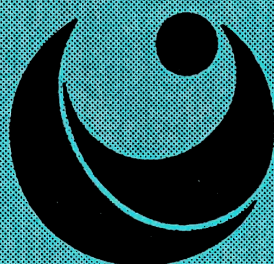


216

oppdragsmelding

# Demografi hos sjøfugl: overlevelse for hekkende lunder på Røst

Tycho Anker-Nilssen



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

# Demografi hos sjøfugl: overlevelse for hekkende lunder på Røst

Tycho Anker-Nilssen

Anker-Nilssen, T. 1993. Demografi hos sjøfugl: overlevelse for hekkende lunder på Røst. - NINA Oppdragsmelding 216: 1-16.

ISSN 0802-4103  
ISBN 82-426-0372-3

Forvaltningsområde:  
Kystøkologi  
Coastal ecology

Copyright © NINA  
Norsk institutt for naturforskning

Redaksjon:  
Tycho Anker-Nilssen og Eli Fremstad

Opplag: 75

Kontaktadresse:  
NINA  
Tungasletta 2  
7005 Trondheim  
Tlf.: 07 58 05 00

## Referat

Anker-Nilssen, T. 1993. Demografi hos sjøfugl: overlevelse for hekkende lunder på Røst. - NINA Oppdragsmelding 216: 1-16.

I årene 1990-92 ble 203 lunder *Fratercula arctica* som hekket i et oversiktlig felt i kolonien på Hernyken merket med individuelle kombinasjoner av fargeringer. Overlevende fugler ble registrert årlig i 1991-93, i første rekke gjennom systematisk observasjonsvirksomhet. Ved hjelp av programmet *SURGE* (Lebreton et al. 1992) ble fuglenes overlevelse estimert å være adskillig høyere fra 1990 til 1991 (95,8 %) enn året etter (90,5 %). Bestandsutviklingen i år hvor en rekruttering av nye hekkefugler ikke var forventet (1983-87 og 1990-93), indikerer at overlevelsen var langt dårligere midt på 1980-tallet. I så fall kunne en høyere dødelighet den gang ha sammenheng med større belastninger for hekkefuglene som følge av dårlige næringsvilkår, eller være en konsekvens av en høyere gjennomsnittsalder i populasjonen. Variasjonen i overlevelse fra år til år er imidlertid betydelig, og bør tallfestes bedre gjennom en videre oppfølging av undersøkelsen.

Emneord: Sjøfugl - demografi - lunde - Røst.

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

## Abstract

Anker-Nilssen, T. 1993. Seabird demography: survival of Puffins breeding in Røst. - NINA Oppdragsmelding 216: 1-16.

In 1990-92, a total of 203 Puffins *Fratercula arctica* breeding within an easily surveyed area in the colony of Hernyken was marked using individual combinations of colour rings. Surviving birds were registered each year in 1991-93, primarily by means of systematic observation. Using the computer programme *SURGE* (Lebreton et al. 1992), the survival of the birds was estimated to be considerably higher between 1990 and 1991 (95.8 %) than during the following year (90.5 %). The population development in years (1983-87 and 1990-93) when no recruitment of first breeders was expected due to previous reproductive failures indicate that the survival was significantly poorer during the middle of the 1980s. If so, a higher mortality at that time could have been related to higher strains for the breeding birds due to an inadequate food supply, or be a consequence of a generally higher age of breeders. However, the annual variation in survival is considerable and ought to be determined more accurately through a continuation of the study.

Key words: Seabirds - demography - Puffin - Røst.

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

## Forord

Denne rapporten er den første oppdragsmeldingen fra prosjektet *Demografi sjøfugl* som belyser voksendødelighet, kolonitrofasthet og alder ved rekruttering i viktige sjøfuglkolonier. Undersøkelsene ble innledet i 1990 som et samarbeidsprosjekt mellom NINA, Direktoratet for naturforvaltning (DN) og Fylkesmennenes miljøvern- og viltforvaltning i Nordland, Troms og Finnmark. Forvaltningsetatene har bidratt med midler fra Viltfondet (DN) og tilskudd til lokale vilttiltak (miljøvern- og viltforvaltning).

Feltarbeidet foregår på tre lokaliteter. Undersøkelser av hekkende lunder på Heryken i Røst rapporteres her, mens resultater fra studier på Grindøya i Troms (ærfugl) og Hornøy i Øst-Finnmark (krykkje, lomvi, polarlomvi og lunde) vil bli rapportert i en senere oppdragsmelding.

Da foreliggende rapport ble utarbeidet, var datagrunnlaget fra Hornøya ikke tilstrekkelig til å estimere lundenes overlevelse der. Det har derfor ikke vært mulig å gjøre en komparativ analyse av lundenes overlevelse på Røst og Hornøy i denne omgang, slik intensjonen var. Gjennom en sammenligning med bestandsutviklingen på Røst i en spesiell periode midt på 1980-tallet (da hekkebestanden manglet rekruttering), har det likevel vært mulig å belyse virkninger av endrede tilstander i kystøkosystemet mht. fuglenes næringsvilkår i hekketiden.

En stor takk rettes til de som utførte feltarbeidet på Røst, spesielt til Hilde Stol Øyan som utviste en sjelden innsatsvilje bak teleskopet både tidlig og sent, og til Per Anker-Nilssen som i lange perioder var ansvarlig for fangst og fargemerking av voksne fugler. Tomas Aarvak (i 1991) og Ingar Jostein Øien (i 1992) deltok i fangst- og fargemerkingarbeidet. Takk går også til Rob T. Barrett

og Magne Asheim som sørget for farger- ingene, til Harald Steen og Torkild Tverrå som ga meg en introduksjon til program- pakken CR, og til Svein-Håkon Lorentsen for verdifulle kommentarer til manuskriptet.

Trondheim mai 1993

Tycho Anker-Nilssen

# Innhold

	Side
Referat .....	3
Abstract .....	3
Forord .....	4
1 Innledning .....	6
1.1 Kort teoretisk bakgrunn .....	6
1.2 Lundebestanden på Røst .....	6
2 Metoder og materiale .....	8
2.1 Studieområde .....	8
2.2 Fargemerking .....	8
2.3 Registrering av fargemerkede fugler .....	9
2.4 Statistiske metoder .....	9
3 Resultater .....	11
3.1 Observasjonsfrekvens .....	11
3.2 Absolutt overlevelse .....	11
3.3 Estimert overlevelse .....	12
4 Diskusjon .....	13
5 Litteratur .....	15

# 1 Innledning

## 1.1 Kort teoretisk bakgrunn

Lunden kjennetegnes av sen kjønnsmodning (normalt minst 4-5 år), langsom reproduksjon (1-eggs kull) og høy levealder, egenskaper som er typiske for sterkt pelagisk tilknyttede sjøfugler. Det er derfor rimelig å forvente at den årlige overlevelsen blant voksne fugler er høy, og at de trolig er lite villige til å investere store ressurser i et enkelt avkom, siden én unge betyr lite sammenlignet med voksenfuglens potensiale for reproduksjonen i mange fremtidige hekkesesonger (jf. f.eks. Clutton-Brock 1991, Stearns 1992). Den voksne fuglen bør altså la hensynet til egen velferd komme i første rekke. Med et slikt utgangspunkt er det f.eks. lett å forstå at en svært betydelig reduksjon i næringstilgangen innen rekkevidde fra kolonien kan føre til at lundene avbryter hekkingen og forlater ungen.

Ved en mindre kritisk forverring av næringsforholdene er situasjonen en annen. Fuglene kan vanskelig forutse den videre utvikling, og det vil alltid være en mulighet for forbedring. Samtidig har den investeringen som på et gitt tidspunkt er nedlagt i årets hekking selvsagt en verdi. Det er derfor mulig at fuglene er villige til å løpe en økt dødsrisiko ved å bli i koloniområdet ved reduserte miljøbetingelser, selv om den maksimale risiko de aksepterer sikkert vil være langt mindre enn hos arter med raskere generasjonstid. Det er altså rimelig å anta at det ofte er en reell (om enn liten) endring i voksendødelighet knyttet til en reduksjon i næringsvilkårene, selv om den mest iøyenfallende effekten er redusert næringstilgang og dårligere vekst for ungene. Redusert overlevelse hos de voksne fuglene i denne forbindelse er altså en kostnad av reproduksjon, siden hensynet til reproduk-

sjon er den mest opplagte årsak til at fuglene blir værende i koloniområdet. At det er et problem å påvise kostnader av reproduksjon hos lengelevende arter med langsom reproduksjon (jf. f.eks. Clutton-Brock 1991) kan altså like gjerne være en konsekvens av at kostnadene normalt er svært beskjedne og at variansen i målemetodene ofte er stor. Dersom næringsgrunnlaget blir så dårlig at fuglene oppgir hekkingen langt tidligere enn normalt, kan det heller ikke avskrives at dette har en positiv virkning som kan måles i form av økt overlevelse.

Høy alder er ofte forbundet med økt dødelighet (f.eks. Aebischer 1986, Reid 1987, 1988, Aebischer & Coulson 1990, Pugsek & Diem 1990), enten som en direkte fysiologisk konsekvens eller som følge av at de eldste fuglene står for de største hekkeinvesteringene. Det siste forholdet kan forklares ved at den relative verdien av investeringene i et avkom øker med foreldrenes alder, siden de for hvert år stadig har mindre å tape (færre reproduktive år foran seg) på å ofre seg "litt ekstra".

## 1.2 Lundebestanden på Røst

Lundebestanden på Røst er den største sjøfuglkolonien på det norske fastlandet. I 1990 talte bestanden omlag 600 000 hekkende par (Anker-Nilssen 1991). Bare 10 år tidligere var imidlertid bestanden mer enn dobbelt så stor (Anker-Nilssen & Barrett 1991, Anker-Nilssen & Røstad 1993). Den viktigste årsaken til nedgangen var sammenbruddet i den atlantoskandiske sildestammen på slutten av 1960-tallet som førte til at lundene på denne delen av norskekysten ble utsatt for en langvarig næringskrise og fikk store problemer med å få frem unger (Barrett et al. 1987, Anker-Nilssen 1992). Forholdene er best studert på Røst, der lundene bare hadde tre vellykkede hekkesesonger i de første tyve årene etter silde-

krakket (Lid 1981, Anker-Nilssen 1987). I de fleste andre sesongene var ungedødeligheten nærmest total, og dette førte til en alvorlig rekrutteringssvikt for hekkebestanden (Anker-Nilssen 1992, Anker-Nilssen & Røstad 1993).

Siden 1983 har overvåkingen av lundebestanden på Røst foregått ved hjelp av en takseringsmetode som gjør det mulig å studere bestandsutvikling i relasjon til hekkettheten i ulike deler av kolonien (Anker-Nilssen & Røstad 1993). Metoden er benyttet både i år med og uten rekruttering av unge fugler til hekkebestanden, og resultatene indikerer at den årlige overlevelsen blant hekkende lunder midt på 1980-tallet var omkring 86-87 % (Anker-Nilssen & Røstad 1993). Det finnes imidlertid ikke tilstrekkelig grunnlag i internasjonal litteratur til å slå fast om dette var en unormalt dårlig overlevelse, selv om de fleste studier i utenlandske lundekolonier har dokumentert høyere verdier (se f.eks. Harris & Wanless 1991).

Situasjonen for lundene på Røst representerer en spesiell sjanse til å belyse eventuelle overlevelseskostnader av reproduksjon hos en lengelevende, langsomt reproduserende sjøfuglart. Studier av næringstilgangen til ungene i dårlige år på 1980-tallet antyder at den omfattende næringssvikten for ungene hvert år inntraff helt plutselig i begynnelsen av juli måned (Anker-Nilssen 1987). Dette kan også ha medført betydelig reduserte næringsvilkår for de voksne fuglene. Ungenes vekst i ukene forut for næringskrisen indikerte dessuten at det ikke på noe tidspunkt var mye næring å finne, og stor avstand til beiteområdene i åpent hav kan også ha medført spesielt store belastninger for de hekkende fuglene (Anker-Nilssen & Lorentsen 1990). Dersom de alt hadde nådd et relativt høyt belastningsnivå, kan en ytterligere og plutselig forverring i næringsvilkårene også tenkes å få uvanlig store konsekvenser for voksne individer. Det er

heller ikke gitt at lunden har utviklet tilpasninger som setter fuglene i stand til å justere sine hekkeinvesteringer på gunstigste måte i forhold til så omfattende og langvarige næringsproblemer som sildekrakket medførte for bestanden på Røst.

Etter en liten, men viktig økning i sildestammen i 1988 har lundene på Røst nå fire forholdsvis gode hekkesesonger bak seg (1989-92). I 1992 var veien til beiteområdene periodevis svært kort og fuglene tilbrakte mye tid inne i kolonien. Dette kan tyde på at kostnadene ved hekkingen var adskillig mindre enn i de magre årene, selv om det hvert år har vært tegn på betydelig næringssvikt sent i ungeperioden (første uke av august). På slutten av 1980-tallet skjedde det også en betydelig rekruttering av unge fugler (trolig fra årgangene 1983 og 1985) som forklarer hvorfor bestanden ikke har gått ytterligere tilbake. Dette innslaget av unge fugler kan også tenkes å ha hatt en positiv effekt på den generelle overlevelsen for hekkefuglene.

På denne bakgrunn er det derfor svært interessant å måle overlevelsen blant hekkende lunder på Røst i dag og sammenligne med den antatte overlevelsen midt på 1980-tallet. Nøyaktig kunnskap om overlevelsesrater og hvordan disse varierer med miljøbetingelsene, er nødvendig for å kunne vurdere hvilken tid og rekruttering som er nødvendig for at denne viktige sjøfuglbestanden skal bygge seg opp igjen. Selv tilsynelatende små demografiske endringer kan få store konsekvenser for utviklingen i en populasjon, og pålitelige verdier for disse parametre er helt avgjørende for å tolke de endringene registrerer i våre sjøfuglsamfunn.

Prosjektarbeidet på Røst har fokusert på å tallfeste overlevelsen for en naturlig funksjonerende bestand, uten å manipulere individene mer enn nødvendig av metodiske årsaker.



## 2 Metoder og materiale

### 2.1 Studieområde

Feltarbeidet ble utført på øya Hernyken (67° 26' N 11° 52' E) der NINA har en feltstasjon. Prøvefeltet for de demografiske studiene ble utvalgt i en sørvendt gressbakke med omkring 30° helning. Feltet er ca 20 x 30 m i utstrekning og befinner seg 8-16 m over havet. Det ligger i et tradisjonelt fangstområde for ringmerking av lunder ved nettfangst, og da undersøkelsen startet i 1990, var anslagsvis 40-50 % av de voksne fuglene i feltet allerede ringmerket.

### 2.2 Fargemerking

I årene 1990-92 ble henholdsvis 72, 110 og 21 voksne lunder fanget med mistnett i prøvefeltet og ringmerket med individuelle fargekoder (**tabell 1**). Arbeidet foregikk i ungeperioden, primært i juli måned. Samtlige fugler hadde eller fikk påsatt vanlig stålring i tillegg til fargeringer. 167 fugler

fikk 3 fargeringer hver, mens 36 fugler (i 1990) fikk 2 fargeringer hver. Det ble benyttet 8 ulike farger: hvit, gul, oransje, rød, grønn, blå, grå og svart. Ingen fugler fikk mer enn 2 ringer på hvert ben (metallring inkludert). Med unntak av 2 fugler i 1991, ble fargeringer bare påsatt individer som var ringmerket på stedet som voksen et tidligere år og/eller som bar mat beregnet på unge (**tabell 1**). Fugler i disse kategoriene ble regnet som hekkefugler. Som typisk for voksne lunder (jf. f.eks. Harris 1984) hadde samtlige fugler fler enn to nebbfurer (alle så nær som én hadde minst tre furer). De to individene i 1991 som hverken bar ring eller mat da de ble fanget, ble begge registrert i live samme sted året etter. De er derfor inkludert i beregningene av overlevelse på lik linje med de øvrige fuglene. Fargeringene på en fugl merket i 1991 ble tatt av i 1992 for ikke å skade den svært korte tarsen på dette individet. Fargemerkingen i 1992 ble begrenset til det som ble ansett nødvendig for å opprettholde et relativt stabilt antall fargemerkede lunder i feltet.

**Tabell 1** Antall voksne lunder ringmerket med individuelle fargekoder i prøvefeltet på Hernyken i 1990-92. Fugler i kategorien *Kontr.* var merket med stålring samme sted et tidligere år, mens de i kategorien *Ny* ble fanget og merket for første gang. - Number of adult Puffins ringed with individual colour codes in the study plot on Hernyken in 1990-92. *Kontr.* denotes birds banded with a steel ring at the same locality in some earlier year, while *Ny* are birds that were caught and ringed for their first time. Row categories are birds with (*med*) and without (*uten*) food load for chick.

Kategori Category	1990		1991		1992		Total		Sum
	Kontr.	Ny	Kontr.	Ny	Kontr.	Ny	Kontr.	Ny	
Med mat til unge	23	18	38	17	8	6	69	41	110
Uten mat til unge	31	0	53	2	7	0	91	2	93
Sum	54	18	91	19	15	6	160	43	203
Periode - Period	28.6-19.7		22.7-15.8		11.7-23.7				

**Tabell 2** Innsats og resultater for observering av fargemerkede lunder i prøvelfeltet på Hernyken i 1991-93. En observasjon (obs) er her definert som første registrering av et individ (ind) i en økt. I de oppgitte antall inngår ikke observasjoner av fugler det året de ble fargemerket. - Observation effort (no. of observation days, no. of observations bouts and mean no. of minutes per bout  $\pm$ SE) and results (no. of observations, no. of observations per minute, no. of individuals observed and no. of observations per individual) of the observation of colour-ringed Puffins sitting within the study plot on Hernyken in 1991-93.

År Year	Periode Period	Innsats - Effort			Resultater - Results			
		Antall dager	Antall økter	Min/økt $\bar{x} \pm SE$	Antall obs	Antall obs/min	Antall ind observert	Antall obs/ind
1991	9.5-14.5	6	12	100 $\pm$ 20	78	0,07	27	2,9
	10.6-23.6	10	25	101 $\pm$ 23	124	0,05	56	2,2
	Totalt 1991	16	37	100 $\pm$ 17	202	0,05	59	3,4
1992	5.5-10.5	5	15	80 $\pm$ 15	242	0,20	100	2,4
	17.6-20.7	14	39	92 $\pm$ 13	1122	0,31	156	7,2
	Totalt 1992	19	54	89 $\pm$ 10	1364	0,28	161	8,5
1993	5.5-8.5	4	8	162 $\pm$ 48	222	0,17	108	2,1

### 2.3 Registrering av fargemerkede fugler

Prøvelfeltet for demografistudiene ble overvåket hyppig, men uregelmessig i første halvdel av mai (tidlig i eggleggingsperioden) i 1991-93 og siste halvdel av juni (sent i rugeperioden) i 1991 og 1992 (**tabell 2**). Feltarbeidet er planlagt videreført i juni-juli 1993 på tilsvarende måte som i 1992. De 7 siste observasjonsøktene i 1992 ble gjennomført i de tre første ukene av juli (tidlig i ungeperioden). Av hensyn til lys- og vindforhold og detaljoversikt over deler av feltet, ble tre ulike observasjonsposter benyttet vekselvis. To av disse var på høyde med nederste kant av feltet, henholdsvis ca 10 m sør og 20 m sørøst for dette, mens den tredje lå like over fjæra, ca 75 m sørvest for feltet. Samtlige individuelle fargekoder som ble identifisert i hver økt ble notert. Med få unntak ble det også notert i hvilke av 37 ulike delfelt de enkelte

fuglene befant seg. Ingen fugler ble observert utenfor prøvelfeltet. De tilstøtende områdene var godt oversiktlige fra de samme observasjonspostene og ble stadig kontrollert.

I forbindelse med nettfangst av nye fugler for fargemerking i 1991, ble 30 (42 %) av de fargemerkede fuglene fra 1990 kontrollert, hvorav 5 individer ikke ble registrert på annen måte samme år (**tabell 3**). På tilsvarende måte ble 58 (32 %) av de 182 fuglene som ble fargemerket i 1990-91 kontrollert i 1992, hvorav bare 1 individ ikke ble registrert på annen måte.

### 2.4 Statistiske metoder

Absolutt overlevelse ble beregnet direkte ut fra forholdet mellom antall individer merket og det antall som beviselig (gjennom observasjon eller fangst) var i live på et gitt

**Tabell 3** Resultater for nettfangst av fargemerkede fugler i prøvefeltet på Herynken i 1990-92. - Results from the mist-netting of colour-ringed Puffins within the study plot on Herynken in 1990-92. The two main categories are birds colour-ringed in a previous year (I) and birds colour-ringed in the same year (II). Category I is further divided into no. of captures (a), no. of individuals caught (b) and no. of captured individuals that had not been observed that year (c, cf. Table 2), while category II is divided into no. of birds ringed (d), no. of retraps registered (e), and no. of individuals retrapped (f).

År	Periode	Fargemerket tidligere år (I)			Fargemerket samme år (II)		
		Antall fangster (a)	Antall individer (b)	Herav ind ikke obs (c)	Antall merket (d)	Antall kontroller (e)	Antall individer (f)
1990	7.7-10.8	-	-	-	72	21	18
1991	15.7-15.8	46	30	5	110	23	20
1992	30.6-15.8	77	58	1	21	6	6

tidspunkt. Disse estimatene er således minimumsverdier som må oppdateres løpende.

Lundenes overlevelse ble estimert ved å benytte programpakken *CR* (Capture-Recapture, versjon 1.0, Cézilly et al. 1993) som inneholder programmet *SURGE* som er utviklet av Lebreton et al. (1992). Dette programmet tar utgangspunkt i en såkalt *Cormack-Jolly-Seber*-modell for overlevelse, som ble utviklet på 60-tallet (Cormack 1964, Jolly 1965, Seber 1965). Lebreton et al. (1992) presenterer også en sammenfattet vurdering av dagens viktigste dataverktøy for å estimere overlevelse i populasjoner av individmerkede dyr. *SURGE* er nå trolig den mest aksepterte og best etablerte internasjonale standard for å estimere overlevelse og fangbarhet på grunnlag av data for fangst - gjenfangst av individmerkede dyr. En brukerveiledning for *SURGE* (versjon 4.1) er gitt av Pradel & Lebreton (1991). Programmet er meget fleksibelt og gjør det mulig å skreddersy modell- og parametervalg i nøye samsvar

med de biologiske og metodiske forutsetninger som ligger implisitt i datagrunnlaget. Modellprinsippet gjør det imidlertid ikke mulig å skille fangbarhet (registrerings-sannsynlighet) og overlevelse ved siste tidssteg. Dersom merking starter i år 1, kan overlevelsen frem til år 2 først estimeres pålitelig etter at data for år 3 foreligger.

*CR* omfatter også programmet *RELEASE* (versjon 2.4, Burnham et al. 1987) som kan kjøres interaktivt med *SURGE*. *RELEASE* ble benyttet til å teste forskjeller i overlevelse mellom to ulike kategorier av lunder (fugler med eller uten tidligere fangst-historie).

Til undersøkelsene på Røst er det også utarbeidet en relativt enkel logaritmisk modell for å estimere overlevelse. Prinsippet tar utgangspunkt i en betraktning av den kumulative fordeling av samtlige registrerte observasjoner, basert på hvor mange økter hvert enkelt individ ble observert i feltet. Abscissen i fordelingen har således benevnningen *minst observert i x antall økter*, mens *antall individer* er ordinat. Den del av

kurven som ligger til venstre for et eventuelt vendepunkt (fra tiltagende til avtagende forløp eller vice-versa) vurderes isolert. Avhengig av kurvens form (hyperbel eller parabel) ln-transformeres enten absisise eller ordinat for å rette kurven. Ved lineær regresjon estimeres deretter y-verdien for  $x = 0$ , dvs. det antall individer som ble sett minst *null* ganger. Dette er m.a.o. det totale antall fugler som er beregnet å ha vært i live på angjeldende tidspunkt. Fordelen med denne metoden er at den utnytter hele datagrunnlaget (og dermed individuelle forskjeller i fangbarhet), samtidig som den fremskaffer antatt pålitelige estimater allerede etter første tidssteg av undersøkelsen. Det kan også være mulig å beregne estimatenes varians. Foreløpig er imidlertid metoden på forsøksstadiet, og resultatene vil ikke bli diskutert i detalj.

## 3 Resultater

### 3.1 Observasjonsfrekvens

De fargemerkede lundene ble sett adskillig hyppigere i 1992 enn i 1991. I 1991 ble gjennomsnittsindividet sett 1 gang hver 18,1 observasjonstime, mens den tilsvarende observasjonshyppigheten var 1 gang pr 9,5 timer i 1992 (**tabell 2**). Dette gjenspeiles også i *SURGE*-estimatene for "registrerings-sannsynlighet" (recapture rate) ved hvert tidssteg, heretter kalt *fangbarhet* (uten hensyn til om grunnlaget for beregningen var kun observasjonsdataene eller samtlige registreringer av individene). Basert på observasjonsdataene var fangbarheten henholdsvis 82,7 % (SD = 4,7) og 97,1 % (SD = 1,4) i juni/juli 1991 og 1992. Tilsvarende verdier for materialet fra mai var henholdsvis 39,9 % (SD = 6,0) og 61,8 (SD = 3,8) i de to årene. Observasjonsinnsatsen var opplagt noe høyere den siste sommeren (**tabell 2**), men dataene bekrefter også det generelle inntrykket at fuglene tilbragte mer tid sittende i kolonien i 1992 enn året før.

### 3.2 Absolutt overlevelse

Den absolutte overlevelsen fra 1990 til 1991 var nær 96 % mens den var 89 % fra 1991 til 1992 (**tabell 4**). Den lavere overlevelsen det siste året skyldtes primært at relativt få av fuglene fra 1990 ble registrert i 1992. For fugler merket i 1991 var derimot den absolutte overlevelsen til 1992 nesten 94 %.

En av de fargemerkede lundene fra 1991 ble funnet død 16.7.92. Trolig ble denne fuglen enten utsatt for predasjon av svartbak eller slått ihjel mot bakken som følge av kraftige fallvinder i området samme dag.

**Tabell 4** Overlevelsesestimater for hekkende lunder på Heryken i årene 1990-92. Estimater beregnet ved hjelp av programmet *SURGE* (versjon 4.1, Pradel & Lebreton 1991) er angitt med  $\pm 1$  SD. Ved absoluttmetoden er alle registreringer benyttet (både observasjons- og fangstdata), mens bare observasjonsdataene ligger til grunn ved bruk av den logaritmiske modellen. *SURGE* ble benyttet på begge disse datagrunnlag (som angitt). Estimaterne i kolonnene (e) og (h) er angitt i prosent. - Survival estimates for breeding Puffins on Heryken in the years 1990-92. Estimates obtained by using the programme *SURGE* (versjon 4.1, Pradel & Lebreton 1991) are indicated with  $\pm 1$  SD. Absolute survival (*Absolutt*) was calculated using both observation and recapture data (*Alle reg.*), while the logarithmic model (*In-modell*) was only applied to the observation data (*Obs-data*). *SURGE* was used on both data sets (as indicated). The indexed columns are: time step number (a), based on no. of individuals (b), year of colour-ringing (c), individuals proved to be alive in the last year (d), minimum annual survival (e), no. of individuals observed alive in last year (f), no. of individuals estimated to be alive in last year (g), and estimated annual survival (h). The estimates in columns (e) and (h) are given as percentages.

Metode	Periode	Tidssteg	Individgrunnlag		Antall beviselig i live siste år	Minimum årlig overlevelse	Antall observert i live siste år	Antall ind estimert i live	Estimert årlig overlevelse
Method	Period	nr	Antall ind	Merket år	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
		(a)	(b)	(c)					
Absolutt	1990-91	1	72	1990	69	95,8			
	1991-92	2	69	1990	59	85,5			
	1991-92	2	110	1991	103	93,6			
	1991-92	2	182	1990-91	162	89,0			
In-Modell	1991-92	2	110	1991			103	103,8	94,4
	1991-92	2	182	1990-91			161	172,4	94,7
	1990-92	1-2	72	1990			58	64,5	94,6
<i>SURGE 4.1</i>	1990-91	1	72	1990				Obs-data:	94,2 $\pm$ 2,9
	1990-91	1	72	1990				Alle reg.:	95,8 $\pm$ 2,8
	1991-92	2	182	1990-91				Obs-data:	90,5 $\pm$ 2,3
	1991-92	2	182	1990-91				Alle reg.:	90,5 $\pm$ 2,3

### 3.3 Estimert overlevelse

Det var ikke mulig å påvise noen forskjell i overlevelse mellom de individene som hadde ring fra tidligere år (kategori *Kontr.* i **tabell 1**) og de individene som ble fanget for første gang da de fikk fargeringer (kategori *Ny* i **tabell 1**) ( $\chi^2 = 3,479$ ,  $df = 4$ ,  $p = 0,481$ ).

*SURGE*-programmet ble først benyttet på et datasett der observasjonsmaterialet var fordelt på 3 ulike tidssteg; 1990-91, 1991-92 og 1992-93. Både overlevelse og fangbarhet

(dvs. sannsynligheten for at et individ som var i live skulle bli observert og/eller fanget) ble angitt å variere fra tidssteg til tidssteg i beregningene. Deretter ble samme analyse gjentatt etter at alle registreringer ble inkludert (dvs. også data fra fangst med nett). Bare for første tidssteg ga de to datagrunnlagene ulike verdier, men forskjellen var relativt beskjeden (**tabell 4**). Da *SURGE* ble benyttet på hele datasettet, ble overlevelsesestimater fra 1990 til 1991 identisk med den absolutte overlevelsen utregnet for samme datasett (95,8 %). Dette antyder at observasjonsinnsatsen var meget tilfredsstillende også i 1991.

Overlevelsen i tidssteg 2 (1991-92) ble estimert til 90,5 % med begge datagrunnlag. Denne verdien var i begge tilfeller signifikant mindre enn tilsvarende estimat for tidssteg 1 (obs-data:  $t = 9,749$ ,  $df = 6$ ,  $p < 0,001$ ; alle data:  $t = 14,933$ ,  $df = 6$ ,  $p < 0,001$ ).

Dataene ble også analysert med to tidssteg pr år (mai-juni/juli og juni/juli-mai) der overlevelsen fra mai til juni/juli i samme år ble satt konstant til 100 %. Dette reduserte den absolutte forskjellen mellom de to overlevelsesestimaterne noe, og ga henholdsvis 94,0 % (SD = 3,1) for 1990-91 og 91,0 % (SD = 2,3) for 1991-92. Likevel var overlevelsen igjen signifikant forskjellig i de to tidsstegene ( $t = 7,320$ ,  $df = 6$ ,  $p < 0,001$ ).

Det var ikke tilstrekkelig stort datagrunnlag til å estimere overlevelsen fra 1990 til 1991 ved hjelp av ln-modellen. Anvendt på datasettet for tidssteg 2 (1991-92) bekrefter modellen den høye overlevelsen for fugler fargemerket i 1991, men metoden resulterer også i et høyere generelt estimat enn *SURGE* gir for det samme tidssteget, og antyder således en bedre overlevelse for fuglene fra 1990.

## 4 Diskusjon

Den registrerte forskjellen i overlevelsen for lundene i de to første årene på 1990-tallet er relativt betydelig. Enkle modeller har vist at gjennomsnittsindividet hos en art med en årlig overlevelse på 96 % (slik som målt for Røst-lundene fra 1990 til 1991) kan forvente å hekke i 17 sesonger (Wooller et al. 1992). En voksen lunde vil dermed ha en forventet levealder på ca 22 år, dersom gjennomsnittlig alder ved kjønnsmodning er 5 år (f.eks. Hudson 1985). En reduksjon i overlevelsen fra 95,8 % til 90,5 % (som Røst-dataene antyder for 1991-92) innebærer imidlertid at livslengden (som hekkefugl) blir redusert med hele 56 %, siden voksendødeligheten øker fra 4,2 % til 9,5 %. Dette reduserer det forventede antall hekkesesonger til 7-8 og levealderen til 12-13 år. Med en overlevelse på 86-87 % (som antas å ha vært rådende på Røst midt på 1980-tallet) blir disse estimatene redusert ytterligere til bare 5-6 sesonger og ca 10 år.

Dersom man sammenligner overlevelsesestimaterne med den bestandsutvikling som ble målt i samme periode, så bidrar undersøkelsen til å anskueliggjøre den betydelige årlige usikkerheten som ligger i overvåkningsresultatene. Årsaken er at takseringsenheten som benyttes i overvåkingen er en tilsynelatende trafikkert reirgang. Dermed er resultatene svært følsomme for en eventuell årlig variasjon i hvor stor andel av de voksne fuglene som hekker hvert år. Ashcrofts (1979) studier gjennom 6 år i kolonien på Skomer Island i Wales kan illustrere hvor stor denne variasjonen kan være. Hun fant at det hvert år var mellom 20 og 27 % av lundene som ikke okkuperte noen reirhule, mens ytterligere 2-7 % senere oppgav den reirhulen de forsvarte i starten av sesongen. Slik variasjon kan ikke registreres eller kontrolleres med den takser-

ingsmetodikk som benyttes for lunde, og det er derfor ikke relevant å diskutere resultater fra enkeltår isolert. Eksempelvis står den takserte tilbakegangen på 9,1 % fra 1990 til 1991 i sterk kontrast til den høye overlevelsen i samme tidsrom, mens den tallmessige økningen i bestanden på 4,5 % året etter var ledsaget av en sterkt redusert overlevelse. Slike tilsynelatende selvmotsigende resultater kan nettopp være forårsaket av slike variasjoner i lundenes hekkeadferd, og forskjellene kan dessuten bli forsterket av den variansen som må tilskrives det enkelte takseringsresultat (jf. Anker-Nilssen & Røstad 1993).

Resultatene blir langt mer pålitelige når flere år betraktes under ett. Igjen kan historien for lundene på Røst by på en ganske unik sammenligningsmulighet. Siden reproduksjonen sviktet nærmest fullstendig i årene 1986-88 (Anker-Nilssen & Lorentsen 1990, Anker-Nilssen 1992), kunne ingen betydelig rekruttering av hekkefugler forventes i de første årene på 90-tallet. Med bakgrunn i at etablerte hekkefugler er svært trofaste til hekkekolonien (se f.eks. Harris 1984), burde derfor bestandsendringen i årene 1990-93 samsvare ganske godt med voksendødeligheten i samme periode. Dette er da også tilfellet. Bestanden gikk tilbake med 16,9 % i disse årene (jf. data rapportert av Lorentsen 1992, samt unpubl. data for 1993), dvs. en årlig nedgang på 6,0 %. Uten noen form for rekruttering tilsvarer dette en årlig overlevelse på 94,0 % for hekkende fugler, som er ubetydelig høyere enn gjennomsnittet for de to overlevelsesestimaterne (93,2 %).

Det er altså flere tegn som tyder på at overlevelsen til voksne lunder på Røst er bedre i dag enn den var for relativt få år tilbake. De mest nærliggende årsaker til dette er antydning innledningsvis og omfatter større belastninger for hekkefuglene den gang som følge av dårlige næringsvilkår, samt en høyere gjennomsnittsalder i populasjonen i årene før den gode reproduksjonen

i 1983 resulterte i en betydelig rekruttering av nye hekkefugler (Anker-Nilssen 1992, Anker-Nilssen & Røstad 1993).

Det er likevel viktig å understreke at dataene indikerer en meget stor variasjon fra år til år, hvor dødeligheten ett år kan være mer enn dobbelt så stor som året etter. Denne variasjonen er så betydelig at den bør tallfestes i et datagrunnlag som minimum strekker seg over en periode som er 2-3 år lenger. Inntil slike data foreligger, er det umulig å fastslå hvor stor forbedringen i overlevelse har vært. Foreløpig er det derfor også lite hensiktsmessig å beregne i ytterligere detalj hvilke konsekvenser endringene kan ha for utviklingen i hekkebestanden på Røst.

## 5 Litteratur

- Aebischer, N.J. 1986. Retrospective investigation of an ecological disaster in the Shag, *Phalacrocorax aristotelis*: a general method based on long-term marking. - *J. Anim. Ecol.* 55: 613-629.
- Aebischer, N.J. & Coulson, J.C. 1990. Survival of the kittiwake in relation to sex, year, breeding experience and position in the colony. - *J. Anim. Ecol.* 59: 1063-1071.
- 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. 1991. Taksering av lunde i risikoområdet for Midt-norsk sokkel. - I Børresen, J.A. & Moe, K.A. red. AKUP Årsrapport 1990. Olje- og energidepartementet, Oslo. s. 13-18 (seksjon I).
- Anker-Nilssen, T. 1992. Food supply as a determinant of reproduction and population development in Norwegian Puffins *Fratercula arctica*. - Dr. scient. avhandling, Zool. Inst., Univ. Trondheim. 46 s. + 5 artikler.
- Anker-Nilssen, T. & Lorentsen, S.-H. 1990. Distribution of Puffins *Fratercula arctica* feeding off Røst, northern Norway, during the breeding season, in relation to chick growth, prey and oceanographical parameters. - *Polar Research* 8: 67-76.
- Anker-Nilssen, T. & Barrett, R.T. 1991. Status of seabirds in northern Norway. - *Brit. Birds* 84: 329-341.
- Anker-Nilssen, T. & Røstad, O.W. 1993. Census and monitoring of Puffins *Fratercula arctica* on Røst, N Norway, 1979-1988. - *Ornis Scand.* 24: 1-9.
- Ashcroft, R.E. 1979. Survival rates and breeding biology of Puffins on Skomer Island, Wales. - *Ornis Scand.* 10: 100-110.
- Barrett, R.T., Anker-Nilssen, T., Rikardsen, F., Valde, K., Røv, N. & Vader, W. 1987. The food, growth and fledging success of Norwegian Puffin chicks *Fratercula arctica* in 1980-1983. - *Ornis Scand.* 18: 73-83.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R., White, G.C., Brownie, C. & Pollock, K.H. 1987. Design and analysis methods for fish survival experiments based on release-recapture. - *Am. Fish. Soc. Monogr.* 5.
- Cézilly, F., Pradel, R., Viallefont, A. & Lebreton, J.-D. 1993. Working with C.R. version 1.0. - International workshop on survival analysis of recapture data from marked animal populations, 15-19 februar 1993. Rapport, CNRS-CEFE, Montpellier, Frankrike. 52 s.
- Clutton-Brock, T.H. 1991. The evolution of parental care. - *Princeton Univ. Press, New Jersey.* 352 s.
- Cormack, R.M. 1964. Estimates of survival from the sighting of marked animals. - *Biometrika* 51: 429-438.
- Harris, M.P. 1984. The Puffin. - T & A D Poyser Ltd., Calton, England. 224 s.
- Harris, M.P. & Wanless, S. 1991. Population studies and conservation of Puffins *Fratercula arctica*. - I Perrins, C.M, Lebreton, J.-D. & Hirons, G.J.M. red. *Bird Population Studies: Relevance to Conservation and Management.* Oxford Univ. Press. s. 230-248.
- Hudson, P.J. 1985. Population parameters for the Atlantic Alcidae. - I Nettleship, D.N. & Birkhead, T.R. red. *The Atlantic Alcidae. The evolution, distribution and biology of the auks inhabiting the Atlantic Ocean and adjacent water areas.* Academic Press. s. 233-261.



- Jolly, G.M. 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration-stochastic model. - *Biometrika* 52: 225-247.
- 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. 1992. Det nasjonale overvåkingsprogrammet for hekkende sjøfugl. Resultater fra 1992. - *NINA Oppdragsmelding* 166: 1-60.
- Pradel, R. & Lebreton, J.-D. 1991. User's manual for program SURGE Version 4.1. - Upubl. rapport, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, CNRS, Montpellier, Frankrike. 35 s.
- Pugesek, B.H. & Diem, K.L. 1990. The relationship between reproduction and survival in known-aged California Gulls. - *Ecology* 71: 811-817.
- Reid, W.V. 1987. The cost of reproduction in the glaucous-winged gull. - *Oecologia* 74: 458-467.
- Reid, W.V. 1988. Age-specific patterns of reproduction in the Glaucous-winged Gull: increased effort with age? - *Ecology* 69: 1454-1465.
- Seber, G.A.F. 1965. A note on the multiple recapture census. - *Biometrika* 52: 249-259.
- Stearns, S.C. 1992. The evolution of life histories. - Oxford Univ. Press, Oxford. 249 s.
- Wooller, R.D., Bradley, J.S. & Croxall, J.P. 1992. Long-term population studies of seabirds. - *TREE* 7: 111-114.

216

nina  
oppdrags-  
melding

ISSN 0802-4103  
ISBN 82-426-0372-3

Norsk institutt for  
naturforskning  
Tungasletta 2  
7005 Trondheim  
Tel. 07 58 05 00