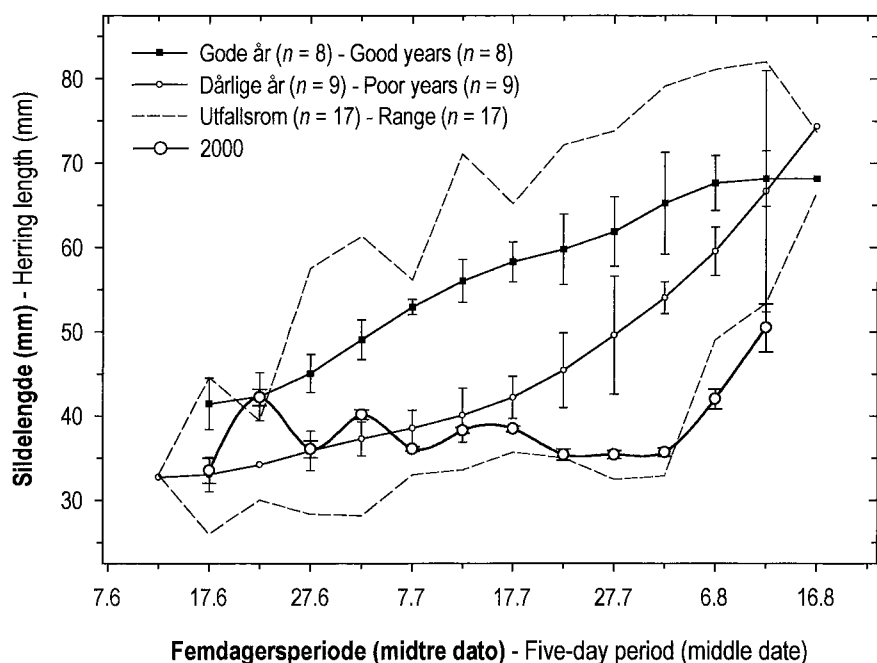
Som vanlig var det betydelig variasjon i ungenes diett gjennom sesongen. I likhet med 1999 (figur 3) dominerte havsil i begynnelsen av ungeperioden, noe som forklarer ungenes gode vekstrater i slutten av juni (jf. Figur 7-9). I begynnelsen av juli forsvant havsilen ganske raskt, slik den gjerne gjør om den i det hele tatt dukker opp, og de fleste ungene måtte greie seg med sild av dårlig størrelse gjennom resten av reirtiden. Dette betyr ikke at det var mer sild i 2000 enn i andre dårlige hekkesesonger, men skyldes heller at innslaget av større torskefisker, og da spesielt hyse, var langt svakere mot slutten av sesongen enn vanlig.

Variasjonen i nebbporsjonenes størrelse samsvarte som vanlig klart med byttedyrtype (figur 4). Tilgangen på havsil i juni sikret uvanlig solide porsjoner med relativt få byttedyr. Etter dette dominerte små sild og porsjonene var gjennomgående små med tallrike byttedyr, selv om noen uvanlig lite systematiske innslag av torskefisk reduserte byttedyrtallet noe etter midten av juli. En porsjon på 8.6 g fra 9. juli bestod av 63 byttedyr (49 sild og 4 krill). Dette er ett flere enn tidligere verdensrekord for antall byttedyr i én nebbfull (Harris 1984) og to flere enn tidligere maksimum for Røst (Anker-Nilssen 1987). I dagene 20-24. juli var porsjonsvektene (snitt 1.84 g, SE = 0.63, n = 5) mindre enn noen gang tidligere. Figur 4 viser også gjennomsnittverdier for tidligere gode og dårlige år (hvert år vektet likt). Skillet mellom slike år ble definert som halvparten av den høyeste overlevelsen som hittil er målt for reirungene på Røst (96 % i 1992), dvs. ved en utflygningsuksess på 48 %. Utfallsrommet for tidligere års gjennomsnitt er også angitt for hver periode.



Figur 4

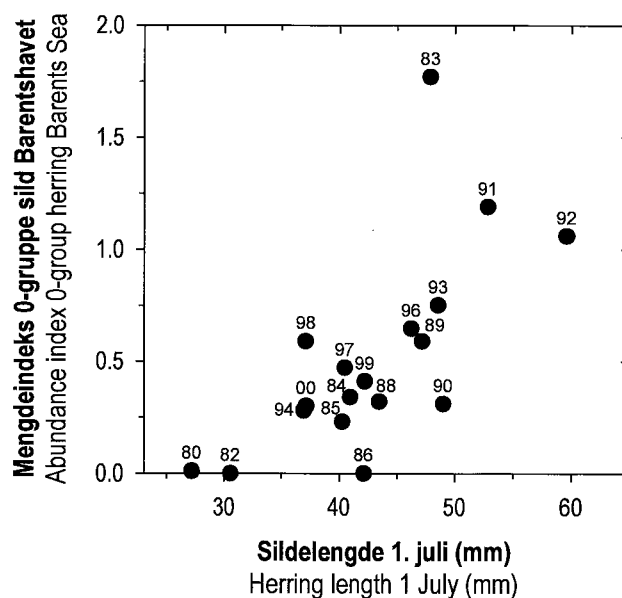
Gjennomsnittlig (± 1 SE) porsjonsvekt (g) og antall byttedyr i nebbporsjoner fra lunde på Herynken i 2000 (store symboler, femdagersperioder), sammenlignet med gjennomsnittsdata og utfallsrom (stiplet) for seks år med god (fylte symboler) og seks år med dårlig (åpne symboler) reproduksjon i 1986-99 glattet med SPSS-proseduren T4253H. Gode og dårlige år er skilt ved en utflygningsuksess på halvparten av det beste året (96 % i 1992). Årlige resultater for 1980-98 er presentert av Anker-Nilssen (1998) og for 1999 av Anker-Nilssen & Aarvak (2000). Antall porsjoner er angitt i tabell 5. - Mean (± 1 SE) load weight (g) and number of prey in food loads from Puffins at Herynken in 2000 (large symbols, five-day periods), compared with mean data and range (dotted) for five years with good (filled symbols) and six years with poor (open symbols) reproduction in 1986-99 smoothed with the SPSS procedure T4253H. Good and poor years were separated by a fledging success half of that in the best year (96% in 1992). Annual result from 1980-98 are presented by Anker-Nilssen (1998) and from 1999 by Anker-Nilssen & Aarvak (2000). Number of food loads are given in Table 5.

**Figur 5**

Gjennomsnittslengde ($\text{mm} \pm 1 \text{ SE}$) av 0-gruppe sild i nebbporsjoner fra lunde på Røst i ulike femdagersperioder i 2000 (store symboler) sammenlignet med utglattede data for åtte gode og ni dårlige år i 1980-99 (behandlet som i Figur 4). Se Anker-Nilssen (1998) og Anker-Nilssen & Aarvak (2000) for årlige resultater fra tidligere år. Utvalgsverdier er angitt i tabell 5. – Mean length ($\text{mm} \pm 1 \text{ SE}$) of 0-group herring in food loads from Puffins at Røst in different five-day periods in 1999 (bold line) compared with smoothed data from eight good and nine poor years in 1980-99 (processed as in Figur 4). See Anker-Nilssen (1998) og Anker-Nilssen & Aarvak (2000) for annual results from earlier years. Sample sizes are given in Table 5.

Tabell 5. Antall 0-gruppe (0-gr) sild fra lunde målt (jf. figur 5) og antall komplette nebbporsjoner (n) undersøkt (jf. figur 3 og 4) i ulike femdagersperioder i 2000, sammenlignet med tilsvarende data for 1996-99 (fra Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Brøseth 1998 og Anker-Nilssen & Aarvak 2000). – Numbers of 0-group (0-gr) herring from Puffins measured (cf. Figure 5) and complete food loads (n) examined (cf. Figures 3 and 4) in different five-day periods in 2000, compared with similar data for 1996-99 (from Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Brøseth 1998 and Anker-Nilssen & Aarvak 2000).

| Periode Period | 1996 0-gr (n) | 1997 0-gr (n) | 1998 0-gr (n) | 1999 0-gr (n) | 2000 0-gr (n) |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 15-19.06 | | | | 18 (1) | 2 (3) |
| 20-24.6 | | | | 70 (17) | 10 (19) |
| 25-29.6 | | 40 (3) | 72 (4) | 34 (26) | 34 (22) |
| 30.6-4.7 | | 251 (14) | 164 (12) | 21 (15) | 177 (22) |
| 5-9.7 | | 79 (9) | 161 (9) | 318 (20) | 207 (13) |
| 10-14.7 | | 60 (12) | 97 (12) | 284 (19) | 135 (8) |
| 15-19.7 | 91 (9) | 63 (5) | 151 (9) | 61 (12) | 146 (9) |
| 20-24.7 | 266 (20) | 0 (2) | 8 (4) | 22 (10) | 32 (5) |
| 25-29.7 | 28 (3) | 0 (1) | 16 (11) | 17 (1) | 37 (4) |
| 30.7-3.8 | 152 (15) | 0 (6) | 0 (5) | 3 (6) | 35 (2) |
| 4-8.8 | 35 (11) | | 0 (2) | 17 (4) | 69 (9) |
| 9-13.8 | 0 (8) | | | | 17 (5) |
| 14-18.8 | | | | | |
| 19-23.8 | | | | | |
| 24-28.8 | 0 (5) | | | | |
| 29.8-2.9 | 0 (2) | | | | |
| Sum – Sum | 572 (73) | 493 (52) | 669 (68) | 865 (131) | 901 (121) |

**Figur 6**

Havforskningsinstituttets mengdeindeks for 0-gruppe sild målt i Barentshavet i 18 ulike år i perioden 1980-2000 (Toresen 1985, Anon. 1999, H. Gjøsæter pers. medd.) i relasjon til gjennomsnittlig lengde (mm) for sild fra samme årsklasse i nebbporsjoner fra lunde på Røst 8-10 uker tidligere. Lengdeverdiene ble beregnet ved vektet, lineær regresjon på data gruppert i femdagersperioder (jf. figur 5). Se også figur 13. – Abundance indices obtained by the Institute of Marine Research Mean for 0-group herring in the Barents Sea in 18 different years in 1980-2000 (Toresen 1985, Anon. 1999, H. Gjøsæter pers. comm.) in relation to the mean length (mm) of herring from the same year-classes in food loads from Puffins at Røst 8-10 weeks earlier. The length values were estimated by weighted linear regressions on data grouped in five-day periods (cf. Figure 5). See also Figure 13.

Tabell 6. Gjennomsnittslengde (mm ± SD) av ferske, hele fisk av de vanligste arter i nebbporsjoner fra lunde på Herynken i 1997-2000. Verdiene i parentes er vektete gjennomsnitt der de enkelte femdagersperiodene ble betraktet som likeverdige (jf. figur 2). Utvalgsstørrelsene er angitt. Se Anker-Nilssen & Øyan (1995) og Anker-Nilssen & Brøseth (1998) for tilsvarende data fra 1988-96. – Mean length (mm ± SD) of fresh, whole fish of the most frequent species in food loads from Puffins at Herynken in 1996-2000. Values given in parenthesis are weighted means calculated by giving the different five-day periods equal weight (cf. Figure 2). Sample sizes are indicated. See Anker-Nilssen & Øyan (1995) and Anker-Nilssen & Brøseth (1998) for similar data from 1988-96.

| Art Species | År – Year | | | |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
| Sild | 39.6±5.2 | 36.6±6.0 | 46.5±8.6 | 38.3±6.2 |
| Herring | (39), n=493 | (36), n=669 | (41), n=717 | (39), n=901 |
| Havsil | | 54.5±7.8 | 90.3±12.3 | 85.3±16.2 |
| Sandeel | | (55), n=2 | (76), n=275 | (75), n=322 |
| Sei | 69.0 | 38.5 ± 0.7 | 62.0±14.8 | 52.7±11.5 |
| Saithe | n=1 | (39), n=2 | (59), n=60 | (58), n=35 |
| Hyse | 65.3±12.2 | 79.3±26.1 | 108.1±13.5 | 76.3±13.3 |
| Haddock | (65), n=6 | (81), n=54 | (103), n=36 | (78), n=10 |
| Hvitting | 73.0 | 52.5±20.5 | 92.0±14.6 | 64.1±22.0 |
| Whiting | n=1 | (53), n=2 | (94), n=20 | (67), n=12 |
| Torsk | 33.4±7.4 | 32.9±8.4 | 34.0 | 54.0 |
| Cod | (32), n=62 | (34), n=50 | n=1 | n=1 |
| Tangbrosme | 32.1±4.3 | 29.7±3.8 | 30.4±3.9 | 32.2±5.8 |
| Rockling | (30), n=132 | (30), n=140 | (30), n=42 | (35), n=34 |
| Makrell | 31.7±4.5 | | 30.5±3.5 | |
| Mackerel | (33), n=3 | | (31), n=2 | |

Det er verdt å legge merke til at den grenseverdien som er valgt for å skille mellom gode og dårlige sesonger ligger rimelig nær den utflygingssuksessen som må til for å holde bestanden stabil (jf. figur 14).

Gjennomsnittslengden av sild i lundenes diett pr. 1. juli hvert år benyttes som en indeks for sildens størrelseskondisjon. Verdiene estimeres ved hjelp av lineære regresjonsanalyser basert på gjennomsnittsmålene for hver femdagersperiode (jf. figur 5). Som forventet predikerte sildens størrelse i 2000 en dårlig sildeårsklasse. Det gode samsvaret mellom denne lengdeindeksen og mengdeindeksen for de samme årsklassene, som måles av Havforskningsinstituttet et par måneder senere i Barentshavet, ble følgelig opprettholdt (Spearman $r_s = 0.718$, $n = 18$, $p = 0.001$, figur 6). Verdiene for 2000 liknet til forveksling de for 1994.

Det er som regel betydelige størrelsesforskjeller fra år til år for de fleste andre byttedyrartene (jf. Anker-Nilssen & Øyan



Gammelt bilde men stadig en god illustrasjon. Den dårlige størrelsen på silda (t.h.) i ungenes diett i 2000 (figur 5) indikerte en svak sildeårsklasse (figur 6) og dårlig overlevelse for lundeungene (figur 12). Tidlig i ungeperioden fant lundene godt med fin havsil (t.v.), men da denne ressursen som vanlig forsvant i begynnelsen av juli, manglet gode alternativer. Tilgangen på torskefisker (som seiynglene i midten på bildet) var vesentlig dårligere enn normalt. (Foto © T. Aarvak)

1995, Anker-Nilssen & Aarvak 2000). Bare tangbrosmelarvene var noe større i 2000 enn i 1999 (tabell 6), mens hyse og hvitting var betydelig mindre. For havsils størrelse må betraktes som relativt god (jf. Anker-Nilssen 1987, Anker-Nilssen & Øyan 1995, Anker-Nilssen & Brøseth 1998).

3.4 Reproduksjon

3.4.1 Eggstørrelse

Hos mange arter er det vist at uerfame, unge fugler legger mindre egg enn voksne, erfame hekkefugler (f.eks. Sæther 1990, Hipfner et al. 1997). Variasjoner i eggstørrelse innen populasjonen kan derfor indikere om bestandsendringene skyldes variasjoner i rekruttering eller hvor stor andel av de etablerte hekkefuglene som går til hekking hvert år, selv om eggstørrelsen også kan være påvirket av fuglenes kondisjon ved hekkstart. I 1983 og i de fleste år på 1990-tallet ble en stor andel av eggene i studiereirene målt og deres volum V beregnet som angitt av Hoyt (1979) etter formelen

$$V = K_v L B^2$$

der L er eggglengde, B er eggbredde og konstanten $K_v = 0.507$. Det ble målt flere egg i 2000 enn året før, men antallet var likevel under halvparten av det normale (tabell 7). Fordi egg bare måles når det ikke er voksenfugl tilstede på reiret, indikerer dette en relativt høy kontinuitet i rugingen, hvilket også ble bekreftet av den relativt gode klekkesuksessen i 2000 (kapittel 3.4.2).

Tabell 7. Statistikk for eggstørrelse (i mm og ml) hos lunde i studiereirene på Røst i 1982-2000. – Parameters of egg size (in mm and ml) for Puffins in the nests studied at Røst in 1982-2000.

| År Year | n | Lengde Length | | Bredde Breadth | | Volum 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 | 164 ¹ | 63.7 | 0.18 | 43.9 | 0.10 | 62.2 | 0.34 |
| 1995 | 284 ¹ | 62.6 | 0.14 | 43.8 | 0.08 | 60.9 | 0.28 |
| 1996 | 153 | 62.8 | 0.17 | 44.0 | 0.09 | 61.7 | 0.31 |
| 1997 | 128 | 63.3 | 0.20 | 43.9 | 0.11 | 61.9 | 0.42 |
| 1998 | 116 | 63.3 | 0.21 | 43.7 | 0.13 | 61.3 | 0.44 |
| 1999 | 38 | 63.1 | 0.37 | 43.9 | 0.25 | 61.8 | 0.91 |
| 2000 | 56 | 63.4 | 0.31 | 43.5 | 0.16 | 61.0 | 0.51 |
| Snitt Mean | 117 | 63.3 | 0.16 | 43.9 | 0.06 | 61.8 | 0.19 |

¹ Hvorav ett bare målt bredde

Lundeeggene volum varierer betydelig mellom år (ANOVA, $F_{13,1628} = 3.26$, $p < 0.001$, **Tabell 7**). Eggene som ble målt i 2000 var blant de smaleste noensinne og deres gjennomsnittsvolum var knapt større enn i ekstremåret 1995. Vi fant ingen signifikant negativ samvariasjon mellom prosentvis bestandsendring fra foregående år (**tabell 3**) og ulike egg-mål (1982 utelatt pga liten n, eggvolum Pearson $r = -0.434$, $n = 13$, $p = 0.138$, eggbredde $r = -0.407$, $n = 13$, $p = 0.168$ og egg lengde $r = -0.204$, $n = 13$, $p = 0.504$), slik det forventes om bestandsendringen er et rimelig mål for rekruttering. Dette gjalt også i forhold til endringen i eggvolum mellom påfølgende år ($r = -0.207$, $n = 11$, $p = 0.541$).

Imidlertid forbedres disse korrelasjonene betydelig dersom en korrigerer for variasjonen i overlevelsesrate for voksne fugler (**kapittel 3.5.2**) ved å bruke estimerte maksimumsverdier for rekrutteringsrater. Inntil videre er denne analysen ikke behandlet i nærmere detalj, bl.a. fordi den kan styrkes ytterligere når vi har beregnet rimelig gode mål for den årlige variasjonen i hekkebelegg (**kapittel 3.4.2**) og dermed kan utlede mer troverdige mål for rekrutteringsrater. Den tidligere påviste tendens til negativ korrelasjon mellom eggvolum og gjennomsnittlig hekkesuksess 5-7 år tidligere (Anker-Nilssen & Brøseth 1998) er nå svekket (Pearson $r = -0.428$, $n = 13$, $p = 0.145$) men avviser ikke en sammenheng mellom rekruttering og eggstørrelse. Eggmålene må forventes å være betydelig påvirket av hekkefuglenes kondisjon like før egglegging, som varierer klart fra år til år

Tabell 8. Statistikk for klekkesidspunkt i studiereirene på Røst i perioden 1978-2000. 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 1978-2000. 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 SD | Median Median | n | forrige år last year | alle år all years |
| 1978 | 26.1 | 1.8 | 26 | 25 | ? | 1.4 |
| 1979 | 23.2 | 2.5 | 23 | 31 | -2.9 | -1.5 |
| 1980 | 18.3 | 5.5 | 18 | 7 | -4.9 | -6.4 |
| 1981 | 16.5 | 8.7 | 14 | 11 | -1.8 | -8.2 |
| 1982 | 13.3 | 6.2 | 13 | 18 | -3.2 | -11.4 |
| 1983 | 10.6 | 5.8 | 11 | 66 | -2.7 | -14.1 |
| 1984 | 20.0 | 6.6 | 19 | 37 | 9.4 | -4.7 |
| 1985 | 28.6 | 5.2 | 28 | 43 | 8.6 | 3.9 |
| 1986 | 22.8 | 4.5 | 23 | 59 | -5.8 | -1.9 |
| 1987 | ? | - | - | 0 | ? | |
| 1988 | 30.2 | 6.3 | 30 | 24 | ? | 5.5 |
| 1989 | 28.2 | 7.3 | 27 | 84 | -2.0 | 3.5 |
| 1990 | 24.3 | 8.1 | 23 | 131 | -3.9 | -0.4 |
| 1991 | 25.0 | 3.9 | 25 | 138 | 0.7 | 0.3 |
| 1992 | 29.5 | 5.7 | 29 | 138 | 4.5 | 4.8 |
| 1993 | 24.8 | 4.4 | 24 | 131 | -4.7 | 0.1 |
| 1994 | 21.5 | 8.6 | 19 | 63 | -3.3 | -3.2 |
| 1995 | (28.0) | - | (28) | 1 | (6.5) | (3.3) |
| 1996 | 51.5 | 6.7 | 51 | 69 | (23.5) | 26.8 |
| 1997 | 30.7 | 4.1 | 30 | 144 | -20.8 | 6.0 |
| 1998 | 30.5 | 5.5 | 32 | 129 | -0.2 | 5.8 |
| 1999 | 21.7 | 6.3 | 20 | 121 | -8.8 | -3.0 |
| 2000 | 21.0 | 4.8 | 20 | 99 | -0.7 | -3.7 |
| 1978-00 | 24.7 | 8.3 | 23 | 21 | | |

(Anker-Nilssen & Aarvak 2000). De målte eggene er dessuten ikke et helt representativt utvalg. Egg som klekkes sent eller blir forlatt har større sjanse for å bli målt, også fordi eggene (av hensyn til forstyrrelse) ikke tas ut når en av voksefuglene er til stede i reiret.

3.4.2 Hekketidspunkt, belegg og klekkesuksess

Lundeeggene klekkesidspunkt fra år til år har variert innenfor en periode på nesten seks uker med tyngdepunkt i siste uke av juni (**tabell 8**). Midtpunktet i klekkingen i 2000 inntraff samtidig som i 1999 og fire dager tidligere enn medianen for alle år.

I alt 477 intakte, tidligere oppmerkede studiereir inngikk i reproduksjonsstudiene i 2000. Dette er 13 (2.7 %) færre enn i 1999. Reduksjonen skyldes primært reir som ikke lar

seg gjenfinne fordi merkepinnen er ødelagt av sau eller tatt av ravn (til reirmateriale). Et antall reirpinner (og derved gode studiereir) tapes på denne måten hvert år. Siden 1980 har i alt 707 ulike reir inngått i disse undersøkelsene, hvorav merkepinnene er tapt for minst 191 reir (27 %). Tapsrisikoen har tydelig sammenheng med kvaliteten på pinnene og avstanden til ravnereiret på Heryken. År om annet leter vi derfor opp nye reir og skifter ut dårlige pinner for å opprettholde et tilstrekkelig og representativt utvalg. I 2000 ble 172 reir (36 %) forbeholdt en undersøkelse med video med samme metodikk som året før (kapittel 3.4.6). Antall studiereir som ble undersøkt på regulær måte ($n = 305$) var dermed omtrent som i 1999 ($n = 297$). Frekvens (hver fjerde dag) og rutiner for reirsjekk var uendret. Når videoreirene utelates ble det i 2000 beviselig lagt egg i 47.5 % (145 av 305) av studiereirene, dvs. omtrent på samme nivå som i årene 1998-99 (hhv 48.8 % og 50.8 %, $\chi^2 = 0.710$, $df = 2$, $p = 0.701$). Når 1997 medregnes blir imidlertid mellomårsvariasjonen i hekkebelegg signifikant ($\chi^2 = 10.55$, $df = 3$,

$p = 0.014$). Belegget i 2000 var 19.0 % dårligere enn i 1997 ($\chi^2_{\text{corr}} = 7.71$, $df = 1$, $p = 0.005$). Tilsvarende mål for hekkebelegg før 1997 er foreløpig ikke beregnet.

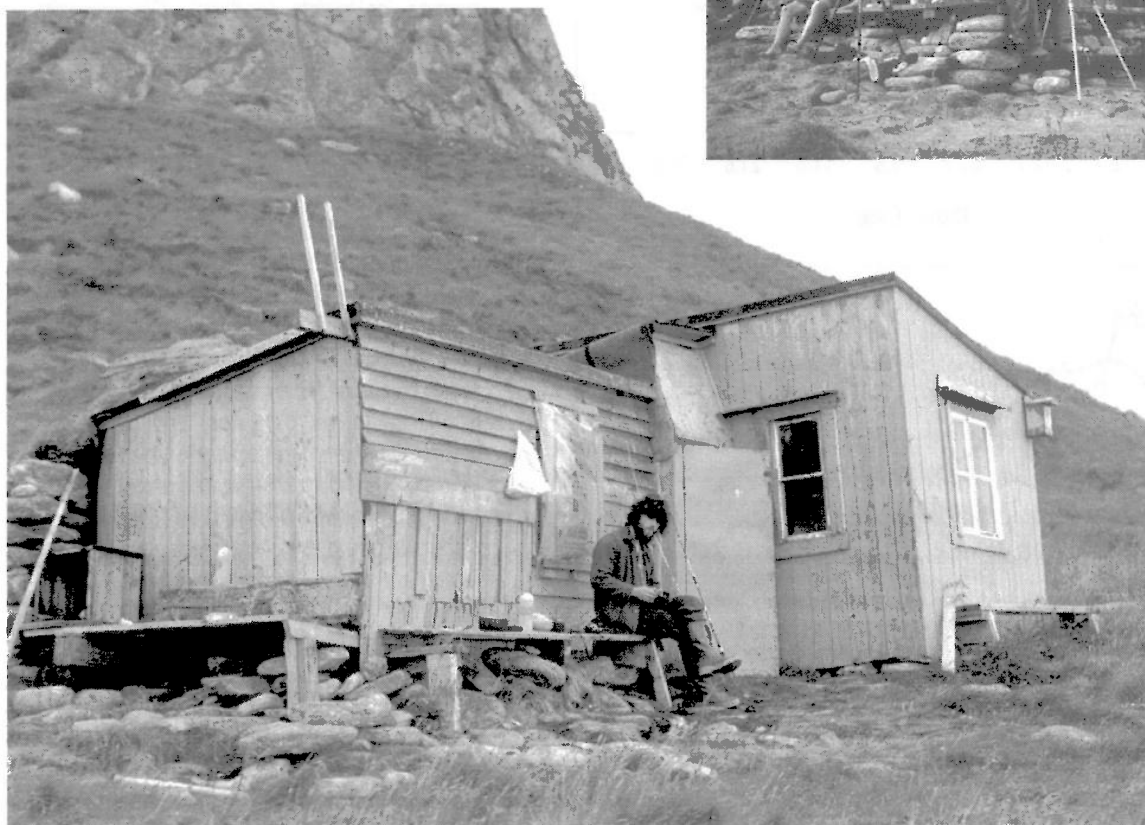
Studiereirenes egnethet ble vurdert for 469 reir. I alt 388 reir (82.7 %) ble klassifisert som greie, til tross for at 39 av dem (10.1 %) hadde relativt dype eller komplekse reirganger. De øvrige 81 reir (17.3 %) var mindre egnede, vesentlig fordi de var for dype og/eller komplekse. Det var ingen betydelig forskjell i egnethet på reirene som ble reservert for videokontroll og de som ble benyttet til regulære undersøkelser ($\chi^2_{\text{corr}} = 0.567$, $df = 1$, $p = 0.451$).

I 2000 ble det konstatert klekking i 103 (70.5 %) av de 145 regulære studiereirene hvor det påviselig ble lagt egg. Eksempelvis er dette klart mindre enn i 1999 (da den tilsvarende andelen var 79.6 %) og betydelig høyere enn i 1998 (da den var 51.5 %) ($\chi^2 = 29.83$, $df = 2$, $p < 0.001$).

Før og nå... Utgangspunktet for hytta på Heryken var en båt som ble trukket på land i mellomkrigstiden og snudd opp-ned. Formen er fremdeles den samme som i 1964, da Svein Myrberget oppførte tilbygget til høyre, men det aller meste av eksteriøret er skiftet ut flere ganger i mellomtiden. Det store bildet er tatt i august 1975 (Foto © P.G. Thingstad) mens det lille bildet er fra en uvanlig solvarm dag 22 år senere (Foto © T. Anker-Nilssen). Personen på det eldste bildet har ikke overvintret, men er besøkende kollega Torgeir Nygård.



1997



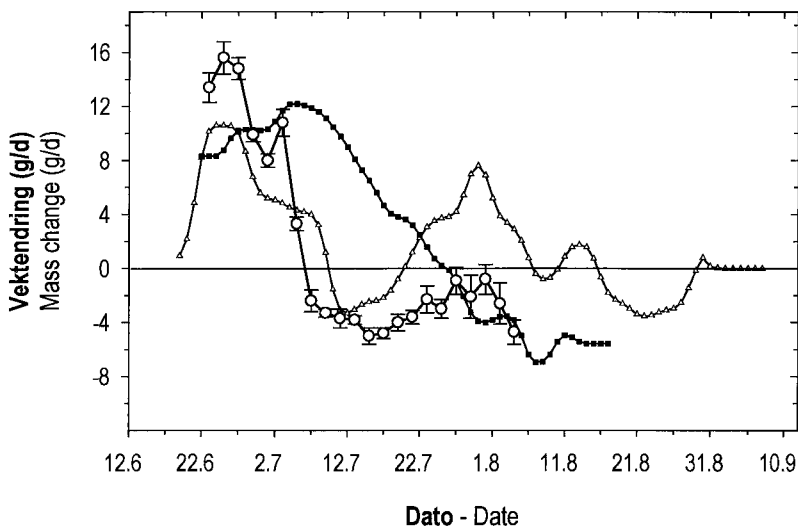
1975

3.4.3 Ungevekst

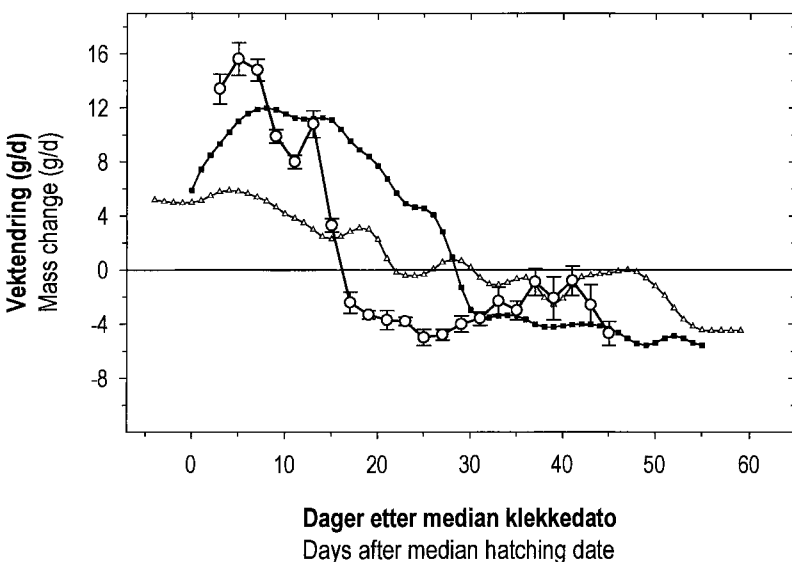
Lundeungenes vekst har vært meget variabel fra år til år og innen hver sesong (figur 7-9). Det finnes ikke to år som kan karakteriseres som like, men noen iøynefallende hovedtrekk illustreres godt ved ungenes vektutvikling. I de fleste årene har vektkurven (i forhold til alder) hatt en normal sigmoid form (figur 8), til tross for at vekstraten har variert sterkt mellom årene. Den store spredningen i hekketidspunkt vil i noen grad ha glattet ut kurvene, men de indikerer likevel at endringene i næringstilgangen i slike år er mindre plutselige og mindre omfattende enn i år hvor vektkurven har hatt en tydelig knekk (1984, 1993-94 og 1999-2000). Ved å betrakte den daglige variasjonen i ungenes vekstrate (figur 7) trer omslagene i næringstilgang tydeligere fram. I år med god hekkesuksess er vekstraten som regel rimelig god inntil den siste tiden før reirforlating, hvor et vekttap er normalt hos mange sjøfugl, seilere og svaler (Ricklefs 1968). I år med dårlig utflygingsuksess opplever lunde-

ungene en langt større variasjon i næringstilgang og dermed i vekstrate (figur 7). Da er vektutviklingen som oftest dårlig allerede fra starten av, og den har gjerne stagnert ved tre ukers alder. I gode år, derimot, er vekstraten nesten alltid svært gunstig de første tre ukene og vektutviklingen stagnerer sjelden før etter fire uker. Etter dette er vekttapet større i gode enn dårlige år, men dette er kun en naturlig følge av den enorme forskjellen i vekst de første fire ukene. Ungene i gode år når vanligvis maksimumsvekt i løpet av fire uker (figur 8) og veier da to-tre ganger mer enn like gamle unger i dårlige år.

Ungenes morfometriske vektutvikling gjenspeiler også næringsforholdene (figur 9). Som vist eksperimentelt av Øyan & Anker-Nilssen (1996) blir bestemte kroppsdeler prioritert når næringstilgangen begrenses. De viste at veksten av ekstremitetene blir prioritert i følgende rekkefølge: skalle/hode, nebb, arm, føtter (tars) og vingefjær. I det ekstremt dårlige året 1997 økte ungene nesten ikke i



—■— Gode år (n = 5) - Good years (n = 5)
 —△— Dårlige år (n = 6) - Poor years (n = 6)
 —○— 2000 (55, 476)

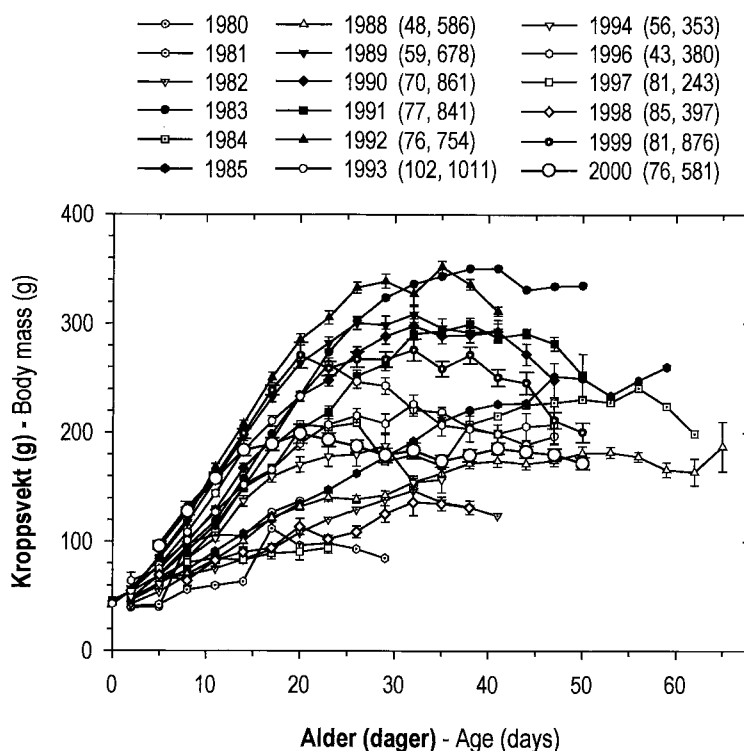


Figur 7

Gjennomsnittlig daglig vektendring ($g \pm 1$ SE) for lundeunger på Røst i 2000 (store symboler) i relasjon til dato (øverst) og dager etter median klekkedato (nederst). Gjennomsnitt av tilsvarende data for seks gode (fylte firkanter) og seks dårlige år (åpne trekantene) i 1988-99 (jf. Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Aarvak 2000) er vist glattet med SPSS-proseduren T4253H. Gode og dårlige år ble adskilt ved en utflygingsuksess på halvparten av den i det beste året (96 % i 1992). For 2000 er maksimalt antall mål pr. plott og totalt antall mål angitt, og hvert plott basert på minst fem individuelle mål.. – Mean daily change in body mass ($g \pm 1$ SE) for Puffin chicks at Røst in 2000 (large symbols) in relation to real date (top) and days after median hatching date (bottom). Mean of similar data from six good (filled squares) and six poor years (open triangles) in 1988-99 (cf. Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Aarvak 2000) are shown smoothed with the SPSS procedure T4253H. Good and poor years were separated at a fledging success half of that in the best year (96% in 1992). For 2000, the maximum number of measurements per plot and the total number of measurements are indicated, and each plot is based on at least five individual measurements..

Figur 8

Lundeungenes vektutvikling ($g \pm 1$ SE) på Røst i 2000 (store symboler) i relasjon til alder (dager) sammenlignet med tilsvarende data fra 1980-99. Åpne symboler markerer år hvor de fleste ungene omkom i reiret. Kurvene for 1980-85 er publisert av Anker-Nilssen (1987). Alle plott er basert på minst fem individuelle mål. Maksimalt antall mål pr. plott og totalt antall mål er angitt for hvert år. – Development of body mass ($g \pm 1$ SE) of Puffin chicks at Røst in 2000 (large symbols) in relation to their age (days) compared with similar data from 1980-99. Open symbols indicate years when the majority of chicks died as nestlings. The curves for 1980-85 have been published by Anker-Nilssen (1987). All plots are based on at least five individual measurements. The maximum number of measurements per plot and the total number of measurements are indicated for each year.



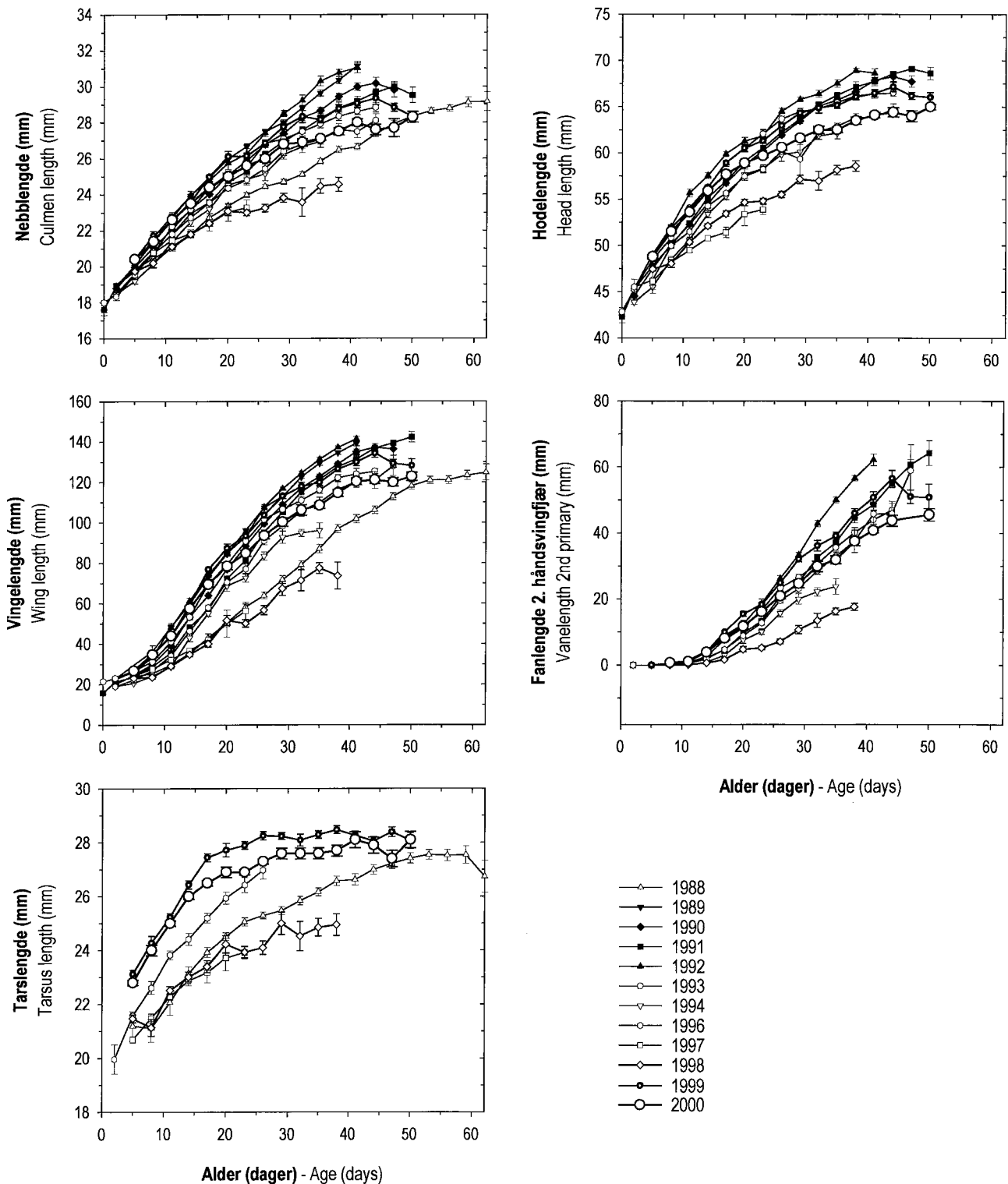
vekt, og det var da også en påfallende retardasjon av hodeveksten. 1998 var ikke mye bedre og alle vekstparametre ble da betydelig svekket. Dette viser at ungenes muligheter til å bufre dårlig tider med allokering av vekst til viktige kroppsdeler (Øyan & Anker-Nilssen 1996) reduseres dramatisk eller opphører ved ekstremt dårlig næringstilgang.

I 2000 startet lundeungenes vekst like godt som i de aller beste årene (figur 7-9), og i siste uke av juni la ungene på seg hele 13-16 gram i døgnet. Den neste uken avtok vekstraten til et mer normalt nivå på 8-11 gram pr døgn, før det hele plutselig brøt helt sammen. Dette inntraff, som alltid, helt parallelt med et omslag til dårligere næringsporsjoner og en kraftig redusert matingsaktivitet. Det ble heller ingen periode med bedre vekst senere i ungeperioden. Etter 5. juli var den gjennomsnittlige vektendringen aldri positiv, veksten av alle kroppsdeler ble betydelig svekket og de aller fleste ungene omkom innen utgangen av måneden. Bare 7-8 % av ungene holdt stand et lite stykke ut i august. Omslaget til dårlig vekst inntraff 5-6 dager etter en stiv, nordøstlig kuling. Som i 1999 var det ledsaget av en endring av dietten fra havsil som viktigste byttedyr til mest sild av dårlig størrelse, men dette diett-skiftet fremstod som mer gradvis i 2000 (figur 3-5). Akkurat som i 1999 flatet tarsens lengdevækst helt ut (figur 9). Tarsveksten er helt tydelig en utmerket indikator på ungenes næringstilgang, og de gode forholdene tidlig i ungeperioden gjenspeiles tydelig i de store tarsene for små unger de siste to årene. Kondisjonen til de få ungene som overlevde reir-tiden i 2000 var derimot ekstremt dårlig (kapittel 3.4.5).

3.4.4 Hekkesuksess

Lundenes hekkesuksess har variert sterkt fra år til år (tabell 9). Hekkeresultatet måles som utflygningssuksess, definert som andel klekte unger som forlater reiret. I år med total ungedødelighet ble resultatene også bekreftet av en rekke andre observasjoner i kolonien, bl.a. av de voksne fuglenes atferd. Enkelte reir som trolig ble forlatt på grunn av vår forstyrrelse i den mest sårbare perioden under og like etter klekking er ikke medregnet (se f.eks. Anker-Nilssen & Brøseth 1998 for nærmere forklaring), men resultatene er ellers ikke justert for den dokumenterte effekten av vår kontrollvirksomhet (kapittel 3.4.6). Mye tyder på at denne har størst effekt i dårlige sesonger, men i årene med en viss reproduksjon er nok den virkelige utflygningssuksessen gjennomgående litt bedre enn resultatene i tabell 9 tilsier.

Ved å benytte samme analysemetode som Anker-Nilssen & Øyan (1995), var den positive sammenhengen mellom lundenes hekketidspunkt og hekkesuksessen i foregående sesong signifikant når data for 2000 ble lagt til (Spearman $r_s = 0.420$, $n = 18$, enhalet $p = 0.041$). Forholdet viser at lundene hekker tidligere i år etter mislykkede sesonger enn etter vellykkede år. I denne analysen er data for endring av hekketidspunkt mellom 1994-95 og 1995-96 utelatt av hensyn til den lave utvalgsstørrelsen i 1995 (tabell 8), men sammenhengen forsterkes dersom også disse dataene inkluderes (Spearman $r_s = 0.479$, $n = 20$, $p = 0.032$). En sammenheng mellom hekkeresultat og neste års hekkestart er et svært interessant fenomen som bidrar til å belyse

**Figur 9**

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 Røst i 2000 (store symboler) i relasjon til alder (dager) sammenlignet med tilsvarende data fra 1988-99. Åpne symboler markerer år hvor de fleste ungene omkom i reiret. Tilsvarende kurver for 1982-85 er publisert av Anker-Nilssen (1987) for nebb- og tarslengde. Alle plott er basert på minst fem individuelle mål, men utvalgsstørrelsen i 1991-94 og 1997 er gjennomgående noe lavere enn i figur 8 fordi noen av variablene da periodevis bare ble målt ved hver annen 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 Røst in 2000 (large symbols) in relation to their age (days) compared with similar data from 1988-99. Open symbols indicate years when the majority of chicks died as nestlings. Similar curves for 1982-85 have been published by Anker-Nilssen (1987) for culmen and tarsus length. All plots are based on at least five individual measurements, but samples sizes in 1991-94 and 1997 were in general somewhat lower than in Figure 8, as some variables were then periodically only measured during every second control.

hekkfuglenes reproduktive investeringskostnader (bl.a. Erikstad et al. 1998b og Anker-Nilssen et al. i manus b).

Det ble påvist klekking i 103 av de regulære studiereirene i 2000. Den videre skjebne til fem av disse ungene er ikke kjent. Av de øvrige 98 ungene var det kun to som med sikkerhet overlevde reirtiden. Utflygningssuksessen ble dermed estimert til 2 % (**tabell 9**).

Lundenes hekkesuksess er nøye korrelert med årsklassestyrken for 0-gruppe sild målt i Barentshavet 1-2 måneder senere (Spearman $r_s = 0.813$, $n = 25$, $p < 0.001$, **figur 10**). En yngelindeks på omtrent 0.2 markerer en nedre terskelgrense for hekkesuksess. Svakere årsklasser har alltid vært

Tabell 9. Beregnet utflygningssuksess for lundeunger på Røst i 1978-2000 og tilhørende datagrunnlag (antall studiereir med kjent utfall, hvorav reir forlatt som følge av forstyrrelse er utelatt). Estimaterne for helt mislykkede år ble også bekreftet av en rekke andre observasjoner. – Estimated fledging success of Puffin chicks at Røst in 1978-2000 and the corresponding sample sizes (no. of study nests with known outcome, excluding those abandoned due to disturbance). The estimates for completely failed seasons were also confirmed by several other observations.

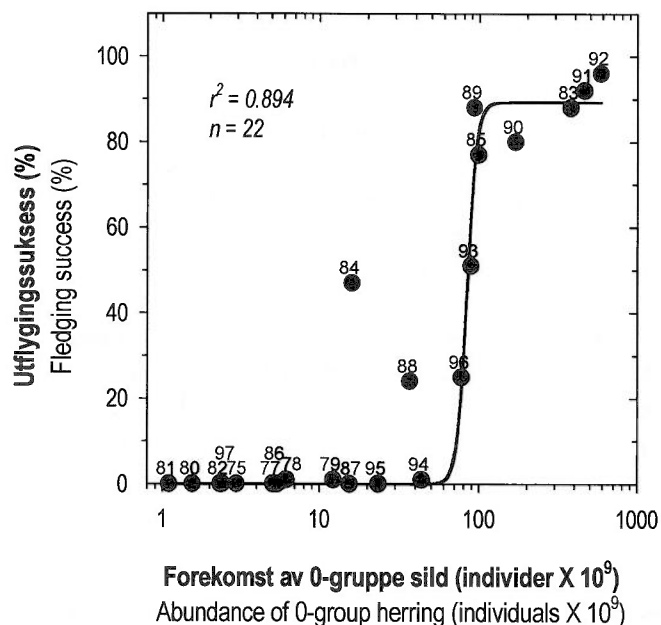
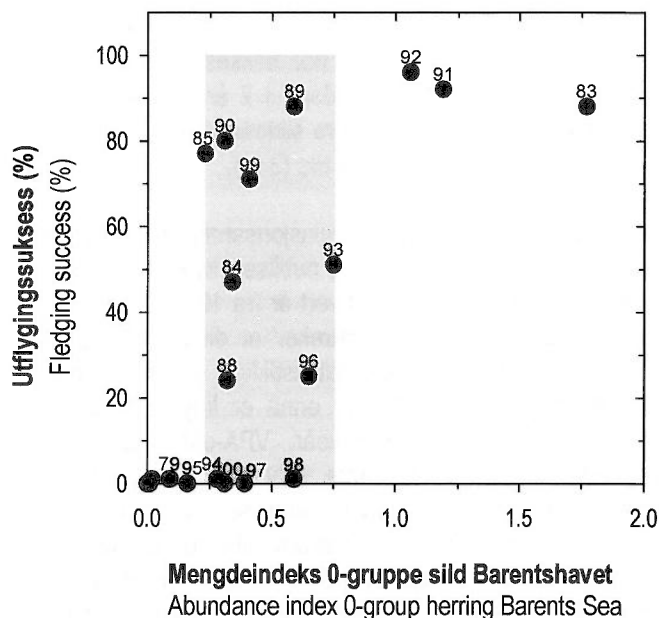
| År Year | Utflygningssuksess (%) Fledging success (%) | n n | Publisert av Published by |
|---------------|--|------------|--------------------------------|
| 1978 | 0 | 25 | Tschanz 1979 |
| 1979 | 0 | 31 | Tschanz 1979 |
| 1980 | 0 | 5 | Anker-Nilssen 1987 |
| 1981 | 0 | 10 | Anker-Nilssen 1987 |
| 1982 | 0 | 11 | Anker-Nilssen 1987 |
| 1983 | 88 | 57 | Anker-Nilssen 1987 |
| 1984 | 47 | 32 | Anker-Nilssen 1987 |
| 1985 | 77 | 31 | Anker-Nilssen 1987 |
| 1986 | 0 | 72 | Anker-Nilssen 1992 |
| 1987 | 0 | 8 | Anker-Nilssen 1992 |
| 1988 | 24 | 50 | Anker-Nilssen & Lorentsen 1990 |
| 1989 | 88 | 83 | Anker-Nilssen 1992 |
| 1990 | 80 | 92 | Anker-Nilssen 1992 |
| 1991 | 92 | 99 | Anker-Nilssen 1992 |
| 1992 | 96 | 121 | Anker-Nilssen & Øyan 1995 |
| 1993 | 51 | 92 | Anker-Nilssen & Øyan 1995 |
| 1994 | 2 | 55 | Anker-Nilssen & Øyan 1995 |
| 1995 | 0 | 1 | Anker-Nilssen & Brøseth 1998 |
| 1996 | 25 | 67 | Anker-Nilssen & Brøseth 1998 |
| 1997 | 0 | 150 | Anker-Nilssen & Brøseth 1998 |
| 1998 | 1 | 117 | Anker-Nilssen 1998 |
| 1999 | 71 | 94 | Anker-Nilssen & Aarvak 2000 |
| 2000 | 2 | 98 | |
| Snitt Mean | 32.4 | 62 | |

ledsaget av tilnærmet fullstendig hekkesvikt (10 år). Med indekser i intervallet 0.23-0.75 har hekkesuksessen vært svært variabel (god i 4 år, moderat i 2 år og dårlig eller manglende i 6 år), mens sterkere sildeårsklasser alltid har vært ledsaget av god hekkesuksess (3 år).

Med bakgrunn i en virtuell populasjonsanalyse (VPA) har Toresen & Østvedt (2000) nylig publisert kvantitative estimater for antall 0-gruppe sild hvert år fra 1907 til 1997. R. Toresen (pers. medd.) understreker at disse målene er prisgitt bl.a. feilkildene i fiskeristatistikken og, ikke minst, den betydelige usikkerhet som ennå er knyttet til sildas dødelighet gjennom første leveår. VPA-estimatene kan derfor ikke tolkes som absolutte, selv om den unikt lange dataserien er en stor styrke for analysen. Det er likevel grunn til å tro at estimatene er svært robuste som relative mål for mellomårsvariasjonen i sildemengde, og at de er i samme størrelsesorden som de reelle verdiene for mengde sild ved metamorfose (gitt at sildestørrelsen da er nær 1 gram, slik det er forutsatt i VPA-modellen).

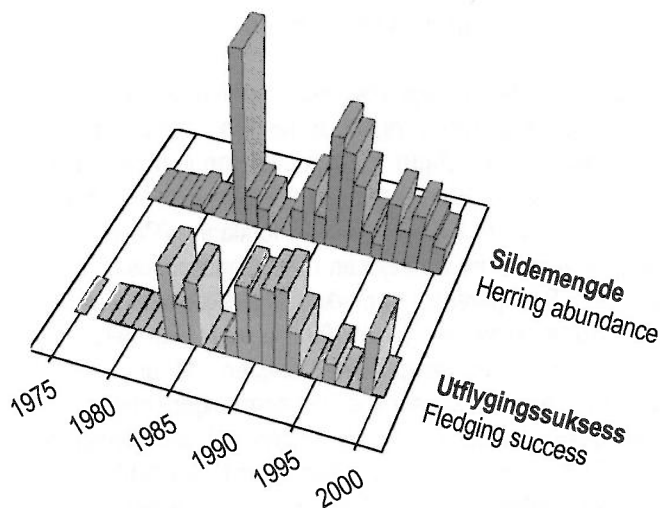
Når lundeungenes utflygningssuksess korreleres mot VPA-estimatene for 0-gruppe tegnes et langt sterkere samsvar mellom sild og lunde (**figur 11**) enn med den mindre kvantitative 0-gruppeindeksen (**figur 10**). Med en logistisk regresjon ($F = 80.52$, $df = 21$, $p < 0.001$) forklarer VPA-estimatene hele 89.4 % av variasjonen i utflygningssuksess i perioden 1975-97. I parentes bemerkes at terskelsonen defineres ved en sildemengde på 80-100 milliarder individer, som tilsvarer omtrent fire ganger den mengden sild lundene på Røst er i stand til å konsumere gjennom ungeperioden når sildeyngelens individvekt er nær 1 gram (Anker-Nilssen & Øyan 1995). I gode år passerer silda i lundenes diett denne størrelsen omkring 25. juli (**figur 5**), mens metamorfosen ser ut til å skje når de er 45-50 mm lange (pers. obs.), dvs. i slutten av juni. Dette tilsvarer en kroppsvekt på 0.31-0.47 g (jf. Anker-Nilssen & Øyan 1995), altså mellom en tredel og halvparten av verdien som er benyttet i VPA-modellen.

Størrelsen på sild i lundeungenes diett er også en god indikator for hekkesuksess. Standardisert som gjennomsnittlig lengde pr. 1. juli hvert år (beregnet ved lineær regresjon, jf. **figur 5**), er ungenes utflygningssuksess godt korrelert med sildelengde (Spearman $r_s = 0.809$, $n = 18$, $p < 0.001$, **figur 12**). Dette er ikke uventet, siden sildeyngelens vekstvilkår vil være helt avgjørende for dens overlevelse, slik det også tydelig fremgår av de gode korrelasjonene i **figur 6** og **figur 13**. Forholdet indikerer en terskelsoner (markert som et grått felt i **figur 12**) med svært variabel reproduksjon når sildelengden pr. 1. juli ligger i intervallet 40-49 mm (10 år). Med større sild har ungeoverlevelsen alltid vært god (3 år), mens dødeligheten har vært så godt som total i år med sild av mindre størrelse (5 år).



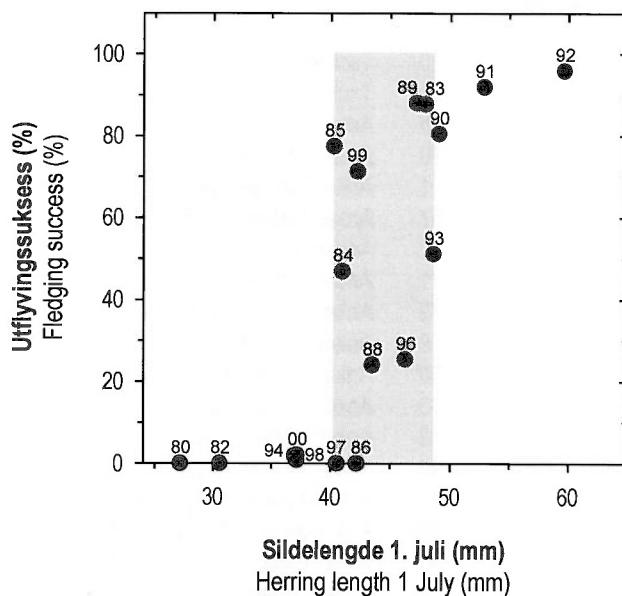
Figur 11

Sammenhengen mellom utflygingsuksess for lundeunger på Røst i 1975-97 (som i figur 10) og VPA-estimer for antall 0-gruppe sild til samme tid (Toresen & Østvedt 2000). En logistisk regresjonskurve er tilpasset dataene ($F = 80.52$, $p < 0.001$). – The relationship between fledging success of Puffin chicks at Røst in 1975-97 (as in Figure 10) and VPA estimates for the concurrent abundance of 0-group herring (Toresen & Østvedt 2000). A logistic regression curve is fitted to the data set ($F = 80.52$, $p < 0.001$).



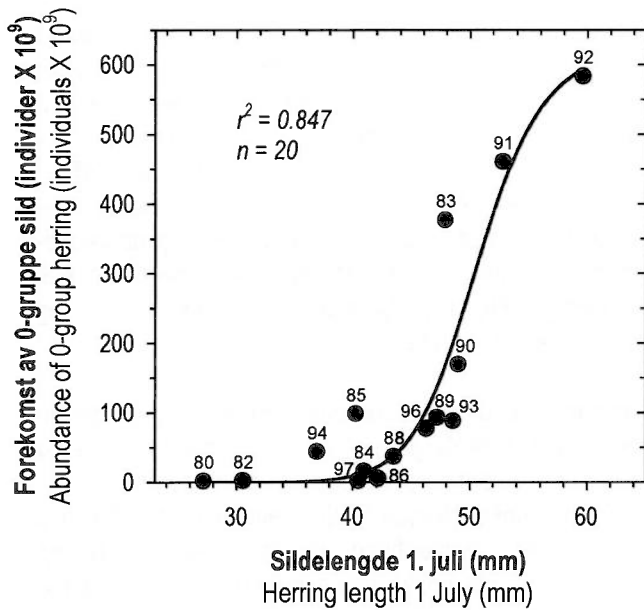
Figur 10

To måter å visualisere sammenhengen mellom utflygingsuksess (antall unger utfløyet pr. egg klekket) for lundeunger på Røst i somrene 1975-2000 og Havforskningsinstituttets mengdeestimer (logaritmisk indeks) for 0-gruppe sild i Barentshavområdet i august-september samme år. Utflygingsdata for 1975-85 er basert på Lid (1981) og Anker-Nilssen (1987), mens indekser for sild er etter Toresen (1985), Anon. (1999) og H. Gjøsæter (pers. medd.). I øverste figur ligger åtte plott tett ved origo, og det er antydning av terskelsoner (grått felt) for sildeindeksen hvor hekkesuksessen er svært variabel. – Two ways of visualising the relationship between fledging success of Puffin chicks at Røst in the summers of 1975-2000 and fisheries research abundance estimates (logarithmic index) of first-year (0-group) 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), Anon. (1999) and H. Gjøsæter (pers. comm.). In the upper graph, eight plots are situated close to the origin, and a threshold zone (shaded grey) for levels of herring associated with very variable breeding success is tentatively indicated.



Figur 12

Sammenhengen mellom lundeungenes utflygingsuksess i 18 ulike år siden 1980 (datakilder som i figur 10) og gjennomsnittlig lengde (mm) av 0-gruppe sild i deres diett på Røst 1. juli de samme år. Terskelsonen (grått felt) er antydning. – The relationship between the fledging success of Puffin chicks in 18 different years since 1980 (data sources as in Figure 10) and the mean length (mm) of 0-group herring in their diet at Røst on 1 July of the same years. The threshold zone (shaded grey) is indicated.



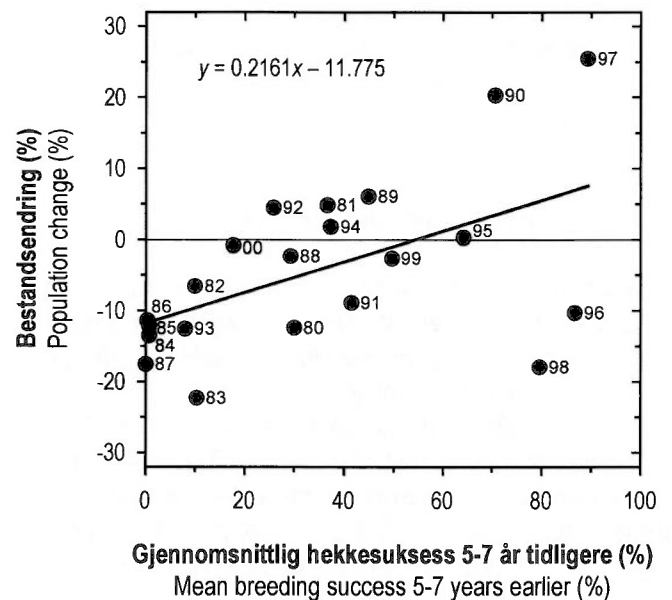
Figur 13

Samme forhold som i figur 6, men med VPA-data for 0-gruppe sild fra Toresen & Østvedt (2000). En logistisk regresjonskurve er tilpasset dataene ($F = 33.13$, $p < 0.0001$). – Same relationship as in figure 6, but using VPA data for 0-group herring from Toresen & Østvedt (2000). A logistic regression curve is fitted to the data set ($F = 33.13$, $p < 0.0001$).

VPA-estimatene til Toresen & Østvedt forbedrer også forholdet mellom størrelsen på sild i lundenes diett og sildas årsklassestyrke (figur 13, jf. figur 6). Med en logistisk regresjon kan denne størrelsesindeksen predikere årsklassestyrken med en sikkerhet på 85 %, altså nesten like presist som lundeungenes utflygningssuksess.

Til tross den store variasjonen i sildestørrelse fra år til år, er det en positiv sammenheng mellom mengde sild i dietten (data som i figur 2) og lundeungenes utflygningssuksess (Pearson $r^2 = 0.232$, $n = 20$, $p = 0.031$).

Endringen i bestandsstørrelse mellom påfølgende år er positivt korrelert med lundenes gjennomsnittlige hekkesuksess 5-7 år tidligere (Pearson $r^2 = 0.277$, $n = 21$, $p = 0.014$, figur 14). Forholdets statistiske styrke endret seg ikke vesentlig med resultatene for 2000, men både 1996 og 1998 var avvikende år (jf. Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Det er svakere korrelasjoner mellom bestandsendring og gjennomsnittlig hekkesuksess 6-8 år tidligere ($r = 0.325$, $n = 21$, $p = 0.151$) og 4-6 år tidligere ($r = 0.384$, $n = 21$, $p = 0.086$). Mot årvisse reproduksjonsdata 5-7 år tidligere er korrelasjonene henholdsvis $r^2 = 0.292$ ($p = 0.011$), $r^2 = 0.068$ ($p = 0.254$) og $r^2 = 0.154$ ($p = 0.079$). Disse verdiene antyder at lundenes gjennomsnittlige rekrutteringsalder er nærmere fem enn sju år.



Figur 14

Årlige endringer i hekkebestandens størrelse i årene 1979-2000 i relasjon til lundenes gjennomsnittlige hekkesuksess (målt som ungenes utflygningssuksess) 5-7 år tidligere. Regresjonen er statistisk signifikant ($r^2 = 0.277$, $n = 21$, $p = 0.014$). – Annual changes in breeding numbers in the years 1979-2000 in relation to the Puffins' mean breeding success (as measured by fledging success of chicks) 5-7 years earlier. The regression is statistically significant ($r^2 = 0.277$, $n = 21$, $p = 0.014$).

Bestandsutviklingen fra 1999 til 2000 var noe bedre enn regresjonen i figur 14 tilsier. Samtidig var belegget i studiereirene 6.5 % svakere enn i 1999 (kapittel 3.4.2), selv om forskjellen ikke var signifikant ($\chi^2_{\text{corr}} = 0.531$, $df = 1$, $p = 0.466$). Siden det er urimelig å anta at hekkebestanden fikk noen vesentlig rekruttering i 2000 (jf. også kapittel 3.2), må det antas at den beskjedne bestandsreduksjonen fra 1999 skyldes større hekkevillighet og/eller bedre overlevelse for voksne fugler (kapittel 3.5.2).

Det er ennå for tidlig å konkludere. Årlige rekrutteringsrater kan ikke estimeres med rimelig sikkerhet før overvåkingen av voksenoverlevelse er videreført og mer nøyaktige estimater for hekkevilligheten i hvert enkelt år er beregnet. Det er likevel utelukket at bestanden fremdeles har noen rekrutteringsreserve fra de gode årene 1989-92. Det store innslaget av unge fugler blant lundene drept av svartbak i 1999-2000 (kapittel 3.7) antyder derimot at de få ungene som kom seg ut i 1996 (25 %) har overlevd bedre enn normalt.

Regresjonslinjen i figur 14 har nullpunkt ved en utflygningssuksess på 54.5 %. Dette er et omtrentlig estimat for den årlige hekkesuksessen bestanden i gjennomsnitt trenger for å holde seg stabil, gitt den overlevelse unge og voksne fugler har erfart siden 1979 og hvor stor andel av bestanden

som lykkes frem til klekking hvert enkelt år. Estimater ligger tilfredsstillende nær grenseverdien som er valgt for å skille mellom gode og dårlige sesonger i analysen av næringsvalg (kapittel 3.3)

3.4.5 Ungenes kondisjon ved reirforlating

Ungenes kondisjon ved slutten av reirperioden har variert kraftig fra år til år (tabell 10). Det er en signifikant negativ sammenheng mellom gjennomsnittlig sistevekt og alder på de ungene som forlot reiret (Pearson $r^2 = 0.342$, $n = 10$, enhalet $p = 0.038$). I denne analysen er 1994, 1998 og 2000 utelatt pga. for liten utvalgsstørrelse. Tilsvarende god sammenheng ble ikke påvist for de andre størrelsesvariablene (vingelengde: $r = -0.219$, $n = 8$, $p = 0.602$, nebb-lengde: $r = -0.306$, $n = 10$, $p = 0.390$, hode+nebb: $r = 0.072$, $n = 6$, $p = 0.892$). Dette indikerer at ungenes vekt-kondisjon er en viktig proksimat faktor for reirtidens lengde, men antyder også at de må nå visse minstemål i utvikling av viktige kroppsdeler før utflygning er mulig. At det ikke var antydning til korrelasjon for lengde av hode+nebb, støtter de eksperimentelle studiene til Øyan & Anker-Nilssen (1996), som viste at ungene allokerte vekst til utvikling av hodet ved dårlig tilgang på næring. Trolig er denne vekst-allokeringen utviklet slik at den maksimerer ungenes over-

levelsessjanser 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. En høy preferanse for lagring av underhudsfett i dårlige tider (Øyan & Anker-Nilssen 1996) er trolig også forklart på samme måte. Underhudsfett vil bidra til å redusere ungens varmetap når den kommer i kontakt med sjøen, noe som kan være særlig viktig hvis fjærdakten er dårlig utviklet og sjøvannet når inn til huden.

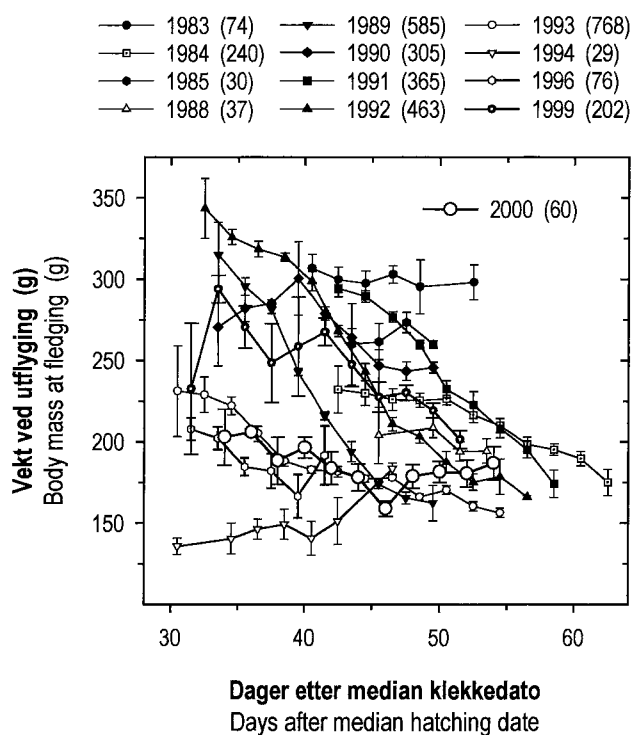
I allokeringsprosessen prioriteres veksten av ekstremitetene i angitt rekkefølge: skalle, nebb, arm, tær, tars og vingefjær, mens det ikke var noen preferanse for kroppsvikt (Øyan & Anker-Nilssen 1996). Dette vil m. a. o. bidra til å motvirke en sammenheng mellom ungens reirtid og nebb-lengde ved utflygning og (i mindre grad) mellom reirtid og vingelengde ved samme tidspunkt, men vil altså ikke påvirke forholdet mellom reirtid og kroppsvikt i betydelig grad. De skisserte resultatene av langtidstudiene på Røst er i godt samsvar med dette og underbygger gyldigheten av mønsteret for vekstallokeringer som er vist eksperimentelt (Øyan & Anker-Nilssen 1996).

De få ungene som forlot reiret i 2000 var i svært dårlig kondisjon (figur 15). Som vanlig var de første ungene som

Tabell 10. Reirtid og slutt-kondisjon for unger i studiereirene i årene 1983-84, 1988-94, 1996 og 1998-2000. Gjennomsnittlig differanse i tid (døgn) mellom siste sjekk og utflygning 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 of chicks studied in 1983-84, 1988-94, 1996 and 1998-2000. The average time span (in days) between the last check and fledging are indicated in parenthesis 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) | | | Alder (d) v/siste sjekk (diff.) Age (d) at last check (diff.) | Vingelengde (mm) Wing length (mm) | | | Nebblengde (mm) Culmen length (mm) | | | Hode + nebb (mm) Head + bill (mm) | | | Kroppsvikt (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 |
| 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 |
| 1996 | 45.2 | 1.62 | 17 | 42.1 (3.2) | 125.5 | 2.59 | 17 | 28.3 | 0.23 | 13 | 64.8 | 0.46 | 13 | 228.4 | 8.22 | 17 |
| 1998 | 63.5 | – | 1 | 60 (3.5) | 133 ¹ | – | 1 | 28.0 ¹ | – | 1 | 63.4 ¹ | – | 1 | 196 ¹ | – | 1 |
| 1999 | 45.1 | 0.56 | 67 | 43.0 (2.1) | 136.5 | 2.32 | 64 | 30.1 | 0.15 | 62 | 67.1 | 1.08 | 64 | 271.8 | 5.20 | 67 |
| 2000 | 53.5 | 1.50 | 2 | 51.5 (2.0) | 127.5 | 6.50 | 2 | 28.2 | 0.30 | 2 | 64.9 | 0.60 | 2 | 171.0 | 2.00 | 2 |
| Snitt ² Mean ² | 47.6 | 1.91 | 10 | 44.0 (1.9) | 132.8 | 2.00 | 8 | 29.7 | 0.26 | 10 | 67.5 | 0.63 | 6 | 263.7 | 14.6 | 10 |

¹ Målt ved alder 54 døgn – Measured at age 54 days ² År med liten utvalgsstørrelse ($n < 10$) er utelatt – Years with low sample size ($n < 10$) are omitted



Figur 15

Variasjonen i kroppsvekt ($g \pm 1$ SE) for lundeunger ved reirforlating på Røst i 2000 (store symboler) sammenlignet med tilsvarende data fra 1983-85, 1988-94, 1996 og 1999 (etter Anker-Nilssen 1987, Anker-Nilssen & Aarvak 2000). Åpne symboler markerer år hvor de fleste ungene omkom i reiret. Årlige utvalgsstørrelser er angitt. – The variation in body mass ($g \pm 1$ SE) of Puffin fledglings at Røst in 2000 (large symbols) compared to similar data from 1983-85, 1988-94, 1996 and 1999 (after Anker-Nilssen 1987, Anker-Nilssen & Aarvak 2000). Open symbols indicate years when most chicks died as nestlings. Annual sample sizes are indicated.

forlot kolonien i bedre kondisjon enn de som gikk ut senere i sesongen. Dette er en direkte følge av at de siste ungene erfarte en lengre sulteperiode enn de første, fordi nærings-tilgangen brøt sammen tidlig i sesongen. Vanligvis vil forholdet også være påvirket av at utflygningsalderen endrer seg gjennom hver enkelt sesong, men dette har trolig mindre betydning. Redusert mattilgang vil virke til å forlenge ungenes reirperiode og derved øke utflygningsalderen, men vekten er langt mer følsom for nærings-tilgang enn for alder (Øyan & Anker-Nilssen 1996). Det er også viktig å huske at unger som flyr til sjøen ikke blir innfanget i samme grad som de andre. Siden unger i dårlig kondisjon er mindre flygedyktige enn andre og ungenes vekt ved utflygning vanligvis avtar utover i sesongen, er utvalget mindre representativt tidlig enn sent i utflygningsperioden, særlig i gode sesonger. I 2000 var det neppe noen unger som fløy til sjøen, og ingen av de som forlot reiret var rimelig rustet til å overleve den første kritiske perioden på sjøen.

3.4.6 Videoregistreringer i reir

I alt 172 (36.1 %) av studiereirene i 2000 ble forbeholdt en reprise av undersøkelsen med video etter samme mønster som i 1999 (heretter kalt videoreir). Utvalget ble "randomisert" ved at hver reirserie ble inndelt i grupper på 20 reir, hvorav annenhver gruppe ble reservert for video. Dersom antall grupper i en serie var oddetall, ble færrest antall grupper satt av til videoundersøkelsen. Disse reirene ble sjekket med video to ganger, hhv. 17. juni og 16. juli. Som kontroll ble benyttet data fra de 305 reirene i den regulære reirovervåkingen (heretter kalt vanlige reir) som ble sjekket hver fjerde dag. For å få mest mulig parallelle data til sammenligning med undersøkelsen av videoreirene, ble kun resultater fra sjekking av vanlige reir i samme tidsperioder benyttet som kontroll (første sjekk 15-16.6, andre sjekk 15.7 og 17.7).

Ved første gangs undersøkelse ble 57.6 % (99 av 172) av videoreirene definert som i drift. Tilsvarende andel blant de vanlige reirene var 47.5 % (145 av 305). Belegget i videoreirene var således 21.1 % høyere enn i de andre ($\chi^2_{\text{corr}} = 4.03$, $df = 1$, $p = 0.045$). Effekten av vår forstyrrelse kan ikke ha forårsaket dette, fordi heller ikke de vanlige reirene ble sjekket tidligere i sesongen. Siden reirene var rimelig tilfeldig fordelt på de to gruppene, viser dette at video er en betydelig mer effektiv metode til å dokumentere hekkebelegg.

I 1999 gav bruken av video en forbedring på hele 43 % i påvisning av reirinnhold sammenlignet med den regulære undersøkelsesmetoden, men dette kunne ikke tolkes som en absolutt verdi siden videogruppen omfattet reir som gjennomgående var av nyere dato enn de som ble sjekket på vanlig måte (Anker-Nilssen & Aarvak 2000). Resultatene fra undersøkelsene i 2000 underbygger derfor antakelsen om at gamle reir har en mer kompleks struktur og følgelig er vanskeligere å undersøke, enn reir av nyere dato.

Blant de regulære studiereirene ble 44.9 % (137 av 305) karakterisert som tomme ved første inspeksjon midt i juni. Blant videoreirene var tilsvarende andel bare 30.2 % (52 av 172). Forskjellen var signifikant ($\chi^2_{\text{corr}} = 9.31$, $df = 1$, $p = 0.002$). Dette kan antyde at enkelte av reirene som undersøkes på vanlig måte vurderes som tomme selv om de ikke er det, men resultatet kan også gjenspeile en reell (men tilfeldig) forskjell i belegg på de to gruppene av reir.

Videoeffekten

Ved å sammenligne endringen i belegg fra første til andre sjekk for de to gruppene av reir, kan vi estimere effekten av den forstyrrelse vi forårsaker i mellomtiden ved å sjekke reirene hver fjerde dag. Denne effekten ble også beregnet for 1999, men ble dessverre uteglemt i rapporten for dette året (Anker-Nilssen & Aarvak 2000). Vi fant imidlertid ingen signifikant forskjell mellom de to gruppene av reir i 1999

mht. hvor stor andel av de som var i drift ved første sjekk (ultimo juni) som fremdeles var i drift ved annen sjekk (ultimo juli) (54 av 101 videoreir mot 65 av 141 vanlige reir, enhalet $\chi^2_{\text{corr}} = 1.000$, $df = 1$, $p = 0.159$). Tendensen gikk likevel i forventet retning (16.0 % dårligere resultat i regulært overvåkede reir) og antydte at vår aktivitet på studiereirene til en viss grad reduserer lundenes hekkeresultat.

Siden lundenes villighet til reproduktiv investering forventes å være høyere i gode enn i dårlige år (f.eks. Erikstad et al. 1998a,b), vil vår forstyrrelse forventes å ha mindre effekt i gode enn dårlige år. I gode år kan mer enn 90 % av ungene i vanlige reir overleve reirtiden. Dette indikerer at den forstyrrende effekten da er relativt beskjeden, i alle fall etter klekking. Forskjellen mellom 1999 (god hekkesuksess) og 2000 (dårlig hekkesuksess) er derfor spesielt interessant.



I 1999 og 2000 ble innholdet i en del lundereir sjekket bare to ganger i løpet av sesongen (hhv. omkring klekking og midt i ungeperioden) ved hjelp av en videobrille koblet til et lite håndholdt videokamera med infrarødt lys. Ved å sammenligne hekkefremgangen i disse reirene med den i reir som ble kontrollert for hånd hver fjerde dag, kunne vi estimere at vår forstyrrelse på de regulære studiereirene i måneden mellom de to videokontrollene forårsaket et signifikant frafall på 21 % i 2000. Det tilsvarende frafallet i 1999 var 16 %, men dette var ikke signifikant forskjellig fra frafallet i videoreirene (Foto © T. Aarvak)

Blant videoreirene i 2000 var 77 (76.2 %) av 101 reir som beviselig var i drift ved første sjekk fremdeles i drift ved andre sjekk. (Her er to reir med ukjent status på første sjekk tilføyet fordi de hadde unge i reiret ved andre sjekk og følgelig må ha vært i drift ved første sjekk.) Blant vanlige reir var tilsvarende 87 (60.0 %) av 145 reir fremdeles i drift. Forskjellen mellom de to gruppene var klart signifikant ($\chi^2_{\text{corr}} = 6.352$, $df = 1$, $p = 0.012$) og estimerer effekten av vår forstyrrelse på vanlige reir til 21.3 %. Forskjellen i forstyrrelse mellom 1999 og 2000 (tilsvarende hhv. 23 av 141 reir og 31 av 145 reir) var likevel marginal og ikke signifikant ($\chi^2_{\text{corr}} = 0.890$, $df = 1$, $p = 0.345$), selv om den som forventet var størst i det dårligste året.

For begge grupper var en påfallende større andel av reirene i 2000 fremdeles i drift ved andre sjekk enn i 1999 (42.6 % fler for videoreir og 30.2 % fler for vanlige reir). Dette skyldes at reir som inneholder egg også blir vurdert som i drift ved andre sjekk. Mest sannsynlig forklares derfor forskjellen med at de fleste hekkefuglene i 2000 forlot kolonien allerede tidlig i juli (siste betydelige sverming registrert 3. juli, figur 19). De hadde følgelig mindre tid til å hive ut (eller grave ned) uklekkte egg enn i 1999, da fuglene frekventerte kolonien gjennom en mye lengre periode (siste betydelige sverming registrert 1. august). Det må også tas i betraktning at de to videokontrollene i 1999 ble utført henholdsvis 8 og 13 dager senere i forhold til lundenes mediane hekketidspunkt enn i 2000. For å korrigere estimatene for utflygingssuksess med effekten av vår forstyrrelse, må alle disse forhold vurderes nærmere. Først bør likevel videoundersøkelsen gjentas i flere år, siden det er sannsynlig at forstyrrelseseffekten varierer med hekkeforholdene.

3.5 Overlevelse

3.5.1 Ungfuglenes overlevelse

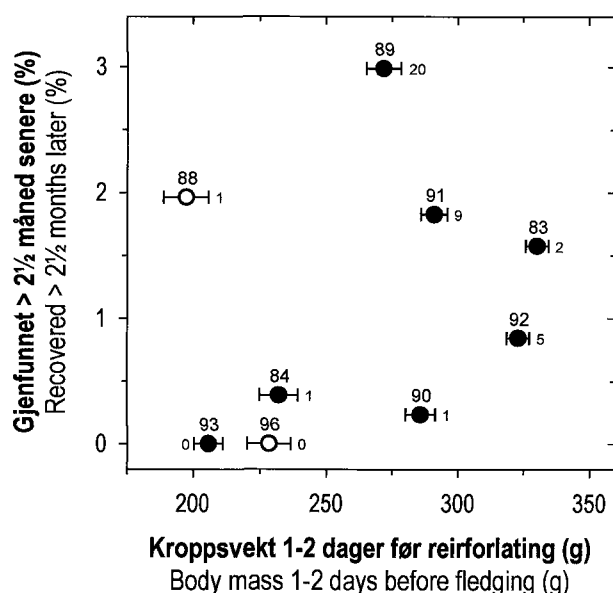
Ved utløpet av sesongen 2000 var 29 (0.95 %) av de 3057 lundeungene som er merket ved reirforlating på Herynken siden 1979 (i 1983-85, 1988-94, 1996 og 1999) gjenfunnet på en slik måte at de må ha overlevd de første månedene på sjøen (alle overlevde til minst 3 års alder). Fem av funnene ble gjort på Herynken i 2000. For to av dem (fra 1988 og 1992) ble ringnummeret avlest med teleskop i demografifeltet 18. juni. Ett individ fra 1989 ble funnet nylig drept av svartbak på sørvestodden av øya 20. juni, mens de to siste (fra 1991 og 1989) ble kontrollert i nett ved stasjonen, henholdsvis 7. og 12. juli. Students *t*-tester (med antatt ulik varians i de to gruppene) viste at ungene som hadde overlevd forlot reiret i langt bedre kondisjon enn de ungene som aldri er gjenfunnet (tabell 11). I tillegg er ti (0.87 %) av de 836 reirungene som er merket i samme periode funnet igjen etter å ha overlevd mer enn et par måneder på sjøen. Morfometriske mål for disse ungene gjennomsnittlig 2.2

Tabell 11. Morfometriske data (i mm og g) for lundeunger ved reirforlating på Hemyken, Røst i 1983-2000 i forhold til kunnskap om deres senere overlevelse. – Morphometry (in mm and g) of Puffin fledglings at Hemyken, Røst in 1983-2000 in relation to existing knowledge about their later survival.

| Variabel Variable | Overlevelse etter utflyging Post-fledging survival | | t-test t test t (df) p |
|--------------------------------|---|----------------------------------|---------------------------------|
| | ≥ 3 år ≥ 3 years | Ukjent Unknown | |
| Vingelengde Wing length | 141.5±1.06 (131-151), n=27 | 136.6±0.17 (70-158), n=3570 | 4.57 (27.3) p < 0.001 |
| Nebblengde Culmen length | 30.7±0.34 (27.3-33.5), n=26 | 29.6±0.29 (23.5-34.3), n=2552 | 3.29 (25.4) p = 0.003 |
| Hodelengde Head+bill length | 68.9±0.64 (65.4-71.1), n=8 | 67.3±0.54 (57.9-74.7), n=1868 | 2.47 (7.1) p = 0.042 |
| Kroppsvekt Body mass | 269.6±5.89 (204-352), n=28 | 231.2±0.93 (115-390), n=3822 | 6.44 (28.3) p < 0.001 |

dager før reirforlating (vingelengde: 137.1 mm, SE = 1.9, n = 7, nebbengde: 30.6 mm, SE = 0.3, n = 9, vekt 309.1 g, SE = 11.9, n = 9) viste at de forlot kolonien i vel så god kondisjon som de andre ungene som beviselig overlevde (jf. tabell 11). Skjebnen til sju av disse ungene er beskrevet av Anker-Nilssen & Øyan (1995), Anker-Nilssen & Brøseth (1998) og Anker-Nilssen & Aarvak (2000). De tre siste ble påtruffet i live på Hemyken i 2000. Ringnummeret til den ene ble avlest med håndkikkert da den satt like ved reir L83 på østsiden av øya den 11. juli. Dette var ungen fra reir C8 i 1992. Avstanden mellom C8 og L83 er bare omkring 20 m. De to andre ble begge kontrollert som hekkende fugler på samme side av øya, hhv. på reir 17 og X57. Oppsiktsvekkende nok var fuglen som hekket i reir 17 merket som unge i det samme reiret åtte år tidligere! Fuglen i X57 så dagens lys for første gang i reir I56, ca 130 m lenger sørvest, i 1991.

Det totale gjenfunnsmaterialelet av merkinger f.o.m. 1979 omfatter altså bare 39 unger som beviselig har overlevd mer enn 2½ måneder på egen hånd. Dette materialet kan likevel demonstrere at det på ingen måte bare er ungenes kondisjon ved reirforlating som avgjør deres videre skjebne (figur 16). Som forventet er det betydelig variasjon i ungenes gjenfunnsrate mellom år (1999 foreløpig unntatt; $\chi^2 = 38.70$, $df = 11$, $p < 0.001$), men denne variasjonen var også meget markant i de fem årene hvor ungene generelt var i rimelig god kondisjon ved reirforlating (jf. figur 16, tabell 11, og merk det lave utvalget for 1988). Eksempelvis er gjenfunnsraten for unger fra 1989 (2.99 %) hele 13 ganger høyere enn for ungene som ble merket i 1990 (0.23 %) og 3.5 ganger høyere enn de fra 1992 (0.84 %), på tross av at 1989-ungene var i dårligere kondisjon enn de



Figur 16

Sammenhengen mellom lundeungenes kroppsvikt ($g \pm 1$ SE) like før reirforlating i 1983-96 (data fra tabell 10) og hvor stor andel av ringmerkede unger som beviselig overlevde de første 2½ måneder etter at de forlot kolonien. Antall utflyvne unger merket i de enkelte år var henholdsvis (i kronologisk rekkefølge) 127, 258, 51, 670, 427, 493, 593, 638 og 85, mens antallet som er gjenfunnet er angitt ved siden av hvert plott. Åpne symboler indikerer færre enn 100 unger merket. – The relationship between body mass ($g \pm 1$ SE) of Puffin nestlings immediately before fledging in 1983-96 (data from table 10) and the proportion of ringed fledglings that demonstrably survived the first 2½ months after leaving the colony. The number of young ringed in each year was (in chronological order) 131, 263, 62, 670, 428, 493, 593, 678 and 118, respectively, while numbers recovered are indicated next to each plot. Open symbols indicate fewer than 100 young ringed.

i 1990 og 1992. Tidsdifferansen mellom merking og funn for 38 unger (den siste var funnet som "voksen" men funndato var ikke oppgitt) var gjennomsnittlig 6.0 år (2193 døgn, SE = 184). De fleste hadde altså nådd hekkealder. Resultatene som er fremstilt i figur 16 viser at det er enorm variasjon i ungfuglenes overlevelse fra utflyging til hekkestart, og at selv de gode årsklassene bidrar svært ulikt til hekkebestandens rekruttering.

Mye tyder på at flaskehalsen for ungenes overlevelse er næringsforholdene de erfarer utenfor Røst i de første ukene på sjøen. I flere av de gode årene ble det registrert en plutselig reduksjon i de voksne fuglenes opptreden i kolonien mot slutten av ungeperioden, noe som klart indikerte sviktende næringstilgang innenfor rimelig rekkevidde av kolonien (Anker-Nilssen & Øyan 1995). Det må likevel understrekes at ulike miljøforhold på senere tidspunkt også vil ha påvirket dette materialet i betydelig grad.

3.5.2 Hekkefuglenes overlevelse

Den eldste av de fargemerkede lundene på Røst ble ringmerket som reirunge 19.8.66 og observert i beste velgående ved åtte anledninger på fem ulike dager i perioden 17.6-20.7.00, 34 år gammel. Dette er ny norsk aldersrekord for lunde. Den 20.6.00 fant vi dessuten en lunde som var nylig drept av svartbak og ringmerket som "adult" av Svein Myrberget på Herynken 26.7.69. Sveins merkelister angir bare alderskategoriene "pull" (unge) og "ad" (fullvoksen), så det kan ikke helt utelukkes at fuglen bare var 2 år gammel. Slike individer fanges imidlertid svært sjelden og har iøynefallende spinkle, kantete nebb. Det er derfor overveiende sannsynlig at dette individet ble minst 34 år. Restene av fuglen lå i fjæra rett utenfor den tradisjonsrike merkeplassen i skaret på Herynken, hvor den forøvrig ble kontrollert under fangst med det store lundegarnet 5.7.98. Det var nettopp der Svein og hans medarbeidere merket de fleste av sine lunder på 1960-tallet, og hvor sjansen følgelig er størst til å kontrollere gamle individer med ring. Dessverre fikk vi ikke anledning til slik fangst i 2000, men av de 104 individene fra tidligere år som vi kontrollerte ved den ordinære nettfangsten i stasjonsområdet var 22 (21 %) merket på 80-tallet (den eldste som adult i 1980).

For bestandens utvikling er det, naturlig nok, fuglenes generelle overlevelse som er avgjørende. Overvåkingen av de voksne lundenes overlevelse på Røst har foregått siden 1990 ved regelmessig observasjon av fugler merket med individuelle fargekoder. Bare fugler som hekker innenfor et ca 600 m² stort prøvefelt på Herynken blir merket med fargeringer. Noen nye fugler fargemerket hvert år, slik at det til enhver tid er omkring 140-180 individer med fargekoder. I 2000 ble 19 nye individer fargemerket, dvs. omtrent som det årlige gjennomsnittet de siste ni årene (18.3), etter at en rimelig utvalgsstørrelse (182) var fargemerket i de to første årene (1990-91). Siden lundenes gjennomsnittlige årlige overlevelse i perioden var 91.3 % (**tabell 12**), har innsatsen vært tilstrekkelig god til å opprettholde antall individer som bærer fargeringer. Individene som ble nymerket fikk hver sin gule fargering med en individuell, to-bokstavers kode (svarte bokstaver). I alt er dermed 100 individer ringmerket med slike bokstavkoder siden 1997. Koden, som står på høykant og er gjentatt tre ganger rundt ringen, er vesentlig enklere å avlese i felt enn å identifisere en kombinasjon av tre fargeringer fordelt på begge fuglens føtter. Risikoen for feil kodeavlesning eller feil notasjonsbruk er derfor nå betydelig redusert. Som del av et nasjonalt program er demografiprojektets metoder og noen foreløpige resultater tidligere rapportert i egne rapporter (Anker-Nilssen 1993, Erikstad et al. 1994, 1998a). Her gis likevel en oppdatert presentasjon av hovedresultatene for lundene på Røst, siden disse er svært sentrale for bestandens utvikling.

Tabell 12. Årlig overlevelse og fangbarhet siden 1990 for hekkende lunder på Herynken. Verdiene er beregnet ved hjelp av programmet MARK og er angitt i prosent ± 1 SE. Modellvalget for estimatene er forklart i teksten. – Annual survival and recapture rates from 1990 (expressed as percentages ± 1 SE) for Puffins breeding on Herynken, estimated using the programme MARK. The choice of models underlying the results is explained in the text.

| Årlig overlevelse Annual survival rate | | | Årlig fangbarhet Annual recapture rate | | | Individer registrert Individuals registered |
|---|---------------------|-----|---|---------------------|-----|--|
| Periode Period | Estimat Estimate | SE | År Year | Estimat Estimate | SE | |
| 1990-91 | 96.3 | 2.3 | 1991 | 92.3 | 3.0 | 64 |
| 1991-92 | 93.8 | 1.6 | 1992 | 96.9 | 1.1 | 163 |
| 1992-93 | 96.0 | 0.9 | 1993 | 91.3 | 1.7 | 165 |
| 1993-94 | 97.4 | 1.3 | 1994 | 88.0 | 2.2 | 155 |
| 1994-95 | 87.6 | 2.5 | 1995 | 81.6 | 2.9 | 133 |
| 1995-96 | 87.8 | 2.4 | 1996 | 85.3 | 2.7 | 123 |
| 1996-97 | 93.6 | 2.1 | 1997 | 82.7 | 3.1 | 131 |
| 1997-98 | 78.8 | 3.2 | 1998 | 77.9 | 3.7 | 101 |
| 1998-99 | 89.8 | 2.4 | 1999 | 87.5 | 2.8 | 134 |
| 1999-00 | – | – | 2000 | – | – | 151 |

Så lenge det bare opereres med én kategori voksne fugler (hekkende) er det kun fire modeller for tidsvariasjon fra år til år som kan testes innbyrdes i MARK-programmet (på samme måte som i SURGE, Pradel & Lebreton 1991):

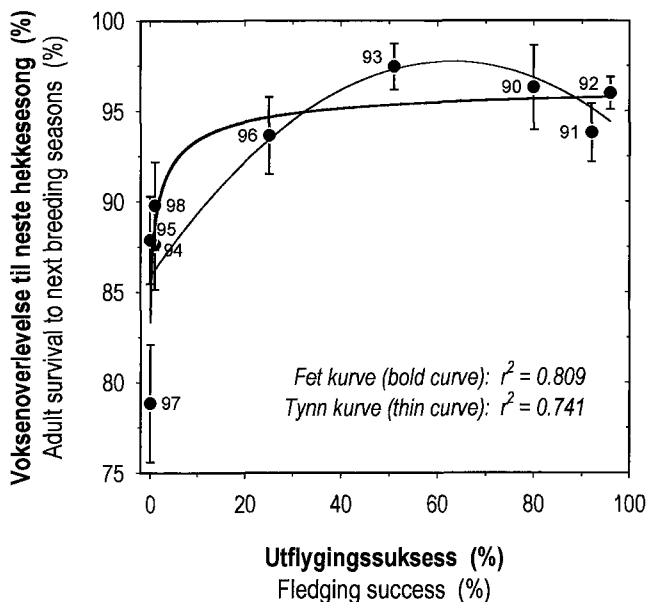
- Modell 1: Både overlevelse og fangbarhet er variable.
- Modell 2: Konstant overlevelse og variabel fangbarhet.
- Modell 3: Variabel overlevelse og konstant fangbarhet.
- Modell 4: Både overlevelse og fangbarhet er konstante.

Modellene sammenlignes statistisk ved beregning av AIC-verdier (se Lebreton et al. 1992). Modellen med den laveste AIC-verdien passer dataene best. Det fullstendige data-settet for lunder på Røst i 1990-99 (observasjonsdata supplert med materiale fra nettfangst) ga AIC-verdier for modellene 1-4 på henholdsvis 1948.5, 1969.5, 1967.0 og 1991.5. Modellen hvor både overlevelse og fangbarhet varierte fra år til år (modell 1) var altså stadig den beste. Denne modellen tillater beregning av overlevelse i hvert tidssteg og fangbarhet i hvert år for hekkende fugler i demografifeltet på Herynken, med unntak av siste tidssteg og år, hvor de to parametrene ikke kan skilles (**tabell 12**).

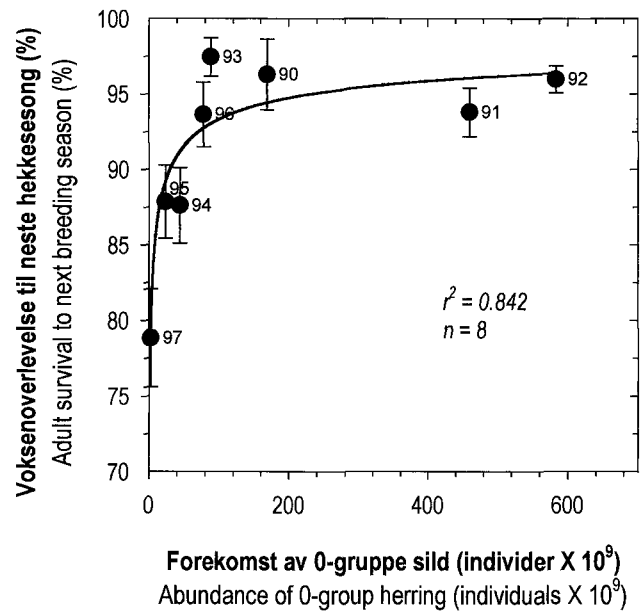
Modell 1 var signifikant bedre enn øvrige modeller (i forhold til nest beste modell: $\chi^2 = 36.93$, $df = 9$, $p < 0.001$). Biologisk sett er det også forventet at modell 1 skal passe lundedataene best. For det første har det ikke vært praktisk mulig å standardisere observasjonsinnsatsen i forhold 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 3 og 4 bør således forkastes i utgangspunktet, siden de forutsetter konstant fangbarhet. Biologisk sett er det også usannsynlig at overlevelsen skal være konstant mellom år, selv når variasjonen er så liten at den ikke kommer til uttrykk i modellresultatene. I materialet for lundene på Røst er imidlertid ikke det noe problem.

Overlevelsen var dramatisk redusert i fire av de fem siste tidsstegene (tabell 12). Resultatene viser at dødelighetsraten i 1994-99 (snitt 12.4 % pr. år) var tre ganger så høy som i 1990-94 (snitt 4.1 % pr. år). Mer interessant er den klare positive sammenhengen vi nå kan påvise mellom reproduksjon (målt som utflygningssuksess) og voksenfuglenes overlevelse frem til neste hekkesesong (Spearman $r_s = 0.807$, $n = 9$, $p = 0.009$, figur 17). Forholdet er motsatt av hva som er vist for en lang rekke andre arter, hvor reproduktiv innsats gjerne innebærer redusert overlevelse etter en god hekkesesong. Den positive sammenhengen i figur 17 er imidlertid kun tydelig etter dårlige sesonger, og det er en forholdsvis klar tendens til at forholdet endrer fortegn når hekkesuksessen blir rimelig god (jf. kapittel 3.4). Dette reflekteres også ved at en kvadratisk regresjon ($F = 8.575$, $df = 8$, $p = 0.017$, figur 17) passer datasettet ad-



Figur 17
Årlige rater for overlevelse av hekkende lunder på Herynken i 1990-99, angitt i prosent ± 1 SE (data fra tabell 12) og plottet mot hekkeresultatet i utgangsåret (indikert, data fra tabell 9). En logistisk (tykk linje) og en kvadratisk (tynn linje) regresjonskurve er tilpasset datasettet. – Annual survival rates of breeding Puffins at Herynken in 1990-99, expressed as percentages ± 1 SE (data from Table 12) and plotted against the breeding result in the initial year (indicated, data from table 9). A logistic (bold line) and a quadratic (thin line) regression curve are fitted to the data set.



Figur 18

Sammenhengen mellom årlige overlevelsesser for hekkende lunder på Herynken i 1990-1998, angitt i prosent ± 1 SE (data fra tabell 12), og VPA-estimer for antall 0-gruppe sild i utgangsåret (Toresen & Østvedt 2000). En logistisk regresjonskurve er tilpasset datasettet ($F = 13.28$, $p = 0.010$). – The relationship between annual survival rates of breeding Puffins at Herynken in 1990-2000, expressed as percentages ± 1 SE (data from Table 12), and VPA estimates for the abundance of 0-group herring in the initial year (Toresen & Østvedt 2000). A logistic regression curve is fitted to the data set ($F = 13.28$, $p = 0.010$).

skillig bedre enn en rett linje ($r^2 = 0.546$). En logistisk funksjon er imidlertid enda bedre ($F = 12.69$, $df = 8$, $p = 0.007$) og må foretrekkes inntil videre. Den uvanlig store mellomårsvariasjonen i hekkesuksess for lundene på Røst, som hyppig har opplevd svært dårlige år, gjør denne populasjonen spesielt velegnet for å studere slike sammenhenger i sin full bredde.

Utflygningssuksess er ikke nødvendigvis noe godt mål for foreldrefuglenes reproduktive ytelse i en sesong. På Røst har voksenfuglenes kondisjon i ungeperioden faktisk vist seg å være best i år med fullstendig hekkesvikt (Anker-Nilssen et al. i manus b). Likevel er det tendens til positiv korrelasjon mellom 0-gruppeindeks og voksenoverlevelse (Spearman $r_s = 0.550$, $n = 9$, $p = 0.125$), og når 0-gruppeindeksen erstattes av VPA-estimatene til Toresen & Østvedt (2000) for 1990-97 (figur 18), blir sildas betydning for overlevelsen entydig signifikant (Spearman $r_s = 0.762$, $n = 8$, $p = 0.028$). Med en logistisk regresjon forklarer VPA-estimatene så mye som 84.2 % av mellomårsvariasjonen i lundenes overlevelse ($F = 13.28$, $df = 7$, $p = 0.010$).

Sett under ett indikerer våre resultater at mengden av 0-grupesild som passerer Røst sommerstid primært styrer lundenes reproduksjon, mens voksenfuglenes overlevelse i stor grad bestemmes av deres tilgang på samme ressurs etter avsluttet hekking. Dette styrker klart indikasjonene fra forsøkene med satellittsendere om at de voksne fuglene tilbringer den første perioden etter hekking i Barentshavet (Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Aarvak 2000, Anker-Nilssen et al. i manus a) og tyder på at dette er en spesielt kritisk periode for de voksne fuglene.

Ved hjelp av diskriminantfunksjonene beregnet av Anker-Nilssen & Brøseth (1998), kan vi kjønnsbestemme voksne fugler med en sikkerhet på 86 % ved hjelp av hodelengde alene og 87 % hvis også nebbhøyde er kjent. Basert på morfometriske mål innsamlet ved merking eller senere gjenfangster, kan nå 296 (85.3 %) av de totalt 347 individene som ble fargemerket i perioden 1990-2000 kjønnsbestemmes på denne måten. Dette tillater en analyse av eventuelle forskjeller i overlevelse for hanner og hunner. Siden kjønnes reproduktive investering er ulik, er det forventet at dette gir seg utslag i ulik overlevelse. En analyse av hvordan kjønnsforskjellen i overlevelse varierer med ulike miljøforhold, vil styrke vår forståelse av hvilke strategier lundene har for å takle stokastisiteten i miljøet. En slik analyse er derfor en av de høyest prioriterte analyseoppgavene for prosjektet.

3.6 De voksne fuglenes tilstedeværelse og kondisjon

Den daglige, kvalitative vurderingen av antall lunder tilstede i kolonien er et robust mål for lundenes opptreden (Anker-Nilssen & Øyan 1995). Belegget av voksne fugler i kolonien gjennom ungeperioden i 2000 var blant det aller dårligste vi har registrert (figur 19). De fleste lundene så ut til å oppgi hekkingen og forlate kolonien allerede omkring 4. juli. Etter dette var det ingen store sverminger (> nivå 2) og bare to kortvarige aktivitetstopper med rimelig gode antall, den siste 29. juli (tabell 13). Gjennom hele måleperioden (21.6-6.8) var det en klar positiv sammenheng mellom indeksen for voksenfuglenes tilstedeværelse og ungenes daglige vektendring (begge variabler snittet over fire dager, Pearson $r^2 = 0.918$, $F = 67.09$, $df = 21$, $p < 0.0001$, figur 20). En tilsvarende sammenheng ble påvist i materialet for 1999 (Anker-Nilssen & Aarvak 2000) og er trolig gjeldende i de fleste år siden fuglene må bruke lenger tid til næringssøk ved dårlig næringstilgang (f.eks. Cairns 1987), enten fordi avstanden til beiteområdene er stor eller tettheten av byttedyr er liten.

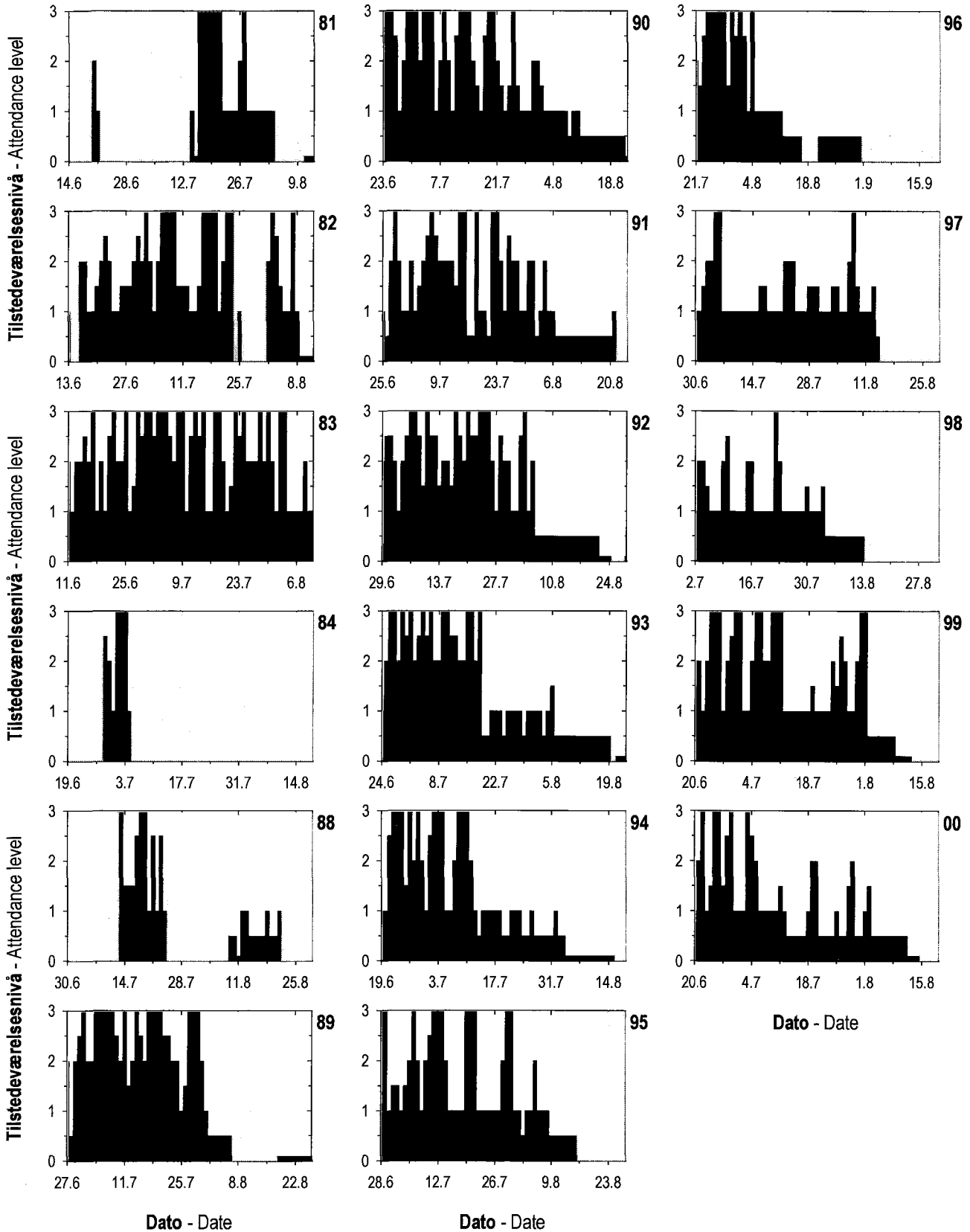
Forholdet mellom ungevekst og voksenfuglenes opptreden i kolonien gjenspeiles også i en klar positiv sammenheng

Tabell 13. 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.

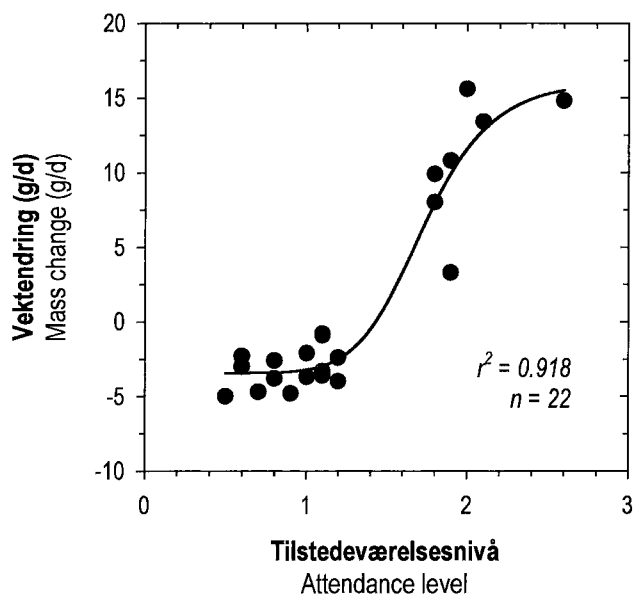
| År Year | Siste dato med Last date of | | Dager fra median klekkedato til Days from median hatching date to | |
|------------|--------------------------------|-------------------|--|----------------------------------|
| | nivå 3 level 3 | nivå 2 level 2 | siste nivå 3 last level 3 | siste ≥ nivå 2 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 | 23 |
| 1995 | 30.7 | 5.8 | (10±7) | (16±7) |
| 1996 | 4.8 | 2.8 | 14 | 14 |
| 1997 | 8.8 | 7.8 | 39 | 39 |
| 1998 | 22.7 | 23.7 | 20 | 21 |
| 1999 | 1.8 | 30.7 | 42 | 40 |
| 2000 | 3.7 | 29.7 | 13 | 39 |

mellom utflygingssuksess og gjennomsnittlig tilstedeværelsesnivå de første 40 dagene etter median klekkedato (Pearson $r^2 = 0.411$, $n = 17$, $p = 0.006$, figur 21). En logistisk regresjonskurve passer datasettet like bra som en rett linje ($r^2 = 0.420$, $F = 5.06$, $df = 16$, $p = 0.022$). Analysen er avgrenset til 40 dager, fordi ungenes reirtid i enkelte år ikke er lenger enn dette.

De voksne fuglenes kondisjon i ungeperioden i 2000 var noe lavere enn i 1999 men ellers bedre enn i alle år etter 1983 (ingen data fra 1987 og 1995, tabell 14). For en nærmere analyse av sammenhengen mellom tilgang på 0-gruppe sild (angitt ved Havforskningsinstituttets årsklasseindeks) og de voksne fuglenes kondisjon og reproduktive investering, henvises til Anker-Nilssen et al. (i manus b) og Anker-Nilssen & Brøseth (1998).

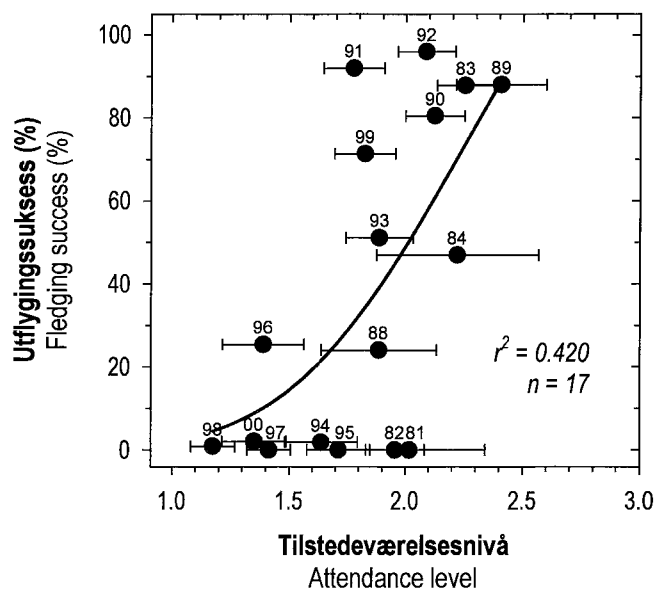


Figur 19
 Daglig variasjon i maksimumsantall av voksne lunder observert i kolonien på Herynken gjennom to måneder fra median klekkedato i 17 ulike år i 1981-2000, vurdert på en kvalitativ skala hvor 0 indikerer ingen fugler registert og 1, 2 og 3 indikerer henholdsvis få, middels høye og meget høye antall. Dager med manglende data er sladdet grå. – Day-to-day variations in peak numbers of adult Puffins observed attending the colony at Herynken during two months from median date of hatching in 17 different years in 1981-2000, 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 missing data are shaded gray.



Figur 20

Forholdet mellom voksenfuglenes tilstedeværelse i kolonien (jf. figur 19) og ungenes daglige vektending i 2000 (jf. figur 7). Hvert datapunkt er et gjennomsnitt for \pm to dager. En logistisk regresjonskurve er tilpasset datasettet ($F = 67.09$, $p < 0.0001$). – The relationship between the colony attendance level of adult birds (cf. Figure 18) and the daily mass change of chicks in 2000 (cf. Figure 7). Each data point is a mean for \pm two days. A logistic regression curve is fitted to the data set ($F = 67.09$, $p < 0.0001$).



Figur 21

Forholdet mellom voksenfuglenes gjennomsnittlige (± 1 SE) tilstedeværelse i kolonien de første 40 dagene etter median klekkedato (jf. figur 19) og ungenes utflygingsuksess. En logistisk regresjonskurve er tilpasset datasettet ($F = 5.06$, $p = 0.022$). – The relationship between the mean (± 1 SE) colony attendance level of adult birds during the first 40 days after median hatching date (cf. Figure 18) and the fledging success of chicks. A logistic regression curve is fitted to the data set ($F = 5.06$, $p = 0.022$).

Tabell 14. Ungeperiodens varighet (medregnet unger som døde i reiret) og kroppsvekt for voksne lunder målt i ungeperioden på Røst i 20 ulike år i perioden 1979-2000. Ved beregning av verdiene for alle år under ett ble hvert år tillagt like stor vekt. – The duration of the nestling period (including chicks that died in the nest) and body mass of adult Puffins measured within the nestling period at Røst in 20 different years during 1979-2000. All years were given equal weight when calculating the overall values.

| År Year | Ungeperiode (dager) Nestling period (days) | | Adult kroppsvekt (g) Adult body mass (g) | | |
|------------|---|----------|---|-------|----------|
| | Median | <i>n</i> | Snitt Mean | SE | <i>n</i> |
| 1979 | 10 | 31 | 467.5 | 6.51 | 26 |
| 1980 | 15 | 7 | 453.0 | 4.15 | 76 |
| 1981 | 21 | 10 | 468.0 | 2.29 | 262 |
| 1982 | 29 | 12 | 463.9 | 1.23 | 875 |
| 1983 | 42 | 50 | 458.9 | 1.12 | 995 |
| 1984 | 47 | 32 | 444.5 | 2.73 | 116 |
| 1985 | 55 | 33 | 435.5 | 2.79 | 104 |
| 1986 | 7 | 69 | 446.7 | 22.20 | 6 |
| 1988 | 51 | 46 | 433.4 | 2.26 | 187 |
| 1989 | 39 | 81 | 445.7 | 2.84 | 123 |
| 1990 | 43 | 93 | 440.5 | 1.77 | 265 |
| 1991 | 46 | 93 | 447.7 | 1.58 | 351 |
| 1992 | 41 | 120 | 448.3 | 1.42 | 531 |
| 1993 | 40 | 92 | 445.6 | 2.21 | 218 |
| 1994 | 28 | 60 | 449.8 | 2.33 | 263 |
| 1996 | 32 | 65 | 448.8 | 2.55 | 176 |
| 1997 | 13 | 101 | 445.9 | 5.82 | 41 |
| 1998 | 17 | 114 | 450.0 | 1.89 | 284 |
| 1999 | 44 | 94 | 460.1 | 2.22 | 222 |
| 2000 | 29 | 94 | 456.5 | 2.97 | 140 |
| 1979-00 | 35.5 | 20 | 450.5 | 2.14 | 20 |

3.7 Predasjon av voksne lunder

Vi fortsatte innsamling og måling av ytre og, om mulig, indre morfometri til voksne fugler funnet døde i fjæresonen på Herynken. Dette arbeidet startet i 1992 og er nå etablert som en løpende dataserie. Målingene foretas i henhold til internasjonalt standardiserte metoder (Jones et al. 1982, Barrett et al. 1985). Den årlige utvalgsstørrelsen i årene 1992-99 var henholdsvis 5, 19, 50, 85, 156, 228, 50, 139 og 179, totalt 911 individer. Innsamlingen foregår ved gjennomsøking av hele fjæresonen på Herynken flere ganger hver sesong, som regel hver eller hver annen uke. Selv om bare et fåtall av individene har latt seg kjønnsbestemme (eksempelvis kun 7 av 179 i 2000), bidrar dette materialet til å forsterke grunnlaget for diskriminantanalysen som muliggjør kjønnsbestemmelse av levende fugler (sist utarbeidet av Anker-Nilssen & Brøseth 1998).

Tabell 15. Morfometriske data for lunder (årsunger ekskludert) trolig drept av svartbak i samme år og funnet døde i fjæra på Heryken i hekkeseongene 1992-2000. Resultater for år med $n < 10$ er ikke spesifisert. Se teksten for ANOVA testresultater. – Morphometric data of Puffins (yearlings excluded) probably killed by Great Black-backed Gull in the same year and found dead near the seashore at Heryken in the breeding seasons of 1992-2000. Results for years with $n < 10$ are not specified. See text for ANOVA test results.

| Variabel Variable | År Year | Snitt Mean | SE SE | n n |
|--|---|---------------|----------|--------|
| Vingelengde (mm) Wing length (mm) | 1995 | 172.1 | 0.49 | 74 |
| | 1996 | 170.9 | 0.35 | 154 |
| | 1997 | 170.1 | 0.28 | 225 |
| | 1998 | 172.5 | 0.57 | 46 |
| | 1999 | 172.1 | 0.39 | 132 |
| | 2000 | 170.3 | 0.36 | 178 |
| | 1992-2000 | 171.0 | 0.16 | 813 |
| | Nebblengde (mm) Culmen length (mm) | 1993 | 45.53 | 0.49 |
| 1994 | | 45.99 | 0.26 | 46 |
| 1995 | | 45.42 | 0.20 | 81 |
| 1996 | | 45.82 | 0.16 | 154 |
| 1997 | | 45.81 | 0.12 | 219 |
| 1998 | | 45.66 | 0.25 | 43 |
| 1999 | | 45.75 | 0.18 | 132 |
| 2000 | | 45.70 | 0.15 | 178 |
| 1992-2000 | | 45.74 | 0.06 | 871 |
| Hodelengde (mm) Head+bill length (mm) | | 1994 | 82.12 | 0.66 |
| | 1995 | 81.82 | 0.49 | 15 |
| | 1996 | 80.99 | 0.36 | 40 |
| | 1997 | 79.93 | 0.43 | 41 |
| | 1998 | 80.82 | 0.56 | 14 |
| | 1999 | 80.97 | 0.35 | 48 |
| | 2000 | 81.30 | 0.33 | 47 |
| | 1992-2000 | 80.95 | 0.16 | 221 |
| Nebbhøyde (mm) Gonys depth (mm) | 1993 | 35.79 | 0.54 | 11 |
| | 1994 | 36.65 | 0.29 | 40 |
| | 1995 | 36.47 | 0.21 | 69 |
| | 1996 | 36.91 | 0.16 | 142 |
| | 1997 | 37.01 | 0.11 | 211 |
| | 1998 | 36.88 | 0.20 | 42 |
| | 1999 | 36.75 | 0.17 | 127 |
| | 2000 | 37.17 | 0.14 | 172 |
| | 1992-2000 | 36.89 | 0.06 | 816 |
| | Antall nebbfurer No. of bill grooves | 1994 | 3.15 | 0.08 |
| 1995 | | 3.08 | 0.06 | 81 |
| 1996 | | 3.28 | 0.05 | 154 |
| 1997 | | 3.24 | 0.03 | 220 |
| 1998 | | 3.42 | 0.07 | 43 |
| 1999 | | 2.95 | 0.06 | 133 |
| 2000 | | 3.05 | 0.05 | 178 |
| 1992-2000 | | 3.15 | 0.02 | 862 |



Drept av svartbak. Siden 1992 har vi undersøkt i alt 895 kadavere av lunder som var drept og spist av svartbak på Heryken. På grunnlag av nebbets form, antall nebbfurer (i den røde hornplaten foran overnebbets hvite bøyle) og føttenes farge er det mulig å skille typiske ungfugler (normalt 2-4 år gamle) fra helt utfargede individer (som den på bildet). Disse dataene gir oss verdifulle indikasjoner på ungfuglenes overlevelse gjennom de første leveårene. (Foto © T. Aarvak)

For hvert individ kan dødsårsaken sjelden fastslås med 100 % sikkerhet, men når 13 fugler som trolig hadde omkommet på annen måte utelates, er det likevel rimelig å konkludere at nesten samtlige av de resterende 895 fuglene var drept av svartbak. I Norge er dette ganske sikkert den mest betydelige naturlige predator på lunde. Hensikten med datainnsamlingen er bl.a. å dokumentere i hvilken grad det er forskjeller i predasjonsrisiko mellom kjønnene og ulike aldersgrupper. Dette er ikke en enkel analyse, bl.a. fordi en må ta hensyn til at forholdet mellom disse gruppene mht. opptreden neppe er konstant over tid (hverken innen eller mellom år). Resultatene bør derfor sammenholdes med parallelle data for levende individer kontrollert på samme tidspunkt.

Når utvalgsstørrelser mindre enn ti utelates, var det signifikant variasjon mellom år blant disse fuglene for variablene vingelengde ($F_{5,803} = 6.46$, $p < 0.001$), nebbhøyde ($F_{7,806} = 2.189$, $p = 0.033$), hodelengde ($F_{6,209} = 2.215$, $p = 0.043$) og antall nebbfurer ($F_{6,852} = 7.579$, $p < 0.001$) men ikke for nebbengde ($F_{7,861} = 0.570$, $p = 0.781$) (tabell 15). Dette reflekterer utvilsomt viktige forskjeller i materialets aldersfordeling, muligens også kjønnsforskjeller.

Foruten få (≤ 2) nebbfurer, er de typiske ungfuglkarakterene et spisst nebb med en tydelig knekk (vinkel) i toppkanten av overnebbet, og blekt gulgrå tarser og fotblad (tabell 16). Bare 14.4 % av svartbakens ofre i 1992-2000 hadde slike karakterer, men denne ungfuglandelen varierte svært betydelig mellom år (tabell 17, $\chi^2 = 41.9$, $df = 8$,

$p < 0.001$). Interessant nok var den jevnt avtakende fra 29 % i 1993 til bare 2 % fem år senere, deretter økte den brått til 21 % i 1999 og holdt seg på omtrent samme nivå (23 %) i 2000. Tilbakegangen i perioden 1993-98 rimer godt med en forventet vekst og rekruttering for yngre årsklasser fra de gode reproduksjonsårene 1989-92. Det var imidlertid ingen signifikant sammenheng mellom ungfuglandelen blant svartbakens ofre og lundeungenes utflygingssuksess (**tabell 9**) 1-5 år tidligere, hverken når analysen foretas med årlige data, eller med 2- og 3-års løpende gjennomsnitt for utflygingssuksess. Analysene ble heller ikke styrket ved å multiplisere utflygingssuksessen med de registrerte gjenfunnsrater for ungene fra de repektive år (**figur 16**). Ungfuglandelen i de to siste årene, da 12 av de 14 fuglene med færre enn to nebbfurer ble funnet, var overraskende høy. Dette er forhåpentligvis en indikasjon på at overlevelsen til ungene som fløy ut i 1996 var bedre enn deres kondisjon ved reirforlating skulle tilsi, selv om ingen av de ungene som ble merket dette året ennå er gjenfunnet (**figur 16**).

Vi har foreløpig ikke undersøkt om svartbakens predasjon rammer kjønnene i ulik grad. Bare 24.7 % (221 av 895) av fuglene hadde hodet tilstrekkelig intakt til at hodelengden kunne måles. Disse kan kjønnsbestemmes med 86-87 % sikkerhet (diskriminantfunksjonene D_1 og D_2 , Anker-Nilssen & Brøseth 1998). De fleste av de andre kan bare kjønnsbestemmes med en treffsikkerhet på 74 % (diskriminantfunksjon D_3 , Anker-Nilssen & Brøseth 1998),



Når tåka kommer...

Utsikt nordover fra toppen av Hemyken en stille dag i juli 1999. Tåkekanten har akkurat nådd Trenykenes klassiske profil. Bakenfor skimtes enda Storfjellet og toppen av Vedøy. Rolige værforhold på Røst fører ofte til at tåka siger inn fra storhavet og legger seg som et lokk over øyene. Bare de høyeste toppene går da fri en sjelden gang. Sett ovenfra kan resultatet bli et imponerende og uvirkelig landskap, selv om det er en mager trøst for utålmodige flypassasjerer som må gjøre vendereis eller lundeforskere som har mange timers fuktig arbeid i lundeura foran seg. (Foto © T. Aarvak)

Tabell 16. Sammenhengen mellom antall nebbfurer og ungfuglkarakterer notert for lunder som sannsynligvis var drept av svartbak på Hemyken, Røst i hekkesesongene 1992-2000. – The relationship between the number of bill grooves and characters of immaturity noted for Puffins which probably were killed by Great Black-backed Gulls at Hemyken, Røst in the breeding seasons of 1992-2000.

| Antall nebbfurer No. of bill grooves | Ungfuglkarakterer notert (%) Characters of immaturity noted (%) | | n |
|---|--|----------|-----|
| | Ja – Yes | Nei – No | |
| 1.0–1.5 | 100.0 | 0.0 | 14 |
| 2.0 | 98.1 | 1.9 | 52 |
| 2.5 | 45.3 | 54.7 | 75 |
| 3.0 | 5.1 | 94.9 | 392 |
| 3.5 | 2.6 | 97.4 | 191 |
| ≥ 4.0 | 0.0 | 100.0 | 138 |
| Totalt – Total | 14.4 | 85.6 | 862 |

Tabell 17. Frekvensen av typiske ungfugler blant lunder som sannsynligvis var drept av svartbak på Hemyken, Røst i hekkesesongene 1992-2000. – The frequency of typical immature birds among Puffins which probably were killed by Great Black-backed Gulls at Hemyken, Røst in the breeding seasons of 1992-2000.

| År Year | Ungfuglkarakterer notert (%) Characters of immaturity noted (%) | | n |
|----------------|--|----------|-----|
| | Ja – Yes | Nei – No | |
| 1992 | 0.0 | 100.0 | 2 |
| 1993 | 29.4 | 70.6 | 17 |
| 1994 | 20.0 | 80.0 | 50 |
| 1995 | 16.5 | 83.5 | 85 |
| 1996 | 9.7 | 90.3 | 154 |
| 1997 | 5.9 | 94.1 | 220 |
| 1998 | 2.2 | 97.8 | 46 |
| 1999 | 21.3 | 78.7 | 136 |
| 2000 | 23.0 | 77.0 | 178 |
| Totalt – Total | 14.4 | 85.6 | 888 |

4 Kort diskusjon

Som vanlig er de nye resultatene i denne rapporten diskutert fortløpende etterhvert som de er presentert (**kapittel 3**). Den avsluttende diskusjonen her trekker kun frem enkelte momenter som utfyller tidligere synteser av Røstlundenes reproduksjon og populasjonsdynamikk i et vitenskapelig og forvaltningsrelatert perspektiv (Anker-Nilssen 1992, Anker-Nilssen & Øyan 1995, Anker-Nilssen et al. 1997, Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Brøseth 1998, Anker-Nilssen & Aarvak 2000). Argumentene for å videreføre dette langtidsstudiet er uendret og minst like sterke som før, selv om vi har valgt å ikke utdype dem i større detalj i denne årsrapporten.

De fleste utfordringene som er formulert i den forrige fagrappporten fra prosjektet (Anker-Nilssen & Brøseth 1998) står ved lag, selv om vi i mellomtiden har opparbeidet mye ny kunnskap om hva som styrer lundenes populasjonsdynamikk. I 2001-2003 vil lundenes verdi som indikatorer for produksjonen hos torskefisker (jf. utfordring 1, Anker-Nilssen & Brøseth 1998) bli belyst innenfor et eget prosjekt i NINAs nye instituttprogram for kystøkologi (2001-2005). Prosjektet vil fokusere på sei og søke å avdekke sjøfuglenes egnethet som indikatorer på årsklassestyrke for denne arten, kvantifisere hvilken betydning ung sei har som byttedyr for ulike topp-predatorer i tareskogen (bl.a. teist, skarv og oter) og vurdere hvilken effekt denne predasjonen kan ha på rekrutteringen til denne viktige fiskeriresursen.



Tobis or not tobis? Sil, eller tobis som de kalles i fiskerisammenheng og i andre nordiske land, er en familie (Ammodytidae) små stimfisker som opptrer pelagisk i deler av livssyklus. Enkelte år er havsil (Ammodytes marinus) et viktig byttedyr for lundene på Røst, og de er adskillig mer energirike enn 0-gruppe sild og andre kjente byttedyr for arten (Anker-Nilssen & Øyan 1995). Dessverre er deres biologi dårlig studert på disse breddegrader og forekomstene er derfor lite forutsigbare. (Foto © T. Aarvak)

Av ressursmessige hensyn følger analysearbeidet alltid en bit-for-bit-filosofi, og prioriteringene mellom de ulike deloppgavene varierer derfor noe fra år til år. Når det gjelder analyse og publisering av resultatene fra de parallelle undersøkelsene i åpent hav i 1996-98, har vi kommet et godt stykke lenger det siste året. Selv om vi ikke har hatt ressurser til å fullføre alle planlagte analyser av datasettene som ble innsamlet, er to sentrale publikasjoner (Axelsen et al. i manus, Sætre et al. i manus) ferdigstillet og innsendt til internasjonale fagtidsskrift i 2000. En nærmere omtale av resultater fra samarbeidsprosjektet er summarisk presentert i diskusjonskapitlet i foregående prosjektrapport (Anker-Nilssen & Aarvak 2000).

Resultatene fra instrumenteringen av fem lunder med satellittsendere i 1997-99 (Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Aarvak 2000) er også ferdig bearbeidet og på det nærmeste klar for internasjonal publisering (Anker-Nilssen et al. i manus a). I dette arbeidet kobler vi satellittfuglenes bevegelser med kunnskap basert på gjenfunn av ringmerkede fugler, og sammenholder resultatene med en analyse av lundens temporære og romlige fordeling i Barentshavet utenfor hekkeseongen (basert på observasjonsdata). Det gode samsvaret som i foreliggende rapport er avdekket mellom årsklassestyrke hos sild og de voksne fuglenes overlevelse fra år til år (**figur 18**) understreker betydningen av den kunnskapen satellittfuglene ga oss. Alt tyder nå på at den mest kritiske perioden for de voksne fuglenes overlevelse er hvilke næringsforhold de erfarer når de tilbringer de første par månedene i Barentshavet etter avsluttet hekking.

Størst oppmerksomhet denne gang må rettes mot betydningen av de beregninger som nylig ble publisert av Toresen & Østvedt (2000). I en virtuell populasjonsanalyse (VPA) har de estimert antall (og biomasse) av ulike årsklasser av sild gjennom nesten hele forrige århundre. Dette omfatter også kvantitative mål for forekomstene av 0-gruppe sild nettopp på det tidspunkt denne ressursen har størst betydning for lundenes reproduksjon på Røst. Dette er et stort fremskritt for våre muligheter til å kvantifisere lundens verdi som indikator for sildas rekruttering og deres rolle som predator på 0-gruppe sild. Selv om estimatene størrelse ikke må tolkes som absolutte, er de høyst sannsynlig i korrekt størrelsesorden. Deres troverdighet styrkes ytterligere ved at de sammenhenger vi har påvist mellom 0-gruppe sild og lunde forbedres radikalt når de kvalitative 0-gruppeindeksene fra Barentshavet erstattes med VPA-estimatene. De korrelasjonskoeffisienter vi nå kan avdekke i forholdet mellom lunde og 0-gruppe sild er oppsiktsvekkende sterke. Ved hjelp av VPA-verdiene forklarer forekomstene av 0-gruppe sild 89 % av variasjonen i overlevelsen til lundenes reiringer og 84 % av variasjonen i overlevelsen til hekkende fugler (jf. **figur 11** og **figur 18**). I forhold til disse to nøkkelfaktorene i lundenes populasjons-

dynamikk, definerer forholdene tydelige terskelsoner mht. hvilken sildemengde som kreves for å sikre lundene et godt hekkereultat eller god overlevelse, henholdsvis ved VPA-estimer på 80-100 og 50-70 milliarder 0-gruppe sild ved metamorfose midt på sommeren. Selv om de reelle verdiene kan vise seg å være to-tre ganger høyere, står disse tallene likevel i rimelig godt forhold til de beregninger vi har foretatt over hvor mye sild lundene er i stand til å konsumere i ungeperioden (størrelsesorden 25 milliarder, **kapittel 3.4.4**). Samtidig predikerer også størrelsen på 0-gruppe sild i lundeungenes diett sildas årsklassestyrke med en sikkerhet på 85 % (**figur 13**).

De lange tidsseriedataene for ulike aspekter ved lundenes reproduktive og demografiske utvikling blir stadig mer verdifulle. Resultatene bidrar i meget betydelig grad til å belyse en rekke sider ved sjøfuglenes livshistorie og deres strategier i et uforutsigbart varierende miljø. Røstlundenes langvarige reproduksjonsproblemer gjør det mulig å dokumentere og kvantifisere forhold som ellers bare kan utledes i rent teoretiske modeller basert på en lang rekke forutsetninger som ikke er underlagt med empirisk kunnskap. Et godt eksempel her er de påviste sammenhenger mellom de voksne lundenes kondisjon, hekkeresultat og overlevelse. Selv i et så tilsynelatende lite komplekst pelagisk økosystem som dette, hvor de viktigste koblingene mellom nøkkelarter som torsk, lodde, sild og lunde kan fremstå som enkle, entydige og selvnlysende, viser det seg gang på gang at det er akkurat det de ikke er. De lange dataseriene avslører imidlertid intrikate interaksjoner som vitner om sjøfuglenes betydelige økologiske fleksibilitet, utviklet nettopp som et resultat av de store variasjonene dette miljøet byr på nær sagt enhver tidshorisont. Noe av det som skjer i løpet av timer, dager, måneder og år kan vi forklare, men variasjonene på større skala har vi enda bare en vag formening om. Det er en naturlig sak at det tar lang tid å opparbeide et godt datagrunnlag på dette området for lengelevende arter. I forhold til en generasjonstid på 10-20 år er dataserier på 20-30 år relativt korte. Like fullt er det hvert år betryggende å kunne demonstrere at tilfanget av ny kunnskap i kjølvannet av dette arbeidet øker raskere enn omfanget av nye data. Vi tror denne rapporten beviser det og er derfor overbevist om at kursen er riktig satt.

Ikke overraskende blir konklusjonen den samme som tidligere. Både i et faglig og økonomisk perspektiv er spenningen og utfordringene minst like store som tidligere når målet er å fortsette den langsiktige forskningen og overvåkingen knyttet til lundenes populasjonsøkologi på Røst langt innover i det 21. århundre.

5 Referanser

- Albertsen, J.Ø. 1995. Food choice of breeding puffins *Fratercula arctica* revealed by stable isotope analysis. – Cand. scient. oppgave, Zoologisk institutt, NTNU, Trondheim. 32 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.
- 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. 1990. Taksering av lunde i risikoområdet for Midt-norsk Sokkel. – I Børresen, J.A. & Moe, K., red. AKUP Årsrapport 1990. OED, Oslo. s. 13-18 (seksjon 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, Zoologisk institutt, 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. 1998. Lundens populasjonsøkologi på Røst i 1998. – NINA Oppdragsmelding 571: 1-33.
- Anker-Nilssen, T. 1999. Svalene som løper på vannet. – I Brox, K.H. (red.). Brennpunkt Natur 99. Tapir forlag, Trondheim, s. 31-41.
- Anker-Nilssen, T. 2000a. European storm-petrel *Hydrobates pelagicus*. – I Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Strøm, H., Golovkin, A.N., Bianki, V.V. and Tatarinkova, I.P., red. The status of marine birds breeding in the Barents Sea region. – Norsk Polarinst. Rapportserie nr. 113, Tromsø, s. 20-23.
- Anker-Nilssen, T. 2000b. Havsvaleprosjektets resultater i 1999. – Ringmerkaren 13: 155-165.
- Anker-Nilssen, T. 2000c. Leach's storm-petrel *Oceanodroma leucorhoa*. – I Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Strøm, H., Golovkin, A.N., Bianki, V.V. and Tatarinkova, I.P., red. The status of marine birds breeding in the Barents Sea region. – Norsk Polarinst. Rapportserie nr. 113, Tromsø, s. 24-26.
- 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. & Brøseth, H. 1998. Hekkebiologiske langtidsstudier av lunder på Røst. En oppdatering med resultater fra 1995-97. – NINA Fagrapport 32: 1-46.
- 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. & 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. & Tatarinkova, I.P. 2000. Atlantic puffin *Fratercula arctica*. – I Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Strøm, H., Golovkin, A.N., Bianki, V.V. & Tatarinkova, I.P., red. The

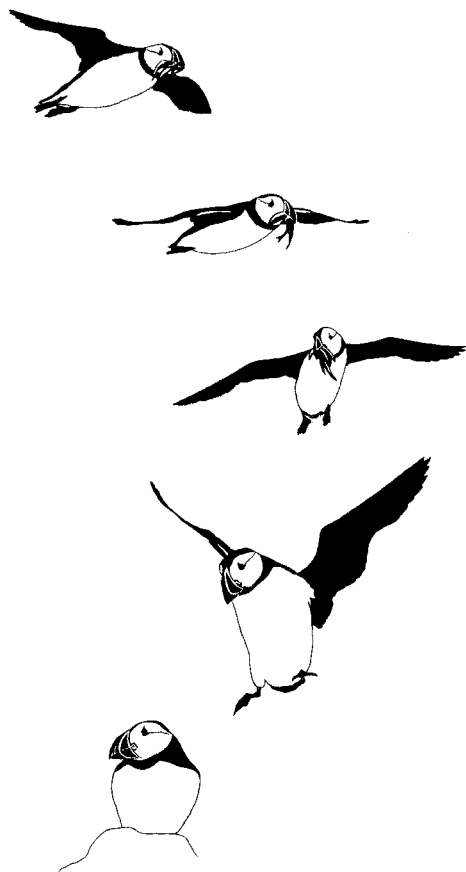
- status of marine birds breeding in the Barents Sea region. – Norsk Polarinst. Rapportserie nr. 113, Tromsø. s. 137-143.
- Anker-Nilssen, T. & Øyan, H.S. 1995. Hekkebiologiske langtidstudier av lunder på Røst. – NINA Fagrapport 15: 1-48.
- Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2000. Lundens populasjonsøkologi på Røst i 1999. – NINA Oppdragsmelding 636: 1-36.
- Anker-Nilssen, T., Erikstad, K.E. & Lorentsen, S.-H. 1996. An assessment of the Norwegian monitoring programme for breeding and wintering seabirds. – Wildl. Biol. 2: 17-26.
- Anker-Nilssen, T., Barrett, R.T. & Krasnov, Y.V. 1997. Long- and Short-term Responses of Seabirds in the Norwegian and Barents Seas to Changes in Stocks of Prey Fish. – Proceedings of the International Symposium on the Role of Forage Fishes in Marine Ecosystems, November 13-16, 1996, Anchorage, Alaska. Alaska Sea Grant College Program Report No. 97-01: 683-698. University of Alaska, Fairbanks.
- Anker-Nilssen, T., Aarvak, T. & Fauchald, P. i manuskript a. Post-breeding movements of Atlantic puffins *Fratercula arctica* in North Norway explored by satellite telemetry, ring recoveries and distribution patterns.
- Anker-Nilssen, T., Erikstad, K.E. & Fauchald, P. i manuskript a. Puffin breeding failures may reflect optimal decisions in a stochastic environment.
- Anon. 1999. Preliminary report of the International 0-group fish survey in the Barents Sea and adjacent waters in August-September 1999. – Upubl. rapp., Havforskningsinstituttet, Bergen.
- Axelsen, B.E., Anker-Nilssen, T., Fossum, P., Kvamme, C. & Nøttestad, L. i manuskript. Multibeam sonar study on predator-prey interactions between juvenile herring, Atlantic puffins and piscine predators. – Innsendt til Can. J. Zool.
- 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.
- Breivik, M. 1991. Endringer i energiutnyttelse hos unger av lunde og teist. – Hovedoppgave, Institutt for Biologi og Naturforvaltning, NLH, Ås. 36 s.
- Cairns, D.K. 1987. Seabirds as indicators of marine food supplies. – Biol. Oceanogr. 5: 261-271.
- Cairns, D.K. 1992. Population regulation of seabird colonies. – Current Ornithol. 9: 37-61.
- 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., Anker-Nilssen, T., Barrett, R.T. & Tveraa, T. 1998a. Demografi og voksenoverlevelse i noen norske sjøfuglbestander. – NINA Oppdragsmelding 515: 1-15.
- Erikstad, K. E., Fauchald, P., Tveraa, T. and Steen, H. 1998b. On the cost of reproduction in long-lived birds; the influence of environmental variability. – Ecology 79: 1781-1788.
- Griffiths, R., Double, M.C., Orr, K. & Dawson, R.J.G. 1998. A DNA test to sex most birds. – Molecular Ecology 7: 1071-1075.
- Harris, M.P. 1984. The Puffin. – T & A D Poyser, Calton, U.K. 224 s.
- Henriksen, M. 1998. Ulike næringsøkologiske variabelers betydning for energiinntaket til unger av lunde *Fratercula arctica*, belyst på bakgrunn av optimal forusjeringsteori. – Cand. scient. oppgave, Zoologisk institutt, NTNU, Trondheim. 29 s.
- Hipfner, J.M., Gaston, A.J. & de Forest, L.N. 1997. The role of female age in determining egg size and laying date of Thick-billed Murres. – J. Avian Biol. 28: 271-278.
- Hoyt, D.F. 1979. Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. – Auk 96:73-77.
- 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.
- 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. 2000. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Resultater til og med hekkesesongen 2000. – NINA Oppdragsmelding 670: 1-30.
- 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.
- Pradel, R. & Lebreton, J.-D. 1991. User's manual for program SURGE version 4.1. – Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, CNRS, Montpellier, Frankrike. 35 s.
- Ricklefs, R.E. 1968. Weight recession in nestling birds. – Auk 85: 30-35.
- 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.
- Sætre, R., Toresen, R., Anker-Nilssen, T. & Fossum, P. i manuskript. Factors affecting the recruitment variability of the Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus* L.). – Innsendt til ICES J. Mar. Sci.
- 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.
- Toresen, R. & Østvedt, O.J. 2000. Variation in abundance of Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus*, Clupeidae) throughout the 20th century and the influence of climatic fluctuations. – Fish and Fisheries 2000(1): 231-256.
- 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.
- White, G.C. 1998. Program MARK. Mark and recapture survival rate estimation. – Shareware dataprogram, Dept. Fisheries and Wildlife, Colorado State Univ., CO. <http://www.cnr.colostate.edu/~gwhite/mark/mark.htm>.

- 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. 1996. Allocation of growth in food-stressed Atlantic puffin chicks. – *Auk* 113(4): 830-841.

6 Tilvekst til ornitologisk bibliografi for Røst

Følgende skriftlige arbeider fra perioden 1997-2000, presenterer resultater fra sjøfuglundersøkelser på Røst og er tilvekst (eller rettelser) til bibliografien som omfatter de aller fleste skrifter med opplysninger om fuglelivet i øygruppen etter 1960 (siste versjon publisert av Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Bibliografien omfatter derved 266 arbeider, hvorav 12 er tilkommet siden forrige årsrapport (Anker-Nilssen & Aarvak 2000).

- Anker-Nilssen, T. 1998. Lundens populasjonsøkologi på Røst i 1998. – NINA Oppdragsmelding 571: 1-33.
- Anker-Nilssen, T. 1998. Resultater fra Havsvaleprosjektet i 1997. – *Ringmerkaren* 10: 131-148. (**rettelse**)
- Anker-Nilssen, T. 1998. Røstprosjektet (ringmerkingsresultater 1997). – *Ringmerkaren* 10: 48. (**rettelse**)
- Anker-Nilssen, T. 1999. Havsvaleprosjektets resultater i 1998. – *Ringmerkaren* 11: 105-120.
- Anker-Nilssen, T. 1999. Marine ressurser og miljø. Prosjekt 109375/122. Bestandsinteraksjoner mellom 0-gruppe sild og lunde. Sluttrapport. – Norsk institutt for naturforskning, Trondheim, 9 s.
- Anker-Nilssen, T. 1999. Røstprosjektet. Ringmerkingsresultater for 1998. – *Ringmerkaren* 11: 19-20.
- Anker-Nilssen, T. 1999. Svalene som løper på vannet. – I Brox, K.H., red. Brennpunkt Natur 99. Tapir forlag, Trondheim, s. 31-41.
- Anker-Nilssen, T. 2000. European storm-petrel *Hydrobates pelagicus*. – I Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Strøm, H., Golovkin, A.N., Bianki, V.V. and Tatarinkova, I.P., red. The status of marine birds breeding in the Barents Sea region. – Norsk Polarinst. Rapportserie nr. 113, Tromsø, s. 20-23.
- Anker-Nilssen, T. 2000. Havsvaleprosjektets resultater i 1999. – *Ringmerkaren* 13: 155-165.
- Anker-Nilssen, T. 2000. Leach's storm-petrel *Oceanodroma leucorhoa*. – I Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Strøm, H., Golovkin, A.N., Bianki, V.V. and Tatarinkova, I.P., red. The status of marine birds breeding in the Barents Sea region. – Norsk Polarinst. Rapportserie nr. 113, Tromsø, s. 24-26.
- Anker-Nilssen, T. 2000. Røstprosjektet. (Ringmerkingsresultater for 1999.) – *Ringmerkaren* 13: 61.
- Anker-Nilssen, T. 2000. Sjøfugl. – I Anon., red. Sluttrapport fra avslutningsseminar for forskningsprogrammene Marine ressurser og miljø (MAREMI) og Marin ressursforvaltning (MARRES), Holms Hotell, Geilo, 1.-3. november 1999. Norges forskningsråd, Oslo, s. 38-47.
- Anker-Nilssen, T. & Brøseth, H. 1998. Hekkebiologiske langtidsstudier av lunder på Røst. En oppdatering med resultater fra 1995-97. – NINA Fagrapport 32: 1-46.
- Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2000. Lundens populasjonsøkologi på Røst i 1999. – NINA Oppdragsmelding 636: 1-36.
- Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2001. Lundens populasjonsøkologi på Røst. Status etter hekkesesongen 2000. – NINA Oppdragsmelding 684: 1-40.



- Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Strøm, H., Golovkin, A.N., Bianki, V.V. & Tatarinkova, I.P., red. 2000. The status of marine birds breeding in the Barents Sea region. – Norsk Polarinst. Rapportserie nr. 113, Tromsø. 213 s. (Bok illustrert av E. Kublik).
- Anker-Nilssen, T. & Tatarinkova, I.P. 2000. Atlantic puffin *Fratercula arctica*. - I Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Strøm, H., Golovkin, A.N., Bianki, V.V. & Tatarinkova, I.P., red. The status of marine birds breeding in the Barents Sea region. – Norsk Polarinst. Rapportserie nr. 113, Tromsø. s. 137-143.
- Anker-Nilssen, T., Aarvak, T. & Fauchald, P. i manuskript a. Post-breeding movements of Atlantic puffins *Fratercula arctica* in North Norway explored by satellite telemetry, ring recoveries and distribution patterns.
- Axelsen, B.E., Anker-Nilssen, T., Fossum, P., Nøttestad, L. & Vabø, R. 1998. In situ sonar observations of newly metamorphosed herring attacked by puffins and comparison to computer model simulations. – GLOBEC open science meeting, Paris, 17-20 March 1998. (rettelse)
- Axelsen, B.E., Anker-Nilssen, T., Fossum, P., Kvamme, C. & Nøttestad, L. i manuskript. Multibeam sonar study on predator-prey interactions between juvenile herring, Atlantic puffins and piscine predators. – Innsendt til Can. J. Zool.
- Barrett, R.T., Anker-Nilssen, T. & Krasnov, Y.V. 1997. Can Norwegian and Russian Razorbills *Alca torda* be identified by their measurements? – Marine Ornithology 25: 5-8. (rettelse)
- Barrett, R.T., Anker-Nilssen, T., Gabrielsen, G.W. & Chapdelaine, G. i manuskript. Food consumption by seabirds in Norwegian waters.
- Chardine, J. (red.), Mendenhall, V. (red.), Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Falk, K., Frich, A.S., Gaston, A., Gilchrist, G., Golovkin, A., Hario, M., Kondratyev, A.Ya., Mosbech, A., Petersen, A. & Wohl, K., 1998. Human Disturbance at Arctic Seabird Colonies. – CAFF Technical Report 2: 1-18, CSWG (Circumpolar Seabird Working Group), Reykjavik.
- Denlinger, L. (red.), Wohl, K. (red.), Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Chardine, J., Christensen, T., Golovkin, A., Hario, M. & Petersen, A. i manuskript. Seabird Harvest Regimes in the Circumpolar Nations. – CAFF Technical Report X: 1-63, CSWG (Circumpolar Seabird Working Group), Reykjavik.
- Erikstad, K.E., Anker-Nilssen, T., Barrett, R.T. & Tveraa, T. 1998. Norske sjøfuglbestander: Store forskjeller i overlevelse mellom arter og mellom år. – NINA-NIKU Fakta-ark 5-98.
- Lorentsen, S.-H. 1998. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Resultater fra hekkesesongen 1998. – NINA Oppdragsmelding 565: 1-75.
- Lorentsen, S.-H. 1999. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Resultater fra hekkesesongen 1999. – NINA Oppdragsmelding 626: 1-28.
- Lorentsen, S.-H. 2000. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Resultater til og med hekkesesongen 2000. – NINA Oppdragsmelding 670: 1-30.
- Moe, K.A., Andersen, O.K., Anker-Nilssen, T., Bakke, T., Berge, J.A., Bjørge, A., Brandvik, P.J., Christie, H., Daling, P.S., Finstad, B., Lorentsen, S.-H., Lund, E., Melbye, A.G., Moum, T., Ramstad, S., Serigstad, B., Skeie, G.M. & Stabbetorp, O. 1999. Veiledning for etterkantundersøkelser etter akutt oljeforurensning i marint miljø. – Alpha Miljørådgivning Rapport nr. 1023-1, Alpha Miljørådgivning, Havforskningsinstituttet, NINA-NIKU, NIVA, Rogalandforskning & SINTEF. Rapport til Statens Forurensningstilsyn, 105 s.
- Moe, K.A., Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Brude, O.W., Fossum, P., Lorentsen, S.-H. & Skeie, G.M. 1999. Spesielt Miljøfølsomme Områder (SMO) og petroleumsvirksomhet. Implementering av kriterier for identifikasjon av SMO i norske farvann med fokus på akutt oljeforurensning. – Rapport til Statens Forurensningstilsyn og Direktoratet for naturforvaltning. Alpha Miljørådgivning Rapport nr. 1007-1, Alpha Miljørådgivning, Havforskningsinstituttet, NINA-NIKU, Norsk Polarinstitutt. 51 s, + CD-ROM m/rapport og web-atlas.
- Stenersen, J. 1998. Fugler i Lofoten. – Tringa Forlag, Henningsvær. 162 s.
- Sætre, R., Toresen, R., Anker-Nilssen, T. & Fossum, P. i manuskript. Factors affecting the recruitment variability of the Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus* L.). – Innsendt til ICES J. Mar. Sci.
- Tasker, M., Anker-Nilssen, T., Barrett, R., Becker, P.H., Camp-huysen, K., Chapdelaine, G., Davoren, G., Furness, B., Garthe, S., Hüppop, O. & Montevecchi, B. 2000. Report of the Working Group on Seabird Ecology. Institut für Vogel-forschung "Vogelwarte Helgoland", Wilhelmshaven, 20-23 March 2000. – ICES CM 2000/C:04 Ref.: ACME + E, Copenhagen, 70 pp. (Fulltext document can be downloaded from <http://www.ices.dk/committe/occ/wgse.htm>)

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1208-0

684

**NINA
OPPDRAGS-
MELDING**

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7485 TRONDHEIM
Telefon: 73 80 14 00
Telefax: 73 80 14 01

**NINA
Norsk institutt
for naturforskning**