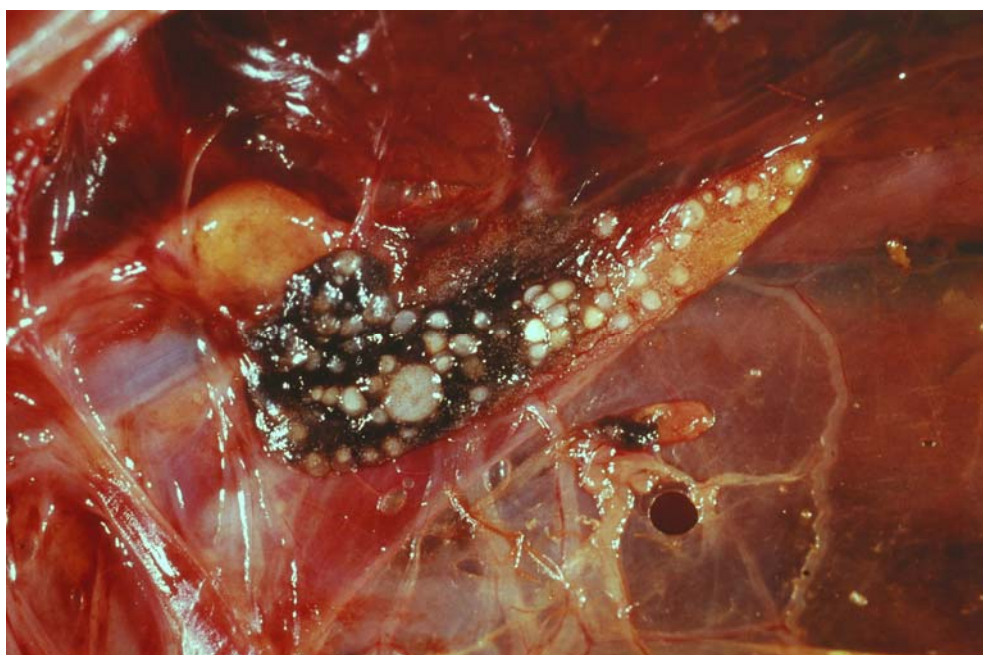


Dødsårsak og opprinnelse for alkefugler som strandet på Rogalandskysten i februar 2003

Tomas Aarvak
Tycho Anker-Nilssen



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Norsk institutt for naturforskning

Dødsårsak og opprinnelse for alkefugler som strandet på Rogalandskysten i februar 2003

Tomas Aarvak
Tycho Anker-Nilssen

Aarvak, T. & Anker-Nilssen, T. 2005. Dødsårsak og opprinnelse for alkefugler som strandet på Rogalandskysten i februar 2003 – NINA Rapport 95. 24 pp.

Trondheim, november 2005

ISSN: 1504-3312

ISBN: 82-426-1641-8

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Tomas Aarvak, Tycho Anker-Nilssen

KVALITETSSIKRET AV

Svein-Håkon Lorentsen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Inga E. Bruteig (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvern avdelingen

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Anders T. Braa

FORSIDEBILDE

Ovariet til en voksen lomvi. Den største follikkelen er ca 4 mm i diameter © Tycho Anker-Nilssen (Skagerrak, januar 1981)

NØKKEWORD

Sjøfugl, alkefugler, massedød, sult, oljesøl, biometri, bestandstilørighet

KEY WORDS

Seabirds, auks, wreck, starvation, oiling, morphometry, origins

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA Trondheim

NO-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Postboks 736 Sentrum

NO-0105 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 33 11 01

NINA Tromsø

Polarmiljø senteret

NO-9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkelgården

NO-2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

<http://www.nina.no>

Sammendrag

Aarvak, T. & Anker-Nilssen, T. 2005. Dødsårsak og opprinnelse for alkefugler som strandet på Rogalandskysten i februar 2003. – NINA Rapport 95. 24 pp.

Etter en episode med massedød av sjøfugler tidlig i februar 2003 på kysten av Rogaland, ble et utvalg på 70 av de i alt 593 døde eller døende alkefuglene som ble registrert strandet undersøkt i henhold til internasjonalt standardiserte metoder for å fastslå deres dødsårsak, kjønns- og aldersfordeling, og geografiske opprinnelse. Selv om voksne fugler utgjorde mindre enn halvparten av utvalget, viste en sammenligning av deres vingelengder med de for levende voksenfugler i ulike kolonier at det mest sannsynlige opphavet til lomviene *Uria aalge* (63 % av ofrene), alkene *Alca torda* (3 %) og lundene *Fratercula arctica* (10 %) var kolonier i Skottland, for alke muligens også i Irland. Gjenfunn av ringmerkede fugler var viktig tilleggsinformasjon til denne vurderingen. Noen få fugler fra kolonier i Sørvest-Norge ble muligens også berørt. Alkekongene *Alle alle* (8 % av ofrene) tilhørte trolig nominat-underarten *A. a. alle* og stammet derfor mest sannsynlig fra Svalbard eller Øst-Grønland. Alle de undersøkte fuglene var ekstremt avmagret og hadde høyst sannsynlig omkommet av sult. En påfølgende episode med massedød i samme område litt senere i måneden (medregnet i den angitte artsfordelingen) skyldtes imidlertid et tilfelle av oljeforurensning, selv om den kan ha blitt forsterket av den generelt dårlige kondisjonen til fuglene i området.

Tomas Aarvak (tomas@birdlife.no) & Tycho Anker-Nilssen (tycho@nina.no)
Norsk institutt for naturforskning, NO-7485 Trondheim

Abstract

Aarvak, T. & Anker-Nilssen, T. 2005. Cause of death and the origin of auks beached at the coast of Rogaland in February 2003. – NINA Rapport 95. 23 pp.

Following a seabird wreck in early February 2003 along the coast of Rogaland, SW Norway, a sample of 70 of the 593 dead or dying beached auks registered were examined using internationally standardised procedures to assess their cause of death, sex and age distributions, and geographical origins. Although fewer than half the birds were adults, comparing their wing lengths with those of live birds at different breeding sites identified the most likely origins of common guillemots *Uria aalge* (comprising 63 % of the toll), razorbills *Alca torda* (3 %) and Atlantic puffins *Fratercula arctica* (10 %) to be colonies in Scotland, for razorbills possibly also in Ireland. Recoveries of ringed birds corroborated this assessment. A few birds from colonies in SW Norway may also have been hit. The little auks *Alle alle* (8 % of the toll) appeared to belong to the nominate subspecies *A. a. alle* and most probably came from Svalbard or eastern Greenland. All birds examined were extremely emaciated and had most likely starved to death. However, another wreck in the same area later in the month (included in the species account) was caused by an oiling incident, even if its consequences might have been exacerbated by the generally poor condition of the birds present in the area.

Tomas Aarvak (tomas@birdlife.no) & Tycho Anker-Nilssen (tycho@nina.no)
Norwegian Institute for Nature Research, NO-7485 Trondheim, Norway

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning.....	7
2 Materiale og metode	7
2.1 Innsamling av døde fugler	7
2.2 Morfologisk undersøkelse	8
2.3 Data og statistisk analyse	9
3 Resultater	9
3.1 Kønns- og aldersfordeling	9
3.2 Biometri	10
3.3 Kondisjon	10
3.4 Oljeforurensning	10
3.5 Dødsårsak	10
3.6 Populasjonstilhørighet	11
3.6.1 Lomvi	11
3.6.2 Alke	15
3.6.3 Alkekonge	17
3.6.4 Lunde	17
4 Diskusjon.....	20
5 Referanser	22

Forord

Døde eller døende sjøfugler strander mer eller mindre kronisk på de norske nordsjøstrendene. Antallet varierer betydelig men er høyest i vinterhalvåret. Av og til inntreffer episoder som best karakteriseres som massedød. Disse er gjerne forbundet med større oljesøl eller perioder med sult. Selv om slike hendelser ikke nødvendigvis vitner om betydelig skade på de berørte bestandene, så kan de gjøre det. Kanskje er det bare et fåtall av ofrene som strander mens de fleste forsvinner i åpent hav. Dessverre er som regel omfattende og langsiktige undersøkelser nødvendige for å spore effekter på bestandene av enkelthendelser utenfor hekkesesongen. Noe av årsaken ligger i at trekkende og overvintrende sjøfugler vanligvis er langt hjemmefra og at vi sjelden har tilstrekkelig kunnskap om deres bestandstilhørighet (hvilke hekkeområder de kommer fra). Dessuten kan ulike geografiske bestander av samme art oppholde seg i skadeområdet samtidig. Dette kompliserer arbeidet med å bestemme deres opprinnelse og dermed også å beregne de endelige effekter. En pålitelig måling av effektene kan bare skje på hekkeplassene i ettertid og fordrer dessuten kunnskap om hva som ellers påvirker de berørte bestandenes utvikling. Dette må derfor ses i sammenheng med at individene i mange av de mest sårbare bestandene har lang levetid og legger få egg.

Likevel kan enhver episode med massedød av sjøfugl utnyttes til å bedre kunnskapen om de temporære bestandene. For eksempel vil en høy andel ungfugler blant de som strander redusere sannsynligheten for det har inntruffet alvorlig skade på opphavsbestanden. Videre vil biometriske analyser av voksne individer fra samme episode i de fleste tilfeller være den beste metoden til å bestemme hvor fuglene kommer fra, særlig når de kan sees i sammenheng med tilsvarende analyser av andre fugler fra samme område og årstid. Ved å presentere våre undersøkelser av et utvalg alkefugler innsamlet i forbindelse med et større innsig av døde sjøfugler på Rogalandskysten i februar 2003, er denne rapporten en av mange brikker i dette puslespillet. Fuglene ble obdusert ved NINA i den hensikt å bestemme deres

- arts-, kjønns- og aldersfordeling
- tilstand, herunder individenes kondisjon og fjærdraktens beskaftenhet
- sannsynlige dødsårsaker basert på grad av oljeskader, kondisjonsmål og vekt
- mest sannsynlige opprinnelse basert på biometriske mål av ytre strukturer

Vi takker Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen for oppdraget og deres vilje til å ta denne type episoder på alvor. Spesiell takk går til viltforvalter Anders Braa som var vår kontakt hos fylkesmannen, til naturforvalter Tor Asbjørn Aslaksen Simonsen, miljøvernrådgiver Bjørn Reppe og Arne Innbjo som sammen med Arnt Kvinnesland og andre medlemmer av Karmøy Ringmerkingsgruppe forestod innsamlingen av fugler i Karmøy kommune, og til Tor Oddvar Hansen for data fra Lista. Takk også til Vidar Bakken for tilgang til en global database over ringmerkingsfunn av lomvi, og til Ommo Hüppop (Vogelvarte Helgoland), Rob Barrett (Tromsø Universitetsmuseum) og Vidar Bakken for tillatelse til å bruke upubliserte biometriske mål for lomvi som de har innsamlet i ulike hekkekolonier.

Trondheim, november 2005
Tomas Aarvak og Tycho Anker-Nilssen

1 Innledning

Massedød av sjøfugl forekommer både i Atlanterhavet og Stillehavet, og fra tid til annen resulterer dette i at hundrevis eller tusenvis av døde eller døende sjøfugl blir skyllet i land (f.eks. Piatt & Pelt 1997). Alkefugler utgjør ofte en større andel av slike "wrecks". Årsakene til episodene blir sjelden godt dokumentert, men både sult, sykdommer, parasitter og menneskeskapte forurensninger, ikke minst av olje, har ført til massedød av sjøfugl.

To slike episoder inntraff på Vestlandet i februar 2003. Tidlig i måneden ble det funnet mange døde individer uten synlige oljeskader, mens det mot slutten av måneden strandet et større antall oljetilsølte individer (Eldøy 2004). Episodene utløste en innsamlingsaksjon i regi av Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Rogaland. Et utvalg av individene som ble innsamlet ble oversendt NINA for obduksjon. Hensikten var å avdekke fuglenes dødsårsak, deres kjønns- og aldersfordeling og mest sannsynlige geografiske opphav. De to episodene synes å ha to forskjellige årsaker. Den siste var sannsynligvis forårsaket av et utslipp av råolje fra en utenlandsk oljetanker Eldøy (2004).

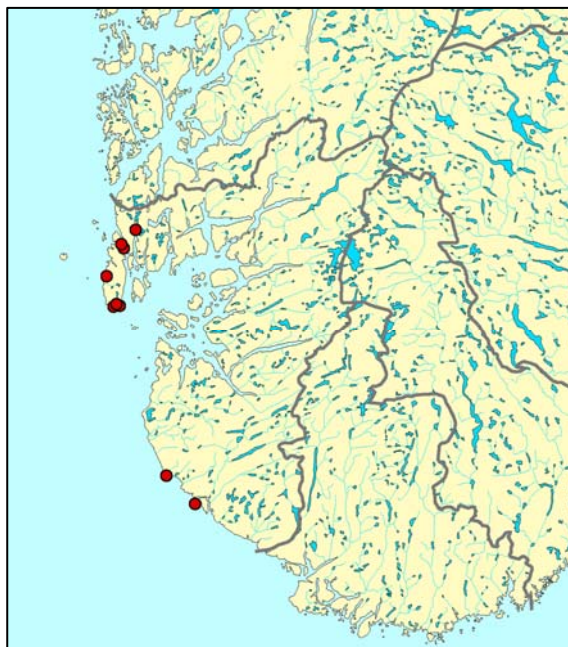
For flere av sjøfuglartene og da spesielt alkefuglene, er det mulig å skille ulike hekkepopulasjoner ved hjelp av biometriske mål på fuglene. Det er f.eks. vist at kroppsstørrelse, slik den bl.a. reflekteres i vingelengde, varierer med kolonitilhørighet (bl.a. Barrett et al. 1985, 1997, Anker-Nilssen et al. 1988, 2003, Jones 1990). Hos flere arter er det påvist en klar negativ gradient mellom vingelengde og sjøtemperaturen i koloniområdet i hekketiden (Barrett et al. 1997, Anker-Nilssen et al. 2003). At kroppsstørrelsen øker nordover ("Bergmanns regel", Bergmann 1847) er forventet både av hensyn både til fuglenes termoregulering og deres flygekostnader, siden temperaturen synker og avstanden til vinterområdene gjerne ofte øker jo lenger nord arten hekker. Det er likevel uklart i hvilken grad dette er genetisk manifestert i bestanden eller helt eller delvis er en fenotypisk respons.

2 Materiale og metode

2.1 Innsamling av døde fugler

Miljøvernnavdelingen hos Fylkesmannen i Rogaland organiserte innsamling av døde sjøfugler i fylket i perioden 11–16 februar 2003. Totalt ble det innsamlet 71 individer. Fuglene fordelte seg med fire individer fra Eigersund kommune, 13 fra Hå kommune, 44 fra Karmøy kommune, en fra Rennesøy kommune og åtte fra Tysvær kommune (**figur 1**). Forsendelsen av et individ (en lunde) var ikke merket med lokalitet eller kommunenavn. Av de undersøkte individene ble 18 innsamlet som ferske (0-1 døgn), 25 som relativt ferske (2-4 dager gamle) og 17 som gamle (5-10 dager), mens de øvrige 11 individene ikke ble klassifisert.

Alle fuglene ble innsamlet i en periode som sammenfaller med den første av to episoder av massedød av sjøfugler vinteren 2003.



Figur 1. Lokalteter i Rogaland hvor det ble innsamlet døde sjøfugler i februar 2003 for senere obduksjon ved NINA i Trondheim.

2.2 Morfologisk undersøkelse

De 71 innsamlede sjøfuglene ble sendt i frossen tilstand til NINA og fordelte seg på 15 lomvi (21 %), ni alker (13 %), 13 alkekonger (18 %), 33 lunder (46 %) og en sjørørre (1 %). Fuglene ble tinet ved romtemperatur og obdusert i henhold til metodene beskrevet av Jones et al. (1982), slik de er gjengitt og videreutviklet av Anker-Nilssen og Lorentsen (2003). Alle fugler ble arts-, kjønns- og aldersbestemt så langt det lot seg gjøre. Siden det store flertallet av de aktuelle artene ikke har noen tydelig kjønnsdimorfisme i drakt eller størrelse, ble kjønnsbestemmelsen basert på eksaminasjon av indre kjønnsorganer (gonader). Flere av kadavrene var så påspist av åtseletere at de ikke lot seg kjønnsbestemme.

For alle fugler ble følgende utvendige mål tatt når det var mulig: vingelengde, nebbelengde, hodelengde (inkl. nebb), nebbhøyde, interorbital distanse (avstand mellom øynene over øyekammen) og tars. For individer med relativt intakte kropper ble fettmengde målt som tykkelse på underhudsfett (vurdert på rangskala 0-3) og mengden av fett lagret i bakerste del av kroppshulen (rang 0-3). Også størrelsen til venstre testikkel (hanner) eller største follikkel (hunner) ble målt, men disse dataene er ikke benyttet i den videre analysen her.

Grad av oljeforurensning i fjærdrakten ble bedømt (se Anker-Nilssen & Lorentsen 2003 for metode). Fra fem av i alt 11 fugler som hadde olje i fjærdrakten ble det tatt prøver av oljen som ble videresendt til SINTEF i Trondheim for analyse av oljens opprinnelse (**tabell 1**).

Tabell 1. Oversikt over fjærprøver med olje sendt SINTEF Trondheim for analyse. De yngste fuglene var 2K, dvs. fugler i sitt andre kalenderår (her første vinter). Voksne lunder ble bestemt til 4K+ (minst i sitt fjerde kalenderår, her tredje vinter eller eldre). Voksne lomvier ble bestemt til 3K+ (minst i sitt tredje kalenderår, her andre vinter eller eldre). Fett sub. = underhudsfett, Fett dep. = fett bakerst i kroppshulen.

Art	Alder	Olje %	Ving mm	Kropps-vekt g	Fett sub.	Fett dep.	Olje-prøve nr.	ID oljeprøve SINTEF	Funndato	Lokalitet	Kommune
Lomvi	2K+	20	200		0	-	1	2003-0590	11.02.2003	Lahammer	Karmøy
Lomvi	3K+	30	206	691	0	1	4	2003-0596	11.02.2003	Karmøy	Karmøy
Lunde	2K	10	149	280	0	0	2	2003-0594	11.02.2003	Lahammer	Karmøy
Lunde	2K	10	156	350	0	0	3	2003-0595	11.02.2003	Lahammer	Karmøy
Lunde	4K+	5	171	342	0	0	5	2003-0597	12.02.2003	Bøvågen	Karmøy

Som referansemateriale for vurdering av sannsynlig populasjonstilhørighet for de innsamlede alkefuglene ble biometriske data hentet fra en rekke vitenskapelige artikler (Myrberget 1963, Vaurie 1965, Grandjean 1972, Ashcroft 1976, Petersen 1976, Norderhaug 1980, Roby et al. 1981, Anker-Nilssen et al. 1988, 2003, Anker-Nilssen & Lorentsen 1995, Harris 1984, Barrett et al. 1985, 1997, Jones 1990, Moen 1991, Stempniewicz et al. 1996 og Camphuysen 2003) og fra upubliserte databaser over biometri for hekkefugler fra en rekke andre kolonier. Tillatelse til bruk av upubliserte norske data fra ble gitt av Vidar Bakken, Rob Barrett og TAN, mens Ommo Hüppop ga oss tilgang til upubliserte data for lomvi fra Helgoland. Tilsvarende biometrisk kunnskap finnes ikke for sjørørre, og med bare ett innsendt individ (forøvrig en hunn av ukjent alder) ble denne arten droppet i de videre analysene som derved kun fokuserer på alkefuglene.

Etter avsluttet laboratorieundersøkelse ble noen av de hele skrottene dypfrysst og sendt til Senckenberg Naturhistorische Museum i Frankfurt am Main, Tyskland, hvor de ble rensert (av en egen art afrikansk åtselbille) og innlemmet i museets samling av fugleskjeletter. Dette materialet bestod av ni lomvi, 11 alkekonger, ni lunder, seks alker og sjørørren.

2.3 Data og statistisk analyse

Siden vi ikke hadde gode data for sjøtemperatur lett tilgjengelig, valgte vi å bruke breddegrad som en enkel, men rimelig tilnærming for å beskrive en klimatisk gradient i fuglenes størrelse. Langs det norske fastlandet vil dette ikke påvirke gradienten i vesentlig grad (se f.eks. figur 4 i Barrett et al. 1985 i forhold til figur 1 i Anker-Nilssen et al. 2003).

De fleste analysene ble utført med Microsoft® Office Excel 2002 for Windows. Forskjeller i vingelengder mellom grupper ble utført med t-test for små utvalg ($n < 30$) med antatt ulik varians mellom gruppene (Parker 1979). Dette måtte gjøres manuelt ved å bruke mål for gjennomsnitt, standardavvik (SD) og utvalgsstørrelse (n) som inngangsverdier i algoritmen for denne t-testen, fordi vi ikke hadde tilgang til de komplette datasettene med individuelle verdier for studier på andre lokaliteter.

Vidar Bakken stilte velvillig til vår disposisjon en komplett database med alle verdens gjenfunn av lomvi fram t.o.m. 1999. Bakken har sammenstilt denne databasen med bidrag fra en lang rekke personer og institusjoner i tett samarbeid med deltakere i CBird, en sirkumpolar arbeidsgruppe på sjøfugl i regi av CAFF (www.caff.is). Basen er blant annet grunnlag for Bakkens eget forskningsarbeid på lomvi. Gjenfunn av britiskmerkede lomvi, alke, alkekonge og lunde på norskysten ble mottatt fra *BTO Ringing scheme*, som er finansiert av *British Trust for Ornithology*, *Joint Nature Conservation Committee* (England, Skottland og Wales), *The National Parks and Wildlife Service* (Irland) og ringmerkerne selv.

3 Resultater

3.1 Kønns- og aldersfordeling

Tabell 2. Kønns- og aldersfordeling hos dissekerte alkefugler fra Rogalandskysten i februar 2003. De yngste fuglene var 2K, dvs. fugler i sitt andre kalenderår (her første vinter). Andelen 2K-fugler er et minimumsestimat og beregnet i forhold til totalmaterialet for arten. Voksne lunder og alker ble bestemt til 4K+ (minst i sitt fjerde kalenderår, her tredje vinter eller eldre). Voksne lomvier og alkekonger ble bestemt til 3K+ (minst i sitt tredje kalenderår, her andre vinter eller eldre).

Art	Totalt		2K %	Voksne %	Voksne			Unge			Ukjent alder		
	Antall	%			♂♂	♀♀	??	♂♂	♀♀	??	♂♂	♀♀	??
Lunde	33	47	61	18	2	2	2	9	9	9			
Lomvi	15	21	13	87	7	5	1	1		1			
Alkekonge	13	19	8	90	2	5	2		1		1		2
Alke	9	13	44	56	3	1	1	1	3				
Sum	70	100											

Andelen ungfugler i materialet varierte fra art til art ($\chi^2 = 20,64$, $df = 2$, $p < 0,001$, **tabell 2**). Mens de fleste lundene var unge fugler, var det omtrent like mange voksne som unge alke og en sterk overvekt av voksne i materialet for lomvi. Tre alkekonger kunne ikke aldersbestemmes fordi bløtdelene var utspist og det var umulig å bedømme tilstedeværelse av bursa (Bursa Fabricius), et organ i lymfesystemet (del av immunsystemet) som tilbakedannes og forsvinner før fuglene blir kjønnsmodne (Romer & Parsons 1986, Glick 1983). En av ti alkekonger med intakte indre organer hadde bursa. Grovt omregnet antyder dette at omkring ti prosent av dem

var ungfugler. Også hos lomvi hadde en av ti bursa (10 %), tilsvarende hos alke var to av seks (35 %) og hos lunde 11 av 21 (52 %).

3.2 Biometri

For å kunne identifisere alkefuglenes opprinnelse basert på biometriske data, ble alle sikre eller mulige ungfugler ekskludert fra analysen (**tabell 3**). Dette er fordi unge fugler gjennomgående ikke har nådd voksen kroppstørrelse og derfor vil skape støy i analysen i favør av hekkeområder hvor fuglene er relativt små.

Tabell 3. Biometriske mål for tilsynelatende fullvoksne sjøfugler innsamlet på Rogalandskysten i februar 2003.

Variabel	Lomvi			Alke			Alkekonge			Lunde		
	Snitt	SD	n	Snitt	SD	n	Snitt	SD	n	Snitt	SD	n
Kroppsvekt	782,4	136,6	12	451,3	24,0	3	131,8	12,3	9	317,0	21,7	3
Vingelengde	206,0	4,74	13	193,4	5,27	5	123,8	4,27	9	163,7	5,99	6
Nebblengde	48,2	2,04	13	33,8	1,12	5	14,6	0,74	9	43,8	2,86	6
Hode+nebb lengde	114,5	2,21	13	92,8	1,33	5	53,6	1,38	9	80,0	2,71	6
Nebbhøyde	13,1	0,59	13	20,6	1,02	5	9,9	0,21	9	33,6	1,68	6
Interorbital distanse	13,8	1,10	12	14,4	0,88	5	—	—	0	—	—	0

3.3 Kondisjon

Alle de innsamlede fuglene var svært avmagret. De ekstremt lave kroppsvektene (**tabell 3**) vitner om at selv muskelmassen var kritisk redusert (se også **kapittel 3.6.4**). Kun én av de 15 lomviene hadde antydning til opplagret underhudsfett. I tillegg hadde denne fuglen og en av de andre lomviene, antydning til fett i kroppshulen, men dette var bare så vidt registrerbart hos det ene individet. For de andre artene hadde ingen av individene med tilstrekkelig intakte kroppene noen antydning til fettreserver. Dette gjaldt 12 alkekonger, 27 lunder og 7 alker. Bare ni fugler (13 % av totalmaterialet) var så utspiste av åtseletere at fettlagre ikke kunne vurderes.

3.4 Oljeforurensning

Kun 11 (15 %) av de i alt 71 undersøkte sjøfuglene hadde olje i fjærdrakten. Av disse var det syv som hadde mer enn 10 % av kroppen tilsølt, men ingen hadde mer enn 50 % dekket av olje. De fem oljeprøvene som ble innsendt til analyse hos SINTEF (**tabell 1**) viste seg å være bunkersolje fra ulike kilder, og hadde ikke sammenheng med råoljen som skadet sjøfugler over et større område på Vestlandet i siste halvdel av februar (Faksness et al. 2003). Selv om det ikke kan fastslås sikkert, regner vi det som sannsynlig (ut fra oljeskadens natur) at de 11 tilsølte fuglene hadde fått olje i fjærdrakten *etter* at de havnet i fjæresonen, dvs. som en sekundær effekt av at generell utmagring førte til sviktende termoregulering og tvang dem til land.

3.5 Dødsårsak

Alle fugler med relativt intakte kroppene bar tydelige tegn på at de hadde sultet i hjel. Med unntak av to lomvier, hadde ingen individer antydning til kroppsfett (**kapittel 3.3**). Selv en "mager" sjøfugl vil normalt ha et lite spekklag under huden, ofte også i kroppshulen. Underhudsfettet er ikke bare et lager til bruk i dårlige tider, men fungerer også som viktig isolasjon i

et kaldt miljø. De fleste individene fra nordlige populasjoner tilbringer hele vinterhalvåret ute i åpent hav, hvor sjøtemperaturen normalt ligger langt under ti grader og hvor god isolasjon er nødvendig for å holde balansen mellom inntak og forbruk av energi på et levedyktig nivå. Vi konkluderer med at samtlige fugler omkom av sult. Vi regner det videre som sannsynlig at de fuglene som hadde olje i fjærdrakten (15 % av totalmaterialet) var tilsølt som en sekundær effekt av atferdsendringer forårsaket av sult (**kapittel 3.4**).

3.6 Populasjonstilhørighet

I dette kapittelet vil vi sannsynliggjøre opprinnelsen til de innsamlede sjøfuglene. Vi gjør likevel spesielt oppmerksom på at utvalgsstørrelsen er svært lav. For alkefuglene lomvi, alke, alkekonge og lunde ble det innsamlet hhv. 15, 9, 13 og 33 individer, og mer enn halvparten av materialet (37 av 70 individer, **tabell 1**) var sikre eller mulige ungfugler som ikke kan nyttes i en analyse av herkomst. Når disse trekkes fra, synker utvalgsstørrelsene til kun 13 lomvi, 5 alker, 9 alkekonger og 6 lunder!

3.6.1 Lomvi

Lomvien har en sirkumpolar utbredelse og hekker mellom 40°N og 75°N. Verdensbestanden er nylig estimert til omkring 7,3–7,4 millioner par, hvorav nær 40 % (2,8–2,9 millioner par) hekker i det nordlige Atlanterhavet (Mitchell et al. 2004). Langs det norske fastlandet hekker ca 15.000 par lomvi i fuglefjell fra Vest-Agder og nordover (Barrett et al. i manuskript), med omlag to tredeler av bestanden fra Lofoten og nordover (Barrett & Golovkin 2000). Den desidert største kolonien i norske farvann ligger imidlertid på sørspissen av Bjørnøya (Svalbard) og teller i dag omkring 150.000 par (H. Strøm, pers. medd.), altså ca 10 ganger fastlandsbestanden. Mens Bjørnøya-bestanden er i god vekst etter at bestanden ble mer enn halvert midt på 80-tallet, har store deler av fastlandsbestanden langt dårligere utvikling og er fremdeles < 10 % av hva den var midt på 1960-tallet.

Som biometriske referansedata fra ulike lomvikolonier benyttet vi tidligere upubliserte data fra sju norske (Runde, Røst, Bleiksøy, Hjelmsøy, Syltefjord, Hornøya og Bjørnøya), en russisk (Seven Islands) og en tysk koloni, og publiserte data fra åtte britiske og to islandske kolonier (**tabell 4, figur 2**). De 13 voksne lomviene som ble innsamlet i midten av februar 2003 hadde en gjennomsnittlig vingelengde på 206,0 mm (**tabell 3**). Ved sammenligning med biometri for fugler fra andre lokaliteter antyder dette at de stammet fra kolonier i de nordøstlige delene av Storbritannia, i Sørvest-Norge og/eller på Island (**tabell 4, figur 2-3**). Kolonier hvor gjennomsnittlig vingelengde ikke avviker signifikant fra lomviene som strandet er Fair Isle, Foula, Noss, Canna og Troup Head (alle i Skottland), Runde (Møre og Romsdal) og Grimsey (Island).

Totalt sytten britiskmerkede lomvi ble gjenfunnet på norskekysten i 2003. Tre av dem var merket i nordvestbritiske kolonier, mens de øvrige 14 kom fra nordøstbritiske kolonier (hvorav seks fra Fair Isle) (**figur 2, figur 4**). Det var ingen funn av fugler fra sørvestbritiske eller irske kolonier. Det er også lite sannsynlig at islandske lomvier ble rammet. Fugler fra noen islandske kolonier kan ikke skilles biometrisk fra de som ble funnet på Rogalandskysten (i alle fall ikke basert på vingelengde alene), men det er ingen ringfunn av islandske lomvier i Nordsjøen (**tabell 5**). Så vidt vi vet ble det ikke funnet noen norskmerkede lomvi i denne episoden, men det kunne heller ikke forventes siden det i de forutgående årene ble ringmerket relativt få lomvier i Norge (**tabell 6**). Det kan derfor ikke utelukkes at fugler fra norske kolonier ble rammet. Fordelingen av gjenfunn fra ulike merkeområder sannsynliggjør at også norske fugler var involvert, men støtter likevel en konklusjon om at de fleste ofrene som strandet på Rogalandskysten stammet fra kolonier i nordøstre deler av Storbritannia.

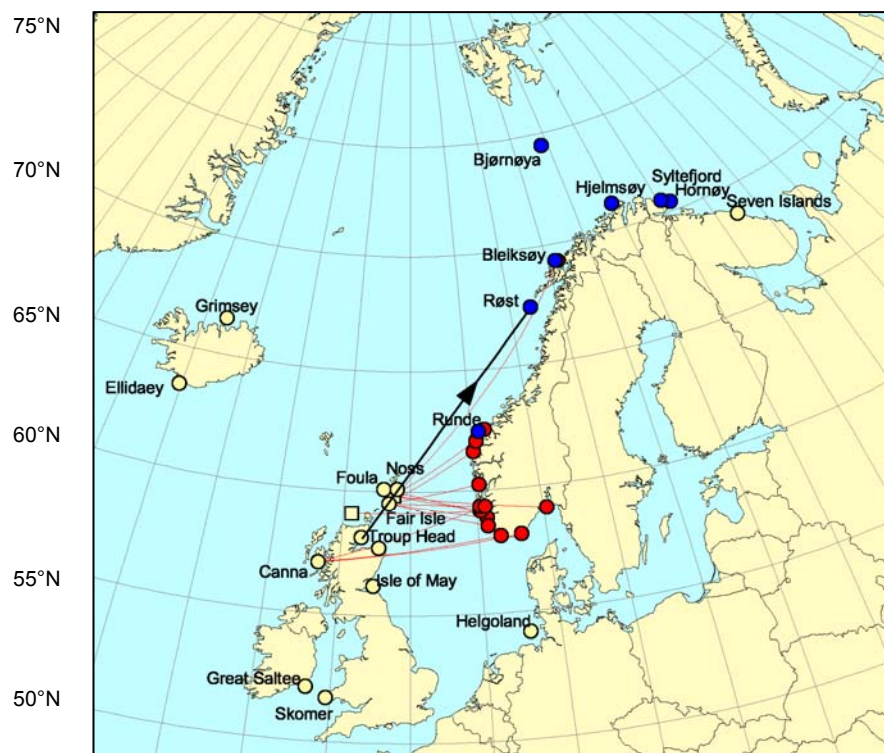
Tabell 4. Statistikk for forskjeller i gjennomsnittlig vingelengde (mm) mellom voksne lomvier innsamlet på Rogalandskysten i februar 2003 og hekkende individer i ulike kolonier av samme art, sortert etter vingelengde. Merk at resultatene for t-test er angitt med redusert antall frihetsgrader (estimert), fordi det er tatt høyde for at utvalgene kan ha ulik varians (ns = forskjellen er ikke statistisk signifikant).

Lokalitet	°N	Ving	SD	SE	n	t	df	Signifikans	Datakilde
Skomer, Wales	51,7	197,6	4,70	0,51	84	5,68	15	< 0,001	T.R. Birkhead ¹
Ellidaey, Island	63,4	198,5	4,90	0,40	150	5,20	14	< 0,001	Grandjean (1972)
Helgoland, Tyskland	54,0	198,9	1,10	5,52	25	4,01	27	< 0,001	O. Hüppop m. fl., upubl.
Great Saltee, Irland	52,1	199,5	3,70	0,63	35	4,27	17	< 0,001	P.H. Jones ¹
Isle of May, Skottland	56,2	200,0	4,80	0,53	83	4,04	16	< 0,001	M.P. Harris ¹
Troup Head, Skottland	57,7	203,3	3,80	0,73	27	1,72	19	ns	J. Hardey ¹
Canna, Skottland	57,1	203,9	4,80	0,50	91	1,42	15	ns	R.F. Swann ¹
Rogaland (feb. 2003)		206,0	5,00	1,39	13				Denne undersøkelsen
Fair Isle, Skottland	59,5	206,3	4,00	0,42	91	-0,21	14	ns	P.H. Jones ¹
Runde, Møre og Romsdal	62,4	207,1	4,46	0,71	40	-0,69	19	ns	Upubl. data
Grimsey, Island	66,5	207,1	3,50	0,36	93	-0,62	14	ns	P.H. Jones ¹
Foula, Skottland	60,1	207,3	3,70	0,60	38	-0,86	17	ns	M.L. Tasker ¹
Noss, Skottland	60,1	207,3	3,70	0,46	65	-0,89	15	ns	B.F. Blake ¹
Røst, Nordland	67,5	209,9	5,37	0,64	70	-2,53	18	< 0,05	TAN m. fl., upubl.
Bleiksøy, Nordland	69,3	210,9	5,57	0,59	89	-3,27	17	< 0,01	R. Barrett m. fl., upubl.
Hjelmsøy, Finnmark	71,2	212,9	4,20	0,33	159	-4,86	13	< 0,001	R. Barrett m. fl., upubl.
Hornøya, Finnmark	70,4	213,0	5,47	0,33	277	-4,94	13	< 0,001	R. Barrett m. fl., upubl.
Syltefjord, Finnmark	70,6	213,6	5,46	0,58	88	-5,03	17	< 0,001	R. Barrett m. fl., upubl.
Seven Islands, Russland	68,8	216,4	5,03	0,79	41	-6,55	20	< 0,001	R. Barrett m. fl., upubl.
Bjørnøya, Svalbard	74,5	219,8	4,54	0,60	57	-9,10	17	< 0,001	V. Bakken m. fl., upubl.

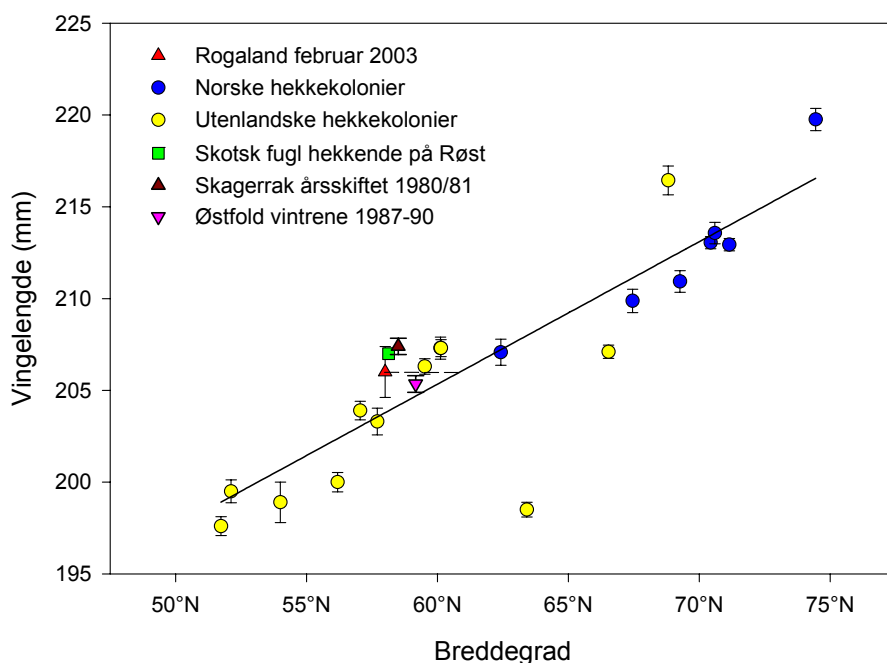
1) Som angitt av Anker-Nilssen et al. (1988)

Tabell 5. Totalt antall gjenfunn registrert fram t.o.m. 1999 av lomvi ringmerket i ulike land, hvor mange av funnene som er fra Norge og hvor stor andel av disse ble gjort i den norske del av Nordsjøen (sør for 62°00'N). (Kilde: Database sammenstilt av Vidar Bakken i samarbeid med CBird/CAFF).

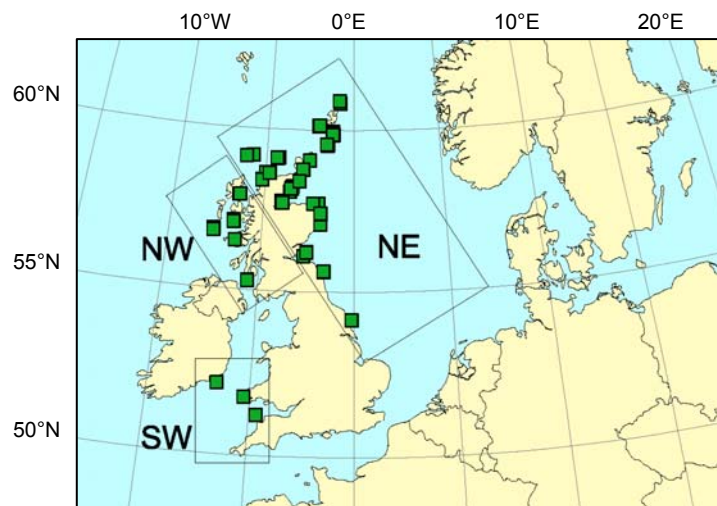
Merkeland	Totalt antall gjenfunn	Funn i Norge		Herav sør for 62°N		Fordeling (%) av funn i Norge sør for 62°N
		antall	%	antall	%	
Russland	129	80	62,0	11	8,5	1,0
Norge	455	432	94,9	88	19,3	8,2
Sverige	2574	31	1,2	26	1,0	2,4
Danmark	5	0	—	0	—	—
Tyskland	718	228	31,8	224	31,2	21,0
Nederland	2	0	—	0	—	—
Storbritannia	6562	952	14,5	707	10,8	66,2
Færøyene	1103	51	4,6	12	1,1	1,1
Island	307	0	0,0	0	0,0	0,0
Canada	1112	0	0,0	0	0,0	0,0
Totalt	12967	1774	13,7	1068	8,2	100,0



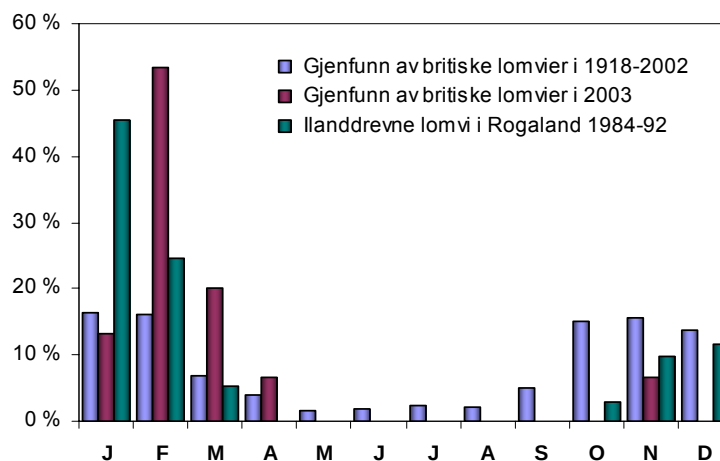
Figur 2. Plassering av lomvikolonier hvorfra det foreligger referansemateriale på biometri (blå og gule sirkler) samt alle registrerte gjenfunn av britiskmerkede lomvi langs norskekysten i 2003 (røde sirkler, gul firkant angir merkeplass). Den svarte pilen angir forflytning av en lomvi som ble merket som unge i Skottland i 1995 og kontrollert hekkende på Røst i 2001.



Figur 3. Gjennomsnittlig vingelengde (± 1 SE) for voksne lomvier fra Rogaland i februar 2003 plottet sammen med tilsvarende data fra noen norske og utenlandske hekkolonier i forhold til breddegrad. Hekkekoloniens beliggenhet er angitt i figur 2, mens lokalitetsnavn, verdier, datakilder og resultater av parvise tester er listet i tabell 4. Mål av overvintrende voksne lomvier fra Skagerrak ved årsskiftet 1980/81 (Anker-Nilssen et al. 1988) og fra Østfoldkysten gjennom flere vintre på slutten av 1980-tallet (Anker-Nilssen & Lorentsen 1995) er også inntegnet.



Figur 4. Enkel regional inndeling av lomvikolonier i Storbritannia og Irland hvorfra merkede fugler senere er gjenfunnet på norskekysten.



Figur 5. Månedsfordeling i prosent for gjenfunn av britiskmerkede lomvier på norskekysten i årene 1918-2002 ($n = 1063$) og i 2003 ($n = 15$), og tilsvarende fordeling for stranding av alkefugler på utvalgte strender i Rogaland i årene 1984-1992 ($n = 1494$, Skipnes 2001). Ingen av lomviene som ble gjenfunnet i Norge i 2003 stammet fra kolonier i den sørvestre sektoren i figur 4.

Antall gjenfunn av britiskmerkede lomvi i 2003 var høyt i februar, men innenfor det normale tidsvinduet for når britiskmerkede lomvi blir funnet (**figur 5**). Strandingen av døde lomvier på Rogalandskysten i 2003 faller også godt innenfor den perioden av året hvor lomvi oftest blir funnet døde i Norge (Skipnes 2001).

En har foreløpig ikke lyktes i å bestemme den geografiske opprinnelsen til lomvi vha genetiske metoder. Dette skyldes primært lav genetisk diversitet og en høy utveksling av individer mellom populasjonene som fører til svak geografisk strukturering (Moum & Árnason 2001, Cadiou et al. 2004). Inntil mer raffinerte genetiske metoder eventuelt foreligger, må en derfor støtte seg til analyser av morfometri og funn av ringmerkede fugler, slik vi forsøker i denne rapporten. Også gjenfunnene demonstrerer at det er stor utveksling mellom hekkepopulasjonene (Bakken et al. 2003, Harris & Swann 2002). Et godt eksempel er en av de 34 hekkende lomviene vi tok blodprøve av på Røst i 2001 til den genetiske analysen til Cadiou et al. (2004). Fuglen var merket som unge i en skotsk koloni seks år tidligere (**figur 2-3**).

Tabell 6. Antall lomvi, alke, alkekonge og lunde ringmerket i Norge (inkl. Svalbard) de siste 10 årene forut for episoden med stranding av døde sjøfugler på Rogalandskysten i februar 2003. Tallene er fordelt på reirunger (pull) og eldre individer (øvrig). Dataene er utarbeidet av Ringmerkingssentralen ved Stavanger Museum og gjengitt slik de finnes rapportert i NOF-tidsskriftet "Ringmerkaren" i 1994-2003 (heftene 6-11 og 13-16).

År	Lomvi		Alke		Alkekonge		Lunde	
	pull	øvrig	pull	øvrig	pull	øvrig	pull	øvrig
1993	97	22	0	0	0	1	83	685
1994	127	2	0	5	0	112	96	360
1995	16	1	0	0	0	2	182	39
1996	90	10	28	6	0	41	148	360
1997	133	123	37	7	0	18	22	84
1998	180	29	37	15	0	3	44	297
1999	197	66	34	15	0	29	164	419
2000	56	40	0	7	0	12	34	164
2001	0	33	1	5	0	54	42	510
2002	104	17	41	13	0	3	114	245
Totalt	1000	343	178	73	0	275	929	3163

3.6.2 Alke

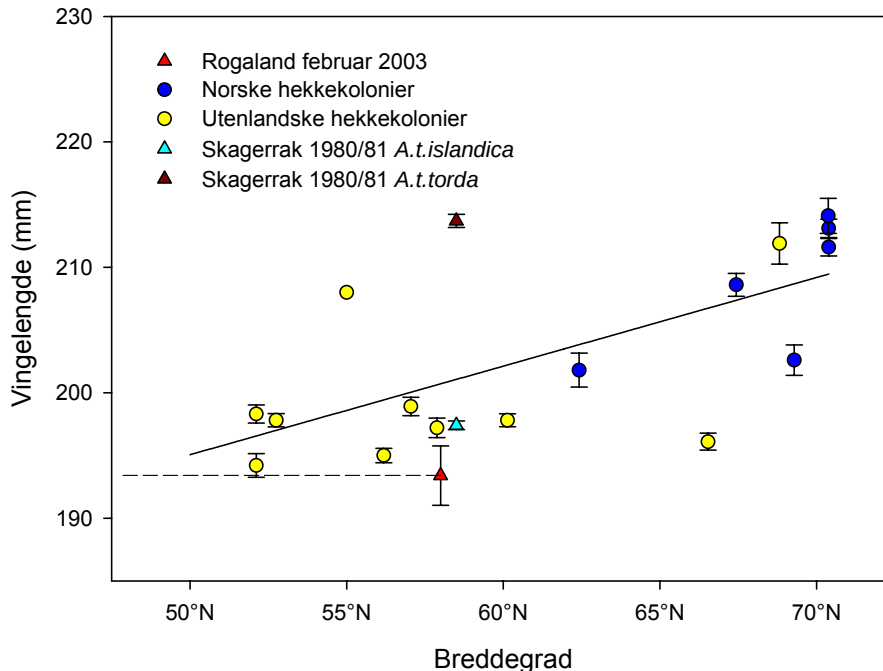
Alke hekker i tempererte, boreale og lavarktiske kystområder langs Nordatlanteren. Den totale bestanden er estimert til 610.000–630.000 par, med omkring 25.000 par langs det norske fastlandet (Mitchell et al. 2004, Barrett et al. i manus). Kun noen titalls par hekker på Bjørnøya, mens tilsvarende estimater for Jan Mayen og Spitsbergen er ca 100 par hver (Mitchell et al. 2004, H. Strøm pers. medd.). Arten er beskrevet i to underarter, *Alca torda torda* og *A. t. islandica*. I Europa dominerer *islandica* med ca 530.000 par i sørvest (Frankrike, Britiske øyer, Færøyene og Island), mens de nordligste bestandene (Fennoskandia og Russland) tilhører den større *torda*. Vårt materiale var ikke stort nok til å identifisere underartsfordelingen vha en cluster-analyse (jf. Anker-Nilssen et al. 1988). Dette ville likevel hatt begrenset nytteverdi siden det er en forholdsvis jevnt glidende økning i størrelse med synkende sjøtemperaturer mot nordøst gjennom det meste av utbredelsesområdet.

Vi hadde biometriske referansedata tilgjengelig fra hekkende fugler i fem norske kolonier (Runde, Røst, Bleiksøy, Loppa, Hornøya) og ti utenlandske kolonier (en i Russland, en i dansk del av Østersjøen, tre i Skottland, to i Wales, to i Irland og en på Island) (tabell 7, figur 6). Det foreligger mål av skinnlagte fugler fra enkelte kolonier, bl.a. også en svensk koloni i Østersjøen (Stora Karlsö), men vi valgte å utelate dem fordi skinnene krymper ved tørking og målene derfor ikke kan sammenlignes direkte med mål fra levende fugler. Alkene som hekker i Østersjøen er alle svært langvingede (som de norske).

De fem voksne alkene som ble innsamlet fra Rogalandskysten i februar 2003 hadde en gjennomsnittlig vingelengde på 193,4 mm (tabell 3). Verdien var kortere enn alle gjennomsnitt for hekkfuglene i de 15 referansekoloniene, og med unntak av en irsk, en skotsk og en islandsk koloni var forskjellen også statistisk signifikant (tabell 7, figur 6). Siden utvalgsstørrelsen er svært liten (kun fem individer) ser vi likevel ikke bort fra at materialet kan ha vært forholdsvis lite representativt for de som faktisk døde i de to episodene av massedød. Vi slår imidlertid fast at fugler fra Østersjøen, Nord-Norge og Kolahalvøya ikke var involvert og at de fleste mest sannsynlig stammet fra kolonier på De britiske øyer. Merk ellers at regresjonen i figur 6 er basert på samtlige kolonier, uten hensyn til inndeling av underarter og hva som er kjent om de ulike bestandenes normale overvintringsområder.

Tabell 7. Statistikk for forskjeller i gjennomsnittlig vingelengde (mm) mellom voksne alker innsamlet på Rogalandskysten i februar 2003 og hekkende individer i ulike kolonier av samme art, sortert etter vingelengde. Merk at resultatene for t-test er angitt med redusert antall frihetsgrader (estimert), fordi det er tatt høyde for at utvalgene kan ha ulik varians (ns = forskjellen er ikke statistisk signifikant).

Lokalitet	°N	Ving	SD	SE	n	t	df	Sign.	Datakilde
Rogaland (feb. 2003)		193,4	5,30	2,37	5				Denne undersøkelsen
Kerry Islands, Irland	52,1	194,2	4,87	0,94	27	-0,74	4	ns	Jones 1990
Isle of May, Skottland	56,2	195,0	5,09	0,58	78	-1,51	4	ns	Jones 1990
Grimsey, Island	66,5	196,1	4,06	0,68	36	-2,53	4	ns	Jones 1990
Shiant Islands, Skottland	57,9	197,2	4,34	0,78	31	-3,55	4	<0,05	Jones 1990
Foula, Skottland	60,1	197,8	4,04	0,51	62	-4,14	4	<0,02	Jones 1990
Bardsey, Wales	52,8	197,8	4,27	0,53	66	-4,14	4	<0,02	Jones 1990
Great Saltee, Irland	52,1	198,3	4,23	0,73	34	-4,59	4	<0,02	Jones 1990
Canna, Skottland	57,1	198,9	4,11	0,74	31	-5,15	4	<0,01	Jones 1990
Runde, Møre og Romsdal	62,4	201,8	6,20	1,35	21	-7,63	5	<0,001	Barrett et al. 1997
Bleiksøy, Nordland	69,3	202,6	9,10	1,21	57	-8,58	4	<0,001	Barrett et al. 1997
Græsholmen, Danmark	55,0	208,0			30				Jones 1990
Røst, Nordland	67,5	208,6	5,80	0,91	41	-14,21	4	<0,001	Barrett et al. 1997
Seven Islands, Russland	68,8	211,9	6,80	1,65	17	-16,33	5	<0,001	Barrett et al. 1997
Hornø, Finnmark	70,4	212,7	6,10	0,50	150	-18,19	4	<0,001	Barrett et al. 1997
Loppa, Finnmark	70,4	214,1	3,70	1,40	7	-17,48	6	<0,001	Barrett et al. 1997



Figur 6. Gjennomsnittlig vingelengde ($\pm$ SE) hos alke fra norske og utenlandske kolonier i forhold til breddegrad. Gjennomsnittlig vingelengde ($\pm$ 1 SE) for voksne alker fra Rogaland i februar 2003 plottet sammen med tilsvarende data fra noen norske og utenlandske hekketolonier i forhold til breddegrad. Lokalitetsnavn, verdier, datakilder og resultater av parvise tester er listet i tabell 7, mens beliggenheten til noen av hekketoloniene er angitt i figur 2. Mål av overvintrende voksne alker fra Skagerrak ved årsskiftet 1980/81 (Anker-Nilssen et al. 1988) er også inntegnet, fordelt på de to underartene *Alca torda islandica* og *A. t. torda*.

I motsetning til lomvi har alke en forholdsvis sterk geografisk strukturering på populasjonene, og det kan være mulig å identifisere opprinnelsespopulasjon ved hjelp av genetiske metoder (Moum & Árnason 2001). Vi kjenner imidlertid ikke til studier hvor slike metoder er tatt i bruk for å bestemme herkomst til individer utenfor hekkesesongen.

3.6.3 Alkekonge

Alkekonge er en høyarktisk art som hekker øst på Baffin Island (Canada), Grønland, Island, Jan Mayen, Svalbard (inkludert Bjørnøya), Franz Josef land, Novaya Zemlja og Severnaya Zemlja. På Svalbard teller hekkebestanden mer enn én million par, mens Grønland har flest med 7-20 millioner par i Thule-distriktet på nordvestsiden og 2-10 millioner par i Scoresbysund på østsiden (Gaston & Jones 1998, Isaksen & Gavrilov 2000). Bestanden på Vest-Grønland alene er totalt anslått til 33 millioner par (ICES 2003).

Den gjennomsnittlige vingelengden for de innsamlede alkekongene som ikke hadde bursa ($123,8 \pm 1,4$, $n = 9$) overlapper med alkekonger fra Spitsbergen ($124,6 \pm 1,1$, $n = 5$, $t = 1,18$, $df = 10$, $p = 0,265$) og Bjørnøya ($124,8 \pm 0,2$, $n = 217$, $t = 2,14$, $df = 8$, $p = 0,065$) som begge tilhører nominatunderarten *Alle alle alle*, men ikke med alkekonger fra Franz Josef Land som tilhører underarten *A. a. polaris* ($133,3 \pm 0,5$, $n = 59$, $t = 20,16$, $df = 8$, $p < 0,001$) (data fra Stempniewicz et al. 1996). Andre studier bekrefter denne forskjellen i størrelse. Norderhaug (1980) målte gjennomsnittlig vingelengde for 185 levende fugler på Spitsbergen til 118,5 mm (variasjonsbredde 106-129), mens Vaurie (1965) målte 65 skinnlagte fugler fra samme område til 124,7 mm (variasjonsbredde 118-138). Imidlertid er også levende fugler fra Nordvest-Grønland omtrent like store (gjennomsnitt 122,8, $n = 209$, Roby et al. 1981) og tilhører samme underart som de på Svalbard. Det er derfor grunnlag for å hevde at fuglene tilhørte underarten *alle*, men det er ikke mulig ut fra biometri alene å avgjøre om de stammet fra kolonier på Svalbard eller Grønland.

Gjenfunn av alkekonger ringmerket i hekkekoloniene på vestsiden av Spitsbergen antyder at farvannene utenfor Sørvest-Grønland er viktige overvintringsområder (Isaksen & Gavrilov 2000, Bakken et al. 2003). Store antall alkekonger overvintrer også regelmessig langs kysten av Midt-Norge og i Skagerrak. Det er estimert at det finnes 850.000 individer av arten i Skagerrak og Nordsjøen vinterstid. Opprinnelsen til disse fuglene kan være både Barentshavet og Øst-Grønland (Isaksen & Gavrilov 2000), men ringmerkingsmaterialet er ikke tilstrekkelig til å belyse dette nærmere. Dersom alkekonge har tilstrekkelig sterk geografisk strukturering med liten utveksling mellom de ulike populasjonene, vil det kunne være mulig å bestemme opprinnelsen vha. genetiske metoder.

Vekten til de innsamlede alkekongene var 15–20 % lavere enn fugler fanget på hhv. Bjørnøya og Spitsbergen (Stempniewicz et al. 1996). Det tyder på at de sultet i hjel (se **kapittel 3.6.4**). Til sammenligning var de innsamlede lundene 35–40 % undervektige. Det er likevel forventet at en alkekonge vil dø etter et relativt mindre vekttap enn en lunde siden den har en høyere metabolisme pga mindre kroppstørrelse, og derved et relativt høyere energibehov (se bla. Gabrielsen et al. 1991).

3.6.4 Lunde

Lunden er en boreo-panarktisk alkefugl som hekker på begge sider av Nord-Atlanteren. Verdensbestanden er estimert til mellom 5,5 og 6,6 millioner par (Mitchell et al. 2004), hvorav 1,5–2,0 millioner hekker i Norge (Anker-Nilssen & Tatarinkova 2000, TAN m. fl. upubl. data).

Vi hadde tilgjengelig biometriske referansedata fra i alt 13 norske og 15 utenlandske kolonier (**tabell 8**). De seks voksne lundene som strandet hadde en gjennomsnittlig vingelengde på 164,0 mm (**tabell 3**), noe som tyder på at de i hovedsak stammet fra kolonier i de østlige

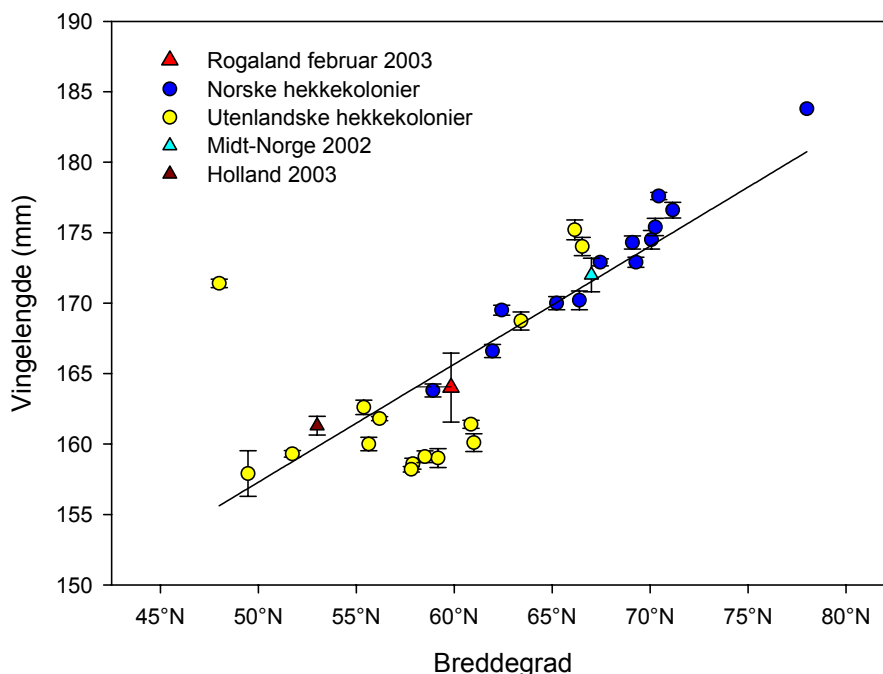
delene av Storbritannia (**tabell 8, figur 7**). De kan ikke skilles statistisk fra lunder som har opphav på Isle of May, Farne Island og Kjør. Bestanden på Kjør er Norges sørligste og den som ligger nærmest funnstedet, men den er svært liten og kan ikke forklare de forholdsvis høye antallene av lunder som strandet. Det kan likevel ikke utelukkes at fugler fra Kjør og andre sørvestnorske kolonier ble rammet.

Tabell 8. Statistikk for forskjeller i gjennomsnittlig vingelengde (mm) mellom voksne lunder innsamlet på Rogalandskysten i februar 2003 og hekkende individer i ulike kolonier av samme art, sortert etter vingelengde. Merk at resultatene for t-test er angitt med redusert antall frihetsgrader (estimert), fordi det er tatt høyde for at utvalgene kan ha ulik varians (ns = forskjellen er ikke statistisk signifikant).

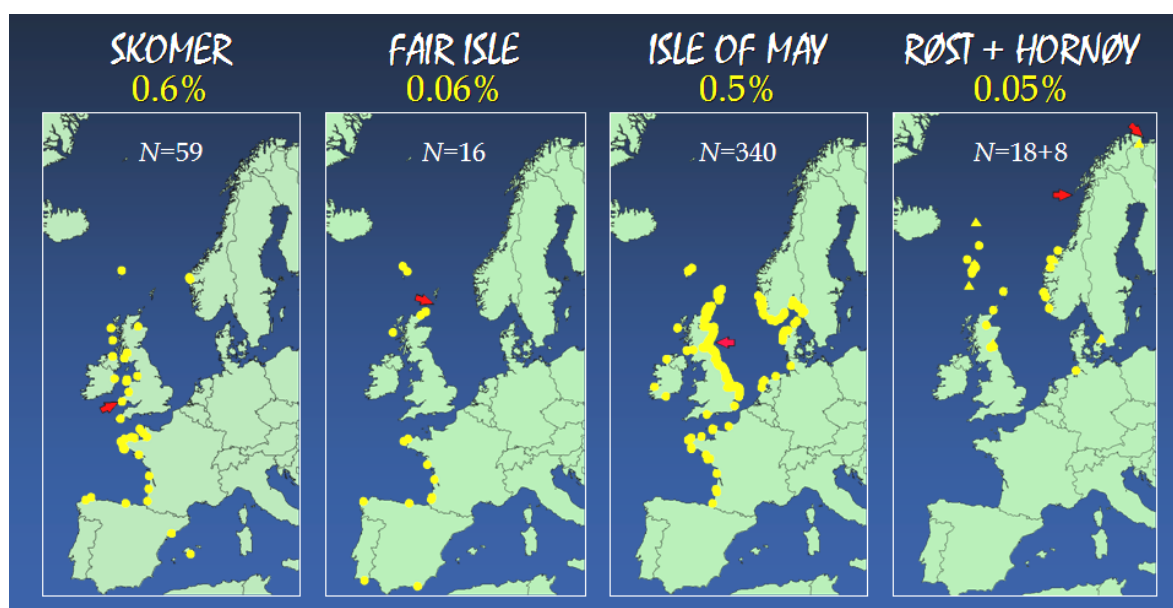
Lokalitet	°N	Ving	SD	SE	n	t	df	Sign.	Datakilde
Channel Islands, Storbritannia	49,5	157,9	5,61	1,62	12	5,53	7	< 0,001	Harris 1984
St Kilda, Skottland	57,8	158,2	4,23	0,19	495	5,80	5	< 0,01	Harris 1984
Shiant Islands, Skottland	57,9	158,6	4,43	0,39	129	5,40	5	< 0,01	Harris 1984
Sule Skerry, Skottland	59,1	159,0	3,73	0,67	31	4,96	5	< 0,01	Harris 1984
Flannan Islands, Skottland	58,3	159,1	3,69	0,41	81	4,89	5	< 0,01	Harris 1984
Skomer Island, Wales	51,7	159,3	3,33	0,23	209	4,70	5	< 0,01	Ashcroft (1976)
Fair Isle, Skottland	59,5	160,0	3,75	0,48	61	3,99	5	< 0,02	Harris 1984
Færøyene	61,0	160,1	3,39	0,63	29	3,87	5	< 0,02	Petersen (1976)
Hermaness, Skottland	60,9	161,4	3,93	0,28	197	2,60	5	< 0,05	Harris 1984
Isle of May, Skottland	56,2	161,8	5,63	0,14	1615	2,20	5	ns	Harris 1984
Farne Islands, England	55,6	162,6	2,84	0,51	31	1,39	5	ns	Harris 1984
Kjør, Rogaland	58,9	163,8	4,43	0,46	93	0,20	5	ns	Barrett et al. (1985)
Rogaland (feb. 2003)		164,0	5,48	2,45	5				Denne undersøkelsen
Veststeinen, Sogn & Fjordane	61,9	166,6	4,03	0,46	77	-2,60	5	< 0,05	Barrett et al. (1985)
Vestmannaeyar, Island	63,4	168,7	4,04	0,64	40	-4,71	5	< 0,01	Moen (1991)
Runde, Møre og Romsdal	62,4	169,5	4,40	0,36	152	-5,50	5	< 0,01	Barrett et al. (1985)
Sklinna, Nord-Trøndelag	65,2	170,0	3,84	0,46	70	-5,99	5	< 0,01	Barrett et al. (1985)
Lovunden, Nordland	66,4	170,2	3,87	0,66	34	-6,16	5	< 0,002	Myrberget (1963)
Great Island, Canada	47,2	171,4	4,65	0,31	225	-7,40	5	< 0,001	Harris 1984
Røst, Nordland	67,5	172,9	3,94	0,26	239	-8,90	5	< 0,001	Barrett et al. (1985)
Bleiksøy, Nordland	69,3	172,9	4,42	0,36	153	-8,90	5	< 0,001	Barrett et al. (1985)
Grimsey, Island	66,5	174,0	4,07	0,64	40	-9,97	5	< 0,001	Moen 1991
Anda, Nordland	69,1	174,3	4,43	0,46	93	-10,29	5	< 0,001	Barrett et al. (1985)
Sør-Fugløy, Troms	70,1	174,5	4,55	0,66	47	-10,45	5	< 0,001	Barrett et al. (1985)
Flatey, Island	66,2	175,2	4,38	0,70	39	-11,13	5	< 0,001	Moen 1991
Nord-Fugløy, Troms	70,3	175,4	4,62	0,61	57	-11,36	5	< 0,001	Barrett et al. (1985)
Gjesvær, Finnmark	71,2	176,6	4,45	0,56	63	-12,57	5	< 0,001	Barrett et al. (1985)
Hornøy, Finnmark	70,4	177,6	4,63	0,26	330	-13,60	5	< 0,001	Barrett et al. (1985)
Spitsbergen	78,0	183,8			48			< 0,001	Vaurie (1965)

Selv om lunden har en gradvis økning i kroppsstørrelse fra sørvest mot nordøst (se bla. Anker-Nilssen et al. 2003), så er det ikke mulig å skille hekkepopulasjonene vha genetikk. Differensiering av allozymer viser at lunden har lav genetisk variasjon, og gjør det f.eks. umulig å skille to skotske kolonier (Isle of May og Hermaness) og tre islandske kolonier (Vestmannaeyar, Flatey og Grimsey) fra hverandre (Moen 1991). Med dagens mer moderne molekylære metoder burde en slik analyse gjøres på nytt med flere kolonier, fordi det er sannsynlig at koloniene er segregert genetisk. Ringmerkingsgjenfunn antyder at det er en lav utveksling mellom koloniene (se bla. Bakken et al. 2003), selv om Harris (2002) viser at av de lundene som overlever er det cirka 50 % som hekker annet sted enn i kolonien de ble født.

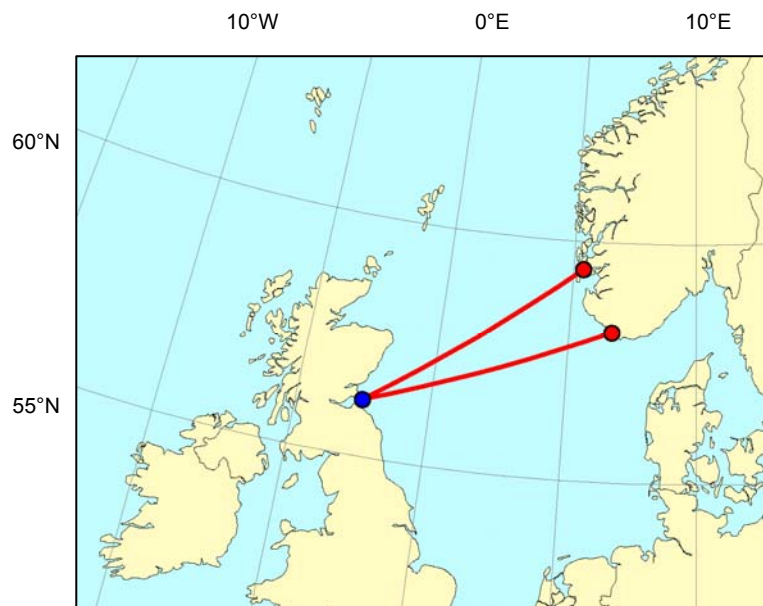
Vi hadde ikke tilgjengelig et fullstendig gjenfunnsmateriale for ringmerkede fugler da denne rapporten ble skrevet. En gjenfunnsanalyse utført av Harris et al. (2005) viser imidlertid at lunder fra nordvestkysten av Storbritannia overvintrer i Skagerrak og er de som normalt blir funnet langs den norske vestkysten (**figur 8**). En av de døde lundene som ble funnet i Førresfjorden nordøst for Karmøy 17.3.2003 var ringmerket på Isle of May året før (**figur 9**).



Figur 7. Gjennomsnittlig vingelengde (± 1 SE) for voksne lunder fra Rogaland i februar 2003 plottet sammen med tilsvarende data fra noen norske og utenlandske hekkekolonier i forhold til breddegrad. Lokalitetsnavn, verdier, datakilder og resultater av parvise tester er listet i tabell 7, mens beliggenheten til noen av hekkekoloniene er angitt i figur 2. Mål av voksne lunder som strandet på kysten av Nederland til samme tid (Camphuysen 2003) og i Midt-Norge i mars-april 2002 (Anker-Nilssen et al. 2003) er også inntegnet.



Figur 8. Gjenfunn i august-mars av lunder eldre enn tre år. De røde pilene viser ringmerkingslokalitetene. Andelen av det totale merketallet som er gjenfunnet er angitt under hvert koloninavn. (Etter Harris et al. 2005)



Figur 9. De to eneste registrerte fremmedfunnene i 2002 (Nesheimsanden, Vest-Agder) og 2003 (Førresfjorden, Rogaland). Begge lundene var ringmerket på Isle of May i hhv. 1977 og 2002.

Ytterligere 12 lunder som strandet på Lista ble veid av Tor Oddvar Hansen. Bare de to letteste av disse individene (hhv 220 og 230 g) ble aldersbestemt (begge var 2K-fugler). Når disse legges til var gjennomsnittsvekten til strandede individer uavhengig av alder bare 285,4 g (variasjonsbredde 220–365, $SD = 35,4$, $n = 28$). Selv britiske lunder veier minst 400–450 g i hekketiden (Harris 1984). Fugler i normalt godt hold vinterstid er gjerne 20–30 % tyngre enn i hekketiden (dvs. 500–550 g for britiske fugler), men unge fugler kan forventes å være omkring 10 % lettere enn fullvoksne individer (TAN upubl. data). Omskrevet til gjeldende episode innebærer dette at de lundene som strandet i Sørvest-Norge i februar 2003 burde hatt en snittvekt på minst 450 g og således var minst 35–40 % undervektige. Omlag to tredeler av denne forskjellen skyldtes mangel på fettreserver, mens en tredel var forårsaket av tapt muskelmasse.

4 Diskusjon

De innsamlede kadavrene av lomvi, alke, alkekonge og lunde bar alle tydelige tegn på at årsaken til den første episoden med massedød av sjøfugler i Rogaland i februar 2003 var forårsaket av matmangel. Det er ikke usannsynlig at dårlig vær over en lang periode kan ha gjort maten så vanskelig tilgjengelig at fuglene omkom av sult selv om deres normale næringsorganismer var tilstede. Denne forklaringsmodellen underbygges av at flere arter og grupper av fugl som normalt har klare forskjeller i diett var berørt. Totalt ble det funnet 713 fugler av 22 ulike arter (Eldøy 2004, **tabell 9**). Pelagiske sjøfugler utgjorde hele 89 % med et innslag av overflatebeitende arter (14 havhest og 13 krykkjer) på mindre enn 1:20. Blant de kystbundne artene var forholdet mellom dykkende som overflatebeitende ofre 1:1. Lomvi var i særklasse det viktigste offeret blant de med oljeskader, og hele 88 % av lomviene som ble funnet var oljeskadet. Med unntak av lomvi og alkekonge og et par svært fåtallige arter var overvekten av fuglene uten synlige oljeskader. Dette viser at utsulting rammet et langt bredere spekter av arter enn olje.

Dessverre er kunnskapen om sjøfuglenes diett vinterstid svært mangelfull og fragmentarisk. Selv om 84 % av ofrene var alkefugler er det forventet at færre arter ville blitt berørt dersom episoden kun skyldtes fravær av en enkelt byttedyrart (f.eks. havsil). En kan likevel ikke avskrive at dette var en viktig (den viktigste) årsak(en). Våre undersøkelser omfattet bare

alkefugler, hvorav lomvi, alke og lunde er regnet som fiskespesialister selv om de også tar en del børsteormer, små blekksprut og planktoniske krepsdyr (særlig utenfor hekkesesongen), og alkekonge hovedsakelig lever av dyreplankton men også tar små fiskeyngel (se bl.a. Isaksen & Gavrilov 2000). I denne forbindelse er det verdt å merke seg at det er påvist betydelige endringer i planktonproduksjonen og en dramatisk reduksjon i forekomst og kondisjon til havsil i Nordsjøen de siste årene (Beaugrand et al. 2003, Wanless et al. 2004, 2005). Vi har forøvrig ikke vurdert nærmere om frekvensen av andre arter (i alt 119 individer) var vesentlig høyere enn det som kan forventes av mer regulær stranding på disse strendene, sett i lys av den forholdsvis betydelige registreringsinnsatsen som ble iverksatt i forbindelse med denne hendelsen.

Tabell 9. Antall individer funnet strandet på kysten av Rogaland i februar 2003, fordelt på de viktigste arter og økologiske grupper og om de hadde synlige oljeskader eller ikke. (Etter Eldøy 2004)

Art	Uten olje		Med olje		Totalt	
	Antall	%	Antall	%	Antall	%
Lomvi	55	24,1	391	80,6	446	62,6
Lunde	62	27,2	9	1,9	71	10,0
Alkekonge	26	11,4	32	6,6	58	8,1
Alke	14	6,1	5	1,0	19	2,7
Ubestemte alkefugler	1	0,4	11	2,2	12	1,7
Pelagiske overflatebeitende (2)	19	8,3	8	1,6	27	3,8
Ærfugl	13	5,7	7	1,4	20	2,8
Andre kystbundne dykkende (7)	6	2,6	14	2,9	20	2,8
Kystbundne overflatebeitende (8)	32	14,0	8	1,6	40	5,6
Sum (22 arter)	228		485		713	

Det store antallet lomvi skyldes hovedsakelig episoden med oljeforurensing i slutten av februar. Som vanlig blir lomvien hardt rammet i forhold til andre arter. I denne episoden hadde 80,6 % av lomviene olje i fjærdrakten mot kun 6,6 % for alkekonge som var nest mest utsatt (Eldøy 2004). Dårlig kondisjon kan ha gjort lomviene mindre flygedyktige og dermed enda mer sårbare for oljeforurensing enn ellers. En annen medvirkende årsak kan være at fuglene blir utsatt for akutte forgiftninger av persistente organiske miljøgifter og tungmetaller som frigjøres når fuglene på kort tid forbrenner eget fettvev der slike stoffer kan ha akkumulert over lang tid (f.eks. Furness & Camphuysen 1997).

I samme periode ble det også registrert et stort innsig av døde lunder i Nederland, med en topp i dagene 5-9 februar 2003 under rolige værforhold med sørvestlige vinder (Camphuysen 2003). Forut for dette var imidlertid været i Nordsjøen preget av en tre uker lang periode med sterk sørvestlig vind avbrutt av kortere perioder med kuling fra vest og nordvest. Med unntak av et oljeskadet individ var fuglene som strandet i Nederland svært avmagret. Bare tre voksne individene ble veid, men disse hadde en gjennomsnittsvekt på bare 275 g, tilsvarende 67 % av den normal kroppsvekten for voksne lunder når de vender tilbake til kolonien på Isle of May (Sørøst-Skottland) i slutten av mars (omkring 410 g, Jones et al. 1984). Gjennomsnittet for fem førstevinters fugler var kun 250 g. Det totale fraværet av fett og redusert størrelse på brystmuskler bekreftet at fuglene hadde sultet i hjel (Camphuysen 2003).

Analysen av fuglene fra Rogaland viser at selv et svært lite materiale kan gi grunnlag for statistisk holdbare og verdifulle konklusjoner om hvilke hekkepopulasjoner som blir rammet av en massedød. De biometriske dataene tyder i dette tilfellet på at hovedtyngden av lomviene, alkene og lundene kom fra nordøstre deler av Storbritannia, mens alkekongene med rimelig sikkerhet ikke tilhørte hekkepopulasjonen på Franz Josef Land som er definert som en egen

underart pga. sin store kroppsstørrelse. Materialet må likevel betraktes som helt marginalt når det for enkelte av artene var mål fra færre enn ti voksne fugler til analysene av biometriske forskjeller. Med et større materiale kan mer robuste statistiske metoder tas i bruk. De som deltar i innsamlingen av døde fugler har ikke alltid spesiell kunnskap om aldersbestemmelse. Siden det gjerne er flest unge fugler blant ofrene for slike episoder, anbefaler vi i hvert tilfelle å samle inn 50-100 individer av hver art til obduksjon og biometrisk analyse når dette er praktisk gjennomførbart og overkommelig.

Episodene fra Rogaland føyer seg inn i en serie av hendelser relativt sent på vinteren de siste årene (2002-05) hvor uvanlig mange sjøfugler har omkommet av sult i Nordsjøen og Norskehavet. Det er umulig å si noe sikkert om antall, men det er sannsynlig at flere hundretusen individer har bukket under. De døde fuglene tilhørte forskjellige populasjoner som vil være påvirket i ulik grad. Bare i mars-april 2002 døde sannsynligvis mellom 100.000 og 150.000 voksne lunder utenfor kysten av Midt-Norge (Anker-Nilssen et al. 2003), noe som utgjør 2-4 % av den norske hekkebestanden. Individene tilhørte bestanden på Røst og kolonier i umiddelbar nærhet, som har hatt en negativ bestandsutvikling siden slutten av 1970-tallet. For slike bestander er disse episodene en ekstra belastning, selv om det er klare tegn til bedre rekruttering av unge fugler de siste tre årene.

Det er fra flere hold foreslått å gjenoppta regulære registreringer av ilanddrevne sjøfugler på kysten av Rogaland. Den omfattende hekkesvikten som er registrert for en lang rekke sjøfugler i Nordsjøen de siste par årene gjør dette mer aktuelt enn noen gang. Samtidig er en lav frekvens av oljeskadede individer blant strandede lomvier i ulike deler av Nordsjøen foreslått av OSPAR (Oslo-Paris-konvensjonen) som et velegnet økologisk kvalitetsmål (såkalt Ecological Quality Objective) for å følge den kroniske oljeforurensingen i Nordsjøen. På bakgrunn av et omfattende erfaringsmateriale fra bl.a. Nederland og Skottland (Camphuysen & Heubeck 2001) har ICES (2003, 2004) på vegne av OSPAR utviklet en standardisert metode for hvordan dette bør utføres og organiseres gjennom et internasjonalt samarbeid. Dersom overvåking av denne miljøkvaliteten blir vedtatt implementert for Nordsjøen (slik det nå ligger an til), håper vi Norge viser vilje og evne til å realisere sin del av arbeidet.

5 Referanser

- Anker-Nilssen, T. & Lorentsen, S.-H. 1995. Size variation of common Guillemots *Uria aalge* wintering in the northern Skagerrak. – *Seabird* 17: 64-73.
- 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. & Tatarinkova, I.P. 2000. Atlantic puffin *Fratercula arctica*. – s. 137-143 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. Rapp. Ser. nr. 113, Tromsø.
- Anker-Nilssen, T., Jones, P.H. & Røstad, O.W. 1988. Age, sex and origins of auks (*Alciade*) killed in the Skagerrak oiling incident of January 1981. – *Seabird* 11:28-46.
- 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: 57-71.
- Ashcroft, R.E. 1976. *Breeding, biology and survival of Puffins*. – PhD-avhandling, Univ. Oxford.
- Bakken, V., Runde, O. & Tjørve, E. 2003. *Norsk ringmerkingsatlas. Vol.1*. – Stavanger museum, Stavanger, 431 s.
- Barrett, R.T. & Golovkin, A.N. 2000. Common guillemot *Uria aalge*. – 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. Rapp. Ser. nr. 113, Tromsø, s. 114-118.
- 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. – *Ring and Migration* 6: 102-112.
- 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.
- Barrett, R.T., Anker-Nilssen, T. & Lorentsen, S.-H. i manuskript. The status of seabirds breeding in mainland Norway.

- Beagrand, G., Brander, K.M., Lindley, J.A., Souissi, S. & Read, P.C. 2003. Plankton effect on cod recruitment in the North Sea. – *Nature* 426: 661-664.
- Bergmann, C. 1847. Über die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Tiere zu Ihrer Grösse. – Göttinger Studien: 595-708.
- Cadiou, B., Riffaut, L., McCoy, K.D., Cabelguen, J., fortin, M., Gélinaud, G., Le Roch, A., Tirard, C. & Bouludier, T. 2004. Ecological impact of the "Erika" oil spill: Determination of the geographic origin of the affected common guillemots. – *Aquat. Living Resour.* 17: 369-377.
- Camphuysen, C.J. 2003. Characteristics of Atlantic Puffins *Fratercula arctica* wrecked in the Netherlands, January-February 2003. – *Atlantic Seabirds* 5: 21-30.
- Camphuysen, C.J. & Heubeck, M. 2001. Marine oil pollution and beached bird surveys: the development of a sensitive monitoring instrument. – *Environ. Poll.* 112:443-461.
- Eldøy, S. 2004. Døde sjøfugler langs Rogalandskysten i februar-mars 2003. – *Falco* 1-2004: 47.
- Faksness, L.-G., Daling, P.S., Resby, J.L.M. og Almås, K. 2003. Diagnostisk analyse av oljeforurensset sjøfugl i februar og mars 2003. – SINTEF rapport nr. STF66 F03032, Trondheim.
- Furness, R.W. & Camphuysen, C.J. 1997. Seabirds as monitors of the marine environment. – *ICES J. Mar. Sci.* 54: 726-737.
- Gabrielsen, G.W., Taylor, J.R.E., Konarzewski, M. & Mehlum, F. 1991. Field and laboratory metabolism and thermoregulation in Dovekies (*Alle alle*). – *Auk* 108: 71-78.
- Gaston, A.J. & Jones, I.L. 1998. *The Auks Alcidae*. – Vol. 4 i Perrins, C.M., Bock, W.J. & Kikkawa, J. (red.). *Bird Families of the World*. Oxford University Press, 349 s.
- Glick, B. 1983. Bursa of Fabricius. – s. 443-500 i Farner, D.S., King, J.R. & Parkes, K.C. *Avian biology*. Vol. 7. Academic Press, New York.
- Grandjean, P. 1972. Some morphological observations on the Guillemot (*Uria aalge aalge* Pont.) on Ellidaey, Westmann Islands. – *Dansk Orn. For. Tidsskr.* 66: 51-56.
- Harris, M.P. 1984. *The Puffin*. – T. & A.D. Poyser, Calton, UK, 224 s.
- Harris, M.P. 2002. Atlantic puffin *Fratercula arctica*. – s. 407-409 i Wernham, C., Toms, M., Marchant, J., Clark, J., Siriwardena, G. & Baillie, S. (red.). *The migration atlas. Movements of the birds of Britain and Ireland*. T & A.D. Poyser, London.
- Harris, M.P. & Swann, B. 2002. Common guillemot *Uria aalge*. – s. 397-400 i Wernham, C., Toms, M., Marchant, J., Clark, J., Siriwardena, G. & Baillie, S. (red.). *The migration atlas. Movements of the birds of Britain and Ireland*. T & A.D. Poyser, London.
- Harris, M.P., Anker-Nilssen, T., McCleery, R.H., Erikstad, K.E., Shaw, D.N. & Grosbois, V. 2005. Effect of wintering area and climate on the survival of adult Atlantic puffins *Fratercula arctica* in the eastern Atlantic. – *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 297: 283-296.
- ICES 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. København, 92 s.
- ICES 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 s.
- Isaksen, K. & Gavrilov, M.V. 2000. Little auk *Alle alle*. – s. 131-136 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. Rapp. Ser. nr. 113, Tromsø.
- 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.
- Jones, P.H., Barrett, C.F., Mudge, G.P. & Harris, M.P. 1984. Physical condition of auks beached in eastern Britain during the wreck of February 1983. – *Bird Study* 31: 95-98.
- Jones, P.H. 1990. The occurrence of large ('northern') Razorbills in British and Irish waters. – *Ringed and Migration* 11: 105-110.
- Mitchell, P.I., Newton, S.F., Ratcliffe, N. & Dunn, T.E. 2004. Seabird populations of Britain and Ireland. Results of the Seabird 2000 census (1998-2002). – T. & A.D. Poyser, London, 480 s.
- Moen, S.M. 1991. Morphological and genetic variation among breeding colonies of the Atlantic Puffin (*Fratercula arctica*). – *Auk* 108: 755-763.
- Moum, T. & Árnason, E. 2001. Genetic diversity and population history of two related seabird species based on mitochondrial DNA control region sequences. – *Molecular Ecology* 10: 2463-2478.
- Myrberget, S. 1963. Systematic position of *Fratercula arctica* from a North Norwegian colony. – *Nytt Mag. Zool.* 11: 74-84.
- Norderhaug, M. 1980. Breeding biology of the Little Auk (*Plautus alle*) in Svalbard. Norsk Polarinst. Skr. 173: 1-45.
- Parker, R.E. 1979. *Introductory statistics for biology*. 2nd Edition. – Studies in Biology No. 43, Edward Arnold Ltd, London, 122 s.
- Petersen, A. 1976. Size variables in Puffins *Fratercula arctica* from Iceland, and bill features as criteria of age. – *Ornis Scand.* 7: 185-192.

- Piatt, J.F. & Van Pelt, T.I. 1997. Mass-mortality of Guillemots (*Uria aalge*) in the Gulf of Alaska in 1993. – Marine Pollution Bulletin 34: 656-662.
- Roby, D.D., Brink, K.L. & Nettleship, D.N. 1981. Measurements, chick meals and breeding distribution of dovekies (*Alle alle*) in Northwest Greenland. – Arctic 34: 241-248.
- Romer, A.S. & Parsons, T.S. 1986. *The vertebrate body*. – CBS college publishing, Japan.
- Skipnes, K. 2001. Undersøkelser av ilanddrevne sjøfugler i Rogaland i perioden 1982-1997. – Stavanger Museums Årbok 111: 129-142.
- Stempniewicz, L., Skakuj, M. & Iliszko, L. 1996. The Little Auk *Alle alle polaris* of Franz Josef Land: a comparison with Svalbard *Alle a. alle* populations. Polar Research 15: 1-10.
- Vaurie, C. 1965. *The birds of the Palearctic fauna, non-passeriformes*. – Whiterby, London.
- Wanless, S., Wright, P.J., Harris, M.P. & Elston, D.A. 2004. Evidence for decrease in size of lesser sand eels *Ammodytes marinus* in a North Sea aggregation over a 30-yr period. – Mar. Ecol. Prog. Ser. 279: 237-246.
- Wanless, S., Harris, M.P., Readman, P. & Speakman, J.R. 2005. Low energy values as a probable cause of a major seabird breeding failure in the North Sea. – Mar. Ecol. Prog. Ser. 294: 1-8.

NINA Rapport 95

ISSN: 1504-3312

ISBN: 82-426-1641-8



Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: 9500 37 687

<http://www.nina.no>