

Lundens populasjonsøkologi på Røst Status etter hekkesesongen 2003

Tycho Anker-Nilssen
Tomas Aarvak



Direktoratet for
naturforvaltning



LAGSPILL



ENTUSIASME



INTEGRITET



KVALITET

Norsk institutt for naturforskning

Lundens populasjonsøkologi på Røst Status etter hekkesesongen 2003

Tycho Anker-Nilssen

Tomas Aarvak

NINAs publikasjoner

NINA utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs 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.

NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA 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.

NINA Project Report

Serien presenterer resultater fra instituttets prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc.

NINA Temahefte

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 miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

NINA Fakta

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

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

Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2004. Lundens populasjonsøkologi på Røst. Status etter hekkesesongen 2003. – NINA Oppdragsmelding 809: 44pp.

Trondheim, mai 2004

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1436-9

Rettighetshaver ©:
Norsk institutt for naturforskning

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

Provided proper reference is given, this publication can be cited but the results cannot be published elsewhere without written permission from the first author.

Teknisk redigering og layout:
Tycho Anker-Nilssen
NINA

Digital print: Norservice as

Opplag: 200

Kontaktadresse:
NINA
Tungasletta 2
NO-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00
Telefax: 73 80 14 01
<http://www.nina.no>



Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 126960.00
Lundens populasjonsøkologi på Røst

Ansvarlig signatur:


Kari E. Fagernæs

Oppdragsgivere:

Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim
Norsk Hydro ASA, Oslo
BP Norge AS, Stavanger

Referat

Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2004. Lundens populasjonsøkologi på Røst. Status etter hekkesesongen 2003. – NINA Oppdragsmelding 809: 44pp.

De hekkebiologiske studiene av lunder *Fratercula arctica* på Røst i Nordland har pågått årlig siden 1964. Som et ledd i den regulære rapporteringen er denne rapporten utformet som et supplement til foregående årsrapporter (Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Brøseth 1998, Anker-Nilssen & Aarvak 2000, 2001, 2002, 2003). Samlet gir disse en forholdsvis utførlig analyse av prosjektets langtidsserier. Foreliggende rapport dokumenterer resultatene fra undersøkelsene i 2003 i lys av tidligere års resultater.

Antallet trafikkerte reirganger på Hernyken i 2003 var 6.1 % høyere enn i 2002 men det nest laveste som er registrert. Hele øygruppens hekkebestand ble estimert til 406 200 par lunder. Dette tilsvarer kun 28.3 % av bestandsstørrelsen da overvåkingen startet i 1979. Dødeligheten for hekkende fugler fra 2001 til 2002 ble beregnet til 15.3 %. Dette er tre ganger høyere enn forventet etter en så god hekkesesong som 2001, og skyldtes trolig i noen grad en uvanlig episode med sultedød utenfor Midt-Norge våren 2002.

Lundenes hekking forløp godt fram til omkring 10. juli da det intr traff et plutselig og alvorlig sammenbrudd. Ungenes diett var først dominert av 0-gruppe sild *Clupea harengus* av moderat størrelse samt noe havsil *Ammodytes marinus*. Etter omslaget var næringstilbudet typisk mye dårligere og svært variert, matingstrafikken avtok dramatisk og ungeveksten stagnerte. Bare 35 % av ungene overlevde reirtiden, og de fleste av disse forlot kolonien i elendig kondisjon. Hekkebestanden ser imidlertid ut til å få rimelig god rekruttering fra 1999-årgangen. Siden sesongene 2001 og 2002 også var vellykkede er det stadig håp om at den positive bestandsutviklingen vil fortsette de neste 4-5 årene.

Det gode samsvaret mellom lundenes livshistorieparametre på Røst og årsklassestyrken til sild forklarer fremdeles 63 % av variasjonen i ungenes utflygingssuksess og 76 % av variasjonen i hekkfuglenes overlevelse fra år til år. En rekke effekter av klimavariasjoner er nå påvist for denne bestanden og gjort til gjenstand for publisering i internasjonale fagtidsskrift.

Emneord: Sjøfugl – populasjonsøkologi – lunde – Røst

Tycho Anker-Nilssen & Tomas Aarvak, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim.
tycho@nina.no

Abstract

Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2004. The population ecology of Puffins at Røst. Status after the breeding season 2003. – NINA Oppdragsmelding 809: 44pp.

The breeding biology of Atlantic Puffins *Fratercula arctica* at Røst in Nordland has been studied annually since 1964. As part of the regular reporting procedure, this report is written as a supplement to previous annual reports (Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Brøseth 1998, Anker-Nilssen & Aarvak 2000, 2001, 2002, 2003). Together, they give a relatively detailed analysis of the long-term data series from the project. The present report documents the results from the studies in 2003 in relation to results from previous years.

The number of occupied nest burrows on Hernyken in 2003 was 6.1% higher than in 2002 but the second lowest on record. A total of 406 200 pairs of Puffins were estimated to breed in the Røst archipelago. This equals only 28.3% of the population size when monitoring started in 1979. The mortality of breeding birds from 2001 to 2002 was estimated at 15.3%. This is three times higher than expected after a breeding season as good as 2001, and was probably to some extent caused by an unusual mass starvation incident off Central Norway spring 2002.

Puffin breeding progressed well to about 10 July when there was a sudden and serious collapse. The chick diet was first dominated by first-year (0-group) herring *Clupea harengus* of moderate size and some sandeel *Ammodytes marinus*. After the collapse food supply was typically much poorer and very varied, foraging activity dropped dramatically and chick growth stagnated. Only 35% of the chicks survived the nestling period, and those that did fledged in a very poor condition. The year class of 1999, however, seem to recruit well into the breeding population. As both 2001 and 2002 also were successful, there is still hope that the population will continue to increase over the next 4-5 years.

The close correlation between life history parameters of the Røst Puffins and the year-class strength of herring still explains 63% of the variation in fledging success of chicks and 76% of the inter-annual variation in survival rates of breeding birds. Several effects of climate variation have recently been found for this population and targeted for publication in international journals.

Keywords: seabirds – population ecology – puffin – Røst

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

Forord

Dette er resultatrapporten for 2003 fra prosjektet *Lundens populasjonsøkologi på Røst*. Strukturen på stoffet er stort sett sammenfallende med foregående årsrapporter (Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Brøseth 1998, Anker-Nilssen & Aarvak 2000, 2001, 2002, 2003), som samlet gir en forholdsvis utdypende analyse av prosjektets lange tids-serier. Rapporten fokuserer spesielt på resultatene fra feltarbeidet i 2003, men berører samtidig mange generelle trekk ved lundenes populasjonsøkologi på Røst. Dessuten er de fleste av prosjektets sentrale tidsserieanalyser oppdatert. Undersøkelsenes bakgrunn og hovedmål er ellers uendret. Prosjektet er av langsiktig karakter, og viderefører de løpende hekkebiologiske studiene av lundebestanden på Røst som ble innledet av Svein Myrberget i 1964. De fleste data er derfor sammenholdt med tidligere års resultater.

De faglige, organisatoriske og økonomiske rammer for virksomheten har variert betydelig opp gjennom årene, men Direktoratet for naturforvaltning (DN, tidligere DVF) har hele tiden vært en sentral bidragsyter og premissleverandør, og var prosjektets viktigste finansieringskilde i 2003. Gjennomføringen av arbeidet var likevel bare mulig takket være den betydelige støtten fra Norsk Hydro og BP Norge. Oljeindustriens velvillige bidrag til prosjektet de siste åtte årene er blant annet motivert i behovet for miljødata knyttet til leteboring på sokkelen ved Røst, men resultater fra lunde-forskningen på Røst har også betydelig relevans for petroleumsvirksomhet i andre områder.

Følgende seks personer deltok på en eller annen måte direkte i feltarbeidet for sjøfuglundersøkelsene på Røst i 2003: Oddvar Amundsen, Tycho Anker-Nilssen, Ivar Rimul, Ole Wiggo Røstad, Jan Erik Wessel og Tomas Aarvak. En stor takk rettes til samtlige, spesielt til de som helt eller delvis gjorde dette uten godtgjørelse. Foruten forfatterne var bare Ivar formelt tilknyttet prosjektet under feltarbeidet. En par viktige seire i kampen for tørrere forhold tildeles vår kjære snekkerduo som på årets maitur utstyrte hytta med takrenner og lufteluke og ga dassen ny dør og frontparti. Veldig bra! Senere på året revolusjonerte vi stasjonens strømforsyning med en fullstendig oppgradering av 12V-anlegget. Nå får vi det vi kan ønske oss av strøm fra et 75 kg tungt vedlikeholdsfritt batteri på 305Ah som driftes av et 75W solcellepanel og en "intelligent" stormsikret vindmølle som leverer hele 400W (33A) på liten kuling!

Analyse og publisering av resultater fra flere parallelle prosjekter er en integrert del av lunde-prosjektet på Røst, og rapporteres delvis her. Dette omfatter bl.a. bestandsovervåkingen av lundene som alltid utføres i samarbeid med Ole Wiggo Røstad. Foruten Ole Wiggo takkes Rob Barrett, Joël Durant, Kjell Einar Erikstad, Petter Fossum, Vladimir Grosbois, Dag Hjermand, Mike Harris og Nils Christian

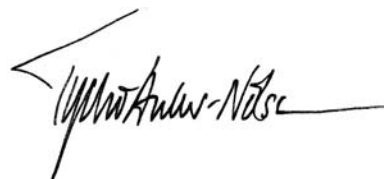
Stenseth for verdifullt og faglig produktivt samarbeid i året som gikk. På instituttet holdt Jorunn Pedersen som vanlig styring med det meste når vi var på Røst, og Brage Bremset Hansen la inn de fleste nye data i prosjektets databaser.

Kontakten med Røstværingene og samarbeidet med Røst kommune var, som alltid, svært positiv og viktig for prosjektet. I 2003 retter vi en ekstra takk til ordfører Paul Rånes, Arnfinn Ellingsen, Kulvant Jassal m/familie, Steve Baines, Johan Edvardsen, Roald Karlsen, Steinar Greger, alle velvillige personer på Lille-Glea og Glea og, sist men absolutt ikke minst, Kari, Roald og Finn Olav Olsen på Kårøy, der våre fuglefjellspregede kropper og remedier har et fast og hjemmekoselig holdepunkt når vi er på de kanter.

Spesielt stor takk rettes til DN, Norsk Hydro og BP Norge som var våre viktigste økonomiske bidragsytere i 2003. Takk også til Kystverket i Kabelvåg som lar oss få tilgang til fyrstasjonen på Skomvær når vi trenger det.

Til slutt understreker jeg som vanlig at de langvarige undersøkelser av lundebestanden på Røst fremskaffer kunnskap av stor betydning for forskning og forvaltning. Problematikken lunde/sild på norskekysten har betydelig internasjonal oppmerksomhet, og lundene viser seg å være gode og tidlige indikatorer på mange betydelige endringer i havet, enten de har naturlige årsaker (f.eks. noen klimaendringer og artsinteraksjoner) eller er direkte eller indirekte konsekvenser av menneskets ressursutnyttelse. Prosjektets resultater er derfor også viktige for å forstå hvordan mange andre populasjoner av sjøfugl, som studeres mindre inngående, samvirker med sitt miljø. Det er de lange, ubrutte tidsseriene som gir den vitenskapelige gevinsten, og en videreføring av feltarbeidet må derfor alltid ha høyeste prioritet i prosjektet. Så lenge dette kan ivaretas, øker det faglige utbyttet raskere enn tilveksten av data. Resultatene beviser dette, selv om vi ikke har rom for å illustrere alt i årsrapportene. Tilveksten av andre publikasjoner som presenterer resultater fra prosjektet har imidlertid vært svært god i rapporteringsperioden. Interessen for SEAPOP-konseptet, som er ment å bli et helhetlig program for oppbygging og vedlikehold av kunnskap om norske sjøfugler, vitner også om den økende erkjennelsen for verdien av lange tidsserier. Vi håper derfor på fortsatt faglig og økonomisk vilje hos våre gode og etablerte samarbeidspartnere til å videreføre disse undersøkelsene.

Trondheim, mai 2004



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 2003	7
2.3 Statistiske metoder	8
3 Resultater	9
3.1 Bestandsstørrelse.....	9
3.2 Bestandsutvikling.....	10
3.3 Næringsstudier	10
3.4 Reproduksjon	15
3.4.1 Eggstørrelse	15
3.4.2 Hekketidspunkt, belegg og klekkesuksess	16
3.4.3 Ungevekst.....	17
3.4.4 Hekkesuksess.....	20
3.4.5 Ungenes kondisjon ved reirforlating	23
3.5 Overlevelse.....	25
3.5.1 Ungfuglenes overlevelse	25
3.5.2 Hekkefuglenes overlevelse.....	26
3.6 De voksne fuglenes tilstedeværelse og kondisjon.....	29
3.7 Predasjon av voksne lunder	32
3.8 Klimaeffekter.....	34
4 Diskusjon.....	36
5 Referanser.....	39
6 Tilvekst til ornitologisk bibliografi for Røst.....	41



1 Innledning

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

Det sentrale, teoretiske utgangspunkt for prosjektet er at sjøfuglenes atferd, ungevekst, hekkesuksess og overlevelse påvirkes i ulik grad av endringer i næringstilgangen (bl.a. Cairns 1987, 1992). Ved en svak begrensning i næringstilbudet er det i første omgang de voksne tilstedeværelse i kolonien som forventes å avta, fordi fuglene må bruke mer tid til næringssøk. Når næringstilbudet blir ytterligere redusert, og havner under et nivå hvor fuglene ikke lenger kan kompensere ved å endre sitt tidsbudsjett, vil ungenes vekst og overlevelse bli negativt berørt. Ved svært betydelig næringsmangel mislykkes hekkingen fullstendig, enten ved at de fleste ungene dør eller, dersom næringsvikten inntrer 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 mislykkede hekkesesongene (Anker-Nilssen et al. i manus b). Dette er trolig for å gjøre det beste ut av en dårlig situasjon siden overlevelsen etter slike sesonger er betydelig redusert. Dårligst kondisjon og overlevelse har de når næringsforholdene (som regel reflektert ved tilgangen på sild) er noe bedre men nær en nedre grense (terskel) for hva som må til for å fostre opp avkom. Dette viser at kostnaden ved reproduksjon er klart størst i

slike sesonger. Pågående analyser indikerer at hannene er mer fleksible enn hunnene og investerer mindre i hekking når forholdene er dårlige, men det er ingen klar forskjell i overlevelse mellom kjønnene. Resultatene kan også antyde at det mest kritiske for de voksne er hvilke næringsforhold de erfarer de første månedene etter avsluttet hekking.

For å oppnå en helhetlig analyse, rapporteres også mål for utviklingen i bestandens størrelse og de voksne fuglenes overlevelse. Disse parametrene overvåkes årlig gjennom to parallelle prosjekter, hhv. *Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl* (f. eks. Anker-Nilssen et al. 1996, Lorentsen 2003) 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 her og oppdatert med siste års resultater.

Den primære hensikten med rapporten er å dokumentere resultatene fra feltarbeidet på Røst i 2003, 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. De fleste resultatene er diskutert løpende i resultatkapittelet, mens diskusjonskapittelet fokuserer på mer overordnede trekk og perspektiver i lundenes reproduksjon og populasjonsdynamikk. På lik linje med årsrapportene for 1998-2002 (Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Aarvak 2000, 2001, 2002, 2003) er store deler av rapporten skrevet som en oppdatering av sentrale analyser presentert i prosjektets siste fagrapport (Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Det kan derfor anbefales å sammenholde disse rapportene parallelt.



Soloppgang på Hernyken. Stasjonen sett fra øst 10. august 2003 kl. 04:02. Årets tekniske utbedringer var takrenner, ny vindmølle og nytt solcellepanel, som markerte et generasjonsskifte for forsyningen av strøm og vaskevann. Med to retningsbestemte GSM-antenner på taket har vi også en helt annen kontakt med omverdenen enn før. (Foto © T. Anker-Nilssen)

2 Metoder og materiale

2.1 Langtidsserier

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

Alle data som er innsamlet i regulære serier siden 1979 (**tabell 2**) er innlagt på EDB og korrekturlest. Merk at angitt omfang for feltinnsats også inkluderer andre 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), årlig bestands- overvåkning av toppskarv *Phalacrocorax aristotelis*, krykkje *Rissa tridactyla* og lomvi *Uria aalge* siden 1988 og av havhest *Fulmarus glacialis* og alke *Alca torda* siden 1997 (jf. Lorentsen 1989 og årlige rapporter for hekkesesongene 1988-2003, senest Lorentsen 2003), samt ringmerkingsstudier av havsvaler *Hydrobates pelagicus* og stormsvaler *Oceanodroma leucorhoa* (jf. årlige rapporter siden 1989 fra

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
Bestandsovervåkning Population monitoring	Anker-Nilssen & Røstad 1993
Innsamling av ungenæring Sampling of chick food	Anker-Nilssen 1987, 1991
Måling av byttedyr Measurements of prey items	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 Measurements of eggs and chicks	Anker-Nilssen 1987, 1991
Fangst av voksne fugler Trapping of adult birds	Anker-Nilssen 1987, 1991
Måling av voksne fugler Measurements of adult birds	Jones et al. 1982, Barrett et al. 1985
Overvåking av voksenoverlevelse Monitoring of adult survival rates	Anker-Nilssen 1993, Erikstad et al. 1994.
Voksne fuglers tilstedeværelse Colony attendance of adult birds	Anker-Nilssen & Øyan 1995
Innsamling av døde voksenfugler Collection of dead adult birds	Anker-Nilssen & Brøseth 1998

Tabell 2. Oversikt over samlet feltinnsats i sjøfuglarbeidet og innsamlet datamateriale for lundeundersøkelsene på Røst i 1979-2003. Data for perioden 1979-2002 og totalen for alle 25 år er enten summert eller angitt med variasjonsbredde for årstotaler. For årvisse studier er gjennomsnitt pr. år angitt i parentes. – Summary of the extent of seabird fieldwork and Puffin data collected at Røst in 1979-2003. Data for the period 1979-2002 and the total for all 25 years are either added up or presented by the range of yearly totals. For continuous data series the annual mean is given in parentheses.

Antall - Number of	1979-2002	2003	Total 1979-2003
Feltperioder – Field periods	73 (3)	2	75 (3)
Bemanningsdøgn – Days of fieldwork	2239 (93)	74	2313 (93)
Feltarbeidere – Field workers	6-25 (13)	6	6-25 (13)
Persondøgn – Man-days	6553 (273)	188	6741 (270)
Studiereir med egg eller unge – Study nests with egg or chick	3976 (166)	155	4131 (165)
Egg målt – Eggs measured	1742 (73)	71	1813 (73)
Reirunger målt i studiereir – Study chicks measured	1767 (74)	82	1849 (74)
Dager mellom reirkontroller – Days between nest checks	1-8 (4)	4	1-8 (4)
Morfometriske variabler for ungevekst – Morphometric chick growth variables	2-7 (5)	6	2-7 (6)
Individuelle kontroller av ungevekst – Individual examinations of chick growth	13089 (545)	601	13690 (548)
Reirunger merket – Nestlings ringed	1023 (43)	33	1056 (42)
Selvdøde unger målt (ikke i reir) – Dead young measured (outside nests)	1342	0	1342
Levende, reirforlatende unger målt – Live fledglings measured	3718 (155)	109	3827 (153)
Reirforlatende unger ringmerket – Fledglings ringed	3522 (147)	106	3628 (145)
Næringsprøver innsamlet – Food samples collected	2810 (117)	137	2947 (118)
Komplette næringsporsjoner studert – Complete food loads examined	2504 (104)	124	2628 (105)
Byttedyr målt – Prey items measured	29501 (1229)	1684	31185 (1247)
Voksne ringmerket – Adults ringed	6408 (267)	102	6510 (260)
Gjenfangster av ringmerkede voksne – Adult recaptures registered	3245 (135)	180 ^a	3425 (137)
Påviste individer merket i tidligere år – Registered individuals ringed in earlier years	2443 (102)	142 ^a	2585 (103)
Levende voksne individer målt – Live adult individuals measured	8234 (343)	241	8475 (339)
Døde voksne individer målt (fra 1992) – Dead adult individuals measured (from 1992)	1171 (106)	21	1192 (99)
Morfometriske variabler hos voksne – Morphometric variables in adults	1-8 (5)	6	1-8 (6)
Voksne individer fargemerket (fra 1990) – Adult individuals colour-ringed (from 1990)	390 (30)	12	402 (29)
Observasjoner av fargekoder (fra 1991) – Observations of colour codes (from 1991)	9334 (778)	669	10003 (769)

a) Omfatter 2 fugler funnet døde og 7 fugler kun identifisert vha teleskop (ringnummer avlest) – Includes 2 birds found dead and 7 birds only identified by telescope (ring number read)

det nasjonale havsvaleprosjektet, senest Anker-Nilssen 2002, 2003, samt Anker-Nilssen & Anker-Nilssen 1993 og Anker-Nilssen 1999, 2000a,b). Før det nasjonale overvåkningsprogrammet startet i 1988, takserte vi årlig toppskarv på Ellefsnyken i 1985-86, lomvi på Vedøy i 1980-83 (Bakken 1989) og krykkje på Vedøy og i flere småkolonier i 1979-84. En koloni av storskarv *Phalacrocorax carbo* etablerte seg på Røst i 1997 og ble opptalt årlig av Arnfinn Ellingsen til 2001. Fra 2002 følger NINA opp dette arbeidet som del av det nasjonale programmet. Det er nå tre kolonier av arten på Røst. Siden 1997 er også en del tid benyttet til et individspesifikt studium av overlevelse, næringsvalg og ungevekst hos teist *Cepphus grylle*. 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 24 årene har vært så høy som 270 persondøgn pr. år.

2.2 Andre undersøkelser i 2003

I tillegg til de regelmessige langtidstudiene er det gjennomført en rekke andre undersøkelser på lunde av kortere varighet. De som ble utført i 2003 er nærmere omtalt her.

Trafikking av studiereir

Parallelt med takseringen av lundebestanden i mai 2003, oppsøkte vi de fleste ($n = 154$) oppmerkede studiereir på vestsiden av Hernyken hvor vi senere i sesongen måler hekkesuksess og ungevekst, og vurderte hvorvidt de var trafikkert av lunde i inneværende sesong. Dataene vil bl.a. kunne indikere hvor stor andel av reirene som først tas i bruk etter at bestandstakseringen er gjennomført. Dette muliggjør en kontroll av takseringsmetoden, og tillater alternative beregninger av hekkebelegg og rekruttering. Tilsvarende data er innsamlet årlig siden 2000. Av ressurs hensyn er resultatene ikke presentert nærmere i denne rapporten.

Prøvetaking for genetiske analyser

I 2000 startet vi systematisk innsamling av blodprøver fra lundeunger i studiereirene for senere kjønnsbestemmelse og DNA fingerprint-analyse (jf. bl.a. Griffiths et al. 1998). Til nå har vi slike prøver fra 310 unger ($n_{00} = 79$, $n_{01} = 92$, $n_{02} = 91$, $n_{03} = 48$). Når vi har opparbeidet et materiale over tilstrekkelig mange år, vil slike fingerprint-analyser avdekke hvor ofte en eller begge foreldrefuglene på hvert reir skiftes ut mellom år. Når dette korrigeres for frekvensen av vellykkede parringer utenom paret (EPC), dvs. hvor stor andel av de voksne hannene som ikke er opphav til den ungen de foster opp, vil resultatene bl.a. gjøre det mulig å beregne indirekte mål for rekrutteringsrate. Til samme formål ble det også innsamlet fjærprøver av noen reirunger ($n_{00} = 48$, $n_{01} = 24$, $n_{02} = 11$, $n_{03} = 7$) og prøver av muskelvev fra fostre i døde egg ($n_{00} = 20$, $n_{01} = 54$, $n_{02} = 8$, $n_{03} = 34$). Det totale materialet omfatter dermed prøver fra 387 reirunger ($N_{00} = 146$, $N_{01} = 131$, $N_{02} = 110$, $N_{03} = 83$). Innsamlingsmetodikken finnes nærmere beskrevet av Anker-Nilssen & Aarvak (2001). Datainnsamling for beregning av EPC-raten i lundebestanden på Røst ble påbegynt i 2003. En annen hensikt med blodprøver fra lundeungene er å bestemme om lundeungenes kjønnsfordeling påvirkes av den store variasjonen i miljøforhold som også berører hekkfuglenes kondisjon og overlevelse. En foreløpig analyse av våre demografiske data for voksne lunder antyder at hanner og hunner påvirkes (eller responderer) ulikt på dårlige miljøforhold. Dette kan innebære at lønnsomheten ved investering er avhengig av ungens kjønn, og at noen fugler er i stand til å optimalisere sin innsats ved å produsere avkom av det til enhver tid mest fordelaktige kjønn. For å øke utvalgsstørrelsen har vi siden 1999 også innsamlet fjærprøver fra 546 reirforlatende unger ($n_{99} = 81$, $n_{01} = 214$, $n_{02} = 150$, $n_{03} = 101$). Siden 2000 har vi løpende tatt blodprøve av voksne lunder som inngår i demografiprojektet slik at vi skal kunne kjønnsbestemme dem med 100 % sikkerhet. Disse resultatene vil også tillate forbedring og testing av diskriminantanalysen for kjønnsbestemmelse av andre individer på grunnlag av biometriske data (jf. Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Foreløpig har vi blodprøver fra 123 (30,6%) av de 402 individene som er fargemerket siden 1990. Ingen av prøvene som er nevnt i dette avsnittet er ennå analysert.

2.3 Statistiske metoder

De fleste statistiske tester er foretatt ved hjelp av programpakken SPSS for Windows (versjon 11.5.1, © 1989-2002 SPSS Inc.). Dersom ikke annet er angitt er det benyttet to-halede tester. De demografiske analysene (**kapittel 3.5.2**) ble utført med programmet MARK (versjon 2.1, White 1998) etter samme statistiske prinsipper som det tidligere anvendte SURGE-programmet (Pradel & Lebreton 1991, Lebreton et al. 1992). Statistiske parametere for bestandsstørrelse og bestandsutvikling (**kapittel 3.1** og **3.2**) ble utledet som beskrevet av Anker-Nilssen & Røstad (1993)

ved hjelp av programmet Star (versjon StarW okt. 2003), programmert av Ole Wiggo Røstad.

Regnearksprogrammet Microsoft® Excel 2002 (© 1985-01 Microsoft Corp.) er delvis benyttet som databaseplattform, av og til også for å beregne enkel deskriptiv statistikk. Alle figurer er laget i SigmaPlot 2000 for Windows (versjon 6.00, © 1986-2000 SPSS Inc.).



Lundens karakteristiske utseende er bare et av mange særtrekk som gjør denne arten spesiell. Formålet med prosjektet på Røst er ikke bare å forklare utviklingen til en av de aller største sjøfuglkoloniene på det europeiske fastlandet, men å avdekke noen av de økologiske mekanismene som virker mellom nøkkelarter i det marine næringsnettet. Som høyt spesialiserte topppredatorer er disse lundene gode miljøindikatorer som tidlig signaliserer viktige naturlige og menneskeskapt endringer i den pelagiske delen av det marine økosystemet. Prosjektet har også stor vitenskapelig verdi for å forstå utviklingen for andre arter med tilsvarende livshistorie og miljøkrav som lundene på Røst og bestandene av deres viktigste byttedyr. Resultatene er følgelig et betydelig bidrag til kunnskapsgrunnlaget som er nødvendig for en bærekraftig forvaltning av ressursene i den norske kystsonen. (Foto © T. Aarvak)

3 Resultater

3.1 Bestandsstørrelse

I 2003 hadde Heryken 33 840 trafikkerte (tilsynelatende okkuperte) reirganger. Estimert hadde et 95 % konfidensintervall på ± 9.19 %. Det er således 95 % sannsynlighet for at det reelle antallet var mellom 30 731 og 36 949. Estimertets standardfeil ble beregnet etter en stratifisert prosedyre (jf. Anker-Nilssen & Røstad 1993). I **tabell 3** er tilsvarende resultater for hvert år siden 1983 presentert i henhold til en stratifisering etter naturlig avgrensede felt, som for

Herykens vedkommende alltid har vært den parameter som gir størst forbedring av konfidensintervallet (4.3 % forbedring av estimatet for 2003). De andre parametrene som testes i denne sammenheng er habitat (5 kategorier), helning (9 intervaller á 10°), eksposisjonsretning (8 sektorer) og høyde over havet (intervaller á 10 m).

I henhold til den fullstendige bestandstakseringen på Røst i 1990 har Heryken 8.3 % av Røsts lundebestand (Anker-Nilssen & Øyan 1995). Forutsatt at bestandsutviklingen på Heryken i 1990-2003 var representativ for de andre lundekoloniene i Røst (slik det er rimelig å anta), var det således ca 406 200 trafikkerte reirganger av lunde på Røst i 2003.

Tabell 3. Takseringsresultater for overvåkning av lundekolonien på Heryken i 1979-2003, basert på antall tilsynelatende okkuperte reirganger (TOR). De tradisjonelle prøvefeltene omfattet også tre transekter på Trenyken og Ellefsnyken. Nåværende takseringsmetode (Star-systemet, Anker-Nilssen & Røstad 1983) ble innført på Heryken i 1983. Bestandsestimatenes standardfeil utregnes med en prosedyre stratifisert etter naturlig avgrensede deler av kolonien. – Census and monitoring results for the Puffin population on Heryken in 1979-2003, based on numbers of apparently occupied burrows (AOBs). The traditional monitoring scheme also included three transects at Trenyken and Ellefsnyken. The current scheme (the Star system, Anker-Nilssen & Røstad 1993) was introduced on Heryken in 1983. Standard errors of population estimates are calculated using a procedure stratified according to naturally separated sub-areas.

År Year	Median takseringsdato (1. mai = 1) Median date of counting (1 May = 1)	Antall TOR i tradisjonelle prøvefelt No. of AOBs in traditional sam- pling areas	Antall TOR i prøvefeltene for Star-systemet No. of AOBs in the Star system plots	Antall kolo- niserte Star- prøvefelt No. of inhabited Star system plots	Median tetthet av TOR pr. m ² i de koloniserte Star- prøvefeltene Median density of AOBs per m ² in the inhabited Star system plots	Estimert antall TOR i hele kolonien (SE) Estimated total number of AOBs in the colony (SE)	Bestandsendring fra foregående år (%) Population change in relation to preceding year (%)
1979	70	(662) ^a	–	–	–	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) ^b	1723	199	0.8	68 920 (3018)	– 13.5
1985	4	(1501) ^b	1514	188	0.8	60 560 (2614)	– 12.1
1986	18½	–	1341	198	0.6	53 640 (2342)	– 11.4
1987	9½	–	1106	187	0.6	44 240 (1887)	– 17.5
1988	7½	–	1079	180	0.5	43 160 (1933)	– 2.4
1989	11½	–	1144	188	0.6	45 760 (1919)	+ 6.0
1990	6	–	1376	189	0.7	55 040 (2376)	+ 20.3
1991	10	–	1253	193	0.7	50 120 (2168)	– 8.9
1992	8½	–	1309	183	0.7	52 360 (2145)	+ 4.5
1993	6	–	1144	190	0.6	45 760 (1971)	– 12.6
1994	12	–	1164	179	0.6	46 560 (2003)	+ 1.7
1995	7	–	1167	186	0.6	46 680 (2058)	+ 0.3
1996	7½	–	1046	184	0.5	41 840 (1919)	– 10.4
1997	8½	–	1312	191	0.6	52 480 (2216)	+ 25.4
1998	12	–	1076	187	0.5	43 040 (1776)	– 18.0
1999	9	–	1047	185	0.5	41 880 (1836)	– 2.7
2000	7	–	1038	187	0.5	41 520 (1706)	– 0.9
2001	7	–	938	183	0.5	37 520 (1542)	– 9.6
2002	10	–	797	182	0.4	31 880 (1339)	– 15.0
2003	8	–	846	173	0.4	33 840 (1587)	+ 6.1

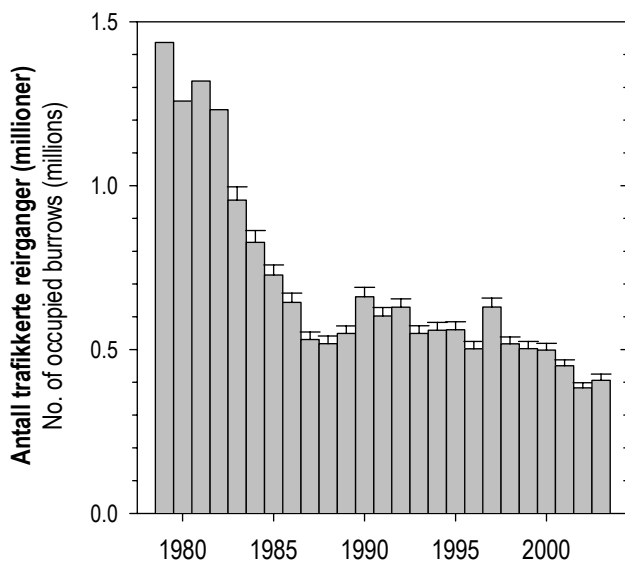
a) Færre prøvefelt enn i 1980-85 - Fewer sampling areas than in 1980-85.

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

På Røst er lundegangene gjennomgående så dype at vi bare unntaksvis når helt inn til selve reiret. Vi kjenner derfor ikke eksakt hvor stor andel av lundeparene som trafikkerer flere innganger til reiret, eller hvor mange par som deler den ytterste delen av gangen med ett eller flere andre par. Erfaringsmessig vurderer vi imidlertid denne "feilkilden" som forholdsvis ubetydelig og antar at det er omkring ett par pr. trafikkert (tilsynelatende okkupert) reirgang.

3.2 Bestandsutvikling

Utviklingen i hekkebestanden på Heryken er bl.a. publisert av Anker-Nilssen & Røstad (1993) for perioden 1979-88, av Anker-Nilssen et al. (1996) for 1979-94 og av Anker-Nilssen & Tatarinkova (2000) for 1979-99. Den mest dramatiske tilbakegangen skjedde fram til 1988 (-10.7 % p.a.), men etter den moderate bestandsveksten i 1989-1990 er det også en betydelig negativ trend (-3.67 % p.a., $r = 0.879$, $p < 0.001$, **tabell 3**, **figur 1**). Hekkebestandens størrelse i 2003 var den nest laveste som er registrert og kun 28.3 % av hva den var da overvåkingen startet 24 år tidligere.



Figur 1

Utviklingen i hekkebestanden av lunde på Røst (tilsynelatende okkuperte reirganger + 1 SE) i perioden 1979-2003. Estimaterne er basert på data i tabell 3 og bestandsstørrelsen på Røst i 1990 (Anker-Nilssen & Øyan 1995), forutsatt at utviklingen på Heryken er representativ for hele øygruppen. – Development of the breeding population of Puffins at Røst (apparently occupied burrows + 1 SE) in 1979-2003. The estimates are based on data in table 3 and the population size at Røst in 1990 (Anker-Nilssen & Øyan 1995), assuming the development at Heryken is representative for the whole archipelago.

Vanligste alder for førstegangshekkende fugler i denne bestanden er 5-7 år (bl.a. Anker-Nilssen & Brøseth 1998, jf. **kapittel 3.4.4**). Etter den gode hekkesuksessen i 1989-92 (Anker-Nilssen & Øyan 1995), var det derfor ventet en betydelig rekruttering i 1994-99. Bestanden var likevel ganske stabil eller svakt synkende i denne perioden. Dette betyr ikke at den manglet rekruttering, men tilveksten klarte knapt å kompensere for dødeligheten blant etablerte hekkefugler. Unntatt mellom 1996 og 1997, da hekkebestanden til gjengjeld økte tydelig, var voksendødeligheten relativt høy i perioden 1994-99 (gjennomsnittlig 10.7 % årlig, **kapittel 3.5.2**). Det er derfor grunn til å anta at den parallelle rekrutteringen var rimelig god. 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 fra 1997 til 1998 (20.0 %) hovedforklaringen på den kraftige nedgangen som ble registrert i dette tidsrommet. Den økende nedgangen i 2001-02 indikerer at rekrutteringen fra de gode hekkesesongene tidlig på 90-tallet tok slutt ved årtusenskiftet. Samtidig var voksenfuglenes dødelighet svært høy (17.1 % p.a.). En episodisk massedød av lunder utenfor Midt-Norge våren 2002 kan ha vært et vesentlig bidrag til dette (Anker-Nilssen et al. 2003). Bestandsøkningen i 2003 vitner trolig om bedre overlevelse, men er sannsynligvis også et tegn på begynnende rekruttering fra den gode 1999-årgangen.

Tilbakegangen i lundebeholdningen på Røst siden 1979 utgjør 1 030 600 trafikkerte reirganger. Dette tilsvarer halvparten av den norske lundebeholdningen i 1990 (ca 2 millioner par, Anker-Nilssen 1990) da Røst hadde 660 000 par (Anker-Nilssen & Øyan 1995). Siden nyere totaltelling ikke foreligger, kan det nasjonale estimatet nå bare anslås til omkring 1.7 millioner par (Barrett et al. 2004, i manus).

3.3 Næringsstudier

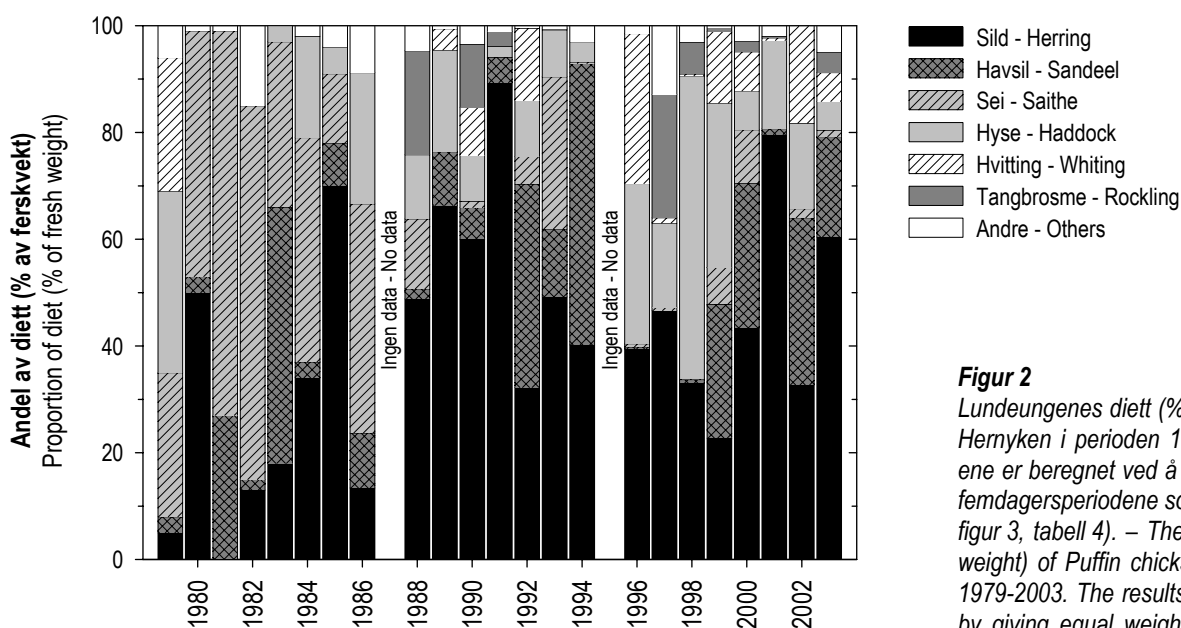
I analysen av materialet fra 2003 ble, som tidligere, hver femdagersperiode vektet likt, uavhengig av antall næringsprøver som ble innsamlet. Regnet i ferskvekt utgjorde sild *Clupea harengus* 60 % av ungenes diett (**tabell 4**, **figur 2**). Like stor eller høyere sildeandel har tidligere bare vært forbundet med gode hekkesesonger (1985, 1989, 1991 og 2001). Andelen havsil *Ammodytes marinus*, som har et betydelig høyere energiinnhold enn sild, var også i overkant av snittet for tidligere år. Andre byttedyr utgjorde bare 21 % av dietten og var som vanlig dominert av torskefisker. Her var innslaget av hyse *Melanogrammus aeglefinus* og ikke minst sei *Pollachius virens* langt mindre enn vanlig.

Bare tre ganger tidligere (1991, 1994 og 2001) har vi funnet mindre torskefisk i lundenes diett. Den lave andelen av disse byttedyrene i 2003 skyldes nok til en viss grad den kraftige dominansen av sild og havsil i første halvdel av sesongen, siden lunden beiter pelagisk og pelagiske yngel av torskefisk ikke stimer i samme grad som sild og havsil. De siste 25 årene (1979-2003) har sild og torskefisker utgjort like store andeler av dietten til lundeungene på Røst (hhv 41.2 % og 42.6 %). Bare 16.2 % har vært andre byttedyr, hvorav havsil er det klart viktigste (90 % av denne andelen). I denne perioden har det vært en tydelig endring fra sei til hyse som viktigste torskefiskart (**figur 2**). Dette forklares trolig helt eller delvis av den parallelle økningen i sildeandelen som vitner om bedre tilgang på stimende byttedyr tidlig i sesongen. Siden seien vandrer inn i tare-skogen i løpet av sommeren er den mindre tilgjengelig for lundene mot slutten av ungeperioden (Barrett & Anker-Nilssen 1997).

Variasjonen i ungenes diett gjennom sesongen 2003 er typisk for sesonger med en plutselig svikt i næringstilgangen. Før omslaget inntraff omkring 10. juli fikk de nesten utelukkende sild og havsil, mens den langt mer varierte dietten resten av sesongen indikerte vesentlig dårligere vilkår (**figur 3**). Parallelt med dette ble matingsfrekvensen dramatisk redusert, noe som bl.a. medførte at langt færre næringsprøver ble innsamlet til tross for vesentlig større innsats.

Tabell 4. Lundeungenes diett (% av ferskvekt) på Heryken i 2003 sammenlignet med gjennomsnitt for perioden 1979-2002 (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 fresh weight) of Puffin chicks at Heryken in 2003 compared with the mean for the period 1979-2002 (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.

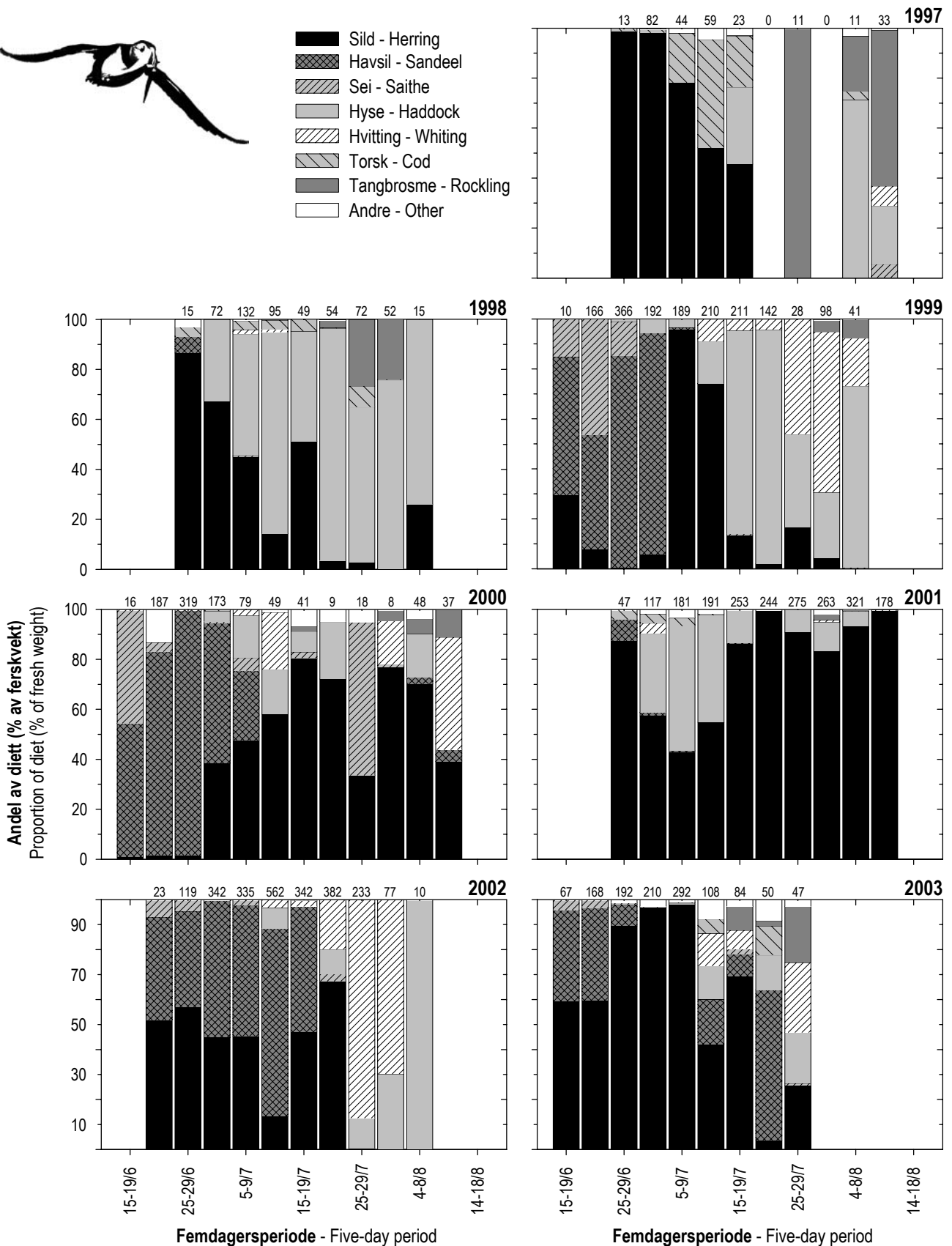
Byttedyr Prey	Snitt – Mean		Snitt – Mean
	1979-2002	2003	1979-2003
Sild – Herring	40.3	60.4	41.2
Havsil – Sandeel	14.4	18.8	14.6
Sei – Saithe	18.7	1.2	18.0
Hyse – Haddock	14.6	5.4	14.2
Hvitting – Whiting	5.5	5.4	5.5
Tangbrosme – Rockling	3.0	3.8	3.1
Andre torskefisk – Other gadoids	1.8	4.1	1.9
Makrell – Mackerel	0.2	0.2	0.2
Andre fiskearter – Other fish species	1.0	0.7	1.0
Blekkisprut eller krill – Squid or krill	0.5	–	0.5
Sum - Sum	100	100	100
<i>n</i> prøver - <i>n</i> samples	117.1	137	117.9
Antall femdagersperioder No. of five-day periods	8.0	9	8.0



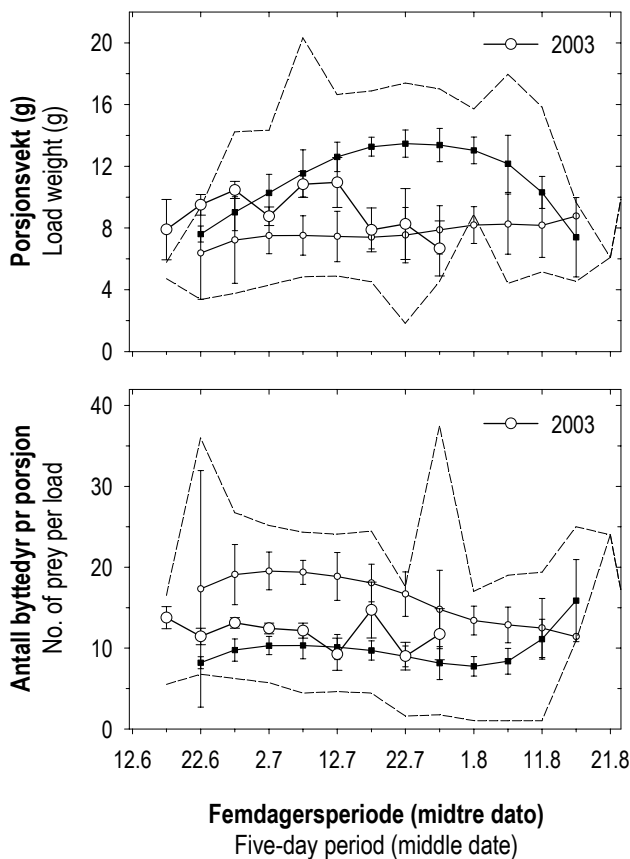
Figur 2
Lundeungenes diett (% av ferskvekt) på Heryken i perioden 1979-2003. Verdiene er beregnet ved å betrakte de ulike femdagersperiodene som likeverdige (jf. figur 3, tabell 4). – The diet (% of fresh weight) of Puffin chicks at Heryken in 1979-2003. The results were calculated by giving equal weight to the different five-day periods (cf. figure 3, table 4).



- Sild - Herring
- ▨ Havsil - Sandeel
- ▧ Sei - Saithe
- ▩ Hyse - Haddock
- ▤ Hvitting - Whiting
- ▥ Torsk - Cod
- Tangbrosme - Rockling
- Andre - Other



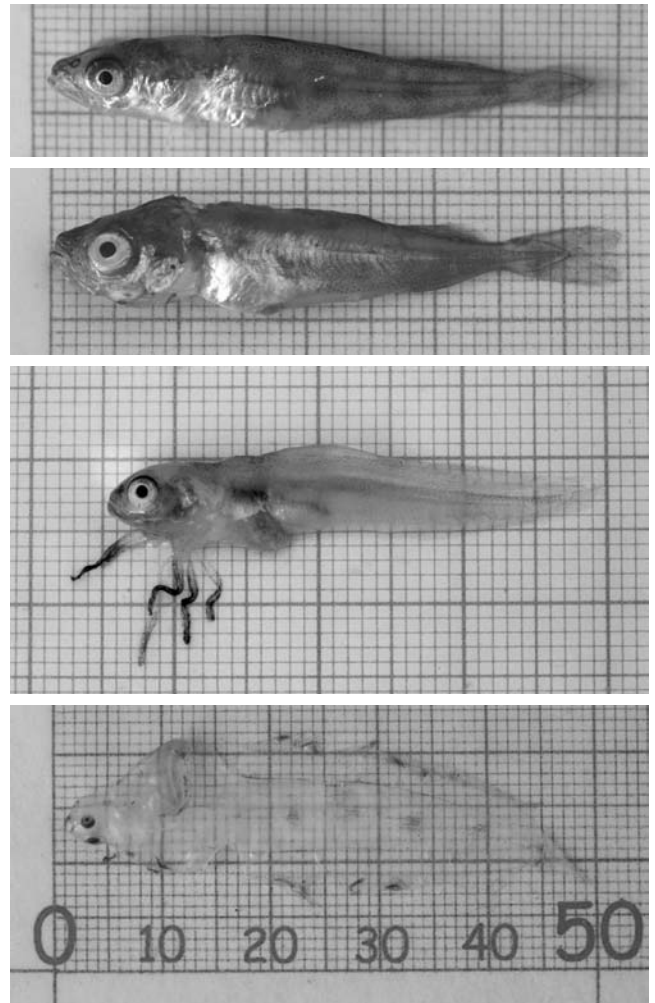
Figur 3
 Lundeungenes diett (% av ferskvekt) på Heryken i 1997-2003 fordelt på femdagersperioder. Samlet vekt (g) av byttedyr undersøkt i hver periode er angitt over søylene. Tilsvarende resultater for 1979-85, 1986-94 og 1996 er publisert av hhv. Anker-Nilssen (1987), Anker-Nilssen & Øyan (1995) og Anker-Nilssen & Brøseth (1998). – Diet (% of fresh weight) of Puffin chicks at Heryken in 1997-2003, divided into five-day periods. The total weight (g) of prey examined in each period is indicated above the bars. Similar results for 1979-85, 1986-94 and 1996 have been published by Anker-Nilssen (1987), Anker-Nilssen & Øyan (1995) and Anker-Nilssen & Brøseth (1998), respectively.



Figur 4

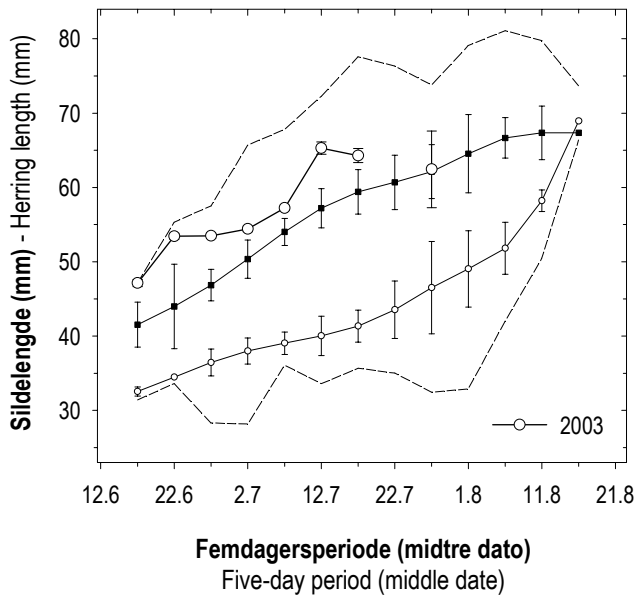
Gjennomsnittlig (± 1 SE) porsjonsvekt (g) og antall byttedyr i nebbporsjoner fra lunde på Heryken i 2003 (store symboler, femdaggersperioder), sammenlignet med gjennomsnittsdata og utfallsrom (stiplet) for åtte år med god (fylte symboler) og seks år med dårlig (åpne symboler) reproduksjon i 1986-2002 glattet med SPSS-proseduren T4253H. Gode og dårlige år er skilt ved en utflygingssuksess på halvparten av den i det beste året (96 % i 1992). Årlige resultater er rapportert av Anker-Nilssen (1998) og Anker-Nilssen & Aarvak (2000, 2001, 2002, 2003). Antall porsjoner undersøkt i 2003 er angitt i tabell 5. – Mean (± 1 SE) load weight (g) and number of prey in food loads from Puffins at Heryken in 2003 (large symbols, five-day periods), compared with mean data and range (dotted) for eight years with good (filled symbols) and six years with poor (open symbols) reproduction in 1986-2002 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 results are reported by Anker-Nilssen (1998) and Anker-Nilssen & Aarvak (2000, 2001, 2002, 2003). The numbers of food loads examined in 2003 are given in table 5.

I noen av grafene sammenlignes resultatene for 2003 med gjennomsnittlige mål for gode og dårlige sesonger (figur 4-5). Det er verdt å legge merke til at grenseverdien som er valgt for å skille mellom gode og dårlige sesonger (48 %) ligger rimelig nær den utflygingssuksessen som må til for å holde lundebestanden på Røst stabil (55 %, jf. figur 14).



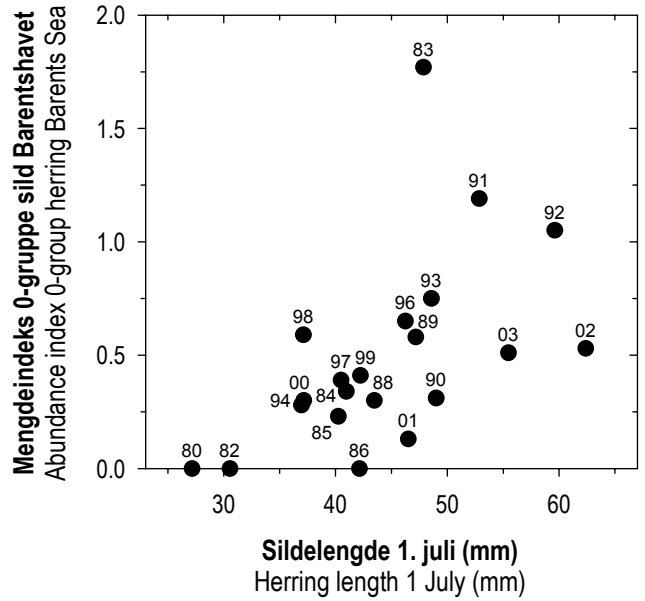
Høyt artsmangfoldig i lundenes nebbporsjoner er som regel tegn på dårlige næringsforhold. Byttedyrene som her er lagt opp for måling på millimeterpapir er yngel av (fra toppen) torsk *Gadus morhua*, øyepål *Trisopterus esmarkii*, skjellbrosme *Phycis blennoides* og en ubestemt flyndre. (Foto © T. Anker-Nilssen/T. Aarvak) – **High diversity of species** in the puffin's food loads usually indicates poor feeding conditions. The prey items here arranged to be measured on mm-scale paper are young of (from top) cod *Gadus morhua*, Norway pout *Trisopterus esmarkii*, greater forkbeard *Phycis blennoides* and an unidentified flatfish. (Photos © T. Anker-Nilssen/T. Aarvak)

Nebbporsjonenes størrelse var svært god i juni og holdt seg rimelig bra fram til midten av juli (figur 4). En økende byttedyrstørrelse gjennom denne perioden reflekteres ved en moderat økning i porsjonsvekten og en tilsvarende moderat reduksjon i antall byttedyr pr. porsjon. Etter dette ble andelen av sild vesentlig redusert samtidig som diettens sammensetning ble langt mer variabel. Porsjonsvektene avtok mens antall byttedyr pr. porsjon varierte i takt med endringene i utvalget av byttedyr. Parallelt med dette observerte vi en dramatisk reduksjon i matingstrafikken i kolonien. Dette indikerte en alvorlig forverring av næringsforholdene som ble akkompagnert av en plutselig stagnasjon i ungenes



Figur 5

Gjennomsnittslengde (mm ±1 SE) av 0-gruppe sild i nebbporsjoner fra lunde på Hernyken i 2003 (store symboler, femdagersperioder) sammenlignet med utglattede data og utfallsrom for ti gode og ti dårlige år i 1980-2002 (behandlet som i figur 4). Se tabell 5 for utvalgsverdier i 2003 og Anker-Nilssen (1998) og Anker-Nilssen & Aarvak (2000, 2001, 2002, 2003) for årlige resultater fra tidligere år. – Mean length (mm ±1 SE) of 0-group herring in food loads from Puffins at Hernyken in 2003 (large symbols, five-day periods) compared with smoothed data and range for ten good and ten poor years in 1980-2002 (processed as in figur 4). See Anker-Nilssen (1998) og Anker-Nilssen & Aarvak (2000, 2001, 2002, 2003) for annual results from earlier years. Sample sizes for 2003 are given in Table 5.



Figur 6

Havforskningsinstituttets mengdeindeks for 0-gruppe sild målt i Barentshavet (Toresen 1985, Anon. 1999, H. Gjøsæter & P. Fossum pers. medd.) og gjennomsnittlig lengde (mm) for sild fra samme årsklasse i nebbporsjoner fra lunde på Røst 8-10 uker tidligere (data fra 21 ulike år i perioden 1980-2003). Lengdeverdiene ble beregnet ved vektet, lineær regresjon på data gruppert i femdagersperioder (jf. figur 5). Se også figur 13. – Abundance indices obtained by the Institute of Marine Research for 0-group herring in the Barents Sea (Toresen 1985, Anon. 1999, H. Gjøsæter & P. Fossum pers. comm.) and the mean length (mm) of herring from the same year-classes in food loads from Puffins at Røst 8-10 weeks earlier (data from 21 different years in 1980-2003). The length values were estimated by weighted linear regressions on data grouped in five-day periods (cf. figure 5). See also figure 13.



(Foto © T. Anker-Nilssen)

Tabell 5. Antall 0-gruppe sild (0-gr) fra lunde målt og antall komplette nebbporsjoner (n) undersøkt på Røst i ulike femdagersperioder i 1999-2003 (jf. figur 3-5). Se Anker-Nilssen & Øyan (1995) og Anker-Nilssen (1998) for tilsvarende data fra 1980-98. – Numbers of 0-group (0-gr) herring from Puffins measured and complete food loads (n) examined at Røst in different five-day periods in 1999-2003 (cf. figures 3-5). See Anker-Nilssen & Øyan (1995) and Anker-Nilssen (1998) for similar data from 1980-98.

Periode Period	1999 0-gr (n)	2000 0-gr (n)	2001 0-gr (n)	2002 0-gr (n)	2003 0-gr (n)
15.6–19.6	18 (1)	2 (3)			89 (8)
20.6–24.6	70 (17)	10 (19)		16 (4)	143 (17)
25.6–29.6	34 (26)	34 (22)	87 (8)	77 (14)	224 (17)
30.6–4.7	21 (15)	177 (22)	229 (19)	110 (26)	283 (23)
5.7–9.7	318 (20)	207 (13)	173 (22)	96 (23)	320 (27)
10.7–14.7	284 (19)	135 (8)	188 (14)	42 (28)	31 (9)
15.7–19.7	61 (12)	146 (9)	245 (22)	67 (20)	45 (10)
20.7–24.7	22 (10)	32 (5)	243 (22)	101 (26)	1 (6)
25.7–29.7	17 (1)	37 (4)	255 (20)	1 (14)	9 (7)
30.7–3.8	3 (6)	35 (2)	218 (21)	0 (4)	
4.8–8.8	17 (4)	69 (9)	178 (20)	0 (1)	
9.8–13.8		17 (5)	104 (11)		
14.8–18.8			1 (0)		
Sum – Sum	865 (131)	901 (121)	1921 (178)	510 (160)	1145 (124)

vekst (**kapittel 3.4.3**). Etter hvert som mange unger bukket under ble det stadig vanskeligere å samle inn næringsprøver, og for første gang på mange år mislyktes alle innsamlingsforsøk etter utgangen av juli.

Gjennomsnittslengden av sild i lundenes diett pr. 1. juli hvert år benyttes som en indeks for sildens størrelseskonisjon. Verdiene estimeres ved hjelp av lineære regresjonsanalyser basert på gjennomsnittsmålene for hver femdagersperiode (jf. **figur 5**). Størrelsesindeksen for 2003 (55.5 mm) var den tredje største som er registrert siden overvåkingen av lundenes diett startet i 1979. Havforskningsinstituttet (HI) sin indeks for mengde 0-gruppe sild i Barentshavet et par måneder senere var imidlertid forholdsvis moderat. Dette kan ha flere årsaker, for eksempel forsinket drift (og dermed ankomst) av 0-gruppe til området eller at årsklassen hadde en mer nordvestlig utbredelse enn vanlig på denne tiden. Eksempelvis viste de samme målingene at årsklassen 2002, som også fikk en moderat 0-gruppeindeks, var en av de sterkeste årsklassene i Barentshavet som 1-gruppe ett år senere. Nok en gang var altså lundene den beste av de tidlige indikatorene for sildeårsklassen. Likevel er det fremdeles et rimelig godt samsvar mellom våre lengdeindekser og HIs 0-gruppeindekser for de samme årsklassene (Spearman $r_s = 0.644$, $n = 21$, $p = 0.002$, **figur 6**).

Det er som regel betydelige størrelsesforskjeller fra år til år også for de andre byttedyrartene (jf. Anker-Nilssen 1992, 1998 og Anker-Nilssen & Øyan 1995). I 2003 var de fleste artene mindre enn normalt (**tabell 6**). Dette vitner om generelt dårlige oppvekstvilkår for pelagisk 0-gruppe fisk i Norskehavet dette året.

Resultatene for sild indikerer at de vanligste byttedyrenes relative størrelse i forhold til artenes gjennomsnitt for alle år (100 %) trolig er egnede indekser for deres oppvekstvilkår og dermed gjenspeiler generelle trekk ved miljøforholdene. Denne mellomårsvariasjonen i størrelse er størst for sei (60-149 %, $n = 11$ år) og minst for tangbrosme (87-125 %, $n = 12$ år). Noen foreløpige analyser antyder at en kombinasjon av slike mål for ulike arter (f.eks. sild og havsil) styrker indeksenes indikatorverdi for den generelle miljøtilstanden. Selv om det ikke har vært rom for å belyse dette nærmere her, tar prosjektet sikte på å videreutvikle denne type indekser og teste deres prediksjonskraft, blant annet i forhold til rekruttering av ulike kommersielle fiskeriressurser.

Tabell 6. Gjennomsnittslengde (mm ± 1 SD) av ferske, hele fisk av de vanligste artene i nebbporsjoner fra lunde på Heryken i 2001-03. Verdiene i parentes er vektete gjennomsnitt der de enkelte femdagersperiodene ble betraktet som likeverdige (jf. figur 2). Utvalgsstørrelsene er angitt (± 1 SE for snitt). Se Anker-Nilssen & Øyan (1995) og Anker-Nilssen & Aarvak (2000, 2001) for tilsvarende data fra 1988-2000. – Mean length (mm ± 1 SD) of fresh, whole fish of the most frequent species in food loads from Puffins at Heryken in 2001-03. Values given in parentheses are weighted means calculated by giving the different five-day periods equal weight (cf. figure 2). Sample sizes are indicated (± 1 SE for mean). See Anker-Nilssen & Øyan (1995) and Anker-Nilssen & Aarvak (2000, 2001) for similar data from 1988-2000.

Art Species	2001	År – Year 2002	2003	Snitt – Mean 1988-2003
Sild Herring	56.6 \pm 12.7 (58), $n=1675$	68.5 \pm 11.5 (62), $n=510$	55.2 \pm 6.7 (59), $n=934$	52.1 \pm 9.9 $n=976\pm 153$
Havsil Sandeel	75.9 \pm 3.0 (75), $n=9$	112.2 \pm 15.4 (106), $n=231$	72.2 \pm 21.8 (78), $n=125$	80.4 \pm 17.0 $n=162\pm 56$
Sei Saithe	– $n=0$	77.7 \pm 22.3 (84), $n=6$	39.6 \pm 15.8 (47), $n=20$	64.0 \pm 17.6 $n=26\pm 13$
Hyse Haddock	74.4 \pm 20.9 (77), $n=103$	98.7 \pm 15.9 (104), $n=17$	82.7 \pm 16.6 (86), $n=7$	87.2 \pm 16.9 $n=24\pm 6$
Hvitting Whiting	52.1 \pm 8.6 (51), $n=7$	101.8 \pm 14.9 (99), $n=43$	84.7 \pm 15.6 (85), $n=7$	84.1 \pm 20.5 $n=11\pm 3$
Torsk Cod	46.2 \pm 7.6 (46), $n=23$	55.0 $n=1$	38.3 \pm 7.1 (44), $n=31$	46.5 \pm 10.4 $n=14\pm 5$
Tangbrosme Rockling	31.3 \pm 3.0 (32), $n=19$	– $n=0$	28.3 \pm 3.6 (29), $n=110$	32.5 \pm 3.0 $n=79\pm 25$

3.4 Reproduksjon

3.4.1 Eggstørrelse

Hos mange arter er det vist at unge, uerfarne fugler legger mindre egg enn voksne, erfarne hekkefugler (f.eks. Sæther 1990, Hipfner et al. 1997). Variasjoner i eggstørrelse innen populasjonen kan derfor indikere om bestandsendringene skyldes variasjoner i rekruttering eller hvor stor andel av de etablerte hekkefuglene som går til hekking hvert år, selv om eggstørrelsen også kan være påvirket av fuglenes kondisjon ved hekkestart. I 1983 og i de fleste år etter 1989 ble en stor andel av eggene i studiereirene målt og deres volum (V) beregnet som angitt av Hoyt (1979) etter formelen

$$V = K_v L B^2$$

der L er eggglengde, B er eggbredde og konstanten $K_v = 0.507$. Det ble målt flere egg i 2003 enn i 1999-2002 da henholdsvis 39.4 %, 36.1 %, 32.8 %, og 29.9 % av studiereirene kun ble sjekket med video eller latt helt i fred i rugeperioden (**tabell 7**). Justert for denne utvalgsforskjellen ble det likevel målt 63 % flere egg i 2003 enn i 2002. Fordi vi

bare måler egg når det ikke er voksenfugl tilstede på reiret og frekvensen for reirkontroller var uendret, reflekterer dette en tilsvarende betydelig forskjell i rugingens kontinuitet. Dette ble også bekreftet av den relativt dårlige klekkesuksessen i 2003 (**kapittel 3.4.2**).

Lundeeggens volum varierer betydelig mellom år (ANOVA, $F_{15,1802} = 3.07$, $p < 0.001$, **tabell 7**, 1982 utelatt pga liten n). Eggene som ble målt i 2003 var lengre og smalere enn snittet for alle år og tangerte volumet for eggene i 1995 som er de minste vi har målt hittil. Vi fant ingen signifikant negativ samvariasjon mellom bestandsendring i prosent fra foregående år (**tabell 3**) og de ulike eggsmål ($n = 16$; eggvolum Pearson $r = -0.387$, $p = 0.139$, eggbredde $r = -0.268$, $p = 0.316$ og eggglengde $r = -0.268$, $p = 0.316$), slik det forventes om bestandsendringen er et rimelig mål for rekruttering. Dette gjaldt også i forhold til endringen i eggvolum mellom påfølgende år ($r = -0.201$, $n = 14$, $p = 0.490$).

Imidlertid forbedres disse korrelasjonene betydelig når en korrigerer for variasjonen i overlevelse for voksne fugler (**kapittel 3.5.2**) ved å bruke estimerte maksimumsverdier for rekrutteringsrater. Denne analysen er foreløpig stilt i bero, bl.a. fordi den kan styrkes ytterligere når vi har beregnet

Tabell 7. Statistikk for eggstørrelse (i mm og ml) hos lunde i studiereirene på Røst i 1982-2003. – Parameters of egg size (in mm and ml) in the Puffins nests studied at Røst in 1982-2003.

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	164 ^a	63.7	0.18	43.9	0.10	62.2	0.34
1995	284 ^a	62.6	0.14	43.8	0.08	60.9	0.28
1996	153	62.8	0.17	44.0	0.09	61.7	0.31
1997	128	63.3	0.20	43.9	0.11	61.9	0.42
1998	116	63.3	0.21	43.7	0.13	61.3	0.44
1999	38	63.1	0.37	43.9	0.25	61.8	0.91
2000	56	63.4	0.31	43.5	0.16	61.0	0.51
2001	65 ^b	63.5	0.25	43.7	0.15	61.8	0.55
2002	33	63.8	0.42	43.5	0.16	61.3	0.61
2003	71 ^a	63.8	0.27	43.6	0.15	60.9	0.54
Snitt Mean	106	63.3	0.11	43.8	0.03	61.7	0.22

a) Hvorav ett bare målt bredde

b) Hvorav ett bare målt lengde og ett bare målt bredde

rimelige mål for årlig variasjon i hekkebelegg (**kapittel 3.4.2**) og dermed kan utlede mer troverdige mål for rekrutteringsrater. Den tidligere påviste tendens til negativ korrelasjon mellom eggvolum og gjennomsnittlig hekkesuksess 5-7 år tidligere (Anker-Nilssen & Brøseth 1998) er nå betydelig svekket (Pearson $r = -0.199$, $n = 16$, $p = 0.459$). Eggmålene må imidlertid også forventes å være påvirket av hunnenes kondisjon like før egglegging, som varierer betydelig fra år til år (**kapittel 3.6**). De målte eggene er dessuten ikke et helt representativt utvalg. Egg som klekkes sent eller blir forlatt har større sjanse for å bli målt, også fordi eggene (av hensyn til forstyrrelse) ikke tas ut når en av voksenfuglene er til stede i reiret. I gode år vil derfor egg av førstegangshekkende fugler (som legger sent og kanskje også er dårligere til å ruge) forventes å være overrepresentert i utvalget.

3.4.2 Hekketidspunkt, belegg og klekkesuksess

Lundeeggens klekkesidspunkt fra år til år har variert innenfor en periode på nesten seks uker med tyngdepunkt i siste uke av juni (**tabell 8**). Midtpunktet i klekkingen i 2003 inntraff 6.5 dager tidligere enn i 2002 og 5.5 dager tidligere enn medianen for alle år.

Siden 1980 har i alt 796 ulike reir inngått i reproduksjonsundersøkelsene på Heryken, hvorav minst 200 (25 %) ikke kan gjenfinnes fordi merkepinnen enten er ødelagt av sau eller tatt av ravn (til reirmateriale). Hvert år tapes noen pinner på denne måten, og tapsrisikoen har klar sammenheng med kvaliteten på pinnene og avstanden til ravnereiret på Heryken. År om annet leter vi opp nye reir og skifter ut dårlige pinner for å opprettholde et tilstrekkelig og representativt utvalg. Ingen nye reir ble oppmerket i 2003 da reproduksjonsstudiene ble basert på utviklingen i 472 tidligere oppmerkede reir. Dette er 30.4 % flere enn i 2002 ($n = 362$) da vi lot 125 reir være uforstyrret til slutten av ungeperioden (jf. Anker-Nilssen & Aarvak 2003). Frekvens (hver fjerde dag) og rutiner for reirsjekk var uendret.

I 2003 ble det beviselig lagt egg i 36.0 % (155 av 431) av studiereirene som fremdeles var intakte (41 reir var rast sammen). Dette er 4.1 % mindre enn i 2002 (37.5 %). Forskjellen er ikke signifikant ($\chi^2_{\text{corr}} = 0.137$, $df = 1$, $p = 0.711$), men med høyde for den parallelle bestandsøkningen på 6.1 % (**tabell 3**) var hekkebelegget trolig omkring 10 % lavere i 2003 enn året før. Uten korrigering for bestandsutvikling var det betydelig årlig variasjon i hekkebelegget i 1997-2003 ($\chi^2 = 55.01$, $df = 6$, $p < 0.001$), med høyest belegg i 1997 (58.7 %) og lavest i 2003 (36.0 %). Det meste av denne reduksjonen (38.7 %) må imidlertid tilskrives bestandsutviklingen i samme periode (-35.5 %, **tabell 3**), siden tilfanget av nye studiereir har vært relativt beskjedent. Tilsvarende mål for hekkebelegg før 1997 er foreløpig ikke beregnet.

Tabell 8. Statistikk for klekketidspunkt i studiereirene på Røst i perioden 1978-2003. Estimater for 1978-79 er basert på data publisert av Tschanz (1979). – Parameters of the timing of hatching in the nests studied at Røst in 1978-2003. Estimates for 1978-79 are based on data published by Tschanz (1979).

År Year	Klekkedato (1. juni = 1) Hatching date (1 June = 1)				Avvik i dager fra Deviation in days from	
	Snitt Mean	SD SD	Median Median	n	forrige år last year	alle år all years
1978	26.1	1.8	26	25		+ 1.3
1979	23.2	2.5	23	31	-2.9	-1.6
1980	18.3	5.5	18	7	-4.9	-6.5
1981	16.5	8.7	14	11	-1.8	-8.3
1982	13.3	6.2	13	18	-3.2	-11.5
1983	10.6	5.8	11	66	-2.7	-14.2
1984	20.0	6.6	19	37	+9.4	-4.8
1985	28.6	5.2	28	43	+8.6	+3.8
1986	22.8	4.5	23	59	-5.8	-2.0
1987				0		
1988	30.2	6.3	30	24	?	+5.4
1989	28.2	7.3	27	84	-2.0	+3.4
1990	24.3	8.1	23	131	-3.9	-0.5
1991	25.0	3.9	25	138	+0.7	+0.2
1992	29.5	5.7	29	138	+4.5	+4.7
1993	24.8	4.4	24	131	-4.7	0.0
1994	21.5	8.6	19	63	-3.3	-3.3
1995	(28.0)		(28)	1	(+6.5)	(+3.2)
1996	51.5	6.7	51	69	(+23.5)	+26.7
1997	30.7	4.1	30	144	-20.8	+5.9
1998	30.5	5.5	32	129	-0.2	+5.7
1999	21.7	6.3	20	121	-8.8	-3.1
2000	21.0	4.8	20	99	-0.7	-3.8
2001	28.0	4.6	27	103	+7.0	+3.2
2002	25.1	4.4	25	104	-2.9	+0.3
2003	21.4	9.1	18.5	90	-3.7	-3.3
1978-03	24.7	7.8	24	24		

I 2003 ble det konstatert klekking i 90 (58.1 %) av de 155 regulære studiereirene hvor det påviselig ble lagt egg. Tilsvarende mål siden 1997 viser stor variasjon i klekkesuksessen fra år til år ($\chi^2 = 73.51$, $df = 6$, $p < 0.001$). Sukksessen i 2003 var klart dårligere enn i 1999-2002 (66.9-79.6 %), men bedre enn i 1997-98 (hhv 49.3 % og 51.5 %). Tilsvarende mål for klekkesuksess før 1997 er foreløpig ikke beregnet.

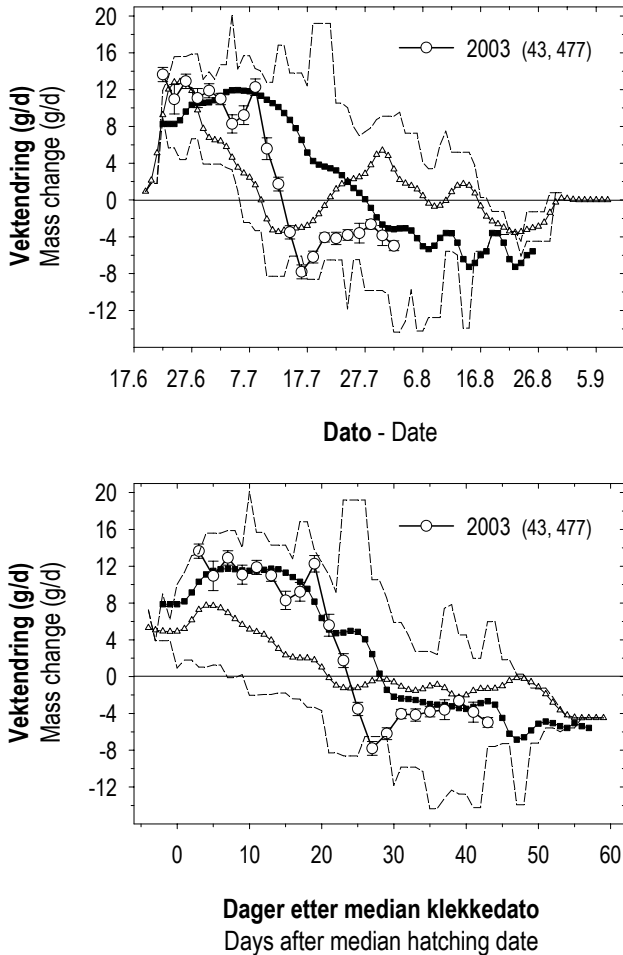
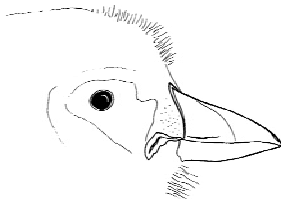
3.4.3 Ungevekst

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 år. Den store spredningen i hekketidspunkt vil i noen grad ha glattet ut kurvene, men de indikerer likevel at endringene i næringstilgangen i slike år er mindre plutselige og mindre omfattende enn i år hvor vektkurven hadde en tydelig knekk (1984, 1993-94, 1999-00 og 2003). Tidspunkt og omfang for de mest betydelige endringene i næringstilgang illustreres langt tydeligere av variasjonen i ungenes daglige vekstrate (figur 7). 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 utflygings-suksess 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 veier da to-tre ganger mer enn like gamle unger i dårlige år.

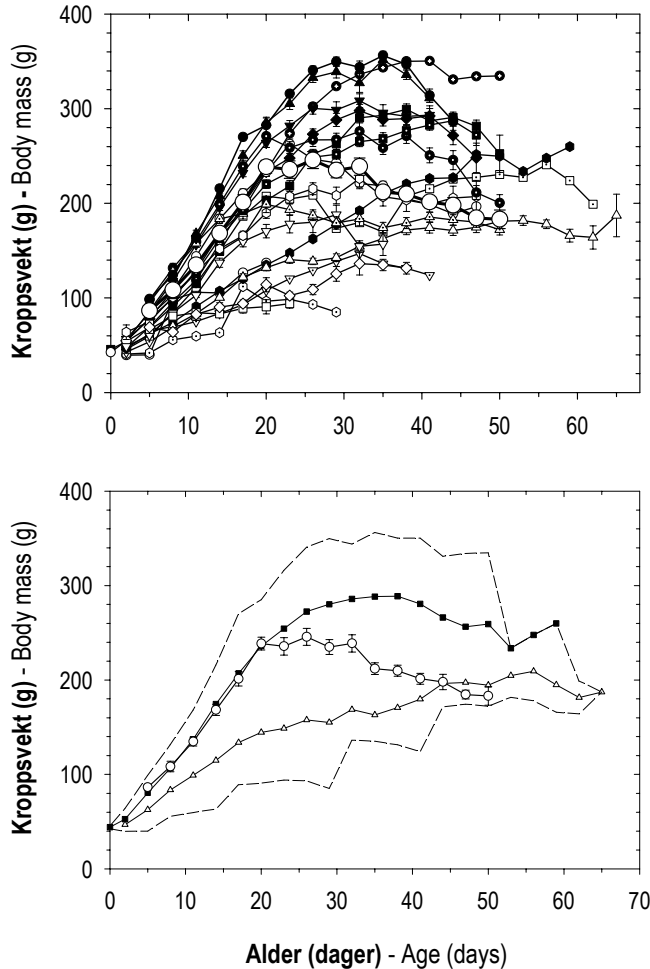
Ungenes morfometriske vektutvikling gjenspeiler også næringsforholdene (figur 9). Som vist eksperimentelt av Øyan & Anker-Nilssen (1996) blir bestemte kroppsdeler prioritert når næringstilgangen begrenses. De viste at veksten av ekstremitetene blir prioritert i følgende rekkefølge: skalle/hode, nebb, arm, føtter (tars) og vingefjær. I det ekstremt dårlige året 1997 økte ungene nesten ikke i vekt, og det var da også en påfallende retardasjon av hodeveksten. 1998 var ikke mye bedre og alle vekstparametere ble da betydelig svekket. Dette viser at ungenes muligheter til å buffre dårlig tider med allokering av vekst til viktige kroppsdeler (Øyan & Anker-Nilssen 1996) reduseres dramatisk eller opphører ved ekstremt dårlig næringstilgang.

Lundeungenes vekst i 2003 var jevnt god frem til omtrent 10. juli da den plutselig stagnerte (figur 7-9). Etter få dager begynte ungene, som da var omkring 3 uker gamle, å tape vekt og vekstraten avtok for alle kroppsdeler som måles. Omslaget inntraff helt parallelt med og som en tydelig konsekvens av omslaget i ungenes diett og de voksne fuglenes matingsfrekvens og tilstedeværelse i kolonien (kapittel 3.3 og 3.6). Veksten i 2003 har klare likhetstrekk med vekstmønstrene i årene 1993, 1994 og 2000. Etter omslaget var det ingen klare tegn til bedring i tilgangen på næring, og de fleste ungene døde av sult i reiret. De få som forlot kolonien var gjennomgående i svært dårlig kondisjon (kapittel 3.4.5).

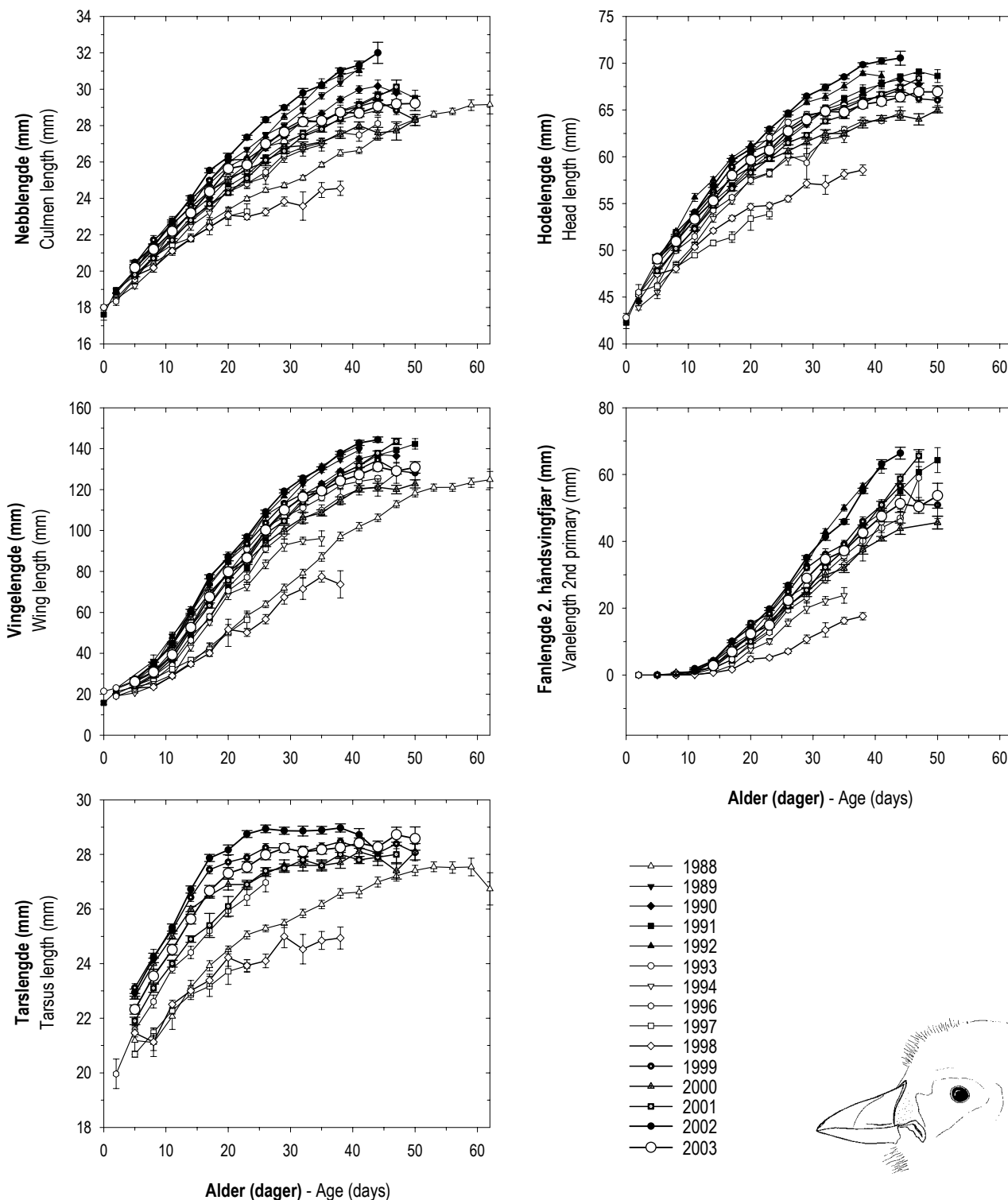


Figur 7
Gjennomsnittlig daglig vektendring ($g \pm 1 SE$) for lundeunger på Røst i 2003 (store symboler) i relasjon til dato (øverst) og dager etter median klekkedato (nederst), sammenlignet med gjennomsnitt for tilsvarende data fra åtte gode år (fylte firkanter) og seks dårlige år (åpne trekantar) i 1988-2002 (samme kilder og analysemetode som i figur 4). For 2003 er maksimalt antall mål pr. plott og totalt antall mål angitt, og hvert plott er basert på minst fem individuelle mål. – Mean daily change in body mass ($g \pm 1 SE$) for Puffin chicks at Røst in 2003 (large symbols) in relation to real date (top) and days after median hatching date (bottom), compared with means of similar data from eight good years (filled squares) and six poor years (open triangles) in 1988-2002 (same sources and analytic principle as in figure 4). For 2003, the maximum number of measurements per plot and the total number of measurements are indicated, and each plot is based on at least five individual measurements.

○ 1980	◆ 1990 (70, 861)	● 1999 (81, 876)
○ 1981	■ 1991 (77, 841)	△ 2000 (76, 581)
▽ 1982	▲ 1992 (76, 754)	■ 2001 (69, 796)
● 1983	○ 1993 (102, 1011)	● 2002 (81, 792)
□ 1984	▽ 1994 (56, 353)	○ 2003 (56, 564)
● 1985	○ 1996 (43, 380)	
△ 1988 (48, 586)	□ 1997 (81, 243)	
▼ 1989 (59, 678)	◇ 1998 (85, 397)	



Figur 8
Lundeungenes vektutvikling ($g \pm 1 SE$) på Røst i 2003 (store symboler) i relasjon til alder (dager) sammenlignet med tilsvarende data fra 1980-2002 (øverst) og med gjennomsnitt for ti gode år (fylte firkanter) og ti dårlige år (åpne trekantar) i samme periode (nederst, som i figur 4 med Anker-Nilssen (1987) som tilleggskilde). Åpne symboler markerer år hvor de fleste ungene omkom i reiret. Alle plott er basert på minst fem individuelle mål. Maksimalt antall mål pr. plott og totalt antall mål er angitt for hvert år siden 1988. – Body mass ($g \pm 1 SE$) development of Puffin chicks at Røst in 2003 (large symbols) in relation to age (days) compared with similar data from 1980-2002 (top) and means for ten good years (filled squares) and ten poor years (open triangles) in the same period (bottom, as in figure 4 with Anker-Nilssen (1987) as additional source). Open symbols indicate years when the majority of chicks died as nestlings. All plots are based on at least five individual measurements. The maximum number of measurements per plot and the total number of measurements are indicated for each year since 1988.



Figur 9

Gjennomsnittlige vekstkurver ($mm \pm 1 SE$) for lundeungenes utvikling av nebb lengde, hodelengde (inkl. nebb), vingelengde, utbrutt fjærfaen (på lengste håndsvingfjær) og tarslengde på Røst i 2003 (store åpne symboler) i relasjon til alder (dager) sammenlignet med tilsvarende data fra 1988-2002. Åpne symboler markerer år hvor de fleste ungene omkom i reiret. Tilsvarende kurver for nebb- og tarslengde i 1982-85 er publisert av Anker-Nilssen (1987). Alle plott er basert på minst fem individuelle mål, men utvalgsstørrelsen i 1991-94 og 1997 er gjennomgående noe lavere enn i figur 8 fordi noen av variablene da periodevis bare ble målt ved hver annen kontroll. – Mean growth curves ($mm \pm 1 SE$) for the length development of culmen, head+bill, wing, vane of the longest primary pen, and tarsus of Puffin chicks at Røst in 2003 (large open symbols) in relation to their age (days) compared with similar data from 1988-2002. Open symbols indicate years when the majority of chicks died as nestlings. Similar curves for culmen and tarsus length in 1982-85 have been published by Anker-Nilssen (1987). All plots are based on at least five individual measurements, but samples sizes in 1991-94 and 1997 were in general somewhat lower than in Figure 8, as some variables were then periodically only measured during every second control.

3.4.4 Hekkesuksess

Lundenes hekkesuksess har variert sterkt fra år til år (**tabell 9**). Hekkeresultatet måles som utflygingssuksess, definert som andel klekte unger som forlater reiret. I år med total ungedødelighet blir resultatene også bekreftet av en rekke andre observasjoner i kolonien, bl.a. av de voksne fuglenes atferd. Enkelte reir som muligens ble forlatt på grunn av vår forstyrrelse i den mest sårbare perioden under og like etter klekking er ikke medregnet (se f.eks. Anker-Nilssen & Brøseth 1998 for nærmere forklaring). Resultatene er ellers ikke justert for effekten av vår kontrollvirksomhet, som trolig er størst i dårlige sesonger (Anker-Nilssen & Aarvak 2002). Også i årene med en viss reproduksjon er nok den reelle utflygingssuksessen gjennomgående litt bedre enn resultatene i **tabell 9** tilsier.

Det ble påvist klekking i 90 av 155 regulære studiereir der det påviselig ble lagt egg i 2003. Den videre skjebne til fem av disse ungene er ikke kjent, som regel fordi de kunne gjemme seg lenger inn i en reirgang der ikke alt var innenfor vår rekkevidde. Av de øvrige 85 var det kun 30 unger som overlevde reirtiden. Utflygingssuksessen ble dermed estimert til 35.3 % (**tabell 9**).

Durant et al. (2004) har nylig vist at hekkesuksessen bl.a. påvirker hekketidspunktet i det påfølgende år (**kapittel 3.8**). Lundene hekker som regel tidligere i år etter mislykkede sesonger enn etter vellykkede år. Forholdet er imidlertid betinget av hva slags klimatisk regime som råder (reflektert ved NAO-indeksen for den mellomliggende vinteren), og hekketidspunktet er også påvirket av lundenes nærings-tilgang i utgangsåret. En sammenheng mellom hekkesultat og neste års hekkestart er et svært interessant fenomen som bidrar til å belyse hekkefuglenes reproduktive investeringskostnader (bl.a. Erikstad et al. 1998b og Anker-Nilssen et al. i manus b).

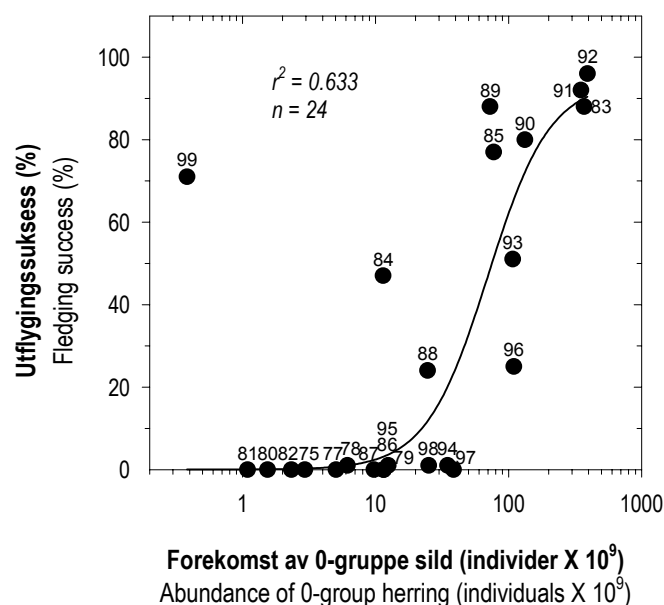
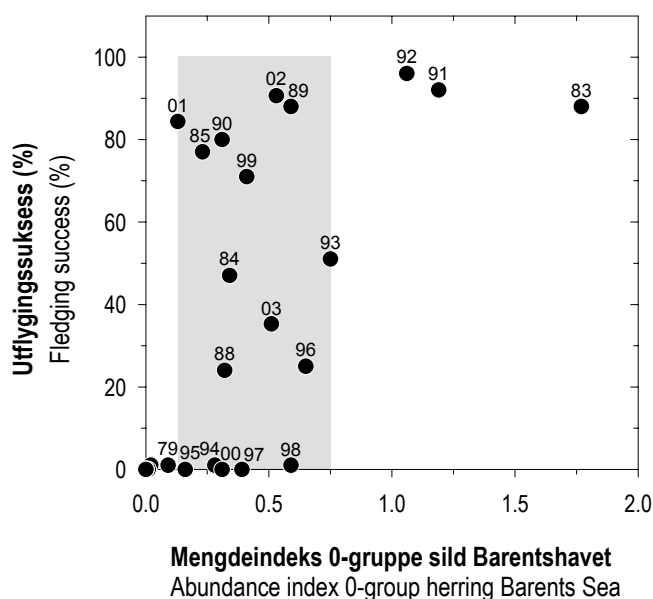
Lundenes hekkesuksess er nøye korrelert med årsklassestyrken for 0-gruppe sild målt i Barentshavet 1-2 måneder senere (Spearman $r_s = 0.759$, $n = 28$, $p < 0.001$, **figur 10**). Yngelindeksen for 2001 (0.13) markerer en nedre terskelgrense for hekkesuksess. Svakere årsklasser har alltid vært ledsaget av tilnærmet fullstendig hekkesvikt (9 år). Med indekser i intervallet 0.13-0.75 har hekkesuksessen vært svært variabel (god i 6 år, moderat i 3 år og dårlig eller manglende i 7 år), mens sterkere sildeårsklasser alltid har vært ledsaget av god hekkesuksess (3 år).

Med bakgrunn i en virtuell populasjonsanalyse (VPA) har ICES (2002) tilbakeberegnet kvantitative estimater for antall 0-gruppe sild hvert år fra 1907 til 1999. Havforskningsinstituttet (I. Røttingen og R. Toresen pers. medd.) understreker at disse målene bl.a. er prisgitt feilkildene i fiskeristatistikken for eldre sild og, ikke minst, den betydelige usikkerhet som

Tabell 9. Beregnet utflygingssuksess for lundeunger på Røst i 1978-2003 og tilhørende datagrunnlag (antall studiereir med kjent utfall, når reir antatt forlatt pga av vår forstyrrelse er utelatt). Estimaten for helt mislykkede år ble også bekreftet av en rekke andre observasjoner. – Estimated fledging success of Puffin chicks at Røst in 1978-2003 and the corresponding sample sizes (no. of study nests with known outcome, when excluding those assumedly abandoned due to our disturbance). The estimates for completely failed seasons were also confirmed by several other observations.

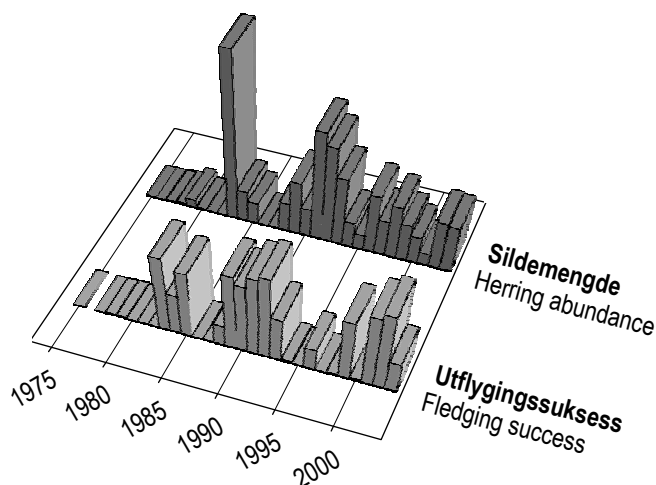
År Year	Utflygings- suksess (%) Fledging success (%)	n n	Publisert av Published by
1978	0	25	Tschanz 1979
1979	0	31	Tschanz 1979
1980	0	5	Anker-Nilssen 1987
1981	0	10	Anker-Nilssen 1987
1982	0	11	Anker-Nilssen 1987
1983	88	57	Anker-Nilssen 1987
1984	47	32	Anker-Nilssen 1987
1985	77	31	Anker-Nilssen 1987
1986	0	72	Anker-Nilssen 1992
1987	0	8	Anker-Nilssen 1992
1988	24	50	Anker-Nilssen & Lorentsen 1990
1989	88	83	Anker-Nilssen 1992
1990	80	92	Anker-Nilssen 1992
1991	92	99	Anker-Nilssen 1992
1992	96	121	Anker-Nilssen & Øyan 1995
1993	51	92	Anker-Nilssen & Øyan 1995
1994	2	55	Anker-Nilssen & Øyan 1995
1995	0	1	Anker-Nilssen & Brøseth 1998
1996	25	67	Anker-Nilssen & Brøseth 1998
1997	0	150	Anker-Nilssen & Brøseth 1998
1998	1	117	Anker-Nilssen 1998
1999	71	94	Anker-Nilssen & Aarvak 2000
2000	2	98	Anker-Nilssen & Aarvak 2001
2001	84	96	Anker-Nilssen & Aarvak 2002
2002	91	96	Anker-Nilssen & Aarvak 2003
2003	35	85	
Snitt Mean	36.7	65	

er knyttet til sildas dødelighet gjennom hele første leveår. VPA-verdiene for 0-gruppe kan derfor ikke tolkes som absolutte, selv om den unikt lange dataserien er en stor styrke for analysen og estimatene trolig er i samme størrelsesorden som de reelle verdiene for mengde sild ved metamorfose (gitt at sildestørrelsen da er nær 1 gram, som forutsatt i VPA-modellen). En modell som til enhver tid kan produsere bedre estimater for de aller siste årsklassene av 0-gruppe sild er under utvikling (SeaStar-modellen, ICES 2003).



Figur 11

Sammenhengen mellom utflygingsuksess for lundeunger på Røst i 1975-99 og VPA-estimer for antall 0-gruppe sild til samme tid (ICES 2002). En logistisk regresjon er tilpasset dataene ($F = 18.08$, $p < 0.001$). – The relationship between the fledging success of Puffin chicks at Røst in 1975-99 and VPA estimates for the concurrent abundance of 0-group herring (ICES 2002). A logistic regression curve is fitted to the data set ($F = 18.08$, $p < 0.001$).

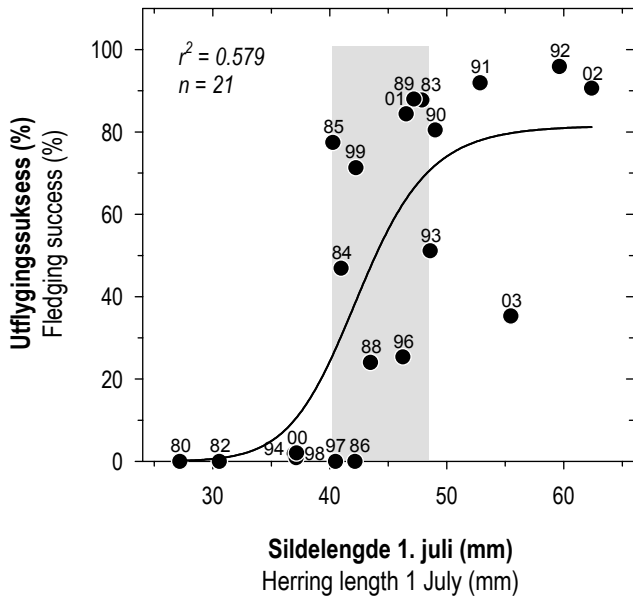


Figur 10

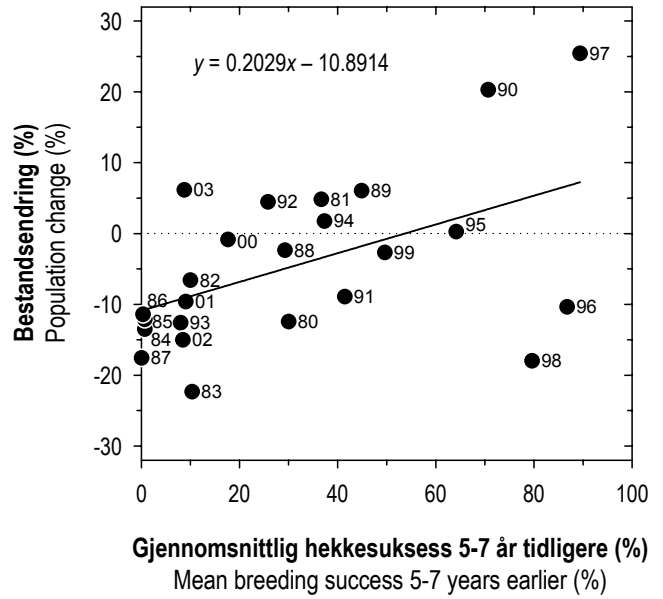
To måter å visualisere sammenhengen mellom utflygingsuksess (antall unger utflyet pr. egg klekket) for lundeunger på Røst somrene 1975-2003 og Havforskningsinstituttets mengdeestimer (logaritmisk indeks) for 0-gruppe sild i Barentshavsområdet i august-september samme år. Utflygingsdata for 1975-85 er basert på Lid (1981) og Anker-Nilssen (1987), mens indekser for sild er etter Toresen (1985), Anon. (1999) og H. Gjøsæter og P. Fossum (pers. medd.). I øverste figur ligger åtte plott tett ved origo, og det er antydning av terskelsone (grått felt) for sildemengde hvor hekkesuksessen er svært variabel. – Two ways of visualising the relationship between fledging success of Puffin chicks at Røst in the summers of 1975-2003 and fisheries research abundance estimates (logarithmic index) of first-year (0-group) herring in the Barents Sea and adjacent waters in August-September of the same years. Fledging data from 1975-85 are based on Lid (1981) and Anker-Nilssen (1987), whereas herring indices are from Toresen (1985), Anon. (1999), and H. Gjøsæter and P. Fossum (pers. comm.). In the upper graph, eight plots are situated close to the origin, and a threshold zone (shaded grey) for levels of herring associated with very variable breeding success is tentatively indicated.

Når lundeungenes utflygingsuksess korreleres mot VPA-estimatene for 0-gruppe tegnes et langt sterkere samsvar (**figur 11**) enn med den mindre kvantitative 0-gruppeindeksen (**figur 10**). Med en logistisk regresjon ($F = 18.08$, $df = 23$, $p < 0.001$) forklarer VPA-verdiene 63 % av variasjonen i utflygingsuksess i perioden 1975-99. Trolig i påvente av SeaStar-modellen har ICES (2003) ikke publisert VPA-estimatet for 2000-årgangen. Forholdet er derfor det samme som i forrige årsrapport (Anker-Nilssen & Aarvak 2003). Terskelsonen ligger omkring en sildemengde på ca 70 milliarder individer (kurvens vendepunkt), tilsvarende tre ganger det antallet sild lundene på Røst er i stand til å konsumere gjennom ungeperioden når hver fisk veier nær 1 g (Anker-Nilssen & Øyan 1995). I gode år passerer silda i lundenes diett denne størrelsen omkring 25. juli (**figur 5**). Metamorfosen skjer når de er 45-50 mm lange (pers. obs.), dvs. ultimo juni. De har da en kroppsvekt på 0.3-0.5 g (Anker-Nilssen & Øyan 1995), altså bare 30-50 % av verdien som er benyttet i VPA-modellen.

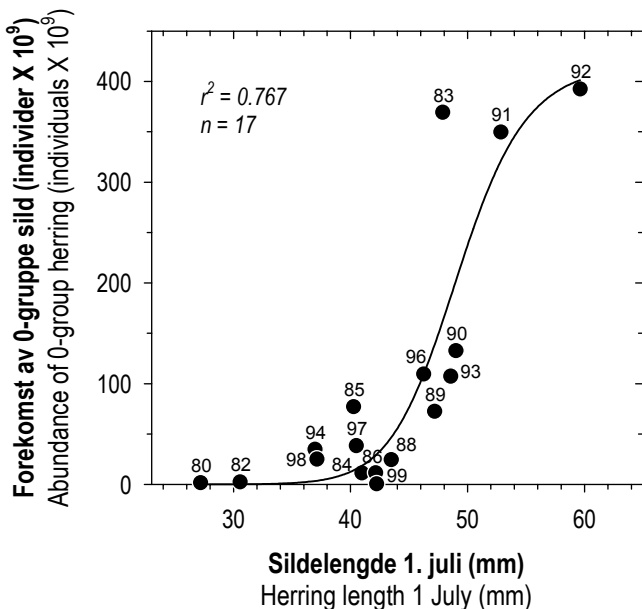
Selv om 2003 var et ganske avvikende år er størrelsen på sild i lundeungenes diett en nesten like god indikator for hekkesuksess. Standardisert som gjennomsnittlig lengde pr. 1. juli hvert år beregnet ved lineær regresjon (jf. **figur 5-6**), forklarer sildelengden nå 58 % av utflygingsuksessen (logistisk regresjon, $F = 12.38$, $df = 20$, $p < 0.001$, **figur 12**).



Figur 12
Sammenhengen mellom lundeungenes utflygingssuksess i 1980-2003 (som i tabell 8) og gjennomsnittlig lengde (mm) av 0-gruppe sild i deres diett på Røst 1. juli i de samme år (som i figur 6). En logistisk regresjonskurve er tilpasset dataene ($F = 12.38$, $p < 0.001$). Terskelsonen er antydnet som et grått felt. – The relationship between the fledging success of Puffin chicks in 1980-2003 (as in Table 8) and the mean length (mm) of 0-group herring in their diet at Røst on 1 July of the same years (as in Figure 6). The threshold zone is indicated by grey shading. A logistic regression curve is fitted to the data set ($F = 12.38$, $p < 0.001$).



Figur 14
Årlige endringer i hekkebestandens størrelse i årene 1979-2003 i relasjon til lundenes gjennomsnittlige hekkesuksess (målt som ungenes utflygingssuksess) 5-7 år tidligere. Regresjonen er statistisk signifikant ($r^2 = 0.248$, $n = 24$, $p = 0.013$). – Annual changes in breeding numbers in the years 1979-2003 in relation to the Puffins' mean breeding success (as measured by the fledging success of chicks) 5-7 years earlier. The regression is statistically significant ($r^2 = 0.248$, $n = 24$, $p = 0.013$).



Figur 13
Samme forhold som i figur 6, men med VPA-data for 0-gruppe sild fra ICES (2002). En logistisk regresjonskurve er tilpasset dataene ($F = 23.00$, $p < 0.001$). – Same relationship as in figure 6, but using VPA data for 0-group herring from ICES (2002). A logistic regression curve is fitted to the data set ($F = 23.00$, $p < 0.001$).

Dette er ikke uventet, siden sildeyngelens vekstvilkår vil være helt avgjørende for dens overlevelse. Forholdet indikerer en terskelsonen (markert som et grått felt i figur 12) med svært variabel ungeproduksjon når sildelengden pr. 1. juli ligger i intervallet 40-49 mm (11 år). Med større sild har reirungenes overlevelse nesten alltid vært god (4 av 5 år), mens ungedødeligheten har vært så godt som total i år med sild av mindre størrelse (5 år).

Sammenhengen mellom sildas størrelse og overlevelse fremgår tydelig av den gode korrelasjonen i figur 13, som er uendret siden forrige årsrapport pga manglende VPA-verdi for 2000-årsklassen. VPA-estimatene gir en betydelig forbedring av forholdet mellom sildestørrelse og årsklassestyrke enn bruk av Havforskningsinstituttets mengdeindeks fra Barentshavet i august-september (jf. figur 6). Med en logistisk regresjon kan denne størrelsesindeksen predikere årsklassens VPA-styrke med 77 % sikkerhet, altså mer presist enn lundeungenes utflygingssuksess. Dette er høyst forventet siden utflygingssuksessen også er påvirket av tilgangen på andre byttedyr. Til tross for den store variasjonen i sildestørrelse fra år til år, er det likevel en klar positiv sammenheng mellom mengde sild i dietten og lundeungenes utflygingssuksess (data som i figur 2 og tabell 9, Pearson $r^2 = 0.225$, $n = 23$, $p = 0.022$).

Endringen i bestandsstørrelse mellom påfølgende år er positivt korrelert med lundenes gjennomsnittlige hekkesuksess 5-7 år tidligere (Pearson $r^2 = 0.248$, $n = 24$, $p = 0.013$, **figur 14**). Mens 1996 og 1998 er de mest avvikende årene med mindre rekruttering enn forholdet skulle tilsi, hadde 2003 større rekruttering enn forventet. Det er svakere korrelasjoner mellom bestandsendring og gjennomsnittlig hekkesuksess 6-8 år tidligere ($r = 0.309$, $n = 24$, $p = 0.142$) og 4-6 år tidligere ($r = 0.394$, $n = 24$, $p = 0.057$). Mot årvisse reproduksjonsdata fire, fem, seks og syv år tidligere er korrelasjonene henholdsvis $r^2 = 0.029$ ($p = 0.430$), $r^2 = 0.257$ ($p = 0.011$), $r^2 = 0.054$ ($p = 0.274$) og $r^2 = 0.165$ ($p = 0.049$). Verdierne antyder stadig at lundenes gjennomsnittlige rekrutteringsalder er nærmere fem enn sju år.

Bestandsutviklingen fra 2002 til 2003 var bedre enn regresjonen i **figur 14** skulle tilsi. Variasjonen i hekkesuksess (**tabell 9**) og i innslaget av unge fugler blant svartbakens ofre det siste tiåret (**kapittel 3.7**) støtter en forventning om at bestandsøkningen i vesentlig grad skyldtes at mange unger fra 1999 begynte å trafikkere reirganger som fireåringer. Årlige rekrutteringsrater kan ikke estimeres med rimelig grad av sikkerhet før overvåkingen av voksenoverlevelse er videreført og mer nøyaktige estimater for

hekkevilligheten i hvert enkelt år er beregnet. Bestandens rekrutteringsreserve består fremdeles av tre årsklasser: 1999, 2001 og 2002, som kan forventes å rekruttere i størst omfang i henholdsvis 2004, 2006 og 2007.

Regresjonslinjen i **figur 14** har nullpunkt ved en utflygingsuksess på 53.7 %. Dette er et omtrentlig estimat for den årlige hekkesuksessen bestanden i gjennomsnitt trenger for å holde seg stabil, gitt den overlevelse unge og voksne fugler har erfart siden 1979 og hvor stor andel av bestanden som har lyktes frem til klekking hvert enkelt år. Estimater er tilfredsstillende nær den valgte grenseverdien som skiller gode og dårlige sesonger i analysene (**figur 4-5** og **7**).

3.4.5 Ungenes kondisjon ved reirforlating

Ungenes kondisjon ved slutten av reirperioden har variert kraftig fra år til år (**tabell 10**). Det er en signifikant negativ sammenheng mellom gjennomsnittlig sistevekt og alder på de ungene som forlot reiret (Pearson $r^2 = 0.355$, $n = 13$, $p = 0.032$). Da er år med utvalgsstørrelse mindre enn fem utelatt, men forholdet styrkes om også disse inkluderes ($r^2 = 0.479$, $n = 16$, $p = 0.003$). Tilsvarende god sammenheng ble ikke funnet for de andre størrelsesvariablene (vingelengde:

Tabell 10. Reirtid og sluttkondisjon for unger i studiereirene i årene 1983-84, 1988-94, 1996 og 1998-2003. Gjennomsnittlig differanse i døgn (d) mellom siste sjekk og utflyging er angitt i parentes etter ungenes alder ved siste sjekk. Unger som med sikkerhet eller stor sannsynlighet døde i reiret er ikke medregnet. – Fledging period and final condition of chicks studied in 1983-84, 1988-94, 1996 and 1998-2003. The average time span in days (d) between the last check and fledging is indicated in parentheses after the chick's age at the last check. Chicks that died in the nest (or probably did so) are not included in the calculations.

År Year	Reirtid (d) Fledging period (d)			Alder (d) v/siste sjekk (diff.) Age (d) at last check (diff.)	Vingelengde (mm) Wing length (mm)			Nebblengde (mm) Culmen length (mm)			Hode + nebb (mm) Head + bill (mm)			Kroppsvekt (g) Body mass (g)		
	Snitt Mean	SE SE	n		Snitt Mean	SE SE	n	Snitt Mean	SE SE	n	Snitt Mean	SE SE	n	Snitt Mean	SE SE	n
	1983	44.4	0.58		50	42.7 (1.7)	–	–	–	30.5	0.18	50	–	–	–	330.1
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 ^a	–	1	28.0 ^a	–	1	63.4 ^a	–	1	196 ^a	–	1
1999	45.1	0.56	67	43.0 (2.1)	136.5	2.32	64	30.1	0.15	62	67.1	1.08	64	271.8	5.20	67
2000	53.5	1.50	2	51.5 (2.0)	127.5	6.50	2	28.2	0.30	2	64.9	0.60	2	171.0	2.00	2
2001	45.5	0.31	78	42.8 (2.7)	136.9	0.79	73	29.5	0.14	72	67.3	0.20	72	284.3	3.89	73
2002	41.1	0.33	86	39.0 (2.1)	140.3	0.72	81	31.1	0.14	81	70.0	0.19	81	329.6	3.65	81
2003	46.5	0.86	30	44.7 (1.8)	132.5	1.08	26	29.2	0.19	26	66.9	0.28	26	204.0	5.0	26
Snitt ^b Mean ^b	45.5	1.50	13	43.6 (1.9)	133.8	1.61	11	29.8	0.23	13	67.7	0.51	9	265.8	13.3	13

a) Målt ved alder 54 døgn – Measured at age 54 days

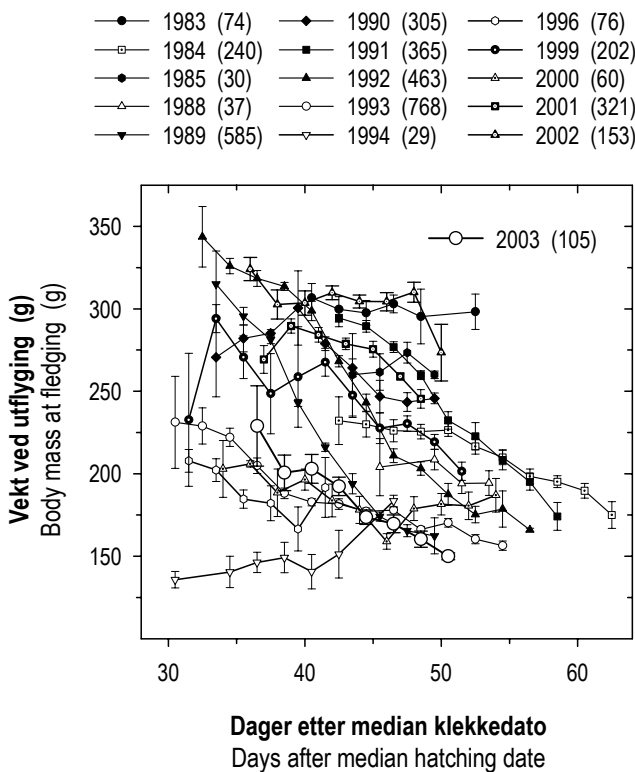
b) År med liten utvalgsstørrelse ($n < 5$) utelatt – Years with low sample size ($n < 5$) omitted

$r = -0.297$, $n = 11$, $p = 0.375$, nebb lengde: $r = -0.378$, $n = 13$, $p = 0.203$, hode+nebb: $r = -0.281$, $n = 9$, $p = 0.464$). Dette indikerer at ungenes vekt-kondisjon er en viktig proksimat faktor for reirtidens lengde, men antyder også at de nå nå visse minstemål i utvikling av viktige kroppsdeler før utflyging er mulig.

At korrelasjonen for lengde av hode+nebb er den svakeste, 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 den første kritiske tiden på sjøen. Høy preferanse for lagring av underhudsfett i dårlige tider (Øyan & Anker-Nilssen 1996) er trolig forklart på samme måte. Dette vil



Få av lundeungene som overlevde reirtiden i 2003 hadde kondisjon til å klare seg lenge på egen hånd. Svartbakene på Røst manglet ikke næring i slutten av juli og tidlig i august. (Foto © T. Anker-Nilssen). – Few of the puffin fledglings in 2003 had the condition necessary for independent survival. The great black-backed gulls at Røst experienced no food shortage in late July and early August. (Photo © T. Anker-Nilssen).



Figur 15
 Variasjonen i kroppsvekt ($g \pm 1$ SE) for lundeunger ved reirforlating på Røst i 2003 (store symboler) sammenlignet med tilsvarende data fra 15 år i perioden 1983-2002 (etter Anker-Nilssen 1987, Anker-Nilssen & Aarvak 2003). 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 2003 (large symbols) compared to similar data from 15 years in the period 1983-2002 (after Anker-Nilssen 1987, Anker-Nilssen & Aarvak 2003). Open symbols indicate years when most chicks died as nestlings. Annual sample sizes are indicated.

bidra til å redusere ungenes varmetap når de kommer i kontakt med sjøen, noe som kan være særlig viktig hvis fjærdakten er dårlig utviklet og sjøvannet når inn til huden.

I allokeringprosessen 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 følgelig bidra til å motvirke en sammenheng mellom ungens reirtid og hode+nebb (eller bare nebb lengde) ved utflyging og (i mindre grad) mellom reirtid og vingelengde ved samme tidspunkt. Derimot vil det ikke påvirke forholdet mellom reirtid og kroppsvekt i særlig grad. De skisserte resultatene av langtidsstudiene på Røst er i godt samsvar med dette og underbygger gyldigheten av det eksperimentelt påviste mønsteret for vekstallokeringer (Øyan & Anker-Nilssen 1996).

De ungene som overlevde reirtiden i 2003 var i svært dårlig kondisjon da de forlot kolonien. I relasjon til hekkestart avtok kroppsvekten ved utflyging med 5.2 g per natt gjennom hele perioden (**figur 15**). De fleste ungene forlot kolonien med en kroppsvekt på godt under 200 g. Da vi forlot stasjonen 14. august var det ikke flere levende unger igjen i studiereirene og det var svært stille i ura på Herynken de siste nettene.

Avslutningen av sesongen 2003 var en stor kontrast til 2002 da ungene forlot kolonien i den beste kondisjonen som er registrert på Røst siden 1960-tallet. At ungene som ble målt i toppårene 1966-67 (Myrberget 1981, upubl. data) var enda

tyngre, kan ha vært en effekt av fangstmetode. Myrberget fanget de fleste ungene i et stort garn spent tvers over sørenden av skaret på øya. Senere praksis har vært en kombinasjon av fangst med ruse og for hånd, supplert med noen få fanget i vanlige nett. Unger som flyr til sjøen blir derfor ikke innfanget i samme grad som tidligere, og slike unger er tyngre enn de som fanges i ruse (Anker-Nilssen 1987).

Ungenes vekt ved utflyging avtar vanligvis utover i sesongen (**figur 15**) og stadig færre av ungene er dermed i stand til å fly til sjøen. Det utvalget som måles med dagens fangstmetodikk forventes derfor å være mindre representativt tidlig enn sent i utflygingsperioden. Dette gjelder særlig i gode sesonger. Ofte vil forholdet også være påvirket av at utflygingsalderen endrer seg gjennom hver enkelt sesong, men dette har trolig mindre betydning. Redusert mattilgang vil virke til å forlenge ungenes reirperiode og derved øke utflygingsalderen, men vekten er langt mer følsom for næringstilgang enn for alder (Øyan & Anker-Nilssen 1996). I 2003 var det svært få unger som fløy direkte til sjøen, og de fleste var svært dårlig rustet til å overleve den første kritiske perioden på sjøen (jf. **tabell 10**).

3.5 Overlevelse

3.5.1 Ungfuglenes overlevelse

Ved utløpet av sesongen 2003 var 136 (2.06 %) av de 6600 lundeungene som er blitt merket ved reirforlating på Hernyken i perioden 1964-2003 gjenfunnet på en slik måte at de med sikkerhet hadde overlevd de første månedene på sjøen. Kun fem ble funnet i første leveår, og ingen av disse hadde omkommet av naturlige årsaker (alle skutt). I alt 84 funn var av fugler merket før 1979. Av de resterende 52 ble bare ett individ (merket i 1989) funnet for første gang i 2003, da den ble kontrollert i live i kolonien på Hernyken.

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 12**). Også her er preferansen for hodevekst tydelig. Det finnes trolig biometriske data for noen flere unger fra 1960-tallet som kan tilføres denne analysen.

I tillegg er 11 (1.04 %) av de 1056 reirungene som er ringmerket i perioden 1983-2003 funnet igjen etter å ha overlevd mer enn et par måneder på sjøen. Ingen av dem ble funnet i 2003. Morfometriske mål for disse ungene gjennomsnittlig 2.4 dager før reirforlating (vingelengde: 138.6 mm, *SE* = 1.8, *n* = 8, nebbelengde: 30.6 mm, *SE* = 0.3, *n* = 10, hodelengde: 68.7 mm, *SE* = 0.5, *n* = 6, vekt 311.0 g, *SE* = 10.8, *n* = 10) viste at de forlot kolonien i vel så god kondisjon som de andre ungene som beviselig overlevde (jf. **tabell 12**). Som forventet er gjenfunnsraten for disse ungene likevel lavere

Tabell 12. Morfometriske data (i mm og $g \pm 1$ SE) for lundeunger ved reirforlating på Hernyken, Røst i 1964-2003 i forhold til kunnskap om deres senere overlevelse. – Morphometry (in mm and $g \pm 1$ SE) of Puffin fledglings at Hernyken, Røst in 1964-2003 in relation to existing knowledge about their later survival.

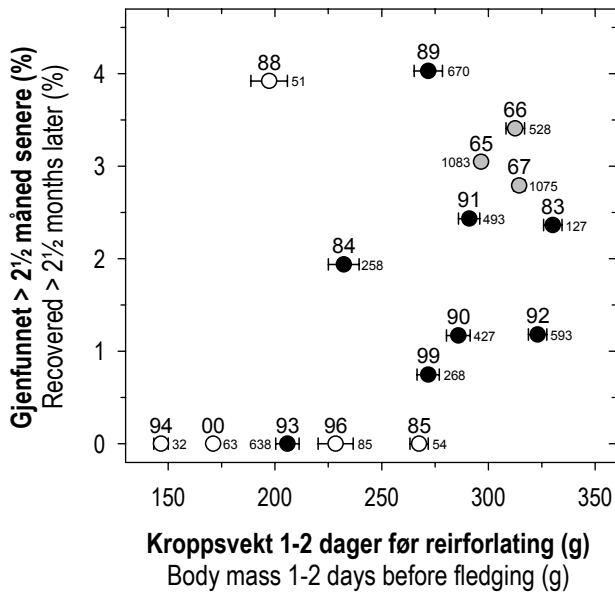
Variabel Variable	Overlevelse etter utflyging Post-fledging survival		t-test t test
	≥ 3 mnd ≥ 3 mnd	Ukjent Unknown	<i>t</i> (df) <i>p</i>
Vingelengde Wing length	143.5±0.64 (131-153), <i>n</i> =66	137.5±0.16 (70-162), <i>n</i> =4104	9.12 (73.1) <i>p</i> < 0.001
Nebblengde Culmen length	30.9±2.43 (27.3-33.5), <i>n</i> =42	29.7±0.29 (22.7-34.5), <i>n</i> =2961	4.66 (42.1) <i>p</i> < 0.001
Hodelengde Head+bill length	68.5±4.86 (65.1-71.1), <i>n</i> =15	67.6±0.51 (57.9-74.7), <i>n</i> =2286	1.96 (14.3) <i>p</i> = 0.069
Kroppsvekt Body mass	282.5±4.21 (200-370), <i>n</i> =75	234.6±0.87 (115-390), <i>n</i> =4348	11.14 (80.4) <i>p</i> < 0.001

enn de som er merket på vei til sjøen ($\chi^2 = 4.492$, *df* = 1, *p* = 0.0341). Dersom bare funn gjort i forbindelse med prosjektarbeidet på Røst legges til grunn, er forskjellen enda tydeligere: 111 (1.68 %) og 5 (0.47 %) unger ($\chi^2 = 8.116$, *df* = 1, *p* = 0.004). Forklaringen er at en mindre andel av de som ble merket som reirunge ble merket i nærheten av fargemerkingfeltet (**kapittel 3.5.2**) hvor vi har konsentrert vår observasjonsinnsats for å avlese ringnumre med teleskop.

Typisk er det også at de to eneste ungene som senere er kontrollert hekkende i tidligere oppmerkede studiereir ble merket som reirunger (Anker-Nilssen & Aarvak 2001). Ungen fra reir T11 i 1991 som hekket i reir X57 i 2000-02 ble ikke kontrollert i 2003, da det ved to anledninger var en umerket voksenfugl tilstede på dette reiret.

Bare 18 (12.2 %) av de 147 ungene som er gjenfunnet senere ble funnet andre steder enn Røst: Nordland (1), Møre & Romsdal (3), Hebridene (1), Færøyene (8), Island (3), Grønland (1) og Newfoundland (1). Tretten av dem var drept med hensikt av mennesker (hvorav 11 skutt), to druknet i fiskeredskap, mens tre ble funnet døde av ukjent årsak. I alt 115 andre fugler (78.2 %) ble funnet som ledd i arbeidet med lunde-prosjektet på Røst (81 kontrollert i nett, 2 avlest i felt, 2 kontrollert på reir og 8 funnet døde, hvorav minst 7 var drept av svartbak). Av de resterende 14 fuglene ble 12 fanget og avlivet av lundefangere, en ble funnet død, og en ble drept i fiskeredskap.

Medregnet unger merket i reiret (korrigert for utflygings-suksess) er gjenfunnsraten for lundeunger fra Røst etter reirforlating i 1964-2003 kun 1.96 % (147 av 7507). Da er de



Figur 16

Sammenhengen mellom lundeungenes gjennomsnittlige kroppsvekt ($g \pm 1$ SE) like før reirforlating i 13 ulike år i perioden 1983-2000 (data fra tabell 10) og hvor stor andel av ringmerkede unger som beviselig overlevde de første 2½ måneder på sjøen. Antall utflytne unger som ble merket er angitt for hvert år. Åpne symboler indikerer at antallet var mindre enn 100. Tilsvarende data for tre år på 1960-tallet er indikert (grå symboler), men angitt vekt ble da målt ved utflyging og sannsynligheten for funn var trolig mindre pga lav fangstaktivitet på 1970-tallet. – The relationship between mean body mass ($g \pm 1$ SE) of Puffin chicks immediately before fledging in 13 different years in the period 1983-2000 (data from Table 10) and the proportion of ringed fledglings that demonstrably survived the first 2½ months at sea. The number of fledged young that were ringed is indicated for each year. Open symbols indicate that it was less than 100. Similar data for three years in the 1960s are indicated (grey symbols), but the given body mass was then measured at fledging and the probability of recoveries was probably lower due to low catching effort in the colony during the 1970s.

årlige merketallene for reirunger justert for beregnet dødelighet i den resterende del av reirtiden. Alle unger som er gjenfunnet hadde overlevd de første 2.5 månedene på havet, og bare åtte ble funnet innen ett år etter merking. Materialet er lite, men demonstrerer med all tydelighet at det på ingen måte bare er ungenes kondisjon ved reirforlating som avgjør deres videre skjebne (figur 16). Som forventet er det betydelig variasjon i ungenes gjenfunnsrate mellom år ($\chi^2 = 50.14$, $df = 18$, $p < 0.001$). Her er kun medregnet år hvor flere enn 30 unger ble merket (2001-2003 foreløpig unntatt, men inkludert 1968-69 og 1974 hvor vektdata mangler). Denne variasjonen var også meget markant i de ti årene hvor ungene generelt var i rimelig god kondisjon (snitt 267.5-330.1 g) ved reirforlating ($\chi^2 = 21.89$, $df = 9$, $p = 0.009$, jf. figur 16 og tabell 12). Eksempelvis er raten for gjenfunn av unger fra 1988 og 1989 (4.0 %) mer enn tre



En to år gammel lunde. En av ungene fra 2001 på besøk i kolonien i 2003. Mest typisk for alderen er det tynne, uregelmessige overnebbet med to brede og utydelige nebbfurer. (Foto © T. Anker-Nilssen) – **A two-year old Puffin.** One of the chicks from 2001 visiting the colony in 2003. Most typical for the age is the slender, irregular upper bill with two wide and indistinct grooves. (Photo © T. Anker-Nilssen)

ganger så høy som for ungene som ble merket i 1990 eller 1992 (1.2 %), selv om de var i tildels betydelig dårligere kondisjon.

For to unger var enten merkedato eller funndato ukjent, men for de øvrige 145 var gjennomsnittlig tidsdifferanse fra merking til funn 9.3 år (3396 døgn, $SE = 209.4$). Bare 41 (28.1 %) av 146 var da yngre enn 5 år. De fleste hadde altså forlenget nådd hekkealder. Resultatene som er fremstilt i figur 16 viser m.a.o. at det er enorm variasjon i ungfuglenes overlevelse fra utflyging til hekkstart, og at selv de gode årene bidrar svært ulikt til hekkebestandens rekruttering.

Mye tyder på at flaskehalsen for ungenes overlevelse er næringsforholdene de erfarer 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 nærings-tilgang innenfor rimelig rekkevidde av kolonien (Anker-Nilssen & Øyan 1995). Vi finner nå en interessant sammenheng mellom ungenes overlevelse og NAO-indeksen for den påfølgende vinter (kapittel 3.8). Forholdet er imidlertid på langt nær absolutt, og miljøforholdene senere i ungfuglperioden (ved 1-4 års alder) har trolig også stor betydning.

3.5.2 Hekkefuglenes overlevelse

Sannsynligheten for å gjenfange lunder med svært gamle ringer er størst i skaret på Hernyken, hvor Svein Myrberget konsentrerte sin merkeinnsats på 1960-tallet, men heller ikke i 2003 ble det tid til å fortsette merkingsfangsten der. Av de 141 individene fra tidligere år som vi registrerte ved den ordinære nettfangsten og observasjonsaktiviteten i stasjons-

området (avlesninger av fargeringer ikke medregnet), var 24 (17.0 %) merket mer enn ti år tidligere, hvorav 16 på 1980-tallet. Det eldste individet var merket som voksen i 1980, mens de seks eldste av dem som ble sett med fargeringer var merket som voksne i 1981. Heller ikke i 2003 registrerte vi noen av fuglene merket på 1960- eller 1970-tallet. Vår norske rekord fra 2001 (36 år) er dermed stadig uendret. Pressemeldingen fra 2003 om en britisk lunde som ble 50 år gammel viste seg å være feil. Fuglen var en havlire og forvirringen skyldtes en forveksling av lundens engelske navn (puffin) og havlirens latinske navn (*Puffinus puffinus*).

For bestandens utvikling er det, naturlig nok, fuglenes generelle overlevelse som er avgjørende. Overvåkingen av de voksne lundenes overlevelse på Røst har foregått siden 1990 ved regelmessig observasjon av til sammen 402 fugler merket med individuelle fargekoder. Bare fugler som hekker innenfor et ca 600 m² stort prøvefelt på Heryken blir merket med fargeringer. Noen nye fugler fargemerket hvert år, slik at det til enhver tid er omkring 150-200 individer i live med fargekoder. I 2003 ble 12 nye individer fargemerket. Dette er litt færre enn det årlige gjennomsnittet på 18.3 fugler de siste 12 årene (1992-2003) som tilsvarer 10.1 % av de 182 individene som ble fargemerket i de to oppstartsårene 1990-91. Siden lundenes gjennomsnittlige dødelighet etter 1991 var 10.2 % pr. år (**tabell 13**), har merkeinnsatsen i perioden 1991-2003 vært akkurat tilstrekkelig til å opprettholde antall individer som bærer fargeringer (snitt 182.5 individer i live hvert år). Individene som ble fargemerket i 2003 fikk hver sin gule fargering med en individuell, tobokstavers kode (svarte bokstaver). I alt er dermed 155 individer ringmerket med slike bokstavkoder siden 1997. Koden, som står på høykant og er gjentatt tre ganger rundt ringen, er vesentlig enklere å avlese i felt enn å identifisere en kombinasjon av tre fargeringer fordelt på begge fuglens føtter. Risikoen for feil kodeavlesning eller feil notasjonsbruk er derfor nå betydelig redusert. Som del av et nasjonalt program er demografi-prosjektets metoder og noen foreløpige resultater tidligere rapportert i egne rapporter (Anker-Nilssen 1993, Erikstad et al. 1994, 1998a). Her gis en oppdatert presentasjon av hovedresultatene for lundene på Røst, siden disse 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: Variabel overlevelse og variabel fangbarhet.
- Modell 2: Variabel overlevelse og konstant fangbarhet.
- Modell 3: Konstant overlevelse og variabel fangbarhet.
- Modell 4: Konstant overlevelse og konstant fangbarhet.

Modellene sammenlignes statistisk ved beregning av AIC-verdier (se Lebreton et al. 1992). Modellen med den laveste AIC-verdien passer dataene best. Datasettet for lunder på

Tabell 13. Årlig overlevelse og fangbarhet siden 1990 for hekkende lunder på Heryken. Verdiene er beregnet ved hjelp av programmet MARK og angitt i prosent ± 1 SE. Modellvalget for estimatene er forklart i teksten. – Annual survival and recapture rates from 1990 (expressed as percentages ± 1 SE) for Puffins breding on Heryken, 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 observert
Periode Period	Estimat Estimate	SE SE	År Year	Estimat Estimate	SE SE	Individuals observed
1990-91	96.3	1.9	1991	92.3	2.9	64
1991-92	94.4	1.5	1992	95.7	1.5	162
1992-93	96.0	1.1	1993	90.8	2.1	165
1993-94	96.8	0.7	1994	88.0	2.5	155
1994-95	87.6	2.5	1995	81.6	2.6	133
1995-96	87.9	2.5	1996	85.3	2.7	123
1996-97	93.3	1.8	1997	83.0	3.2	131
1997-98	80.0	3.1	1998	78.5	3.3	103
1998-99	90.3	2.5	1999	86.7	2.7	134
1999-00	90.6	1.1	2000	85.7	2.6	151
2000-01	81.1	2.5	2001	86.6	2.4	137
2001-02	84.7	2.4	2002	99.2	0.6	154
2002-03	–	–	2003	–	–	141

Røst i 1990-2003 omfatter totalt 1753 individår (**tabell 13**), hvorav 33 (1.8%) gjaldt individer som ble kontrollert i nett men ikke observert i felt samme år. Analysen ga korrigerte AIC-verdier (AICc) for modellene 1-4 på henholdsvis 2647.3, 2679.6, 2678.3 og 2709.5. Modellen hvor både overlevelse og fangbarhet varierte fra år til år (modell 1) var altså den beste, slik den alltid har vært. Denne modellen tillater beregning av overlevelse i hvert tidssteg og fangbarhet i hvert år for hekkende fugler i demografifeltet på Heryken, med unntak av siste tidssteg og år, hvor de to parametrene ikke kan skilles (**tabell 13**).

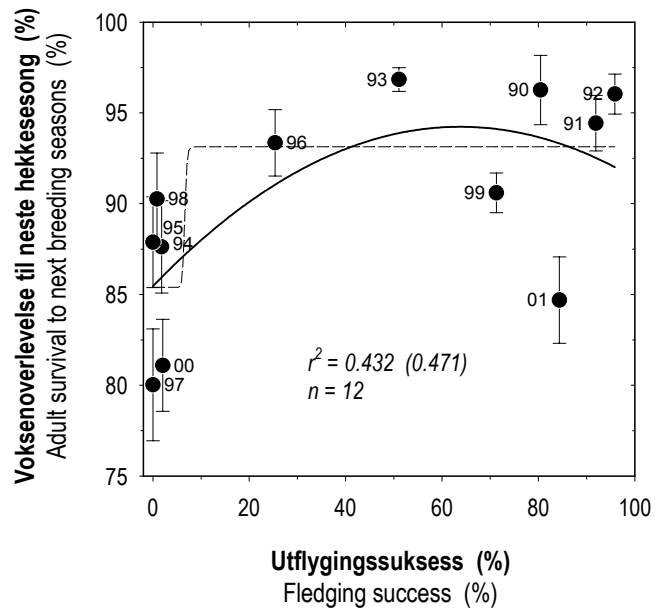
Modell 1 var signifikant bedre enn øvrige modeller (i forhold til nest beste modell: $\chi^2 = 55.6$, $df = 12$, $p < 0.001$). Biologisk sett er det forventet at denne modellen skal passe lundedataene best. For det første er det ikke praktisk mulig å standardisere observasjonsinnsatsen i forhold til fuglenes opptreden i kolonien. Derfor kan en ikke forvente at sannsynligheten for å oppdage et individ som er i live er like stor hvert år. Modell 2 og 4 må således forkastes, siden de forutsetter konstant fangbarhet. Biologisk sett er det også usannsynlig at overlevelsen skal være konstant mellom år (modell 3 og 4), 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.

Resultatene viser at dødelighetsraten i perioden 1994-2002 (snitt 13.1 % pr. år) var mer enn tre ganger så høy som i

årene 1990-94 (snitt 4.1 % pr. år). Mer interessant er den positive sammenhengen mellom utflygingssuksess og de voksne fuglenes overlevelse frem til neste hekkesesong (Spearman $r_s = 0.574$, $n = 12$, $p = 0.051$, **figur 17**). Forholdet er motsatt av hva som er vist for en lang rekke andre arter, hvor reproduktiv innsats gjerne innebærer redusert overlevelse etter en god hekkesesong. Den positive sammenhengen i **figur 17** er imidlertid bare tydelig etter dårlige sesonger, og det er en tendens til at forholdet endrer fortegn når hekkesuksessen blir rimelig god (jf. **kapittel 3.4**). Dette reflekteres også ved at en kvadratisk regresjon ($r^2 = 0.432$, $F = 3.419$, $df = 11$, $p = 0.079$, **figur 17**) passer dataene bedre enn en rett linje ($r^2 = 0.347$, $F = 5.315$, $p = 0.044$). Den logistiske funksjonen er litt sterkere ($r^2 = 0.471$, $F = 2.374$, $df = 11$, $p = 0.146$) men noe mindre signifikant enn den kvadratiske. 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 fulle bredde.

Den estimerte overlevelsen på 84.7 % fra 2001 til 2002 er den tredje dårligste siden overvåkingen startet i 1990. Sett i lys av den gode utflygingssuksessen i 2001 (84.4 %) er en så høy dødelighet (15.3 %) omtrent tre ganger høyere enn forventet (jf. Anker-Nilssen & Aarvak 2003). Det er flere indikasjoner som tyder på at dette helt eller delvis var en konsekvens av den uvanlige massedøden av voksne lunder som ble registrert utenfor Midt-Norge i månedsskiftet mars-april 2002 (Anker-Nilssen et al. 2003).

Utflygingssuksess er ikke nødvendigvis noe godt mål for foreldrefuglenes reproduktive ytelse i en sesong. På Røst har voksenfuglenes kondisjon i ungeperioden faktisk vist seg å være best i år med fullstendig hekkesvikt (Anker-Nilssen et al. i manus b). Likevel er det en signifikant positiv korrelasjon mellom 0-gruppeindeks og voksenoverlevelse (Spearman $r_s = 0.657$, $n = 12$, $p = 0.020$) som nesten opprettholdes når 0-gruppeindeksen erstattes av VPA-estimaterne til ICES (2002) for 1990-99 (**figur 18**, Spearman $r_s = 0.612$, $n = 10$, $p = 0.060$). Tilsvarende estimater for senere årsklasser er foreløpig ikke tilgjengelige. En logistisk regresjon på dette datasettet (jf. Anker-Nilssen & Aarvak 2001) er ikke lenger signifikant ($r^2 = 0.654$, $F = 3.784$, $p = 0.078$), men en gaussisk regresjonskurve passer dataene meget godt og viser at VPA-verdiene kan forklare 76 % av variasjonen i overlevelse (**figur 18**). Funksjonen indikerer at de voksne fuglenes overlevelse blir sterkest redusert etter hekkesesonger med liten men ikke minimal tilgang på 0-gruppe sild. Slik det kan forventes (jf. f.eks. Cairns 1987) ser dette ut til å inntreffe når tilgangen på sild er enda lavere enn det som skal til for å sikre rimelig god ungeoverlevelse (jf. **figur 12**).

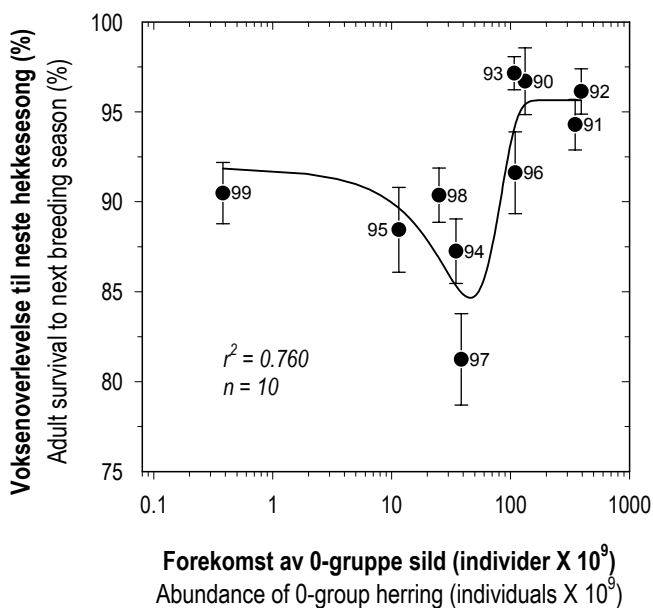


Figur 17

Årlige rater for overlevelse av hekkende lunder på Herynken i 1990-2002, angitt i prosent ± 1 SE (data fra tabell 13) og plottet mot hekkesuksessen (data fra tabell 9) i utgangsåret (indikert). En kvadratisk (heltrukket) og en logistisk (stiplet) regresjonskurve er tilpasset datasettet (henholdsvis $F = 3.419$, $p = 0.079$ og $F = 2.374$, $p = 0.146$). – Annual survival rates of breeding Puffins at Herynken in 1990-2002, expressed as percentages ± 1 SE (data from Table 13) and plotted against the breeding result (data from Table 9) in the initial year (indicated). A quadratic (unbroken) and a logistic (stipled) regression curve are fitted to the data set ($F = 3.419$, $p = 0.079$ and $F = 2.374$, $p = 0.146$, respectively).

Det mønsteret i voksenfuglenes overlevelse som nå ser ut til å ta form (**figur 18**), er svært spennende. At overlevelsen er dårligst etter år med svak, men ikke minimal næringstilgang, er helt i tråd med teoretiske beregninger av hvordan lundene kan respondere optimalt på vekslingene i miljøforholdene ved å endre balansen mellom investering i reproduksjon og egen overlevelse tilsvarende (Erikstad et al. 1998b). Det samme mønsteret er også funnet for de voksne fuglenes kondisjon i ungeperioden, men med best kondisjon i de aller dårligste årene (Anker-Nilssen et al. i manus b). Det tyder derfor på at prioriteringen av egen kondisjon i de aller dårligste sildeårene ikke er tilstrekkelig til å sikre like høy overlevelse som i de beste årene. Satsingen på egen kondisjon i disse årene er trolig nødvendig for å maksimere sjansen til å overleve en ugunstig miljøperiode.

Lundenes overlevelse fra 2001 til 2002 er vesentlig lavere enn den tidligere påviste sammenhengen mellom hekkesuksess og overlevelse skulle tilsi (Anker-Nilssen & Aarvak 2003). Selv om størrelsen på silda i lundenes diett i 2001 ikke var den største, var sild det dominerende byttedyret og 84 % av ungene overlevde reirtiden (Anker-Nilssen &



Figur 18

Sammenhengen mellom årlige overlevelsesrater for hekkende lunder på Heryken i 1990-2000, angitt i prosent ± 1 SE (data fra tabell 12), og VPA-estimer for antall 0-gruppe sild i utgangsåret (ICES 2002). En gaussisk regresjonskurve er tilpasset datasettet ($F = 6.338$, $p = 0.027$). Merk logaritmisk skala på x-aksen. – The relationship between annual survival rates of breeding Puffins at Heryken in 1990-2000, expressed as percentages ± 1 SE (data from Table 12), and VPA estimates for the abundance of 0-group herring in the initial year (ICES 2002). A Gaussian regression curve is fitted to the data set ($F = 6.338$, $p = 0.027$). Note logarithmic scale of the x axis.

Aarvak 2001). Havforskningsinstituttets mengdeindeks for sild i Barentshavet høsten 2001 (0.13, **figur 6**) antyder imidlertid at dette endte som en svak årsklasse. Videre påviste Anker-Nilssen et al. (2003) en høyst unormal dødelighet av lunder fra Røst på kysten av Midt-Norge våren 2002. Ett av eller begge disse forhold kan være hovedforklaring på at dødeligheten var tre ganger høyere enn forventet mellom 2001 og 2002, men videre diskusjon må bero inntil mer presise mål for årsklassestyrke hos sild er beregnet.

Som diskutert i foregående årsrapporter (Anker-Nilssen & Aarvak 2000, 2001, 2002) indikerer resultatene at mengden av 0-gruppe sild som passerer Røst sommerstid primært styrer lundenes reproduksjon, mens voksenfuglenes overlevelse i stor grad bestemmes av deres tilgang på samme ressurs den første tiden etter avsluttet hekking. Dette styrker klart indikasjonene fra forsøkene med satellittsendere om at de voksne fuglene tilbringer denne perioden i Barentshavet (Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Aarvak 2000, Anker-Nilssen et al. i manus a) og tyder på at dette er en spesielt kritisk periode for de voksne fuglene.

Ved hjelp av diskriminantfunksjonene beregnet av Anker-Nilssen & Brøseth (1998), kan vi kjønnsbestemme voksne

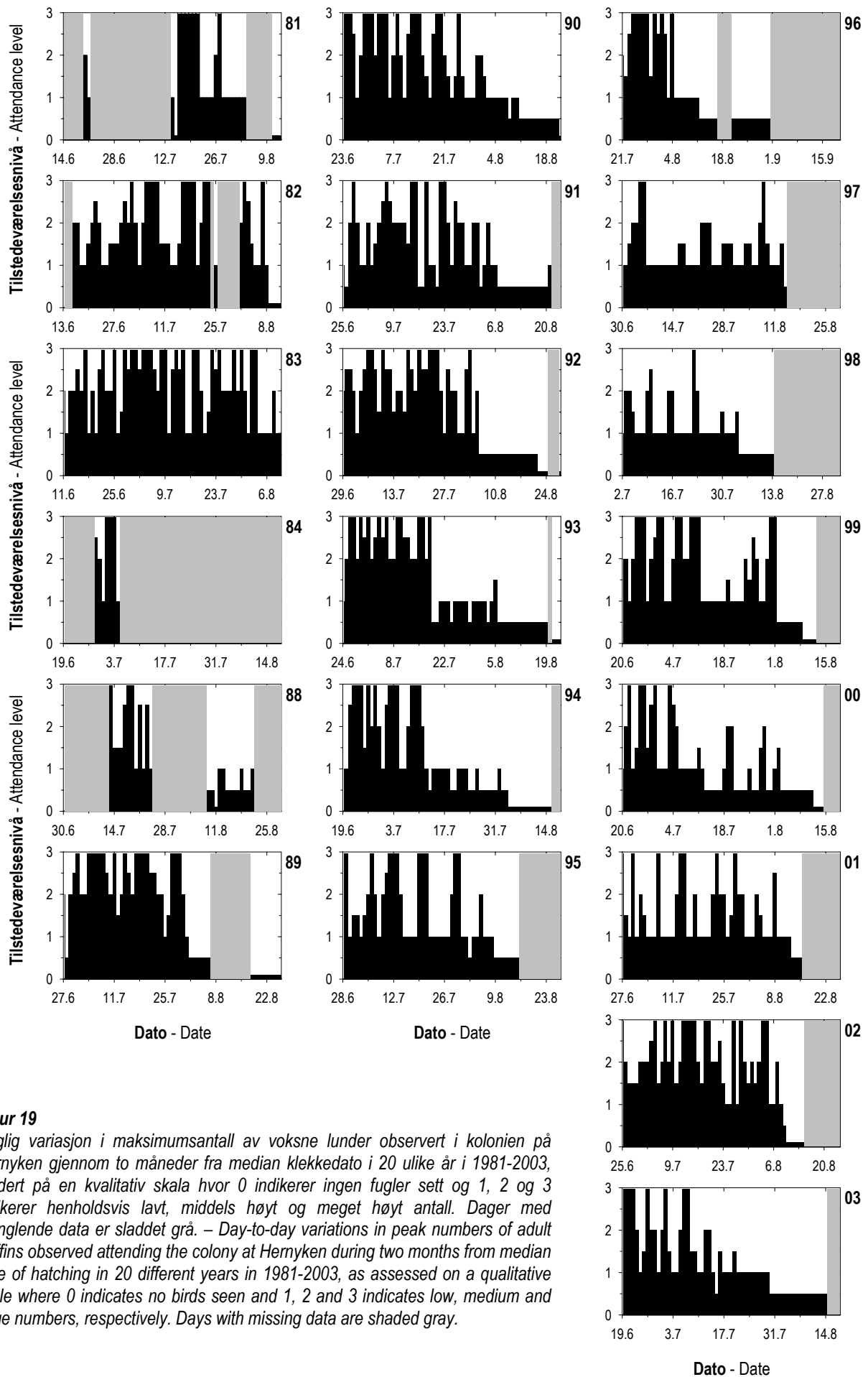
fugler med en sikkerhet på 86 % ved hjelp av hodelengde alene og 87 % hvis også nebbhøyde er kjent. Basert på morfometriske mål innsamlet ved merking eller senere gjenfangster, kan nå 354 (88.1 %) av individene som ble fargemerket i perioden 1990-2003 kjønnsbestemmes på denne måten, mens de resterende 48 (11.9 %) grovt kan sorteres på kjønn i henhold til vingelengde. Dette tillater en analyse av eventuelle forskjeller i overlevelse for hanner og hunner. Siden kjønnenes reproduktive investering er ulik, er det mulig at dette også gir seg utslag i ulik overlevelse. En analyse av hvordan kjønnsforskjellen i overlevelse varierer med ulike miljøforhold, bidrar til å styrke vår forståelse av hvilke strategier lundene har for å takle stokastisiteten i miljøet. Denne analysen utføres som del av et annet prosjekt, men noen resultater er beskrevet i **kapittel 3.8**.

3.6 De voksne fuglenes tilstedeværelse og kondisjon

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). Tilstedeværelsen av voksne fugler i kolonien gjennom ungeperioden i 2003 var god de første 2-3 ukene, men fra omkring 10. juli endret dette seg dramatisk og aktiviteten av voksenfugl i kolonien var svært dårlig resten av sesongen (**figur 19**, **tabell 14**).

Vi anvender gjennomsnittlig nivå for tilstedeværelse de første 40 dagene etter median klekkedato som en indeks for voksenfuglenes opptreden i ungeperioden. Analysen er begrenset til 40 dager fordi ungenes reirtid i noen år ikke er lenger enn dette. Indeksen for 2003 (1.59) var like lav som i 2001, og de siste 20 årene har den bare vært lavere i 1996-98 og 2000. Årene 1981, 1984 og 1988 er utelatt i disse beregningene pga. få data. Forholdet mellom voksenfuglenes opptreden i kolonien og ungenes vekst gjenspeiles i en sterk positiv sammenheng mellom indeksen for tilstedeværelse og ungenes utflygingssuksess (Pearson $r^2 = 0.463$, $p = 0.003$). En gaussisk regresjonskurve passer datasettet svært godt (**figur 20** øverst, $r^2 = 0.526$, $F_{1,15} = 4.801$, $p = 0.018$) og antyder at tilstedeværelsen er nesten alltid god når de fleste reirungene kommer på vingene, at den er særlig lav i de sesongene hvor bare noen få unger kommer ut, mens den som regel (men ikke alltid) er noe høyere når nær sagt alle ungene dør i reiret. Interessant nok har denne funksjonen samme form som de voksnes kondisjon og overlevelse i forhold til forekomsten av 0-gruppe sild (**figur 18** og Anker-Nilssen et al. i manus b, jf. også **figur 20** nederst).

Vekt-kondisjonen til voksne fugler tidlig i sesongen kan antyde at hekkevilligheten, i alle fall slik den reflekteres ved bestandstakseringen til samme tid, påvirkes av og derved gjenspeiler miljøforholdene i perioden for etablering og egglegging (Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Tjue voksne



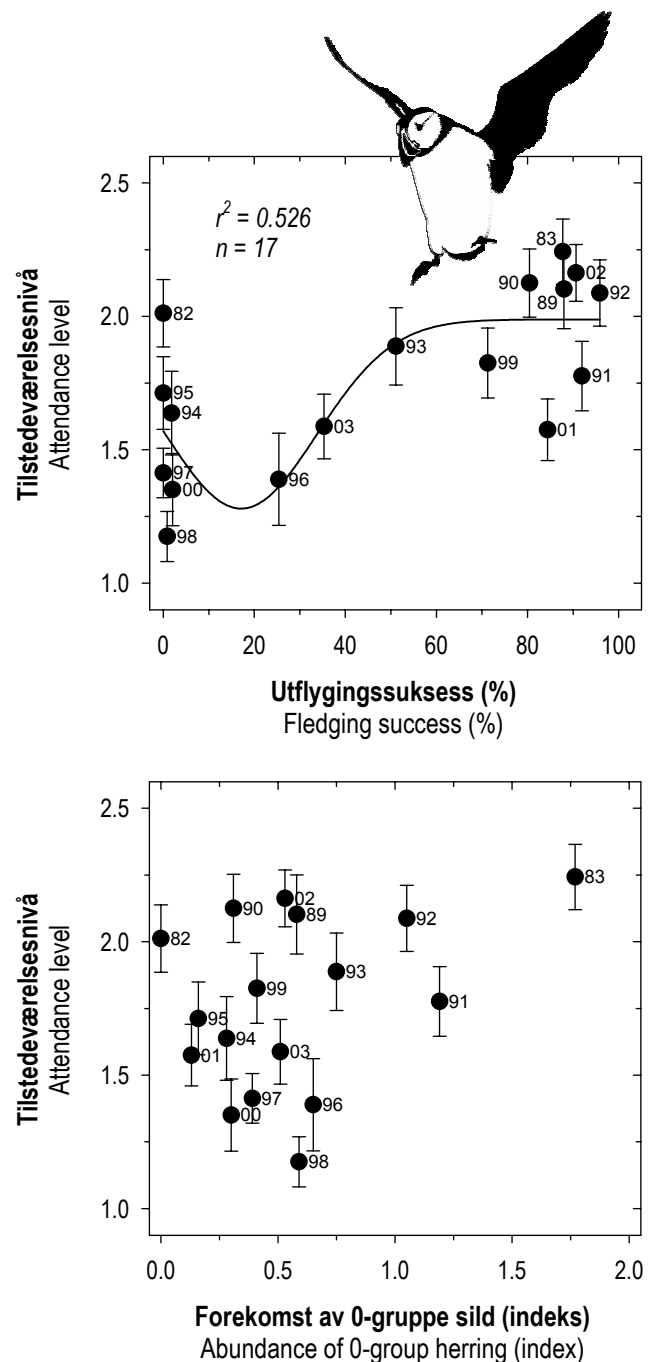
Figur 19

Daglig variasjon i maksimumsantall av voksne lunder observert i kolonien på Heryken gjennom to måneder fra median klekkedato i 20 ulike år i 1981-2003, vurdert på en kvalitativ skala hvor 0 indikerer ingen fugler sett og 1, 2 og 3 indikerer henholdsvis lavt, middels høyt og meget høyt antall. Dager med manglende data er sladdet grå. – Day-to-day variations in peak numbers of adult Puffins observed attending the colony at Heryken during two months from median date of hatching in 20 different years in 1981-2003, as assessed on a qualitative scale where 0 indicates no birds seen and 1, 2 and 3 indicates low, medium and large numbers, respectively. Days with missing data are shaded gray.

Tabell 14. Datoer for siste observasjoner av større antall lunder (nivå 2 = middels høye antall, nivå 3 = meget høye antall) tilstede i kolonien på Herynken i ulike sesonger hvor det kunne utelukkes at tilsvarende gode (eller bedre) dager inntraff senere på året. De siste toppene i 1985, 1988 og 2001 ble loggført som nivå 2.5. – Dates for the latest observations of significant numbers of Puffins (level 2 = medium numbers, level 3 = large numbers) attending the colony at Herynken in different seasons when it was possible to rule out that equally good (or better) attendance occurred later in the same year. In 1985, 1988 and 2001, the latest peaks in numbers were logged as level 2.5.

År Year	Siste dato med Last date of		Dager fra median klekkedato til Days from median hatching date to	
	nivå 3 level 3	nivå 2 level 2	siste nivå 3 last level 3	siste ≥ nivå 2 last ≥ level 2
1981	27.7	26.7	43	43
1982	7.8	3.8	55	55
1983	3.8	8.8	53	58
1985	10.8		–	43
1988	7.8±2		–	38±2
1989	29.7	30.7	32	33
1990	25.7	31.7	32	38
1991	23.7	4.8	28	40
1992	3.8	5.8	35	37
1993	18.7	17.7	24	24
1994	10.7	11.7	22	23
1995	30.7	5.8	(10±7)	(16±7)
1996	4.8	2.8	14	14
1997	8.8	7.8	39	39
1998	22.7	23.7	20	21
1999	1.8	30.7	42	40
2000	3.7	29.7	13	39
2001	8.8		–	41
2002	4.8	7.8	40	43
2003	7.7	13.7	18.5	24.5

lunder som ble kontrollert i kolonien 11. mai 2003 hadde en gjennomsnittsvekt på 439.2 g (SE = 7.8). Tilsvarende data fra første halvdel av mai måned finnes årlig for perioden 1980-83, 1996-99 og 2001-02. Variasjonen mellom år er signifikant ($F_{10,698} = 8.661$, $p < 0.001$). For 9 av de 11 årene kan noen eller alle individene kjønnsbestemmes vha. diskriminantfunksjoner basert på biometriske mål (Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Resultatene viser at variasjonen for begge kjønn følger samme mønster ($r^2 = 0.764$, $n = 9$, $p = 0.002$, hanner: $F_{8,151} = 4.231$, $p < 0.001$, hunner: $F_{8,202} = 6.685$, $p < 0.001$). Uten hensyn til kjønn var vektene fra mai 2003 de laveste som noen gang er målt og 7.6 % (36.3 g) lavere enn gjennomsnittet for alle år (475.5 g, $n = 11$, SE = 6.8), mens tilsvarende avvik var +9.7 % i det beste året (1997: 521.7 g). Vektene for hanner var likevel 4.5 % høyere enn i 1996, men utvalgstørrelsen er liten og forskjellen er ikke signifikant ($t = 1.791$, $df = 13$, $p = 0.097$).



Figur 20

De voksne lundernes gjennomsnittlige nivå for tilstedeværelse i kolonien (± 1 SE) de første 40 dagene etter median klekkedato (jf. figur 19) i forhold til ungenes utflygningssuksess i samme år (øverste graf, tilpasset med en gaussisk regresjonskurve, $F = 4.801$, $p = 0.018$) og i relasjon til Havforskningsinstituttets logaritmiske mengdeindeks for 0-gruppe sild i Barentshavet to måneder senere (nedre graf, Toresen 1985, Anon. 1999, H. Gjøsæter & P. Fossum pers. medd.). – The mean colony attendance level (± 1 SE) of adult puffins during the first 40 days after median hatching date (cf. Figure 19) in relation to the fledging success of chicks in the same years (upper graph, fitted with a Gaussian regression curve, $F = 4.801$, $p = 0.018$) and in relation to the logarithmic abundance index for 0-group herring in the Barents Sea two months later obtained by the Institute of Marine Research (lower graph, Toresen 1985, Anon. 1999, H. Gjøsæter & P. Fossum pers. comm.).

Tabell 15. Ungeperiodens varighet (medregnet unger som døde i reiret) og kroppsvekt for voksne lunder målt i ungeperioden på Røst i 24 ulike år i perioden 1979-2003. Ved beregning av verdiene for alle år under ett ble hvert år tillagt like stor vekt. – The duration of the nestling period (including chicks that died in the nest) and body mass of adult Puffins measured within the nestling period at Røst in 24 different years during 1979-2003. All years were given equal weight when calculating the overall values.

År Year	Ungeperiode (dager) Nestling period (days)		Adult kroppsvekt (g) Adult body mass (g)		
	Median	<i>n</i>	Snitt Mean	SE SE	<i>n</i>
1978	5	25	–	–	–
1979	10	31	467.5	6.51	26
1980	15	7	453.0	4.15	76
1981	21	12	468.0	2.29	262
1982	29	18	463.9	1.23	875
1983	42	66	458.9	1.12	995
1984	47	37	444.5	2.73	116
1985	55	43	435.5	2.79	104
1986	7	69	446.7	22.20	6
1987	5	7	–	–	–
1988	51	46	433.4	2.26	187
1989	39	84	445.7	2.84	123
1990	43	131	440.5	1.77	265
1991	46	138	447.7	1.58	351
1992	41	138	448.3	1.42	531
1993	40	131	445.6	2.21	218
1994	28	63	449.8	2.33	263
1996	32	69	448.8	2.55	176
1997	13	144	445.9	5.82	41
1998	15	129	450.0	1.89	284
1999	45	121	460.1	2.22	222
2000	30	99	456.5	2.97	140
2001	46	103	453.6	2.08	257
2002	42	104	448.9	2.11	191
2003	37.5	90	451.3	2.52	168
Snitt - Mean	31.4	25	450.6	1.86	23

De voksne fuglenes kondisjon i ungeperioden i 2003 var ganske nær gjennomsnittet for alle år (**tabell 15**). Den var imidlertid noe høyere (1-4 %) enn i de andre årene med tilsvarende moderat utflygingssuksess (24-51 %; 1984, 1988, 1993 og 1996). Det kan imidlertid forventes stor mellomårsvariasjon i fuglenes kondisjon (og senere overlevelse) når miljøforholdene i hekkesesongen ligger innenfor terskelsonen for et vellykket hekkeresultat (**figur 11-13**). For en nærmere analyse av sammenhengen mellom tilgangen på 0-gruppe sild og de voksne fuglenes kondisjon og reproduktive investering, henvises til Anker-Nilssen et al. (i manus b) og Anker-Nilssen & Brøseth (1998).

3.7 Predasjon av voksne lunder

Vi fortsatte innsamling av voksne fugler funnet døde i fjæresonen på Heryken med måling av deres ytre og, om mulig, indre morfometri. Dette arbeidet startet i 1992 og er etablert som en løpende dataserie. Målene foretas i henhold til internasjonalt standardiserte metoder (Jones et al. 1982, Barrett et al. 1985). Den årlige utvalgsstørrelsen i årene 1992-2003 var henholdsvis 5, 19, 50, 85, 156, 228, 50, 139, 176, 213, 46 og 21, totalt 1188 individer. Innsamlingen foregår ved gjennomløp av hele fjæresonen på Heryken en rekke ganger gjennom feltperioden, som regel hver eller hver annen uke. Selv om bare et fåtall av individene har vært tilstrekkelig intakte til å la seg kjønnsbestemme på basis av indre organer (eksempelvis kun 2 av 21 i 2003), bidrar dette materialet til å forsterke grunnlaget for diskriminantanalysen som gjør det mulig å kjønnsbestemme levende voksenfugler (Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Denne analysen baserte seg på 98 individer, de fleste innsamlet i åpent hav. De siste seks årene er ytterligere 29 fugler kjønnsbestemt på indre kjønnsorganer, hvorav 26 hadde typiske voksne karakterer. Vi har dessuten et like stort antall blodprøver fra fargemerkede hekkefugler ($n = 123$) som tillater en like sikker kjønnsbestemmelse.

For hvert individ kan dødsårsaken sjelden fastslås med 100 % sikkerhet, men når 14 fugler som trolig hadde omkommet på annen måte utelates, er det likevel rimelig å konkludere at nesten samtlige av de øvrige 1174 fuglene var drept av svartbak. I Norge er dette utvilsomt den mest betydelige av lundens naturlige predatorer. 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 data for levende individer kontrollert på samme tidspunkt.

Når utvalgsstørrelser mindre enn fem utelates, var det signifikant variasjon mellom år blant disse fuglene for variable vinge lengde ($F_{8,1067} = 5.22$, $p < 0.001$), nebbhøyde ($F_{10,1057} = 3.18$, $p < 0.001$), antall nebbfurer ($F_{9,1124} = 8.75$, $p < 0.001$) og nesten for hodelengde ($F_{9,270} = 1.91$, $p = 0.051$) (**tabell 16**), men ikke for nebb lengde ($F_{10,1123} = 0.820$, $p = 0.610$). Dette reflekterer viktige forskjeller i materialets aldersfordeling, muligens også kjønnsforskjeller.

Foruten få (≤ 2) nebbfurer, er de typiske ungfuglkarakterene et spisst nebb med en tydelig "knekk" (vinkel) i overnebbets buede toppkant, og blekt gulgrå føtter (**tabell 17**). Når hvert år vektet likt hadde gjennomsnittlig 22 % av svartbakens ofre i 1993-2003 slike karakterer, men andelen varierte fra nær null til over 60 % i ulike år (**tabell 18**, $\chi^2 = 106.4$, $df = 10$, $p < 0.001$).



Tabell 16. Morfometriske data ($mm \pm 1 SE$) og antall nebbfurer ($\pm 1 SE$) for lunder (årsunger unntatt) drept av svartbak på Heryken i hekkesesongene 1992-2003. Ti og sju av fuglene undersøkt i henholdsvis 2002 og 2003 ble funnet på Ellefsnyken. Utvalgsstørrelser er angitt i parentes. År med $n \leq 5$ (mindre skriftstørrelse) ble utelatt ved beregning av gjennomsnitt for alle år. – Morphometric data ($mm \pm 1 SE$) and number of bill grooves ($\pm 1 SE$) of Puffins (yearlings excluded) killed by Great Black-backed Gulls at Heryken in the breeding seasons of 1992-2003. Ten and seven of the birds examined in 2002 and 2003, respectively, were found at Ellefsnyken. Sample sizes are indicated in parentheses. Years with $n \leq 5$ (smaller font) were excluded when calculating the overall mean.

År Year	Vingelengde Wing length	Hodelengde Head+bill l.	Nebbhøyde Gonys depth	Ant. nebbfurer Bill grooves
1992	171.0 \pm 2.0 (2)	80.00 \pm 0.01 (2)	35.20 \pm 1.60 (2)	3.75 \pm 0.250 (2)
1993	158 (1)	81.10 \pm 1.47 (3)	35.79 \pm 0.54 (11)	1.50 (1)
1994	181 (1)	82.12 \pm 0.66 (11)	36.65 \pm 0.29 (40)	3.15 \pm 0.085 (50)
1995	172.1 \pm 0.5 (74)	81.82 \pm 0.49 (15)	36.47 \pm 0.21 (69)	3.08 \pm 0.061 (81)
1996	170.9 \pm 0.4 (154)	80.99 \pm 0.36 (40)	36.91 \pm 0.16 (142)	3.28 \pm 0.046 (154)
1997	170.1 \pm 0.3 (225)	79.93 \pm 0.43 (41)	37.01 \pm 0.11 (211)	3.24 \pm 0.031 (220)
1998	172.5 \pm 0.6 (46)	80.82 \pm 0.56 (14)	36.88 \pm 0.20 (42)	3.42 \pm 0.074 (43)
1999	172.1 \pm 0.4 (132)	80.97 \pm 0.35 (48)	36.75 \pm 0.17 (127)	2.95 \pm 0.062 (133)
2000	170.3 \pm 0.4 (178)	81.30 \pm 0.33 (47)	37.17 \pm 0.14 (172)	3.05 \pm 0.045 (178)
2001	170.9 \pm 0.3 (209)	81.19 \pm 0.30 (50)	36.48 \pm 0.13 (200)	3.06 \pm 0.046 (209)
2002	168.8 \pm 0.7 (37)	80.02 \pm 0.86 (6)	35.96 \pm 0.37 (33)	2.60 \pm 0.113 (45)
2003	170.8 \pm 1.1 (21)	82.13 \pm 0.88 (8)	36.39 \pm 0.46 (21)	3.17 \pm 0.174 (21)
Snitt Mean	171.0 \pm 0.4 (9)	81.13 \pm 0.24 (10)	36.59 \pm 0.13 (11)	3.10 \pm 0.070 (10)

De umiskjennelige restene av en lunde spist av svartbak. Skinnen er vrent som en sokk, som regel med vinger, nebb og føtter intakt men godt skjult. (Foto © T. Anker-Nilssen). – **The unmistakable remains of a Puffin eaten by a Great Black-backed Gull.** The skin is turned inside-out like a sock, usually with wings, bill and feet intact but well hidden. (Photo © T. Anker-Nilssen).

Tabell 17. Sammenhengen mellom antall nebbfurer og ungfugl-karakterer notert for lunder som var drept av svartbak på Heryken, Røst i hekkesesongene 1992-2003. – The relationship between the number of bill grooves and characters of immaturity noted for Puffins which were killed by Great Black-backed Gulls at Heryken, Røst in the breeding seasons of 1992-2003.

Antall nebbfurer No. of bill grooves	Ungfuglkarakterer notert (%) Characters of immaturity noted (%)		n
	Ja – Yes	Nei – No	
1.0–1.5	100.0	0.0	26
2.0	97.7	2.3	86
2.5	53.1	46.9	98
3.0	5.4	94.6	514
3.5	2.6	97.4	233
≥ 4.0	0.0	100.0	180
Totalt – Total	16.9	83.1	1137

Tabell 18. Frekvensen av typiske ungfugler blant lunder som var drept av svartbak på Heryken, Røst i hekkesesongene 1992-2003. – The frequency of typical immature birds among Puffins that were killed by Great Black-backed Gulls at Heryken, Røst in the breeding seasons of 1992-2003.

År Year	Ungfuglkarakterer notert (%) Characters of immaturity noted (%)		n
	Ja – Yes	Nei – No	
1992	(0.0)	(100.0)	2
1993	29.4	70.6	17
1994	20.0	80.0	50
1995	16.5	83.5	85
1996	9.7	90.3	154
1997	5.9	94.1	220
1998	2.2	97.8	46
1999	21.3	78.7	136
2000	23.0	77.0	178
2001	17.7	82.3	209
2002	60.9	39.1	46
2003	33.3	66.7	21
Snitt – Mean	21.8	78.2	1164

Tabell 19. Korrelasjoner mellom andelen typiske ungfugler blant lunder drept av svartbak på Røst i 1993-2003 (tabell 18) og lundeungenes utflygingssuksess 1-6 år tidligere (tabell 9). – Correlations between the proportion of immature birds among Puffins killed by Great Black-backed Gulls at Røst in 1993-2003 (table 18) and the fledging success of puffin chicks 1-6 years earlier (table 9).

Tidsavvik (år) Time lag (years)	Pearson		Spearman rank	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
1	0.713	0.014*	0.802	0.003**
2	0.075	0.827	0.260	0.441
3	0.322	0.334	0.241	0.474
4	-0.167	0.624	-0.155	0.649
5	-0.638	0.035*	-0.815	0.002**
6	-0.593	0.054	-0.734	0.010*

Interessant nok var ungfuglandelen jevnt avtakende fra 29 % i 1993 til bare 2 % fem år senere, deretter økte den brått til 21 % i 1999, holdt seg på omtrent samme nivå de neste to årene for så å øke til et ekstremt høyt nivå i 2002. Tilbakegangen i perioden 1993-98 rimer godt med en forventet vekst og rekruttering for yngre årsklasser fra de gode reproduksjonsårene 1989-92. På samme måte indikerer den markante endringen i 2002 at en ny årsklasse med unge fugler har begynt å frekventere kolonien. Siden 1997-98 og 2000 alle var dårlige hekkesonger, er dette uten tvil unger som kom på vingene i 1999. Det var en signifikant positiv sammenheng mellom ungfuglandelen blant svartbakens ofre og lundenes utflygingssuksess ett år tidligere (**tabell 19**), selv om det knapt finnes ett år gamle lunder (≤ 1 nebbfure) i svartbakens diett på Røst (**tabell 17**). Dette er opplagt et resultat av at gode og dårlige hekkesonger ikke er tilfeldig spredt over tid men opptrer i serier (jf. **figur 10**). En tilsvarende men negativ sammenheng med reproduksjonen 5-6 år tidligere må trolig også forklares på samme måte. De fleste ungfuglene må antas å være 2-4 år gamle, og mangel på signifikant korrelasjon med utflygingssuksessen 2-4 år tidligere skyldes trolig betydelig mellomårsvariasjon i ungenes overlevelse etter utflyging (**kapittel 3.5.1**). Materialet kan trolig bidra til å belyse variasjonen i denne overlevelsen ytterligere.

Den overraskende høye ungfuglandelen i 1999-2000 indikerer forhåpentligvis god overlevelse til de relativt få ungene som kom seg ut i 1996, selv om de var i svak kondisjon og ingen av de som ble merket ennå er gjenfunnet (**figur 16**). Resultatene kan likevel ikke tolkes direkte som absolutte mål for overlevelsen til ulike årganger. Eksempelvis var ungfuglandelen i 2002 mer enn dobbelt så høy som tidligere års maksimum. Dette lover selvsagt godt for årgangen 1999, men resultatet er sikkert påvirket av at også svartbakene hadde god tilgang på fisk i 2002 (pers. obs.) og derfor trolig

var mindre interessert i å jakte voksne lunder enn ellers. Siden ungfuglene nok er et enklere bytte enn de erfarne hekkefuglene, vil de alltid være overrepresentert i svartbakdietten, særlig i år med god tilgang på andre byttedyr. I 2003 var svartbakenes næringstilgang vesentlig dårligere enn året før (pers. obs.). Dette kan derfor bidra til å forklare reduksjonen i andel ungfugler tatt av svartbak, samtidig som fire-åringene også vil være vanskeligere å skille fra eldre fugler enn tre-åringene.

Vi har foreløpig ikke undersøkt om svartbakens predasjon rammer kjønnene i ulik grad. Bare 24.3 % (285 av 1174) av fuglene hadde hodet tilstrekkelig intakt til at hodelengden kunne måles. Disse kan kjønnsbestemmes med 86-87 % sikkerhet (diskriminantfunksjonene D_1 og D_2 , Anker-Nilssen & Brøseth 1998). De fleste av de andre kan bare kjønnsbestemmes med en treffsikkerhet på 74 % (diskriminantfunksjon D_3 , Anker-Nilssen & Brøseth 1998).

3.8 Klimaeffekter

I 2001-03 var prosjektleder for lundeundersøkelsene på Røst (T. Anker-Nilssen) også tilknyttet prosjektet *The ecological effects of climate fluctuations and change (EcoClim): a multi-disciplinary and integrated approach*. Prosjektet ble finansiert av Norges forskningsråd og ledet av professor Nils Christian Stenseth ved Universitetet i Oslo (UiO). Her blir tidsseriedataene for lundebestanden på Røst anvendt til å studere noen økologiske effekter av klimavariasjoner. Joël Durant fra CEPE (Centre d'Ecologie et Physiologie Energétique, CNRS, Strasbourg) var ansatt på denne delen av prosjektet i et post-doc stipendiat ved UiO. Det ble også etablert et samarbeid med sjøfuglforskere i Skottland som arbeider med parallelle problemstillinger. Dette gjelder i første rekke studiene av lunder på Isle of May i Nordsjøen øst for Edinburgh (Michael P. Harris og Sarah Wanless ved Centre for Hydrology and Ecology (CEH) i Banchory) som har pågått nesten like lenge som de på Røst (se f.eks. Harris et al. 1997), og studiene av havhest på Eynhallow, Orknøyene (Paul M. Thompson ved Aberdeen Population Ecology Research Unit (APERU) i Cromarty og Vladimir Grosbois ved universitetet i Antwerpen, nå CNRS) som har pågått årlig siden 1950 (se f.eks. Thompson & Ollason 2001, Thompson & Grosbois 2002).

En sentral analyseparameter i dette prosjektet var North Atlantic Oscillation (NAO) Index. Den årlige vinterindeksen for NAO reflekterer gjennomsnittlig forskjell i lufttrykk ved havoverflaten mellom Lisboa (Portugal) og Stykkisholmur, Reykjavik (Island) i månedene desember-mars. Den er registrert løpende siden 1864. Det finnes også en like lang serie med månedlige indekser basert på tilsvarende forskjell mellom Ponta Delgada (Azorene) og Reykjavik. Med en positiv indeks er strømmen av lavtrykk inn i Norskehavet sterkere enn normalt og gir et mildt, fuktig og vindfullt klima i

dette området. Når indeksen er negativ er lavtryksaktiviteten svakere og klimaet kjøligere, tørrere og mindre vindfullt. Vi benyttet dessuten Havforskningsinstituttets månedlige gjennomsnittsdata for sjøtemperatur og salinitet på ulike dyp fra to stasjoner i kyststrømmen nordøst for Røst. Begge stasjonene ligger i Lofoten, den ene i Vestfjorden nær Skrova (ca 140 km fra Røst), den andre ved Eggum på yttersida (ca 120 km fra Røst). Disse dataene er innsamlet løpende siden vinteren 1935/36. I tillegg brukte vi lokale værparametere (bl.a. vindstyrke og vindretning) innsamlet på Røst i lundenes ungeperiode (manuelle data fra Fiskarheimen på Røst i 1979-1997 og automatiske registreringer ved Røst lufthavn fra 1998). Værdatablene ble levert av Det norske meteorologiske institutt.

Som ett av flere utgangspunkt gjorde vi et litteraturstudium og oppsummerte hva som hittil er publisert når det gjelder klimaeffekter på sjøfugl i det nordlige Atlanterhavet (Durant et al. 2004b). Resultatene av *EcoClim*-prosjektet er (og blir) publisert ved artikler i internasjonale tidsskrifter (Durant et al. 2003, 2004a,b, i manus a,b). De blir ikke presentert i detalj her, men en oppdatert fremstilling av de viktige problemstillingene og resultatene fra arbeidet gjengis nedenfor, sammen med noen resultater fra enkelte andre klimarelaterte analyser som er under utarbeidelse i annen sammenheng.

Ungevekst (jf. kapittel 3.4.3)

Variasjoner på liten skala i tid og rom. En av hypotesene i prosjektet var at perioder med vedvarende kraftig vind over flere dager temporært vil redusere tilgjengeligheten av byttedyr for lundene. Dette vil i så fall forventes å bli reflektert ved parallelle endringer i hvor mye og hva slags type næring ungene blir tilbudt, f.eks. slik Anker-Nilssen & Aarvak (2002) beskriver som den mest sannsynlige forklaring på at ungeveksten i 2001 stagnerte i to perioder med stiv-sterk kuling. En foreløpig analyse for et par av hekkesesongene avdekket ikke slike effekter, men kan skyldes for liten variasjon i værforholdene i de valgte sesongene, for lav oppløsning på vekstdata (måling av unger hver fjerde dag) og/eller at responsene er mer komplekse (ikke-lineære).

Modell for utflygingssuksess (jf. kapittel 3.4.4)

Variasjoner på intermedier skala i tid og rom. I en multivariat GLM-analyse av lundenes utflygingssuksess på Røst siden 1975 (Durant et al. 2003) introduserte vi 1) årlige mål for årsklassestyrke for 0-gruppe sild (VPA-estimatene), 2) gjennomsnittlig sjøtemperatur på 0-75 m dyp ved Skrova i månedene mars-juli (de første levemånedene til 0-gruppe sild frem til de passerer Røstområdet) og 3) størrelsen på 0-gruppe sild i lundeungenes diett. Modellen viste at disse tre variablene predikerer utflygingssuksessen i denne perioden med en sikkerhet på 84 %. Det eneste klare avviket var det dårlige sildeåret 1999, da ungene ble fostret opp på andre byttedyr og hekkingen likevel ble vellykket. En modell med NAO vinterindeks alene var ikke signifikant og forklarte bare

11 % av utflygingssuksessen, dvs. vesentlig mindre enn for hekkesuksessen til havhest på Orknøyene (28 %, Thompson & Ollason 2001). En annen analyse (Durant et al. i manus a) viser at ungeperiodens lengde er påvirket av kyststrømmens temperatur og salinitet på 0-20 m dyp i februar-mai (den viktigste produksjonsperioden for plankton), altså lenge før lundenes ungeperiode starter. Ungeperiodens lengde skiller langt bedre mellom dårlige år enn utflygingssuksess, siden det er så mange år (i snitt hvert annet) hvor omtrent samtlige unger dør i reiret. Resultatene viser at lundenes reproduksjon i stor grad er styrt av produksjonen på de laveste trofiske nivå (plankton), selv om effekten er indirekte via planktonets betydning for overlevelsen til 0-gruppe sild og andre av lundens pelagiske byttedyr.

Ungfuglenes overlevelse (jf. kapittel 3.5.1)

Variasjoner på stor skala i tid og rom. Når gjenfunnsindeksene for ungfuglenes overlevelse (**figur 16**) plottes mot NAO vinterindeks i ungenes første vinter, trer et tydeligere mønster frem. Selv om de to siste tiårene (da våre undersøkelser var mest standardisert) har vært preget av gjennomgående høye NAO-indeks, reflekterer NAO trolig forhold som er viktige for ungenes overlevelse i første leveår. Materialet må likevel analyseres mer grundig, bl.a. ved å innarbeide hensyn til ungenes kondisjon ved reirforlating og viktige endringer i feltmetodikk som kan ha påvirket sannsynligheten for gjenfunn av unger fra ulike årganger.

Hekkefuglenes overlevelse (jf. kapittel 3.5.2)

Variasjoner på stor skala i tid og rom. Siden NAO er et storskala fenomen, forventes denne indeksen å reflektere viktige egenskaper ved miljøforholdene til lundene når de ferdes over store havområder utenfor hekkesesongen. Disse vil igjen påvirke så vel fuglenes overlevelse mellom år som deres villighet til å investere energi til reproduksjon i en ny hekkesesong. I samarbeid med Vladimir Grosbois har vi analysert overlevelsen for voksne lunder på Røst i forhold til lundeungenes utflygingssuksess, lengden på silda i reirungenes diett og NAO vinterindeks. Analysen, som er gjort separat for hvert kjønn bekrefter den årlige variasjonen i lundenes overlevelse som er dokumentert i **tabell 12** og at denne parameteren er positivt korrelert med ungenes utflygingssuksess i utgangsåret (jf. **figur 17**). Siden det er et sterkt samsvar mellom lundenes reproduksjon og den samtidige årsklassestyrke for sild, kan dette helt eller delvis være en indirekte effekt og primært ha sammenheng med fuglenes næringstilgang den første tiden etter avsluttet hekking. Videre varierer lundenes fangbarhet i hekkesesongen både med sildelengden og NAO vinterindeks, og er høyest for hannene. Dette kan indikere at hannen tilbringer mer tid sittende i kolonien og trolig er mer restriktiv i sin reproduktive investering, dvs. mindre villig enn hunnen til å delta i rugingen og/eller mating av ungen. I en annen analyse (Harris et al. under utarb.) sammenligner vi overlevelsen til voksne lunder på Røst, Hornøy (Øst-Finnmark), Isle of May, Fair Isle (Skottland) og Skomer (Wales). Disse



Lunde på snø. I enkelte år kan reirinnegangen være dekket av snø når lunden ankommer kolonien første gang i månedsskiftet mars-april. Dette er likevel ikke til hinder for lundene på Røst, i alle fall ikke med de rådende klimaforhold. (Foto © Erik Aspegren). – **Puffin on snow.** In some years the burrow entrance can be covered by snow when the Puffin arrives in the colony for the first time in late March or early April. Still this represents no problem for the Puffins at Røst, at least not with the prevailing climate conditions. (Photo © Erik Aspegren).

bestandene har utviklet seg svært ulikt og deres utbredelse vinterstid er antatt å være forholdsvis lite sammenfallende. Her finner vi bl.a. at for tre av koloniene er overlevelsen påvirket av sjøtemperaturen omkring kolonien i hekkesesongen (mai-juli), men mens sammenhengen er positiv på Røst (høyere temperatur gir bedre overlevelse) er den negativ på Fair Isle og Skomer. Forklaringen ligger trolig i at bestandene er avhengige av ulike byttedyr som responderer ulikt på temperaturendringer (f.eks. sild og sil, jf. Toresen & Østvedt 2000, Sætre et al. 2002, Arnott & Ruxton 2002).

Hekketidspunkt (jf. kapittel 3.4.2).

Variasjoner på stor skala i tid og rom. Vi har også påvist en klar samvariasjon mellom lundenes hekkestart (målt siden 1978 som gjennomsnittlig klekkesidspunkt, **tabell 8**) og vinterindeksen for NAO (Durant et al. 2004a). Jo høyere indeks, dess tidligere hekking. Forholdet er likevel ikke konsekvent, men holder stikk en del år av gangen. Det var f.eks. ingen tydelig samvariasjon i årene 1987-94, i motsetning til periodene før og etter dette. Vi kjenner ikke i detalj hvilke mekanismer som forklarer slike "regimeskifter", men både NAO vinterindeks, samt hekkesuksessen og sildestørrelsen i det foregående året var forskjellige i de to regimene. I det regimet hvor det er samvariasjon mellom NAO og hekkestart kan disse tre parametrene predikere klekkesidspunktet med en sikkerhet på 86 %.

4 Diskusjon

Som vanlig er de nye resultatene i denne rapporten diskutert fortløpende etter hvert som de presenteres (**kapittel 3**). I denne avsluttende diskusjonen vil vi kun trekke frem enkelte momenter som utfyller tidligere synteser av Røstlundenes reproduksjon og populasjonsdynamikk i et vitenskapelig og forvaltningsrelatert perspektiv (Anker-Nilssen 1992, Anker-Nilssen & Øyan 1995, Anker-Nilssen et al. 1997, Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Brøseth 1998, Anker-Nilssen & Aarvak 2000, 2001, 2002, 2003). Argumentene for å videreføre dette langtidsstudiet er sterkere enn noen gang, selv om vi har valgt å ikke utdype dem i detalj i denne årsrapporten. Mange av utfordringene som er formulert i tidligere rapporter fra prosjektet (bl.a. av Anker-Nilssen & Brøseth 1998) står ved lag, men mye ny kunnskap om hva som styrer lundenes populasjonsdynamikk er opparbeidet gjennom de siste fire-fem årene. Av ressursmessige hensyn følger analysearbeidet alltid en bit-for-bit-filosofi, hvor prioriteringene mellom ulike problemstillinger må variere noe fra år til år.

Torskefiskenes betydning som byttedyr

Lundens verdi som indikatorer for produksjonen hos torskefisker (jf. utfordring I, Anker-Nilssen & Brøseth 1998) blir nå belyst innenfor et eget prosjekt i NINAs instituttprogram for kystøkologi (2001-2005). Prosjektet er fokusert på sei og vil bl.a. avdekke sjøfuglenes egnethet som indikatorer på årsklassestyrke for denne arten, kvantifisere hvilken betydning ung sei har som byttedyr for ulike topp-predatorer i tare-skogen (bl.a. teist og toppskarv) og vurdere hvilken effekt denne predasjonen kan ha på rekrutteringen til denne viktige fiskeriressursen. Ett foreløpig resultat er at antall rekrutterer av sei som toåringer målt av Havforskningsinstituttet, er signifikant negativt korrelert med andelen 0-gruppe sei i lundungenes diett på Røst. Forholdet forklarer 28 % av variasjonen i rekruttering hos sei og er trolig forklart ved at pelagisk 0-gruppe sei ikke stimer og derfor er et mindre velegnet byttedyr for lunde, enn sild og havsil. Når disse byttedyrene mangler tar lundene mer sei, men i slike år er oppvekstvilkårene for pelagisk fiskeyngel generelt gjerne dårligere enn i år med rik tilgang på sild og havsil.

Lundene i åpent hav

Dessverre har vi fremdeles ikke hatt ressurser til å fullføre alle planlagte analyser og publikasjoner fra de parallelle undersøkelsene som ble gjennomført i åpent hav i 1996-98. Noen sentrale resultater fra er likevel kommet på trykk (Axelsen et al. 2001, Sætre et al. 2001, 2002). En summarisk omtale av resultater fra dette samarbeidsprosjektet er dessuten gitt av Anker-Nilssen & Aarvak (2000).

Resultatene fra instrumenteringen av fem lunder med satelltsendere i 1997-99 (Anker-Nilssen 1998, Anker-Nilssen & Aarvak 2000) er ferdig bearbeidet og på det nærmeste klar

for internasjonal publisering (Anker-Nilssen et al. i manus a). I dette arbeidet kobler vi satellittfuglenes bevegelser med kunnskap basert på gjenfunn av ringmerkede fugler, og sammenholder resultatene med en analyse av lundens temporære og romlige fordeling i Barentshavet utenfor hekkeseongen (basert på observasjonsdata). Det gode samsvaret som er avdekket mellom årsklassestyrke hos sild og de voksne fuglenes overlevelse fra år til år (figur 18) understreker betydningen av den kunnskapen satellittfuglene ga oss. Mye tyder på at en kritisk faktor for de voksne fuglenes overlevelse er hvilke næringsforhold de erfarer når de tilbringer de første par månedene i Barentshavet etter avsluttet hekking.

VPA-analysenes verdi

Som påpekt første gang av Anker-Nilssen & Aarvak (2001), er det et stort fremskritt å ha tilgang til resultater fra den virtuelle populasjonsanalysen (VPA) som bl.a. beregner årlige mål for årsklassestørrelsen (biomasse og antall) for 0-gruppe sild helt tilbake til 1907 (Tosen & Østvedt 2000). Dette gjør oss langt bedre i stand til å kvantifisere lundens verdi som indikator for sildas rekruttering og dens rolle som predator på 0-gruppe sild. Selv om estimatenes størrelse ikke må tolkes som absolutte, er de høyst sannsynlig i korrekt størrelsesorden. Deres troverdighet styrkes ytterligere ved at de sammenhenger vi har påvist mellom 0-gruppe sild og lunde forbedres radikalt når de kvalitative 0-gruppeindeksene fra Barentshavet erstattes med VPA-estimatene. Fram til 2002 ble VPA-beregningene oppdatert hvert år av *Northern Pelagic and Blue Whiting Fisheries Working Group* (WGNPBW) i ICES. Dette innebærer at verdiene for alle årsklasser ble justert hvert år. Siste oppdatering (ICES 2002) inkluderte det avvikende året 1999 da lundene sikret hekkesuksessen på en kombinasjon av andre byttedyr enn sild. Styrken i noen av våre korrelasjoner for forholdet mellom lunde og 0-gruppe sild ble derfor redusert, men sammenhengene er fremdeles oppsiktsvekkende sterke. Dessuten er VPA-analysen til ICES minst presis for de aller siste årsklassene fordi modellen ikke tar hensyn til empiriske mål for forekomstene av 0-gruppe sild. Vi knytter derfor spesiell interesse til en ny og forhåpentligvis enda bedre analysemodell (*SeaStar*) som er under utvikling, men det forelå ingen operasjonelle resultater fra denne da foreliggende rapport gikk i trykken.

Ved hjelp av VPA-verdiene forklarer forekomstene av 0-gruppe sild 63 % av variasjonen i reirungenes overlevelse og 76 % av variasjonen i overlevelsen til hekkende fugler (jf. figur 11 og figur 18). I forhold til disse to nøkkelfaktorene i lundenes populasjonsdynamikk, definerer dette en tydelig terskelsone mht. hvilken sildmengde som kreves for å sikre lundene et godt hekkeresultat (ved et VPA-estimat på ca 70 milliarder 0-gruppe ved metamorfose midtsommers). Selv om den reelle verdien kan vise seg å være to-tre ganger høyere, står dette tallet likevel i rimelig godt forhold til de beregninger vi har foretatt over hvor mye sild lundene på

Røst er i stand til å konsumere i ungeperioden (størrelsesorden 25 milliarder, **kapittel 3.4.4**). Samtidig predikerer også størrelsen på 0-gruppe sild i lundeungenes diett sildas årsklassestyrke med en sikkerhet på 77 % (figur 13).

Innenfor ICES Working Group on Seabird Ecology (WGSE) har vi beregnet hvor mye sjøfuglene i de norske delene av Norskehavet og Barentshavet konsumerer av byttedyr i løpet av ett år (Barrett et al. 2002). Tilsvarende analyser er nå utarbeidet for alle ICES- og NAFO-områdene i Nord-Atlanteren (Furness et al. 2004). Basert på samme analysemodell er et helhetlig estimat for Norskehavet er nylig publisert av Anker-Nilssen & Lorentsen (2004), bl.a. i henhold til oppdaterte vurderinger av bestandsstørrelsene langs Norskekysten (Barrett et al. 2004, i manus). Resultatet indikerer at anslagsvis 19.5 millioner sjøfugler (ungfugler inkludert) med en samlet vekt på 11 700 tonn konsumerer omtrent 1.24 millioner tonn byttedyr årlig i Norskehavet. Av dette er 62 % fisk og 38 % evertebrater. Lundene står for 28 % av dette konsumet med et inntak på 350 000 tonn fisk årlig. Det samlede resultatet for Norskehavet er i samme størrelsesorden som konsumberegningene til Barrett et al. (2002) for sjøfuglene i Barentshavet (20.2 mill. individer, 1.16 mill. tonn), men der var evertebratandelen noe høyere (46 %). Sjøfuglenes uttak i Barentshavet tilsvarer 8-15 % av det totale konsumet forårsaket av torsk, sel, hval, sjøfugl og mennesker i dette området. Sjøfugl beiter imidlertid på langt yngre årsklasser enn de fleste andre av disse konsumentgruppene. Det er derfor tvilsomt om de generelt har noen betydelig effekt på bestandene av sine viktigste byttedyr.

Lundedøden utenfor Midt-Norge våren 2002

Omkring månedsskiftet mars-april 2002 strandet minst 300 (trolig mange flere) døde eller døende voksne lunder på kysten av Møre- og Trøndelag. Takket være rask respons fra Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Sør-Trøndelag ble et lite utvalg ($n = 30$) av disse fuglene sikret for senere analyse. Arbeidet ble finansiert gjennom en ekstrabevilgning fra DN til lunde-prosjektet på Røst og resultatene av analysen er nylig publisert av Anker-Nilssen et al. (2003). Hele 93 % var adulte fugler og det ble bekreftet at de hadde omkommet av sult. Det var imidlertid umulig å fastslå hvorfor de (nødvendigvis) hadde vært utsatt for en langvarig periode med matmangel. Basert på biometriske målinger var fuglene mest sannsynlig hjemmehørende på Røst eller i nærliggende kolonier. Den unormalt høye dødeligheten av voksne fugler fra 2001 til 2002 (15.3 %, **tabell 13**) var tre ganger større enn hva som kunne forventes (4.7 %) i henhold til den gode hekkesuksessen i 2001 (84 %) og den positive sammenhengen som var påvist mellom reproduksjon og påfølgende overlevelse (Anker-Nilssen & Aarvak 2003, jf. også figur 17). Omfanget av dødeligheten utenfor Midt-Norge kan derfor ha vært langt større enn det som ble registrert. Dersom man eksempelvis antar at den uventede overdødeligheten på Røst (10.6 %) i sin helhet var forklart ved denne episoden, så rammet den 95 000 hekkfugler fra

denne lokaliteten. Dersom ungfuglene stammet fra samme område, passerer antall ofre 102 000. Ble også andre kolonier rammet (f.eks. på Lovunden og i Lofoten) kan det ikke utelukkes at antallet var nærmere 150 000. Her er det verdt å nevne at også i den forholdsvis lille kolonien på Sklinna lengst nord i Nord-Trøndelag (ca 3 800 par i 2000, T. Nygård pers. medd.) ble det påvist en formidabel tilbakegang (20.0 %) i hekkebestanden av lunde fra 2001 til 2002 (Lorentsen 2002). Vi kan likevel ikke utelukke at det finnes andre forklaringer på disse endringene, og det vil trolig aldri bli mulig å fastslå med stor sikkerhet det totale omfanget av denne unormale episoden.

Noen perspektiver

De lange tidsseriedataene for ulike aspekter ved lundenes reproduktive og demografiske utvikling blir stadig mer verdifulle. Resultatene bidrar i meget betydelig grad til å belyse en rekke sider ved sjøfuglenes livshistorie og deres strategier i et uforutsigbart varierende miljø. Røstlundenes langvarige reproduksjonsproblemer gjør det mulig å dokumentere og kvantifisere forhold som ellers bare kan utledes i rent teoretiske modeller basert på en lang rekke forutsetninger som ikke er underlagt med empirisk kunnskap fra en og samme bestand. Et godt eksempel her er de påviste sammenhenger mellom de voksne lundenes kondisjon, hekke-resultat og overlevelse. Selv i et så tilsynelatende lite komplekst pelagisk økosystem som dette, hvor de viktigste koblingene mellom nøkkelarter som torsk, lodde, sild og lunde kan fremstå som enkle, entydige og selvinnsynende, viser det seg gang på gang at det er akkurat det de ikke er. De lange dataseriene avslører imidlertid intrikate interaksjoner som vitner om sjøfuglenes betydelige økologiske fleksibilitet, utviklet nettopp som et resultat av de store variasjonene dette miljøet byr på i nær sagt enhver tidshorisont. Noe av det som skjer i løpet av timer, dager, måneder og år kan vi forklare, men variasjonene på større skala har vi foreløpig bare en vag formening om. For lengelevende arter er det en naturlig sak at det tar lang tid å opparbeide et godt data-grunnlag på dette området. I forhold til en generasjonstid på 10-20 år er dataserier på 20-30 år relativt korte. Like fullt er det hvert år betryggende å kunne demonstrere at tilfanget av ny kunnskap i kjølvannet av dette arbeidet øker raskere enn omfanget av nye data. Foreliggende rapport, og de forhold som avdekkes når vi også bruker dataseriene til å belyse økologiske effekter av klimavariasjoner, beviser dette. Denne type kunnskap er dessuten mer faktisk og dermed langt mer anvendelig (f. eks. som bidrag til tverrfaglige, systemøkologiske tidsserieanalyser) enn resultatene av kortsiktige og mer eksperimentelle studier ofte er. Vi er derfor stadig like overbevist om at kursen er riktig satt. Dette underbygges ytterligere i en fersk revyartikkel som gjennomgår eksisterende kunnskap om ulike økologiske tilpasninger og trofiske interaksjoner for sjøfugler i Norskehavet og Barentshavet (Anker-Nilssen et al. i trykk). Artikkelen er et nyttig supplement til statusrapporten om sjøfuglene som hekker i Barentshavsregionen (Anker-Nilssen et al. 2000).

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



Stasjonsbåten. Etter mange års sparing kunne vi i 2002 endelig realisere drømmen om en ny stasjonsbåt. En 17-fots Buster XL med sin spesielle hardtop er kanskje ikke det vakreste på sjøen, men den gjør feltarbeidet både enklere og sikrere enn før. Det selvlensende skroget av aluminium er nesten vedlikeholdsfrøtt og har en 80 liters innebygd bensintank, en firetakters 60 Hk skyver oss både stillere og rimeligere av gårde, mens GPS-en med kartplotter viser trygg vei i lumske farvann. Den langsmale v-kjølen tar sjøene pent og båten tåler godt litt ruskevær. Fart har den også nok av når det måtte trenge. Med overlevelsesdrakter, reservemotor (4 Hk), nødpeilesender, nødbraketter og en ekstra propell i beredskap, føler vi oss godt skodd for sjøfugloppgavene på Røst i mange år fremover. (Foto © T. Anker-Nilssen)

5 Referanser

- Albertsen, J.Ø. 1995. Food choice of breeding puffins *Fratercula arctica* revealed by stable isotope analysis. – Cand. scient. oppgave, Zool. inst., 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, Zool. inst., Univ. Trondheim.
- Anker-Nilssen, T. 1993. Demografi hos sjøfugl: overlevelse for hekkende lunder på Røst. – NINA Oppdragsmelding 216: 1-16.
- Anker-Nilssen, T. 1998. Lundens populasjonsøkologi på Røst i 1998. – NINA Oppdragsmelding 571: 1-33.
- Anker-Nilssen, T. 1999. Svalene som løper på vannet. – I Brox, K.H. (red.). Brennpunkt Natur 99. Tapir forlag, Trondheim, s. 31-41.
- Anker-Nilssen, T. 2000a. European storm-petrel *Hydrobates pelagicus*. – I Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Strøm, H., Golovkin, A.N., Bianki, V.V. and Tatarinkova, I.P., red. The status of marine birds breeding in the Barents Sea region. – Norsk Polarinst. Rapportserie nr. 113, Tromsø, s. 20-23.
- Anker-Nilssen, T. 2000b. Leach's storm-petrel *Oceanodroma leucorhoa*. – I Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Strøm, H., Golovkin, A.N., Bianki, V.V. and Tatarinkova, I.P., red. The status of marine birds breeding in the Barents Sea region. – Norsk Polarinst. Rapportserie nr. 113, Tromsø, s. 24-26.
- Anker Nilssen, T. 2002. Havsvaleprosjektets hovedresultater i 2001. – Ringmerkaren 15: 166-172.
- Anker Nilssen, T. 2003. Kort rapport fra havsvaleprosjektet i 2002. – Ringmerkaren 16: 182.
- 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. & Lorentsen, S.-H. 2004. Seabirds in the Norwegian Sea. – I Skjoldal, H.R., Fernö, A., Misund, O.A., et al. (red.). The Norwegian Sea Ecosystem. Tapir, Trondheim, s. 321-331.
- Anker-Nilssen, T. & Røstad, O.W. 1993. Census and monitoring of Puffins *Fratercula arctica* on Røst, N Norway, 1979-1988. – Ornis Scand. 24: 1-9.
- Anker-Nilssen, T. & Tatarinkova, I.P. 2000. Atlantic puffin *Fratercula arctica*. – I Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Strøm, H., Golovkin, A.N., Bianki, V.V. & Tatarinkova, I.P., red. The status of marine birds breeding in the Barents Sea region. – Norsk Polarinst. Rapportserie nr. 113, Tromsø, s. 137-143.
- Anker-Nilssen, T. & Øyan, H.S. 1995. Hekkebiologiske langtidsstudier av lunder på Røst. – NINA Fagrapport 15: 1-48.
- Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2000. Lundens populasjonsøkologi på Røst i 1999. – NINA Oppdragsmelding 636: 1-36.
- Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2001. Lundens populasjonsøkologi på Røst. Status etter hekkesesongen 2000. – NINA Oppdragsmelding 684: 1-40.
- Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2002. Lundens populasjonsøkologi på Røst. Status etter hekkesesongen 2001. – NINA Oppdragsmelding 736: 1-40.
- Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2003. Lundens populasjonsøkologi på Røst. Status etter hekkesesongen 2002. – NINA Oppdragsmelding 784: 1-40.
- 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., Bakken, V., Strøm, H., Golovkin, A.N., Bianki, V.V. & Tatarinkova, I.P., red. 2000. The status of marine birds breeding in the Barents Sea region. – Norsk Polarinst. Rapportserie nr. 113, Tromsø, 213 s.
- Anker-Nilssen, T., Aarvak, T. & Bangjord, G. 2003. Mass mortality of Atlantic Puffins *Fratercula arctica* off Central Norway, spring 2002: causes and consequences. – Atlantic Seabirds 5(2): 57-71.
- Anker-Nilssen, T., Barrett, R.T. & Erikstad, K.E. i trykk. Marine birds in the Norwegian and Barents Seas: ecological adaptations and trophic interactions. – I Espmark, Y. & Langvatn, R. (red.). Arctic life, conditions, constraints and adaptations. Proceedings of the 6th International Kongsvoll Symposium 2002. Cambridge Univ. Press.
- Anker-Nilssen, T., Aarvak, T. & Fauchald, P. i manuskript a. Post-breeding movements of Atlantic puffins *Fratercula arctica* in North Norway explored by satellite telemetry, ring recoveries and distribution patterns.
- Anker-Nilssen, T., Erikstad, K.E. & Fauchald, P. i manuskript b. 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.
- Arnott, S.A. & Ruxton, G.D. 2002. Sandeel recruitment in the North Sea: demographic, climatic and trophic effects. – Mar. Ecol. Prog. Ser. 238: 199-210.
- Axelsen, B.E., Anker-Nilssen, T., Fossum, P., Kvamme, C. & Nøttestad, L. 2001. Pretty patterns but a simple strategy:

- predator-prey interactions between juvenile herring and Atlantic puffins observed with multibeam sonar. – *Can. J. Zool.* 79: 1586-1596.
- Bakken, V. 1984. Takseringsmetodikk for lomvi *Uria aalge* i tre felt på Vedøy, Røst. – *Cand. real. oppg.*, 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. & Anker-Nilssen, T. 1997. Egg-laying, chick growth and food of Black Guillemots *Cephus grylle* in North Norway. – *Fauna norv. Ser. C, Cinclus* 20: 69-79.
- 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. – *Ringling and Migration* 6: 102-112.
- Barrett, R.T., Anker-Nilssen, T., Gabrielsen, G.W. & Chapdelaine, G. 2002. Food consumption by seabirds in Norwegian waters. – *ICES J. Mar. Sci.* 59: 43-57.
- Barrett, R.T., Anker Nilssen, T. & Lorentsen, S.-H. 2004. The status of seabirds breeding in mainland Norway. – Foredrag, North Atlantic Seabird Populations, 8th International Conference of the Seabird Group 2-4 April 2004, Aberdeen, Scotland.
- Barrett, R.T., Anker-Nilssen, T. & Lorentsen, S.-H. i manuskript. The status of seabirds breeding in mainland Norway.
- Breivik, M. 1991. Endringer i energiutnyttelse hos unger av lunde og teist. – *Cand. agric. oppgave i naturforvaltning*, 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.
- Durant, J.M., Anker-Nilssen, T. & Stenseth, N.C. 2003. Trophic interactions under climate fluctuations: the Atlantic puffin as an example. – *Proc. R. Soc. Lond. B* 270: 1461-1466. (doi: 10.1098/rspb.2003.2397)
- Durant, J.M., Anker-Nilssen, T., Hjermann, D.Ø. & Stenseth, N.C. 2004a. Regime shifts in the breeding of an Atlantic puffin population. – *Ecology Letters* 7(5): 388-394. (doi: 10.1111/j.1461-0248.2004.00588.x)
- Durant, J.M., Stenseth, N.C., Anker-Nilssen, T., Harris, M.P., Thompson, P.M. & Wanless, S. 2004b. Marine birds and climate fluctuation in the North Atlantic. – I Stenseth, N.C., Ottersen, G., Hurrell, J.W. and Belgrano, A. (red.). *Marine Ecosystems and Climate Variation - the North Atlantic*. Oxford Univ. Press, s. 95-105.
- Durant, J.M., Anker-Nilssen, T. & Stenseth, N.C. i manuskript a. Climate affects the Atlantic puffin through food-chain variation.
- Durant, J.M., Hjermann, D.Ø., Anker-Nilssen, T. & Stenseth, N.C. i manuskript b. Trophic interaction: matching the requirement for food with timing and abundance of food supply.
- 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.
- Furness, R.W., Anker-Nilssen, T., Barrett, R.T., Becker, P., Camp-huysen, K., Chapdelaine, G., Frederiksen, M., Garthe, S., Mosbech, A., Oro, D., Reid, J. & Tasker, M. 2004. Report of the Working Group on Seabird Ecology (WGSE), 29 March - 2 April 2004, Aberdeen, UK. – *ICES CM 2004/C:05 Ref. ACME, ACE, København*, 53 pp. (PDF: <http://www.ices.dk/reports/occ/2004/>)
- Griffiths, R., Double, M.C., Orr, K. & Dawson, R.J.G. 1998. A DNA test to sex most birds. – *Molecular Ecology* 7: 1071-1075.
- Harris, M.P., Freeman, S.N., Wanless, S., Morgan, B.J.T. & Wernham, C.V. 1997. Factors influencing the survival of Puffins *Fratercula arctica* at a North Sea colony over a 20-year period. – *J. Avian Biol.* 28: 287-295.
- Harris, M.P., Anker-Nilssen, T., Grosbois, V., Perrins, C.M., Shaw, D.N. & Erikstad, K.E. under utarbeidelse. The survival of adult Atlantic puffins *Fratercula arctica* at five widely dispersed colonies in the eastern Atlantic.
- Henriksen, M. 1998. Ulike næringsøkologiske variabelers betydning for energiinntaket til unger av lunde *Fratercula arctica*, belyst på bakgrunn av optimal forasjeringsteori. – *Cand. scient. oppgave, Zool. inst., NTNU, Trondheim*. 29 s.
- Hipfner, J.M., Gaston, A.J. & de Forest, L.N. 1997. The role of female age in determining egg size and laying date of Thick-billed Murres. – *J. Avian Biol.* 28: 271-278.
- Hoyt, D.F. 1979. Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. – *Auk* 96:73-77.
- ICES 2002. Report of the Northern Pelagic and Blue Whiting Fisheries Working Group, Vigo Spain 29 April - 8 May 2002. – *ICES CM 2002/ACFM:19*
- ICES 2003. Report of the Northern Pelagic and Blue Whiting Fisheries Working Group, ICES Headquarters 29 April - 8 May 2003. – *ICES CM 2003/ACFM:23*
- 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. 2002. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Resultater til og med hekkesesongen 2002. – *NINA Oppdragsmelding* 766: 1-33.
- Lorentsen, S.-H. 2003. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Resultater til og med hekkesesongen 2003. – *NINA Oppdragsmelding* 803: 1-34.
- Myrberget, S. 1981. Criteria of physical condition of fledging Puffins. – *Proc. Second Nordic Congr. Ornithol.* 1979: 43-46.
- Otnes, B. & Skjold, R. 1992. Fototaksering som eit hjelpemiddel i overvåking av ein populasjon lunde (*Fratercula arctica*). – *Cand. agric. oppgave i naturfovaltning*, Institutt for Biologi og Naturforvaltning, NLH, Ås. 40 s.
- Pradel, R. & Lebreton, J.-D. 1991. User's manual for program SURGE version 4.1. – *Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, CNRS, Montpellier, Frankrike*. 35 s.

- Ricklefs, R.E. 1968. Weight recession in nestling birds. – *Auk* 85: 30-35.
- Sæther, B.-E. 1990. Age-specific variation in reproductive performance of birds. – I Power, D.M., red. *Current Ornithology*, Vol. 7. Plenum Publ. Corp., New York. s. 251-283.
- Sætre, R., Toresen, R., Anker-Nilssen, T. & Fossum, P. 2001. The Norwegian Spring-Spawning Herring: Environmental Impact on Recruitment. – I Funk, F., Blackburn, J., Hay, D., Paul, A.J., Stephenson, R., Toresen, R. & Witherell, D. (red.). *Herring: Expectations for a new millennium*. University of Alaska Sea Grant, AK-SG-01-04, Fairbanks.
- Sætre, R., Toresen, R., Anker-Nilssen, T. & Fossum, P. 2002. Factors affecting the recruitment variability of the Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus* L.). – *ICES J. Mar. Sci.* 59(4): 725-736. (doi:10.1006/jmsc.2002.1180)
- Thompson, P.M. & Ollason, J.C. 2001. Lagged effects of ocean climate change on fulmar population dynamics. – *Nature* 413 (27 Sept 2001): 417-420.
- Thompson, P.M. & Grosbois, V. 2002. Effects of climate variation on seabird population dynamics. – *Directions in Science* 1: 50-52.
- Toresen, R. 1985. Recruitment indices of Norwegian spring spawning herring based on results of International 0-group survey in the Barents Sea. – *ICES C.M.* 1985/H:54: 1-9.
- Toresen, R. & Østvedt, O.J. 2000. Variation in abundance of Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus*, Clupeidae) throughout the 20th century and the influence of climatic fluctuations. – *Fish and Fisheries* 2000(1): 231-256.
- Tschanz, B. 1979. Zur Entwicklung von Papageitaucherküken *Fratercula arctica* in Freiland und Labor bei unzulänglichem und ausreichendem Futterangebot. – *Fauna norv. Ser. C., Cinclus* 2: 70-94.
- White, G.C. 1998. Program MARK. Mark and recapture survival rate estimation. – Shareware dataprogram, Dept. Fisheries and Wildlife, Colorado State Univ., CO. <http://www.cnr.colostate.edu/~gwhite/mark/mark.htm>.
- Øyan, H.S. 1993. Growth in Puffin *Fratercula arctica* chicks in relation to food supply; an experiment. – Cand. scient. oppgave i terrestrisk økologi, Univ. Trondheim. 29 s.
- Øyan, H.S. & Anker-Nilssen, T. 1996. Allocation of growth in food-stressed Atlantic puffin chicks. – *Auk* 113(4): 830-841.



6 Tilvekst til ornitologisk bibliografi for Røst

Følgende skriftlige arbeider fra perioden 1997-2003, presenterer resultater fra sjøfuglundørsøkelser på Røst og er tilvekst (eller rettelser) til bibliografien som omfatter de aller fleste skrifter med opplysninger om fuglelivet i øygruppen etter 1960 (siste versjon publisert av Anker-Nilssen & Brøseth 1998). Bibliografien omfatter derved 317 arbeider, hvorav 15 (markert med én asterisk) er tilkommet og 6 (markert med to asterisker) er vesentlig endret siden forrige årsrapport (Anker-Nilssen & Aarvak 2003). De utallige artikler i dags- og ukepresse som ikke er forfattet av prosjektdeltakerne er bevisst utelatt.

- Albertsen, J.Ø., Anker-Nilssen, T. & Bech, C. i manuskript. Food choice of breeding Atlantic puffins *Fratercula arctica* revealed by stable isotope analysis. – *Auk* (under revisjon).
- Anker-Nilssen, T. 1998. Lundens populasjonsøkologi på Røst i 1998. – NINA Oppdragsmelding 571: 1-33.
- Anker-Nilssen, T. 1998. Resultater fra Havsvaleprosjektet i 1997. – *Ringmerkaren* 10: 131-148. (rettelse)
- Anker-Nilssen, T. 1998. Røstprosjektet (ringmerkingsresultater 1997). – *Ringmerkaren* 10: 48. (rettelse)
- Anker-Nilssen, T. 1999. Havsvaleprosjektets resultater i 1998. – *Ringmerkaren* 11: 105-120.
- Anker-Nilssen, T. 1999. Marine ressurser og miljø. Prosjekt 109375/122. Bestandsinteraksjoner mellom 0-gruppe sild og lunde. Sluttrapport. – Norsk institutt for naturforskning, Trondheim, 9 s.
- Anker-Nilssen, T. 1999. Røstprosjektet. Ringmerkingsresultater for 1998. – *Ringmerkaren* 11: 19-20.
- Anker-Nilssen, T. 1999. Svalene som løper på vannet. – I Brox, K.H., red. *Brennpunkt Natur 99*. Tapir forlag, Trondheim, s. 31-41.
- Anker-Nilssen, T. 2000. European storm-petrel *Hydrobates pelagicus*. – I Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Strøm, H., Golovkin, A.N., Bianki, V.V. and Tatarinkova, I.P., red. *The status of marine birds breeding in the Barents Sea region*. – Norsk Polarinst. Rapportserie nr. 113, Tromsø, s. 20-23.
- Anker-Nilssen, T. 2000. Havsvaleprosjektets resultater i 1999. – *Ringmerkaren* 13: 155-165.
- Anker-Nilssen, T. 2000. Leach's storm-petrel *Oceanodroma leucorhoa*. – I Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Strøm, H., Golovkin, A.N., Bianki, V.V. and Tatarinkova, I.P., red. *The status of marine birds breeding in the Barents Sea region*. – Norsk Polarinst. Rapportserie nr. 113, Tromsø, s. 24-26.
- Anker-Nilssen, T. 2000. Røstprosjektet. (Ringmerkingsresultater for 1999.) – *Ringmerkaren* 13: 61.
- Anker-Nilssen, T. 2000. Sjøfugl. – I Anon., red. Sluttrapport fra avslutningsseminar for forskningsprogrammene Marine ressurser og miljø (MAREMI) og Marin ressursforvaltning (MARRES), Holms Hotell, Geilo, 1.-3. november 1999. Norges forskningsråd, Oslo, s. 38-47.
- Anker-Nilssen, T. 2001. Havsvaleprosjektets resultater i 2000. – *Ringmerkaren* 14: 152-162.

- Anker-Nilssen, T. 2001. Lundens populasjonsøkologi på Røst. Fremdriftsrapport per 12.11.2001. – Upubl. rapport, Norsk institutt for naturforskning, Trondheim, 6 s.
- Anker-Nilssen, T. 2001. Lundeprojektet på Røst: 38 år men bare en ungdom. – Havørna 12: 4-7.
- Anker-Nilssen, T. 2001. Røstprosjektet. (Ringmerkingsresultater for 2000.) – Ringmerkaren 14: 62.
- Anker-Nilssen, T. 2002. Fuglefjell. – I Storrusten, E. Hurtig-ruteboka. Ofoten & Vesteraalen Dampskibsselskap, Narvik, Troms Fylkes Dampskippsselskap, Tromsø and Finnmarks Fylkesrederi og Ruteselskap, Hammerfest.
- Anker-Nilssen, T. 2002. Havsvaleprosjektets hovedresultater i 2001. – Ringmerkaren 15: 166-172.
- Anker-Nilssen, T. 2002. Past and present research on trophic interactions between seabirds and forage fish in Norwegian waters. I Jarre, A., red. Workshop "Ecosystem West Greenland", Greenland Institute of Natural Resources, Nuuk, 29 November – 03 December 2001: A stepping stone towards an integrated marine research programme. Inusuuk, Arctic Research Journal 1: 43-44.
- Anker-Nilssen, T. 2002. Røstprosjektet. (Ringmerkingsresultater for 2001.) – Ringmerkaren 15: 73.
- * Anker-Nilssen, T. 2003. Kort rapport fra havsvaleprosjektet i 2002. – Ringmerkaren 16: 182.
- * Anker-Nilssen, T. 2003. Lundens populasjonsøkologi på Røst. Kort fremdriftsrapport for 2002. – Upubl. rapport, Norsk institutt for naturforskning, Trondheim, 2 s.
- * Anker-Nilssen, T. 2003. Lundens populasjonsøkologi på Røst. Fremdriftsrapport oktober 2003. – NINA Minirapport 19: 1-5.
- * Anker-Nilssen, T. 2003. Røstprosjektet. (Ringmerkingsresultater for 2002.) – Ringmerkaren 16: 81-82.
- ** Anker-Nilssen, T. 2004. Sjøfuglundersøkelser på Røst. – Presentasjon for NINAs internett. Norsk institutt for naturforskning, Trondheim.
- Anker-Nilssen, T. i trykk. Lunde *Fratercula arctica*. – I Anon., red. Vinteratlas for norske fugler. Norsk Ornitologisk Forening, Trondheim.
- Anker-Nilssen, T. i trykk. Teist *Cephus grylle*. – I Anon., red. Vinteratlas for norske fugler. Norsk Ornitologisk Forening, Trondheim.
- 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. & Hjort, B. 2000. Taksering av lunde på Hernyken i Røst. Fotodokumentasjon av prøvefeltene i Star-systemet med kartskisse og metodebeskrivelse. – Søkbar CD-rom med foto av 322 prøvefelt.
- Anker-Nilssen, T. & Lorentsen, S.-H. 2003. A manual for morphological examination of seabirds and sea ducks. – Veileder, Norsk institutt for naturforskning, Trondheim, 18 s.
- * Anker-Nilssen, T. & Lorentsen, S.-H. 2004. Seabirds in the Norwegian Sea. – I Skjoldal, H.R., Fernö, A., Misund, O.A., et al. (red.). The Norwegian Sea Ecosystem. Tapir, Trondheim, s. 321-331.
- Anker-Nilssen, T. & Tatarinkova, I.P. 2000. Atlantic puffin *Fratercula arctica*. – I Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Strøm, H., Golovkin, A.N., Bianki, V.V. & Tatarinkova, I.P., red. The status of marine birds breeding in the Barents Sea region. – Norsk Polarinst. Rapportserie nr. 113, Tromsø, s. 137-143.
- Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2000. Lundens populasjonsøkologi på Røst i 1999. – NINA Oppdragsmelding 636: 1-36.
- ** Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2003. Fotoguide for næringsprøver fra lunde og teist på Røst. Versjon 1.1. – Bestemmelsesnøkkel, NINA. (oppdateres regelmessig).
- Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2001. Lundens populasjonsøkologi på Røst. Status etter hekkesesongen 2000. – NINA Oppdragsmelding 684: 1-40.
- Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2002. Lundens populasjonsøkologi på Røst. Status etter hekkesesongen 2001. – NINA Oppdragsmelding 736: 1-40.
- Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2003. Lundens populasjonsøkologi på Røst. Status etter hekkesesongen 2002. – NINA Oppdragsmelding 784: 1-40.
- * Anker-Nilssen, T. & Aarvak, T. 2004. Lundens populasjonsøkologi på Røst. Status etter hekkesesongen 2003. – NINA Oppdragsmelding 809: 1-44.
- Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Strøm, H., Golovkin, A.N., Bianki, V.V. & Tatarinkova, I.P., red. 2000. The status of marine birds breeding in the Barents Sea region. – Norsk Polarinst. Rapportserie nr. 113, Tromsø. 213 s. (Bok illustrert av E. Kublik).
- Anker-Nilssen, T., Barrett, R.T. & Erikstad, K.E. i trykk. Marine birds in the Norwegian and Barents Seas: ecological adaptations and trophic interactions. – I Espmark, Y. & Langvatn, R. (red.). Arctic life, conditions, constraints and adaptations. Proceedings of the 6th International Kongsvoll Symposium 2002. Cambridge Univ. Press.
- ** Anker-Nilssen, T., Aarvak, T. & Bangjord, G. 2003. Mass mortality of Atlantic Puffins *Fratercula arctica* off Central Norway, spring 2002: causes and consequences. – Atlantic Seabirds 5(2): 57-71.
- Anker-Nilssen, T., Aarvak, T. & Fauchald, P. i manuskript. Post-breeding movements of Atlantic puffins *Fratercula arctica* in North Norway explored by satellite telemetry, ring recoveries and distribution patterns.
- Anker-Nilssen, T., Erikstad, K.E. & Fauchald, P. i manuskript. Puffin breeding failures may reflect optimal decisions in a stochastic environment.
- Axelsen, B.E., Anker-Nilssen, T., Fossum, P., Nøttestad, L. & Vabø, R. 1998. In situ sonar observations of newly metamorphosed herring attacked by puffins and comparison to computer model simulations. – GLOBEC open science meeting, Paris, 17-20 March 1998. (rettelse)
- Axelsen, B.E., Anker-Nilssen, T., Fossum, P., Kvamme, C. & Nøttestad, L. 2001. Pretty patterns but a simple strategy: predator-prey interactions between juvenile herring and Atlantic puffins observed with multibeam sonar. – Can. J. Zool. 79: 1586-1596.
- Bakken, V. & Anker-Nilssen, T. 2001. Harvesting of seabirds in North Norway and Svalbard. – I Denlinger, L. & Wohl, K., red. Seabird Harvest Regimes in the Circumpolar Nations. Circumpolar Seabird Working Group (CSWG), Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF), Reykjavik. CAFF Technical Report 9, s. 41-43.
- Barrett, R.T. 2001. The breeding demography and egg size of North Norwegian Atlantic Puffins *Fratercula arctica* and Razorbills *Alca torda* during 20 years of climatic variability. – Atlantic Seabirds 3(3): 97-112.
- Barrett, R.T., Anker-Nilssen, T. & Krasnov, Y.V. 1997. Can Norwegian and Russian Razorbills *Alca torda* be identified by their measurements? – Marine Ornithology 25: 5-8. (rettelse)
- Barrett, R.T., Anker-Nilssen, T., Gabrielsen, G.W. & Chapdelaine, G. 2001. Sjøfugl – havets glupske fjærkre? ...eller hvor mye

- eter sjøfuglene i norske farvann? – Poster, Norske Havforskere Forenings Årsmøte, Rainbow Nordlys Hotel, Bodø, 23-25 november 2001.
- Barrett, R.T., Anker-Nilssen, T., Gabrielsen, G.W. & Chapdelaine, G. 2002. Food consumption by seabirds in Norwegian waters. – ICES J. Mar. Sci. 59(1): 43-57. (doi:10.1006/jmasc.2001.1145)
- * Barrett, R.T., Anker Nilssen, T. & Lorentsen, S.-H. 2004. The status of seabirds breeding in mainland Norway. – I Anon. (red.). North Atlantic Seabird Populations. 8th International Conference of the Seabird Group 2-4 April 2004, Aberdeen, Scotland, s. 12.
- * Barrett, R.T., Anker-Nilssen, T. & Lorentsen, S.-H. i manuskript. The status of seabirds breeding in mainland Norway.
- 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.
- Durant, J.M., Anker-Nilssen, T. & Stenseth, N.C. 2003. Trophic interactions under climate fluctuations: the Atlantic puffin as an example. – Proc. R. Soc. Lond. B 270: 1461-1466. (doi: 10.1098/rspb.2003.2397)
- * Durant, J.M., Anker-Nilssen, T., Hjermann, D.Ø. & Stenseth, N.C. 2004. Regime shifts in the breeding of an Atlantic puffin population. – Ecology Letters 7(5): 388-394. (doi: 10.1111/j.1461-0248.2004.00588.x)
- ** Durant, J.M., Stenseth, N.C., Anker-Nilssen, T., Harris, M.P., Thompson, P.M. & Wanless, S. 2004. Marine birds and climate fluctuation in the North Atlantic. – I Stenseth, N.C., Ottersen, G., Hurrell, J.W. and Belgrano, A. (red.). Marine Ecosystems and Climate Variation - the North Atlantic. Oxford Univ. Press, s. 95-105.
- ** Durant, J.M., Anker-Nilssen, T. & Stenseth, N.C. i manuskript. Climate affects the Atlantic puffin through food-chain variation.
- * Durant, J.M., Anker-Nilssen, T., Hjermann, D.Ø. & Stenseth, N.C. 2004. Climate, oceanographic conditions and trophic interactions in a marine system: seabird-fish-plankton. - Poster, Qualitative Ecosystem Indicators for Fisheries Management, International UNESCO/SCOR Symposium, 31 March - 3 April, 2004, Paris, France.
- * Durant, J.M., Anker-Nilssen, T., Hjermann, D.Ø. & Stenseth, N.C. 2004. Climate, oceanographic conditions and trophic interactions in a marine system: seabird-fish-plankton. - Poster, The Influence of Climate Change on North Atlantic Fish Stocks, ICES Symposium Bergen, Norway, 11-14 May 2004.
- * Durant, J.M., Hjermann, D.Ø., Anker-Nilssen, T. & Stenseth, N.C. i manuskript. Trophic interaction: matching the requirement for food with timing and abundance of food supply.
- Furness, R.W., Anker-Nilssen, T., Barrett, R.T., Bell, E., Garthe, S., Oro, D., Reid, J., Skov, H., Tasker, M.L. & Veit, R. 2002. Report of the Working Group on Seabird Ecology. ICES Headquarters 8-11 March 2002. – ICES CM 2002/C:04 Ref.: ACME, ACE, E and F, Copenhagen, 69 pp. (PDF: <http://www.ices.dk/iceswork/wgdetail.asp?wg=WGSE>)
- Furness, R.W., Anker-Nilssen, T., Barrett, R.T., Chapdelaine, G., Fox, T., Garthe, S., Hüppop, O., Mosbech, A., Reid, J., Skov, H., Tasker, M.L. & Veit, D. 2003. Report of the Working Group on Seabird Ecology. ICES Headquarters 7-10 March 2003. – ICES CM 2003/C:03 Ref.: ACE, D, E, G. Copenhagen, 92 pp. (PDF: <http://www.ices.dk/iceswork/wgdetail.asp?wg=WGSE>)
- * Furness, R.W., Anker-Nilssen, T., Barrett, R.T., Becker, P., Camphuysen, K., Chapdelaine, G., Frederiksen, M., Garthe, S., Mosbech, A., Oro, D., Reid, J. & Tasker, M. 2004. Report of the Working Group on Seabird Ecology (WGSE), 29 March - 2 April 2004, Aberdeen, UK. – ICES CM 2004/C:05 Ref. ACME, ACE, København, 53 pp. (PDF: <http://www.ices.dk/reports/occ/2004/>)
- Gunnerød, T.G. (red.) & Jürgens, H.G. 1998. Norske sjøfuglbestander: Store forskjeller i overlevelse mellom arter og mellom år. – NINA•NIKU Faktaark nr. 5-1998, 2 s. (Basert på Erikstad et al. 1998, NINA Oppdragsmelding 515: 1-15)
- Gunnerød, T.B. (red.) & Jürgens, H.G. 2002. Lundene på Røst i stadig tilbakegang. – NINA•NIKU Faktaark nr. 6-2002, 2 s. (Basert på Anker-Nilssen & Aarvak 2002, NINA Oppdragsmelding 736: 1-40)
- * Harris, M.P., Anker-Nilssen, T., Grosbois, V., Perrins, C.M., Shaw, D.N. & Erikstad, K.E. under utarbeidelse. The survival of adult Atlantic puffins *Fratercula arctica* at five widely dispersed colonies in the eastern Atlantic.
- Hogstad, O. 2000. Nordnorske sjøfugler i fare? – Vite mer (faktaark), Vitenskapsmuseet, NTNU, Trondheim. 2 s.
- Hogstad, O. & Øien, I.J. 2001. Endringer i norsk fuglefauna - hva har skjedd i løpet av de siste hundre år? – Vår Fuglefauna 24(2): 54-66.
- ** Irons, D., Anker-Nilssen, T., Gaston, A.J., Byrd, G.V., Falk, K., Gilchrist, G., Hario, M., Hjernquist, M., Krasnov, Y.V., Mosbech, A., Reid, J., Robertson, G., Olsen, B., Petersen, A., Strøm, H. & Wohl, K.D. in manuscript. Seabird trends and climate change: a circumpolar seesaw. – Beregnet for Nature.
- Lorentsen, S.-H. 1998. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Resultater fra hekkesesongen 1998. – NINA Oppdragsmelding 565: 1-75.
- Lorentsen, S.-H. 1999. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Resultater fra hekkesesongen 1999. – NINA Oppdragsmelding 626: 1-28.
- Lorentsen, S.-H. 2000. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Resultater til og med hekkesesongen 2000. – NINA Oppdragsmelding 670: 1-30.
- Lorentsen, S.-H. 2001. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Resultater til og med hekkesesongen 2001. – NINA Oppdragsmelding 726: 1-36.
- Lorentsen, S.-H. 2002. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Resultater til og med hekkesesongen 2002. – NINA Oppdragsmelding 766: 1-33.
- * Lorentsen, S.-H. 2003. Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Resultater til og med hekkesesongen 2003. – NINA Oppdragsmelding 803: 1-34.
- Mendenhall, V. (red.), Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Golovkin, A., Hario, M., Petersen, A., Wohl, K., et al. i manuskript. Framework for a Circumpolar Murre Monitoring Program. – CIBIRD (Circumpolar Seabird Working Group), CAFF Technical Report, Reykjavik.
- 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., Mowm, 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.
- Systad, G.H., Bakken, V., Strøm, H. & Anker-Nilssen, T. 2003. Spesielt Verdifulle Områder (SVO) for sjøfugl i Barentshavet - implementering av kriterier for identifikasjon av SVO i den norske delen av Barentshavet. Rapport, Norsk institutt for naturforskning, Tromsø.
- Sætre, R., Toresen, R., Anker-Nilssen, T. & Fossum, P. 2001. The Norwegian Spring-Spawning Herring: Environmental Impact on Recruitment. – I Funk, F., Blackburn, J., Hay, D., Paul, A.J., Stephenson, R., Toresen, R. & Witherell, D. (red.). Herring: Expectations for a new millennium. University of Alaska Sea Grant, AK-SG-01-04, Fairbanks.
- Sætre, R., Toresen, R., Anker-Nilssen, T. & Fossum, P. 2002. Factors affecting the recruitment variability of the Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus* L.). – ICES J. Mar. Sci. 59(4): 725-736. (doi:10.1006/jmsc.2002.1180)
- Tasker, M., Anker-Nilssen, T., Barrett, R., Becker, P.H., Camp-huysen, K., Chapdelaine, G., Davoren, G., Furness, B., Garthe, S., Hüppop, O. & Montevecchi, B. 2000. Report of the Working Group on Seabird Ecology. Institut für Vogel-forschung "Vogelwarte Helgoland", Wilhelmshaven, 20-23 March 2000. – ICES CM 2000/C:04 Ref.: ACME + E, Copenhagen, 70 s. (PDF: <http://www.ices.dk/iceswork/wgdetail.asp?wg=WGSE>)
- Tasker, M., Anker-Nilssen, T., Becker, P.H., Boulinier, T., Chapdelaine, G., Furness, B., Mackey, M., Ratcliffe, N., Reid, J. & Veit, R. 2001. Report of the Working Group on Seabird Ecology. ICES Headquarters 16-19 March 2001. – ICES CM 2001/C:05 Ref.: E, F and ACME, Copenhagen, 68 s. (PDF: <http://www.ices.dk/iceswork/wgdetail.asp?wg=WGSE>)



Lunder i østura på Heryken. I bakgrunnen sees Vedøy med krykkjekolonien i Brasfloget og Vestveggen (de lyseste partiene til venstre). Heryken har en forholdsvis beskjeden andel av lundebestanden på Røst (8.3 %, Anker-Nilssen & Øyan 1995). Nest etter Storfjellet (32.5 %) er det flest på Vedøy (27.0 %) som dermed hadde ca 110 000 hekkende par i 2003. (Foto © T. Anker-Nilssen)

NINA Oppdragsmelding 809

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1436-9

NINA Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor • Tungasletta 2 • 7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00 • Telefaks: 73 80 14 01

<http://www.nina.no>