

571

OPPDRAKSMELDING

Lundens populasjonsøkologi
på Røst i 1998

Tycho Anker-Nilssen



NINA • NIKU



OLJE- OG ENERGIDEPARTEMENTET



NINA Norsk institutt for naturforskning

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 tidsskrifter og aviser.

Anker-Nilssen, T. 1998. Lundens populasjonsøkologi på Røst i 1998. – NINA Oppdragsmelding 571: 1-33.

Trondheim, desember 1998

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0996-9

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 forfatteren.

Teknisk redigering og layout:
Tycho Anker-Nilssen

Sats: NINA•NIKU

Reprint: Norservice as

Opplag: 200

Kontaktadresse:
NINA
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00
Fax: 73 80 14 01



Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 12696 – Lundens populasjonsøkologi på Røst
Prosjekt nr.: 12695 – Sjøfuglers arealutnyttelse
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
Amoco Norway Oil Company a.s, Stavanger
Olje- og energidepartementet, Oslo
Norges forskningsråd, Oslo

Referat

Anker-Nilssen, T. 1998. Lundens populasjonsøkologi på Røst i 1998. – NINA Oppdragsmelding 571: 1-33.

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 NINA Fagrapport 32 (Anker-Nilssen & Brøseth 1998), der en mer utførlig analyse av prosjektets langtidsserier er presentert. Foreliggende rapport er primært ment som en dokumentasjon av resultater fra undersøkelsene i 1998, selv om den også belyser flere generelle forhold knyttet til lundenes populasjonsøkologi på Røst.

Antallet trafikkerte reirganger på Hernyken i 1998 var det nest laveste som er registrert og kun 36 % av antallet da overvåkingen startet i 1979. På denne bakgrunn ble hele øygruppens hekkebestand estimert til 517 000 par lunder. Røst har derved fremdeles landets største sjøfuglkoloni.

For sjetten året på rad mislyktes lundene med hekkingen. Mindre enn 1 % av reirungene overlevde reirtiden. Median klekkedato var 2 juli, dvs. 8 dager senere enn gjennomsnittet for perioden 1978-97. Bare i siste uke av juni var de voksne fuglene i stand til å sikre ungene en rimelig god vekst. I denne perioden var 0-gruppe sild *Clupea harengus* det viktigste innslaget i ungenes diett. Etter at tilgangen på dette byttedyret opphørte tidlig i juli, ble næringstilbudet kraftig redusert, og de fleste ungene omkom innen utgangen av juli måned.

Den dårlige overlevelsen for hekkende fugler fortsatte fra 1996 til 1997 på samme nivå som i de to foregående år. Dødeligheten ble estimert til 11.0 %, dvs. 2.5 ganger så høy som i perioden 1990-94 (4.4 % pr. år).

Det tette samsvaret mellom hekkesuksessen for lunde på Røst og årsklassestyrken til 0-gruppe sild ble opprettholdt. Ved utgangen av 1998 var det seks år siden bestanden hadde en god hekkesesong. En betydelig reduksjon i bestanden er derfor uunngåelig i løpet av neste 5-6 år, og denne vil bli spesielt kraftig dersom den reduserte overlevelsen for de voksne fuglene vedvarer.

Emneord: Sjøfugl – hekkebiologi – lunde – Røst

Tycho Anker-Nilssen, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

Abstract

Anker-Nilssen, T. 1998. The population ecology of Puffins at Røst i 1998. – NINA Oppdragsmelding 571: 1-33.

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 NINA Fagrapport 32 (Anker-Nilssen & Brøseth 1998), which presents a more exhaustive analysis of the long-term data series from the project. The present report is first of all a documentation of results from the studies conducted in 1998, although it also deals with general aspects of the population ecology of Puffins at Røst.

The number of occupied nest borrows on Hernyken in 1998 was the second lowest ever and only 36% of the number when the monitoring started in 1979. Based on this result, the total population of Puffins now breeding within the archipelago was estimated to 517 000 pairs. Røst therefore still holds the largest seabird colony in Norway.

For the sixth year in a row, Puffin breeding failed completely. Less than 1% of the nestlings survived to fledging. The median date of hatching was 2 July, i.e. 8 days later than the mean for the period 1978-97. Only in last week of June were the adults able to secure their chicks a reasonable growth. In that period, 0-group (first-year) herring *Clupea harengus* was the most important element in chicks' diet. After access to this prey ceased in early July, food supply was severely reduced and most nestlings died before the end of July.

The poor survival of breeding birds continued from 1996 to 1997 on the same level as in the two previous years. The mortality was estimated at 11.0 %, i.e. 2.5 times higher than in 1990-94 (4.4% per year).

The close correlation between the breeding success of Puffins at Røst and the abundance of 0-group herring was maintained. By the end of 1998, it was six years since the last successful breeding season. A significant population decline is therefore unavoidable during the next 5-6 years, and it will be extra severe if the survival of adult birds continues to be low.

Keywords: seabirds – breeding biology – puffin – Røst

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

Forord

Dette er en resultatrapport for 1998 fra prosjektet *Lundens populasjonsøkologi på Røst*. Rapporten er i det alt vesentlige skrevet som et supplement til NINA Fagrapport 32 (Anker-Nilssen & Brøseth 1998), der det gis en mer utdypende analyse av prosjektets lange tidsserier. Av ressursmessige hensyn er det ikke funnet formålstjenlig å oppdatere disse analysene hvert år. Rapporten fokuserer derfor først og fremst på resultater fra feltarbeidet i 1998, selv om den også belyser mer generelle trekk ved lundenes populasjonsøkologi på Røst. Prosjektets bakgrunn og formål er uendret. Strukturen på stoffet er derfor i stor grad sammenfallende med fagrapporten. Prosjektets hovedmål er av langsiktig karakter, og en stor del av arbeidet går ut på å videreføre de løpende hekkebiologiske studier av lundebestanden på Røst som ble innledet av Svein Myrberget i 1964. For enkelte dataserier er derfor de nye resultatene 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 1998 likevel bare mulig takket være betydelig støtte fra Statoil, Norsk Hydro og Amoco Norway Oil Company. Operatørselskapenes interesse er motivert i behovet for miljødata knyttet til deres respektive prøveboringslisenser på sokkelen utenfor Røst.

I 1998 deltok 15 personer på en eller annen måte i feltarbeidet for sjøfuglundersøkelsene på Røst. Disse var:

Oddvar Amundsen, Tycho Anker-Nilssen, Steve J. Baines, Morten Brandt, Henrik Brøseth, Petter Fossum, Juliette Guet, Karsten Hansen, Mette Lassen, Martine Brandt Lassen, Ole Wiggo Røstad, Kjetil Aadne Solbakken, John B. Stenersen, Hilde Stol Øyan og Tomas Aarvak.

En stor takk rettes til alle som deltok, spesielt til de som helt eller delvis gjorde dette uten godtgjørelse. Foruten forfatteren var bare Tomas, Henrik, Kjetil og Steve formelt tilknyttet prosjektet under feltarbeidet. Takk skal dere ha for dugelig innsats! En ekstra takk går også til mannskapet på F/F *Michael Sars* på tokt i åpent hav ved Røst og i Vesterålen i juli 1998.

Analyse og publisering av resultater fra flere andre, parallelle prosjekter har hele tiden vært en integrert del av lunde-prosjektet på Røst, og inngår delvis også i denne rapporten. Dette omfatter bl.a. bestandsovervåkningen av lundene på Røst der Ole Wiggo Røstad hele tiden vært den sentrale medspiller. Takk for nok et trivelig samarbeid på Hernyken Ole Wiggo! (Nå er det faktisk bare professor Beat Tschanz som kan skilte med flere Røstsesonger enn oss i sjøfuglforskningens tjeneste.) Oddvar Amundsen fornektet seg ikke denne gang heller, og han skal ha en stor del av æren for at trivselen på stasjonen er den beste. Den nye kjøkkeninnredningen er så fin at det er lett å glemme hvilken forfatning fundamentet til hytta befinner seg i...

Som så mange ganger tidligere har Hilde Stol Øyan samvittighetsfullt lagt inn de fleste nye data i prosjektets databaser. Tomas Aarvak og Henrik Brøseth ga verdifulle kommentarer til manuskriptet, mens Kjell Einar Erikstad, Per Fauchald, Torkild Tveraa, Rob Barrett, Petter Fossum, Bjørn Axelsen, Leif Nøttestad og Rune Vabø takkes for verdifullt faglig samarbeid i rapporteringsåret.

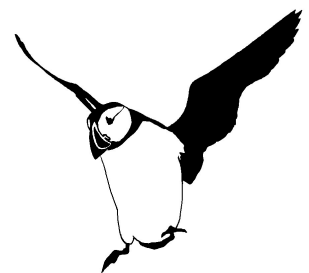
Kontakten og samarbeidet med Røst kommune og befolkningen på Røst var, som alltid, meget positiv og viktig for prosjektet. I 1998 var vi ekstra takk skyldig Kari, Roald og Finn Olav Olsen, som alltid hjelper oss på beste måte med å oppfylle våre mange ønsker og behov, Arnfinn Ellingsen m/familie, Kulvant Jassal m/familie, Steve J. Baines, Karl Lorentz Mørch, Roald Karlsen, Steinar Greger og, ikke minst, alle ansatte på Lille-Glea.

DN, Statoil, Norsk Hydro og Amoco Norway Oil Company takkes spesielt som de viktigste økonomiske støttespillere i 1998. Norsk Hydro Produksjon a.s skal også ha honnør for sin trivelige og spesielle hilsen, *Memories of Røst*, etter befragingen med Management Committee for PL219 i dagene 4-5 juni. Norges forskningsråd (NFR) takkes for bidrag til prosjektet *Bestandsinteraksjoner mellom O-gruppe sild og lunde*, som bl.a. bekostet innkjøp av satellittsenderne. En kjærkommen bevilgning fra Olje- og energidepartementet (OED) til prosjektet *Sjøfuglers arealutnyttelse* sikret at dette arbeidet kunne følges opp i 1998. En takk går også til Fylkesmennenes miljøvernavdelinger i Nordland, Troms og Finnmark for økonomiske bidrag til demografistudiene, og til Norges teknisk-naturvitenskapelige universitetet (NTNU) i Trondheim for bidrag til Mads Henriksens hovedfagsundersøkelse (Henriksen 1998). Gratulerer med fin eksamen Mads! Havforskningsinstituttet (HI) i Bergen takkes igjen for velvillig toktassistanse. En ekstra takk går til Kystverket i Kabelvåg som nok en gang ga oss tilgang til fasiliteter ved fyrstasjonen på Skomvær.

De langvarige lundeundersøkelsene på Røst fremskaffer et materiale av stor betydning for forskning og forvaltning, og hovedtrekkene i problematikken lunde/sild på norskekysten har bl.a. vakt betydelig internasjonal oppmerksomhet. Resultatene vil også være et viktig kunnskapsgrunnlag for å forstå hvordan en rekke andre sjøfuglpopulasjoner, som studeres mindre inngående, samvirker med sitt miljø. Siden det er de ubrutte tidsseriene som gir den faglige gevinsten, må en videreføring av feltarbeidet hele tiden gis høyeste prioritet i prosjektet. Så lenge dette kan ivaretas øker imidlertid resultatenes faglige potensiale enda raskere enn tilveksten av data. Selv om det ikke er rom for å illustrere alle aspekter av dette hvert år, håper jeg på fortsatt forståelse for og en økende økonomisk vilje til å videreføre disse undersøkelsene.

Trondheim, desember 1998

Tycho Anker-Nilssen



Innhold

Referat	3
Abstract	3
Forord	4
1 Innledning	5
2 Metoder og materiale	6
2.1 Langtidsserier	6
2.2 Andre undersøkelser i 1995-97	7
2.3 Statistiske metoder	8
3 Resultater	9
3.1 Bestandsstørrelse	9
3.2 Bestandsutvikling	10
3.3 Næringsstudier	10
3.4 Reproduksjon	15
3.4.1 Eggstørrelse	15
3.4.2 Hekketidspunkt, belegg og klekkesuksess	15
3.4.3 Ungevekst	16
3.4.4 Hekkesuksess	19
3.4.5 Ungenes kondisjon ved reirforlating	21
3.5 Overlevelse	212
3.5.1 Ungfuglenes overlevelse	22
3.5.2 Hekkefuglenes overlevelse	23
3.6 De voksne fuglenes kondisjon og tilstedeværelse	24
3.7 Predasjon av voksne lunder	25
3.8 Hekkefuglenes aksjonsradius	256
4 Diskusjon	30
5 Referanser	31
6 Tilvekst til ornitologisk bibliografi for Røst	33



Pause mellom slagene. Stasjonsbygget på Herynken har en lang og spesiell historie. Til tross for nye vinduer og flere lag panel er utseendet fremdeles som for 35 år siden. Men, skinnen bedrar. Nå har dessverre fundamentale problemer begynt å vise ansikt... (Foto © T. Anker-Nilssen)

1 Innledning

Hovedformålet med prosjektet *Lundens populasjonsøkologi på Røst* 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 parametere for bestandsutviklingen er hvilken 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).

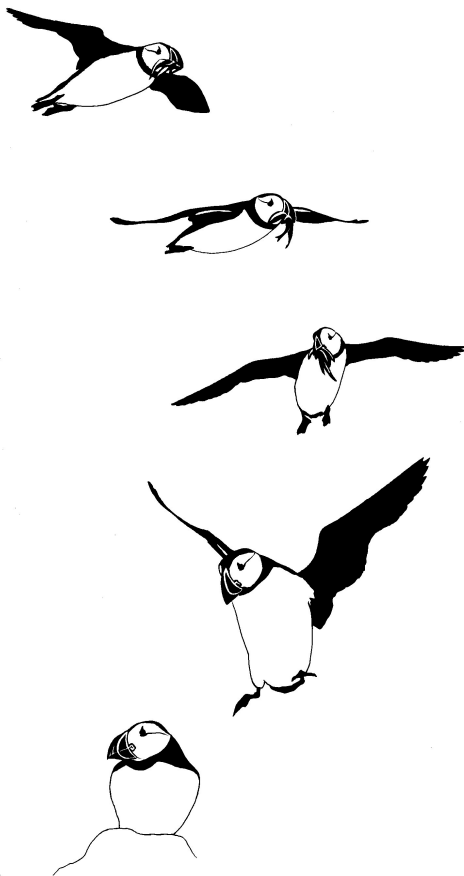
Det sentrale, teoretiske utgangspunkt for prosjektet er at sjøfuglenes adferd, ungevekst, hekkesuksess og overlevelse påvirkes i ulik grad av endringer i næringstilgangen (bl.a. Cairns 1987). Ved en svak begrensning i nærings tilbudet er det i første omgang de voksne tilstedeværelse i kolonien som forventes 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.). 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.

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 1998) 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 1998, 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. Rapporten er skrevet som et supplement til de mer dyptgripende analysene i prosjektets siste fagrapport (Anker-Nilssen & Brøseth 1998), og det kan anbefales å sammenholde disse rapportene parallelt.



2 Metoder og materiale

2.1 Langtidsserier

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

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 hekkesesongen 1988, senest Lorentsen 1998) og ringmerkingsstudier av havsvaler *Hydrobates pelagicus* og stormsvaler *Oceanodroma leucorhoa* (jf. årlige rapporter siden 1989 fra det nasjonale havsvalprosjektet, senest Anker-Nilssen 1998, samt Anker-Nilssen & Anker-Nilssen 1993).

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 Adult bird measurements	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

Tabell 2. Oversikt over samlet feltinnsats i sjøfuglarbeidet og innsamlet datamateriale for lundeundersøkelsene på Røst i 1979-98. Data for perioden 1979-97 (jf. Anker-Nilssen & Brøseth 1998) og for hele 20-årsperioden samlet er enten summert eller angitt med variasjonsbredde for årstotaler. For årvisse studier er gjennomsnitt pr. år angitt i parentes. – Summary of the extent of seabird fieldwork and Puffin data sampled at Røst in 1979-98. Data for the period 1979-97 (cf. Anker-Nilssen & Brøseth 1998) and the 20-year period as a whole are either added up or presented by the range of yearly totals. For continuous data series the annual mean is given in brackets.

Antall - Number of	1979-97	1998	Total 1979-98
Feltperioder – Field periods	63	2	65
Bemanningsdøgn – Days of fieldwork	1874 (99)	75	1949 (97)
Feltarbeidere – Field workers	6-25 (14)	15	6-25 (14)
Persondøgn – Man-days	5540 (292)	217	5757 (288)
Studiereir med egg eller unge – Study nests with egg or chick	10-304 (147)	256	10-304 (152)
Egg målt – Eggs measured	1434 (75)	116	1550 (78)
Reirunger målt i studiereir – Study chicks measured	1187 (62)	109	1296 (65)
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 (4)
Individuelle kontroller av ungevekst – Individual examinations of chick growth	8802 (463)	456	9258 (463)
Reirunger merket – Nestlings ringed	701 (37)	0	701 (35)
Døde unger målt (ikke i reir) – Dead young measured (outside nests)	1328	0	1328
Levende, reirforlatende unger målt – Live fledglings measured	2987 (157)	0	2987 (149)
Reirforlatende unger ringmerket – Fledglings ringed	2800 (147)	0	2800 (140)
Næringsprøver innsamlet – Food samples collected	2056 (108)	73	2129 (106)
Komplette næringsporsjoner studert – Complete food loads examined	1848 (97)	68	1916 (96)
Byttedyr målt – Prey items measured	21929 (1154)	1383	23312 (1166)
Takseringer av inntakstretning – Return direction counts	157	0	157
Voksne ringmerket – Adults ringed	5552 (292)	297	5849 (292)
Gjefangster av ringmerkede voksne – Adult recaptures registered	2473 (130)	104	2577 (129)
Individer fra tidligere år gjenfanget – Individuals from earlier years recaptured	6-350 (95)	86	6-350 (95)
Voksne individer målt – Adult individuals measured	0-1502 (359)	383	0-1502 (360)
Morfometriske variabler hos voksne – Morphometric variables in adults	1-8 (4)	6	1-8 (4)
Voksne individer påsatt fargeringer – Adult individuals colour-ringed	246	41	287
Antall observasjoner av fargekoder – No. of colour code observations	5870	384	6254

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 i 1979-84. Da lundehekkningen brøt sammen i 1997 og 1998, ble en del tid benyttet til et individspesifikt studium av næringsvalg hos ungematende teist *Cephus grylle* (T. Anker-Nilssen, H. Brøseth & T. Aarvak under utarb.). En meget betydelig frivillig innsats på ulønnet basis er også medregnet i **tabell 2**. Denne innsatsen er hovedårsaken til at den gjennomsnittlige bemanningen ved stasjonen de siste 20 årene har vært så høy som 288 persondøgn pr. år.

2.2 Andre undersøkelser i 1998

I tillegg til de regelmessige langtidsstudiene er det gjennomført en rekke andre undersøkelser på lunde av kortere varighet. De som også ble fulgt opp i 1998 er nærmere omtalt i det følgende.

Morfometri

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, men foreløpig er bare deler av datasettet analysert i nærmere detalj. Målingene foretas i henhold til internasjonalt standardiserte metoder (Jones et al. 1982, Barrett et al. 1985). Den årlige utvalgsstørrelsen i årene 1992-98 var henholdsvis 5, 19, 50, 85, 156, 228 og 50, totalt 593 individer. Dette materialet er ikke medregnet i **tabell 2**, men behandlet særskilt i **kapittel 3.7**. Innsamlingen foregår ved gjennomsøking av hele fjæresonen på Herynken flere ganger hver sesong, som regel hver eller hver annen uke. Nesten uten unntak er fuglene drept av flygende predatorer (de fleste av svartbak *Larus marinus*, men enkelte av gråmåke *L. argentatus*, ravn *Corvus corax*, jaktfalk *Falco rusticolus* eller vandrefalk *F. peregrinus*). Selv om bare et fåtall av individene har latt seg kjønnsbestemme (eksempelvis kun 8 av 50 i 1998), har dette materialet bidratt til å forsterke grunnlaget for

diskriminantanalysen som muliggjør kjønnsbestemmelse av levende fugler (jf. Anker-Nilssen & Brøseth 1998).

Undersøkelser i åpent hav

I 1998 ble det gjennomført et tokt i åpent hav med Havforskningsinstituttets forskningsfartøy *Michael Sars* i perioden 13-20 juli. Toktet var ledd i et flerårig samarbeid mellom HI og NINA i prosjektet *Bestandsinteraksjoner mellom 0-gruppe sild og lunde*. Dette samarbeidet startet i 1995 og er forankret i NFRs forskningsprogram *Marine ressurser og miljø*. Prosjektet belyser interaksjoner mellom 0-gruppe sild *Clupea harengus* og beitende lunder, og fokuserer på 1) adferdsreaksjoner hos predator og byttedyr studert ved hjelp av sonarregistreringer på video og individbasert modellering (Axelsen et al. i manus.), 2) tetthetskorrelasjoner på liten skala mellom stimer av 0-gruppe sild målt i transekter ved hjelp av høyfrekvent sonar, og parallelle forekomster av lunde på overflaten, og 3) komparativ størrelsesseleksjon av 0-gruppe sild tatt av voksne lunder til eget konsum kontra det de bringer til ungene, i forhold til tilsvarende bytte tatt av større fisk (makrell *Scomber scombrus* og voksen sild), og sammenholdt med størrelsesfordeling i tilbudet av 0-gruppe sild målt ved tråltrekk i de samme områdene. Disse resultatene presenteres ikke nærmere i denne rapporten, men vil bli publisert i egne vitenskapelige artikler.

I likhet med tilsvarende tokt i 1996 og 1997, hadde vi også i 1998 planlagt å arbeide i havområdene omkring Røst. Uforutsette omstendigheter førte oss imidlertid i en ganske annen retning. Tau i propellen hadde forårsaket en oljel lekkasje på propellsylinderen, og vi måtte sette kursen mot Vesterålen i håp om å finne en ledig slipp. Selv om ventetiden var lang og skaden ikke ble utbedret før etter at vår toktperiode var avsluttet, var det naturlig å forsøke å gjennomføre undersøkelsene i områdene omkring de lundekoloniene som var nærmest tilgjengelige; Bleiksøy og Anda. Dette viste seg å være svært heldig. Her var nemlig forholdene helt annerledes enn ved Røst i samme periode. Lundeungene på Bleiksøy og Anda var i godt hold og ble matet med mengder av fin 0-gruppe sild. Like utenfor Bleiksøy og innover i Gavlfjorden øst for Anda fant lundene eksepsjonelt rike beiteområder med rekordstore tettheter av 0-gruppe sild. Under ypperlige værforhold kunne vi derfor uten større problemer samle inn de dataene vi umulig kunne ha fått ved Røst, slik forholdene var der.

Satellitlemetri

Med støtte fra NFR ble det i 1997 innkjøpt 5 stk. Argos satellittsendere av modellen *PTT-100 20 gram version* fra *Microwave Telemetry, Inc.* i Maryland, USA. Dette er i dag den letteste satellittsenderen på markedet. For å tåle trykket på dyp ned til 100 m, måtte de imidlertid fylles med en inkompressibel substans. Dette økte enhetsvekten til ca 29 g. Sendernes utvendige dimensjoner (lengde-bredde-

høyde) er 54 X 18 X 17 mm. Antennen er 216 mm lang, buet og rettet 45° bakover.

Selv om bruk av denne teknologien er kostnadskrevende, er det den eneste måten å kartlegge de daglige bevegelsene til pelagiske sjøfugler over store avstander. Med toll og moms ble innkjøpskostnaden kr 26 500 pr. sender. I tillegg kommer utgiftene for å laste ned data fra *Argos CLS* i Ramonville Cedex, Frankrike. Disse avhenger av sendernes virketid og antall registreringer satellitten gjør, og utgjorde i vårt tilfelle totalt kr 24 500 for fire sendere. I tillegg kommer utgiftene til selve feltarbeidet og utstyr for å feste senderne på fuglene.

I 1997 ble to dummy-sendere av samme vekt og dimensjoner (men uten elektronikk) testet for å prøve ut ulike festemetoder. Bruk av seletøy (teflonbånd og sølvringer) falt ikke heldig ut. Vi valgte derfor å feste senderen direkte til fuglens bakre ryggfjær med saltvannsbestandig 2-komponent epoxy-lim. En fugl ble utstyrt med ekte sender på denne måten i 1997. Med støtte fra OED ble ytterligere tre sendere benyttet i 1998, hvorav to bare ble limt mens den tredje i tillegg ble festet med tre sub-cutane ankere av sølv. En mer detaljert beskrivelse av festemetoden er gitt i **kapittel 3.8**. Tillatelse til å utføre disse eksperimentene ble gitt av Forsøksdyrsutvalget.

2.3 Statistiske metoder

De fleste statistiske tester er foretatt ved hjelp av programpakken *SPSS for Windows* versjon 8.0.1 (© 1989-97 SPSS Inc.). Dersom ikke annet er angitt er det benyttet 2-haledede tester. De demografiske analysene (**kapittel 3.5.2**) ble utført med programmet *MARK* (White 1998) etter samme statistiske prinsippene 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.

Regnearkprogrammet *Microsoft® Excel 97* (© 1985-96 Microsoft Corporation) er delvis benyttet som database-plattform, av og til også for å beregne enkel deskriptiv statistikk. Kartene i **figur 16** ble fremstilt ved hjelp av *ArcView GIS* versjon 3.1 (© 1992-98 ESRI Inc.). Alle de andre figurene laget i *SigmaPlot for Windows* versjon 4.00 (© 1986-97 SPSS Inc.).

3 Resultater

3.1 Bestandsstørrelse

I 1998 hadde Herynken 43 040 trafikkerte (tilsynelatende okkuperte) reirganger. Estimaten hadde et 95 % konfidensintervall på $\pm 8.09\%$. Det er således 95 % sannsynlighet for at det reelle antallet var mellom 39 558 og 46 522. Estimatenes standardfeil ble beregnet etter en stratifisert prosedyre (jf. Anker-Nilssen & Røstad 1993). I **tabell 3** er tilsvarende resultater for hvert år i perioden 1979-98 presentert i henhold til stratifisering etter naturlig avgrensede felt, som for Herynkens vedkommende alltid har vært den parameter som gir størst forbedring av konfidensintervallet (8.6 %

forbedring av estimaten for 1998). De andre parametrene som testes i denne sammenheng er: habitat (5 kategorier), helning (9 kategorier 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 1990-98 var representativ for de andre lundekoloniene i Røst (slik det er rimelig å anta), var det således ca 517 000 trafikkerte reirganger av lunde på Røst i 1998. På Røst er lundegangene gjennomgående så dype at man bare unntaksvis når helt inn til selve reiret. Vi kjenner derfor ikke eksakt hvor stor andel av lundeparene som trafikkerer flere innganger til reiret, eller hvor mange par som deler den

Tabell 3. Takseringsresultater for overvåking av lundekolonien på Herynken i 1979-98. Takseringsenheten er en trafikkert (tilsynelatende okkupert) reirgang. De tradisjonelle prøvefeltene omfattet tre transekter på Herynken og Ellefsnyken. Nåværende takseringsmetode (Star-systemet, Anker-Nilssen & Røstad 1983) ble innført på Herynken i 1983. Bestandsestimatenes standardfeil ble utregnet ved hjelp av en prosedyre stratifisert i forhold til naturlig avgrensede deler av kolonien. – Census and monitoring results for the Puffin population on Herynken in 1979-98. The monitoring unit is an apparently occupied burrow. The traditional monitoring scheme included three transects at Herynken and Ellefsnyken. The current scheme (the Star system, Anker-Nilssen & Røstad 1993) was introduced on Herynken in 1983. Standard errors of population estimates were 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 apparently 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	– 6.7
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

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

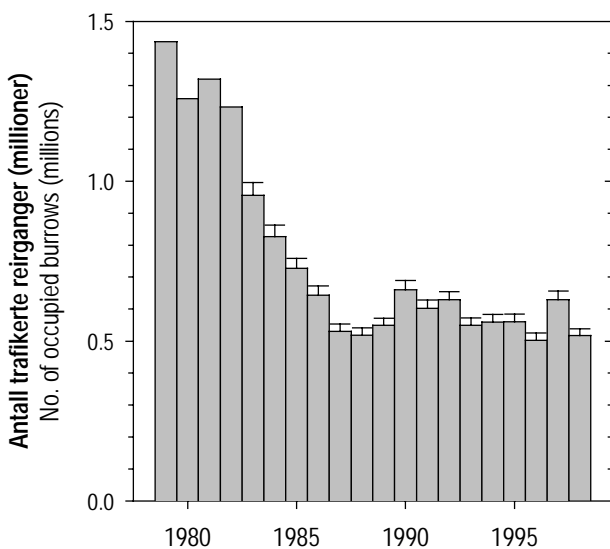
2) Taksert av andre personer enn i tidligere år - Other counters than in previous years.

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 Herynken i 1979-88 er publisert av Anker-Nilssen & Røstad (1993) og utviklingen i 1979-94 av Anker-Nilssen et al. (1996). Etter den dramatiske tilbakegangen midt på 80-tallet har bestanden vært forholdsvis stabil. Det ble påvist en viss bestandsoppgang i 1988-90, og en tilsvarende tilbakegang frem til 1996 da bestanden var på sitt hittil laveste (**tabell 3, figur 1**). Antallet trafikerte reirganger ble da målt til bare 35.0 % av antallet da overvåkingen startet i 1979. Antallet i 1998 var imidlertid bare marginalt større enn dette.

Vanligste alder for førstegangshekkende fugler i denne bestanden er 5-7 år (bl.a. Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Basert på den gode hekkesuksessen i 1989-92 (Anker-Nilssen & Øyan 1995), kunne det derfor forventes en



Figur 1

Utviklingen i hekkebestanden av lunde på Røst (tilsynelatende okkuperte reirganger + 1 SE) i perioden 1979-98. 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 Herynken er representativ for hele Røst. – Development of the breeding population of Puffins at Røst (apparently occupied burrows + 1 SE) in 1979-98. 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 Herynken is representative for Røst as a whole.

betydelig rekruttering til bestanden i årene 1994-98. Resultatene viser imidlertid at bestanden var relativt stabil i denne perioden. Dette betyr ikke at den har manglet rekruttering, men viser at tilveksten ikke har vært større enn det som måtte til for kompensere for dødeligheten blant etablerte hekkefugler. Siden denne dødeligheten var svært høy i samme periode (**kapittel 3.5.2**), er det derfor grunn til å anta at rekrutteringen har vært rimelig god, i alle fall frem til 1997. 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 er trolig med på å forklare bestandsøkningen som ble målt det året. De fremholdt dessuten at vektcondisjonen til voksne fugler tidlig i sesongen kan antyde at hekkevilligheten, i alle fall slik den reflekteres ved reirtellingene til samme tid, har sammenheng med miljøforholdene i etablerings- og eggleggingsperioden.

Gjennomsnittsvekten til et utvalg voksne individer som ble kontrollert 14-15 mai 1998 var 476.5 g ($SE = 6.3$, $n = 40$). Sammenholdt med data innsamlet på samme sted og måte i mai 1996 og 1997 (jf. Anker-Nilssen & Brøseth 1998) var det signifikant variasjon i vektene mellom de tre årene ($F = 12.968$, $df = 2, 64$, $p < 0.001$). I 1998 veide fuglene 8.9 % mindre enn de fra året før ($t = -3.108$, $df = 47$, $p = 0.003$) og 6.7 % mer enn de i 1996 ($t = 3.400$, $df = 48.84$, $p = 0.001$). Det kan derved ikke utelukkes at bestandsreduksjonen fra 1997 til 1998 til en viss grad skyldtes redusert hekkevillighet. Likevel er dette er den nest største tilbakegangen som er målt for lundene på Røst. Det er derfor ganske sannsynlig at sviktende rekruttering var en vesentlig del av forklaringen. Dette kunne forventes, siden det i 1998 var seks år siden den siste hekkesesongen med reproduksjon av betydning. Om redusert overlevelse for voksne fugler også har bidratt, kan ikke avklares før neste års resultater av demografiarbeidet foreligger (**kapittel 3.5.2**).

Bestandsstørrelsen i 1998 var kun 36.0 % av bestandsstørrelsen i 1979 og omtrent like lav som i 1988 og 1996. Tilbakegangen i lundebestanden på Røst i denne 20-årsperioden utgjør omtrent 920 000 trafikerte reirganger, noe som tilsvarer nær halvparten av dagens norske lundebestand som teller i overkant av 2 000 000 par (Anker-Nilssen 1990, Anker-Nilssen et al. upubl. data).

3.3 Næringsstudier

I analysen av materialet fra 1998 ble, som tidligere, hver femdagersperiode gitt lik vekt, uavhengig av hvor mange næringsprøver som ble innsamlet. I relasjon til vekt utgjorde sild 33.0 % av ungenes diett, dvs. litt i underkant av gjennomsnittet for siste 20-årsperiode (**tabell 4**). Vi har

ingen data fra 1995, men denne andelen har ellers vært relativt stabil siden 1992 (variasjonsbredde 32.2-49.2 %).

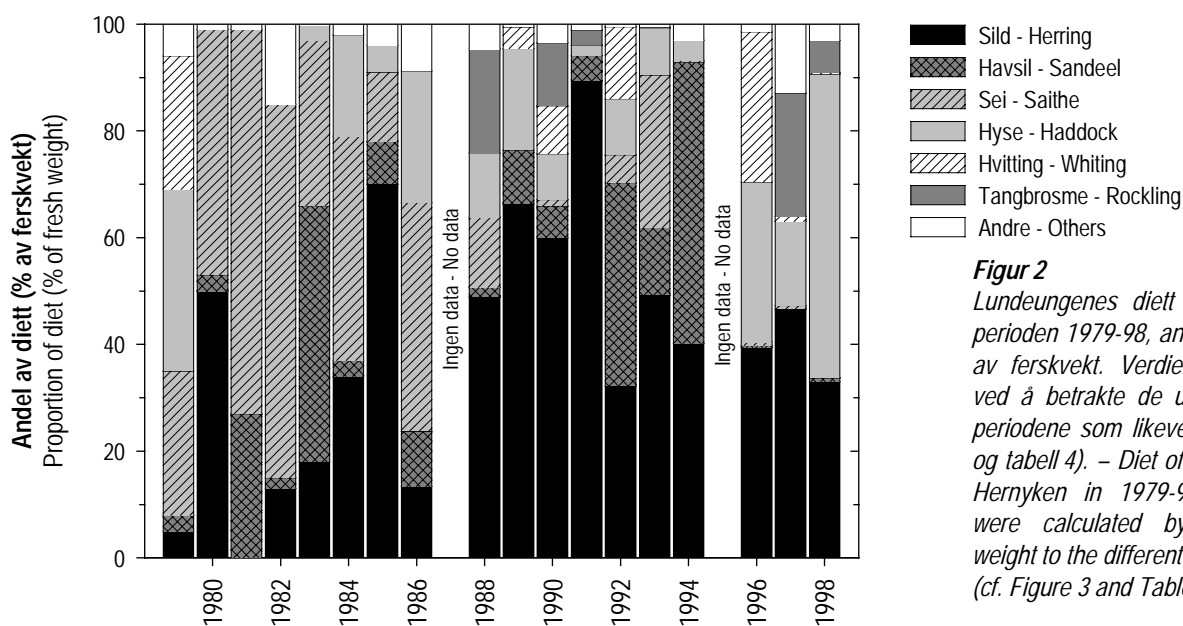
Sesongen 1998 avviker imidlertid fra alle tidligere år ved at hyse *Melanogrammus aeglefinus* for første gang utgjorde mer en halvparten av ungenes diett (figur 2). Dette er spesielt interessant sett i lys av Havforskningsinstituttets registreringer i Barentshavet og tilstøtende havområder i august-september, som viser at 1998 er den sterkeste årsklassen av hyse siden målingene startet i 1965 (H. Gjørø, pers. medd.). Nest etter sild var hyse og mindre torsk det hyppigste innslaget i tråltrekkene vi gjorde langs kysten av Lofoten og Vesterålen under fellestoktet i juli. Bare en gang tidligere (i 1979) har lundeungenes diett på Røst vært dominert av hyse (Anker-Nilssen & Øyan 1995).

I forhold til tidligere års resultater var innslaget av andre torskefisker i ungenes diett ganske marginalt. Med unntak for 1993-sesongen har sei vært et helt ubetydelig byttedyr de siste ti årene. Ved siden av hyse var det bare torsk *Gadus morhua* (2.7 %) og tangbrosme *Rhinonemus* spp. (6.0 %) som bidro med mer enn en vektprosent i 1998. Innslaget av havsil *Ammodytes marinus* har aldri tidligere vært så dårlig som i de siste tre årene (1996-98), og bidro med mindre enn en vektprosent hvert år.

Som vanlig varierte ungenes diett betydelig i løpet av sesongen (figur 3). I likhet med de to foregående årene, avtok andelen av sild ganske raskt og forsvant nesten fullstendig i løpet av første halvdel av ungeperioden. Både i

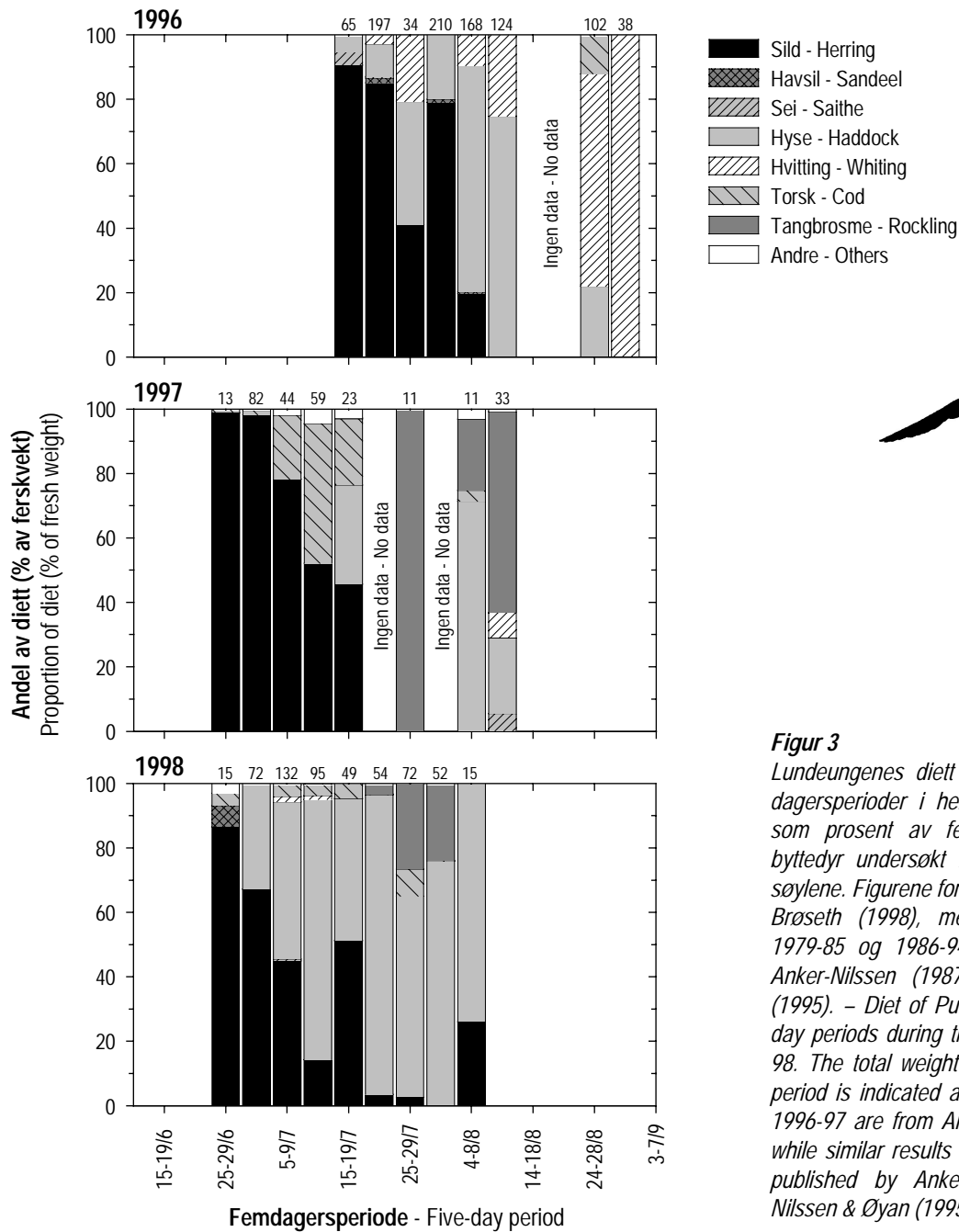
Tabell 4. Lundeungenes diett (prosent av ferskvekt) på Heryken i 1998 sammenlignet med gjennomsnitt for perioden 1979-97 (se tidligere rapporter for årlige resultater). Tallene er basert på totaler for femdagersperioder som ble betraktet som likeverdige i analysen (jf. figur 2). Ingen prøver ble innsamlet i 1987 og 1995. – The diet of Puffin chicks (percentages of fresh weight) at Heryken in 1998 compared with the mean for the period 1979-97 (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 1979-97	1998	Snitt – Mean 1979-98
Sild – Herring	39.8	33.0	39.4
Havsil – Sandeel	13.6	0.7	12.9
Sei – Saithe	23.1	0.1	21.9
Hyse – Haddock	11.4	56.8	13.9
Hvitting – Whiting	4.7	0.3	4.5
Andre torskefisk Other gadoids	2.0	3.1	2.1
Tangbrosme – Rockling	3.4	6.0	3.5
Makrell – Mackerel	0.2	0	0.2
Andre fiskearter Other fish species	1.3	0	1.2
Blekksprut eller krill Squid or krill	0.5	< 0.1	0.5
Sum - Sum	100	100	100
<i>n</i> prøver - <i>n</i> samples	114	73	112
Antall femdagersperioder No. of five-day periods	8	9	8



Figur 2

Lundeungenes diett på Heryken i perioden 1979-98, angitt som prosent av ferskvekt. Verdiene er beregnet ved å betrakte de ulike femdagers-periodene som likeverdige (jf. figur 3 og tabell 4). – Diet of Puffin chicks at Heryken in 1979-98. The results were calculated by giving equal weight to the different five-day periods (cf. Figure 3 and Table 4).



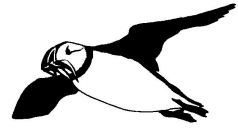
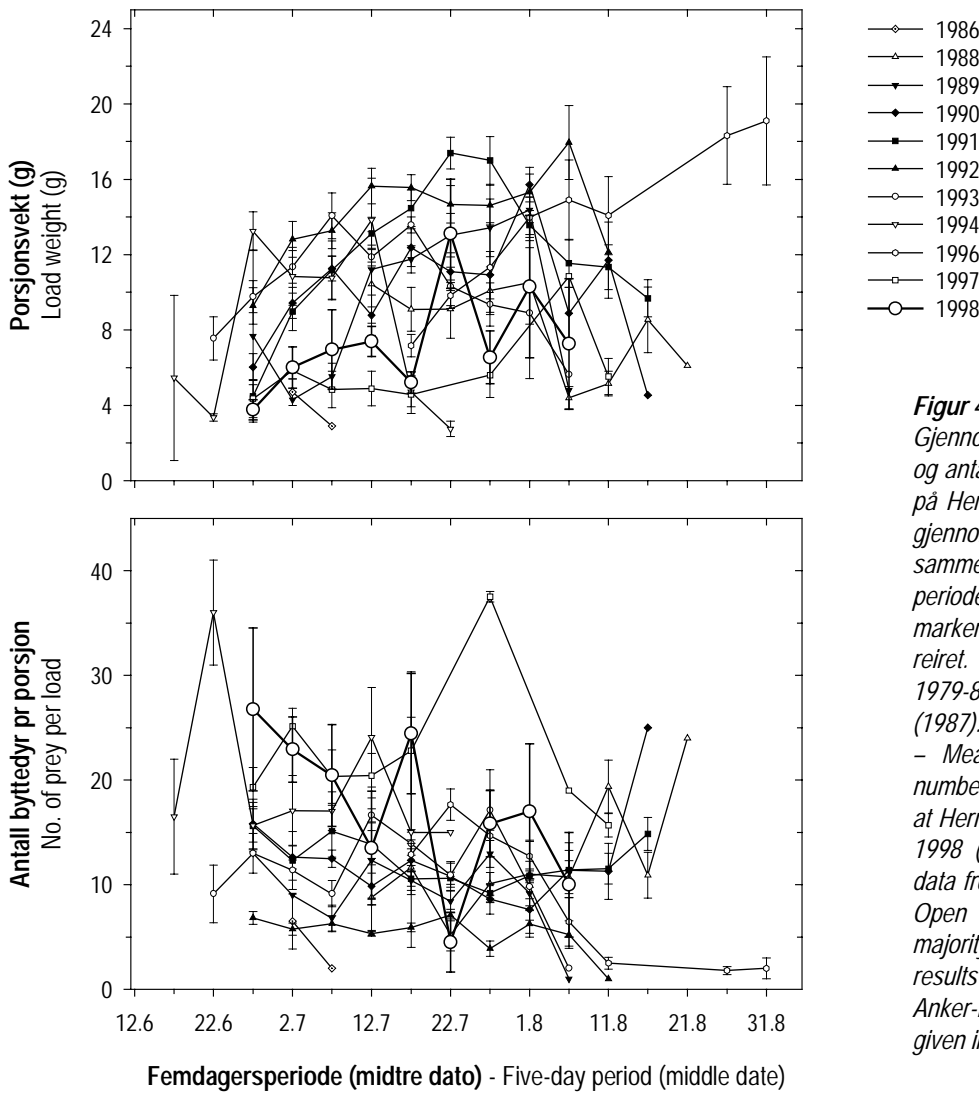
Figur 3
Lundeungenes diett på Herynken fordelt på fem-dagersperioder i hekkesesongene 1996-98, angitt som prosent av ferskvekt. Samlet vekt (g) av byttedyr undersøkt i hver periode er angitt over søylene. Figurene for 1996-97 er fra Anker-Nilssen & Brøseth (1998), mens tilsvarende resultater for 1979-85 og 1986-94 er publisert av henholdsvis Anker-Nilssen (1987) og Anker-Nilssen & Øyan (1995). – Diet of Puffin chicks at Herynken in five-day periods during the breeding seasons of 1996 - 98. The total weight (g) of prey examined in each period is indicated above the bars. The graphs for 1996-97 are from Anker-Nilssen & Brøseth (1998), while similar results for 1979-85 and 1986-94 were published by Anker-Nilssen (1987) and Anker-Nilssen & Øyan (1995), respectively.

1997 og 1998 skjedde dette innen 20. juli, noe som står i klar kontrast til forholdene i de gode sildeårene 1990-92, da andelen av sild holdt seg høy frem til første uke av august (Anker-Nilssen & Øyan 1995).

I tråd med erfaringene fra de fleste tidligere år, var det torskfisker, i dette tilfellet hyse, som overtok dominansen da silda forsvant. Det er normalt at hyse forekommer mer hyppig sent enn tidlig i sesongen, men som regel er innslaget av andre arter (spesielt hvitting og tangbrosme), relativt sett noe høyere enn det var i 1998.

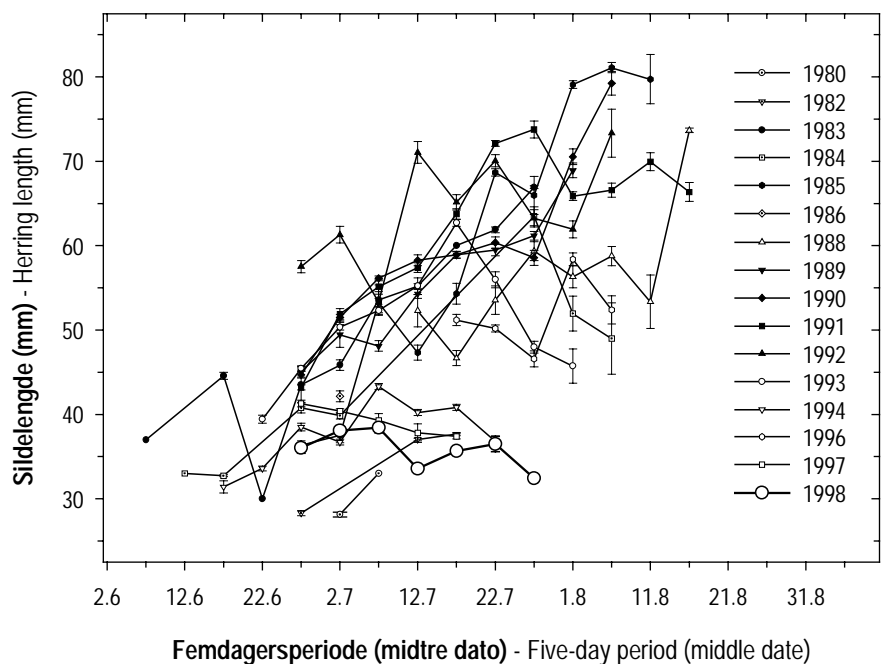
Som vanlig varierte nebbporsjonene kraftig i størrelse gjennom sesongen. Sammenlignet med tidligere år var de likevel gjennomgående lette og inneholdt et høyt antall byttedyr (figur 4). Det var likevel en klar antydning til tyngre porsjoner med færre byttedyr etter midten av juli. Dette skyldtes først og fremst et økende innslag av stor hyse og en avtagende andel av sild i dietten.

Silden i lundeungenes diett i 1998 var av meget dårlig kvalitet (tabell 6). Bare noen få ganger tidligere har størrelsen vært så beskjeden, og fra midten av juli var silden mindre enn på samme tid i noen annen sesong (figur 5).



Figur 4
Gjennomsnittlig (± 1 SE) porsjonsvekt (g) og antall byttedyr i nebbporsjoner fra lunde på Herynken fordelt på femdagersperioder gjennom hekkesesongen 1998 (fete linjer) sammenlignet med parallelle data fra ti år i perioden 1986-97. Åpne symboler markerer år hvor de fleste ungene omkom i reiret. Tilsvarende resultater for perioden 1979-85 er publisert av Anker-Nilssen (1987). Antall porsjoner er angitt i tabell 5. - Mean (± 1 SE) load weight (g) and number of prey in food loads from Puffins at Herynken during the breeding season of 1998 (bold lines) compared with parallel data from ten years in the period 1986-97. Open symbols indicate years when the majority of chicks died as nestlings. Similar results for 1979-85 were published by Anker-Nilssen (1987). Sample sizes are given in Table 5.

Figur 5
Lengde (mm) av 0-gruppe sild i nebbporsjoner fra lunde på Røst i 1998 (fete linjer) plottet som gjennomsnitt (± 1 SE) i ulike femdagersperioder og sammenlignet med parallelle data fra 15 tidligere år. Åpne symboler markerer år hvor de fleste ungene omkom i reiret. Utvalgsverdier er angitt i tabell 5. - Length (mm) of 0-group herring in food loads from Puffins at Røst in 1996-97 (bold lines) plotted as means (± 1 SE) for different five-day periods and compared with parallel data from 15 earlier years. Open symbols indicate years when the majority of chicks died as nestlings. Sample sizes are given in Table 5.

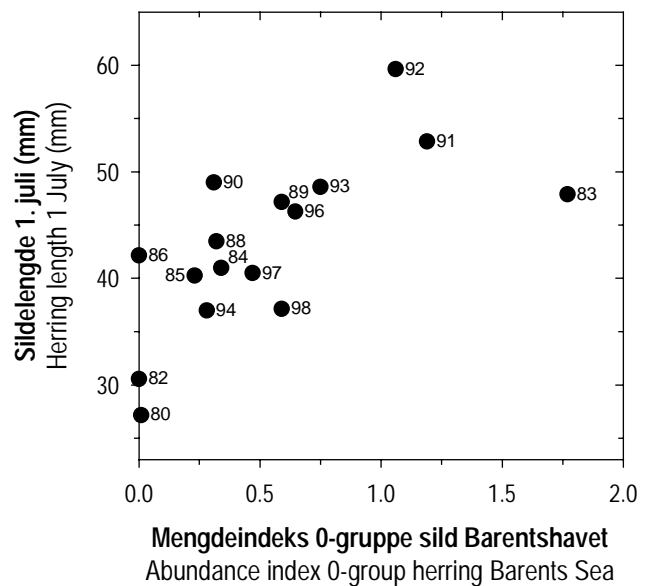


Tabell 5. Antall 0-gruppe (0-gr) sild fra lunde målt (jf. figur 5) og antall komplette nebbporsjoner (n) undersøkt (jf. figur 3 og 4) i ulike femdagersperioder i 1998, sammenlignet med tilsvarende data for 1996-97 (fra Anker-Nilssen & Brøseth 1998). – Numbers of 0-group (0-gr) herring from Puffins measured (cf. Figure 5) and complete food loads (n) examined (cf. Figures 3 and 4) in different five-day periods in 1998, compared with similar data for 1996-97 (from Anker-Nilssen & Brøseth 1998).

Periode Period	1996 0-gr (n)	1997 0-gr (n)	1998 0-gr (n)
25–29.6		40 (3)	72 (4)
30.6–4.7		251 (14)	164 (12)
5–9.7		79 (9)	161 (9)
10–14.7		60 (12)	97 (12)
15–19.7	91 (9)	63 (5)	151 (9)
20–24.7	266 (20)	0 (2)	8 (4)
25–29.7	28 (3)	0 (1)	16 (11)
30.7–3.8	152 (15)	0 (6)	0 (5)
4–8.8	35 (11)		0 (2)
9–13.8	0 (8)		
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)

Det var heller ingen tegn til den normale økningen i størrelse utover i sesongen, snarere tvert imot. Sild innsamlet fra 12 nebbporsjoner til lunde på Bleiksøy (69°16'N 15°52'E) utenfor Andøya 19 juli 1998 målte gjennomsnittlig 45.3 mm ($SD = 7.4$, $n = 157$) og var betydelig lengre ($t = 12.88$, $df = 206.8$, $p < 0.001$) enn de i 6 porsjoner med sild som ble samlet inn på Røst til samme tid (19-20 juli, snitt 37.0 mm, $SD = 2.6$, $n = 109$). I forhold til dato var likevel sildestørrelsen på Bleiksøy vesentlig mindre enn hva som er normalt på Røst i gode sesonger (55-70 mm) og faktisk i underkant av hva som er målt i en rekke dårlige sesonger (figur 5).

Gjennomsnittlig lengde av sild i lundenes diett pr. 1. juli hvert år kan benyttes som en indeks for sildens størrelseskondisjon. Verdiene estimeres ved hjelp av lineære regresjonsanalyser basert på gjennomsnittsverdiene for hver femdagersperiode i det enkelte år (jf. figur 5). Selv om sildelengden i 1998 var noe mindre enn årsklassestyrken skulle tilsi, er det stadig godt samsvar mellom denne lengdeindeksen og Havforskningsinstituttets mengdeindeks for de samme årsklassene målt i Barentshavet et par måneder senere (Spearman $r_s = 0.711$, $n = 16$, $p = 0.002$, figur 6).



Figur 6

Gjennomsnittlig lengde (mm) av 0-gruppe sild i nebbporsjoner fra lunde på Røst 1. juli for 16 ulike år i perioden 1980-98, i relasjon til Havforskningsinstituttets mengdeindeks for de samme årsklassene målt i Barentshavet 8-10 uker senere (Toresen 1985, Anon. 1998, H. Gjosæter pers. medd.). Lengdeverdiene ble beregnet ved vektet, lineær regresjon på data gruppert i femdagersperioder (jf. figur 5). – Mean length (mm) of 0-group herring in food loads from Puffins at Røst on 1 July for 16 different years in 1980-98, in relation to abundance indices obtained by the Institute of Marine Research for the same year-classes in the Barents Sea 8-10 weeks later (Toresen 1985, Anon. 1998, H. Gjosæter pers. comm.). The length values were estimated by weighted linear regressions on data grouped in five-day periods (cf. Figure 5).

Det er vanligvis også betydelige størrelsesforskjeller fra år til år for de fleste andre byttedyrartene (jf. Anker-Nilssen & Øyan 1995, Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Hysene i 1998 var større enn året før, men klart mindre enn i 1996 (tabell 6), og noe mindre enn gjennomsnittet i tidligere år. Målene for de andre byttedyrene lå klart under tidligere års gjennomsnittsverdier, selv om utvalgsstørrelsen for sil, sei og hvitting var så liten (alle $n = 2$) at det ikke er rimelig å trekke noen konklusjon for disse artene. Imidlertid var både torsk og tangbrosme betydelig mindre enn noen gang tidligere.

De 13 komplette nebbporsjonene som ble innsamlet fra lunder på Bleiksøy 19 juli 1998, veide gjennomsnittlig 7.67 g ($SE = 0.96$). Porsjonene var dominert av 0-gruppe sild (182 fisk, vektprosent 78.4), og inneholdt forøvrig 2 hyser (vektprosent 12.7) og 3 sil (vektprosent 8.8).

Tabell 6. Lengde (mm) av ferske, hele fisk av de vanligste arter i nebbporsjoner fra lunde på Hernyken i 1996-98. Verdiene i parentes er vektete gjennomsnitt der de enkelte femdagers-periodene ble betraktet som likeverdige (jf. figur 2). Se Anker-Nilssen & Øyan (1995) for tilsvarende data fra 1988-94 (også sammenfattet i Anker-Nilssen & Brøseth 1998). – Length (mm) of fresh, whole fish of the most frequent species in food loads from Puffins at Hernyken in 1996-98. Values given in brackets are weighted means calculated by giving the different five-day periods equal weight (cf. Figure 2). See Anker-Nilssen & Øyan (1995) for similar data from 1988-94 (also summarised by Anker-Nilssen & Brøseth 1998).

Art Species	Parameter Parameter	År - Year		
		1996	1997	1998
Sild	Snitt – Mean	52.5 (52)	39.6 (39)	36.6 (36)
Herring	SD, n	8.5, 572	5.2, 493	6.0, 669
Havsil	Snitt – Mean	76.7 (77)		54.5 (55)
Sandeel	SD, n	3.7, 6		7.8, 2
Sei	Snitt – Mean	53.0 (51)	69.0	38.5 (39)
Saithe	SD, n	6.1, 3	0.0, 1	0.7, 2
Hyse	Snitt – Mean	99.3 (95)	65.3 (65)	79.3 (81)
Haddock	SD, n	21.5, 37	12.2, 6	26.1, 54
Hvitting	Snitt – Mean	91.5 (90)	73.0	52.5 (53)
Whiting	SD, n	24.2, 23	0.0, 1	20.5, 2
Torsk	Snitt – Mean	125.0	33.4 (32)	32.9 (34)
Cod	SD, n	0.0, 1	7.4, 62	8.4, 50
Tangbrosme	Snitt – Mean		32.1 (30)	29.7 (30)
Rockling	SD, n		4.3, 132	3.8, 140
Makrell	Snitt – Mean		31.7 (33)	
Mackerel	SD, n		4.5, 3	

3.4 Reproduksjon

3.4.1 Eggstørrelse

Hos mange arter er det vist at uerfarne, unge fugler legger mindre egg enn voksne, erfarne hekkfugler (f.eks. Sæther 1990). Variasjoner i eggstørrelse innen populasjonen kan derfor indikere om bestandsendringene skyldes variasjoner i rekruttering eller i hvor stor andel av de etablerte hekkfuglene som går til hekking hvert år, selv om eggstørrelsen også kan være påvirket av fuglenes kondisjon ved hekkstart. I 1983 og i alle 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

$$V = K_v LB^2$$

Tabell 7. Statistikk for eggstørrelse (i mm og ml) hos lunde i studiereirene på Røst i 1982-98. – Parameters of egg size (in mm and ml) for Puffins in the nests studied at Røst in 1982-98.

År Year	n	Lengde Length		Bredde Breadth		Volume Volume	
		Snitt Mean	SE SE	Snitt Mean	SE SE	Snitt Mean	SE SE
1982	4	62.1	0.21	44.3	0.28	61.8	0.99
1983	121	64.0	0.20	44.2	0.10	63.4	0.39
1989	11	62.4	0.54	44.0	0.56	61.3	1.72
1990	109	63.8	0.24	43.5	0.15	61.2	0.55
1991	164	64.0	0.19	43.9	0.12	62.7	0.40
1992	147	63.5	0.19	43.7	0.11	61.6	0.38
1993	149	63.7	0.18	44.0	0.10	62.5	0.35
1994	163	63.7	0.18	43.9	0.10	62.2	0.34
1995	283	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
Totalt Total	1548	63.4	0.06	43.8	0.03	61.8	0.13

der L er eggglengde, B er eggbredde og konstanten $K_v = 0.507$. Noen få egg ble også målt i 1982 og 1989. Selv om eggstørrelsen i 1998 var omtrent som året før og ikke skilte seg nevneverdig fra gjennomsnittet for alle år, var variasjonen i eggvolum mellom år meget betydelig (tabell 7, ANOVA, $F_{11,1538} = 3.37$, $p < 0.001$). Eggene var størst i 1983 og minst i 1995. Dette gir støtte for viktige antagelser om sammenhengen mellom reproduksjon og rekruttering, slik det er diskutert av Anker-Nilssen & Brøseth (1998).

Når dataene for 1998 føyes til, er det imidlertid ikke lenger noen signifikant negativ samvariasjonen mellom prosentvis bestandsendring fra foregående år (verdier i tabell 3) og ulike eggsmål (Pearson-korrelasjoner: eggvolum $r^2 = 0.224$, $n = 12$, $p = 0.120$, eggbredde $r^2 = 0.220$, $n = 12$, $p = 0.124$ og eggglengde $r^2 = 0.006$, $n = 12$, $p = 0.804$). Dette gjelder også i forhold til endringen i eggvolum mellom påfølgende år ($r^2 = 0.171$, $n = 11$, $p = 0.205$). Tendens til en negativ korrelasjon mellom eggvolum og gjennomsnittlig hekk-suksess 5-7 år tidligere (Pearson $r^2 = 0.284$, $n = 12$, $p = 0.074$) er imidlertid opprettholdt og gir fortsatt støtte til sammenhengen mellom rekruttering og eggstørrelse.

3.4.2 Hekketidspunkt, belegg og klekkesuksess

Lundeeggens klekkesidspunkt fra år til år har variert innenfor en periode på nesten seks uker med tyngdepunkt i siste uke av juni (tabell 8).

Tabell 8. Statistikk for klekketidspunkt i studiereirene på Røst i perioden 1978-98. Estimater for 1978-79 er basert på data publisert av Tschanz (1979). – Parameters of the timing of hatching in the nests studied at Røst in 1978-98. Estimates for 1978-79 are based on data published by Tschanz (1979).

År Year	Klekkedato (1. juni = 1) Hatching date (1 June = 1)				Avvik i dager fra Deviation in days from	
	Snitt Mean	SD	Median	n	forrige år last year	alle år all years
1978	26.1	1.8	26	25	?	0.9
1979	23.2	2.5	23	31	-2.9	-2.0
1980	18.3	5.5	18	7	-4.9	-6.9
1981	16.5	8.7	14	11	-1.8	-8.7
1982	13.3	6.2	13	18	-3.2	-11.9
1983	10.6	5.8	11	66	-2.7	-14.6
1984	20.0	6.6	19	37	9.4	-5.2
1985	28.6	5.2	28	43	8.6	3.4
1986	22.8	4.5	23	59	-5.8	-2.4
1987	?	?	?	0	?	?
1988	30.2	6.3	30	24	?	5.0
1989	28.2	7.3	27	84	-2.0	3.0
1990	24.3	8.1	23	131	-3.9	-0.9
1991	25.0	3.9	25	138	0.7	-0.2
1992	29.5	5.7	29	138	4.5	4.3
1993	24.8	4.4	24	131	-4.7	-0.4
1994	21.5	8.6	19	63	-3.3	-3.7
1995	(28.0)	-	(28)	1	(6.5)	2.8
1996	51.5	6.7	51	69	23.5	26.3
1997	30.7	4.1	30	144	-20.8	5.5
1998	30.5	5.5	32	129	-0.2	5.3
1978-98	25.2	8.4	24.5	20		

Tyngdepunktet i klekkingen i 1998 inntraff ca en uke senere enn medianen for alle år. Vektkontroll av 40 voksne fugler 14-15 mai antydte at fuglenes kondisjon like før egglegging var relativt god, selv om vektene var litt lavere enn året før (**kapittel 3.2**). Det er således ikke belegg for å anta at hekkingen har vært spesielt forsinket som følge av dårlige forhold tidlig i sesongen, slik tilfellet trolig var i 1995-96 (Anker-Nilssen & Brøseth 1998).

Utvalget av studiereir i 1998 var det samme som i de to foregående år. Frekvens og rutiner for reirsjekk var også uendret. Andelen reir hvor det beviselig ble lagt egg var 15.6 % lavere i 1998 enn året før (**tabell 2**). Dette samsvarer godt med den parallelle reduksjonen i bestandsstørrelse som ble målt til 18.0 % (**tabell 3**) og antyder at hekkebelegget var på nivå med 1997. Studiereirene i 1997 og 1998 var de samme. Dersom vår aktivitet i studiereirene har en progressiv negativ effekt, var trolig hekkebelegget i 1998 litt høyere enn i 1997 og dermed det beste siden 1993.

I 1998 ble det konstatert klekking i 132 (51.6 %) av de 256 studiereirene hvor det påviselig ble lagt egg. Dette er omtrent på samme nivå som året før, da den tilsvarende andelen var 150 av 304 reir (49.3 %), og betydelig høyere enn i årene 1994-96 da klekkesuksessen var svært dårlig (jf. Anker-Nilssen & Brøseth 1998).

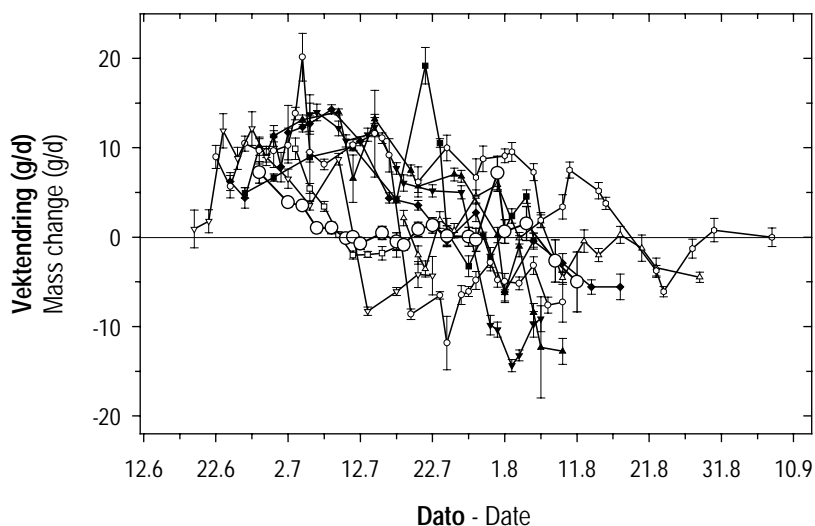
3.4.3 Ungevekst

Lundeungenes vekst i 1998 var noe av det svakeste som hittil er registrert på Røst (**figur 7-9**). Selv om like dårlig vektutvikling er dokumentert i enkelte andre år (**figur 8**), var det bare i de mislykkede sesongene tidlig på 1980-tallet at stagnasjonen i veksten inntraff så tidlig i sesongen (**figur 7**, Anker-Nilssen 1987). Etter en rimelig god men meget kort periode i siste uke juni, gikk veksten stort sett på sparebluss og dødeligheten satte inn med full tyngde. Fra annen uke av juli var det bare unntaksvis at kroppsvekten til ungene som ennå var i live gjennomsnittlig økte med mer enn ett gram i døgnet.

Ungenes morfometriske utvikling i relasjon til alder viser med all tydelighet hvor dårlig det stod til (**figur 9**). Veksten i 1998 var enda langsommere enn i 1997 og er gjennomgående den aller svakeste som er målt på Røst (se Anker-Nilssen 1987 for tilsvarende data fra 1980-85). En sammenligning av vektkurvene antyder at veksten var vel så langsom i 1980 (**figur 8**). Den gang ble imidlertid bare vingelengde målt i tillegg til vekt, og disse resultatene er ennå ikke analysert i relasjon til alder (Anker-Nilssen et al. 1983).



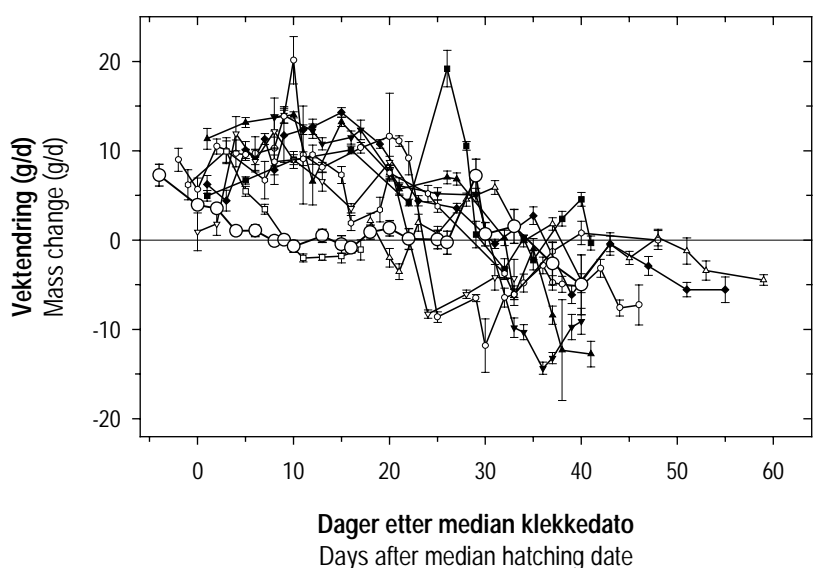
Størrelsen på silda i ungenes diett midtsommers er en god indikator for sildeårsklassens styrke (**figur 6**) og hvilken vekst og overlevelse lundeungene har i vente (**figur 11**). I 1997 og 1998 var porsjoner som denne helt typiske og en klar pekepinn om hvilken vei det bar. (Foto © T. Anker-Nilssen)



- ◇— 1988 (43, 478)
- ▼— 1989 (74, 503)
- 1990 (86, 737)
- 1991 (86, 645)
- ▲— 1992 (93, 531)
- 1993 (73, 873)
- ◇— 1994 (35, 275)
- 1996 (43, 310)
- ◇— 1997 (29, 131)
- 1998 (36, 305)

Figur 7

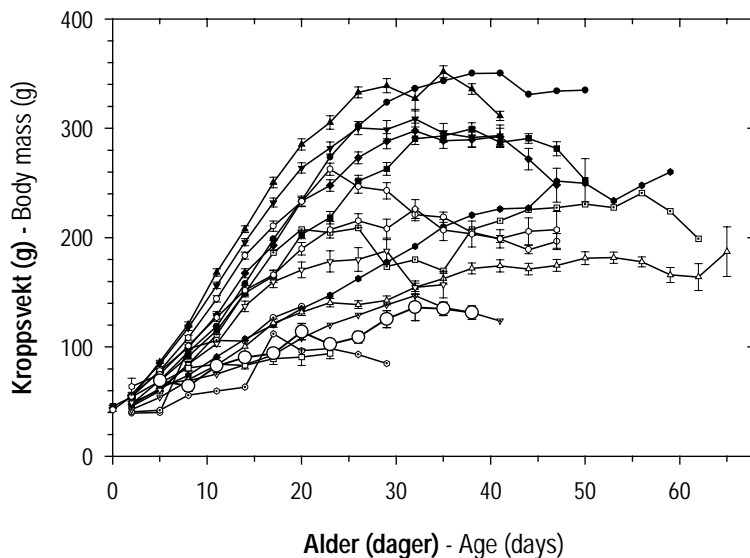
Gjennomsnittlig daglig vektending ($g \pm 1 SE$) for lundeunger på Røst i 1998 (fete linjer) sammenlignet med tilsvarende data fra 1988-97 og vist i relasjon til dato (øverst) og dager etter median klekkedato (nederst). Åpne symboler markerer år hvor de fleste ungene omkom i reiret.. Alle plott er basert på minst fem individuelle mål. Maksimalt antall mål pr. plott og totalt antall mål er angitt for hvert år. – Mean daily change in body mass ($g \pm 1 SE$) for Puffin chicks at Røst in 1998 (bold lines) compared with similar data from 1988-97 and presented in relation to real date (top) and days after median hatching date (bottom). Open symbols indicate years when the majority of chicks died as nestlings. All plots are based on at least five individual measurements. The maximum number of measurements pr. plott and the total number of measurements are indicated for each year.

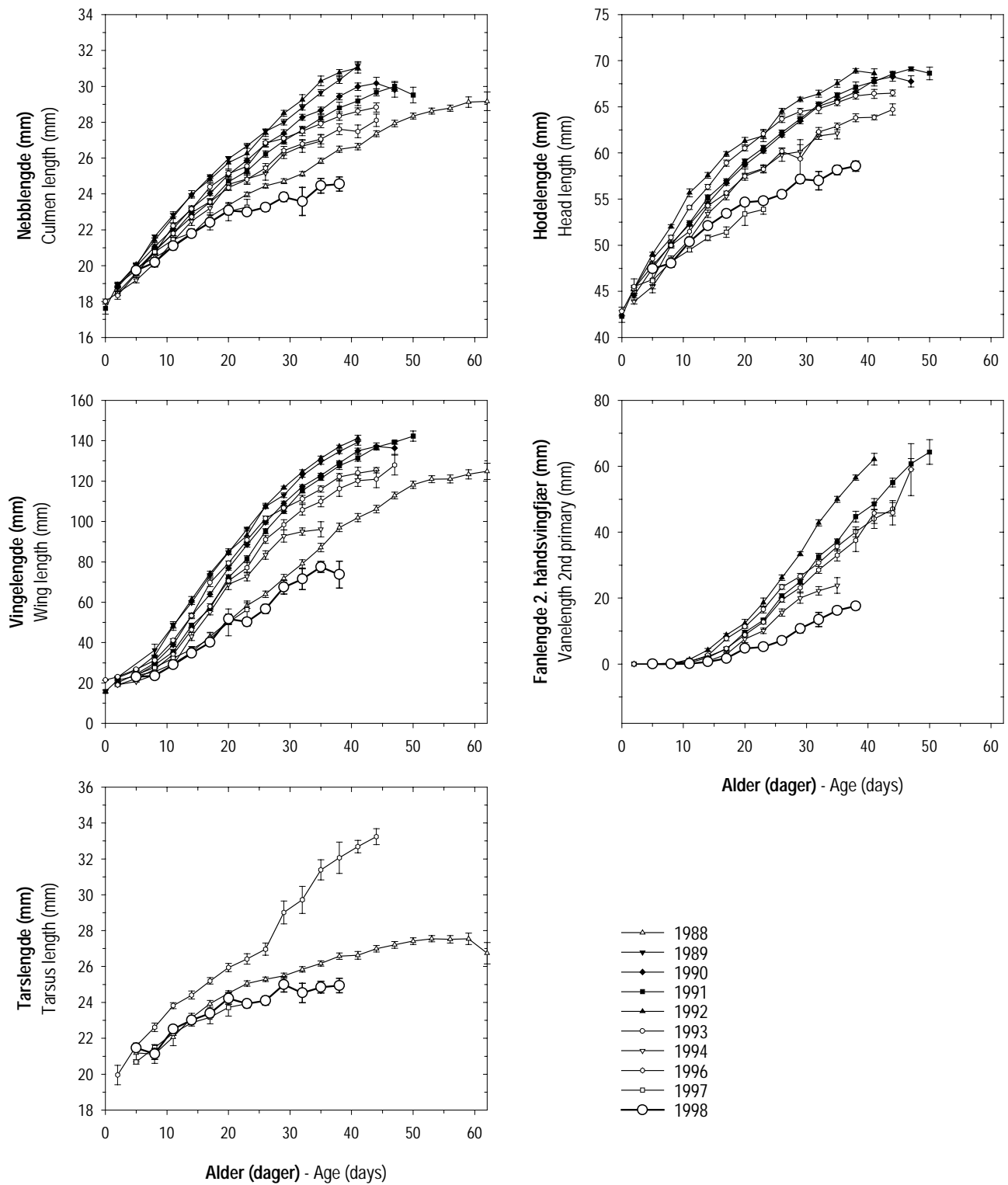


Figur 8

Lundeungenes vektutvikling ($g \pm 1 SE$) på Røst i 1998 (fete linjer) i relasjon til alder (dager) sammenlignet med data fra 1980-97. 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 1998 (bold lines) in relation to their age (days) compared with similar data from 1980-97. 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.

- ◇— 1980
- ◇— 1981
- ◇— 1982
- 1983
- ◇— 1984
- 1985
- ◇— 1988 (48, 586)
- ▼— 1989 (59, 678)
- 1990 (70, 861)
- 1991 (77, 841)
- ▲— 1992 (76, 754)
- ◇— 1993 (102, 1011)
- ◇— 1994 (56, 353)
- 1996 (43, 380)
- ◇— 1997 (81, 243)
- 1998 (85, 397)





Figur 9

Gjennomsnittlige vekstkurver (mm ± 1 SE) for lundeungenes utvikling av nebbengde, hodelengde (inkl. nebb), vingelengde, utbrutt fjærfan (på lengste håndsvingfjær) og tarslengde på Røst i 1998 (fete linjer) i relasjon til alder (dager) sammenlignet med tilsvarende data fra 1988-97. Åpne symboler markerer år hvor de fleste ungene omkom i reiret. Tilsvarende kurver for 1980-85 er publisert av Anker-Nilssen (1987) for noen av variablene. Alle plott er basert på minst fem individuelle mål, men utvalgsstørrelsen er gjennomgående noe lavere enn i figur 8 fordi noen av variablene periodevis bare ble målt ved hver annen kontroll. – Mean growth curves (mm ± 1 SE) for the length development of culmen, head+bill, wing, vane of longest primary pen, and tarsus of Puffin chicks at Røst in 1998 (bold lines) in relation to their age (days) compared with similar data from 1988-97. Open symbols indicate years when the majority of chicks died as nestlings. Similar curves for 1980-85 have been published by Anker-Nilssen (1987) for some of the variables. All plots are based on at least five individual measurements, but samples sizes are in general somewhat lower than in Figure 8, as some variables were periodically only measured during every second control.

3.4.4 Hekkesuksess

Lundenes hekkesuksess har variert sterkt fra år til år (**tabell 9**). Hekkeresultatet måles som utflygingssuksess, definert som andel klekte unger som forlater reiret. Det er da tatt hensyn til mulige effekter av forstyrrelse forårsaket av vår kontrollvirksomhet i den mest sårbare perioden under og like etter klekking (se f.eks. Anker-Nilssen & Brøseth 1998 for nærmere forklaring). I enkelte år er derfor den virkelige utflygingssuksessen trolig litt dårligere enn resultatene i tabellen tilsier. For årene med total ungedødelighet, ble resultatene også bekreftet av en rekke andre observasjoner i kolonien (bl.a. de voksne fuglenes adferd).

Tabell 9. Beregnet utflygingssuksess for lundeunger på Røst i 1978-98 og tilhørende datagrunnlag (antall studiereir med kjent utfall, hvorav reir forlatt som følge av forstyrrelse er utelatt). Estimatenes for helt mislykkede år ble også bekreftet av en rekke andre observasjoner. – Estimated fledging success of Puffin chicks at Røst in 1978-98 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.

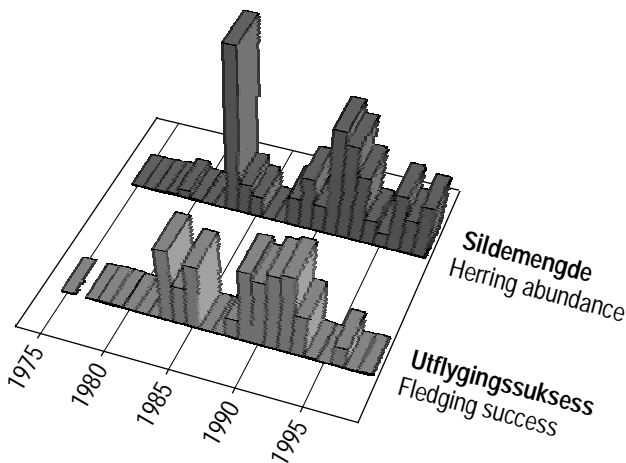
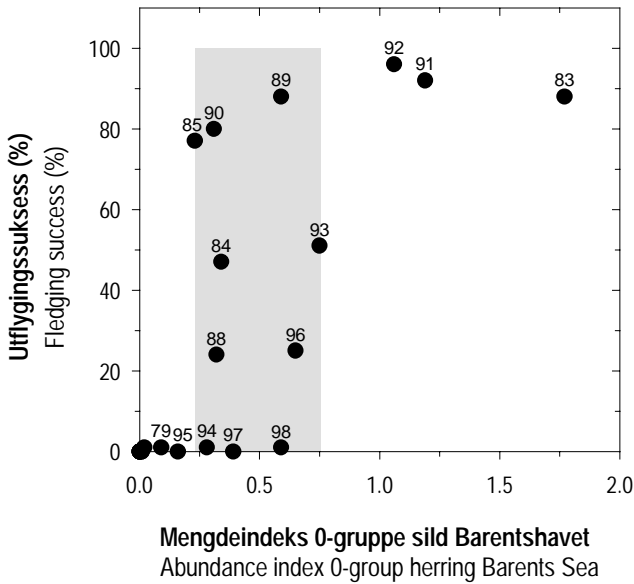
År Year	Utflygings- suksess (%) Fledging success (%)	<i>n</i> <i>n</i>	Publisert av Published by
1978	0	25	Tschanz 1979
1979	0	31	Tschanz 1979
1980	0	5	Anker-Nilssen 1987
1981	0	10	Anker-Nilssen 1987
1982	0	11	Anker-Nilssen 1987
1983	88	57	Anker-Nilssen 1987
1984	47	32	Anker-Nilssen 1987
1985	77	31	Anker-Nilssen 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	
Snitt Mean	32	58	

Det ble påvist klekking i 132 studiereir i 1998. På grunn av reirenes beskaffenhet er den videre skjebne til 15 av disse ungene ukjent. Av de resterende 117 ungene var det bare én unge (0.9 %) som med sikkerhet forlot reiret for egen maskin (sistevekt 196 g, vingelengde 133 mm). Bare en av de andre ungene kan ha kopiert denne bedriften, men den ble regnet som omkommet fordi den avtok kraftig i vekt mot slutten av reirtiden og bare veide 153 g ved siste kontroll (vingelengde 122 mm). De øvrige 115 ungene døde i reiret.

Ved å benytte samme analysemetode som Anker-Nilssen & Øyan (1995), var den positive sammenhengen mellom lundenes hekketidspunkt og hekkesuksessen i foregående sesong fremdeles signifikant når data for 1998 ble lagt til (Spearman $r_s = 0.601$, $n = 16$, $p = 0.014$). Forholdet viser at lundene starter hekkingen 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 er omtrent like god dersom også disse dataene inkluderes (Spearman $r_s = 0.596$, $n = 18$, $p = 0.009$). En sammenheng mellom hekkeresultat og neste års hekkestart er et interessant fenomen som bidrar til å belyse hekkefuglenes reproduktive investeringskostnader (bl.a. Erikstad et al. 1998b og Anker-Nilssen et al. i manus.).

Lundenes hekkesuksess var nøye korrelert med årsklassestyrken for 0-gruppe sild målt i Barentshavet 1-2 måneder senere (Spearman $r_s = 0.818$, $n = 23$, $p < 0.001$, **figur 10**). En yngelindeks på omtrent 0.2 markerer en nedre terskelgrense for hekkesuksess. Svakere årsklasser har alltid vært ledsaget av så godt som fullstendig hekkesvikt (10 år). Med indekser i intervallet 0.23-0.75 var hekkesuksessen svært variabel (god i 3 år, moderat i 2 år og dårlig eller manglende i 5 år), mens sterkere sildeårsklasser alltid har vært ledsaget av god hekkesuksess (3 år).

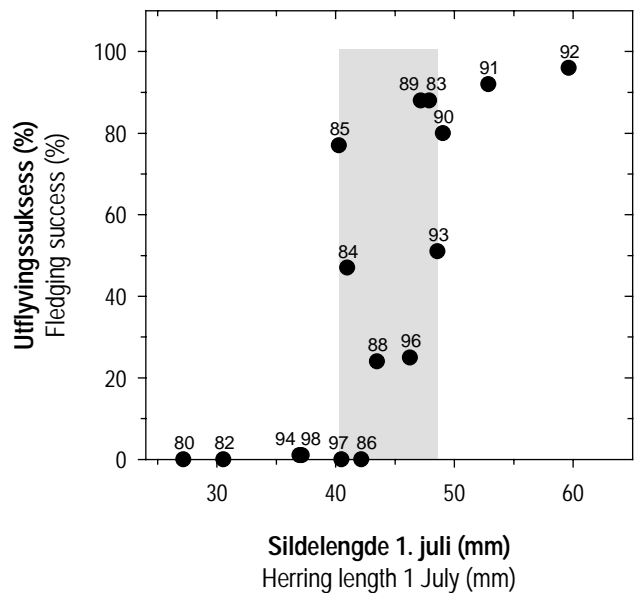
En vel så god prediktor for hekkesuksessen er størrelsen på sild i lundeungenes diett. Standardisert som gjennomsnittlig lengde pr. 1. juli hvert år (beregnet ved lineær regresjon, jf. **figur 5**), er utflygingssuksessen omtrent like godt korrelert med sildelengde (Spearman $r_s = 0.818$, $n = 16$, $p < 0.001$, **figur 11**) som med årsklassestyrke (jf. foregående avsnitt). Dette er ikke uventet siden sildeyngelens vekstvilkår vil være helt avgjørende for dens overlevelse, slik det også tydelig fremgår av den gode korrelasjonen i **figur 6**. Forholdet indikerer en terskelsone (markert som et grått felt i **figur 11**) med svært variabel reproduksjon når sildelengden pr. 1. juli ligger i intervallet 40-49 mm (9 år). Med større sild har ungeoverlevelsen alltid vært god (3 år), mens dødeligheten har vært nærmest fullstendig i år med sild av mindre størrelse (4 år).



Figur 10
 To måter å visualisere sammenhengen mellom utflygingsuksess (antall unger utflyøyet pr. egg klekket) for lundeunger på Røst somrene 1975-98 og Havforskningsinstituttets mengde-estimer (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) og Anon. (1998). I øverste figur ligger åtte plott tett ved origo, og det er antydning en terskelzone (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 1975-98 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) and Anon. (1998). 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.

Bestandsendringen mellom påfølgende år er fremdeles positivt korrelert med lundenes gjennomsnittlige hekkesuksess 5-7 år tidligere (Pearson $r^2 = 0.293$, $n = 19$, $p = 0.017$, **figur 12**). Forholdets statistiske styrke var imidlertid betydelig bedre før resultatene for 1998 ble lagt til (jf. Anker-Nilssen & Brøseth 1998), og det er ikke lenger noen signifikant korrelasjon mellom bestandsendring og gjennomsnittlig hekkesuksess 6-8 år tidligere ($r = 0.322$, $n = 19$, $p = 0.165$) eller 4-6 år tidligere ($r = 0.412$, $n = 19$, $p = 0.08$). Når tilsvarende korrelasjoner ble gjort mot årvisse reproduksjonsdata, var den gode korrelasjonen med hekkesuksessen fem år tidligere stadig opprettholdt ($r^2 = 0.338$, $p = 0.009$), mens forholdet var enhalet signifikant mot hekkesuksessen sju år tidligere ($r^2 = 0.162$, enhalet $p = 0.044$).

I likhet med 1996 var bestandsutviklingen målt i 1998 klart svakere enn korrelasjonen i **figur 12** skulle tilsi. Samtidig indikerte belegget i studierene at hekkevilligheten neppe var vesentlig dårligere enn i 1997 (**kapittel 3.4.2**). Alt tyder

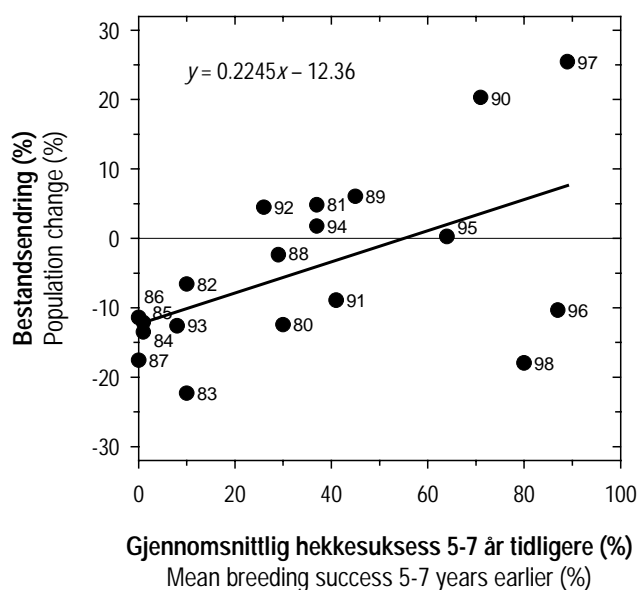


Figur 11
 Sammenhengen mellom ungenes utflygingsuksess i 16 ulike år i perioden 1980-98 og gjennomsnittlig lengde (mm) av 0-gruppe sild i de voksne lundenes nebbporsjoner på Røst 1. juli de samme år. Utflygingsdata for 1975-85 er basert på Lid (1981) og Anker-Nilssen (1987). Resultatene for 1994 og 1998 er nærmest identiske. Terskelsonen (grått felt) er antydning. – The relationship between the fledging success of chicks in 16 different years during 1980-98 and the mean length (mm) of 0-group herring in food loads from adult Puffins at Røst on 1 July of the same years. Fledging data from 1975-85 are based on Lid (1981) and Anker-Nilssen (1987). The results from 1994 and 1998 are almost identical. The threshold zone (shaded grey) is indicated.

Tabell 10. Reirtid og sluttkondisjon for unger i studiereirene i årene 1983-84, 1988-94 og 1996. Gjennomsnittlig differanse i tid (døgn) mellom siste sjekk og utflyging er angitt i parentes etter ungenes alder ved siste sjekk. Unger som med sikkerhet eller stor sannsynlighet døde i reiret er ikke medregnet. – Fledging period and final condition of chicks studied in 1983-84, 1988-94 and 1996. The average time spans (in days) between the last check and fledging are indicated in brackets after the chick's age at the last check. Chicks that died in the nest (or probably did so) are not included.

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

¹ Målt ved alder 54 døgn – Measured at age 54 days



Figur 12

Årlige endringer i hekkebestandens størrelse i 1979-98 i relasjon til lundenes gjennomsnittlige hekkesuksess (målt som ungenes utflygingssuksess) 5-7 år tidligere. Regresjonen er statistisk signifikant ($r^2 = 0.293$, $n = 19$, $p = 0.017$). – Annual changes in breeding numbers in 1979-98 in relation to the Puffins' mean breeding success (as measured by fledging success of chicks) 5-7 years earlier. The regression is statistically significant ($r^2 = 0.293$, $n = 19$, $p = 0.017$).

derfor på at hekkebestanden ikke fikk vesentlig rekruttering i 1998 (se også **kapittel 3.2**). Dette underbygges ytterligere av at tilbakegangen var større enn mål for voksendødelighet i noe tidligere år (**kapittel 3.5.2**). 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. Sett under ett er det likevel sannsynlig at bestanden ikke lenger har noen betydelig rekrutteringsreserve fra de gode årene 1989-92.

Regresjonslinjen i **figur 12** har nullpunkt ved en utflygings-suksess på 55.0 %. Dette er et omtrentlig estimat for hvilken hekkesuksess bestanden i gjennomsnitt trenger for å holde seg stabil, gitt den overlevelsen unge og voksne fugler har erfart siden 1979. Tilsvarende verdi for korrelasjonen mot reproduksjonsresultatet fem år tidligere var 59.4 %.

3.4.5 Ungenes kondisjon ved reirforlating

Det var bare én av studieungene som med rimelig sikkerhet overlevde reirperioden. Kondisjonen til denne ungen ca 10 dager før utflyging er angitt i **tabell 10** sammen med data for ungenes sluttkondisjon i tidligere år. Ungen holdt stabil vekt de siste fire gangene den ble målt (alder 44-54 døgn, variasjonsbredde 190-202 g), mens målene for vinge, nebb, hode og tars var jevnt, men svakt økende. Ingen unger på vei til sjøen ble funnet i live i 1998.

3.5 Overlevelse

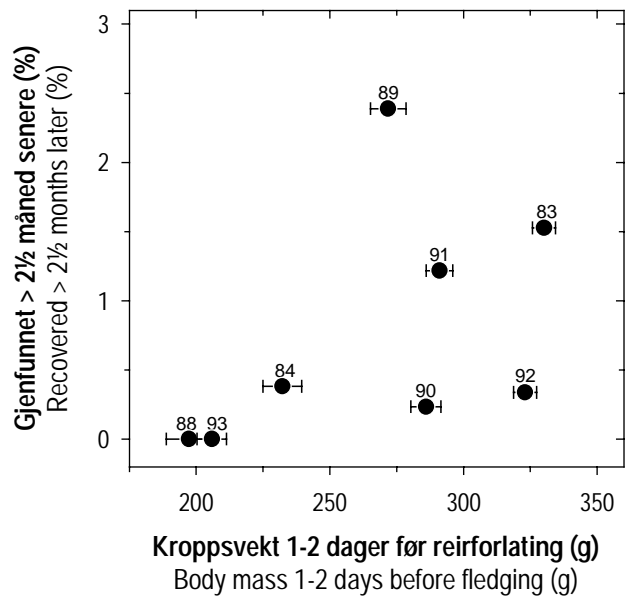
3.5.1 Ungfuglenes overlevelse

Ved utløpet av sesongen 1998 var 22 (0.8 %) av de 2800 lundeungene som er merket ved reirforlating på Hernyken siden 1979 (i 1983-85, 1988-94 og 1996) gjenfunnet på en slik måte at de må ha overlevd de første månedene på sjøen (alle overlevde til minst 3 års alder). Seks av funnene ble gjort på Hernyken i 1998, hvorav fire fugler ble kontrollert i nett mens to ble funnet drept av svartbak. 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 (vingelengde: $t = 3.66$, $df = 20.8$, $p = 0.001$, nebb lengde: $t = 3.09$, $df = 20.3$, $p = 0.006$, hodelengde: $t = 4.28$, $df = 5.20$, $p = 0.007$, vekt: $t = 6.36$, $df = 22.0$, $p < 0.001$, tabell 11).

I tillegg er seks (0.9 %) av de 701 reirungene som ble merket i samme periode funnet igjen etter å ha overlevd mer enn et par måneder på sjøen. Disse seks ungene forlot kolonien i vel så god kondisjon som de andre ungene som beviselig overlevde (Anker-Nilssen & Øyan 1995, Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Det totale gjenfunnsmateriale omfatter dermed bare 28 unger som beviselig har overlevd mer enn 2½ måneder på egen hånd. Dette kan likevel brukes til å demonstrere at det på ingen måte bare er ungenes kondisjon som avgjør deres videre skjebne (figur 13). Som forventet var det betydelig variasjon i ungenes gjenfunnsrate mellom år ($\chi^2 = 31.34$, $df = 7$, $p < 0.001$), men denne variasjonen var også meget markant i de fem årene hvor ungene generelt var i rimelig god kondisjon ved reirforlating (jf. figur 13, tabell 11).

Tabell 11 Morfometriske data (i mm og g) for lundeunger ved reirforlating på Røst i 1983-96 i forhold til kunnskap om deres overlevelse de første månedene på sjøen. – Morphometry (in mm and g) of Puffin fledglings at Røst in 1983-96 in relation to existing knowledge about their survival the first months at sea.

Overlevelse Survival	Variabel Variable	Snitt Mean	SE SE	n
≥ 3 år	Vingelengde - Wing length	141.4	1.25	21
≥ 3 years	Nebblengde - Culmen length	30.9	0.38	21
	Hodelengde - Head+bill length	69.6	0.46	6
	Kroppsvekt - Body mass	268.6	6.29	22
Ukjent	Vingelengde - Wing length	136.7	0.18	2518
Unknown	Nebblengde - Culmen length	29.7	0.03	2033
	Hodelengde - Head+bill length	67.6	0.06	1358
	Vekt - Weight	228.1	0.95	2760



Figur 13

Sammenhengen mellom lundeungenes kroppsvikt ($g \pm 1 SE$) like før reirforlating i 1983-92 (data fra tabell 10) og hvor stor andel av ringmerkede unger som beviselig overlevde de første 2½ måneder etter at de forlot kolonien. Antall unger merket i de enkelte år var henholdsvis (i kronologisk rekkefølge) 131, 263, 62, 670, 428, 493, 593 og 678. – The relationship between body mass ($g \pm 1 SE$) of Puffin nestlings immediately before fledging in 1983-92 (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 and 678, respectively.

Eksempelvis er gjenfunnsraten for unger fra 1989 (2.39 %) hele ti ganger høyere enn for ungene som merket i 1990 (0.23 %) og sju ganger høyere enn de fra 1992 (0.34 %), på tross av at 1989-ungene var i dårligere kondisjon enn de i 1990 og 1992. Tidsdifferansen mellom merking og funn for 27 unger (den siste var funnet som "voksen" men funndato var ikke oppgitt) var gjennomsnittlig 4.6 år (1694 døgn, $SE = 176$, $n = 27$). De fleste hadde altså nådd hekkealder. Resultatene i figur 13 viser dermed at det er enorm variasjon i ungfuglenes overlevelse, 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 næringsstilgang 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

Nesten hvert år bidrar undersøkelsene til å øke aldersrekorden for norske lunder med ett år. Slik var det også i 1998. Det eldste individet som bærer fargeringer (ringmerket som reirunge 19.8.66) ble observert i beste velgående ved sju anledninger i perioden 20.6-10.7.98, 32 år gammel. Selv om den da manglet 13 dager på å slå rekorden til en fugl som ble funnet drept av svartbak i 1997 (Anker-Nilssen & Brøseth 1998), var dette den andre norske lunden som beviselig har opplevd 33 kalenderår. Om kvelden 5. juli 1998 forsøkte vi, for første gang på mange år, fangst med det store garnet i sørenden av skaret på Herynken. Dette er stedet hvor Svein Myrbeget og hans medarbeidere merket de fleste av sine lunder på 1960-tallet. Selv om vi bare holdt på i fire timer, var utbyttet meget godt. Av i alt 191 lunder fanget, bar 25 ring fra tidligere år. Bare 8 ringer var yngre enn 10 år, og to av fuglene var merket på siste halvdel av 1960-tallet. Den eldste (Stat. Vilt. Ås 55043), som trolig var en hannfugl, hadde Svein Myrberget selv fanget som reirforlatende unge (med vekt 285 g) kl. 02 natt til 12. august 1965. Den var altså ganske nøyaktig 33 år gammel (ringalder 32 år 10 mnd 23 dager). Dette er hittil den høyeste dokumenterte alder for en norsk lunde. Vår gamle venn i fargemerkingfeltet må dermed holde det gående til 13.7.99 for å overta tittelen.

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 fargemerkes hvert år, slik at det til enhver tid er omkring 140-180 individer med fargekoder. I 1998 ble 41 nye individer fargemerket. To av disse ble merket på tradisjonell måte med tre fargeringer hver, mens de andre fikk hver sin gule fargering med en individuell, to-bokstavers kode (svarte bokstaver). Disse bokstavkodene, som står på høykant og er gjentatt tre ganger rundt ringen, er vesentlig enklere å avlese i felt. Risikoen for feil kodeavlesning eller feil notasjonsbruk er dermed betydelig redusert. Som del av et nasjonalt program er demografiprojektets metoder og resultater rapportert i egne rapporter (Anker-Nilssen 1993, Erikstad et al. 1994, 1998a). Her gis derfor bare en oppdatert presentasjon av hovedresultatene for lundene på Røst, siden de er svært sentrale for bestandens utvikling.

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):

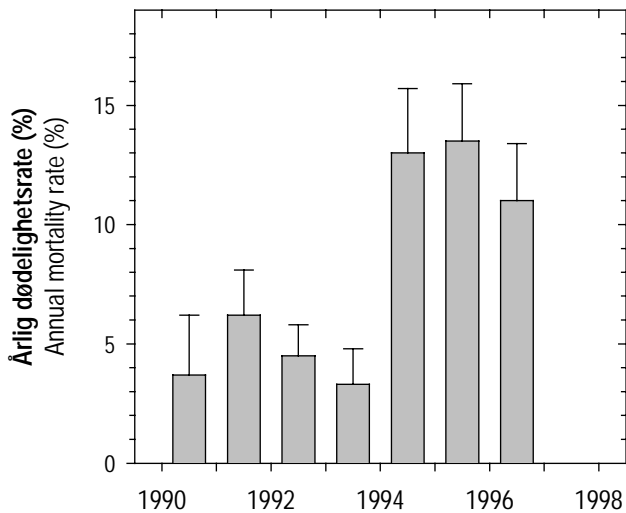
Tabell 12. Estimert overlevelse og fangbarhet for hekkende lunder på Herynken. Verdiene er beregnet ved hjelp av programmet MARK og er angitt i prosent ± 1 SE. Modellvalget for beregningene er forklart i teksten. – Annual survival and recapture rates (expressed as percentages ± 1 SE) for Puffins breeding on Herynken estimated using 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
Periode Period	Estimat Estimate	SE SE	År Year	Estimat Estimate	SE SE	Individuals registered
1990-91	96.3	2.5	1991	92.3	3.3	64
1991-92	93.8	1.9	1992	96.9	1.3	163
1992-93	95.5	1.3	1993	91.8	1.8	165
1993-94	96.7	1.5	1994	89.2	2.3	155
1994-95	87.0	2.7	1995	83.1	2.7	133
1995-96	86.5	2.4	1996	88.3	3.3	123
1996-97	89.0	2.4	1997	89.6	2.7	131
1997-98	–	–	1998	–	–	100

- 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 datasettet for lunder på Røst i 1990-98 (observasjonsdata supplert med materiale fra nettfangst) ga AIC-verdier for modellene 1-4 på henholdsvis 1404.1, 1411.3, 1408.5 og 1439.1. 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 skillles (**tabell 12**).

Modell 1 var signifikant bedre enn øvrige modeller (i forhold til nest beste modell: $\chi^2 = 18.77$, $df = 7$, $p = 0.007$). 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 derfor forkastes i utgangspunktet, siden de forutsetter konstant fangbarhet. Biologisk sett er det også usannsynlig at overlevelsen skal være konstant mellom år, selv om variasjonen ikke nødvendigvis er så stor at den kommer til uttrykk i modellresultatene.



Figur 14
 Årlige dødelighetsrater for hekkende lunder på Herynken i 1990-97, angitt i prosent + 1 SE (data fra tabell 12, dødelighet = 100 % minus overlevelse). – Annual mortality rates of breeding Puffins at Herynken in 1990-97, expressed as percentages + 1 SE (data from Table 12, mortality = 100 % minus survival).

Overlevelsen var dramatisk redusert i de tre siste tidsstegene (tabell 12, figur 14). Resultatene viser at dødelighetsraten var nesten tre ganger så høy i 1994-97 (gjennomsnittlig 12.5 % pr. år) som i de foregående fire årene (gjennomsnittlig 4.4 % pr. år). Om den vedvarer vil reduksjonen i overlevelse alene halvere hekkebestanden i løpet av åtte år, dersom den ikke kompenseres med økt rekruttering.

Ved hjelp av diskriminantfunksjonene beregnet av Anker-Nilssen & Brøseth (1998), kan vi nå kjønnsbestemme voksne fugler med en sikkerhet på 86-87 % dersom deres hodelengde, evt. også nebbhøyde er kjent. Basert på morfometriske mål innsamlet ved merking eller senere gjenfangster, kunne 192 (78 %) av de totalt 246 individene som ble fargemerket i perioden 1990-97 (og alle i 1998) kjønnsbestemmes på denne måten. Dette tillater en analyse av eventuelle forskjeller i overlevelse mellom hanner og hunner. Siden kjønnenes 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.

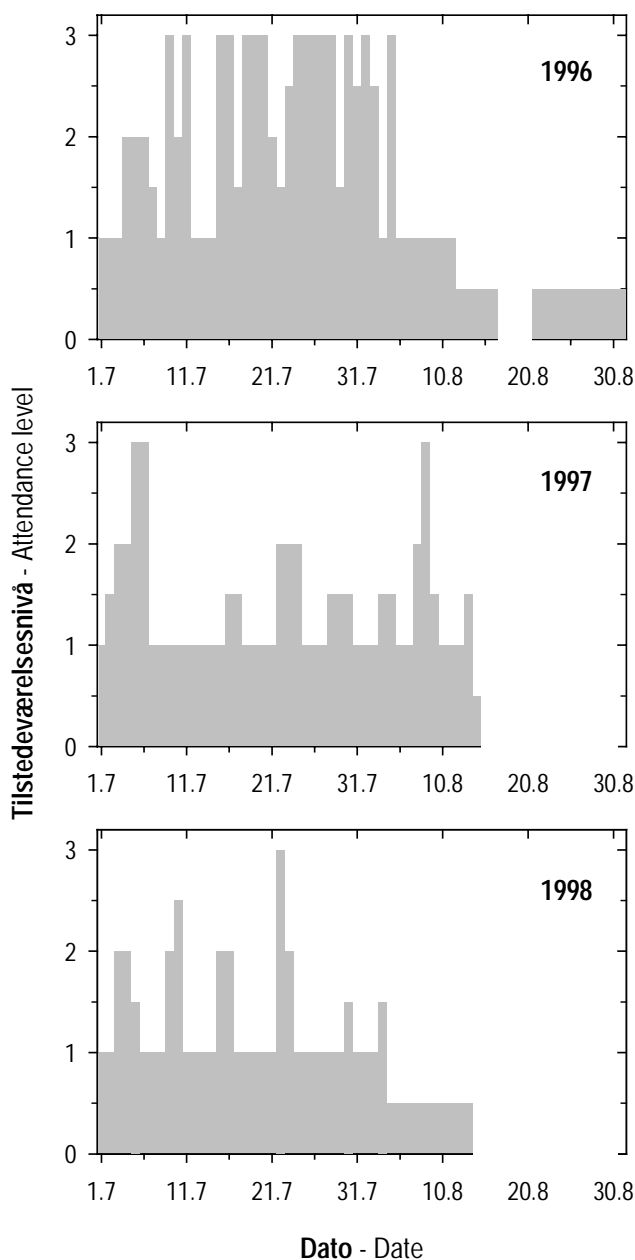
Prosjektet har foreløpig ikke hatt ressurser til å gjennomføre denne analysen, men dette vil bli en høyt prioritert oppgave i 1999 dersom økonomien blir tilstrekkelig god.

3.6 De voksne fuglenes kondisjon og tilstedeværelse

Den daglige, kvalitative vurderingen av antall lunder tilstede i kolonien har vist seg å være et robust mål for lundenes opptreden (Anker-Nilssen & Øyan 1995). Som i 1997 var belegget av voksne fugler i kolonien gjennom ungeperioden i 1998 svært dårlig (figur 15). Rimelig høye antall (\geq nivå 2) ble ikke registrert etter 23 juli (tabell 13). Kun ved én anledning (22.7) ble antallet vurdert til høyeste nivå. I 1997 var det bare tre tilsvarende gode sverminger i juli og august. Disse to årene står derfor i klar kontrast til alle tidligere år (rimelig fullstendige data kun fra 1982-83 og 1989-96) hvor slike sverminger forekom betydelig hyppigere (6-16 ganger pr år, $n = 10$, median = 10) i samme tidsrom (Anker-Nilssen & Øyan 1995, Anker-Nilssen & Brøseth 1998). En mulig medvirkende årsak til dette kan ha vært de ekstreme værforholdene på Røst i 1997 og 1998, som var de varmeste og mest solrike somrene i prosjektets historie.

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 Herynken. 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 Herynken. 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 \geq nivå 2 last \geq 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 \pm 2		–	38 \pm 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 \pm 7)	(16 \pm 7)
1996	4.8	2.8	14	14
1997	8.8	7.8	39	39
1998	22.7	23.7	20	21



Figur 15

Daglig variasjon i maksimumsantall av voksne lunder observert i kolonien på Herynken gjennom juli og august i 1996-98, vurdert på en kvalitativ skala hvor 0 indikerer ingen fugler registrert og 1, 2 og 3 indikerer henholdsvis få, middels høye og meget høye antall. Perioder med manglende data er plottet som åpne rom (uten akselinje). Tilsvarende data fra perioden 1981-94 er rapportert av Anker-Nilssen & Øyan (1995) mens Anker-Nilssen & Brøseth (1998) presenterte data for 1995-97. – Day-to-day variations in peak numbers of adult Puffins observed attending the colony at Herynken during July and August in 1996-97, as assessed on a qualitative scale where 0 indicates no birds registered, and 1, 2 and 3 indicates low, medium and large numbers, respectively. Periods of missing data are plotted as open spaces (no axis line). Similar data from the period 1981-94 has been reported by Anker-Nilssen & Øyan (1995), while Anker-Nilssen and Brøseth (1998) presented the results for 1995-97.

Tabell 14. Ungeperiodens varighet (medregnet unger som døde i reiret) og kroppsvekt for voksne lunder målt i ungeperioden på Røst i 18 ulike år i perioden 1979-98. Ved beregning av verdiene for alle år under ett ble hvert enkelt 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 18 different years during 1979-98. 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 Median	<i>n</i> <i>n</i>	Snitt Mean	SE SE	<i>n</i> <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
1979-97	35.5	18	449.7	2.28	18

De voksne fuglenes kondisjon i ungeperioden i 1998 var nær gjennomsnittet for alle år og bare marginalt høyere enn i de foregående seks år (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.) og Anker-Nilssen & Brøseth (1998).

3.7 Predasjon av voksne lunder

I årene 1992-98 ble i alt 593 lunder ble funnet døde i fjæra på Herynken og innsamlet for morfometriske analyser. Selv om dødsårsak sjelden kan fastslås med 100 % sikkerhet, var majoriteten av fuglene (trolig nær 99 %) av fuglene drept av svartbak. Bare to fugler hadde færre enn to nebbfurer. Disse hadde også andre tydelige ungfugl-karakterer (korte vinger, bleke føtter) og ble derfor

Tabell 15. Morfometriske data for voksne lunder (≥ 2 nebbfurer) funnet døde i fjæra på Herynken, Røst i hekkesesongene 1992-98. De fleste fuglene var drept av svartbak.. Det var signifikant mellomårlig variasjon for vingelengde, hodelengde og antall nebbfurer (se teksten for resultater av enveis ANOVA-tester). Resultatene av variansanalyser for – Morphometric data of adult Puffins (≥ 2 bill grooves) found dead near the seashore at Herynken, Røst in the breeding seasons of 1992-98. Most birds were killed by Great black-backed gulls. There was a significant inter-annual variation for wing length, head+bill length an no. of bill grooves (se text for results of one-way ANOVA tests).

Variabel Variable	År Year	Snitt Mean	SE SE	n
Vingelengde (mm) Wing length (mm)	1992	170.4	0.87	5
	1993	176.0	5.00	2
	1994	181.0	–	1
	1995	172.1	0.49	74
	1996	171.0	0.35	155
	1997	170.1	0.28	226
	1998	172.4	0.55	50
	1992-98	170.9	0.19	513
Nebblengde (mm) Culmen length (mm)	1992	45.36	0.41	5
	1993	45.22	0.47	17
	1994	45.99	0.26	46
	1995	45.42	0.20	81
	1996	45.86	0.16	155
	1997	45.80	0.12	220
	1998	45.54	0.25	47
	1992-98	45.73	0.08	571
Hodelengde (mm) Head+bill length (mm)	1992	80.78	0.67	5
	1993	82.38	1.23	4
	1994	82.12	0.66	11
	1995	81.82	0.49	15
	1996	80.97	0.35	41
	1997	79.91	0.42	42
	1998	80.50	0.50	18
	1992-98	80.80	0.21	136
Nebbhøyde (mm) Gonys depth (mm)	1992	36.42	0.75	5
	1993	36.02	0.41	12
	1994	36.65	0.29	40
	1995	36.47	0.21	69
	1996	36.91	0.16	144
	1997	37.00	0.11	212
	1998	36.88	0.21	46
	1992-98	36.84	0.07	528
Antall nebbfurer No. of bill grooves	1992	3.90	0.19	5
	1993	3.00	1.00	2
	1994	3.15	0.09	50
	1995	3.08	0.06	81
	1996	3.29	0.04	155
	1997	3.24	0.03	221
	1998	3.38	0.07	47
	1992-98	3.24	0.02	561

ekskludert fra analysen. For de andre individene (kategorisert som "voksne") var det signifikant variasjon mellom år for variablene vingelengde ($F_{6,506} = 4.83$, $p < 0.001$), hodelengde ($F_{6,129} = 2.46$, $p = 0.028$) og antall nebbfurer ($F_{6,554} = 3.82$, $p = 0.001$), men ikke for nebbhengde ($F_{6,564} = 1.03$, $p = 0.402$) eller nebbhøyde ($F_{6,521} = 1.55$, $p = 0.160$) (tabell 15). Dette kan reflektere forskjeller i materialets kjønns- og aldersfordeling.

I Norge er svartbaken ganske sikkert den mest betydelige naturlige predator på lunde. Hensikten med denne 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 må derfor sammenholdes med parallelle data fra levende individer kontrollert på samme tidspunkt. Bare 23.1 % (136 av 589) av de døde fuglene hadde hodet tilstrekkelig inntakt til at hodelengden kunne måles. Disse kan kjønnsbestemmes med 86-87 % sikkerhet i henhold til diskriminantfunksjonene D_1 eller D_2 beregnet av Anker-Nilssen & Brøseth (1998). De fleste av de andre må kjønnsbestemmes ved hjelp av diskriminantfunksjon D_3 (Anker-Nilssen & Brøseth 1998) som bare gir en sikkerhet på ca 74 %. Vi har foreløpig ikke hatt mulighet til å prioritere en videre analyse av dette materialet.

3.8 Hekkefuglenes aksjonsradius

I 1997-98 ble fire hekkende lunder utstyrt med hver sin satellittsender. Fuglene ble innfanget i mistnett i ura bak hytta på sørsiden av Herynken, og deres hekkstatus ble fastslått ved at de bragte med seg fisk beregnet på egen unge. Samtlige fugler hadde 3-4 nebbfurer, og de tre som ble instrumentert i 1998 var allerede ringmerket ved fangst på samme lokalitet i tidligere år. For å minimalisere økningen i flygekostnader, selekterte vi individer med relativt lange vinger og høy kroppsmasse. Basert på hodelengde og nebbhøyde ble fuglene kjønnsbestemt vha. diskriminantfunksjonene D_1 , D_2 og D_3 beregnet av Anker-Nilssen & Brøseth (1998). Det var overveiende sannsynlig at de tre første individene var hanner, mens den siste fuglen ikke kunne kjønnsbestemmes med rimelig sikkerhet (tabell 16).

Siden senderne måtte modifiseres (av produsenten) for å motstå trykk på inntil 100 m's dyp, tilsvarte vekten av sender, festemidler og nye ringer 6.5-7.3 % av fuglenes kroppsvikt (tabell 16), dvs. i overkant av en anbefalt grense på 5 %. Denne grensen kan ikke oppfattes som absolutt, siden ulike arter vil ha ulike forutsetninger for å tåle en slik belastning. Resultatene fra arbeidet på Røst

Tabell 16. Resultater fra forsøk med satellittsendere (Microwave modell Pico PTT) pålimt lunder som hekket på Heryken, Røst i 1997-98. – Results of experiments with satellite transmitters (Microwave model Pico PTT) glued to Puffins breeding at Heryken, Røst in 1997-98.

Opplysning Item of information	Fugl 1 Bird 1	Fugl 2 Bird 2	Fugl 3 Bird 3	Fugl 4 Bird 4
Fargeringskode Colour-ring code	XX	SO=MB	XS	GO=MB
Sender ID	09741	09742	09740	09739
Transmitter ID				
Sykluser X på/av (timer) Cycles X on/off (hours)	40 X ¹⁾ 8/24	40 X ¹⁾ 8/24	62 X 8/24	62 X 8/24
Sluppet dato/(time) Date/(hour) of release	4.7.97 (12 GMT)	12.7.98 (01 GMT)	18.7.98 (01 GMT)	20.7.98 (15 GMT)
Sub-cutane ankre Sub-cutaneous anchors	0	3	0	0
Vingelengde (mm) Wing length (mm)	179	177	177	178
Nebblengde (mm) Culmen length (mm)	47.4	47.6	48.9	46.2
Hodelengde (mm) Head+bill length (mm)	82.6	84.8	84.9	81.8
Nebbhøyde (mm) Gonys depth (mm)	37.1	37.3	39.7	36.6
p (kjønn=hann) (%) p (sex=male) (%)	<i>D</i> ₁ : 72.7 <i>D</i> ₂ : 80.3 <i>D</i> ₃ : 57.7	<i>D</i> ₁ : 96.8 <i>D</i> ₂ : 98.4 <i>D</i> ₃ : 63.3	<i>D</i> ₁ : 99.3 <i>D</i> ₂ : 98.6 <i>D</i> ₃ : 94.3	<i>D</i> ₁ : 45.8 <i>D</i> ₂ : 60.2 <i>D</i> ₃ : 34.8
Kroppsmasse (g) Body mass (g)	505	480	500	465
Vekt av sender (g) Transmitter weight (g)	29	29	29	29
Montert vekt (g) Mounted weight (g)	34.5 ²⁾	35	32.5 ³⁾	32
Vektøkning Weight increase	6.8 %	7.3 %	6.5 %	6.9 %
Siste signal mottatt Last signal received	18.8.97 (23 GMT)	19.7.98 (05 GMT)	6.8.98 (03 GMT)	31.8.98 (02 GMT)
Varighet (døgn) Duration (days)	45.5	7.2	19.1	41.5
Antall posisjoner (plot) Number of plots	102	22	50	82
klasse 3 - class 3 (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
klasse 2 - class 2 (%)	1 (1)	0 (0)	1 (2)	2 (2)
klasse 1 - class 1 (%)	14 (14)	2 (9)	1 (2)	4 (5)
klasse 0 - class 0 (%)	28 (28)	11 (50)	14 (28)	23 (28)
klasse A - class A (%)	21 (21)	5 (23)	10 (20)	24 (29)
klasse B - class B (%)	38 (37)	4 (18)	24 (48)	29 (35)

¹⁾ Deretter 6/192 timer i 30 sykluser – Then 6/192 hours for 30 cycles

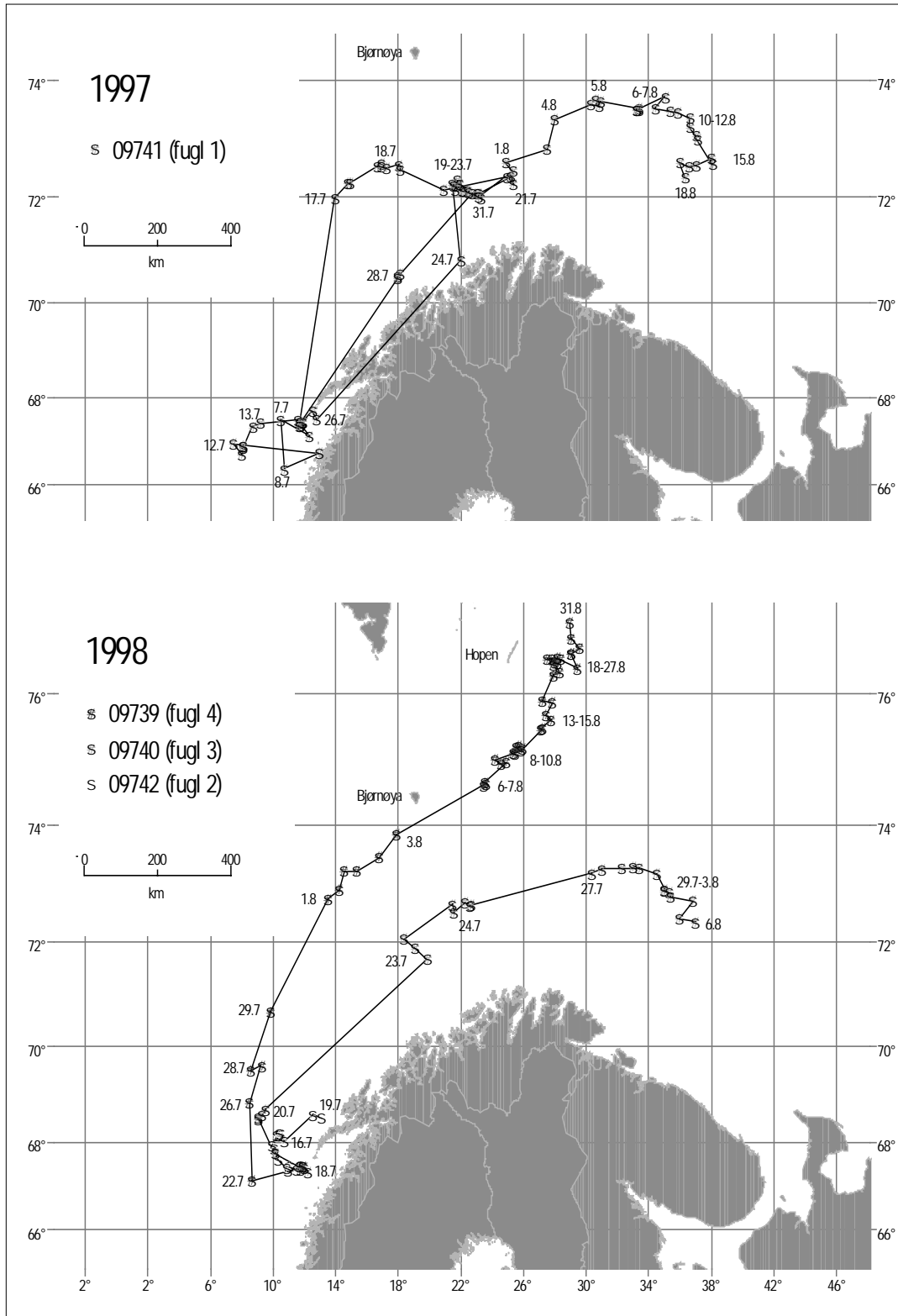
²⁾ Inkludert 2.5 g nye fotringer – Including 2.5 g of new footrings

³⁾ Inkludert ny fotring 0.5 g – Including new footring 0.5 g

indikerer at hekkende lunder av og til frakter tilsvarende tunge matporsjoner over store avstander. Dette antyder at vekten av senderen er overkommelig, selv om en må forvente at den vil redusere fuglens evne til å forsørge en unge. Hvor raskt lundene er i stand til å tilpasse seg en kronisk høyere vekt og et endret tyngdepunkt, er ikke kjent.

Siden fuglene ikke ble fanget på reir, kjente vi ikke nøyaktig hvilken reirgang de benyttet. Det var derfor ikke mulig å avgjøre om de oppga hekkingen som følge av instrumenteringen. Alle forlot kolonien så tidlig at de ikke kan ha lyktes i å fostre opp en unge, men dette var den mest typiske adferden til lundene på Røst i begge år (jf. **kapittel 3.4.4 og 3.6**). En av fugl som ble utstyrt med dummy-sender i 1997 ble sett igjen i kolonien noen dager senere. Den gikk flere ganger ut og inn av en reirgang, uten at senderen så ut til å forårsake spesielle problemer. Dessuten ble individet som fikk en ekte sender samme år (fugl 1) observert i beste velgående og på samme sted i ura ved tre anledninger i juni 1998 (men da selvsagt uten sender). Fuglen utviste da helt normal adferd og ble bl.a. sett trafikkere en reirgang.

Senderne ble limt til fuglens bakre ryggfjær vha. et saltvannsbestandig, 2-komponent lim (® Plastic Padding, 5-min. epoxy). En av dem (på fugl 2) ble i tillegg forankret med tre sub-cutane ankere av sølv. Ankerne var 15 mm lange og 1 mm tykke, og ble fortøyd (gjennom et sentralt hull i ankeret) med en tynn kirurgisk tråd som ble limt fast i limputen under senderen. For å være tilstrekkelig beskyttet, ble tråden tredd gjennom en tynn plasthylse (med innvendig diameter 1.0 mm) som ble limt fast på samme måte. To ankere var vendt forover i ca 45° vinkel til fuglens lengderetning, mens ett anker var rettet rett bakover. Ankerne ble skjøvet inn under ytterhuden ved å lage et lite hull (diameter 2-2½ mm) i denne med en steril skalpell. Et par dråper bedøvelsesvæske (10mg/ml *Xylocain* + 5µg/ml *Adrenalin*) ble dryppet i åpningen. Rom til ankerne ble laget med tuppen av en avrundet pinsett, som også ble brukt til å skyve dem på plass. Pinsetten og ankerne (med tråd) ble først sterilisert i ren sprit. Operasjonen forløp uten noen form for synlig blodutvikling. Fuglen ble holdt i ro vha. en lystett hette av fløyelsstoff (knyttet sammen under nebbet) og en enkel, provisorisk vingesele laget av en tynn, gasbindlignende oppvaskklut. Føttene ble knyttet sammen med en lisse av bendelbånd og dyppet regelmessig i kaldt vann. Dette tillot fuglen å opprettholde en tilfredsstillende termoregulering. En mann holdt fuglen, en annen foretok inngrepene, mens en tredje assisterte (bl.a. ved å holde til side fjær under operasjonen). Fuglen forholdt seg helt rolig under hele seansen. Samlet håndteringstid, fra fangst-tidspunktet til fuglen ble sluppet, var 1 time og 45 minutter.



Figur 16

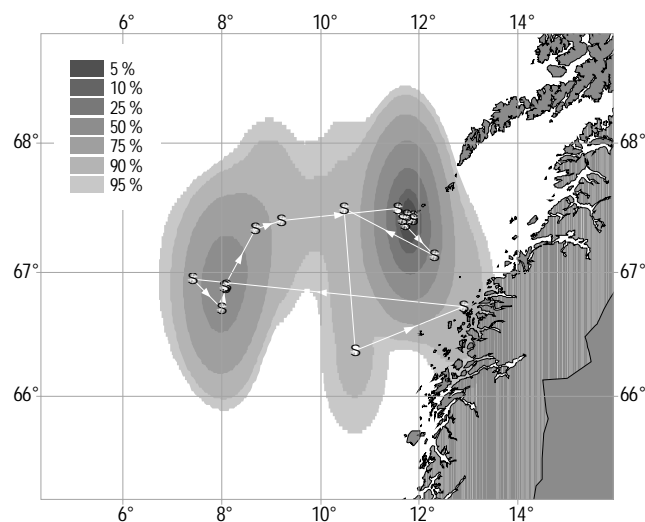
Bevegelsene til fire voksne lunder utstyrt med hver sin satellittsender på et tidspunkt hvor de matet en reirunge på Heryken, Røst. Ett individ ble innfanget i juli 1997 (øverste figur) og tre individer i juli 1998 (nederste figur). Se teksten og tabell 16 for nærmere detaljer om instrumenteringen. Kun posisjoner med tilstrekkelig nøyaktighet (klasse 2, 1 og 0) eller med rimelig lokalisering i tid og rom i forhold til slike posisjoner er markert. – Movements of four adult puffins equipped with satellite transmitters at a time when they were feeding a chick on Heryken, Røst. One individual was captured in July 1997 (top figure) and three individuals in July 1998 (bottom figure). See text and table 16 for further details about the instrumentation. Only plots of adequate accuracy (class 2, 1 and 0) or with a reasonable temporal and spatial location in relation to such plots are indicated.



Verdens første lunde utstyrt med satellittsender. Bildet er tatt 4 juli 1997, minutter før fuglen ble sluppet fri. Bevegelsene til dette individet de neste 45 dagene er vist i figur 16 (fugl 1). Året etter var fuglen tilbake på sin vanlige plass i kolonien på Heryken. (Foto © T. Anker-Nilssen)

Samtlige fugler forflyttet seg nordover etter mislykket hekkesesong på Røst (figur 16). Siden senderne ble påsatt på et tidspunkt hvor en betydelig del av bestanden allerede hadde avbrutt hekkingen som følge av dårlige næringsforhold, var det ikke overraskende at fuglene forlot Røst-området relativt kort tid etter at de ble utstyrt med sender. Tre av fuglene utviste et entydig trekk nordover allerede dagen etter de fikk sender, mens det første individet oppholdt seg i området utenfor Røst og ytre Vestfjorden 9-12 dager etter instrumentering (figur 16 og 17). Vi vet ikke med sikkerhet om den opptrådte i kolonien i denne perioden, men 13. juli (dag 10) var den i alle fall i umiddelbar nærhet av Røst. Lokale topografiske hindringer reduserer trolig sannsynligheten for at satellitten mottar signaler når fuglene er på land. Siden Argos-satellittene går i sirkumpolare baner betydelig lengre nord enn Røst, må dette problemet antas å ha særlig betydning nær sørvendte fjellskrenter, slik som i hekkeområdet til de aktuelle fuglene på Heryken.

To av senderne var programmert til å endre sendefrekvens etter 40 sykluser, fra 8 timer på og 24 timer av til 6 timer på og 192 timer av gjennom resten av sendernes levetid. Total batterikapasitet var maksimalt 500 timer sendetid. Med slik programmering skulle disse senderne dermed kunne virke inntil 300 døgn (7220 timer), dvs. i beste fall frem til mai måned i det påfølgende år. De to andre var programmert med 8 timer på og 24 timer av som kontinuerlig syklus, og skulle således kunne vare i inntil 83 døgn (2000 timer). I samtlige tilfeller mistet vi signalet før halve sendetiden var oppbrukt (tabell 16). Dette var ikke uventet for de senderne som kun ble limt til ryggfjærene. Lundens myteforløp er forholdsvis uregelmessig og ikke fullt ut forstått, men de fleste fuglene gjennomgår trolig en delvis myting av kroppsfjær kort tid etter avsluttet hekking (Bédard 1985).



Figur 17

Årealutnyttelse i perioden 4-13 juli 1997 for fuglen som er avbildet til venstre (fugl 1). Skravuren markerer Kernel Home Range sannsynlighetspolygoner beregnet etter LSCV-metoden (least square cross validation) i ArcView GIS Spatial Analyst med extention fra Hooge & Eichenlaub (1997). Analysen er basert på 18 registrerte posisjoner som er markert med åpne sirkler. – Area use in the period 4-13 July 1997 for the bird portrayed to the left (bird 1). The shading indicates different Kernel Home Range probability polygons calculated using the LSCV (least square cross validation) method in ArcView GIS Spatial Analyst with extention from Hooge & Eichenlaub (1997). The analysis was based on 18 registered plot, which are indicated by open circles.

Dette underbygges av fuglen som fikk sender i 1997 og som vendte tilbake uten sender i 1998 (fugl 1, ID 09741). Alt tyder på at den felte ryggfjærene i dagene 19-20. august.

Forsøkene med satellittsenderne demonstrerer to viktige forhold. For det første at fuglenes aksjonsradius i hekkesesongen er større enn det som tidligere er kjent. Fuglen som fikk sender i 1997 (fugl 1) oppsøkte områder sør og vest for Røst i de første 9 dagene etter instrumentering (figur 17). Halvparten av de registrerte posisjonene i denne perioden lå mellom 91 og 200 km fra kolonien, mens de fleste andre var mindre enn 10 km unna. Den lengste avstand som tidligere er registrert for hekkende lunder i forbindelse med næringssøk er 140 km, og dette var også utenfor Røst (Anker-Nilssen & Lorentsen 1990). På dag 9 (12 juli) oppholdt satellittfuglen seg i et område 175-200 km WSW for Heryken, men bare 30 timer senere var den tilbake ved kolonien. Samme fugl var dessuten en snarurl tilbake ved Røst et par dager i slutten av juli etter å ha oppholdt seg en ukes tid midtveis mellom norskysten og Bjørnøya, ca 750 km lengre nord. Dette illustrerer ytterligere hvilken enorm aksjonsradius fuglene har, kanskje spesielt i

dårlige sesonger. Dernest indikerer resultatene entydig at Røst-lundene drar til Barentshavet etter endt hekkesesong. Dette er oppsiktsvekkende, siden samtlige gjenfunn av lunder ringmerket i nordnorske kolonier er gjenfunnet sør for polarsirkelen, dvs. i områder som ligger i stikk motsatt retning (Anker-Nilssen et al. i trykk). De tre individene vi kunne følge i noen uker spredte seg over store deler av norsk sektor, fra Hopen i nord til Sentralbanken og havområdene utenfor Varangerhalvøya i sørøst. I løpet av få uker hadde tre av fuglene forflyttet seg 1100-1200 km nord-øst for Røst.

Selv om vi foreløpig bare har kunnet følge fire fuglers bevegelser over en relativt kort periode, er muligheten til å registrere hvordan ulike individer beveger seg i åpent hav fra dag til dag et meget betydelig fremskritt. Resultatene har allerede produsert ny og viktig kunnskap i forhold til å forstå hvilke miljøfaktorer bestanden eksponeres for i og umiddelbart etter mislykkede hekkesesonger. Dette er ikke minst viktig siden dårlig eller manglende hekkesuksess har vært den "normale" situasjonen for lundene på Røst de siste tre tiårene. Samtidig har satellittfuglenes forflytninger utvilsomt gitt nye perspektiver når det gjelder å utlede hvilken sårbarhet bestanden har overfor marine oljesøl på denne tiden av året.



Midnattsol på Hernyken. Somrene 1997 og 1998 slettet de fleste godværsrekorder. (Foto © T. Anker-Nilssen)

4 Diskusjon

I foreliggende rapport er de nye resultatene diskutert løpende etterhvert som de presentert (**kapittel 3**). Den avsluttende diskusjonen vil derfor bare trekke frem enkelte momenter som utfyller tidligere synteser av Røst-lundenes reproduksjon og populasjonsdynamikk i et vitenskapelig og forvaltningsrelatert perspektiv (Anker-Nilssen 1992, Anker-Nilssen & Øyan 1995, Anker-Nilssen et al. 1997, Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Argumentene for å videreføre dette langtidsstudiet er uendret og like viktige som før, selv om prioriteringene innenfor analysearbeidet hele tiden vil variere.

Utfordringene som er formulert i den siste fagrapporten fra prosjektet (Anker-Nilssen & Brøseth 1998) står alle ved lag. Resultatene fra sesongen 1998 støtter forventningen om at lundene også har verdi som indikatorer for produksjonen hos torskefisker (f.eks. hyse). En analyse av eksisterende dataserier vil kunne belyse dette, samt i hvilken grad en slik egenskap eventuelt er påvirket av tilgang på byttedyr som kvantitativt (sild) eller kvalitativt (sil) har større betydning for lundene (jf. utfordring I, Anker-Nilssen & Brøseth 1998).

Gjennom samarbeidet med Havforskningsinstituttet innenfor NFR-programmet *Marine ressurser og miljø*, har vi de siste tre årene opparbeidet ny og viktig kunnskap om lundenes beiteadferd (jf. utfordring II og III, Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Her har vi sett spesielt på interaksjoner mellom pelagiske predatorer og klumpvis fordelte byttedyr på fin skala i tid og rom (ned til sekund- og meternivå). Undersøkelsen ble basert på taksering av lunde i transekter i åpent hav, synkronisert med parallelle registreringer av sildestimer (videooptak fra høyfrekvent sonar). Det finnes ingen tidligere studier av interaksjoner mellom pelagiske sjøfugl og byttedyr på så fin skala som dette prosjektet arbeidet. Selv om analysene er tidkrevende og (av ressursmessige årsaker) på langt nær ferdige, vil våre resultater være viktige bidrag til å forstå den skalarelaterte fordeling av predator i forhold til klumpvis fordelte byttedyrføremster. I ungeperioden vil fuglenes fordeling på større skala til havs være betydelig påvirket av avstanden til hekkekolonien. Høy romlig oppløsning på data innsamlet innenfor et kort tidsrom er derfor avgjørende for å avsløre i hvilken grad fuglene er i stand til å optimalisere sin fordeling i forhold til byttedyrføremstene innenfor beiteområdet.

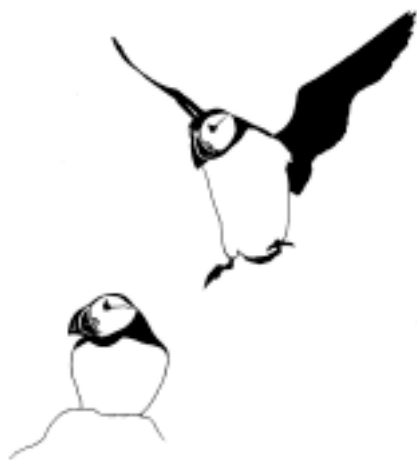
Ved å benytte den høyfrekvente sonaren på kort hold (fra lettboat) mot sildestimer som aktivt ble beitet av lunde, fikk vi også studert i detalj lundens beiteadferd i forhold til stimer av 0-gruppe sild, og sildas adferdsreaksjoner overfor predator. Resultatene viser at stimenes antipredatorrespons kan forklares med at hver enkelt fisk forholder seg til enkelte

og logiske beslutninger, og at deres adferd i hovedsak bestemmes av retning og avstand til predator og tettheten av artsfrender i nærmeste omgivelser (Axelsen et al. i manus.). Denne kunnskapen har betydelig overføringsverdi til studier av andre interaksjoner mellom predatorer og byttedyr i marine økosystemer. Samtidig fikk vi dokumentert hvordan lundene jakter på en enkelt stim, og at det ikke er tilfeldig hvilke stimer som foretrekkes.

Samarbeidsprosjektet avdekket også de voksne lundenes næringsvalg i forhold til det de tilbyr sine unger, og ulike predatorers størrelsesseleksjon av 0-gruppe sild. Denne delen av undersøkelsen baserte seg på synkrone studier av sild spist av voksne lunder i åpent hav (mageprøveanalyser), sild i dietten til lundeunger i kolonien (innsamling av nebbporsjoner fra voksne individer), sild innsamlet med trål i lundens beiteområder og sild spist av voksen sild og makrell (mageprøveanalyser) innfanget i de samme tråltrekkene. Disse resultatene vil være av stor verdi for mer nøyaktige beregninger av lundenes rolle som predator på 0-gruppe sild.

Instrumenteringen av de fire lundene med satellittsendere (**kapittel 3.8**) inngikk også som en del av NFR-prosjektet. Eksperimentet er banebrytende for arten og et viktig skritt på veien mot å avdekke hvilke miljøfaktorer i åpent hav som har størst betydning for flere av de mest tallrike sjøfuglbestandene i Nord-Atlanteren i og utenfor hekkesesongen. Utvidet satsing på satellittelemetri, parallelt med utvikling av mindre sendere, fortjener høy prioritet.

Det er lett å konkludere. Både faglig og økonomisk er spenningen og utfordringene minst like store som tidligere, når vi ser frem til å fortsettelse den langsiktige populasjonsøkologiske lundeforskningen på Røst inn i et nytt årtusen.



5 Referanser

- Albertsen, J.Ø. 1995. Food choice of breeding puffins *Fratercula arctica* revealed by stable isotope analysis. – Cand. scient. oppgave i terrestrisk økologi, 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. Upubl. rapp., OED, Oslo. s. 13-18 (seksjon I).
- Anker-Nilssen, T. 1992. Food supply as a determinant of reproduction and population development in Norwegian Puffins *Fratercula arctica*. – Dr. scient. avhandling i terrestrisk økologi, Zool. Inst., Univ. Trondheim. 46 s. + 5 artikler.
- Anker-Nilssen, T. 1993. Demografi hos sjøfugl: overlevelse for hekkende lunder på Røst. – NINA Oppdragsmelding 216: 1-16.
- Anker-Nilssen, T. 1998. Resultater fra Havsvaleprosjektet i 1997. – Ringmerkaren 10: 131-148.
- 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. & Anker-Nilssen, P.G. 1993. Breeding of the Leach's Petrel *Oceanodroma leucorhoa* in the Røst archipelago, northern Norway. – Fauna norv. Ser. C, Cinclus 16: 19-24.
- Anker-Nilssen, T. & Røstad, O.W. 1993. Census and monitoring of Puffins *Fratercula arctica* on Røst, N Norway, 1979-1988. – Ornis Scand. 24: 1-9.
- Anker-Nilssen, T. & Øyan, H.S. 1995. Hekkebiologiske langtidstudier av lunder på Røst. – NINA Fagrapport 15: 1-48.
- 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. & Brøseth, H. 1998. Hekkebiologiske langtidsstudier av lunder på Røst. En oppdatering med resultater fra 1995-97. – NINA Fagrapport 32: 1-46.
- Anker-Nilssen, T., Erikstad, K.E. & Fauchald, P. i manuskript. Puffin breeding failures may reflect optimal decisions in a stochastic environment.
- Anon. 1998. Preliminary report of the International 0-group fish survey in the Barents Sea and adjacent waters in August-September 1998. – Upubl. rapp., Havforskningsinstituttet, Bergen, 31 s.
- Axelsen, B.E., Anker-Nilssen, T., Fossum, P., Nøttestad, L. & Vabø, R. i manuskript. Atlantic Puffins hunting juvenile herring: How can schools of newly metamorphosed fish protect themselves towards predators if not cooperating?
- 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.
- Bédard, J. 1985. Evolution and characteristics of the Atlantic Alcidae. – I Nettleship, D.N. & Birkhead, T.R., red. The Atlantic Alcidae. The evolution, distribution and biology of the auks inhabiting the Atlantic Ocean and adjacent water areas. Academic Press, London. s. 1-51.
- 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.
- 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.
- Henriksen, M. 1998. Ulike næringsøkologiske variabelers betydning for energiinntaket til unger av lunde *Fratercula arctica*, belyst på bakgrunn av optimal foragingsteori. – Cand. scient. oppgave, Zoologisk institutt, NTNU, Trondheim. 29 s.
- Hooge, P.N. & Eichenlaub, B. 1997. Animal movement extension to Arcview, ver 1.1. Alaska Biol. Sci. Cent., U.S. Geol. Surv., Anchorage, USA.
- 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. 1998. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Resultater fra hekkesesongen 1998. – NINA Oppdragsmelding 565: 1-75.
- Otnes, B. & Skjold, R. 1992. Fototaksering som eit hjelpemiddel i overvaking av ein populasjon lunde (*Fratercula arctica*). – Hovedoppgave, Institutt for Biologi og Naturforvaltning, NLH, Ås. 40 s.
- Pradel, R. & Lebreton, J.-D. 1991. User's manual for program SURGE Version 4.1. – Upubl. rapport, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, CNRS, Montpellier, Frankrike. 35 s.
- Sæther, B.-E. 1990. Age-specific variation in reproductive performance of birds. – I Power, D.M., red. Current Ornithology, Vol. 7. Plenum Publ. Corp., New York. s. 251-283.
- Toresen, R. 1985. Recruitment indices of Norwegian spring spawning herring based on results of International 0-group survey in the Barents Sea. – ICES C.M. 1985/H:54: 1-9.
- Tschanz, B. 1979. Zur Entwicklung von Papageitaucherküken *Fratercula arctica* in Freiland und Labor bei unzulänglichem und ausreichendem Futterangebot. – Fauna norv. Ser. C., Cinclus 2: 70-94.
- 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.

6 Tilvekst til ornitologisk bibliografi for Røst

Følgende arbeider, som presenterer resultater fra sjøfuglundersøkelser på Røst etter 1960, er tilvekst eller rettelser til bibliografien som omfatter de aller fleste skrifter med opplysninger om fuglelivet i øygruppen (siste versjon publisert av Anker-Nilssen & Brøseth 1998).

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. 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. & Brøseth, H. 1998. Hekkebiologiske langtidsstudier av lunder på Røst. En oppdatering med resultater fra 1995-97. - NINA Fagrapport 32: 1-46.

Axelsen, B.E., Anker-Nilssen, T., Fossum, P., Nøttestad, L. & Vabø, R. 1998. In situ sonar observations of newly metamorphozed herring attacked by puffins and comparison to computer model simulations. - GLOBEC open science meeting, Paris, 17-20 March 1998. **(rettelse)**

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.

