

NINA Norsk institutt for naturforskning

Lundens populasjonsøkologi på Røst i 1999

T. Anker-Nilssen
T. Aarvak

NINA Oppdragsmelding 636



NINA • NIKU
STIFTELSEN FOR NATURFORSKNING
OG KULTURMINNEFORSKNING

**Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T.
2000.**

**Lundens populasjonsøkologi på
Røst i 1999.**

NINA Oppdragsmelding 636

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. & Aarvak, T. 2000. Lundens populasjonsøkologi på Røst i 1999. – NINA Oppdragsmelding 636: 1-36.

Trondheim, april 2000

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1113-0

Forvaltningsområde:
Kystøkologi
Coastal Ecology

Copyright ©:
NINA•NIKU
Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

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

Teknisk redigering og layout:
Tycho Anker-Nilssen

Digital print: Norservice as

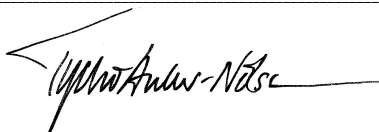
Opplag: 150

Kontaktadresse:
NINA
Tungasletta 2
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00
Fax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 12696 – Lundens populasjonsøkologi på Røst
Prosjekt nr.: 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
BP Amoco Norge AS, Stavanger
Norges forskningsråd, Oslo



Referat

Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2000. Lundens populasjonsøkologi på Røst i 1999. – NINA Oppdragsmelding 636: 1-36.

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 gitt. Foreliggende rapport er primært ment som en dokumentasjon av resultater fra undersøkelsene i 1999, selv om den også belyser flere generelle forhold knyttet til lundenes populasjonsøkologi på Røst.

Antallet trafikkerte reirganger på Hernyken i 1999 var 2.7 % lavere enn i 1998 og i praksis like lavt som bunnivået i 1996. Dette tilsvarer kun 35 % av bestandsstørrelsen da overvåkingen startet i 1979. På denne bakgrunn ble hele øygruppens hekkebestand estimert til 503 000 par lunder. Røst har derved fremdeles landets største sjøfuglkoloni.

For første gang siden 1992 fikk lundene en rimelig vellykket hekkesesong og 71 % av ungene overlevde reirtiden. Median klekkedato (20 juni) var den nest tidligste siden 1984 og fire dager tidligere enn gjennomsnittet for perioden 1978-98. De tre første ukene var ungeveksten meget god og primært basert på havsil *Ammodytes marinus*. Etter en dårlig men kort periode med små sild *Clupea harengus* midt i juli, besto ungedietten vesentlig av hyse *Melanogrammus aeglefinus* og hvitting *Merlangius merlangus* resten av sesongen. Dette medførte likevel en periode med uvanlig god vekst i slutten av juli, noe som sikret at ungenes kondisjon ved reirforlating ble den beste siden 1983.

Dødelighetsraten for hekkende fugler fra 1997 til 1998 var mer ekstrem enn mellom noen tidligere sesonger, og ble estimert til 21.5 %. Dette er nesten dobbelt så høyt som i den dårlige perioden 1994-97 (11.5 % pr. år) og fem ganger høyere enn i årene 1990-94 (4.3 % pr. år).

Det tette samsvaret mellom hekkesuksessen for lunde på Røst og årsklassestyrken til 0-gruppe sild ble opprettholdt. De seks dårlige hekkesesongene på rad i 1993-98 vil gi en fortsatt reduksjon i bestanden de neste 4-5 årene. Hvor stor tilbakegangen blir, ser ut til å bli helt bestemt av overlevelsen for de voksne fuglene i samme periode.

Emneord: Sjøfugl – hekkebiologi – lunde – Røst

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

Abstract

Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2000. The population ecology of Puffins at Røst in 1999. – NINA Oppdragsmelding 636: 1-36.

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 in 1999, although it also deals with general aspects of the population ecology of Puffins at Røst.

The number of occupied nest burrows on Hernyken in 1999 was 2.7% lower than in 1998 and almost identical with the all-time low of 1996. This equals only 35% of the population when monitoring started in 1979. An estimated 503 000 pairs of Puffins now breed in the Røst archipelago, which thereby still holds the largest seabird colony in Norway.

For the first time since 1992, the Puffins had a reasonably successful breeding and 71% of the nestlings survived to fledging. The median hatching date (20 June) was the second earliest since 1984 and four days earlier than the mean for the period 1978-98. Chick growth was excellent for the first three weeks and mainly based on sandeel *Ammodytes marinus*. After a poor, but short period with small herring *Clupea harengus* in the middle of July, chick diet was comprised mainly of haddock *Melanogrammus aeglefinus* and whiting *Merlangius merlangus*. Nevertheless, an extraordinary period of good growth in late July secured the best body condition of fledglings since 1983.

The mortality rate of breeding birds from 1997 to 1998 was more extreme than between any previous seasons and was estimated at 21.5 %. This is almost twice the level in the poor years 1994-97 (11.5% per year) and five times higher than in 1990-94 (4.3% per year).

The close correlation between the breeding success of Røst Puffins and the abundance of 0-group herring was maintained. The six poor breeding seasons in a row in 1993-98 will lead to a continued population decrease for the next 4-5 years. The severity of the decline seems to be fully dependent on the survival of adult birds during the same period.

Keywords: seabirds – breeding biology – puffin – Røst

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

Forord

Dette er en resultatrapport for 1999 fra prosjektet *Lundens populasjonsøkologi på Røst*. Den er i det alt vesentlige laget etter samme mal som resultatrapporten for 1998 (Anker-Nilssen 1998) og 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 samtlige analyser hvert år. Rapporten fokuserer derfor først og fremst på resultater fra feltarbeidet i 1999, selv om den også belyser mer generelle trekk ved lundenes populasjonsøkologi på Røst. Prosjektets bakgrunn og formål er uendret, og strukturen på stoffet er stort sett 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 lundebeholdningen på Røst som ble innledet av Svein Myrberget i 1964. For de fleste 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 1999 likevel bare mulig takket være betydelig støtte fra Statoil, Norsk Hydro og BP Amoco Norge. Operatørselskapenes interesse er motivert i behovet for miljødata knyttet til deres respektive prøveboringslisenser på sokkelen utenfor Røst.

I 1999 var det ni personer som på en eller annen måte deltok direkte i feltarbeidet for sjøfuglundersøkelsene på Røst. Disse var: Oddvar Amundsen, Tycho Anker-Nilssen, Beata Borowiec, Trude Nicolaisen, Ole Wiggo Røstad, Kjetil Aadne Solbakken, Ingar Jostein Øien, Hilde Stol Øyan og Tomas Aarvak. En stor takk rettes til samtlige, spesielt til de som helt eller delvis gjorde dette uten godtgjørelse. Foruten forfatterene var bare Kjetil Solbakken formelt tilknyttet prosjektet under feltarbeidet.

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. bestandsovervåkingen av lundene på Røst, der Ole Wiggo Røstad som alltid var den sentrale medspiller. Oddvar Amundsen stod også på i kjent stil og sørget for at utstyrsboden på baksiden av hytta ikke lenger er en stablekonkurranse men et bruksrom.

Morten Heim, Geir Rudolfson, Benjamin Hjort og Tomas Aarvak har lagt inn de fleste nye data i prosjektets databaser. Kjell Einar Erikstad, Per Fauchald, Rob Barrett

og Petter Fossum takkes for verdifullt faglig samarbeid i rapporteringsåret.

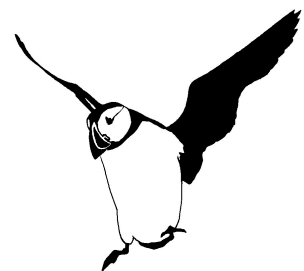
Kontakten og samarbeidet med Røst kommune og befolkningen på Røst var, som alltid, meget positiv og viktig for prosjektet. I 1999 var vi ekstra takk skyldig Kari, Roald og Finn Olav Olsen, som alltid hjelper oss på beste måte med å oppfylle våre mange ønsker og behov, Arnfinn Ellingsen m/familie, Kulvant Jassal m/familie, Steve J. Baines, stasjonsbåtens reddende engel Johan Edvardsen, Roald Karlsen, Steinar Greger og, ikke minst, alle ansatte på Lille-Glea.

DN, Statoil, Norsk Hydro og BP Amoco Norge takkes spesielt som de viktigste økonomiske støttespillere i 1999. Norges forskningsråd (NFR) takkes for bidrag til prosjektet *Satellitlemetri sjøfugl: sjøfuglers arealutnyttelse i relasjon til sårbarhet for oljeforurensninger*, som bekoster fullføringen av studiet med satellittsenderne. I 1998 ble dette arbeidet finansiert direkte av Olje- og energidepartementet (OED). En takk går også til Fylkesmennenes miljøvern-avdelinger i Nordland og Finnmark for økonomiske bidrag til overvåkingen av lundenes overlevelse. Havforskningsinstituttet (HI) i Bergen takkes for sin sedvanlige velvillighet og årlige databidrag om årsklassestyrke av 0-gruppe sild. 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 problematikken lunde/sild på norskekysten har betydelig internasjonal oppmerksomhet. Resultatene er også et viktig kunnskapsgrunnlag for å forstå hvordan en rekke andre sjøfuglpopulasjoner, som studeres mindre inngående, samvirker med sitt miljø. Det er de ubrutte tidsseriene som gir den faglige gevinsten, og en videreføring av feltarbeidet har derfor alltid høyeste prioritet i prosjektet. Så lenge det kan ivaretas, øker resultatenes faglige potensiale enda raskere enn tilveksten av data. Selv om det ikke er rom for å illustrere alle aspekter ved dette hvert år, håper jeg på fortsatt faglig og økonomisk vilje hos våre gode samarbeidspartnere til å videreføre disse undersøkelsene.

Trondheim, februar 2000

Tycho Anker-Nilssen



Innhold

Referat	3
Abstract	3
Forord	4
Innhold	5
1 Innledning	5
2 Metoder og materiale	6
2.1 Langtidsserier	6
2.2 Andre undersøkelser i 1999	7
2.3 Statistiske metoder	8
3 Resultater	9
3.1 Bestandsstørrelse	9
3.2 Bestandsutvikling	10
3.3 Næringsstudier	11
3.4 Reproduksjon	15
3.4.1 Eggstørrelse	15
3.4.2 Hekketidspunkt, belegg og klekkesuksess	16
3.4.3 Ungevekst	17
3.4.4 Hekkesuksess	18
3.4.5 Ungenes kondisjon ved reirforlating	22
3.4.6 Videoregistreringer i reir	23
3.5 Overlevelse	24
3.5.1 Ungfuglenes overlevelse	24
3.5.2 Hekkefuglenes overlevelse	25
3.6 De voksne fuglenes kondisjon og tilstedeværelse	27
3.7 Predasjon av voksne lunder	29
3.8 Hekkefuglenes aksjonsradius	30
4 Diskusjon	32
5 Referanser	34
6 Tilvekst til ornitologisk bibliografi for Røst	36



Det samme pausebildet som i fjorårets rapport kan markere at uendrede prosedyrer er et kjernepunkt for lunde-prosjektet. Stasjonen på Hernyken har en enda lenger historie, noe som dessverre blir stadig mer følbart. De siste årene har vi måttet bruke adskillig energi på å holde de største problemene på avstand. (Foto © T. Anker-Nilssen)

1 Innledning

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

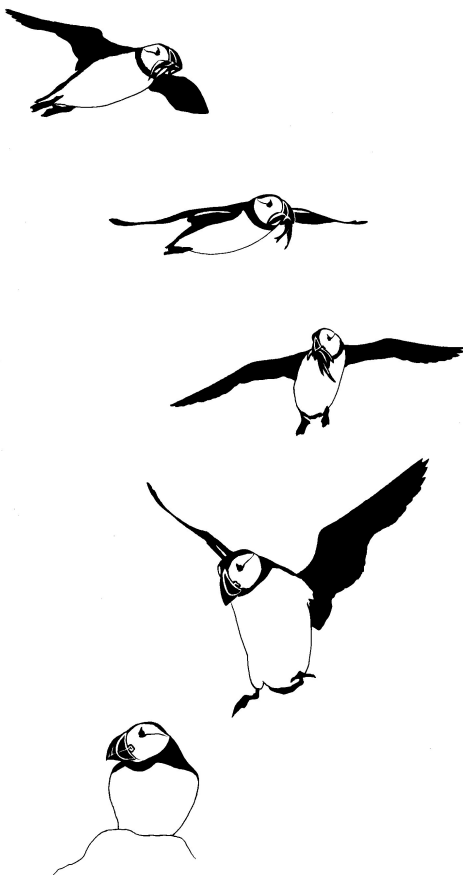
Det sentrale, teoretiske utgangspunkt for prosjektet er at sjøfuglenes adferd, ungevekst, hekkesuksess og overlevelse påvirkes i ulik grad av endringer i næringstilgangen (bl.a. Cairns 1987, 1992). Ved en svak begrensning i næringstilbudet er det i første omgang de voksne tilstedeværelse i kolonien som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

Disse betraktningene innebærer at hva som er den beste indikatoren for endringer i næringstilgangen vil variere tilsvarende: Voksenfuglenes opptreden i kolonien er en god indikator når forholdene er jevnt gode mens ungenes vekst og overlevelse som regel er den beste indikatoren ved dårligere forhold. Ved spesielt dårlige forhold vil også klekkesuksess eller hekkevillighet være redusert, og unntaksvis vil økt voksendødelighet indikere helt ekstreme forhold. De voksne fuglenes kondisjon i ungeperioden henger også nøye sammen med miljøforholdene. De populasjonsøkologiske lundestudiene på Røst er tilrettelagt for å belyse hele spekteret av endringer i næringsforholdene og fokuserer derfor på alle disse forhold. Prosjektet har bl.a. avdekket at voksenfuglene som regel er i stand til å opprettholde høy kroppsvekt i de helt mislykkede sesongene (Anker-Nilssen et al. i manus). 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 1999) 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 1999, og vurdere disse i lys av tidligere års erfaringer. I en viss utstrekning er også resultater av mer kortvarige undersøkelser presentert. Rapporten spenner følgelig svært vidt. Av hensyn til leseren og rapportens bruksverdi er de fleste resultatene diskutert løpende i resultatkapittelet. Diskusjonskapittelet fokuserer bare på mer overordnede trekk og perspektiver i lundenes reproduksjon og populasjonsdynamikk. På lik linje med rapporten for 1998-sesongen (Anker-Nilssen 1998) er rapporten skrevet som et supplement til de mer dyptgripende analysene i prosjektets siste fagrapport (Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Det anbefales derfor 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 for de ulike data-serier som er/blir innsamlet (**tabell 1**).

Alle data som er innsamlet i regulære serier siden 1979 (**tabell 2**) er innlagt på EDB og korrekturlest. Merk at angitt omfang for feltinnsats også inkluderer andre sjøfuglundersøkelser 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 1999) og ringmerkingsstudier av havsvalear *Hydrobates pelagicus* og stormsvalear *Oceanodroma leucorhoa* (jf. årlige rapporter siden 1989 fra det nasjonale havsvaleprosjektet, senest Anker-Nilssen 1999a, samt Anker-Nilssen & Anker-Nilssen 1993 og Anker-Nilssen 1999b). Før det nasjonale programmet startet i

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 1979-99. Data for 20-årsperioden 1979-98 samlet er enten summert eller angitt med variasjonsbredde for årtotale. For årvisse studier er gjennomsnitt pr. år angitt i parentes. – Summary of the extent of seabird fieldwork and Puffin data sampled at Røst in 1979-99. Data for the 20-year period 1979-98 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	1979-98	1999	Total 1979-99
Feltperioder – Field periods	65	2	67
Bemanningsdøgn – Days of fieldwork	1949 (97)	71	2020 (96)
Feltarbeidere – Field workers	6-25 (14)	9	6-25 (14)
Persondøgn – Man-days	5757 (288)	198	5955 (284)
Studiereir med egg eller unge – Study nests with egg or chick	10-304 (152)	261	10-304 (157)
Egg målt – Eggs measured	1550 (78)	39	1589 (76)
Reirunger målt i studiereir – Study chicks measured	1296 (65)	121	1417 (67)
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	9258 (463)	1203	9258 (498)
Reirunger merket – Nestlings ringed	701 (35)	101	802 (38)
Døde unger målt (ikke i reir) – Dead young measured (outside nests)	1328	3	1331
Levende, reirforlatende unger målt – Live fledglings measured	2987 (149)	196	3183 (152)
Reirforlatende unger ringmerket – Fledglings ringed	2798 (140)	196	2994 (143)
Næringsprøver innsamlet – Food samples collected	2129 (106)	151	2280 (109)
Komplette næringsporsjoner studert – Complete food loads examined	1916 (96)	131	2047 (97)
Byttedyr målt – Prey items measured	23312 (1166)	1456	24768 (1179)
Takseringer av inntakstretning – Return direction counts	157	0	157
Voksne ringmerket – Adults ringed	5849 (292)	216	6065 (289)
Gjenfangster av ringmerkede voksne – Adult recaptures registered	2577 (129)	111	2688 (128)
Individer fra tidligere år gjenfanget – Individuals from earlier years recaptured	6-350 (95)	91	6-350 (95)
Voksne individer målt – Adult individuals measured	0-1502 (360)	307	0-1502 (357)
Morfometriske variabler hos voksne – Morphometric variables in adults	1-8 (4)	6	1-8 (4)
Voksne individer påsatt fargeringer – Adult individuals colour-ringed	287	41	328
Antall observasjoner av fargekoder – No. of colour code observations	6254	765	7019

1988, overvåket vi årlig toppskarv (på Ellefsnyken) i 1985-86, lomvi (på Vedøy) i 1980-83 (Bakken 1989) og krykkje i 1979-84. Siden 1997 er også en del tid benyttet til et individspesifikt studium av næringsvalg hos ungematende teist *Cephus grylle* (T. Anker-Nilssen, H. Brøseth & T. Aarvak under utarb.), men innsatsen i 1999 ble mindre enn i de to foregående år fordi lundenes suksess ga oss lite ekstra tid til rådighet. Merk også at en meget betydelig frivillig innsats på ulønnet basis er medregnet i **tabell 2**. Denne innsatsen er hovedårsaken til at den gjennomsnittlige bemanningen ved stasjonen de siste 21 årene har vært så høy som 284 persondøgn pr. år.

2.2 Andre undersøkelser i 1999

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 1999 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. Målingene foretas i henhold til internasjonalt standardiserte metoder (Jones et al. 1982, Barrett et al. 1985). Den årlige utvalgsstørrelsen i årene 1992-99 var henholdsvis 5, 19, 50, 85, 156, 228, 50 og 139, totalt 732 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*, og unntaksvis vandrefalk *Falco peregrinus* eller jaktfalk *F. rusticolus*). Selv om bare et fåtall av individene har latt seg kjønnsbestemme (eksempelvis kun 3 av 139 i 1999), har dette materialet bidratt til å forsterke grunnlaget for diskriminantanalysen som muliggjør kjønnsbestemmelse av levende fugler (jf. Anker-Nilssen & Brøseth 1998).

Satellitlemetri

Med støtte fra NFR ble det i 1997 innkjøpt fem Argos satellittsendere av modellen *PTT-100 20 gram version fra Microwave Telemetry, Inc.* i Maryland, USA. Dette er fremdeles den letteste satellittsenderen på markedet. For å tåle trykket på dyp ned til 100 m, måtte de imidlertid fylles med en inkompressibel substans som 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 kostnadskreven, 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. Dessuten er det ikke gratis å laste ned data fra *Argos CLS* i Ramonville Cedex, Frankrike. Kostnaden avhenger av sendernes virketid og antall registreringer satellitten gjør, og utgjorde i vårt tilfelle totalt kr 26 200 for samtlige data. Dette tilsvarer nesten kr 100 pr. plott ($n = 283$). I tillegg kom utgiftene til selve feltarbeidet og noe 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 denne festemetoden er gitt av Anker-Nilssen (1998). Den siste senderen ble brukt i 1999. I likhet med tre av de foregående ble den kun festet med lim til fuglens rygg. Samtlige sendere ble påsatt hekkende individer som ankom kolonien med mat i nebbet (beregnet for ungen). Tillatelse til å utføre eksperimentene ble gitt av Forsøksdyrsutvalget.

Videoregistreringer i reir

Registrering av reirinnhold ved hjelp av videoutstyr ble utført i 1999 på et utvalg av studiereirene. Den primære hensikten var å måle effekten av vår virksomhet ved reirbesøk (normalt hver fjerde dag) og vurdere effektiviteten av reirsjekk som metode for å registrere bl.a. hekkebelegg (**kapittel 3.4.6**). Reir defineres som i bruk til hekking (også omtalt som "i drift") dersom det er egg, unge eller voksen fugl tilstede ved første sjekk. Et lite håndholdt videohode (Soligor VSS-3312, svart-hvit overvåkningskamera med infrarøde lysdioder) ble ført inn i reirene. Kameraet var direkte tilkoblet et par videobriller (Sony Glasstron LCD PLM-A 55 E, oppløsning 800 X 225 piksel, tilsvarerende en 52" skjerm på 2 m avstand) som ble båret av samme person. Strømforsyningen ble besørget av et oppladbart

motorsykelbatteri (12 V) båret i en belteveske. Observasjonen ble umiddelbart notert ned. Med dette utstyret er det mulig å se ca 0.5 m lengre inn enn vi kan nå med den 30 cm lange vingemåleren som normalt benyttes som "søke/føle-redskap". I motsetning til den tradisjonelle metoden gir bruk av video også en øyeblikkelig og langt mer fullstendig oversikt over reirets struktur.

2.3 Statistiske metoder

De fleste statistiske tester er foretatt ved hjelp av programpakken *SPSS for Windows* versjon 9.0. (© 1989-97 SPSS Inc.). Dersom ikke annet er angitt er det benyttet to-haledede tester. De demografiske analysene (**kapittel 3.5.2**) ble utført med programmet *MARK* (White 1998) etter samme statistiske prinsipper som det tidligere anvendte *SURGE*-programmet (Pradel & Lebreton 1991, Lebreton et al. 1992). Statistiske parametre for bestandsstørrelse og bestandsutvikling (**kapittel 3.1 og 3.2**) ble utledet som angitt av Anker-Nilssen & Røstad (1993) ved hjelp av programmet *Star1*, programmert i *FORTTRAN* av Ole Wiggo Røstad.

Regnearkprogrammet *Microsoft® Excel 97 SR-2* (© 1985-97 Microsoft Corporation) er delvis benyttet som database-plattform, av og til også for å beregne enkel deskriptiv statistikk. Kartet i **figur 18** ble fremstilt ved hjelp av *ArcView GIS* versjon 3.1 (© 1992-98 ESRI Inc.) med ekstensjonen *Animal Movement* versjon 1.1 (Hooge & Eichenlaub 1997) til *ArcView*-modulen *Spatial Analyst*. Alle andre figurer er laget i *SigmaPlot 2000 for Windows* versjon 6.00 (© 1986-2000 SPSS Inc.).

3 Resultater

3.1 Bestandsstørrelse

I 1999 hadde Herynken 41 880 trafikkerte (tilsynelatende okkuperte) reirganger. Estimert hadde et 95 % konfidensintervall på ± 8.59 %. Det er således 95 % sannsynlighet for at det reelle antallet var mellom 38 282 og 45 478. Estimertets standardfeil ble beregnet etter en stratifisert prosedyre (jf. Anker-Nilssen & Røstad 1993). I **tabell 3** er tilsvarende resultater for hvert år i perioden 1979-99 presentert i henhold til stratifisering etter naturlig avgrensede felt, som for Herynkens vedkommende alltid har vært den parameter

som gir størst forbedring av konfidensintervallet (5.6 % forbedring av estimatet for 1999). 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 1990-99 var representativ for de andre lundekoloniene i Røst (slik det er rimelig å anta), var det således ca 503 000 trafikkerte reirganger av lunde på Røst i 1999. På Røst er lundegangene gjennomgående så dype at man bare unntaksvis når helt inn til selve reiret. Vi kjenner derfor

Tabell 3. Takseringsresultater for overvåkning av lundekolonien på Herynken i 1979-99. Takseringsenheten er en trafikkert (tilsynelatende okkupert) reirgang. De tradisjonelle prøvefeltene omfattet tre transekter på Treenyken 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 1979-99. The monitoring unit is an apparently occupied burrow. The traditional monitoring scheme included three transects at Treenyken 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	– 6.6
1983	19	1310	1992	205	0.9	79 680 (3337)	– 22.3
1984	11½	(1779) ²	1723	199	0.8	68 920 (3018)	– 13.5
1985	4	(1501) ²	1514	188	0.8	60 560 (2614)	– 12.1
1986	18½	–	1341	198	0.6	53 640 (2342)	– 11.4
1987	9½	–	1106	187	0.6	44 240 (1887)	– 17.5
1988	7½	–	1079	180	0.5	43 160 (1933)	– 2.4
1989	11½	–	1144	188	0.6	45 760 (1919)	+ 6.0
1990	6	–	1376	189	0.7	55 040 (2376)	+ 20.3
1991	10	–	1253	193	0.7	50 120 (2168)	– 8.9
1992	8½	–	1309	183	0.7	52 360 (2145)	+ 4.5
1993	6	–	1144	190	0.6	45 760 (1971)	– 12.6
1994	12	–	1164	179	0.6	46 560 (2003)	+ 1.7
1995	7	–	1167	186	0.6	46 680 (2058)	+ 0.3
1996	7½	–	1046	184	0.5	41 840 (1919)	– 10.4
1997	8½	–	1312	191	0.6	52 480 (2216)	+ 25.4
1998	12	–	1076	187	0.5	43 040 (1776)	– 18.0
1999	9	–	1047	185	0.5	41 880 (1836)	– 2.7

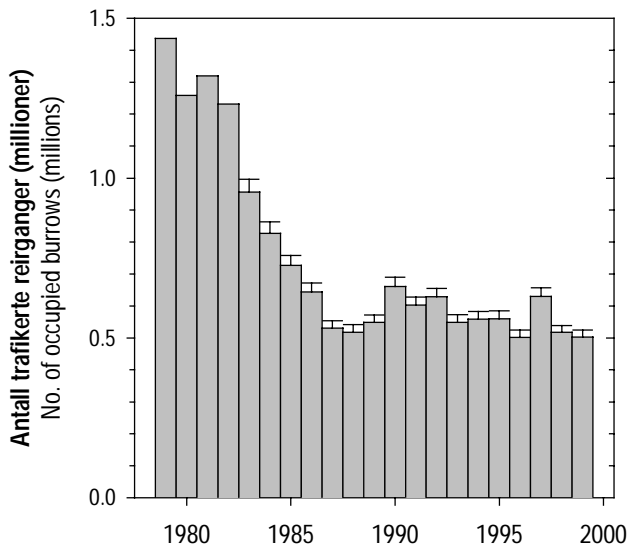
1) Færre prøvefelt enn i 1980-85 - Fewer sampling areas than in 1980-85.

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

ikke eksakt hvor stor andel av lundeparene som trafikkerer flere innganger til reiret, eller hvor mange par som deler den ytterste delen av gangen med et (eller flere) andre par. Erfaringsmessig vurderer vi imidlertid denne "feilkilden" som forholdsvis ubetydelig og antar at det er omkring ett par pr. trafikkert reirgang.

3.2 Bestandsutvikling

Utviklingen i hekkebestanden på Herynken i perioden 1979-88 er publisert av Anker-Nilssen & Røstad (1993) og utviklingen i årene 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**). Oppgangen i 1997 var et kortvarig fenomen og antallet trafikkerte reirganger i 1999 var så godt som identisk med bunnoteringen fra 1996. Bestandsstørrelsen ved slutten av det tyvende århundre var således bare 35.0 % av hva den var da overvåkingen startet 20 år tidligere.



Figur 1

Utviklingen i hekkebestanden av lunde på Røst (tilsynelatende okkuperte reirganger + 1 SE) i perioden 1979-99. 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 1979-99. 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.

Vanligste alder for førstegangshekkende fugler i denne bestanden er 5-7 år (bl.a. Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Basert på den gode hekkesuksessen i 1989-92 (Anker-Nilssen & Øyan 1995), kunne det derfor forventes en betydelig rekruttering til bestanden i årene 1994-99. Resultatene viser imidlertid at bestanden var relativt stabil eller svakt synkende i denne perioden. Dette betyr ikke at den har manglet rekruttering, men viser at tilveksten ikke har vært større enn det som måtte til for kompensere for dødeligheten blant etablerte hekkefugler. Siden denne dødeligheten var svært høy i perioden 1994-98 (**kapittel 3.5.2**), er det derfor grunn til å anta at rekrutteringen var 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 var trolig en betydelig faktor bak "bestandsøkningen" det året. Siden hekkevilligheten året etter var minst like god (Anker-Nilssen 1998), er den ekstreme dødeligheten mellom 1997 og 1998 hovedforklaringen på den kraftige tilbakegangen som ble registrert i 1998. Alt tyder nå på at rekrutteringspotensialet fra de gode hekkesesongene tidlig på 90-tallet er helt uttømt.

Anker-Nilssen & Brøseth (1998) fremholdt at vektkondisjonen til voksne fugler tidlig i sesongen kan antyde at hekkevilligheten, i alle fall slik den reflekteres ved reirteilingene til samme tid, har sammenheng med miljøforholdene i etablerings- og eggleggingsperioden. Den gjennomsnittlige vekten til et utvalg voksne individer som ble kontrollert 10 mai 1999 var 486.6 g ($SE = 4.2$, $n = 70$). Sammenholdt med tilsvarende data innsamlet til samme tid i de tre foregående år (jf. Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Brøseth 1998), var det signifikant variasjon i vektene mellom de fire årene ($F = 10.287$, $df = 3, 133$, $p < 0.001$). Fuglene i 1999 veide 8.9 % mer enn de i 1996 ($t = 4.532$, $df = 86$, $p < 0.001$) og 6.7 % mindre enn de fra 1997 ($t = -2.828$, $df = 77$, $p = 0.006$). Den numeriske vektøkningen på 2.1 % i forhold til 1998 var ikke signifikant. Både fuglenes kroppsvekt og belegget i studiereirene (**kapittel 3.4.2**) antyder altså at det ikke var noen betydelig endring i hekkevillighet fra 1998 til 1999. Den relativt moderate tilbakegangen i bestandsstørrelsen mellom de to årene (**tabell 3**) gir dermed grunnlag for å tro at overlevelsen blant voksne fugler tok seg kraftig opp mellom 1998 og 1999 sammenlignet med de foregående år. Dette kan først verifiseres eller avkreftes når resultatene fra demografiarbeidet i år 2000 foreligger (**kapittel 3.5.2**). Hvis en slik endring er reell og vedvarende, vil den bidra til å begrense den betydelige bestandsreduksjonen som er forventet i årene frem til 2004 som følge av reproduksjonsvikten i 1993-98.

Bestandsstørrelsen i 1999 var kun 35.0 % av bestandsstørrelsen i 1979 og omtrent like lav som i 1988, 1996 og

1998. Tilbakegangen i lundebestanden på Røst i de siste 20 årene utgjør omtrent 934 000 trafikkerte reirganger, noe som tilsvarer nær 50 % av dagens norske lundebestand som teller i overkant av 2 000 000 par (Anker-Nilssen 1990, Anker-Nilssen et al. upubl. data).

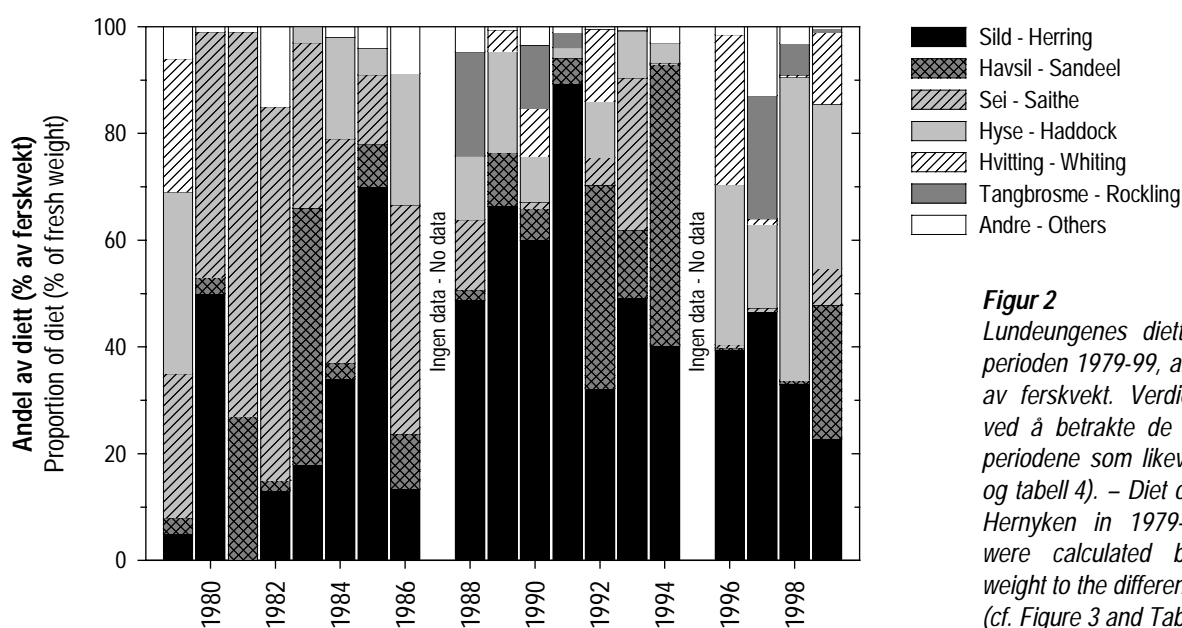
3.3 Næringsstudier

I analysen av materialet fra 1999 ble, som tidligere, hver femdagersperiode gitt lik vekt, uavhengig av hvor mange næringsprøver som ble innsamlet. I relasjon til vekt utgjorde sild 22.7 % av ungenes diett, dvs. godt under gjennomsnittet for de siste 21 årene (**tabell 4**). Vi har ingen data fra 1995, men denne andelen har ellers vært relativt stabil og forholdsvis moderat siden 1992 (variasjonsbredde 32.2-49.2 %).

I likhet med sesongen 1998 var hyse *Melanogrammus aeglefinus* en svært viktig byttedyrart i 1999. Målt i ferskvekt utgjorde den 30.8 % av ungenes diett (**figur 2**). Året før var den tilsvarende andelen hele 56.8 %, men heksesuksessen uteble da fullstendig. Det markante innslaget av hyse i dietten reflekterer både en svikt i andre viktige fiskeslag og det faktum at forekomstene av ung hyse har tatt seg kraftig opp de senere årene. Havforskningsinstituttets registreringer i Barentshavet og tilstøtende havområder i august-september 1998 påviste den sterkeste årsklassen av hyse siden målingene startet i 1965 (H. Gjøsæter, pers. medd.). Bare en gang tidligere (i 1979) har lundeungenes diett på Røst vært dominert av hyse (Anker-Nilssen & Øyan 1995).

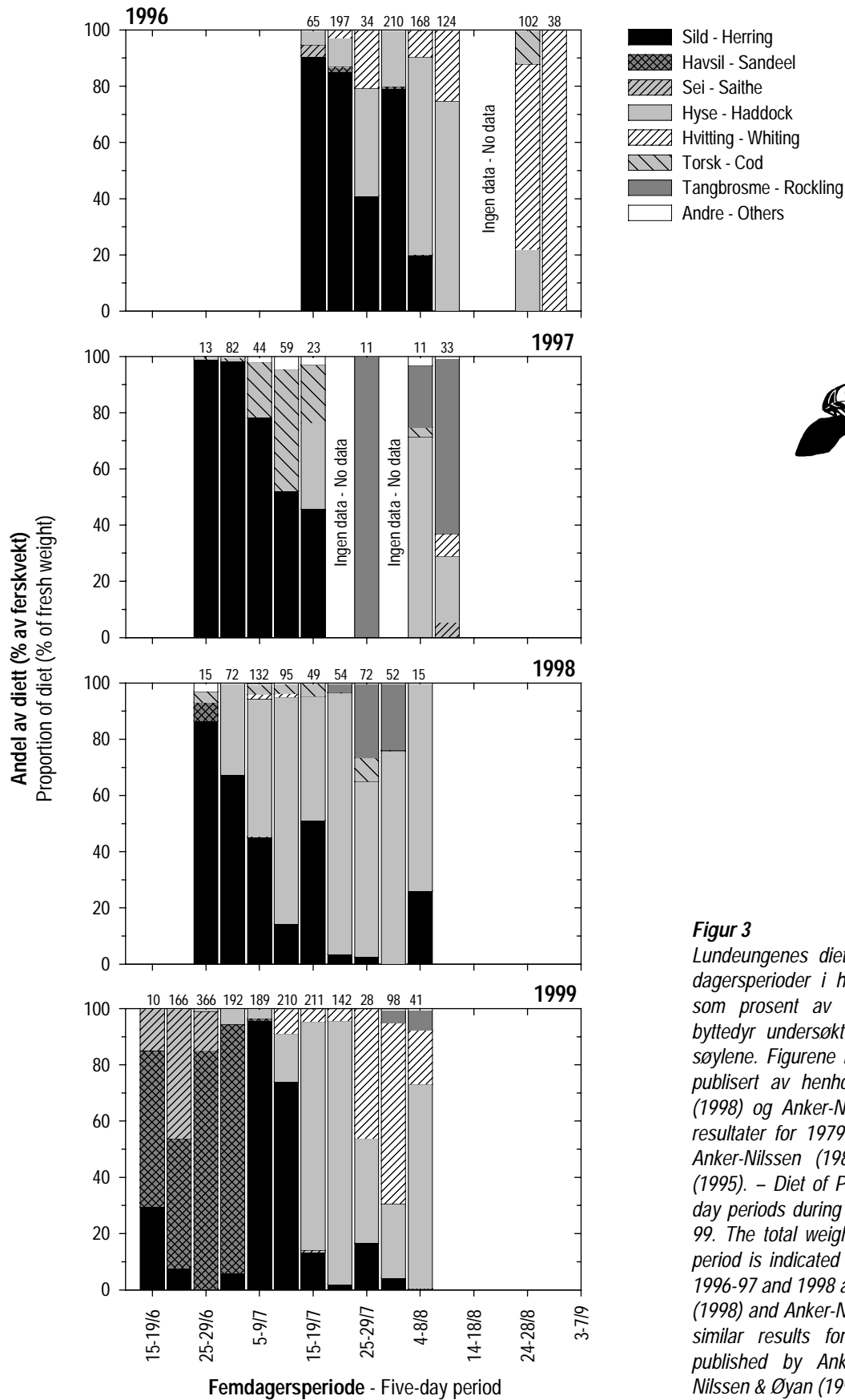
Tabell 4. Lundeungenes diett (prosent av ferskvekt) på Heryken i 1999 sammenlignet med gjennomsnitt for perioden 1979-98 (se tidligere rapporter for årlige resultater). Tallene er basert på totaler for femdagersperioder som ble betraktet som likeverdige i analysen (jf. figur 2). Ingen prøver ble innsamlet i 1987 og 1995. – The diet of Puffin chicks (percentages of fresh weight) at Heryken in 1999 compared with the mean for the period 1979-98 (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 1979-98	1999	Snitt – Mean 1979-99
Sild – Herring	39.4	22.7	38.5
Havsil – Sandeel	12.9	25.1	13.5
Sei – Saithe	21.9	6.9	21.1
Hyse – Haddock	13.9	30.8	14.8
Hvitting – Whiting	4.5	13.4	5.0
Andre torskfisk – Other gadoids	2.0	0	1.9
Tangbrosme – Rockling	3.5	1.1	3.4
Makrell – Mackerel	0.2	0	0.2
Andre fiskearter – Other fish species	1.2	0	1.2
Blekksprut eller krill – Squid or krill	0.5	0	0.5
Sum - Sum	100	100	100
<i>n</i> prøver - <i>n</i> samples	106.5	149	108.5
Antall femdagersperioder No. of five-day periods	7.4	11	7.5



Figur 2

Lundeungenes diett på Heryken i perioden 1979-99, angitt som prosent av ferskvekt. Verdiene er beregnet ved å betrakte de ulike femdagersperiodene som likeverdige (jf. figur 3 og tabell 4). – Diet of Puffin chicks at Heryken in 1979-99. The results were calculated by giving equal weight to the different five-day periods (cf. Figure 3 and Table 4).



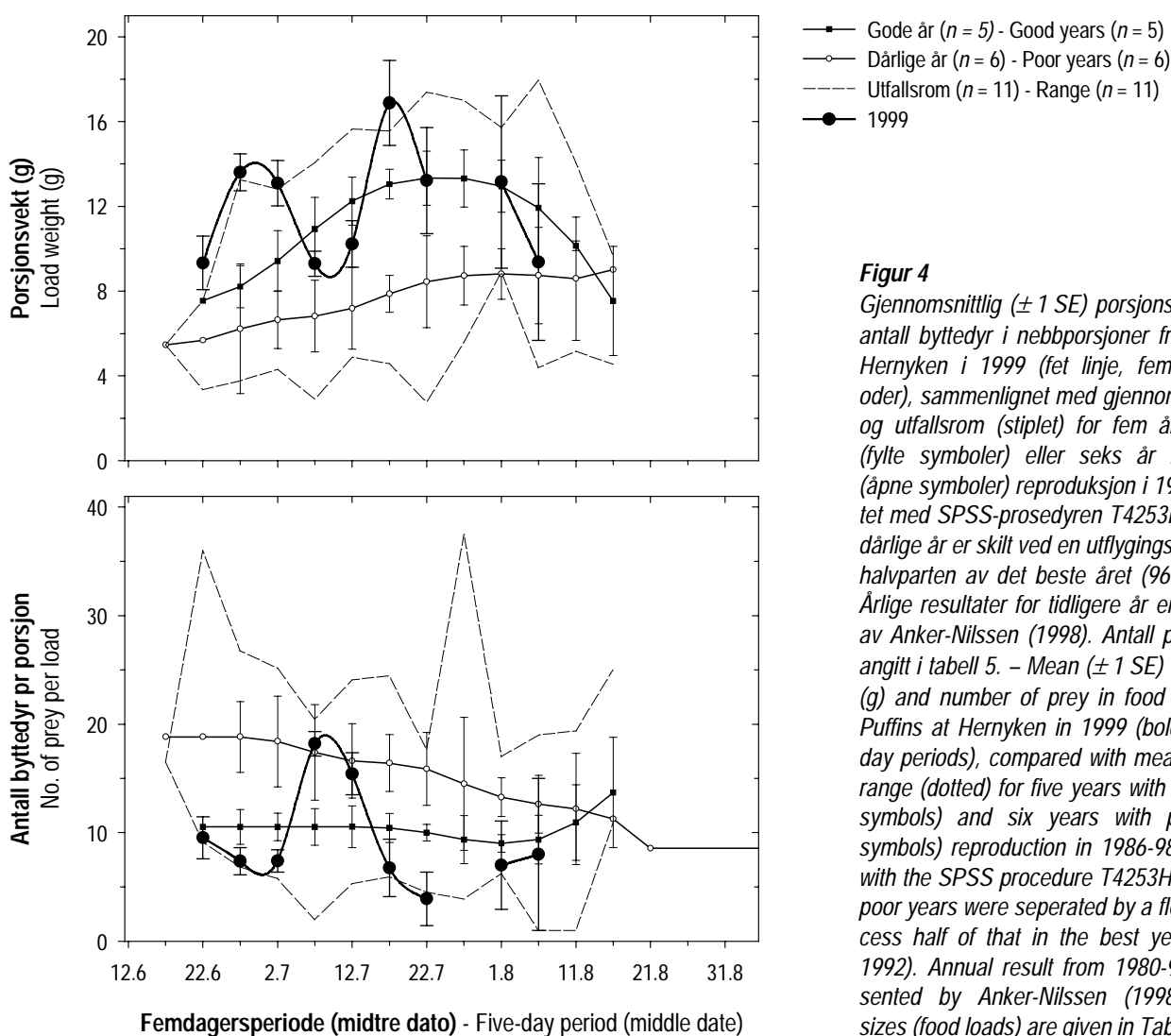
Figur 3

Lundeungenes diett på Herynken fordelt på fem-dagersperioder i hekkesesongene 1996-99, angitt som prosent av ferskvekt. Samlet vekt (g) av byttedyr undersøkt i hver periode er angitt over søylene. Figurene for 1996-97 og 1998 er tidligere publisert av henholdvis Anker-Nilssen & Brøseth (1998) og Anker-Nilssen (1998), mens tilsvarende resultater for 1979-85 og 1986-94 er publisert av Anker-Nilssen (1987) og Anker-Nilssen & Øyan (1995). – Diet of Puffin chicks at Herynken in five-day periods during the breeding seasons of 1996 - 99. The total weight (g) of prey examined in each period is indicated above the bars. The graphs for 1996-97 and 1998 are from Anker-Nilssen & Brøseth (1998) and Anker-Nilssen (1998), respectively, while similar results for 1979-85 and 1986-94 were published by Anker-Nilssen (1987) and Anker-Nilssen & Øyan (1995).

Havsil utgjorde i 1999 den nest største vektandelen i unge-dietten med 25.1 %. Bare 21.4 % var ikke hyse, havsil eller sild. Havsil har vært nesten fraværende i dietten siden 1994. Det er dessverre stadig mangel på marinbiologiske data som kan forklare havsilens opptreden ved Røst.

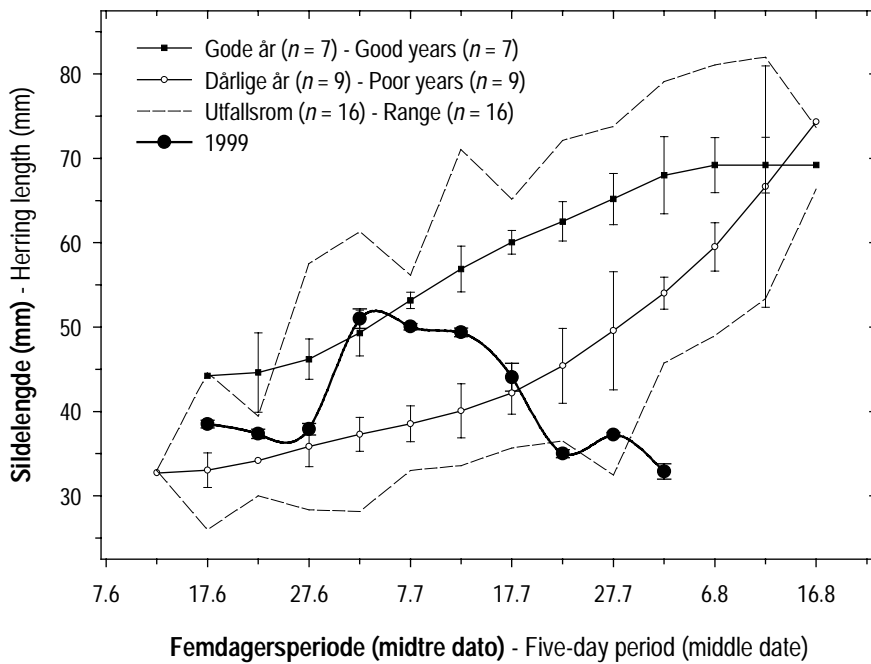
I likhet med foregående sesonger varierte ungenes diett betydelig gjennom sesongen. I motsetning til årene 1996-98 (**figur 3**) var havsil den dominerende arten i begynnelsen av ungeperioden, noe som gjenspeilte seg i en av de raskeste vekstratene som er registrert for lundeunger på Røst (jf. **Figur 7-9**). I begynnelsen av juli forsvant havsilen brått og sild av dårlig størrelse overtok i viktighet en kort periode. Denne ble imidlertid raskt erstattet av hyse og hvitting *Merlangius merlangus* som utgjorde hovedtyngden av dietten fra midten av juli og ut sesongen. Dominansen av torskefisk (*Gadidae*) i siste del av ungeperioden er helt typisk. Totalt var 52.2 % av diettvekten i 1999 torskefisker, og ved siden av hyse og hvitting var det bare sei *Pollachius virens* (6.9 %) som bidro vesentlig til dette.

Som vanlig varierte nebbporsjonene kraftig i størrelse gjennom sesongen. I 1999 kan to tydelige topper i porsjonsvekten spores (**figur 4**, øverst). Disse sammenfaller med innslag av byttedyr med stor kroppsstørrelse; først havsil i slutten av juni, deretter hyse og hvitting fra midten av juli til tidlig i august. Som alltid gjenspeiler denne sammenhengen seg også i antall byttedyr pr porsjon, men da med det motsatte utslag (**figur 4**, nederst). I periodene med store byttedyr var antallet lavt (4-10), mens det var langt høyere (15-18) da små sild dominerte i dietten. I de to delene av **figur 4** er dataene fra 1999 fremstilt sammen med gjennomsnittsverdier for gode og dårlige år (glattet med SPSS-proseduren T4253H). Skillet mellom slike år ble definert som halvparten av den høyeste utflygningssuksess som hittil er målt for lundene på Røst (96 % i 1992), dvs. ved en reirungeoverlevelse på 48 %. Ved hver dato er utfallsrommet for tidligere års gjennomsnitt i de samme periodene antydnet både for porsjonsvekt og antall byttedyr.



Figur 4

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

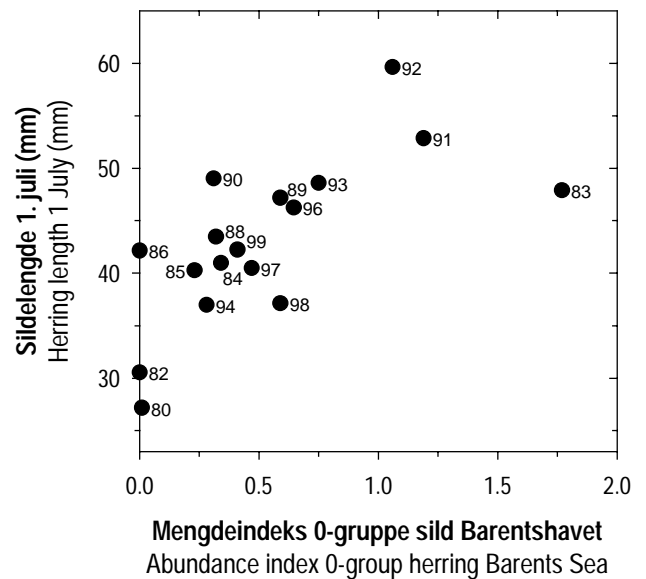


Figur 5

Gjennomsnittslengde (mm \pm 1 SE) av 0-gruppe sild i nebbporsjoner fra lunde på Røst i ulike femdagersperioder i 1999 (fet linje) sammenlignet med utglattede data for syv gode og ni dårlige år i 1980-98 (behandlet som i Figur 4). De årlige resultatene fra tidligere år er presentert av Anker-Nilssen (1998). Utvalgsverdier er angitt i tabell 5. – Mean length (mm \pm 1 SE) of 0-group herring in food loads from Puffins at Røst in different five-day periods in 1999 (bold line) compared with smoothed data from seven good and nine poor years in 1980-98 (processed as in Figur 4). The annual results from earlier years are presented by Anker-Nilssen (1998). 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 1999, sammenlignet med tilsvarende data for 1996-98 (fra Anker-Nilssen 1998, 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 1999, compared with similar data for 1996-98 (from Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Brøseth 1998).

Periode Period	1996 0-gr (n)	1997 0-gr (n)	1998 0-gr (n)	1999 0-gr (n)
15-19.06				18 (1)
20-24.6				70 (17)
25-29.6		40 (3)	72 (4)	34 (26)
30.6-4.7		251 (14)	164 (12)	21 (15)
5-9.7		79 (9)	161 (9)	318 (20)
10-14.7		60 (12)	97 (12)	284 (19)
15-19.7	91 (9)	63 (5)	151 (9)	61 (12)
20-24.7	266 (20)	0 (2)	8 (4)	22 (10)
25-29.7	28 (3)	0 (1)	16 (11)	17 (1)
30.7-3.8	152 (15)	0 (6)	0 (5)	3 (6)
4-8.8	35 (11)		0 (2)	17 (4)
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)	865 (131)



Figur 6

Gjennomsnittlig lengde (mm) av 0-gruppe sild i nebbporsjoner fra lunde på Røst 1. juli for 17 ulike år i perioden 1980-99, i relasjon til Havforskningsinstituttets mengdeindeks for de samme årsklassene målt i Barentshavet 8-10 uker senere (Toresen 1985, Anon. 1999, H. Gjøsæter 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 17 different years in 1980-99, 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. 1999, H. Gjøsæter pers. comm.). The length values were estimated by weighted linear regressions on data grouped in five-day periods (cf. Figur 5).

Tabell 6. Gjennomsnittslengde (mm ± SD) av ferske, hele fisk av de vanligste arter i nebbporsjoner fra lunde på Herynken i 1996-99. Verdiene i parentes er vektete gjennomsnitt der de enkelte femdagersperiodene ble betraktet som likeverdige (jf. figur 2). Utvalgsstørrelsene er angitt. Se Anker-Nilssen & Øyan (1995) for tilsvarende data fra 1988-94 (også sammenfattet i Anker-Nilssen & Brøseth 1998). – Mean length (mm ± SD) of fresh, whole fish of the most frequent species in food loads from Puffins at Herynken in 1996-99. Values given in brackets are weighted means calculated by giving the different five-day periods equal weight (cf. Figure 2). Sample sizes are indicated. See Anker-Nilssen & Øyan (1995) for similar data from 1988-94 (also summarised by Anker-Nilssen & Brøseth 1998).

Art Species	År – Year			
	1996	1997	1998	1999
Sild	52.5±8.5	39.6±5.2	36.6±6.0	46.5±8.6
Herring	(52), n=572	(39), n=493	(36), n=669	(41), n=717
Havsil	76.7±3.7		54.5±7.8	90.3±12.3
Sandeel	(77), n=6		(55), n=2	(76), n=275
Sei	53.0±6.1	69.0	38.5 0.7	62.0±14.8
Saithe	(51), n=3	n=1	(39), n=2	(59), n=60
Hyse	99.3±21.5	65.3±12.2	79.3±26.1	108.1±13.5
Haddock	(95), n=37	(65), n=6	(81), n=54	(103), n=36
Hvitting	91.5±24.2	73.0	52.5±20.5	92.0±14.6
Whiting	(90), n=23	n=1	(53), n=2	(94), n=20
Torsk	125.0	33.4±7.4	32.9±8.4	34.0
Cod	n=1	(32), n=62	(34), n=50	n=1
Tangbrosme		32.1±4.3	29.7±3.8	30.4±3.9
Rockling		(30), n=132	(30), n=140	(30), n=42
Makrell		31.7±4.5		30.5±3.5
Mackerel		(33), n=3		(31), n=2

Gjennomsnittslengden av sild i lundenes diett pr. 1. Juli hvert år kan benyttes som en indeks for sildens størrelses-kondisjon. Verdiene estimeres ved hjelp av lineære regresjonsanalyser basert på gjennomsnittsmålene for hver femdagersperiode (jf. figur 5). Sildens størrelse i 1999 endret ikke det gode samsvaret mellom denne lengdeindeksen og mengdeindeksen for de samme årsklassene, som måles av Havforskningsinstituttet et par måneder senere i Barentshavet (Spearman $r_s = 0.707$, $n = 17$, $p = 0.002$, figur 6).

Det er vanligvis også betydelige størrelsesforskjeller fra år til år for de fleste andre byttedyrartene (jf. Anker-Nilssen & Øyan 1995, Anker-Nilssen 1998). Hysene i ungedietten i 1999 var vesentlig større enn i de tre foregående årene (tabell 6) og er bare forbigått av de lundene fant i 1992 (gjennomsnittlig 123.6 mm). Også havsilen var større i 1992, men lengden i 1999 var på høyde med den nest beste gruppen av år for denne arten (1982-83 og 1994;



Størrelsen på silda i ungenes diett midtsommers er en god indikator både for sild (figur 6) og lunde (figur 11), men den skifter fort. I 1999 var 3-4 cm lange postlarver (t.h.) typiske tidlig og sent i ungeperioden, da lundene heldigvis hadde alternative byttedyr: først havsil (t.v.), senere hyse og hvitving. Bare i første halvdel av juli fant de sild av relativt god størrelse (figur 5). Torskefiskene i midten på dette bildet fra 20.6.99 er sei. (Foto © T. Aarvak)

Anker-Nilssen 1987, Anker-Nilssen & Øyan 1995). Årsvariasjonen i hvitvingens størrelse ser ut til å være betydelig mindre, i alle fall om en ser bort verdiene fra 1997-98 da utvalgsstørrelsen var svært liten. Tangbrosmenes lengde i 1999 var omtrent som i de foregående årene og lå nær den nedre grensen for utfallsrommet fra tidligere år (29.7-40.5).

3.4 Reproduksjon

3.4.1 Eggstørrelse

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

$$V = K_v LB^2$$

der L er eggglengde, B er eggbredde og konstanten $K_v = 0.507$. Bare i 1982 og 1989 ble det målt færre egg enn i 1999 (tabell 7). Siden eggene bare blir målt dersom det ikke er voksenfugl tilstede på reiret, indikerer dette en langt bedre kontinuitet i rugingen enn på svært mange år, hvilket også ble bekreftet av den høye klekkesuksessen (kapittel 3.4.2) i 1999.

Tabell 7. Statistikk for eggstørrelse (i mm og ml) hos lunde i studiereirene på Røst i 1982-99. – Parameters of egg size (in mm and ml) for Puffins in the nests studied at Røst in 1982-99.

År Year	n n	Lengde Length		Bredde Breadth		Volum Volume	
		Snitt Mean	SE SE	Snitt Mean	SE SE	Snitt Mean	SE SE
1982	4	62.1	0.21	44.3	0.28	61.8	0.99
1983	121	64.0	0.20	44.2	0.10	63.4	0.39
1989	11	62.4	0.54	44.0	0.56	61.3	1.72
1990	109	63.8	0.24	43.5	0.15	61.2	0.55
1991	164	64.0	0.19	43.9	0.12	62.7	0.40
1992	147	63.5	0.19	43.7	0.11	61.6	0.38
1993	149	63.7	0.18	44.0	0.10	62.5	0.35
1994	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
1999	39	63.2	0.37	43.9	0.24	61.9	0.89
Total Total	1587	63.4	0.06	43.9	0.03	61.9	0.12

Selv om eggstørrelsen var omtrent som i de to foregående årene og ikke skilte seg nevneverdig fra gjennomsnittet for alle år, var variasjonen i eggvolum mellom år meget betydelig (ANOVA, $F_{12,1586} = 3.33, p < 0.001$). Eggene var størst i 1983 og minst i 1995. Dette gir støtte for viktige antagelser om sammenhengen mellom reproduksjon og rekruttering (jf. Anker-Nilssen & Brøseth 1998).

Når dataene for 1999 føyes til, er det stadig ingen signifikant negativ samvariasjon mellom den prosentvise bestandsendringen fra foregående år (verdier i tabell 3) og ulike eggsmål (Pearson-korrelasjoner: eggvolum $r^2 = 0.207, n = 13, p = 0.118$, eggbredde $r^2 = 0.186, n = 13, p = 0.142$ og eggglengde $r^2 = 0.013, n = 13, p = 0.716$). Dette gjelder også i forhold til endringen i eggvolum mellom påfølgende år ($r^2 = 0.172, n = 12, p = 0.180$). Tendens til en negativ korrelasjon mellom eggvolum og gjennomsnittlig hekk-suksess 5-7 år tidligere (Pearson $r^2 = 0.284, n = 13, p = 0.061$) er imidlertid opprettholdt og gir fortsatt støtte til sammenhengen mellom rekruttering og eggstørrelse.

3.4.2 Hekketidspunkt, belegg og klekkesuksess

Lundeeggenes klekketidspunkt fra år til år har variert innenfor en periode på nesten seks uker med tyngdepunkt i siste uke av juni (tabell 8). Midtpunktet i klekkingen i 1999 inntraff fire dager tidligere enn medianen for alle år. Vektikontroll av 70 voksne fugler 10. mai antydte at fuglenes kondisjon like før egglegging var relativt god (kapittel 3.2).

Utvalget av regulære studiereir var redusert i forhold til de to foregående år, fordi 193 av de 490 reirene som fremdeles var oppmerket og intakte i 1999 ble forbeholdt en egen undersøkelse med video (kapittel 3.4.6). Frekvens og rutiner for reirsjekk var derimot uendret. Når videoreirene utelates var andelen reir hvor det beviselig ble lagt egg 50.8 % (152 av 299), dvs. omtrent på samme nivå som året før (165 av 341 = 48.4 %) og 13.4 % mindre enn i 1997 (206 av 351 = 58.7 %). Bare forskjellen mellom 1997 og 1998 var signifikant ($\chi^2_{\text{corr}} = 6.97, df = 1, p = 0.008$).

I 1999 ble det konstatert klekking i 121 (79.6 %) av de 152 studiereirene hvor det påviselig ble lagt egg. Dette er langt høyere enn året før, da denne andelen var 51.5 % (85 av 165 reir) ($\chi^2_{\text{corr}} = 26.21, df = 1, p < 0.001$), og mer enn dobbelt så høyt som i 1994-96, da klekkesuksessen var ekstremt dårlig (Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Igjen er reirene som ble undersøkt med video i 1999 utelatt av analysen.

Tabell 8. Statistikk for klekketidspunkt i studiereirene på Røst i perioden 1978-99. Estimer for 1978-79 er basert på data publisert av Tschanz (1979). – Parameters of the timing of hatching in the nests studied at Røst in 1978-99. Estimates for 1978-79 are based on data published by Tschanz (1979).

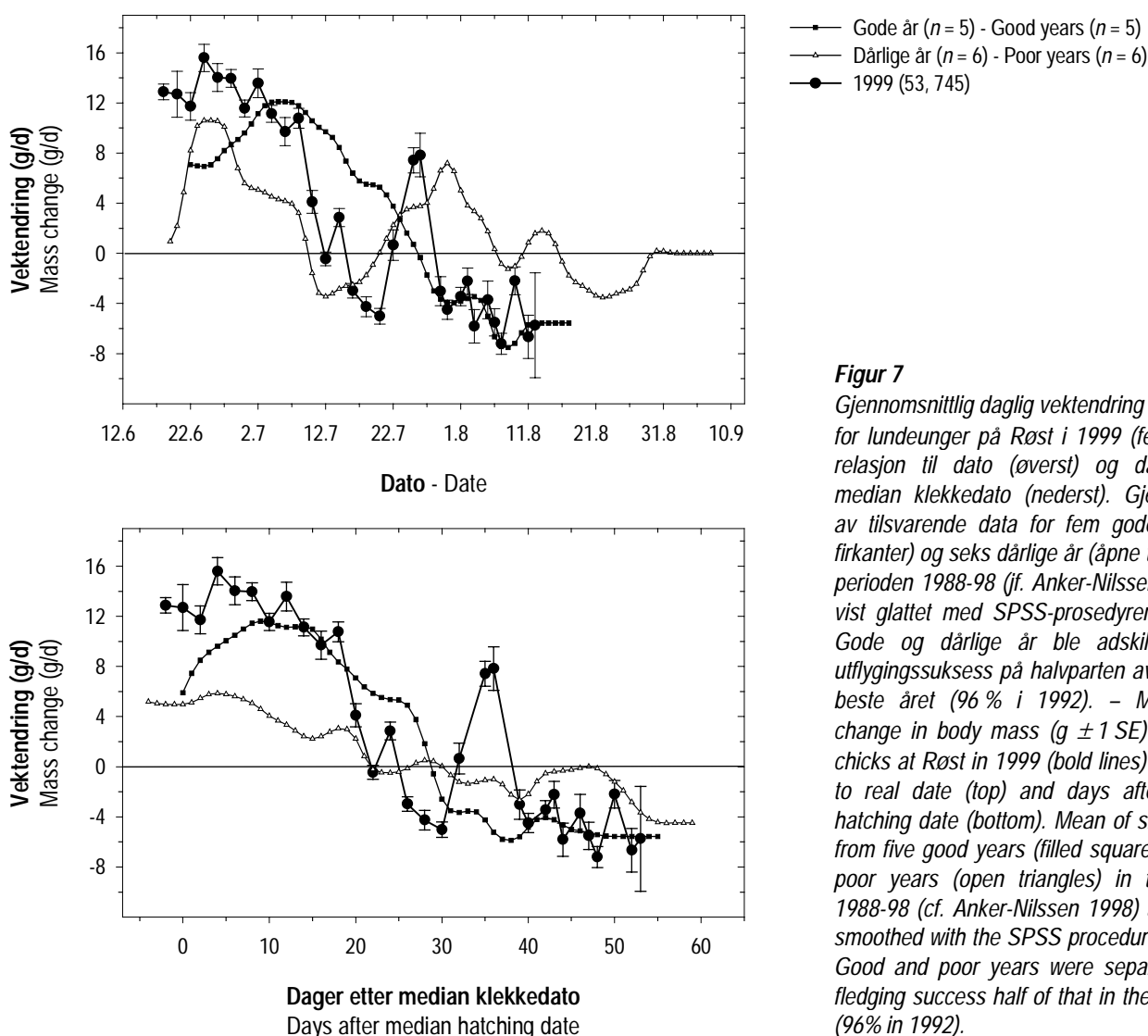
År Year	Klekke dato (1. juni = 1) Hatching date (1 June = 1)				Avvik i dager fra Deviation in days from	
	Snitt Mean	SD SD	Median Median	n n	forrige år last year	alle år all years
1978	26.1	1.8	26	25	?	0.9
1979	23.2	2.5	23	31	-2.9	-2.0
1980	18.3	5.5	18	7	-4.9	-6.9
1981	16.5	8.7	14	11	-1.8	-8.7
1982	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
1999	21.7	6.3	20	121	-8.8	-3.4
1978-99	25.1	8.3	24	20		

3.4.3 Ungevekst

Lundeungenes vekst har vært meget variabel fra år til år og innen hver sesong (figur 7-9). Det finnes ikke to år som kan karakteriseres som like, men noen iøynefallende hovedtrekk illustreres godt ved ungenes vektutvikling. I de fleste årene har vektkurven (i forhold til alder) hatt en normal sigmoid form (figur 8), til tross for at vekstraten har variert sterkt mellom årene. Den store spredningen i hekketidspunkt vil i noen grad ha glattet ut kurvene, men de indikerer likevel at endringene i næringstilgangen i slike år er mindre plutselige og mindre omfattende enn i år hvor vekstkurven har hatt en tydelig knekk (1984, 1993-94 og 1999, jf. Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Når en betrakter den daglige variasjonen i ungenes vekstrate (figur 7) trer omslagene i næringstilgang tydeligere fram. I år med god hekkesuksess er vekstraten som regel rimelig god inntil den siste tiden før reirforlating, hvor et vekttap er normalt hos mange sjøfugl, seilere og svaler (Ricklefs 1968). I år med

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

Ungenes morfometriske vektutvikling gjenspeiler også næringsforholdene (figur 9). Som vist eksperimentelt av Øyan & Anker-Nilssen (1996) blir bestemte kroppsdeler prioritert når næringstilgangen begrenses. De viste at i denne prosessen blir veksten av ekstremitetene prioritert i følgende rekkefølge: skalle/hode, nebb, arm, føtter (tars) og

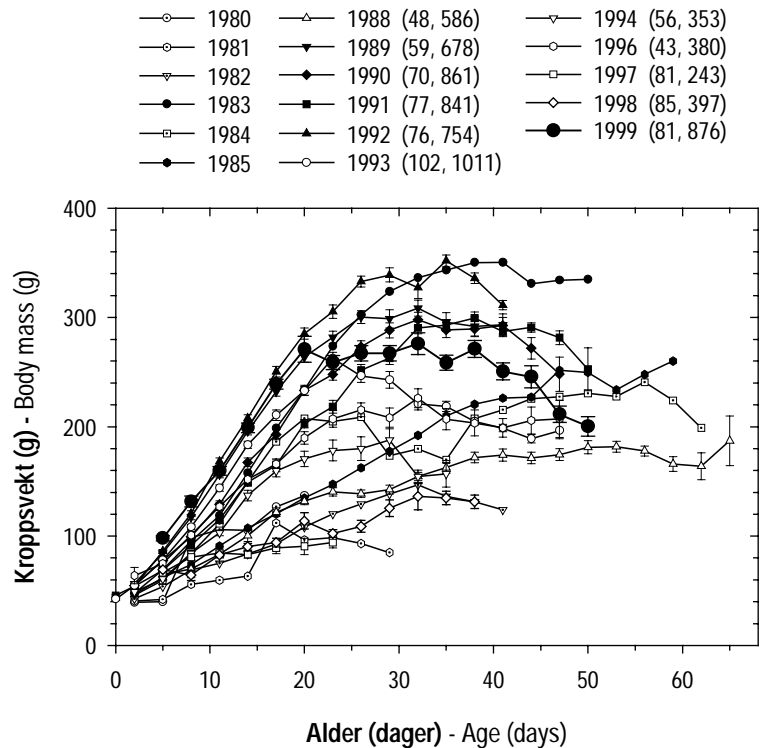


Figur 7

Gjennomsnittlig daglig vektendring ($g \pm 1$ SE) for lundeunger på Røst i 1999 (fete linjer) i relasjon til dato (øverst) og dager etter median klekkedato (nederst). Gjennomsnitt av tilsvarende data for fem gode år (fylte firkanter) og seks dårlige år (åpne trekanter) i perioden 1988-98 (jf. Anker-Nilssen 1998) er vist glattet med SPSS-proseduren T4253H. Gode og dårlige år ble adskilt ved en utflygningssuksess på halvparten av den i det beste året (96 % i 1992). – Mean daily change in body mass ($g \pm 1$ SE) for Puffin chicks at Røst in 1999 (bold lines) in relation to real date (top) and days after median hatching date (bottom). Mean of similar data from five good years (filled squares) and six poor years (open triangles) in the period 1988-98 (cf. Anker-Nilssen 1998) are shown smoothed with the SPSS procedure T4253H. Good and poor years were separated at a fledging success half of that in the best year (96% in 1992).

Figur 8

Lundeungenes vektutvikling ($g \pm 1 SE$) på Røst i 1999 (fete linjer) i relasjon til alder (dager) sammenlignet med tilsvarende data fra 1980-98. 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 1999 (bold lines) in relation to their age (days) compared with similar data from 1980-98. 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.



vingefjær. I det ekstremt dårlige året 1997 økte ungene nesten ikke i vekt, og det var da også en påfallende retardasjon av hodeveksten. Dette viser at ungenes muligheter til å bufre dårlig tider med allokering av vekst til viktige kroppsdeler (Øyan & Anker-Nilssen 1996) reduseres dramatisk eller opphører når næringstilgangen blir ekstremt dårlig.

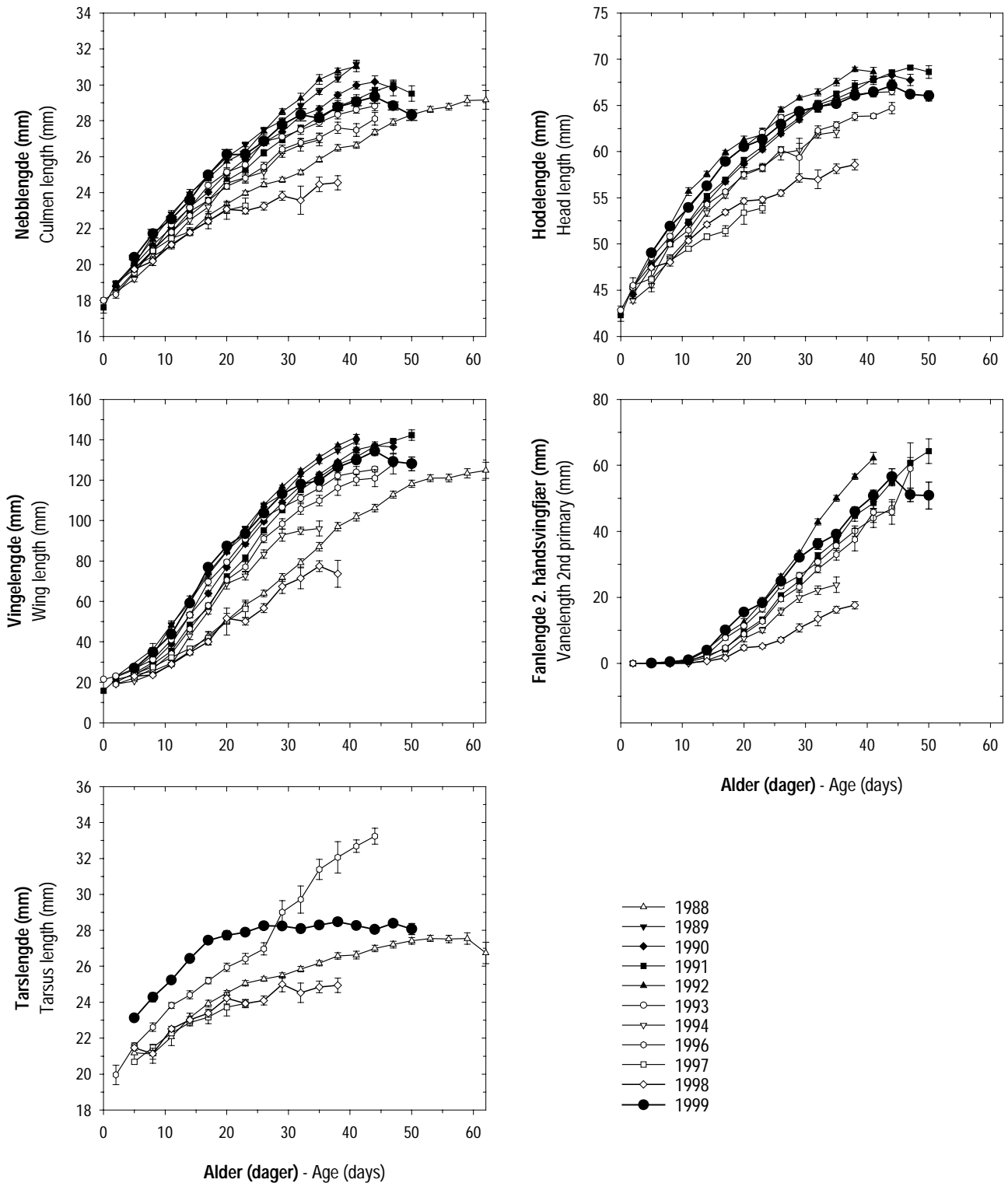
I 1999 var lundeungenes vekst i begynnelsen av ungeperioden noe av det raskeste som hittil er registrert på Røst (figur 7-9). På det beste la ungene på seg nær 16 gram i døgnet, og i tre uker var vektøkningen uavbrutt over 10 gram per døgn. Fram til ungene var omkring 20 dager gamle var veksten like god som i rekordåret 1992. Fra 11. juli ble imidlertid matingsaktiviteten plutselig redusert, vektutviklingen stagnerte og vekstraten avtok for alle ekstremiteter. Selv om veksten ganske raskt tok seg opp igjen for de fleste parametrene, nådde den aldri helt samme nivå som tidligere. Tarsens lengdevekst flatet faktisk helt ut (figur 9) og ble trolig så redusert at den ikke kunne kompenseres senere. Omslaget til dårlig vekst inntraff samtidig med en stiv, sørvestlig kuling og var ledsaget av en radikal endring av dietten fra havsil som viktigste byttedyr til mest sild av dårlig størrelse (figur 3-5). I diettskiftet fra sild til torskefisker midt i juli falt vekstraten for lundeungene ytterligere, i likhet med det typiske mønsteret for mange tidligere år. I perioden 22.-28. juli var imidlertid tilgangen på hyse og hvitting i dietten så god at veksten tok seg betydelig opp igjen. Ungene la på seg opptil 7-8 gram pr. døgn, noe som er helt usedvanlig på denne årstiden. Tar en også i betraktning at hverken sild eller havsil var det viktigste

byttedyret på dette tidspunktet, var fenomenet ganske eksepsjonelt. Takket være det løftet ungene da fikk ble kondisjonen ved reirforlating faktisk den beste som er registret siden 1983 (kapittel 3.4.5).

3.4.4 Hekkesuksess

Lundenes hekkesuksess har variert sterkt fra år til år (tabell 9). Hekkeresultatet måles som utflygningssuksess, definert som andel klekte unger som forlater reiret. 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, og jf. kapittel 3.4.6). I enkelte år er derfor den virkelige utflygningssuksessen 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. av de voksne fuglenes adferd.

Ved å benytte samme analysemetode som Anker-Nilssen & Øyan (1995), var den positive sammenhengen mellom lundenes hekketidspunkt og hekkesuksessen i foregående sesong stadig signifikant når data for 1999 ble lagt til (Spearman $r_s = 0.489$, $n = 17$, $p = 0.047$). 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



Figur 9

Gjennomsnittlige vekstkurver ($\text{mm} \pm 1 \text{ SE}$) for lundeungenes utvikling av nebb lengde, hodelengde (inkl. nebb), vingelengde, utbrutt fjærfan (på lengste håndsvingfjær) og tarslengde på Røst i 1999 (fete linjer) i relasjon til alder (dager) sammenlignet med tilsvarende data fra 1988-98. 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 ($\text{mm} \pm 1 \text{ SE}$) for the length development of culmen, head+bill, wing, vane of longest primary pen, and tarsus of Puffin chicks at Røst in 1999 (bold lines) in relation to their age (days) compared with similar data from 1988-98. 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.

også disse dataene inkluderes (Spearman $r_s = 0.511$, $n = 19$, $p = 0.025$). En sammenheng mellom hekkeresultat og neste års hekkstart er et interessant fenomen som bidrar til å belyse hekkfuglenes reproduktive investeringskostnader (bl.a. Erikstad et al. 1998b og Anker-Nilssen et al. i manus).

Det ble påvist klekking i 121 av de regulære studiereirene i 1999. På grunn av reirenes beskaffenhet er den videre skjebne til 27 av disse ungene helt ukjent. Av de resterende 94 ungene var det 67 unger (utflygningsuksess lik 71 %, **tabell 9**) som med sikkerhet forlot reiret for egen maskin. I alt 21 unger ble påvist døde, og med all sannsynlighet omkom også de siste seks ungene i reiret.

Tabell 9. Beregnet utflygningsuksess for lundeunger på Røst i 1978-99 og tilhørende datagrunnlag (antall studiereir med kjent utfall, hvorav reir forlatt som følge av forstyrrelse er utelatt). Estimaterne for helt mislykkede år ble også bekreftet av en rekke andre observasjoner. – Estimated fledging success of Puffin chicks at Røst in 1978-99 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.

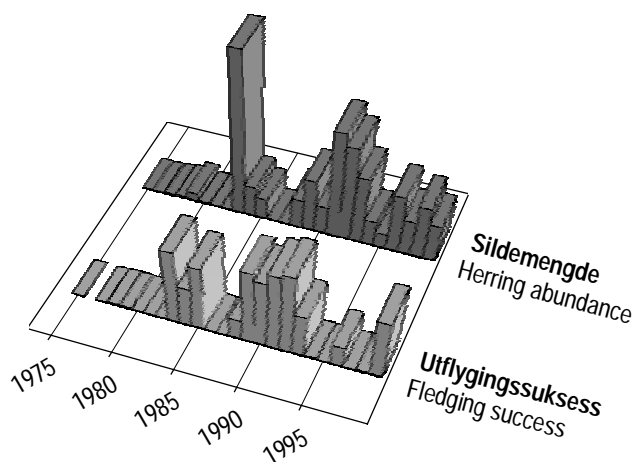
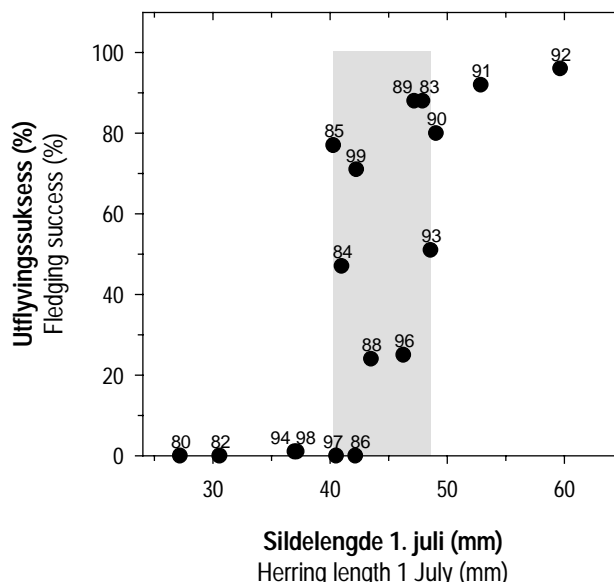
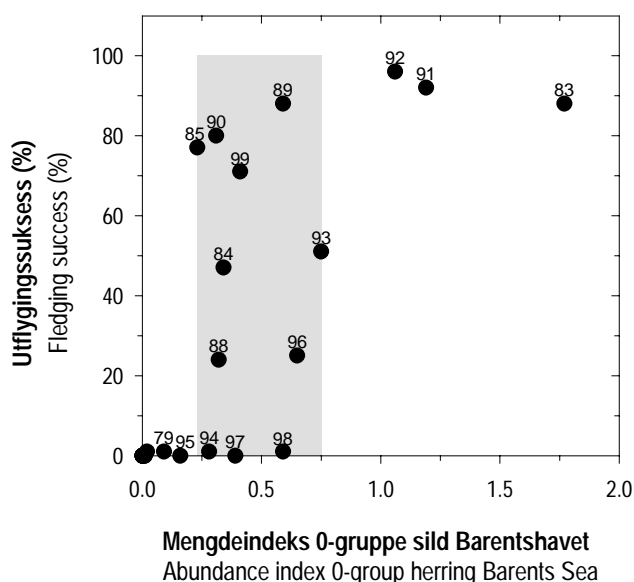
År Year	Utflygnings- uksess (%) Fledging success (%)	<i>n</i> <i>n</i>	Publisert av Published by
1978	0	25	Tschanz 1979
1979	0	31	Tschanz 1979
1980	0	5	Anker-Nilssen 1987
1981	0	10	Anker-Nilssen 1987
1982	0	11	Anker-Nilssen 1987
1983	88	57	Anker-Nilssen 1987
1984	47	32	Anker-Nilssen 1987
1985	77	31	Anker-Nilssen 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	Anker-Nilssen 1998
1999	71	94	
Snitt Mean	34	59	

Lundenes hekkesuksess er nøye korrelert med årsklassestyrken for 0-gruppe sild målt i Barentshavet 1-2 måneder senere (Spearman $r_s = 0.814$, $n = 24$, $p < 0.001$, **figur 10**). En yngelindeks på omtrent 0.2 markerer en nedre terskelgrense for hekkesuksess. Svakere årsklasser har alltid vært ledsaget av tilnærmet fullstendig hekkesvikt (10 år). Med indekser i intervallet 0.23-0.75 har hekkesuksessen vært svært variabel (god i 4 år, moderat i 2 år og dårlig eller manglende i 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 utflygningsuksessen omtrent like godt korrelert med sildelengde (Spearman $r_s = 0.806$, $n = 17$, $p < 0.001$, **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 terskelsonen (markert som et grått felt i **figur 11**) med svært variabel reproduksjon når sildelengden pr. 1. juli ligger i intervallet 40-49 mm (10 år). Med større sild har ungeoverlevelsen alltid vært god (3 år), mens dødeligheten har vært så godt som total i år med sild av mindre størrelse (4 år).

Endringen i bestandsstørrelse mellom påfølgende år er positivt korrelert med lundenes gjennomsnittlige hekkesuksess 5-7 år tidligere (Pearson $r^2 = 0.293$, $n = 20$, $p = 0.014$, **figur 12**). Forholdets statistiske styrke endret seg ikke vesentlig med resultatene for 1999, men både 1996 og 1998 var avvikende år (jf. Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Etter 1998 er det ikke lenger noen signifikant korrelasjon mellom bestandsendring og gjennomsnittlig hekkesuksess 6-8 år tidligere ($r = 0.320$, $n = 20$, $p = 0.168$) eller 4-6 år tidligere ($r = 0.404$, $n = 20$, $p = 0.078$). Når tilsvarende korrelasjoner gjøres mot årvisse reproduksjonsdata, er den gode korrelasjonen med hekkesuksessen fem år tidligere stadig opprettholdt ($r^2 = 0.316$, $n = 20$, $p = 0.010$), mens forholdet er enhalet signifikant mot hekkesuksessen sju år tidligere ($r^2 = 0.151$, $n = 20$, enhalet $p = 0.046$).

Både i 1996 og 1998 var bestandsutviklingen klart svakere enn korrelasjonen i **figur 12** skulle tilsi, mens 1999 var nær det en kunne forvente. Parallelt med en svak nedgang i bestanden var belegget i studiereirene 5.1 % høyere enn i 1998 (**kapittel 3.4.2**), selv om forskjellen ikke var signifikant ($\chi^2_{\text{corr}} = 0.291$, $df = 1$, $p = 0.590$). Siden hekkebestanden trolig ikke fikk noen vesentlig rekruttering i 1999 (se også **kapittel 3.2**), er det rimelig å anta at den relativt beskjedne bestandsreduksjonen fra 1998 skyldes større hekkevillighet og/eller bedre overlevelse for voksne fugler (**kapittel 3.5.2**).



Figur 10

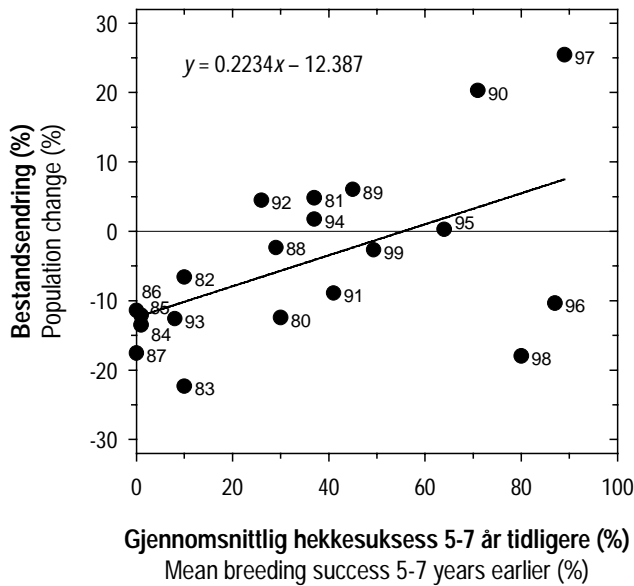
To måter å visualisere sammenhengen mellom utflygingsuksess (antall unger utflyet pr. egg klekket) for lundeunger på Røst somrene 1975-99 og Havforskningsinstituttets mengdeestimer (logaritmisk indeks) for 0-gruppe sild i Barentshavområdet i august-september samme år. Utflygingsdata for 1975-85 er basert på Lid (1981) og Anker-Nilssen (1987), mens indekser for sild er etter Toresen (1985) og Anon. (1999). I øverste figur ligger åtte plott tett ved origo, og det er antydning av terskelsoner (grått felt) for sildeindeksen hvor hekkesuksessen er svært variabel. – Two ways of visualising the relationship between fledging success of Puffin chicks at Røst in the summers of 1975-99 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. (1999). In the upper graph, eight plots are situated close to the origin, and a threshold zone (shaded grey) for levels of herring associated with very variable breeding success is tentatively indicated.

Figur 11

Sammenhengen mellom ungenes utflygingsuksess i 17 ulike år i perioden 1980-99 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 17 different years during 1980-99 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 og 1998 are almost identical. The threshold zone (shaded grey) is indicated.

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

Regresjonslinjen i figur 12 har nullpunkt ved en utflygingsuksess på 55.4 %. 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.



Figur 12
 Årlige endringer i hekkebestandens størrelse i 1979-99 i relasjon til lundenes gjennomsnittlige hekkesuksess (målt som ungenes utflygingsuksess) 5-7 år tidligere. Regresjonen er statistisk signifikant ($r^2 = 0.292$, $n = 20$, $p = 0.014$). – Annual changes in breeding numbers in 1979-99 in relation to the Puffins' mean breeding success (as measured by fledging success of chicks) 5-7 years earlier. The regression is statistically significant ($r^2 = 0.292$, $n = 20$, $p = 0.014$).

3.4.5 Ungenes kondisjon ved reirforlating

Ungenes kondisjon ved slutten av reirperioden har variert kraftig fra år til år (tabell 10). Det var en signifikant negativ sammenheng mellom gjennomsnittlig sistevekt og alder på de ungene som forlot reiret (enhalet Pearson $r^2 = 0.342$, $n = 10$, $p = 0.038$). I denne analysen ble 1994 og 1998 utelatt pga. for liten utvalgsstørrelse. Tilsvarende god korrelasjon ble ikke påvist for de andre størrelsesvariablene som er oppgitt i tabellen (enhalde Pearson-korrelasjoner, vingelengde: $r = -0.219$, $n = 8$, $p = 0.301$, nebb lengde: $r = -0.306$, $n = 10$, $p = 0.195$, hode+nebb: $r = 0.072$, $n = 6$, $p = 0.446$). Dette indikerer at ungenes vekt-kondisjon er en viktig proksimat faktor for reirtidens lengde, men antyder også at de må nå visse minstemål i utvikling av viktige kroppsdeler før utflygning er mulig. At det ikke var antydning til korrelasjon for lengde av hode+nebb, støtter de eksperimentelle studiene til Øyan & Anker-Nilssen (1996), som viste at ungene allokere vekst til utvikling av hodet ved dårlig tilgang på næring. Trolig er denne vekstallokeringen utviklet slik at den maksimerer ungenes overlevelsessjanser i dårlige tider. Dette kan skje både ved at reirtiden blir så kort som mulig (i forhold til utviklingsfysiologiske minstekrav), og ved at ungene blir bedre rustet til å klare seg den første kritiske tiden på sjøen. En høy preferanse for lagring av underhudsfett i dårlige tider (Øyan & Anker-Nilssen 1986) er trolig også forklart på samme

Tabell 10. Reirtid og slutt-kondisjon for unger i studiereirene i årene 1983-84, 1988-94, 1996 og 1998-99. Gjennomsnittlig differanse i tid (døgn) mellom siste sjekk og utflygning er angitt i parentes etter ungenes alder ved siste sjekk. Unger som med sikkerhet eller stor sannsynlighet døde i reiret er ikke medregnet. – Fledging period and final condition of chicks studied in 1983-84, 1988-94, 1996 and 1998-99. 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	SE	n		Snitt	SE	n	Snitt	SE	n	Snitt	SE	n	Snitt	SE	n
	Mean	SE	n		Mean	SE	n	Mean	SE	n	Mean	SE	n	Mean	SE	n
1983	44.4	0.58	50	42.7 (1.7)	-	-	-	30.5	0.18	50	-	-	-	330.1	4.31	50
1984	50.9	1.45	15	49.9 (1.0)	-	-	-	28.6	0.24	15	-	-	-	232.2	7.19	15
1988	60.3	1.98	10	58.1 (2.2)	128.4	2.92	12	29.6	0.68	5	-	-	-	197.3	8.52	12
1989	39.3	0.37	72	37.8 (1.5)	133.4	1.20	75	30.1	0.18	75	-	-	-	271.8	6.62	75
1990	44.5	0.34	76	42.6 (1.9)	138.5	0.87	74	30.3	0.15	74	68.3	0.23	74	285.9	5.57	74
1991	46.2	0.34	84	44.5 (1.7)	140.0	0.97	44	30.2	0.20	25	69.3	0.30	25	291.0	4.99	44
1992	39.8	0.37	113	37.6 (2.3)	134.6	1.03	77	30.6	0.16	71	68.2	0.23	71	323.0	4.32	113
1993	42.9	0.66	46	41.8 (1.1)	125.7	2.90	11	28.9	0.32	11	67.1	0.52	11	205.8	5.50	36
1994	49	-	1	48 (1.0)	129	-	1	29.2	-	1	67	-	1	208	-	1
1996	45.2	1.62	17	42.1 (3.2)	125.5	2.59	17	28.3	0.23	13	64.8	0.46	13	228.4	8.22	17
1998	63.5	-	1	60 (3.5)	133 ¹	-	1	28.0 ¹	-	1	63.4 ¹	-	1	196 ¹	-	1
1999	45.1	0.56	67	43.0 (2.1)	136.5	2.32	64	30.1	0.15	62	67.1	1.08	64	271.8	5.20	67
Snitt ² Mean ²	47.6	1.91	10	44.0 (1.9)	132.8	2.00	8	29.7	0.26	10	67.5	0.63	6	263.7	14.6	10

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

² År med minimalt utvalg (n = 1) er utelatt – Years with minimal sample (n = 1) are omitted

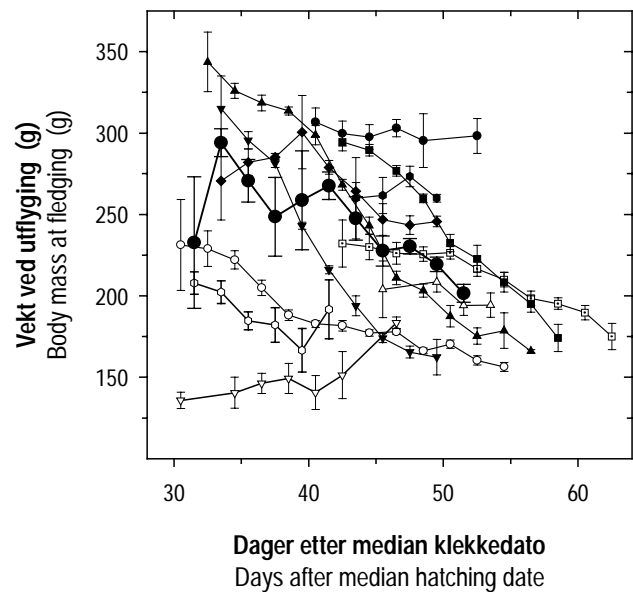
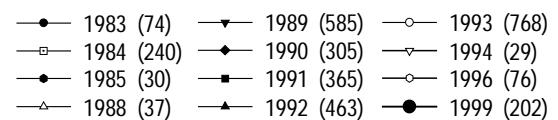
måte. Underhuds fett vil bidra til å redusere ungens varmetap når den kommer i kontakt med sjøen, noe som kan være særlig viktig hvis fjærdakten er dårlig utviklet og sjøvannet når inn til huden.

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

Ungenes kondisjon ved utflygning i 1999 fulgte det vanlige mønsteret (**figur 13**). De første ungene som forlot kolonien var i langt bedre kondisjon enn de som gikk ut senere i sesongen. Dette er som regel en direkte følge av at de siste ungene erfarer en lengre sulteperiode enn de første, fordi næringstilgangen vanligvis avtar mot slutten av sesongen. Forholdet vil også være påvirket av at utflygningsalderen kan endre seg gjennom hver enkelt sesong, selv om dette trolig har mindre betydning. Redusert mattilgang vil virke til å forlenge ungenes reirperiode og derved øke utflygningsalderen, men vekten er langt mer følsom for næringstilgang enn for alder (Øyan & Anker-Nilssen 1996). Det er imidlertid viktig å huske at unger som flyr til sjøen ikke blir innfanget i samme grad som de andre. Siden unger i dårlig kondisjon er mindre flygedyktige enn andre og ungenes vekt ved utflygning vanligvis avtar utover i sesongen, er utvalget mindre representativt tidlig enn sent i utflygningsperioden.

3.4.6 Videoregistreringer i reir

Av praktiske årsaker ble 193 av reirene i to delfelt (heretter kalt *videoreir 99*) som inngår i den regulære overvåkingsserien, plukket ut til undersøkelsen med video. Reirene ble sjekket med video to ganger, hhv. 25.6 og 29.7. Ved første gangs undersøkelse ble 109 reir definert som i drift. Som kontroll ble benyttet data fra reir i den regulære reirovervåkningen (heretter kalt vanlige reir) i 1998 og 1999. De vanlige reirene i 1998 ($n = 561$) og 1999 ($n = 297$) ble sjekket hver fjerde dag. For å få mest mulig parallelle data til sammenligning med undersøkelsen av videoreirene, ble kun resultater fra sjekking av vanlige reir i samme tidsperioder benyttet (til første sjekk fra delfelt vest 24.6 og delfelt øst 26.6, til andre sjekk fra delfelt øst 28.7 og delfelt vest 30.7). I 1998 ble alle reirene undersøkt på regulær måte, men i analysen ble de gruppert på samme måte som i 1999.



Figur 13

Variasjonen i kroppsvekt ($g \pm 1$ SE) for lundeunger ved reirforlating på Røst i 1999 (fete linjer) sammenlignet med tilsvarende data fra 1983-85, 1988-94 og 1996 (etter Anker-Nilssen 1987, 1998). Åpne symboler markerer år hvor de fleste ungene omkom i reiret. Årlige utvalgsstørrelser er angitt. – The variation in body mass ($g \pm 1$ SE) of Puffin fledglings at Røst in 1999 (bold lines) compared to similar data from 1983-85, 1988-94 and 1996 (after Anker-Nilssen 1987, 1998). Open symbols indicate years when most chicks died as nestlings. Annual sample sizes are indicated.

Videoeffekten

Ved bruk av video ble en betydelig større andel av reirene i 1999 (109 av 193) påvist å være i bruk til hekking enn det vi fant ved regulær undersøkelse av de samme reirene året før (87 av 221) ($\chi^2_{\text{corr}} = 11.42$, $df = 1$, $p = 0.001$). Siden det ikke var noen signifikant forskjell i hekkebelegg i de andre reirene som ble undersøkt på vanlig måte begge år (hhv. 164 av 340 reir i 1998 og 147 av 297 reir i 1999, $\chi^2_{\text{corr}} = 0.057$, $df = 1$, $p = 0.812$), dokumenterer denne forskjellen at video er en langt mer effektiv metode til å måle hekkebelegg. Videoreirene i 1999 var likevel ikke bedre belagt enn de vanlige reirene samme år ($\chi^2_{\text{corr}} = 2.01$, $df = 1$, $p = 0.139$). Reirene som ble undersøkt med video var imidlertid av de som er benyttet lengst i den regulære reirovervåkningen (de fleste undersøkt årlig siden 1980-tallet), og kunne derfor forventes å ha ett dårligere belegg (som følge av vår forstyrrelse over mange år) enn de vanlige reirene, som gjennomgående er av nyere dato.



Virtual reality in real practice! Med den nyinnkjøpte videobrillen og et lite videokamera med IR-dioder kunne vi dokumentere hekking i 43 % flere av studiereirene enn med den tradisjonelle "søke/føle"-metoden. (Foto © T. Aarvak)

Denne forskjellen var tydelig mellom de samme to gruppene av reir i 1998 ($\chi^2_{\text{corr}} = 3.91$, $df = 1$, $p = 0.048$). Bruken av video kunne altså kompensere for en tilsvarende forskjell i belegg i 1999. For å estimere forbedringen fra vanlig metode, ble derfor forskjellen i antall reir i drift mellom vanlige reir og videoreir i 1999 testet ved å bruke de observerte resultatene fra 1998 som grunnlag for å beregne forventningsverdiene til χ^2 -testen for 1999. Gitt samme relative forhold i hekkebelegg mellom de to gruppene som i 1998, var det i 1999 forventet 76 reir i drift blant videoreirene og 143 reir i drift blant de vanlige reirene. De faktiske resultatene avslørte altså henholdsvis 109 reir og 147 reir i drift. Denne forskjellen er meget signifikant ($\chi^2_{\text{corr}} = 14.44$, $df = 1$, $p = 0.0001$) og viser at bruken av video gav en forbedring på hele 43 % i påvisning av reirinnhold sammenlignet med den regulære undersøkelsesmetoden. Dette må ikke tolkes som en helt nøyaktig verdi, siden det lett kan tenkes at gamle reir har en mer kompleks struktur og dermed er vanskeligere å undersøke, enn reir av nyere dato.

3.5 Overlevelse

3.5.1 Ungfuglenes overlevelse

Ved utløpet av sesongen 1999 var 24 (0.80 %) av de 2996 lundeungene som er merket ved reirforlating på Herynken siden 1979 (i 1983-85, 1988-94, 1996 og 1999) gjenfunnet på en slik måte at de må ha overlevd de første månedene på sjøen (alle overlevde til minst 3 års alder). To av funnene ble gjort på Herynken i 1999. Den ene fuglen ble kontrollert i det store nettet i skaret 10. mai, mens ringen til den andre ble avlest med teleskop i demografifeltet bak hytta 9. juli. Begge var merket i 1989. Students t -tester (med antatt ulik varians i de to gruppene) viste at ungene som hadde overlevd forlot reiret i langt bedre kondisjon enn de ungene som aldri er gjenfunnet (**tabell 11**, vingelengde: $t = 4.01$, $df = 23.0$, $p = 0.001$, nebb lengde: $t = 3.68$, $df = 22.3$, $p = 0.001$, hodelengde: $t = 4.50$, $df = 5.16$, $p = 0.006$, vekt: $t = 7.15$, $df = 24.1$, $p < 0.001$).

I tillegg er sju (0.87 %) av de 802 reirungene som er merket i samme periode funnet igjen etter å ha overlevd mer enn et par måneder på sjøen. Skjebnen til seks av disse ungene er beskrevet av Anker-Nilssen & Øyan (1995) og Anker-Nilssen & Brøseth (1998). Den sjuende ble kontrollert i et nett i demografifeltet 28.7.99 og var ungen fra reir 18 øverst i hytteura i 1991. Morfometriske mål for disse ungene 1-2 dager før reirforlating (vingelengde: 140.3 mm, $SD = 3.6$, $n = 4$, nebb lengde: 30.5 mm, $SD = 1.1$, $n = 6$, vekt 291.3 g, $SD = 22.1$, $n = 6$) viste at de forlot kolonien i vel så god kondisjon som de andre 24 ungene som beviselig overlevde (jf. **tabell 11**). Det totale gjenfunnsmaterialelet av merkingen f.o.m. 1979 omfatter altså bare 31 unger som beviselig har overlevd mer enn 2½ måneder på egen hånd.

Tabell 11. Morfometriske data (i mm og g) for lundeunger ved reirforlating på Herynken, Røst i 1983-99 i forhold til kunnskap om deres overlevelse de første månedene på sjøen. – Morphometry (in mm and g) of Puffin fledglings at Herynken, Røst in 1983-99 in relation to existing knowledge about their survival the first months at sea.

Overlevelse Survival	Variabel Variable	Snitt Mean	SE SE	n
≥ 3 år ≥ 3 years	Vingelengde - Wing length	141.3	1.14	23
	Nebblengde - Culmen length	31.0	0.35	23
	Hodelengde - Head+bill length	69.6	0.46	6
	Kroppsvekt - Body mass	269.8	5.81	24
Ukjent Unknown	Vingelengde - Wing length	136.7	0.17	2805
	Nebblengde - Culmen length	29.7	0.03	2309
	Hodelengde - Head+bill length	67.5	0.06	1633
	Vekt - Weight	227.7	0.90	3033

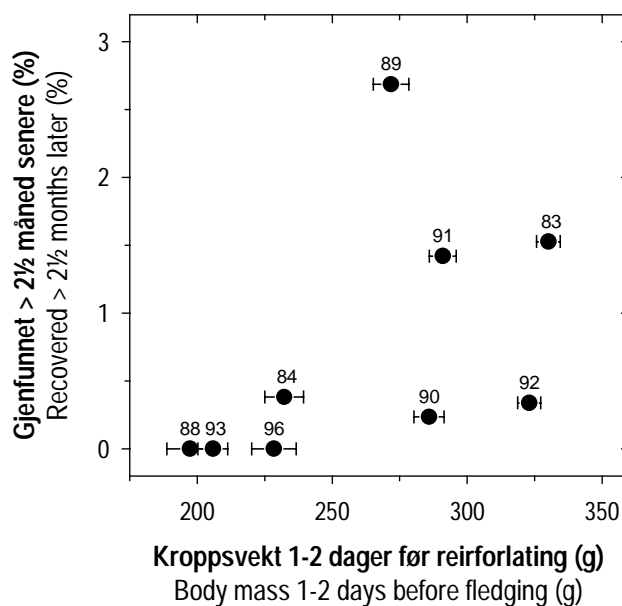
Dette kan likevel brukes til å demonstrere at det på ingen måte bare er ungenes kondisjon ved reirforlating som avgjør deres videre skjebne (figur 14). Som forventet er det betydelig variasjon i ungenes gjenfunnsrate mellom år (1999 foreløpig unntatt; $\chi^2 = 39.47$, $df = 10$, $p < 0.001$), men denne variasjonen var også meget markant i de fem årene hvor ungene generelt var i rimelig god kondisjon ved reirforlating (jf. figur 14, tabell 11). Eksempelvis er gjenfunnsraten for unger fra 1989 (2.69 %) hele tolv ganger høyere enn for ungene som ble merket i 1990 (0.23 %) og åtte 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 5.1 år (1862 døgn, $SE = 185$, $n = 30$). De fleste hadde altså nådd hekkealder. Resultatene i figur 14 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 næringstilgang innenfor rimelig rekkevidde av kolonien (Anker-Nilssen & Øyan 1995). Det må likevel understrekes at ulike miljøforhold på senere tidspunkt også vil ha påvirket dette materialet i betydelig grad.

3.5.2 Hekkefuglenes overlevelse

For en gangs skyld klarte vi ikke å øke den dokumenterte aldersrekorden for norske lunder. Det eldste av våre fargemerkede individer (ringmerket som reirunge 19.8.66) ble observert i beste velgående ved sju anledninger på fem ulike dager i perioden 17.6-9.7.99, 33 år gammel. Da den sist ble sett manglet bare 4 dager på å slette rekorden fra 1998 (Anker-Nilssen 1998), og dette er den andre norske lunden som beviselig har opplevd 34 kalenderår. Årets eneste fangstøkt med det store garnet i sørenden av skaret på Herynken, hvor Svein Myrberget og hans medarbeidere merket de fleste av sine lunder på 1960-tallet, ble foretatt 10. mai. I løpet av nøyaktig to timer fanget vi 71 lunder, hvorav 8 hadde ring fra tidligere år. De tre eldste var alle merket som voksne i 1983, mens en annen var merket som nyutfløyet unge i 1989. Den 22. juli fant vi imidlertid en lunde ringmerket som reirunge av Johansen og Storbjork på Herynken 5. august 1967. Fuglen lå død i fjæra rett sør for den tradisjonsrike merkeplassen i skaret og var drept av svartbak 2-4 dager tidligere. Den ble altså 32 år gammel.

For bestandens utvikling er det, naturlig nok, fuglenes generelle overlevelse som er avgjørende. Overvåkingen



Figur 14

Sammenhengen mellom lundeungenes kroppsvekt ($g \pm 1 SE$) like før reirforlating i 1983-96 (data fra tabell 10) og hvor stor andel av ringmerkede unger som beviselig overlevde de første 2½ måneder etter at de forlot kolonien. Antall unger merket i de enkelte år var henholdsvis (i kronologisk rekkefølge) 131, 263, 62, 670, 428, 493, 593, 678 og 118. – The relationship between body mass ($g \pm 1 SE$) of Puffin nestlings immediately before fledging in 1983-96 (data from table 10) and the proportion of ringed fledglings that demonstrably survived the first 2½ months after leaving the colony. The number of young ringed in each year was (in chronological order) 131, 263, 62, 670, 428, 493, 593, 678 and 118, respectively.

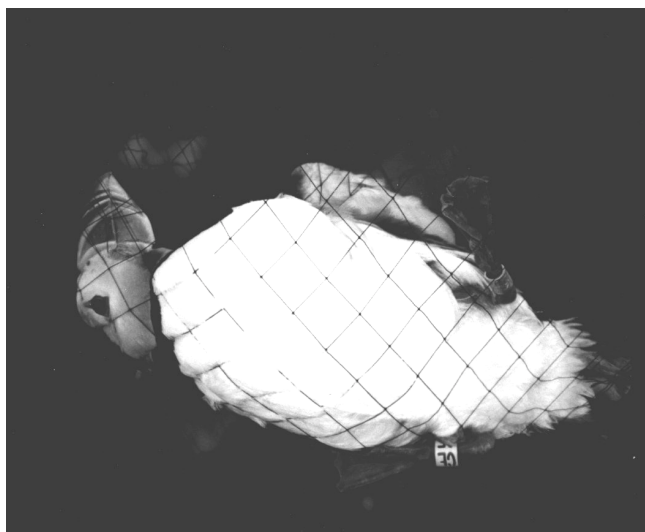
av de voksne lundenes overlevelse på Røst har foregått siden 1990 ved regelmessig observasjon av fugler merket med individuelle fargekoder. Bare fugler som hekker innenfor et ca 600 m² stort prøvelfelt på Herynken blir merket med fargeringer. Noen nye fugler fargemerket hvert år, slik at det til enhver tid er omkring 140-180 individer med fargekoder. I 1999 ble 41 nye individer fargemerket, nøyaktig like mange som året før. Samtlige fikk hver sin gule fargeringskode med en individuell, to-bokstavers kode (svarte bokstaver). I alt er dermed 81 individer ringmerket med slike bokstavkoder siden 1997. Koden, som står på høykant og er gjentatt tre ganger rundt ringen, er vesentlig enklere å avlese i felt enn å identifisere en kombinasjon av tre fargeringer fordelt på begge fuglens føtter. Risikoen for feil kodeavlesning eller feil notasjonsbruk er dermed nå betydelig redusert. Som del av et nasjonalt program er demografiprojektets metoder og noen foreløpige resultater tidligere rapportert i egne rapporter (Anker-Nilssen 1993, Erikstad et al. 1994, 1998a). Her gis likevel en oppdatert presentasjon av hovedresultatene for lundene på Røst, siden 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):

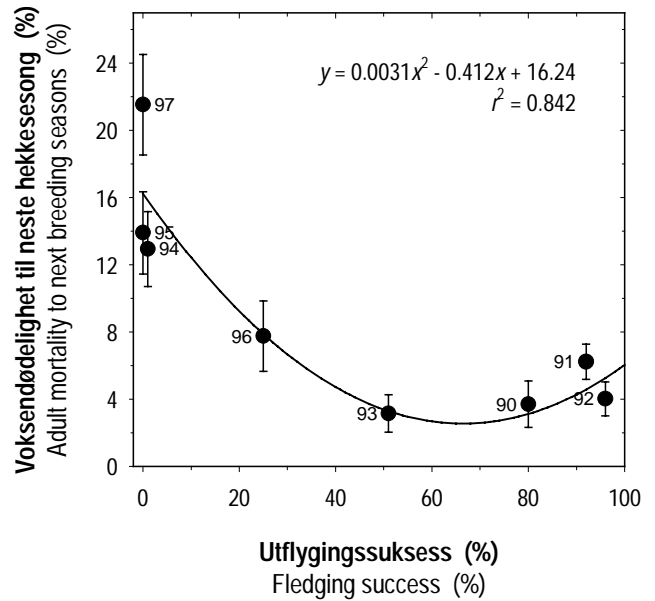
- Modell 1: Både overlevelse og fangbarhet er variable
- Modell 2: Konstant overlevelse og variabel fangbarhet
- Modell 3: Variabel overlevelse og konstant fangbarhet
- Modell 4: Både overlevelse og fangbarhet er konstante

Modellene sammenlignes statistisk ved beregning av AIC-verdier (se Lebreton et al. 1992). Modellen med den laveste AIC-verdien passer dataene best. Det fullstendige data-settet for lunder på Røst i 1990-99 (observasjonsdata supplert med materiale fra nettfangst) ga AIC-verdier for modellene 1-4 på henholdsvis 1636.2, 1657.2, 1647.6 og 1674.9. Modellen hvor både overlevelse og fangbarhet varierte fra år til år (modell 1) var altså stadig den beste. Denne modellen tillater beregning av overlevelse i hvert tidssteg og fangbarhet i hvert år for hekkende fugler i demografifeltet på Herynken, med unntak av siste tidssteg og år, hvor de to parametrene ikke kan skilles (tabell 12).

Modell 1 var signifikant bedre enn øvrige modeller (i forhold til nest beste modell: $\chi^2 = 27.78$, $df = 8$, $p < 0.001$). Biologisk sett er det også forventet at modell 1 skal passe lundedataene best. For det første har det ikke vært praktisk mulig å standardisere observasjonsinnsatsen i forhold til fuglenes opptreden i kolonien. Derfor må en forvente at sannsynligheten for å oppdage et individ som er i live ikke er like stor hvert år. Modell 3 og 4 bør således forkastes i utgangspunktet, siden de forutsetter konstant fangbarhet.



I 1998 og 1999 ble nye fargeringer for lunde tatt i bruk på Herynken. Hver fugl får bare én fargering. Ringen er gul og har inngravert en bokstavkode med to bokstaver (svarte). Koden er unik for hvert individ. (Foto © T. Aarvak)



Figur 15
Årlige dødelighetsrater for hekkende lunder på Herynken i 1990-98, angitt i prosent ± 1 SE (data fra tabell 12, dødelighet = 100 % minus overlevelse) og plottet mot hekkeresultatet i utgangsåret (data fra tabell 9). Den tilpassede kvadratiske regresjonskurven er vist (se tekst). – Annual mortality rates of breeding Puffins at Herynken in 1990-98, expressed as percentages ± 1 SE (data from Table 12, mortality = 100 % minus survival) and plotted against the breeding result in the initial year (data from table 9). The fitted quadratic regression curve is shown (see text).

Tabell 12. Årlig 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 estimatene er forklart i teksten. – Annual survival and recapture rates (expressed as percentages ± 1 SE) for Puffins breeding on Herynken estimated using the programme MARK. The choice of models underlying the results is explained in the text.

Årlig overlevelse Annual survival rate			Årlig fangbarhet Annual recapture rate			Individer registrert
Periode Period	Estimat Estimate	SE SE	År Year	Estimat Estimate	SE SE	Individuals registered
1990-91	96.3	1.4	1991	92.3	2.8	64
1991-92	93.8	1.1	1992	96.9	1.2	163
1992-93	96.0	1.0	1993	91.8	1.8	165
1993-94	96.9	1.1	1994	88.5	2.4	155
1994-95	87.1	2.2	1995	82.4	2.4	133
1995-96	86.1	2.5	1996	87.9	2.5	123
1996-97	92.2	2.1	1997	86.0	2.5	131
1997-98	78.5	3.0	1998	81.1	3.0	101
1998-99	–	–	1999	–	–	134

Biologisk sett er det også usannsynlig at overlevelsen skal være konstant mellom år, selv når variasjonen er så liten at den ikke kommer til uttrykk i modellresultatene. I materialet for lundene på Røst er imidlertid ikke det noe problem.

Overlevelsen var dramatisk redusert i de fire siste tidsstegene (tabell 12). Resultatene viser at den gjennomsnittlige dødelighetsraten da (1994-98, 14.0 % pr. år) var tre ganger så høy som i de første fire årene (1990-94, 4.3 % pr. år). Mer interessant er den klare positive sammenhengen vi nå kan påvise mellom reproduksjon (målt som utflygningssuksess) og voksenfuglenes overlevelse frem til neste hekkesesong (Pearson $r^2 = 0.648$, $n = 8$, $p = 0.016$). I figur 15 er dette forholdet fremstilt som den tilsvarende negative sammenhengen mellom reproduksjon og voksendødelighet. Dette er motsatt av hva som er vist for en lang rekke andre arter, hvor reproduktiv innsats gjerne innebærer redusert overlevelse etter en god hekkesesong. Det er viktig å legge merke til at forholdet kun er tydelig etter dårlige sesonger, og det er en forholdsvis klar tendens til at sammenhengen endrer fortegn når en passerer terskelsonen med moderat hekkesuksess (jf. kapittel 3.4). Dette reflekteres også ved at en kvadratisk regresjon ($r^2 = 0.842$, figur 15) passer datasettet adskillig bedre enn en rett linje ($r^2 = 0.648$) eller to-parametrisk logistisk ($r^2 = 0.676$) funksjon, og omtrent like godt som en tre-parametrisk logistisk funksjon ($r^2 = 0.850$). Den uvanlig store mellomårsvariasjonen i hekkesuksess for lundene på Røst, som hyppig har opplevd svært dårlige år, gjør denne populasjonen spesielt velegnet for å studere slike sammenhenger i sin full bredde.

Utflygningssuksess er ikke nødvendigvis noe godt mål for foreldrefuglenes reproduktive ytelse i en sesong. På Røst har voksenfuglenes kondisjon i ungeperioden faktisk vist seg å være best i år med fullstendig hekkesvikt (Anker-Nilssen et al. i manus). Til tross for dette er det en positiv, men ikke signifikant korrelasjon mellom 0-gruppeindeks og voksenoverlevelse (Pearson $r = 0.546$, $n = 8$, enhalet $p = 0.081$). Resultatene indikerer derfor at sildas årsklassestyrke om sommeren primært styrer lundenes reproduksjon, mens voksenfuglenes overlevelse er bestemt av forholdene etter hekkesesongen og er forholdsvis uavhengig av hekkeinnsatsen. Overlevelsen kan likevel være påvirket av silde-mengde gjennom de næringsforhold lundene erfarer i de første månedene etter hekking, dersom disse normalt tilbringes i Barentshavet, slik en kan anta (jf. kapittel 3.8).

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, kan nå 264 (80 %) av de totalt 328 individene som ble fargemerket i perioden 1990-99 (hvorav alle de 41 i 1999) kjønnsbestemmes på denne måten. Dette tillater en

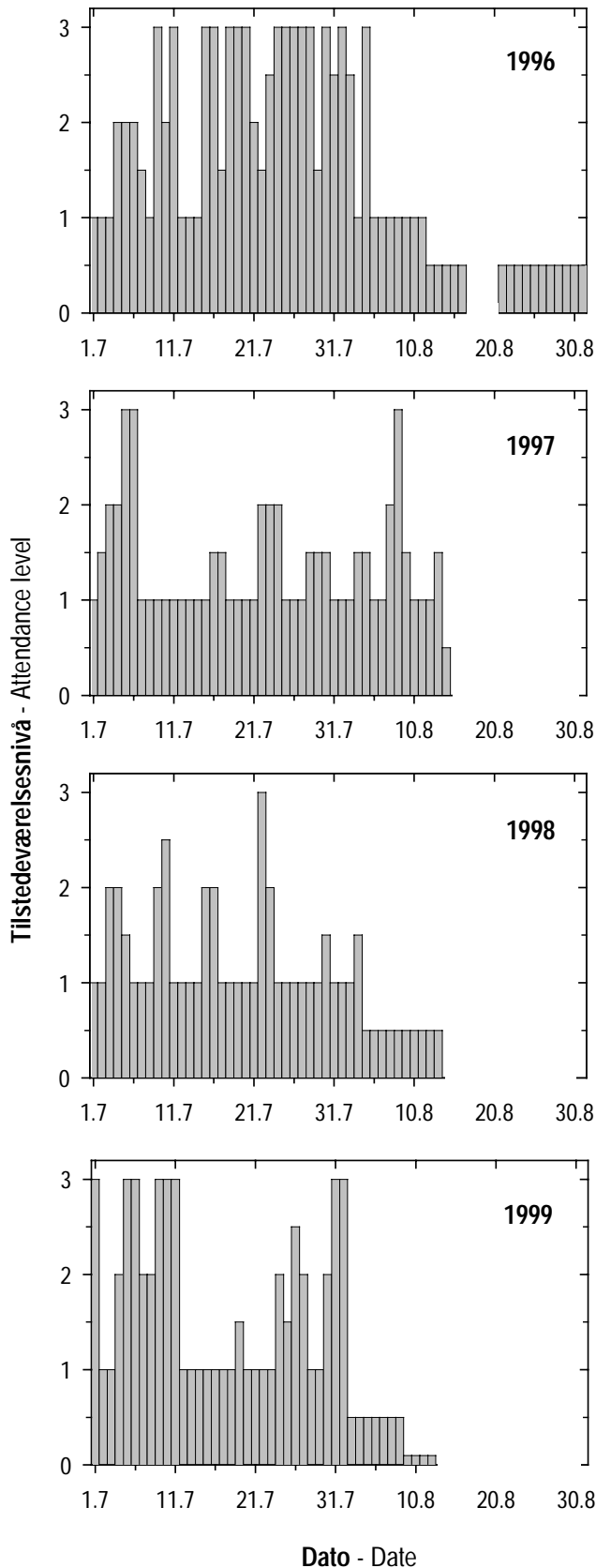
analyse av eventuelle forskjeller i overlevelse for hanner og hunner. Siden kjønnenes reproduktive investering er ulik, er det forventet at dette gir seg utslag i ulik overlevelse. En analyse av hvordan kjønnsforskjellen i overlevelse varierer med ulike miljøforhold, vil styrke vår forståelse av hvilke strategier lundene har for å takle stokastisiteten i miljøet. Prosjektet har foreløpig ikke hatt ressurser til å gjennomføre denne analysen, men dette vil være en høyt prioritert oppgave før neste rapport, 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). Ikke siden 1996 har belegget av voksne fugler i kolonien gjennom ungeperioden vært så godt som i 1999 (figur 16). Rimelig høye antall (\geq nivå 2) ble likevel ikke registrert mellom 12. og 23.

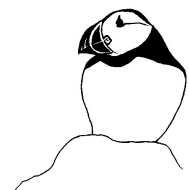
Tabell 13. Siste dager i ulike sesonger hvor større antall lunder (nivå 2 = middels høye antall, nivå 3 = meget høye antall) var tilstede i kolonien på Herynken. Opplysningene er bare tatt med såfremt materialet gjorde det mulig å utelukke at tilsvarende gode dager inntraff senere i sesongen. De siste 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
1999	1.8	30.7	42	40



Tabell 14. Ungeperiodens varighet (medregnet unger som døde i reiret) og kroppsvekt for voksne lunder målt i ungeperioden på Røst i 19 ulike år i perioden 1979-99. 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 19 different years during 1979-99. 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	n n	Snitt Mean	SE SE	n n
1979	10	31	467.5	6.51	26
1980	15	7	453.0	4.15	76
1981	21	10	468.0	2.29	262
1982	29	12	463.9	1.23	875
1983	42	50	458.9	1.12	995
1984	47	32	444.5	2.73	116
1985	55	33	435.5	2.79	104
1986	7	69	446.7	22.20	6
1988	51	46	433.4	2.26	187
1989	39	81	445.7	2.84	123
1990	43	93	440.5	1.77	265
1991	46	93	447.7	1.58	351
1992	41	120	448.3	1.42	531
1993	40	92	445.6	2.21	218
1994	28	60	449.8	2.33	263
1996	32	65	448.8	2.55	176
1997	13	101	445.9	5.82	41
1998	17	114	450.0	1.89	284
1999	44	94	460.1	2.22	222
1979-99	39.0	19	450.2	2.23	19



Figur 16
Daglig variasjon i maksimumsantall av voksne lunder observert i kolonien på Herynken gjennom juli og august i 1996-99, 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). – Day-to-day variations in peak numbers of adult Puffins observed attending the colony at Herynken during July and August in 1996-99, 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).

juli og etter 1. august (tabell 13). I disse periodene var ungeveksten svært dårlig (figur 7). Gjennom hele ungeperioden (18.6-12.8) var det en klar positiv sammenheng mellom indeksen for voksenfuglenes tilstedeværelse og ungenes daglige vektendring (Spearman $r_s = 0.611$, $n = 56$, $p < 0.001$). I 1999 ble det registrert fire gode sverminger (opp til nivå 3) etter 30. juni. Dette er bedre enn i de to foregående årene, men vesentlig dårligere enn i 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 1998).

De voksne fuglenes kondisjon i ungeperioden i 1999 var godt over gjennomsnittet for alle år og har ikke vært så god siden tidlig på 1980-tallet (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 1992-99 ble i alt 729 lunder (unger ekskludert) funnet døde i fjæra på Herynken og innsamlet for morfometriske analyser. For hvert individ kan dødsårsaken sjelden fastslås med 100 % sikkerhet, men når 12 fugler som hadde omkommet på annen måte utelates, er det likevel rimelig å konkludere at nesten samtlige av de resterende 717 fuglene var drept av svartbak. I Norge er dette ganske sikkert den mest betydelige naturlige predator på lunde. Hensikten med datainnsamlingen er bl.a. å dokumentere i hvilken grad det er forskjeller i predasjonsrisiko mellom kjønnene og ulike aldersgrupper. Dette er ikke en enkel analyse, bl.a. fordi en må ta hensyn til at forholdet mellom disse gruppene mht. opptreden neppe er konstant over tid (hverken innen eller mellom år). Resultatene må derfor sammenholdes med parallelle data for levende individer kontrollert på samme tidspunkt.

Når 1992-93 utelates pga. små utvalgsstørrelser, var det signifikant variasjon mellom år blant disse fuglene for variablene vingelengde ($F_{5,626} = 6.90$, $p < 0.001$), hodelengde ($F_{5,163} = 1.73$, $p = 0.043$) og antall nebbfurer ($F_{5,675} = 7.91$, $p < 0.001$), men ikke for nebb lengde ($F_{5,669} = 0.75$, $p = 0.586$) eller nebbhøyde ($F_{5,625} = 1.25$, $p = 0.286$) (tabell 15). Dette reflekterer utvilsomt viktige forskjeller i materialets aldersfordeling.

Foruten få (≤ 2) nebbfurer, er de typiske ungfuglkarakterene et spisst nebb med en tydelig knekk (vinkel) i toppkanten av overnebbet, og blekt gulgrå tarser og fotblad (tabell 16). Bare 12.0 % av svartbakens ofre i 1992-99

Tabell 15. Morfometriske data for lunder (årsunger ekskludert) trolig drept av svartbak og funnet døde i fjæra på Herynken, Røst i hekkesesongene 1992-99 (se teksten for resultater av enveis ANOVA-tester). – Morphometric data of Puffins (yearlings excluded) probably killed by Great Black-backed Gull and found dead near the seashore at Herynken, Røst in the breeding seasons of 1992-99 (see text for results of ANOVA tests).

Variabel Variable	År Year	Snitt Mean	SE SE	n n
Vingelengde (mm) Wing length (mm)	1992	171.0	2.00	2
	1993	158.0	–	1
	1994	181.0	–	1
	1995	172.1	0.49	74
	1996	170.9	0.35	154
	1997	170.1	0.28	225
	1998	172.5	0.57	46
	1999	172.1	0.39	132
	1992-99	171.0	0.18	635
	Nebblengde (mm) Culmen length (mm)	1992	44.80	0.10
1993		45.53	0.49	16
1994		45.99	0.26	46
1995		45.42	0.20	81
1996		45.82	0.16	154
1997		45.81	0.12	219
1998		45.66	0.25	43
1999		45.75	0.18	132
1992-99		45.75	0.07	693
Hodelengde (mm) Head+bill length (mm)		1992	80.00	0.10
	1993	81.10	1.47	3
	1994	82.12	0.66	11
	1995	81.82	0.49	15
	1996	80.99	0.36	40
	1997	79.93	0.43	41
	1998	80.82	0.56	14
	1999	80.97	0.35	48
	1992-99	80.86	0.18	174
	Nebbhøyde (mm) Gonys depth (mm)	1992	35.20	1.60
1993		35.79	0.54	11
1994		36.65	0.29	40
1995		36.47	0.21	69
1996		36.91	0.16	142
1997		37.01	0.11	211
1998		36.88	0.20	42
1999		36.75	0.17	127
1992-99		36.82	0.07	644
Antall nebbfurer No. of bill grooves		1992	3.75	2.50
	1993	1.50	–	1
	1994	3.15	0.85	50
	1995	3.08	0.61	81
	1996	3.28	0.46	154
	1997	3.24	0.31	220
	1998	3.42	0.74	43
	1999	2.95	0.62	133
	1992-99	3.18	0.22	684

hadde slike karakterer, men denne ungfuglandelen varierte svært betydelig mellom år (**tabell 17**, $\chi^2 = 33.87$, $df = 7$, $p < 0.001$). Interessant nok var den jevnt avtakende fra 29 % i 1993 til bare 2 % i 1998, deretter økte den markant til 21 % i 1999. Tilbakegangen i perioden 1993-98 rimer godt med en forventet avgang blant yngre årsklasser fra de gode reproduksjonsårene 1989-92. Ungfuglandelen i 1999, da åtte av de ti fuglene med færre enn to nebbfurer ble funnet, var overraskende høy. Dette er forhåpentligvis en indikasjon på at overlevelsen til ungene som fløy ut i 1996 var bedre enn deres kondisjon ved reirforlating skulle tilsi, selv om ingen av de som ble merket ennå er gjenfunnet (**figur 14**). Det var dessuten en ensidig signifikant sammenheng mellom ungfuglandelen blant svartbakens ofre og produktet av utflygningssuksess (**tabell 9**) og gjenfunnsrate (**figur 14**) for ungene 2 år tidligere (Pearson $r = 0.645$, $n = 8$, $p = 0.084$), 4 år tidligere ($r = 0.688$, $n = 8$, $p = 0.059$) og 4-5 år tidligere summert ($r = 0.667$, $n = 8$, $p = 0.071$), men ikke for tilsvarende korrelasjoner mot denne "rekrutteringsindeksen" 1, 3 og 5 år tidligere eller 1+2, 2+3 eller 3+4 år tidligere.

Bare 24.3 % (174 av 717) av fuglene hadde hodet tilstrekkelig intakt til at hodelengden kunne måles. Disse kan kjønnsbestemmes med 86-87 % sikkerhet med 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 prioritert en videre analyse av dette materialet.

Tabell 16. Sammenhengen mellom antall nebbfurer og ungfugl-karakterer notert for lunder som sannsynligvis var drept av svartbak på Herynken, Røst i hekkesesongene 1992-99. – The relationship between the number of bill grooves and characters of immaturity noted for Puffins which probably were killed by Great Black-backed Gulls at Herynken, Røst in the breeding seasons of 1992-99.

Antall nebbfurer No. of bill grooves	Ungfugl-karakterer notert (%) Characters of immaturity noted (%)		n
	Ja – Yes	Nei – No	
≤ 1.5	100.0	0.0	10
2.0	97.1	2.9	35
2.5	37.9	62.1	58
3.0	4.2	95.8	308
3.5	2.5	97.5	157
≥ 4.0	0.0	100.0	116
Totalt – Total	12.0	88.0	684

Tabell 17. Frekvensen av typiske ungfugler blant lunder som sannsynligvis var drept av svartbak på Herynken, Røst i hekkesesongene 1992-99. – The frequency of typical immature birds among Puffins which probably were killed by Great Black-backed Gulls at Herynken, Røst in the breeding seasons of 1992-99

År Year	Ungfugl-karakterer notert (%) Characters of immaturity noted (%)		n
	Ja – Yes	Nei – No	
1992	0.0	100.0	2
1993	29.4	70.6	17
1994	20.0	80.0	50
1995	16.5	83.5	85
1996	9.1	90.9	154
1997	5.9	94.1	220
1998	2.2	97.8	46
1999	21.3	78.7	136
Totalt – Total	12.1	87.9	710

3.8 Hekkefuglenes aksjonsradius

Den femte og siste satellittsenderen som ble innkjøpt i 1997 ble påsatt en hekkende lunde på Herynken 3. juli 1999. På samme måte som for de fire lundene som ble instrumentert i 1997-98 (Anker-Nilssen 1998), ble også denne ("fugl 5") innfanget i mistnett oppsatt i hytteura på sørsiden av øya. Siden fuglen var på vei til ungen med en nebbfull fisk, var det ingen tvil om at den hekket. Denne lunden var ikke innfanget tidligere. Den fikk derfor både nummerring og fargering før satellittsenderen ble limt til fuglens bakre ryggfjær med et saltvannsbestandig, 2-komponent lim (® Plastic Padding, 5-min. epoxy) slik som for de fire andre "satellittfuglene". Igjen valgte vi et stort individ for å minimalisere økningen i flygekostnader. Basert på hodelengde og nebbhøyde ble fuglen kjønnsbestemt vha. diskriminantfunksjonene D_1 , D_2 og D_3 beregnet av Anker-Nilssen & Brøseth (1998). Igjen var det overveiende sannsynlig at individet var en hann, slik det kan forventes blant de største individene (**tabell 18**).

I det følgende er fuglen som fikk sender i 1999 omtalt som fugl 5, mens de fire første fuglene er benevnt fugl 1-4 med referanse til resultater presentert av Anker-Nilssen (1998).

Siden senderen var modifisert (av produsenten) for å motstå trykk på inntil 100 m's dyp, tilsvarende vekten av sender, festemidler og nye ringer 6.8 % av kroppsvekten til fugl 5 (**tabell 18**), 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

Tabell 18. Resultater fra det femte eksperimentet med satellittsender (Microwave modell Pico PTT) pålimt en ungematende lunde på Herynken, Røst. Tilsvarende resultater fra de fire foregående forsøk er rapportert av Anker-Nilssen (1998). – Results of the fifth experiment with a satellite transmitter (Microwave model Pico PTT) glued to a chick-feeding Puffin at Herynken, Røst. Corresponding results from the previous four experiments are reported by Anker-Nilssen (1998).

Opplysning – Item of information	Fugl 5 – Bird 5
Fargeringkode – Colour-ring code	XL
Sender ID – Transmitter ID	09743
Sykluser X på/av (timer) – Cycles X on/off (hrs)	40 X 8/24 ¹⁾
Sluppet dato (time) – Date (hour) of release	3.7.99 (13 GMT)
Sub-cutane ankre – Sub-cutaneous anchors	0
Vingelengde (mm) – Wing length (mm)	178
Nebblengde (mm) – Culmen length (mm)	49.7
Hodelengde (mm) – Head+bill length (mm)	84.6
Nebbhøyde (mm) – Gonys depth (mm)	39.9
p (kjønn=hann) (%) – p (sex=male) (%)	D ₁ : 99.2 ²⁾ D ₂ : 98.0 ²⁾ D ₃ : 96.6 ²⁾
Kroppsmasse (g) – Body mass (g)	510
Vekt av sender (g) – Transmitter weight (g)	29
Montert vekt (g) – Mounted weight (g)	34.5 ³⁾
Vektøkning (%) – Weight increase (%)	6.8
Siste signal mottatt – Last signal received	20.7.99 (16 GMT)
Varighet (døgn) – Duration (days)	17.1
Antall posisjoner (plot) – Number of plots	27
posisjoner i klasse 3 – plots in class 3 (%)	0 (0)
posisjoner i klasse 2 – plots in class 2 (%)	1 (4)
posisjoner i klasse 1 – plots in class 1 (%)	3 (11)
posisjoner i klasse 0 – plots in class 0 (%)	8 (30)
posisjoner i klasse A – plots in class A (%)	8 (30)
posisjoner i klasse B – plots in class B (%)	7 (26)

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

²⁾ Jf. Anker-Nilssen & Brøseth (1998) – Cf. Anker-Nilssen & Brøseth (1998)

³⁾ Inkludert 2.5 g nye fotringer – Including 2.5 g of new footrings

belastning. Resultatene fra arbeidet på Røst 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.

Under arbeidet med registrering av fargemerkede individer i 1999 ble to av fuglene som fikk sender i 1998 sett i beste velgående uten sender på samme sted i ura som året før. Den ene (fugl 3) ble kun observert én gang (24. juni), mens

den andre (fugl 4) ble registrert ved 11 ulike anledninger i perioden 17.juni - 19.juli. Siden fugl 1 fra 1997 ble sett i 1998 (men ikke i 1999), er dermed tre individer av fire mulige beviselig vendt tilbake til hekkeplassen året etter instrumentering. Det individet som ikke er sett igjen (fugl 2) fikk senderen festet permanent med tre sub-cutane ankere.

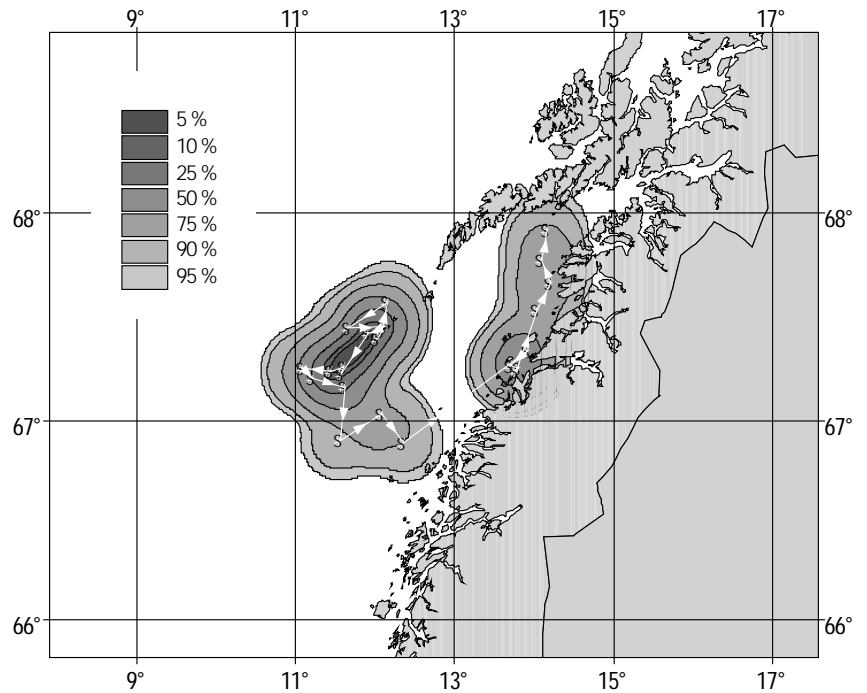
Siden heller ikke fugl 5 ble fanget på reir, kjente vi ikke nøyaktig hvilken reirgang den benyttet. Det kunne derfor ikke avgjøres om den oppga hekkingen som følge av instrumenteringen. I likhet med det første individet som fikk sender (fugl 1) holdt den seg innenfor rimelig rekkevidde av Røst den første tiden etter instrumentering, og da signalet opphørte etter 17 dager, befant den seg fremdeles i dette området (**figur 18**). Det er ikke mulig å avgjøre om den besøkte kolonien i denne perioden. Lokale topografiske hindringer kan redusere sannsynligheten for at satellitten mottar signaler når fuglen befinner seg på land. Siden Argos-satellittene går i sirkumpolare baner langt nord for Røst, må dette problemet antas å ha særlig betydning nær sørvendte fjellskrenter, slik som i hekkeområdet til de aktuelle fuglene på Herynken (Anker-Nilssen 1998).

Senderen til fugl 5 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 med ferskt batteri er maksimalt 500 timer sendetid. Senderen skulle dermed kunne virke i inntil 300 døgn (7220 timer), dvs. i beste fall frem til mai måned i det påfølgende år. Det er to mulige årsaker til at vi mistet signalet fra fuglen etter at bare 20 % av sendetiden var forløpt. Siden batteriet var 13 måneder gammelt (byttet i juni 1998), er det nærliggende å tro at senderens levetid var betydelig redusert. Batterisignalet var imidlertid hele tiden like godt som for de fire andre senderne, og frekvensen og kvaliteten på signalene lå også på samme nivå som disse. Dette støtter muligheten for at senderen falt av eller at fuglen av en eller annen grunn omkom. Blir dette individet sett igjen et annet år, har senderen mest sannsynlig falt av som følge av fjærfelling, noe som igjen kan tyde på at fuglen på dette tidspunkt hadde oppgitt hekkingen.

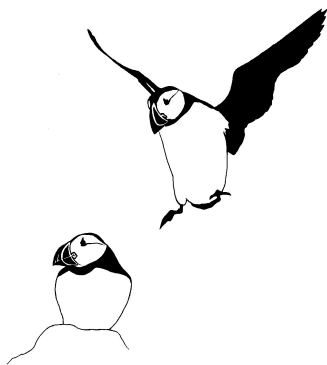
Dette femte eksperimentet med satellittsender på lunde endrer ingen av konklusjonene fra de fire foregående (jf. Anker-Nilssen 1998). Nok en gang bekreftes at lundenes aksjonsradius i hekkesesongen er langt større enn det som tidligere er kjent, kanskje spesielt i dårlige sesonger. Selv om vi så langt bare har kunnet følge fem 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 hekkesesongen. Slik kunnskap kan vise seg å være

Figur 18

Arealutnyttelse i perioden 3-18 juli 1999 for en hekkende lunde (fugl 5) som ble utstyrt med satellittsender på Herynken, Røst. 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 23 registrerte posisjoner som er markert med åpne sirkler. – Area use in the period 3-18 July 1999 for a breeding Puffin (bird 5) that was equipped with a satellite transmitter on Herynken, Røst. 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 23 registered plot, which are indicated by open circles.



avgjørende for å forklare den uvanlig dårlige overlevelsen som er registrert for voksne lunder på Røst i 1994-98 (kapittel 3.5.2). Samtidig gir satellittfuglenes forflytninger også helt nye perspektiver når det gjelder å utlede hvilken sårbarhet bestanden har overfor marine oljesøl på denne tiden av året.



4 Diskusjon

I denne rapporten er de nye resultatene diskutert løpende etterhvert som de er presentert (kapittel 3). Den avsluttende diskusjonen her skal derfor bare trekke frem enkelte momenter som utfyller tidligere synteser av Røstlundenes reproduksjon og populasjonsdynamikk, sett både i et vitenskapelig og forvaltningsrelatert perspektiv (Anker-Nilssen 1992, Anker-Nilssen & Øyan 1995, Anker-Nilssen et al. 1997, Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Argumentene for å videreføre dette langtidsstudiet er uendret og like viktige som før. Flere av dem er derfor gjentatt nedenfor.

Utfordringene som er formulert i den siste fagrapporten fra prosjektet (Anker-Nilssen & Brøseth 1998) står alle ved lag. Resultatene fra sesongen 1999 støtter bl.a. 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 er påvirket av tilgang på byttedyr som kvantitativt (sild) eller kvalitativt (sil) har større betydning for lundene (jf. utfordring I, Anker-Nilssen & Brøseth 1998).

Av ressursmessige hensyn må analysearbeidet følge en bit-for-bit-filosofi. Prioriteringene mellom de ulike deloppgavene vil således variere noe fra år til år. Dette gjelder også dataene fra de parallelle undersøkelsene i åpent hav i

1996-98, der vi har hatt svært stramme budsjetter. Selv om disse analysene ennå ikke er fullført, er vi sikker på at resultatene er viktige bidrag for å forstå den skalarelaterte sammenhengen i fordeling av predator og klumpvis fordelte byttedyrforekomster. De viktigste argumentene for dette er derfor repetert her.

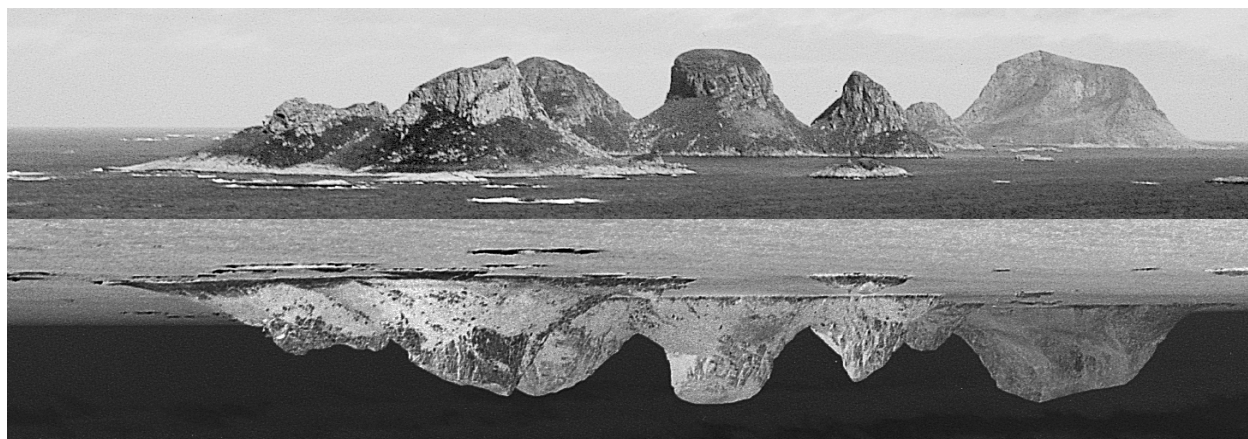
Gjennom samarbeidet med Havforskningsinstituttet innenfor NFR-programmet *Marine ressurser og miljø* siden 1995, har vi opparbeidet ny og viktig kunnskap om lundenes beiteadferd (jf. utfordring II og III, Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Her så vi spesielt på interaksjoner mellom pelagiske predatorer og 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 (videoopptak fra høyfrekvent sonar). Det finnes ingen tidligere studier av interaksjoner mellom pelagiske sjøfugl og byttedyr på så fin skala som en arbeidet i dette prosjektet. I ungeperioden vil fuglenes fordeling på større skala til havs være betydelig påvirket av avstanden til hekketolonien. 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 byttedyrforekomstene 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 enkle 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 synkronstudier 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 fem lundene med satellittsendere (**kapittel 3.8** og Anker-Nilssen 1998) inngikk også som en del av NFR-prosjektet. Eksperimentet var 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.

Mest interessant og stadig mer verdifulle er de lange tidsseriedataene for ulike aspekter ved lundenes reproduktive og demografiske utvikling. Disse bidrar nå meget betydelig til å belyse en rekke sider ved sjøfuglenes livshistorie og deres strategier i et uforutsigbart varierende miljø. Røstlundenes langvarige reproduksjonsproblemer gjør det mulig å dokumentere og kvantifisere forhold som ellers bare kan utledes i rent teoretisk baserte modeller. Et godt eksempel her er de påviste sammenhenger mellom de voksne lundenes kondisjon, hekkeresultat og overlevelse. Selv i et så tilsynelatende enkelt pelagisk økosystem som dette, hvor de viktigste koplingene mellom nøkkelarter som torsk, lodde, sild og lunde kan fremstå som enkle, entydige og selvinnslysende, viser det seg gang på gang at det er akkurat det de ikke er. De lange dataseriene avslører imidlertid intrikate interaksjoner som vitner om sjøfuglenes betydelige økologiske fleksibilitet, utviklet nettopp som et





Midnattsol på Hernyken. Somrene 1997 og 1998 slettet de fleste godværsrekorder, men i 1999 var forhold som på dette bildet meget sjelden kost. Det ligger vårt minne ganske nær å si det var mest lundevær... (Foto © T. Anker-Nilssen)

resultat av de store variasjonene dette miljøet byr på i løpet av alt fra noen timer til flere århundrer, eller vel så det. Det er en naturlig sak at det tar lang tid å opparbeide et godt datagrunnlag på dette området for lengelevende arter. I forhold til en generasjonstid på 10-20 år er dataserier på 20-30 års lengde relativt korte. En har likevel kommet et godt stykke på vei når det nå kan demonstreres at tilfanget av ny kunnskap i kjølvannet av dette arbeidet øker raskere fra år til år enn omfanget av nye data.

Det er lett å konkludere. Både faglig og økonomisk er spenningen og utfordringene minst like store som tidligere, når vi tar mål av oss til å fortsette den langsiktige forskningen og overvåkingen knyttet til lundenes populasjonsøkologi på Røst innover i det nye årtusen.

5 Referanser

- Albertsen, J.Ø. 1995. Food choice of breeding puffins *Fratercula arctica* revealed by stable isotope analysis. – Cand. scient. oppgave, Zoologisk institutt, NTNU, Trondheim. 32 s.
- Amundsen, T. & Stokland, J.N. 1986. On the adaptive significance of hatching asynchrony and egg-size variation in the Shag *Phalacrocorax aristotelis*. – Cand. scient. oppgave i økologi, Zool. Museum, Univ. Oslo.
- Anker-Nilssen, T. 1987. The breeding performance of Puffins *Fratercula arctica* on Røst, northern Norway in 1979-1985. – Fauna norv. Ser. C., Cinclus 10: 21-38.
- Anker-Nilssen, T. 1990. Taksering av lunde i risikoområdet for Midt-norsk Sokkel. – I Børresen, J.A. & Moe, K., red. AKUP Årsrapport 1990. OED, Oslo. s. 13-18 (seksjon I).
- Anker-Nilssen, T. 1991. Kystøkologi lunde Røst. Årsrapport 1990. – NINA Oppdragsmelding 67: 1-16.
- Anker-Nilssen, T. 1992. Food supply as a determinant of reproduction and population development in Norwegian Puffins *Fratercula arctica*. – Dr. scient. avhandling, Zoologisk institutt, Univ. Trondheim. 46 s. + 5 artikler.
- Anker-Nilssen, T. 1993. Demografi hos sjøfugl: overlevelse for hekkende lunder på Røst. – NINA Oppdragsmelding 216: 1-16.
- Anker-Nilssen, T. 1998. Lundens populasjonsøkologi på Røst i 1998. – NINA Oppdragsmelding 571: 1-33.
- Anker-Nilssen, T. 1999a. Havsvaleprosjektets resultater i 1998. – Ringmerkaren 11: 105-120.
- Anker-Nilssen, T. 1999b. Svalene som løper på vannet. – I Brox, K.H. (red.). Brennpunkt Natur 99. Tapir forlag, Trondheim, s. 31-41.
- Anker-Nilssen, T. & Anker-Nilssen, P.G. 1993. Breeding of the Leach's Petrel *Oceanodroma leucorhoa* in the Røst archipelago, northern Norway. – Fauna norv. Ser. C, Cinclus 16: 19-24.
- Anker-Nilssen, T. & Brøseth, H. 1998. Hekkebiologiske langtidsstudier av lunder på Røst. En oppdatering med resultater fra 1995-97. – NINA Fagrapport 32: 1-46.
- Anker-Nilssen, T. & Lorentsen, S.-H. 1990. Distribution of Puffins *Fratercula arctica* feeding off Røst, northern Norway, during the breeding season, in relation to chick growth, prey and oceanographical parameters. – Polar Research 8: 67-76.
- Anker-Nilssen, T. & Røstad, O.W. 1993. Census and monitoring of Puffins *Fratercula arctica* on Røst, N Norway, 1979-1988. – Ornith. Scand. 24: 1-9.
- Anker-Nilssen, T. & Øyan, H.S. 1995. Hekkebiologiske langtidsstudier 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., Erikstad, K.E. & Fauchald, P. i manuskript. Puffin breeding failures may reflect optimal decisions in a stochastic environment.
- Anon. 1999. Preliminary report of the International 0-group fish survey in the Barents Sea and adjacent waters in August-September 1999. – Upubl. rapp., Havforskningsinstituttet, Bergen.
- Axelsen, B.E., Anker-Nilssen, T., Fossum, P., Kvamme, C. & Nøttestad, L. i manuskript. Antipredator responses in juvenile herring during attacks from Atlantic Puffin and predatory fish by means of high-resolution sonar observations, comparison to 'adult' behaviour during cetacean attacks. (Beregnet for Can. J. Zool.)
- Bakken, V. 1984. Takseringsmetodikk for lomvi *Uria aalge* i tre felt på Vedøy, Røst. – Cand. real. oppgave, Zool. Inst., Univ. Oslo.
- Bakken, V. 1989. The population development of Common Guillemots *Uria aalge* on Vedøy, Røst. – Fauna norv. Ser. C, Cinclus 12: 41-46.
- Barrett, R.T., Fieler, R., Anker-Nilssen, T. & Rikardsen, F. 1985. Measurements and weight changes of Norwegian adult Puffins *Fratercula arctica* and Kittiwakes *Rissa tridactyla* during the breeding season. – Ringing and Migration 6: 102-112.
- 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.
- Cairns, D.K. 1992. Population regulation of seabird colonies. – Current Ornithol. 9: 37-61.
- Erikstad, K.E., Anker-Nilssen, T., Asheim, M., Barrett, R.T., Bustnes, J.O., Jacobsen, K.-O., Johnsen, I., Sæther, B.-E. og Tveraa, T. 1994. Hekkeinvestering og voksendødelighet hos norske sjøfugler. – NINA Forskningsrapport 49: 1-25.
- Erikstad, K.E., Anker-Nilssen, T., Barrett, R.T. & Tveraa, T. 1998a. Demografi og voksenoverlevelse i noen norske sjøfuglbestander. – NINA Oppdragsmelding 515: 1-15.
- Erikstad, K. E., Fauchald, P., Tveraa, T. and Steen, H. 1998b. On the cost of reproduction in long-lived birds; the influence of environmental variability. – Ecology 79: 1781-1788.
- Henriksen, M. 1998. Ulike næringsøkologiske variabelers betydning for energiinntaket til unger av lunde *Fratercula arctica*, belyst på bakgrunn av optimal forusjeringsteori. – Cand. scient. oppgave, Zoologisk institutt, NTNU, Trondheim. 29 s.
- 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. 1999. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Resultater fra hekkesesongen 1999. – NINA Oppdragsmelding 626: 1-28.
- Otnes, B. & Skjold, R. 1992. Fototaksering som eit hjelpemiddel i overvåking av ein populasjon lunde (*Fratercula arctica*). – Hovedoppgave, Institutt for Biologi og Naturforvaltning, NLH, Ås. 40 s.
- Pradel, R. & Lebreton, J.-D. 1991. User's manual for program SURGE version 4.1. – Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, CNRS, Montpellier, Frankrike. 35 s.
- Ricklefs, R.E. 1968. Weight recession in nestling birds. – Auk 85: 30-35.
- Sæther, B.-E. 1990. Age-specific variation in reproductive performance of birds. – I Power, D.M., red. Current Ornithology, Vol. 7. Plenum Publ. Corp., New York. s. 251-283.
- 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 skriftlige arbeider, som presenterer resultater fra sjøfuglundersøkelser på Røst etter 1960, er tilvekst eller rettelse til bibliografien som omfatter de aller fleste skrifter med opplysninger om fuglelivet i øygruppen (siste versjon publisert av Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Bibliografien omfatter derved 254 arbeider.

- Anker-Nilssen, T. 1998. Lundens populasjonsøkologi på Røst i 1998. – NINA Oppdragsmelding 571: 1-33.
- Anker-Nilssen, T. 1998. Resultater fra Havsvaleprosjektet i 1997. – Ringmerkaren 10: 131-148. (rettelse)
- Anker-Nilssen, T. 1998. Røstprosjektet (ringmerkingsresultater 1997). – Ringmerkaren 10: 48. (rettelse)
- Anker-Nilssen, T. 1999. Havsvaleprosjektets resultater i 1998. – Ringmerkaren 11: 105-120.
- Anker-Nilssen, T. 1999. Marine ressurser og miljø. Prosjekt 109375/122. Bestandsinteraksjoner mellom 0-gruppe sild og lunde. Sluttrapport. – Norsk institutt for naturforskning, Trondheim, 9 s.
- Anker-Nilssen, T. 1999. Røstprosjektet. Ringmerkingsresultater for 1998. – Ringmerkaren 11: 19-20.
- Anker-Nilssen, T. 1999. Svalene som løper på vannet. – I: Brox, K.H. (red.). Brennpunkt Natur 99. Tapir forlag, Trondheim, s. 31-41.
- Anker-Nilssen, T. i trykk. Sjøfugl. – In: Giske, J. et al. (red.). Evaluering av NFRs forskningsprogrammer Marine ressurser og miljø og Marin ressursforvaltning. Rapport fra avslutningsseminaret på Geilo 1-3 november 1999. Norges forskningsråd, Oslo.
- Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Bianki, V.V., Golovkin, A.N., Strøm, H. and Tatarinkova, I.P. (red.) i trykk. Status of marine birds breeding in the Barents Sea region. – Norsk Polarinst. Medd., Oslo. (Bok illustrert av E. Kublik).
- 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 metamorphosed herring attacked by puffins and comparison to computer model simulations. – GLOBEC open science meeting, Paris, 17-20 March 1998. (rettelse)
- Barrett, R.T., Anker-Nilssen, T. & Krasnov, Y.V. 1997. Can Norwegian and Russian Razorbills *Alca torda* be identified by their measurements? – Marine Ornithology 25: 5-8. (rettelse)
- Chardine, J. (red.), Mendenhall, V. (red.), Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Falk, K., Frich, A.S., Gaston, A., Gilchrist, G., Golovkin, A., Hario, M., Kondratyev, A.Ya., Mosbech, A., Petersen, A. & Wohl, K., 1998. Human Disturbance at Arctic Seabird Colonies. – CAFF Technical Report 2: 1-18, CSWG (Circumpolar Seabird Working Group), Reykjavik.
- Denlinger, L. (red.), Wohl, K. (red.), Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Chardine, J., Christensen, T., Golovkin, A., Hario, M. & Petersen, A. i manuskript. Seabird Harvest Regimes in the Circumpolar Nations. – CAFF Technical Report X: 1-63, CSWG (Circumpolar Seabird Working Group), Reykjavik.
- Erikstad, K.E., Anker-Nilssen, T., Barrett, R.T. & Tveraa, T. 1998. Norske sjøfuglbestander: Store forskjeller i overlevelse mellom arter og mellom år. – NINA-NIKU Fakta-ark 5-98.
- Lorentsen, S.-H. 1998. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Resultater fra hekkesesongen 1998. – NINA Oppdragsmelding 565: 1-75.
- Lorentsen, S.-H. 1999. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Resultater fra hekkesesongen 1999. – NINA Oppdragsmelding 626: 1-28.
- Moe, K.A., Andersen, O.K., Anker-Nilssen, T., Bakke, T., Berge, J.A., Bjørge, A., Brandvik, P.J., Christie, H., Daling, P.S., Finstad, B., Lorentsen, S.-H., Lund, E., Melbye, A.G., Moum, T., Ramstad, S., Serigstad, B., Skeie, G.M. & Stabbetorp, O. 1999. Veiledning for etterkantundersøkelser etter akutt oljeforurensning i marint miljø. – Alpha Miljørådgivning Rapport nr. 1023-1, Alpha Miljørådgivning, Havforskningsinstituttet, NINA-NIKU, NIVA, Rogalandforskning & SINTEF. Rapport til Statens Forurensningstilsyn, 105 s.
- Moe, K.A., Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Brude, O.W., Fossum, P., Lorentsen, S.-H. & Skeie, G.M. 1999. Spesielt Miljøfølsomme Områder (SMO) og petroleumsvirksomhet. Implementering av kriterier for identifikasjon av SMO i norske farvann med fokus på akutt oljeforurensning. – Rapport til Statens Forurensningstilsyn og Direktoratet for naturforvaltning. Alpha Miljørådgivning Rapport nr. 1007-1, Alpha Miljørådgivning, Havforskningsinstituttet, NINA-NIKU, Norsk Polarinstitutt. 51 s, + CD-ROM m/rapport og web-atlas.
- Stenersen, J. 1998. Fugler i Lofoten. – Tringa Forlag, Henningsvær. 162 s.
- Tasker, M. (red.), Anker-Nilssen, T., Barrett, R., Becker, P.H., Camphuysen, K., Chapdelaine, G., Davoren, G., Furness, B., Garthe, S., Hüppop, O., Montevecchi, B. 2000. Report of the Working Group on Seabird Ecology. Institut für Vogel-forschung "Vogelwarte Helgoland", Wilhelmshaven, 20-23 March 2000. – ICES CM 2000/, København, 73 s.

NINA Oppdragsmelding 636

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1113-0

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01

