

Grønlandsselens (*Pagophilus groenlandicus*) beiting om sommeren i åpent farvann i svalbardområdet

av
Line Marie Skov Pettersen



Mastergradsoppgave i fiskerifag
Studieretning fiskeribiologi
(60 stp)

Institutt for akvatisk biologi (IAB)
Norges fiskerihøgskole
Universitetet i Tromsø



Mai 2007

FORORD

Nå er en epoke av mitt liv over, og jeg ser tilbake på fem fantastiske år ved Norges fiskerihøgskole. Arbeidet med masteren har vært både krevende og spennende. Jeg har lært masse om grønlandssel og om skriveprosessen til en masteroppgave. Fullførelsen av denne oppgaven hadde ikke vært mulig å gjøre uten hjelp fra en lang rekke personer. For det første vil jeg takke mine veiledere, Tore Haug, Kjell T. Nilssen og Ulf Lindstrøm for gode råd og hjelp på veien.

Ellers vil jeg takke:

- Lise Heggebakken og Lotta Lindblom for hjelp på laben
- Mannskapet på FF "Jan Mayen" for et fantastisk opphold under toktet
- Alle på HI for at dere har tatt meg inn i varmen
- Frøydis Stand for kartet hun laget over innsamlingsområdene
- Thommy, Ole og Ingvill for at dere har gjort studiehverdagen gøy og lørdagskveldene ville!
- Mamma, pappa og lillebror for at de alltid har stilt opp og hatt tro på meg gjennom hele studiet mitt

Sist men ikke minst vil jeg takke samboeren min, Glenn Sørensen, for at han har holdt ut med meg de siste ukene før levering og for at han alltid har oppmuntret meg og hatt tro på det jeg har gjort.

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	3
INNHALDSFORTEGNELSE	5
SAMMENDRAG	7
1.0 INNLEDNING	8
1.1 Barentshavets økosystem	8
1.2 Grønlandssel	9
1.2.1 Størrelse og alder	10
1.2.2 Utbredelse og bestander	10
1.2.3 Kasting og hårfelling	10
1.2.4 Vandringsmønster i Nord-Øst Atlanteren	11
1.2.5 Diett og konsum	12
1.3 Oppgavens problemstilling	13
2.0 MATERIALER OG METODER	15
2.1 Datainnsamling	15
2.2 Undersøkelser av selen:	16
2.2.1 Innsamling av sel og feces:	16
2.2.2 Analyse av mage- og tarminnhold:	16
2.3 Diettanalyse	19
2.3.1 Frekvens forekomst (FOi):	19
2.3.2 Relativ biomasse (Bi):	19
2.3.3 Kombinert indeks av relativ biomasse(Ki)	20
2.3.4 Lengdefordeling hos fisk	20
2.4 Ressurskartlegging	20
2.5 Diettpreferanse	22
2.6 Statistiske analyser	23
2.6.1 Multivariate analyser	23

3.0 RESULTAT	24
3.1 Diett	24
3.1.1 Prosentvis forekomst (FOi)	24
3.1.2 Byttedyrenes relative viktighet (Kombinert biomasseindeks (Ki))	25
3.2 Lengdeforedling av fisk	29
3.3 Forekomst av byttedyr i 2006	32
3.4 Preferanser i 2006	32
3.2 Multivariate analyser	33
4.0 DISKUSJON	36
4.1 Diettsammensetning	36
4.2 Preferanser	39
4.3 Mulig konkurranse med andre arter	40
4.4 Feilkilder	40
4.5 Forslag til framtidige undersøkelser	42
5.0 KONKLUSJON	44
6.0 REFERANSER	45

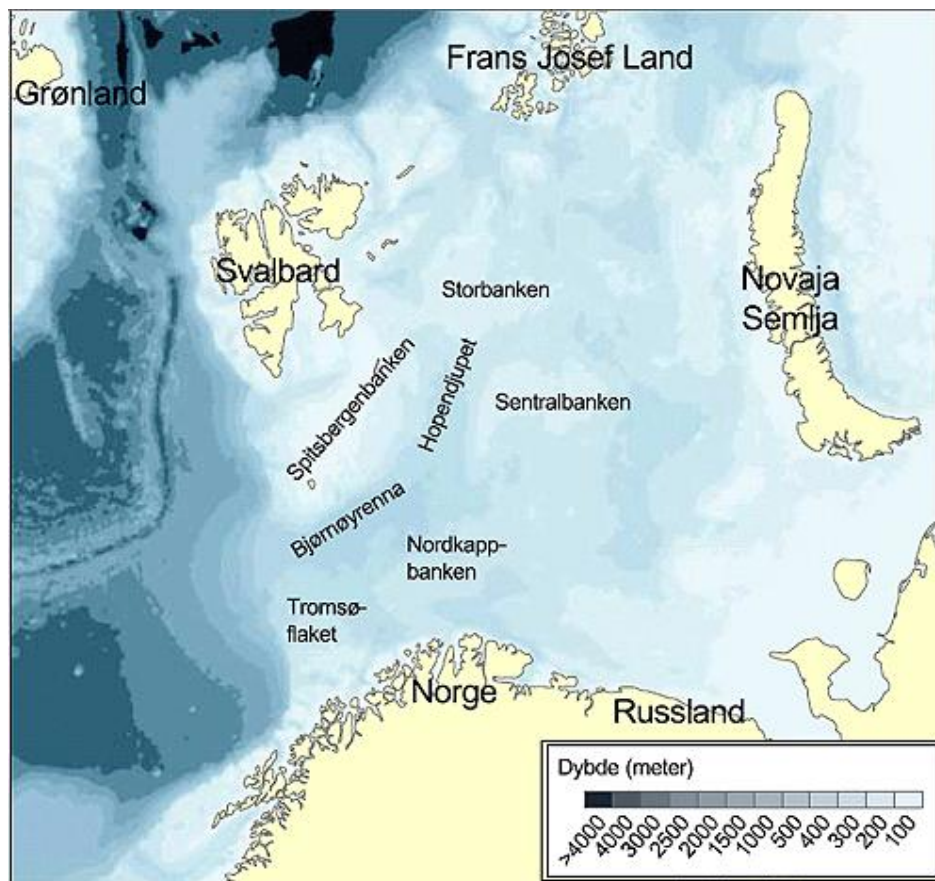
SAMMENDRAG

Målet med dette studiet var å analysere grønlandsselens (*Pagophilus groenlandicus*) beiting om sommeren i svalbardområdet for 2004, 2005 og 2006. Totalt ble 150 grønlandsseler samt 125 fecesprøver innsamlet i to underområder (øst og vest) i det sørlige svalbardområdet i mai-juni 2004-2006. I 2006 ble det gjennomført ressurskartlegging ved bruk av akustikk og tråling, hvor tråldataene ble benyttet til å estimere tilgjengeligheten av potensielle byttedyr i miljøet. Analyser av tarminnholdet til selene viste at de hadde beitet hovedsakelig på krill og polartorsk. Det ble funnet forskjell i seldietten mellom innsamlingsårene, hvor krill dominerte i 2004, mens polartorsk, torsk og annen fisk dominerte i 2005 og 2006. Arts sammensetningen i dietten til selene varierte mellom det østlige og vestlige innsamlingsområdet. I vest bestod tarminnholdet hovedsakelig av krill, mens i øst var det polartorsk og annen fisk som dominerte. Fecesprøvene var også dominert av krill i vest, men innholdet i øst bestod hovedsakelig av krill og fisk, særlig torsk og gapeflyndre. Tidligere studier har vist at byttedyrforekomsten i tarm og feces for samme områder er lik, dette var imidlertid ikke tilfelle for prøvene i 2005 og 2006. Preferanseundersøkelsen i 2006, viste at grønlandsselene hadde sterk preferanse for polartorsk, mens den viste antipreferanse for torsk, gapeflyndre og krill.

1.0 INNLEDNING

1.1 Barentshavets økosystem

Barentshavet er på 1,6 millioner km² og er det største sokkelhavet i Arktis. Hele 49 % av den arktiske sokkelens primærproduksjon skjer i dette havet (Wassmann *et al.* 2006). Størstedelen av Barentshavet er grunnere enn 300 meter og det midlere dypet er på 230 meter (Wassmann *et al.* 2006). Grensen mellom Norskehavet og Barentshavet går langs eggkanten fra Troms, vest for Bjørnøya til Spitsbergen. De nordlige kystene av Norge og Russland avgrensner havet mot sør, Novaja Semlja mot øst, og eggkanten mot Nordishavet nord for Frans Josefs land og Svalbard mot nord (Skogen *et al.* 2007).



Figur 1.1 Kart over Barentshavet.

Bunntopografien i Barentshavet har stor innflytelse på fordeling og bevegelse av vannmassene (Skogen *et al.* 2007). Kaldt, arktisk vann møter varmere og saltere atlantisk

vann, noe som gir grunnlag for forekomster av plankton, krill (*Euphausiada*) og fiskearter som lodde (*Mallotus villosus*), torsk (*Gadus morhua*) og sild (*Clupea harengus*).

Innstrømningen av egg og larver fra lodde, sild og torsk, som i hovedsak gyter langs norskekysten, er helt nødvendig dersom Barentshavet skal opprettholde den biologiske produksjonen av disse kommersielt utnyttbare artene. Barentshavet er karakterisert ved store, årlige variasjoner med hensyn til temperaturforhold og isdekke. Den viktigste årsaken til dette er endringer i innstrømningsvolum og egenskaper ved det atlantiske vannet (Anon 2005).

Barentshavet er et produktivt økosystem med lav biologisk diversitet (Skogen *et al.* 2007). Et økosystem kan defineres som: ”et dynamisk kompleks av planter, dyr og mikroorganismer som i samspill med det ikke-levende miljø utgjør en funksjonell enhet” (Anon 2005).

Primærproduksjonene i Barentshavet er i gjennomsnitt på 93 g Cm⁻² per år, men har stor variasjon gjennom året ($\pm 19\%$) (Wassmann *et al.* 2006).

De viktigste topp-predatorene i Barentshavet er torsk, grønlandssel (*Pagophilus groenlandicus*) (Erxleben 1777) og vågekval (*Balaenoptera acutorostrata*), hvor torsk er den mest betydningsfulle predatoren (Bogstad *et al.* 2000). Mengden av ulike arter som disse topp-predatorene konsumerer vil i stor grad påvirke de ulike artenes naturlige dødelighet, og dermed også interaksjonen mellom artene i det marine økosystemet i Barentshavet. I tillegg til de marine pattedyrene og torsk, er også sjøfugl viktige topp-predatorer i dette økosystemet (Barret *et al.* 2002).

1.2 Grønlandssel

Selene (*Pinnipedia*) utgjør en egen orden innenfor klassen pattedyr (*Mammalia*), og deles inn i tre familier; øresel (*Otaridae*), hvalross (*Odobenidae*) og ekte seler (*Phocidae*). De ekte selene deles inn i tre underfamilier, hvorav kobbene (*Phocinae*) er en av disse underfamiliene (King 1964). *Phocinae* omfatter også grønlandssel, som er den arten dette studiet vil ta for seg.

1.2.1 Størrelse og alder

En grønlandsselhann kan bli opptil 2 m lang og veie over 200 kg, hunnene er noe mindre (Nilssen *et al.* 1997). Grønlandssel kan bli opptil 35 år gammel (Lavigne og Kovacs 1988; Kovacs *et al.* 2004) Grønlandsselens alder ved kjønnsmodning i Barentshavet i de siste 40 årene tyder på at det er tetthetsregulerende mekanismer som virker på bestanden: alder ved kjønnsmodning har økt fra 5,4 år i perioden 1962-1972, til 6,6 år i perioden 1976-1985, og 8,2 år i perioden 1988-1993 (Frie *et al.* 2003). Kjønnsmodne hunner får vanligvis en unge hvert år (Lavigne og Kovacs 1988).

1.2.2 Utbredelse og bestander

Grønlandsselen er utbredt i de arktiske områdene av Nord-Atlanteren hvor arten inndeles i tre geografisk adskilte bestander. Den mest tallrike bestanden med ca. 5,9 millioner sel (ICES 2005) har kaste - og hårfellingsområder (kaste = føde) i drivisområdene i Gulf of St. Lawrence og på østsiden av Labrador og Newfoundland, Canada. I drivisområdene mellom Grønland og Jan Mayen (Vesterisen) har den minste grønlandsselbestanden med ca. 630 000 dyr (ICES 2005) sine kaste- og hårfellingsområder, mens den tredje bestanden har tilhørighet i Barentshavet-Kvitsjøen (Østisen) (Lavigne og Kovacs 1988; Sergeant 1991; ICES 2005). Østisbestanden er relativt tallrik med en ungeproduksjon på 360.880 dyr (SD 31 775) og en bestand av ett år og eldre dyr på 2 064 600 dyr (SD290 040) (ICES 2005).

Data fra grønlandsselene som inngår i dette studiet kommer mest sannsynlig fra østisbestanden, men det er en viss sannsynlighet for at materialet også kan omfatte sel fra Vesterisen. Det er gjennomført ulike genetiske undersøkelser av grønlandssel for å se om bestandene kan skilles genetisk. Det er imidlertid kun funnet forskjell mellom Newfoundland og Vesterisen/Østisen, men ikke mellom Vesterisen og Østisen (Meisfjord og Sundt 1996).

1.2.3 Kasting og hårfelling

Grønlandsselene kaster til litt forskjellig tid i de ulikebestandene. Ved Newfoundland og i Østisen er kasteperioden fra siste uke av februar til midten av mars, og i Vesterisen fra midten av mars til første uken i april (Haug *et al.* 2006). Østisbestanden kaster i hovedsak inne i

Kvitsjøen. Grønlandsselens unger blir født som kvitunger på drivisen, og veier om lag 10 kg ved fødselen. De legger på seg rundt 2,5 kg om dagen i løpet av den rundt 12-dagers lange dieperioden, hvor mer enn halvparten av denne vekten lagres direkte som fett (Lavigne og Kovacs 1988; Lydersen og Kovacs 1999). De avvente ungene blir deretter forlatt av moren. De første ukene etter at ungene er blitt forlatt tærer de på det tykke spekklaget de la på seg under dieperioden. I løpet av de første to-tre ukene røyter ungene den kvite pelsen og skifter til en mørkere pels (svartunger) som de beholder gjennom det første leveåret inntil hårfellingen i april-mai året etter. Etter fasteperioden begynner de å utforske det våte element og tar til seg næring fra sjøen, fortrinnsvis krepsdyr (Lavigne og Kovacs 1988; Nilssen *et al.* 2001). Fra ettårsalderen og inntil de er voksne, kalles grønlandsselen for brunsel. Grønlandsselen når kjønnsmoden alder før veksten er avsluttet, vanligvis i seks- til åtteårsalderen (Lavigne og Kovacs 1988; Kovacs *et al.* 2004).

De voksne dyrene parer seg like etter at ungene er forlatt (Lavigne og Kovacs 1988). Hunnene mister mer enn 3 kg kroppsvekt hver dag i løpet av dieperioden (Lavigne og Kovacs 1988). De voksne selene legger ut på en beitevandring inntil de igjen søker tilbake til drivisen for hårfelling. Også i hårfellingsperioden (april-juni), en periode hvor de ligger på isen i store deler av tiden, er voksendyrenes matinntak lavt. Etter at hårfellingen er avsluttet i mai-juni, migrerer grønlandsselene nordover (Nansen 1924, Nilssen *et al.* 2000).

1.2.4 Vandringsmønster i nord-øst Atlanteren

Grønlandsselen er et utpreget flokkdyr, som i hovedsak lever pelagisk, aller helst i områder med drivis. Den foretar lange årlige beitevandring innenfor hvert hovedområde, hvor drivisens smelting og tilfrysning spiller en viktig rolle for vandringsmønsteret til dyrene (Sergeant 1991; Kovacs *et al.* 2004). Den årlige migrasjonen til bestanden av grønlandssel i Barentshavet er normalt karakterisert av en forflytning nordover om våren og tidlig på sommeren (mai-juni), slik at dyrene om sommeren og høsten (juni-oktober) forekommer i åpne farvann langs driviskanten ved Svalbard i resten av det nordlige Barentshavet og delvis i Karahavet. I oktober-november migrerer selene sørover igjen, og om vinteren og tidlig på våren (desember-mai), er selene vanligvis konsentrert i de sørlige områdene, først og fremst i det sørøstlige Barentshavet og i Kvitsjøen hvor reproduksjonen foregår (Haug *et al.* 1994). I perioden mellom kasting og hårfelling migrerer hunnene i østisbestanden vanligvis fra

Kvitsjøen og vestover langs kysten av Kola og til de østlige områdene av Finnmark (Haug *et al.* 1994; Nilssen *et al.* 1998). I løpet av april vender selene tilbake til drivisen for hårfelling.

Satelittmerkinger av grønlandssel i Vesterisen viser at også denne bestanden migrerer inn i de nordlige områdene av Barentshavet tidlig om sommeren, hvor de beiter til langt ut på høsten for så å vende tilbake til Grønlandshavet (Folkow *et al.* 2004).

1.2.5 Diett og konsum

Dyr fra Vester- og Østisen forekommer antakelig samtidig på beiteområder ved Svalbard og nord i Barentshavet (Haug *et al.* 1994; Folkow *et al.* 2004). Grønlandsselen er kjent for å være en opportunistisk predator, som i stor grad spiser det som er mest tilgjengelig i de ulike områdene den beiter i. (Lydersen *et al.* 1991; Nilssen *et al.* 1992, 1995a, b 1998, 1998a; Lindstrøm *et al.* 1998). Voksendyrenes matinntak er lavt i kaste- og hårfellingsperiodene (Lavigne og Kovacs 1988), men desto mer intensivt om sommeren og høsten (Nilssen *et al.* 2000).

Grønlandsselbestanden i Barentshavet har et konsum på omkring 3-5 millioner tonn byttedyr årlig. Dietten består i stor grad av lodde, polartorsk (*Boreogadus saida*), torsk, sild, krill og den pelagiske amfipoden *Parathemisto libellula* (Nilssen *et al.* 2000). Krill og *Parathemisto libellula* ser ut til å være de viktigste byttedyrene i løpet av sommeren og høsten (juli-oktober), når selen oppholder seg i de sentrale og nordlige delene av Barentshavet. I løpet av høsten (oktober-november) er det observert gradvis skift i diett, fra krepsdyr til fisk, særlig lodde og polartorsk, som et resultat av at isen presser selene sørover (Nilssen 1995). I februar, når selene oppholder seg på bankområder i den sørøstlige delen av Barentshavet spiser selen utelukkende ulike fiskeslag. I år når det er mye ungsild i Barentshavet slik som for eksempel i perioden 1991-1994 spiller ungsild en viktig rolle i selens diett (Nilssen 1995; Nilssen *et al.* 1995a, 2000; Lindstrøm *et al.* 1998). På bakgrunn av artens tallrikhet og at den beiter på flere av de kommersielle fiskeartene i Norge, anses grønlandsselen som en viktig konkurrent til fiskeriene i Barentshavet (Nilssen *et al.* 2000).

Ulike byttedyr har ulike energitettheter og forskjellige grader av fordøyelighet. En grønlandssel har normalt et daglig matinntak tilsvarende rundt fem prosent av egen kroppsvekt (Anon. 1994). Matkonsumet varierer imidlertid mye i løpet av året, fordi grønlandsselene spiser lite under kaste- og hårfellingsperiodene, hvor de går mye ned i vekt. Grønlandsselene må derfor kompensere vekttapet med økt matinntak etter hårfelling i mai-juni og videre utover sommeren (Nilssen *et al.* 2000). Blant de mest energirike byttedyrene i grønlandsselens diett i Barentshavet er lodde og polartorsk. Lodde og polartorsk har energitettheter på henholdsvis 4,7- 9,6 og 5,5-7,8 kJ per gram våtvekt (Mårtensen *et al.* 1998; Christiansen *et al.* 2005). Energitettheten til byttedyrene er imidlertid ikke konstant gjennom året. Hos lodde varierer energitettheten voldsomt fra mai da den er svært mager og til august og utover høsten da den er feitest og dermed mest energirik (Henderson *et al.* 1984). Lodde har en høy utnyttelsesgrad, hvor 94 % av energien tas opp av selen (Mårtensson *et al.* 1994). Krill og amfipoden *Parathemisto libellula* har energitettheter på henholdsvis 2,3 -8,2 og 3,9 kJ per gram våtvekt (Mårtensson *et al.* 1994; Mårtensson *et al.* 1996). Selens utnyttelsesgrad av krill og *Parathemisto libellula* er henholdsvis 83 % og 80 % (Mårtensson *et al.* 1994).

1.3 Oppgavens problemstilling

Grønlandsselens konsum av marine ressurser varierer og påvirkes av endringer i ressurstilgang – dynamikken omkring dette er fremdeles uavklart. Det er særlig viktig å avklare grønlandsselens konsum av fiskebestander (for eksempel lodde) som kan tenkes å bli konsumert i så stor grad at det kan få forvaltningsmessige konsekvenser. Sommeren er en svært viktig beiteperiode for grønlandsselen (Nilssen *et al.* 2000). Eksisterende kunnskap om sommerdiettens sammensetning er imidlertid ufullstendig. På bakgrunn av dette ble det satt i gang forskningsaktivitet for å kartlegge grønlandsselens diett i åpent farvann om sommeren i svalbardområdet, hvor datainnsamlingen ble gjennomført i mai-juni i 2004-2006.

Hovedmålet med studiet var å undersøke grønlandsselens diettsammensetning i rom og tid og byttedyrpreferanse i det nordlige Barentshavet i mai-juni.

Følgende hypoteser ble testet:

H0: Selens diett varierer ikke mellom år.

H1: Selens diett varierer mellom år.

H02: Det er ikke noen øst-vest gradient i diettsammensetningen.

H2: Det er en øst-vest gradient i diettsammensetningen.

H03: Grønlandsselen har ikke noen byttedyrpreferanse.

H3: Grønlandsselen har preferanse for minst et byttedyr.

2.0 MATERIALER OG METODER

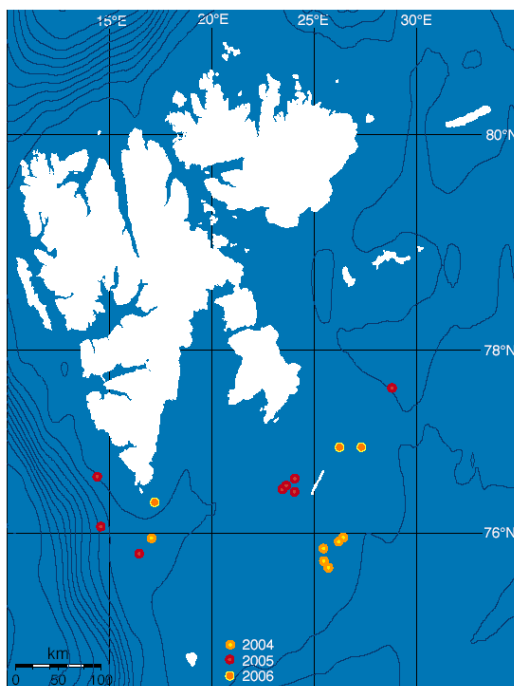
2.1 Datainnsamling

Alle selene i dette materialet ble innsamlet under Havforskningsinstituttets forskningstokt sør og øst for Spitsbergen i mai-juni 2004, 2005 og 2006.

Totalt antall innsamlede dyr varierte både mellom år og underområder (se tabell 2.1). Oversikt over de to områdene dyrene og fecesprøvene ble samlet inn er illustrert i figur 2.1. Det vestlige og østlige innsamlingsområdet blir senere i oppgaven betegnet som henholdsvis vest og øst.

Tabell 2.1. Oversikt over antall seler og fecesprøver som er innsamlet i 2004, 2005 og 2006 ved de ulike områdene.

	Vest		Øst		Totalt	
	Seler	Feces	Seler	Feces	Seler	Feces
2004	13	24	21	-	34	24
2005	24	29	31	45	55	74
2006	26	13	35	14	61	27



Figur 2.1 Oversikt over områdene hvor selene er ble fanget (2004-2006).

2.2 Undersøkelser av selen:

2.2.1 Innsamling av sel og feces:

Alle selene ble skutt på is og tatt om bord i forskningsfartøyet for disseksjon og biologisk prøvetaking. Fecesprøver ble innsamlet fra drivisen i områder der store konsentrasjoner av grønlandssel hadde lagt seg opp (fra flere hundre til noen få tusen dyr). Mage/tarm/feces ble frosset ned for senere analyser.

2.2.2 Analyse av mage- og tarminnhold:

Magene, tarmene og innsamlet feces fra grønlandssel ble tatt ut av fryseren og tint i romtemperatur, slik at innholdet kunne analyseres. Tinte mager/tarmer ble klipt opp, skylt og hele innholdet ble tømt i et plastkar. Innholdet ble silt gjennom tre siler med nettstørrelse på henholdsvis 2 mm, 1 mm og 0,5 mm. I analyser av mage- og tarminnhold er otolitter fra fisk og rester av krepsdyr vanlige innslag. Byttedyr som nylig er spist, er vanligvis lett å identifisere i mageinnhold. Hvis innholdet er mye fordøyd kan byttedyrene identifiseres ved å studere resterende harddeler som otolitter og bein (se Härkönen 1986). Til å identifisere krepsdyr funnet i fordøyelsessystemet, brukes en tilsvarende metode basert på hele individer eller deler av individer, for eksempel det utvendige skjelettet (carapax) (Enckell 1980). Alle otolitter, krepsdyr og rester av krepsdyr ble plukket ut og lagt i dramsglass med ren etanol for senere identifisering. Hensikten med å sile mage- og tarminnholdet var å sortere ut otolitter og i tillegg fjerne slim, slik at senere identifisering av krepsdyr ble lettere. I analysene ble det brukt et blått plastkar fordi blåfargen gir god kontrast til otolitter og dermed gjør det lettere å finne disse. Det materialet som passerte den minste silen (0,5 mm) ble ansett for å være uvesentlig.

Opparbeiding av feces ble gjort etter samme prosedyre som for innholdet i mage og tarm.

De saggitale otolittene (se Härkönen 1986) ble artbestemt ved bruk av lupe (Leica), og målt ved hjelp av et måleokular i lupen. Lupen hadde tre ulike forstørrelser, henholdsvis x4.6, x16 og x40. Krepsdyrene ble også studert i lupe, hvor antall krepsdyr av hver art ble registrert. Formen og morfologien til otolitter er ulike for hver fiskeart (Härkönen 1986). For å kunne

beregne fiskelengde og vekt basert på otolittlengde må man derfor bruke ulike artsspesifikke vekt- og lengderegresjoner (Christiansen *et al.* 2005). På samme måte som for otolitter er det også for krepsdyr sammenheng (korrelasjoner) mellom lengden av carapax, eventuelt deler av carapax, og størrelsen på individet. Til artsbestemmelsen av fiskeotolitter ble Härkönen (1986) brukt mens artsbestemmelse av krepsdyr ble gjort ved bruk av Enckell (1980).

Siden fisk er utstyrt med to sagittale otolitter ble totalt antall fisk i en mage beregnet ved å telle antallet otolitter fra en byttedyrart og dele antallet med to. Fiskevekt og fiskelengde ble beregnet basert på regresjoner mellom otolittlengde og fiskestørrelse (lengde og vekt) ble hentet i hovedsak fra upubliserte data innsamlet av Havforskningsinstituttet (se Tabell 2.2) og fra Härkönen (1986). Otolittene som ble funnet i mage, tarm og feces var ofte sterkt fordøyd, slik at magesyren hadde endret artsspesifikke kjennetegn, og i noen tilfeller var det derfor vanskelig å artsbestemme disse. For fisk som ikke var mulig å artsbestemme, ble fiskevekten beregnet basert på regresjonen mellom otolittens fiskestørrelse for den arten som den ukjente otolitten mest sannsynlig kunne være. I tabell 2.2 er det gitt en oversikt over regresjonene mellom otolitt- og fiskestørrelse for de viktigste byttedyrene i det innsamlete materialet. Fordi andre byttedyr utgjorde en svært liten del av materialet, ble de ansett som mindre viktig og dermed utelatt i beregningene av biomasse.

Tabell 2.2; Oversikt over publiserte og upubliserte regresjoner mellom otolitt- og fiskestørrelse, samt masse av krill, som er brukt i beregningene i dette studiet. FL= fiskens lengde (mm), FW=fiskens vekt (gram) og OL= otolittlengden (mm). Kun de viktigste artene er tatt med.

Torsk (<i>Gadus morhua</i>)	
FL = 16,849+(20,86*OL)	U publ. Mat. Havforskningsinstituttet
FW= 0.178*OL ^{2.595}	U publ. Mat. Havforskningsinstituttet
Polartorsk (<i>Pollachius virens</i>) (brukt samme som for torsk, <i>Gadus morhua</i>).	
FL = 16,849+(20,86*OL)	U publ. Mat. Havforskningsinstituttet
FW= 0.178*OL ^{2.595}	U publ. Mat. Havforskningsinstituttet
Lodde (<i>Mallotus villosus</i>)	
FL = 14,83+(45,58*OL)	U publ. Mat. Havforskningsinstituttet
FW= 0.1358*OL ^{2,747}	U publ. Mat. Havforskningsinstituttet
Gapeflyndre (<i>Hippoglossoides platessoides</i>)	
FW= 0.17*OL ^{4.117}	Härkönen (1986)
Krokulke (<i>Arctiellus atlanticus</i>)	
FW= 0.0921*OL ^{3.626}	U publ. Mat. Havforskningsinstituttet
Ålebrosme (<i>Zoarces viviparus</i>)	
FW= 1,002*OL ^{1,933}	U publ. Mat. Havforskningsinstituttet
Krill (<i>Euphausiacea</i>)	
Vekta for en krill ble satt til 0.115 gram	U publ. Mat. Havforskningsinstituttet

2.3 Diettanalyse

Siden ingen enkeltstående metode gir et komplett bilde av byttedyrs sammensetningen, ble flere metoder benyttet for å beskrive dietten til selene (Hyslop 1980; Pierce og Boyle 1991): En kvalitativ metode (FOi) og to kvantitative metoder (Bi og Ki). I dette studiet ble resultatene fra Bi kun brukt for å beregne Ki.

2.3.1 Frekvens forekomst (FOi):

$$FO_i = \frac{S_i}{S_t} 100 \quad (1)$$

Hvor s_i er antallet mager/tarmer/feces som inneholder byttedyret i , og s_t er det totale antallet mager/tarmer/feces som ble undersøkt.

2.3.2 Relativ biomasse (Bi):

$$B_i = \frac{b_i}{b_t} 100 \quad (2)$$

Hvor b_i er den totale estimerte biomassen av byttedyret i fra alle magene/tarmene/feces som inneholdt byttedyr, og b_t er den totale estimerte biomassen fra alle byttedyrsgruppene. Denne indeksen blir også kalt bulk-biomass-index.

Da det kun ble funnet byttedyr i 5 og 2 av magene innsamlet i henholdsvis 2005 og 2006, ble magene utelatt i denne beregningen.

2.3.3 Kombinert indeks av relativ biomasse(K_i)

For å redusere betydningen av byttedyr som forekommer sjelden og i store mengder i dietten ble det brukt en kombinert indeks som kombinerer B_i og FO_i :

$$K_i = \frac{B_i FO_i}{\sum_{i=1}^k B_i FO_i}, \quad (3)$$

Hvor B_i og FO_i er beskrevet i ligning 1 og 2.

For å gjøre presentasjonen mer oversiktlig ble byttedyrene gruppert i følgende åtte byttedyrgrupper: torsk, polartorsk, lodde, gapeflyndre (*Hippoglossoides platessoides*), ulkefamilien (*Cottidae*), annen fisk, krill og andre krepsdyr. (Annen fisk består av all fisk som ble funnet i tarminnhold og feces forutenom torsk, polartorsk, lodde, gapeflyndre og ulkefamilien (Se Taebell 3.1)).

2.3.4 Lengdefordeling hos fisk

Basert på tilbakeregnet fiskelengde (fra otolitter) ble torsk, polartorsk og lodde delt inn i lengdegrupper på 1cm.

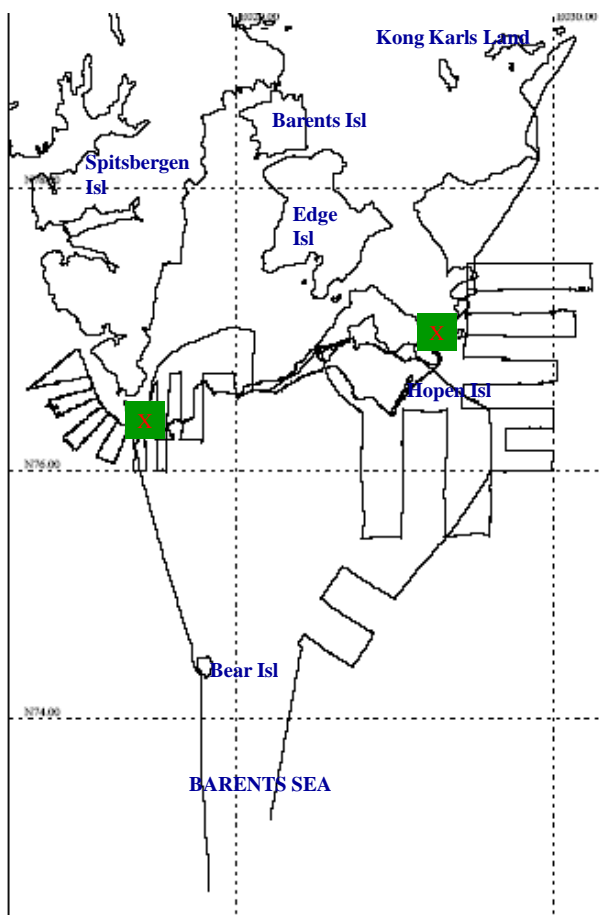
2.4 Ressurskartlegging

Under toktet med FF"Jan Mayen" i 2006 ble det gjennomført ressurskartlegging ved bruk av akustikk og tråling i de områdene der selene ble innsamlet. Det ble benyttet pelagisk- og bunntål for å samle prøver der akustiske målinger viste endringer i byttedyrkonsentrasjoner. Til pelagisk tråling ble det benyttet en 16 favners trål (Harstadtrål, Norway) som var utstyrt med en Scanmar dybde monitor. Bunntålen var en "Super Campelin" 1800 maskers reketrål med "rubber bobbins". Begge trålene var tilpasset med et 8 mm innsidenett i trålposen for å

kunne samle fiskelarver og dyreplankton. Alle tråltrekkene ble standardisert til 30 minutters tauing med hastighet ca. 3 knop.

Figur 2.2 viser transekter for ekkoregistreringene under ressurskartleggingen. Det ble tatt tråltrekk langs transektene når ekkoregistreringene viste endringer med hensyn til mengde og potensielle artsammensetninger. I denne oppgaven ble trålprøvene brukt som et mål på ressursene i sjøen, herunder mengden av de forskjellige artene.

Fangstmengden av fisk og krepsdyr ble registrert i alle tråltrekkene. Prøvene ble identifisert til artsnivå hvor det ble brukt standardiserte identifikaşjonsnøkler (Enckell 1980; Pethon 1985). Antall fisk ble registrert, mens mengden av krepsdyr ble estimert basert på registrert antall i en tilfeldig underprøve.



Figur 2.2 Områder der sel ble fanget til forskningsforsøk (x) og rute for transektbasert kartlegging av ressurser i 2006. Tråltrekkene ble tatt på utvalgte punkter (basert på ekkoregistreringer) langs transektene i de to områdene vest og øst.

2.5 Diettpreferanse

For å evaluere potensiell diettpreferanse hos grønlandssel ble Chesson's seleksjonsindeks (se Chesson 1978) brukt:

$$\alpha_i = \frac{d_i}{r_i} \frac{1}{\sum_{j=1}^m \frac{d_j}{r_j}}, \quad (4)$$

hvor α er byttedyrpreferanse, d og r er relativ andel (K_i) (se ligning 3) av byttedyr i henholdsvis tarm og ressurs, m er totalt antall byttedyrgrupper inkludert i analysen.

Preferanseberegningene ble altså basert på den relative sammensetningen av byttedyr (K_i) i tarmene til grønlandsselene sammenlignet med sammensetningen byttedyr (K_i) i tråltrekkene. Skulle det forekomme arter i tarmene som ikke ble registrert i den akustiske ressursundersøkelsen, så ble disse utelatt analysen. I dette studiet ble analysen gjennomført med 4 byttedyrgrupper (dvs. $m=4$).

Denne metoden gir α -verdier mellom 0-1 hvor $1/m$ ($1/4=0,25$ i dette tilfellet) indikerer tilfeldig spising, dvs. den relative andelen av byttedyr i dietten er proporsjonal med den relative andelen av byttedyr i havet. Verdier under 0,25 indikerer at selen har spist mindre av en byttedyrgruppe enn man kunne forventet ut i fra ressurstilgangen (unntakelse) og omvendt hvis verdiene er over 0,25 (preferanse).

Tolkningen av resultatene av analysen, bygger på følgende fire forutsetninger: (i) De analyserte grønlandsselene representerer en tilfeldig prøve av alle dyr i området; (ii) den relative byttedyrtilgjengeligheten er konstant i prøveperioden; (iii) at rekonstruksjonen av innholdet i tarmen til selen reflekterer det den virkelig hadde spist; (iv) at selen hadde spist i det samme området som de var blitt samlet inn. Forutsetning (i), (iii) og (iv) er ikke bare viktig for utregning av Chesson's seleksjonsindeks, men i alle analysene i oppgaven.

2.6 Statistiske analyser

Den grafiske framstillingen ble gjennomført ved hjelp av EXCEL-regneprogram, mens de statistiske testene ble gjort i programmene MatLab og R.

For å beregne usikkerheten i et datasett som det er vanskelig å bestemme med vanlige statistiske analyser kan man benytte en statistisk metode som heter bootstrapping (Efron og Tibshirani 1993). Metoden ble brukt for å estimere konfidensintervall i preferanseanalysen. Den grunnleggende ideen med bootstrapping er å bruke det opprinnelige datasettet (istedenfor å samle inn nye data) til å estimere nye gjennomsnittsverdier. Gjennomsnittsverdiene ble brukt til å konstruere 95 % konfidensintervall. Sammenligning av to konfidensintervall er analogt med dobbeltsidig test med en alfa verdi på 0,05 ($\alpha = 0,05$). Hvis man har et datasett bestående av n observasjoner, så vil man trekke av n tilfeldige observasjoner med tilbakelegging og regner ut gjennomsnittet fra de n observasjonene. Dette repeteres N (antall bootstrapreplikater). Konfidensintervallet i dette studiet ble i tillegg korrigert for skjevhet, som er et mål på hvor mye det bootstrappede gjennomsnittsestimatet avviker fra gjennomsnittet av de opprinnelige dataene. Bootstrapping ble gjennomført i MatLab.

2.6.1 Multivariate analyser

Jeg valgte å bruke en correspondence analyse (CA) for å visualisere diettdataene. Diettdataene ble logtransformerte før analysen, for å redusere effekten av store biomasseverdier. Korrespondanseanalysen ble laget ved hjelp av ”veganpakken i R”.

Korrespondanseanalyse er en multivariat statistisk metode som har til mål å avdekke de underliggende strukturene i store og komplekse datamatriser, og presentere disse strukturene visuelt i et flerdimensjonalt punktdiagram, også kalt *korrespondansekart* (Greenacre 1984). Ideen er å forenkle og dekomponere mest mulig av variansen i et datasett langs så få akser som mulig (Borga 2001). I dette studiet valgte jeg å bruke to akser til å forklare variasjonen i diettsammensetningen.

En kanonisk correspondence analyse (CCA) ble brukt for å avklare hvor mye av variasjonen i dietten som kunne forklares av variasjonene i variablene: år, dato, område og tarm/feces. CCA-analysen ble utført ved hjelp av ”veganpakken i R”.

3.0 RESULTAT

3.1 Diett

Fordi alle selmagene enten var tomme eller inneholdt svært lite matrester (se tabell 3.1) ble kun tarminnholdet og fecesprøvene brukt for å beskrive diettens relative sammensetning med hensyn på biomasse. Dietten blir beskrevet ved hjelp av prosentvis forekomst av byttedyr (FOi) og en kombinert indeks for relativ biomasse (Ki). Ki bygger på prosentvis forekomst (FOi) og den relative biomassen (Bi) og er et uttrykk for hver art eller byttedyrgruppes relative bidrag i dietten.

3.1.1 Prosentvis forekomst (FOi)

Det ble funnet byttedyr i tarmene hos samtlige av de 13 innsamlede selene i det vestlige svalbardområdet i 2004 (Tabell 3.1). Av de 21 selene fra den østlige delen av innsamlingsområdet hadde 64,2 % av tarmene byttedyr. Selene som ble innsamlet i øst hadde spist flere byttedyrarter (15) sammenlignet med selene fra vest (6) (Tabell 3.1). Krill var en viktig byttedyrart i begge områdene i 2004, med forholdsvis 100 % og 61,9 % forekomst i selene i vest og øst (Tabell 3.1). I øst var det også en stor andel av selene (87,6 %) som hadde spist krokulke (*Arctodiellus atlanticus*).

I 2005, inneholdt 45,8 % av totalt 24 seler i vest og 83,9 % av totalt 31 seler i øst byttedyr i tarmen (Tabell 3.1). Totalt antall byttedyr i tarmen i 2005 var 7 i vest, hvor en stor andel av selene hadde konsumert krill (25 %) og torskefisk, særlig polartorsk (20,8 %). I øst hadde selene beitet på 15 arter, hvor torsk (61,3 %) og polartorsk (38,7 %) forekom oftest. Det var også mange seler som hadde spist ålebrosme (22,6 %) og gapeflyndre (16,1 %).

Av de 21 selene som ble innsamlet i vest i 2006 inneholdt 92,3 % byttedyr i tarmen (Tabell 3.1). I øst inneholdt 77,1 % av totalt 35 seler byttedyr. Totalt hadde selene i 2006 i vest og øst spist henholdsvis 8 og 14 ulike arter. Krill (66,7 % i vest og 20 % i øst), polartorsk (19 % i vest og 45,7 % i øst) og *Parathemisto* sp. (14,3 % i vest og 17,1 % i øst) forekom oftest i

dietten (Tabell 3.1). I øst var det mange seler (28,6 %) som hadde spist på ulkefisk (*Cottidae*) (Tabell 3.1).

Av totalt 24 feces innsamlet i vest 2004 inneholdt 95,8 % krill (Tabell 3.1). I 2005 ble det samlet inn 29 feces i vest og 45 feces i øst. I likhet med prøvene fra 2004 var krill den arten som forekom oftest i dietten (41,4 % i vest og 20 % i øst). I 2006 ble det samlet inn 13 feces i vest og 14 i øst. De artene som forekom oftest var krill (23,1 % i vest og 35,7 % i øst), *Parathemisto* sp. (38,5 % i vest og 21,4 % i øst) og polartorsk (23,1 % i vest og 14,3 % i øst). Ålebrosme (*Zoarces viviparus*) forekom i 2006 i 15,4 % av feces i vest, mens feces i øst viste stor forekomst av torsk (21,4 %).

3.1.2 Byttedyrenes relative viktighet - Kombinert biomasseindeks (Ki)

I 2004 var selenes diett med hensyn til biomasse (Ki) i tarm dominert av krill (93 % i vest og 52 % i øst) (Figur 3.1). I øst var også lodde (29 %) en viktig art i dietten (Figur 3.1).

Biomassen i feces var totalt dominert av krill (99 %) i 2004 (Figur 3.2).

I 2005 var byttedyrbiomassen (Ki) basert på tarminnholdet ulik i vest og øst (Figur 3.1).

Dietten var dominert av torsk (46 %) og annen fisk (41 %) i vest, mens polartorsk (86 %) dominerte i øst. Byttedyrbiomassen basert på feces i 2005 var ganske lik mellom vest og øst, hvor krill dominerte med henholdsvis 72 % og 75 % (Figur 3.2).

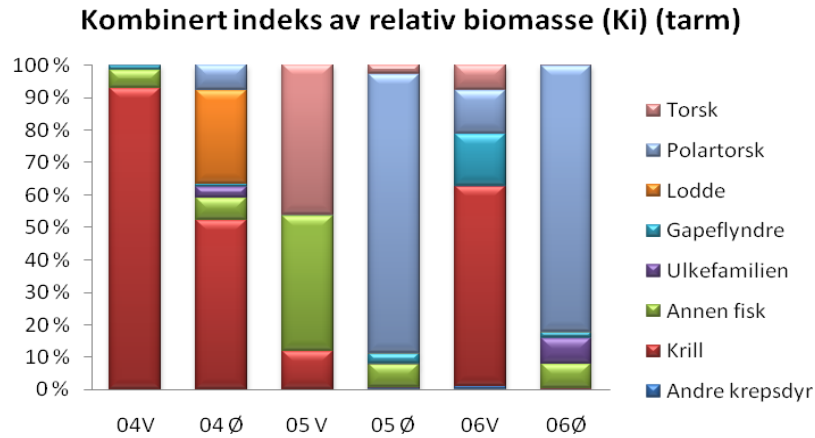
Grønlandsselens diett i 2006 var også ulik mellom områdene, hvor krill dominerte byttedyrbiomassen i vest (62 %) og polartorsk dominerte (82 %) i øst (Figur 3.1). Feces fra øst i 2006 indikerte at selen hadde beitet på mange ulike arter, og gruppen annen fisk utgjorde 86 % (Figur 3.2). Feces fra vest gav også en indikasjon på at flere arter forekom i dietten, hvor torsk (32 %), krill (25 %) og gapeflyndre (19) var arter som det var store andeler av (Figur 3.2).

For lettere å kunne se eventuelle årsvariasjoner i dietten ble Ki-verdiene for underområdene (øst og vest) slått sammen (se figur 3.3). De samlede Ki-verdiene for tarminnhold og feces ble holdt adskilt fra hverandre, fordi det var lite samsvar mellom dem.

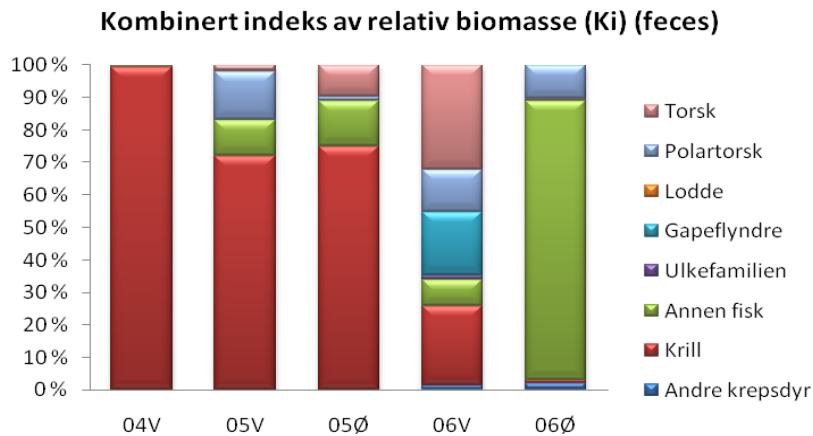
For den totale kombinerte biomasseindeksen for hvert år fremgår det at krill dominerte i 2004, både med hensyn på diett basert på innhold i tarm (76,8 %) og feces (99 %) (Figur 3.3). I 2005, var det større forskjell mellom tarminnhold og feces (se figur 3.3). Ki for tarminnhold bestod av en stor andel polartorsk (60,9 %) og noe annen fisk (25 %) samt torsk (10 %) (Figur 3.3). Feces derimot, var dominert av krill (73 %) i 2005 (se figur 3.3). I 2006 bestod Ki basert på tarminnhold hovedsakelig av polartorsk (73,3 %), mens dietten basert på feces bestod av flere ulike arter, deriblant gruppen ”annen fisk” (51,9 %), polartorsk (15 %), torsk (10,2 %) og krill (13,3 %) (Figur 3.3).

Tabell 3.1 Prosentvis forekomst (FOi) av byttedyr i tarmene/feces hos grønlandssel i perioden 2004-2006. N viser antall seler innsamlet.

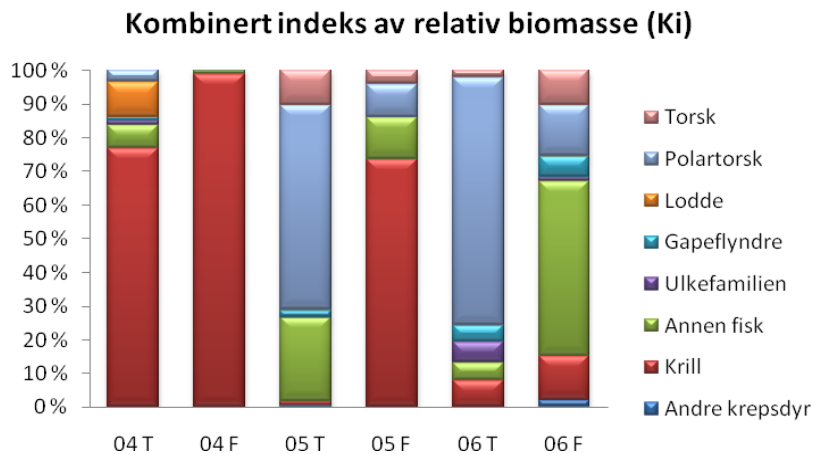
Byttedyr/underområde og år	2004				2005						2006					
	Vest		Øst		Vest			Øst			Vest		Øst			
	T	F	M	T	M	T	F	M	T	F	T	F	M	T	F	
	N=13	N=24	N=13	N=21	N=24	N=24	N=29	N=31	N=31	N=45	N=21	N=13	N=35	N=35	N=14	
TOM (%)			92,3	23,8	95,8	54,2	48,3	87,1	16,1	77,8	7,7	30,8	5,7	22,9	57,1	
CRUSTACEA																
Euphausiacea																
Krill	100	95,8	4,8	61,9	4,2	25,0	41,4		9,7	20,0	66,7	23,1		20,0	35,7	
Gammaridae																
<i>Gammarus</i> sp.									3,2		9,5				7,1	
<i>Gammarus oceanicus</i>															7,1	
Amphipoda																
<i>Parathemisto</i> sp.									3,2	2,2	14,3	38,5		17,1	21,4	
<i>Parathemisto libellula</i>				4,8										2,9		
<i>Parathemisto quadrichaudi</i>															7,1	
Decapoda																
<i>Sabinea</i> sp.										6,5						
<i>Pandalus borealis</i>										6,5						
Uidentifiserbare krepsdyr		4,2		4,8			3,4		6,5	2,2	4,8			2,9		
PISCES																
Gadidae																
<i>Boreogadus saida</i>	7,7	4,2		19,0	4,2	4,2	6,9	9,7	61,3	2,2	19,0	23,1		45,7	14,3	
<i>Gadus morhua</i>						20,8	3,4		38,7	2,2	4,8			8,6	21,4	
<i>Melanogrammus aeglefinus</i>						4,2						7,7			7,1	
<i>Pollachius virens</i>						4,2	3,4		9,7	2,2						
<i>Micromesistius poutassou</i>		4,2					4,2									
Uidentifiserbar torskefisk				9,5				3,2	3,2			7,7				
Pleuronectidae																
<i>Hippoglossoides platessoides</i>	7,7			4,8					16,1		4,8			5,7	7,1	
Uidentifiserbar flyndrefisk	7,7			4,8								7,7		2,9		
Cottidae																
<i>Triglops murrayi</i>				9,5										5,7		
<i>Arctiellus atlanticus</i>				87,6							4,8					
Uidentifiserbar ulkefisk				4,8					3,2			7,7	2,9	28,6	7,1	
Stichaeidae																
Uidentifiserbar langebarn	15,4			4,8					9,7							
osmeridae																
<i>Mallotus villosus</i>				19,0					6,5		7,7			11,4		
Zoarcidae																
<i>Zoarces viviparus</i>									22,6		15,4			8,6		
Clyclopteridae																
Uidentifiserbar ringuk				4,8										2,9		
Uidentifiserbare fiskeotolitter	15,4			14,3		8,3		3,2	25,8	2,2		23,1	2,9	42,9	14,3	



Figur 3.1 Kombinert indeks med hensyn til biomasse (Ki) av byttedyr i tarm for underområder i 2004-2006. V= vest og Ø= øst.



Figur 3.2 Kombinert indeks (Ki) av byttedyr fra fecesprøver for underområder i 2004-2006. V= vest og Ø= øst



Figur 3.3 Kombinert indeks (Ki) av byttedyr fra tarm (T) og feces (F) for 2004, 2005 og 2006.

3.2 Lengdeforedling av fisk

Lengdefordeling av fisk i dietten til grønlandssel ble beregnet for polartorsk, torsk og lodde. Fordi det kun var noen få mager som inneholdt polartorsk, torsk og lodde, er lengdefordelingen basert på byttedyr som ble funnet i tarmene.

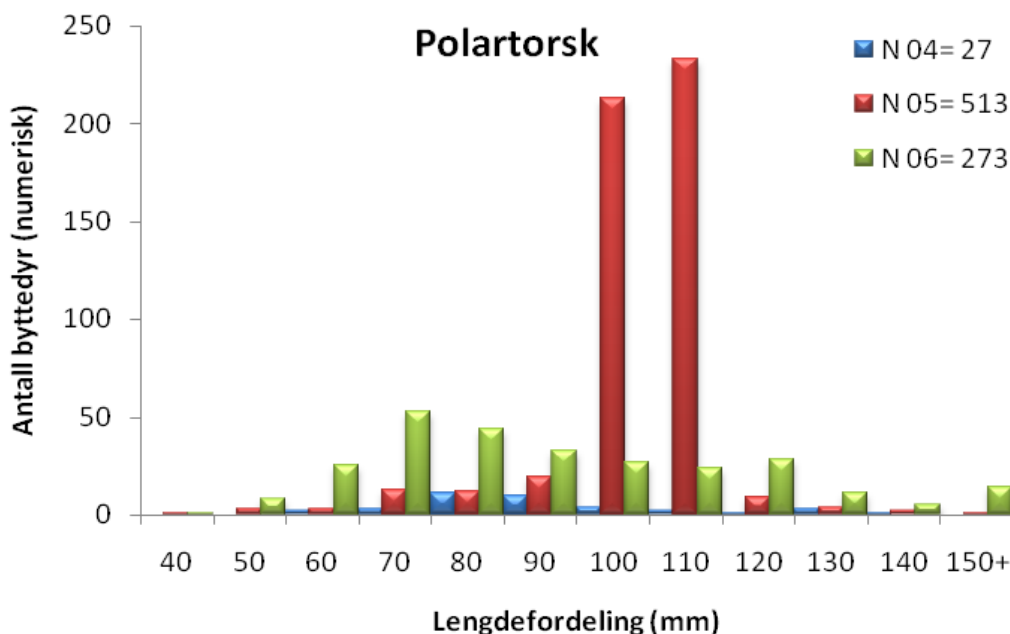
Totalt hadde 45 seler konsumert 849 polartorsk. Fiskelengden for polartorsk var mellom 4,3 cm og 29,5 cm, hvor total gjennomsnittslengde og median var på henholdsvis 10,8 cm og 9,6 cm (Tabell 3.2; Figur 3.4). Polartorsk i lengdegruppen 10-11 cm dominerte i 2005, mens fordelingen var noenlunde jevn i de andre årene (Figur 3.4).

Det ble totalt konsumert 56 torsk av til sammen 22 seler (Tabell 3.2). Lengdefordelingen for torsk var mellom 5,5 cm og 29,5 cm (Figur 3.5). Den totale gjennomsnittslengden og median for torsk var 15,6 cm og 15,6 cm (Tabell 3.2). Torsk i lengdegruppen 8-13 cm dominerte i 2005, mens fordelingen var noenlunde jevn i de andre årene (Figur 3.5)

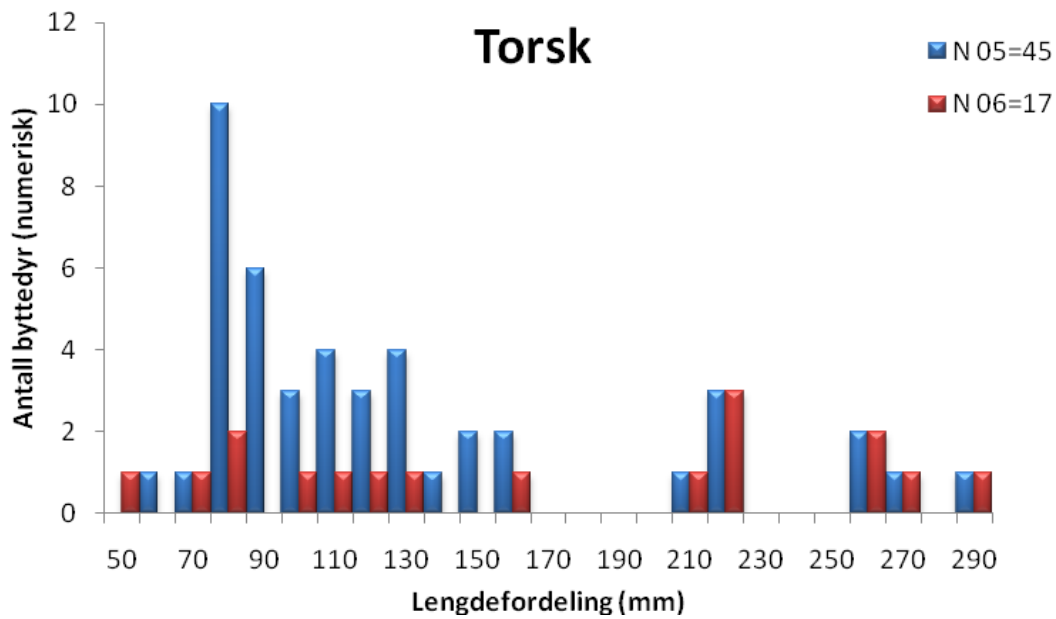
Totalt hadde 11 seler konsumert 164 lodder (Tabell 3.2). Lengdefordelingen for lodde var mellom 6,7 cm og 15,9 cm (Figur 3.6), hvor total gjennomsnittslengde og median var på henholdsvis 10,6 cm og 9,4 cm (Tabell 3.2). Lodde i lengdegruppen 12 cm dominerte i 2005, mens lengdegruppene for 2004 og 2006 var noenlunde jevn.

Tabell 3.2 Lengdefordelingen (i mm) polartorsk, torsk og lodde fra grønlandsselenes tarminnhold.. N= antall byttedyr og Ns er antall seler byttedyrene er hentet fra.

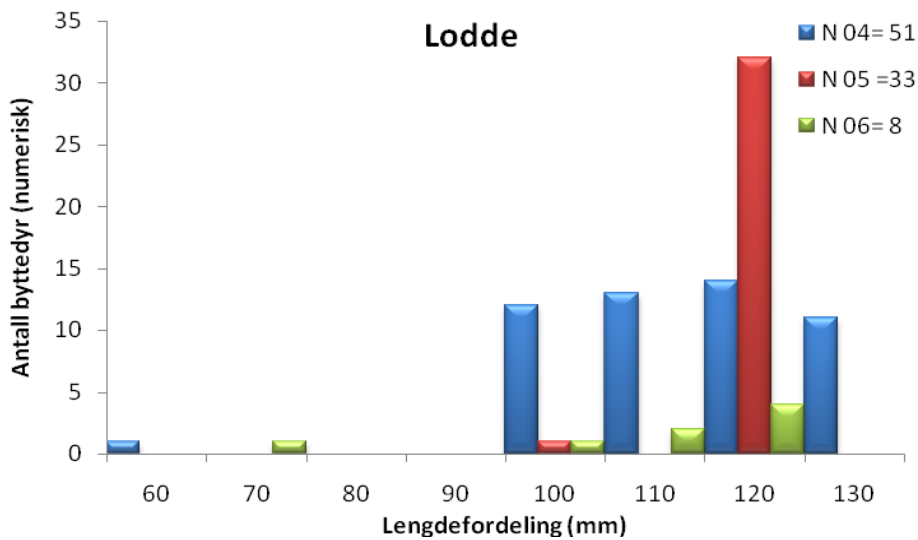
Arter	År/område	Minimum	Maks	Gjennomsnitt	Median	N	Ns
Polartorsk	V 2004	60,25	140,1	91,44	90,12	10	2
	Ø 2004	67,79	136,77	98,59	95,86	27	3
	V 2005	125,92	130,99	128,46	128,46	2	1
	Ø 2005	44,38	165,24	104,84	ikke mulig	537	19
	V 2006	69	178	127	132,24	10	4
	Ø 2006	43,38	295,4	98,86	90,07	263	16
Torsk	V 2004	0	0	0	0	0	0
	Ø 2004	0	0	0	0	0	0
	V 2005	124,65	294,69	218,64	226,05	11	5
	Ø 2005	68,85	162,7	106,26	98,65	34	13
	V 2006	176,43	295,33	221	213,98	5	1
	Ø 2006	55,4	111,97	87,31	87,25	6	3
Lodde	V 2004	67,05	67,05	67,05	67,05	1	1
	Ø 2004	100,03	138,51	119,43	ikke mulig	122	4
	V 2005	0	0	0	0	0	0
	Ø 2005	86,88	158,94	122,41	ikke mulig	33	2
	V 2006	0	0	0	0	0	0
	Ø 2006	76,09	127,5	114,31	120,39	8	4



Figur 3.4 Lengdefordeling for polartorsk i 2004, 2005 og 2006 basert på tarminnhold fra grønlandssel. N= antall polartorsk i dietten.



Figur 3.5 Lengdefordeling for torsk i 2004, 2005 og 2006 basert på tarminnhold fra grønlandssel. N= antall torsk i dietten.



Figur 3.6 Lengdefordeling for lodde i 2004, 2005 og 2006 basert på tarminnhold fra grønlandssel. N= antall lodde i dietten.

3.3 Forekomst av byttedyr i 2006

Det ble totalt tatt 21 pelagiske tråltrekk (10 i vest og 11 i øst) og 11 bunntrekk (5 i vest og 6 i øst). Det ble funnet mest torsk, polartorsk og gapeflyndre i bunntrekkene. Gapeflyndre og torsk var de artene som hadde størst gjennomsnittlig biomasse (8,5 tonn og 7,13 tonn). Torsk, polartorsk, gapeflyndre og krill er de artene som dominerte i diettanalysene. Disse artene forekom også i trålen og ble derfor brukt til å undersøke om grønlandsselen prefererte disse. Tabell 3.3 viser oversikt over gjennomsnittlig biomasse av disse byttedyrene og er hentet fra 15 pelagiske tråltrekk (8 i vest og 7 i øst) samt 11 bunntrekk (5 i vest og 6 i øst).

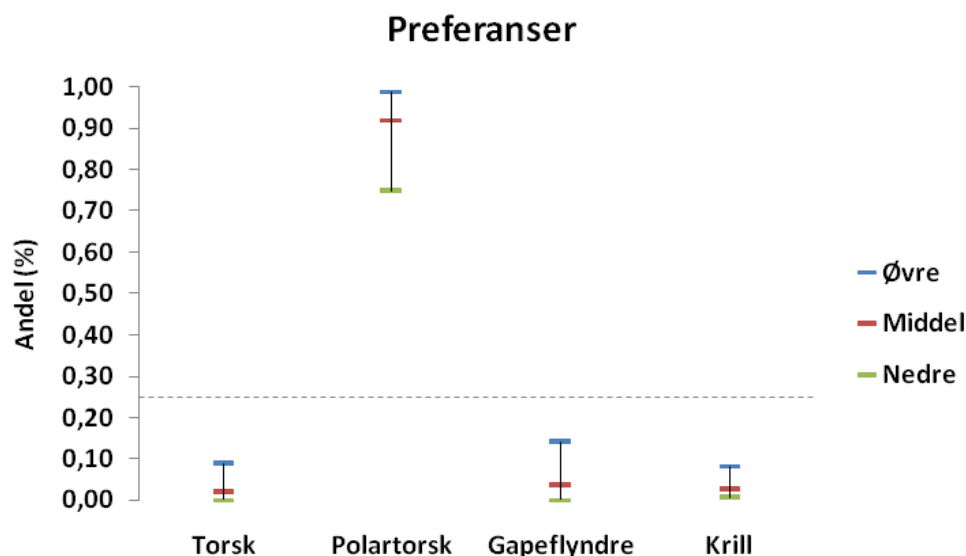
Tabell 3.3 Oversikt over tråldata fra 2006. Resultatene er gitt i gjennomsnittlig biomasse (tonn) av arter som er potensielle byttedyr for grønlandssel. Variasjonskoeffisienten (CV) er angitt i parentes.

Trål	Område	Torsk	Polartorsk	Gapeflyndre	Krill
BT	Vest	7,13 (2,2)	4,76 (1,83)	3,39 (2,16)	0,08 (2,11)
	Øst	1,81 (1,38)	0,56 (0,80)	8,50 (1,11)	-
PT	Vest	0,02 (1,87)	0,05 (2,83)	-	5,12 (1,77)
	Øst	0,04 (1,96)	-	-	6,30 (0,94)

3.4 Preferanser i 2006

Det ble benyttet bootstrapping for å kunne estimere 95 % konfidensintervall for polartorsk, torsk, gapeflyndre og krill. Preferanseanalysene er basert på relativ forekomst av byttedyr (Ki) hos sel og basert på relativ forekomst (Ki) i tråltrekkene (Figur 3.7).

Analysen (se figur 3.7) viser at grønlandsselen hadde preferanse for polartorsk (Chesson's middelverdi på 0,92 %). Torsk, gapeflyndre og krill ble derimot ikke preferert av grønlandsselen (antipreferanse).



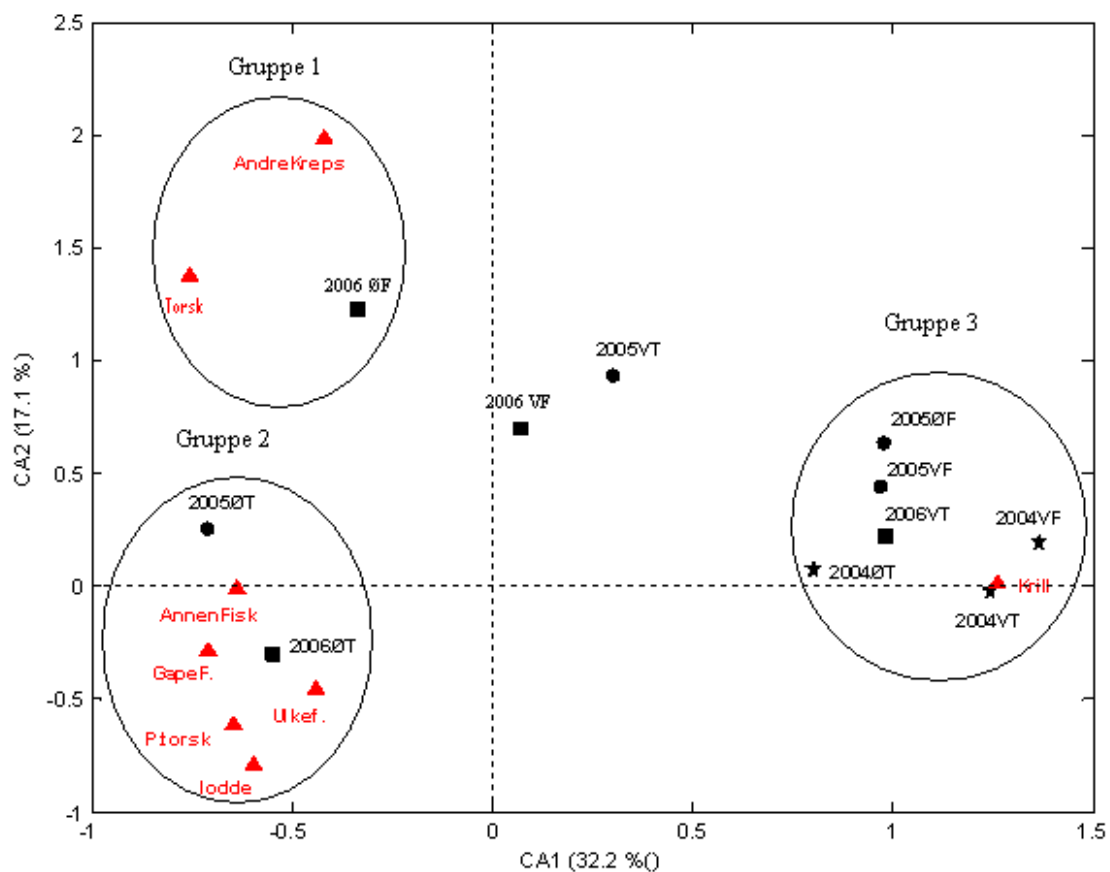
Figur 3.7 Byttedyrpreferanse, belyst ved Chesson's seleksjonsindeks, hos grønlandssel fanget i 2006. Gjennomsnittsverdier er gitt med 95 % konfidensintervall, konstruert ved bootstrapping. Konfidensintervallene er skjevhetiskorrigerede. Konfidensintervall over 0,25 i (striplet linje) indikerer preferanse og omvendt, mens konfidensintervall som overlapper 0,25-linjen indikerer tilfeldig spising.

3.2 Multivariate analyser

CA-analysen viser at akse CA1 og CA2 forklarer til sammen 49,3 % (32,2 % for CA1 og 17,1 % for CA2) av variasjonen i dietten (Figur 3.8). CA-analysen viser at byttedyrene kan deles inn i tre hovedgrupper: 1- Bentisk gruppe (krepssdyr og torsk), 2- Mikset gruppe (gapeflyndre, ulkefisk, polartorsk og lodde), 3- Pelagisk gruppe (Krill). Feces fra det vestlige området i 2006 er nært knyttet gruppe 1, hvor feces inneholdt torsk og andre krepssdyr. Tarminnhold fra øst både i 2005 og 2006 ligger tett inntil gruppe 2, da dietten basert på tarmene inneholdt lodde, polartorsk og noen bunnrelaterte arter. Videre viser figuren at krill dominerte i feces både i øst og vest i 2004 og 2005, samt tarminnholdet i begge områdene i 2004 og i vest i 2006. Tarminnholdet fra 2005 i vest, samt feces fra 2006 i øst ligger utenfor de tre gruppene, noe som tilsier at de har spist en blanding av alle byttedyrgruppene.

Resultatene fra CCA-analysen er vist i tabell 3.4. Analysen viser at 21 % av den totale variasjonen i diettensammensetningen, kan forklares av de fire variablene (år, dato, område og tarm/feces). Siden det ikke ble kjørt en partiell CCA, er det ikke mulig å si hvor mye av

variasjonen som er forklart av de ulike prediktorene (år, dato, område, tarm/feces). Jeg brukte istedenfor forklaringskoeffisienten (R^2 , coefficient of determination) som et mål på hvor godt en variabel forklarte variasjonen i dietten. Områdeprediktoren har størst R^2 -verdi (32 %), noe som betyr at "område" er den variabel som sannsynligvis har mest å si for hvilke byttedyr selene har spist. Det er også en viss forskjell (18 %) mellom år og om dietten er fra tarm eller feces, mens tidspunkt (dato) innenfor innsamlingsperioden har minst betydning.



Figur 3.8 CA-plottet av byttedyr funnet i Grønlandssel i perioden 2004-2006. Bokstavene etter årstallene betyr følgende: V, Ø og T, F er henholdsvis vest, øst og tarm, feces. Akse 1 og 2 forklarte henholdsvis 32.2 % og 17.1 % av variasjonen i dietten

Tabell 3.4 Resultat fra CCA (constrained correspondence analysis)analyser på log-transformerte diett data fra grønlandssel tattom sommeren i Barentshavet i 2004 -2006. P-verdiene er beregnet ved 1000 tilfeldige permutasjoner av dataene.

Prediktorer	R ²	P-verdi
År	0.18	<0.001
Dato	0.08	<0.001
Område	0.32	<0.001
Tarm/Feces	0.18	<0.001
Σ eigenverdier		
Constrained:	0.53	
Unconstrained:	1.99	
%forklart	21.0	

4.0 DISKUSJON

Målsetningen med studiet var å undersøke grønlandsselens diettsammensetning i tid og rom, og potensielle byttedyrpreferanser i svalbardområdet i mai-juni.

Resultatene fra dette studiet viste at grønlandsselene hovedsakelig beiter pelagisk på krill og polartorsk og at det var romlige og tidsmessige gradienter i diettsammensetningen. Dietten gikk fra å være dominert av krill i 2004, til å være dominert av fisk (særlig polartorsk og gapeflyndre) i 2005 og 2006. I det vestlige området bestod dietten i hovedsak av krill, mens dietten i det østlige området hovedsakelig bestod av fisk (særlig polartorsk) og krill. Bortsett fra i 2004, var diettsammensetningen i tarm og feces signifikant forskjellig. Videre viser studiet at grønlandsselen prefererte polartorsk, mens torsk, gapeflyndre og krill ikke ble preferert av selene. Det vil si at alle nullhypotesene kan forkastes. Nullhypotesene var følgende: Selens diett varierer ikke mellom år; det er ikke forskjell mellom underområder (øst og vest) i diettsammensetningen; og grønlandsselen har ikke noen byttedyrpreferanse.

4.1 Dietsammensetning

Dette studiet er unikt i den forstand at det er innsamlet grønlandssel i tre etterfølgende år i det samme området, noe som gjør det mulig å se på årsvariasjon.

Tidligere undersøkelser har vist at grønlandsselens diett i løpet av året i stor grad består av lodde, polartorsk, sild, torsk, krill og *Parathemisto libellula* (Nilssen *et al.* 2000). Resultatene i denne undersøkelsen viste at flere av de samme artene, som krill og polartorsk, dominerte i dietten. Lodde, gapeflyndre og ulkefisk forekom også i samtlige år (2004-2006).

Det ble funnet forskjeller i diett mellom innsamlingsårene. I 2004 dominerte krill i dietten, mens polartorsk, torsk og annen fisk dominerte i 2005 og 2006. Selen har altså i løpet av innsamlingsårene 2004 og 2006, gått over fra å spise pelagisk til å spise mer på bunn. I tidligere undersøkelser (1996 og 1997) i samme område om sommeren, dominerte krill og polartorsk i grønlandsseldietten (Nilssen *et al.* 2005).

Tilgangen på byttedyr er i stor grad avhengig av abiotisk faktorer som temperatur, saltholdighet og utbredelsen av drivis. Variasjonen i vanntemperatur medfører også variasjon mellom utbredelsen av arktiske arter og mer tempererte arter, noe som også kan tenkes å påvirke dietten til grønlandssel i Barentshavet.

Lodde har sitt viktigste beiteområde nord i Barentshavet om sommeren. Resultatene i dette studiet viser at i 2004, var lodde viktig i grønlandsseldietten i øst, mens det ble funnet lite lodde i dietten i 2005 og 2006. Man antar at grønlandsselen trenger en minimums byttedyrtetthet for å kunne spise med suksess med hensyn til optimal energiutbytte, og hvis et preferert byttedyr er under en slik grense vil selen sannsynligvis ikke spise den. Variansen av lodde i seldietten kan muligens forklares ved hjelp av optimal forageringsteori, som tilsier at selene burde spise byttedyr som gir mest nettoenergievinst (Charnov 1976).

Lodde har hatt store svingninger i bestandsstørrelsen de siste 20 årene, og bestanden har de siste årene vært liten (Skogen *et al.* 2007). Den store årsvariasjonen som vi finner i grønlandsseldietten er vanskelig å forklare med hensyn til loddebestandens størrelse. Det er derfor stor sannsynlighet for at grønlandsselene mer tilfeldig fant loddestimer. På en større skala kan dette tyde på at andelen lodde i grønlandsseldietten i Barentshavet er mye mindre når bestandsstørrelsen for lodde er liten. Det kreves mer representative diettdata for grønlandssel i områder som er representativt for loddebestandens i utbredelse, for å kunne si noe om grønlandsselens konsum av lodde.

En kombinasjon av liten loddebestand i undersøkelseperioden (Skogen *et al.* 2007) og lavt energiinnhold i lodde i mai-juni (Mårtensson *et al.* 1996) kan forklare hvorfor selene ikke prefererte lodde i dette studiet.

På tilsvarende måte kan en forklare hvorfor polartorsk var viktig i grønlandsseldietten; Polartorskbestanden økte fra ca. 1 millioner tonn i 2004 til ca. 2 millioner tonn i 2006 (Skogen *et al.* 2007). Dessuten er energiinnholdet i polartorsk høyere sammenlignet med lodde i mai-juni (Mårtensson *et al.* 1996).

Grønlandsselene konsumerte relativt store andeler torsk i 2005 og 2006. Torskebestanden har gått ned fra rundt 1,6 millioner tonn til rundt 1,4 millioner tonn fra 2004 til 2006 (Skogen *et*

al. 2007). Nedgangen anses som liten, og det er derfor nærliggende å tro at det er fordelingen av torsken og ikke endringen i bestandsstørrelsen som har gitt utslag av mer torsk i dietten.

Endringene i innstrømming av atlantehavsvann har mye å si for vanntemperaturen i Barentshavet. Ved stor innstrømning av atlantehavsvann vil temperaturen i øke, og arter som vanligvis oppholder seg lenger sør vil trekke nordover. Langtidsserier av saltholdighet og temperatur i Barentshavet viser at tidsrommet 2001-2005 var den varmeste 5-årsperioden siden begynnelsen av forrige århundre (Rong *et al.* 2005). I 2006 ble det også observert varmerekorder i Barentshavet. Den høye temperaturen i Barentshavet i 2004-2006 medfører at man får større artmangfold, hvor arter som vanligvis oppholder seg lenger sør trekke nordover.

Grønlandsselen er en opportunistisk predator, som i stor grad velger ulike typer byttedyr i ulike områder (Lydersen *et al.* 1991; Nilssen *et al.* 1992, 1995a, b 1998, 1998a; Lindstrøm *et al.* 1998). Byttedyrs sammensetningen i dette studiet viste signifikant forskjell mellom underområdene (øst og vest), hvor tarminnholdet i vest hovedsakelig bestod av krill, mens tarminnholdet i øst var dominert av polartorsk, annen fisk og krill. Resultatene i dette studiet og tidligere studier er ikke helt sammenlignbare fordi det er første gang det presenteres diettdata for grønlandssel i dette aktuelle området i perioden mai-juni. Årsaken til forskjell i diett mellom underområder kan skyldes tilgjengeligheten til byttedyrene, hvor krill var konsentrert i vest, mens det i østlige områder var mer dominert av fisk. Resultater i diettstudier bekrefter tidligere undersøkelser som viser at grønlandsseldietten varierer i rom og tid (Nilssen *et al.* 2000).

Tidligere studier har vist mer samsvar mellom resultatene fra byttedyrforekomsten i tarm og feces (Ulf Lindstrøm, Havforskningsinstituttet, pers. komm.). I dette studiet var det imidlertid store forskjeller mellom tarm og feces i begge områdene i 2005 og øst i 2006, krill dominerte i feces mens fisk dominerte i tarminnholdet. En mulig forklaring kan være at selene som etterlater seg feces på isen har spist nært iskanten, mens fisk muligens ble spist lengre fra iskanten og dermed i større grad vil ende opp som feces i sjøen.

Polartorsken som ble funnet i tarm og feces var i hovedsak mellom 10 cm og 11 cm, som tilsvarer ettåringer (Falk-Petersen *et al.* 1986; Bergstad *et al.* 1987). Tidligere studier (Wathne *et al.* 2000) viser at grønlandsselen beitet på polartorsk som i hovedsak var mellom 4 cm og

10 cm. Det er også påvist at polartorsken lever pelagisk til de er 2 år gamle, og oppholder seg bentisk når de blir eldre (Falk-Petersen *et al.* 1986). Dette betyr at grønlandsselen har beitet på polartorsk i de pelagiske vannmassene.

Torsken som ble konsumert av grønlandsselene var hovedsakelig mellom 8 og 13 cm, som tilsvarer ettåringer (Bergstad *et al.* 1987). Torsken som ble funnet i tråltrekkene i denne undersøkelsen var også dominert av denne lengdegruppen (egne observasjoner). Torsken befinner seg i hovedsak bentisk og man kan derfor anta at selene som har beitet på torsk har hentet den på bunnen.

Lodden som inngikk grønlandsseldietten var mellom 12-13 cm, noe som tilsier at de var omtrent 2 år gamle (Gjøsæter 1998). Dette samsvarer med det beiteområdet for umoden lodde i svalbardområdet (Gjøsæter 1998).

4.2 Preferanser

Preferanseanalysen i 2006, viser at grønlandsselene hadde en sterk preferanse for polartorsk, mens de ikke prefererte torsk, gapeflyndre og krill. Tidligere studier (Wathne *et al.* 2000) viser også at grønlandsselen har sterk preferanse for polartorsk.

Basert på diettanalysen var krill en av de artene som dominerte dietten i 2006. Likevel viste analysen at grønlandssel hadde antipreferanse for krill. En av årsakene til at krill ikke ble preferert kan være at energiinnholdet i krillen er lav i det aktuelle tidsrommet (mai-juni). En annen årsak kan være at fordøyelsesraten for krill trolig er lavere sammenlignet med polartorsk som inngikk i analysen. Et studie som målte fordøyelseeffektiviteten for grønlandssel som beitet på lodde og *Parathemisto libellula* gav høyere verdier for feit fisk enn for amfipoden (henholdsvis 94 % og 81 %) (Mårtensson *et al.* 1994). Det er derfor sannsynlig at den relativt energirike polartorsken tas bedre opp enn krill når den blir fordøyd av sel. På bakgrunn av at det likevel er store andeler krill i dietten til grønlandssel, tyder det på at krill er viktig i grønlandsseldietten i denne tidlige sommerperioden.

4.3 Mulig konkurranse med andre arter

Tidligere studier viser at vågehval har en preferanse for lodde og sild, men ellers spiser det som er mest tilgjengelig (Smouth & Lindstrøm 2007; Haug *et al.* 2002). I svalbardområdet spiste vågehvalen krill når loddebestanden var lav og lodde når arten var tilgjengelig (Haug *et al.* 1996; Folkow *et al.* 2000). Fordi loddebestanden i dag er på et lavt nivå, er det sannsynlig at vågehvalen beiter mye på krill. Denne oppgaven viser at grønlandsselen har beitet hovedsakelig på krill og polartorsk. Da det ikke er foretatt studier av grønlandsselens sommerdiett i perioder med stor loddebestand, er det vanskelig å si noe sikkert om grønlandsselen ville beitet mer på lodde hvis den var tilgjengelig. At både grønlandssel og vågehval beiter på krill, indikerer at de muligens konkurrerer om krill i områder der de overlapper hverandre.

Torsk er kjent for å være en opportunistisk bunntilknyttet predator, men er også den fiskearten som spiser mest lodde i løpet av året (Gjørseter 1998). I hovedsak beiter torsken på lodde, dyphavsreker, torskefisk og krill (Wassmann *et al.* 2006). Torskedietten varierer også etter hva som er tilgjengelig i havet. Grønlandsselens og torskens diett overlapper noe, men siden begge endrer diett etter hva som er tilgjengelig i miljøet, samt at torskebestanden for tiden er på et moderat nivå, er det lite sannsynlig at de konkurrerer om dietten.

4.4 Feilkilder

Analysene er basert på antakelsen om at selene har beitet i det området de ble innsamlet. Dette vet vi imidlertid ikke noe om fordi vi ikke har fulgt dyrene i vannet. Men i ressursundersøkelsene ble også relativt store omkringliggende områder dekket.

Alle diettdataene er basert på tarminnhold og feces, og er i stor grad analyser av otolitter. Problemer med å bruke otolitter til å rekonstruere den opprinnelige dietten, er at noen otolitter fordøyes raskere enn andre, noe som dermed vil kunne gi et feil bilde av dietten med hensyn til biomasse (Murie og Lavigne 1985; Grellier & Hammond 2005). Otolitter fra torskefisk er for eksempel mer motstandsdyktige mot selenes magesyre enn otolitter fra lodde og sild (Jobling og Breiby 1986). Små otolitter vil derfor bli fordøyd hurtigere enn store otolitter på

grunn av større relativ overflate (Christiansen *et al.* 2005). En forutsetning for å bruke otolitter til å rekonstruere dietten, er at hele fisken inkludert hodet er spist. Om selen bare har tatt de myke delene av fisken, for eksempel buken, vil dette ikke bli registrert. Det er ikke korrigert for sekundær spising av byttedyr; små byttedyr som ble funnet i magen kunne ha stammet fra mageinnholdet til større byttedyr.

I dette arbeidet er det ikke korrigert for slitasje og tap av otolitter. Hvis alle otolitter hadde samme fordøyelses egenskaper ville slitasje ikke være et problem, men siden noen otolitter fordøyes raskere enn andre, kan det resultere i skjevheter i diettsammensetningen. Torskefisk er sannsynlig overestimert i forhold til andre og mindre byttedyr, som for eksempel lodde, da loddens otolitter er mindre motstandsdyktige mot selens magesyre (Christiansen *et al.* 2005). I positiv retning må det antas at feilkilden ved at det ikke er korrigert for slitasje på otolittene er liten, fordi det var liten forskjell i individstørrelse og størrelsen av de forskjellige fiskeartene som ble funnet i dietten.

Tæring av otolitter i tarm vil føre til underestimert av fiskelengde basert på otolittregresjoner. Det er derfor å foretrekke at man kun bruker otolitter fra lite fordøyd mageinnhold. Fiskelengde i dette studiet var kun basert på otolitter fra tarminnhold, slik at det må antas at relativ slitasje var nokså lik for alle otolittene

Aldersbestemmelsen for polartorsk, torsk og lodde er basert utelukkende på tidligere studier der alder ved lengde ble estimert. Dette er en metode som kun brukes når man ikke kan bruke otolittene direkte til å aldersbestemme fisken, og er mer usikker enn otolittavlesning. I denne oppgaven er fiskens alder bare antakelser, baser på lengdemål av otolitter. Otolittslitasje kan ha bidratt til at alder på de forskjellige artene er underestimert.

Krepsdyrene som ble analysert i tarm og feces var veldig fordøyd og er derfor trolig underestimert.

De ulike indeksene som er brukt for å estimere diettsammensetningen kan gi forskjellige resultater: Frekvens forekomst indeksen (FOi) vil overestimere dyr som forekommer ofte i små mengder, mens biomasseindeksen (Bi) vil overestimere byttedyr som forekommer i få seler, men i stort antall. Den kombinerte indeksen (Ki) gir den mest realistiske diettsammensetningen fordi den inkluderer både frekvens forekomst og biomasse av byttedyr.

Når konfidensintervallene i preferanseanalysen ble estimert, ble kun usikkerheten i dietten, og ikke ressurs sammensetningen inkludert. Årsaken til at ikke usikkerheten i ressurs sammensetningen ble inkludert er at variansen mellom enkelte trålhal ikke er representative for den romlige variansen i byttedyrbiomasse (Ulf Lindstrøm, Havforskningsinstituttet, pers.komm). Dessuten er trålene selektive; trålene fanger noen arter bedre enn andre slik at tråltrekkene alene kan gi et skjevt bilde av byttedyrsammensetningen i sjøen. Arter som fanges lettere vil man overestimere viktigheten av, noe som fører til at α -verdiene blir underestimert og omvendt. Det vil si at byttedyr som blir underestimert i trålen vil føre til for høye α -verdier.

Trålhalene (bunntrål og flytetrål) ble ikke standardiserte for analysen, noe som gjør at biomassen av byttedyr fra bunntrålhalene vil bli overrepresentert sammenlignet med biomassen fra de pelagiske trålhalene. Bunntrål og flytetrål har forskjellig fangsteffektivitet, noe som det ikke var mulig å korrigere for. Det vil si at byttedyrgrupper som i hovedsak ble tatt i bunntrålen sannsynlig er overrepresentert i forhold til byttedyr som kun ble fanget med den pelagiske trålen. Altså at preferansen av torsk og gapeflyndre sannsynlig har blitt underestimert, mens preferanse av krill, og kanskje, polartorsk har blitt overestimert.

Materialet fra 2005 og 2006 ble opparbeidet av meg selv, mens materialet fra 2004 ble opparbeidet av en annen person. Det er mulig at materialet er analysert litt forskjellig og at man har fått litt ulike resultater. Hvordan dette kan ha påvirket resultatet som helhet er derimot vanskelig å si.

4.5 Forslag til framtidige undersøkelser

En av antagelsene i denne oppgaven var at selene som ble fanget hadde beitet i samme område som de ble innsamlet, men det er en viss sannsynlighet for at selene ikke har spist innenfor undersøkelsesområdet. For å redusere denne usikkerheten bør det innhentes telemetridata med satelittsender, slik at man kan få innhentet informasjon om utbredelsen til dyrene. I tillegg bør ressursundersøkelsene også inkludere mengdemåling med bruk av ekkointegrering. Dette ble imidlertid gjort i undersøkelsen i 2006, men analysene var ikke slutført og resultater kunne derfor ikke presenteres i denne oppgaven.

Fordi otolitter fordøyes ulikt for ulike fiskearter etter hvor langt otolitten er kommet i fordøyelsesprosessen (mage/tarm/feces) ville korrigeringsfaktor for fordøyelse redusere noe av usikkerheten i den relative diettsammensetningen.

5.0 KONKLUSJON

Grønlandssel anses som en av de viktigste topp-predatorene i Barentshavet (Bogstad *et al.* 2000), og har sommeren som viktigste beiteperiode (Nilssen *et al.* 2000). Fordi eksisterende kunnskap om grønlandsselens sommerdiett har vært ufullstendig, har det vært viktig å sette i gang forskningsaktivitet for å kartlegge grønlandsselens beiting om i denne perioden når de oppholder seg i svalbardområdet. Siden grønlandsselen også spiser fisk, og da i stor grad lodde og torskefisk, kan den være i sterk konkurranse med fiskeriene. Å kartlegge konsumet av forskjellige arter som grønlandssel spiser er viktig, særlig med tanke på en økosystembasert forvaltning.

Resultatene fra dette studiet viste at grønlandsselene hovedsakelig hadde beitet på krill og polartorsk. Det ble funnet forskjell i dietten mellom innsamlingsårene; i 2004 dominerte krill diettsammensetningen, mens 2005 og 2006 dominerte polartorsk, torsk og annen fisk. Byttedyrsammensetningen i seldietten varierte mellom underområdene; i vest bestod mesteparten av tarminnholdet til selene av krill, mens i øst besto dietten i hovedsak av polartorsk, annen fisk og krill. Bortsett fra i 2004, viste analysene av tarm og feces signifikant forskjellige resultat. Preferanseanalysen viste at grønlandsselen hadde sterk preferanse for polartorsk, mens den viste antipreferanse for torsk, gapeflyndre og krill.

Undersøkelsene i mai-juni 2004-2006 kan tyde på at grønlandsselen i svalbardområdet i liten grad konsumerer kommersielle arter som lodde, men til en viss grad umoden torsk.

6.0 REFERANSER

Anon 1994. Fisheries Resource Conservation Council 1994. Some issues related to seal-fisheries interactions in eastern Canada.

Anon 2005. *Havets ressurser og miljø 2005. Fisken og havet*, særnr1-2005.

Bergstad, O.A, Jørgensen, T. Og Dragesund, O. 1987. Life history and Ecology of the Gadoid Resources of the Barents Sea. *Fish Res* 5: 119-161.

Bogstad, B., Haug, T. og Mehl, S. 2000. Who eats whom in the Barents Sea? *NAMMCO Sci Publ* 2: 98-119.

Chesson, J. 1978. Measuring preference in selective predation. *Ecol* 59: 211-215.

Christiansen, J.S., Moen, A.G.G., Hansen, T.H., Nilssen, K.T. 2005. Digestion of capelin, *Mallotus villosus* (Müller), herring, *Clupea harengus* L., and polar cod, *Boreogadus saida* (Lepechin), otoliths in a simulated seal stomach. *ICES J Mar Sci* 62: 86-92.

Efron, B. og Tibshirani, R.J. 1993. An introduction to the bootstrap. Chapman and Hall, New York.

Enckell, P.H. 1980. *Fältfauna Kräftdjur*. Bokforlaget Sigmund i Lund.

Erxleben, J.C.P. 1777. *Anfangsgründe der Naturlehre*. 2Aufl. Göttingen

Falk-Petersen, I.-B., Frivoll, V., Gulliksen, B. Og Haug, T. 1986. Occurrence and size/age relations of polar cod, *Boreogadus saida* (Lepechin), in Spitsbergen coastal waters. *Sarsia* 71:235-245.

Folkow, L.P, Haug, T., Nilssen, K.T. og Nordøy, S. 2000. Estimated food consumption of minke whales *Balaenoptera acutorostrata* in North Atlantic waters in 1992-1995. *NAMMCO Sci Publ* 2: 65-80.

Folkow, L.P., Nordøy, E.S, Blix, A.S. 2004. Distribution and diving behaviour of harp seals (*Pagophilus groenlandicus*) from the Greenland Sea stock. *Pol Biol* 27: 281-298.

Frie, A. K., Potelov, V.A., Kingsley, M.C.S. og Haug, T. 2003. Trends in age-at-maturity and growth parameters of female NOrtheast Atlantic harp seals (*Pagophilus groenlandicus*) (Erxleben, 1777). *ICES J Mar Sci* 60: 1018-1032.

Gjørseter, H. 1998. The population biology and exploitation of capelin (*Mallotus villosus*) in the Barents Sea. *Sarsia* 83: 453-496. Bergen

Greenacre, M.J. 1984. Theory and Applications of Correspondence Analysis. Academic Press, New York.

Hammond, P. S. og Grellier, K. 2005. Robust digestion and passage rate estimates for hard parts of grey seal (*Halichoerus grypus*) prey. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. Volume 63, Number 9, 1

Härkönen, T. 1986. *Guide to the otoliths of the bony fishes of the northeast Atlantic*. Danbiu ApS Hellerup, Denmark.

Haug, T., Nilssen, K.T., Øien, N. og Potelov, V. 1994. Seasonal distribution of harp seals (*Phoca groenlandica*) in the Barents Sea. *Pol Res* 13: 163-172.

Haug, T., Lindstrøm, U., Nilssen, K.T., Røttingen, I. og Skaug, H.J. 1996. Diet and food availability for North-east Atlantic minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*). *Rep Int Ehal Com* 46: 371-382.

Haug, T. Lindstrøm, U. og Nilssen, K.T. 2002. Variations in minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) diet and body condition in response to ecosystem changes in the Barents Sea. *Sarsia* 87: 409-422.

Henderson, R.J, Sargent, J.R og Hopkins, C.C.E. 1984. Changes in the content and fatty acid composition of lipid in an isolatet population of the capelin *Mallotus villosus* during sexual maturation and spawning. *Mar Bio* 78: 255-263.

Hyslop, E.J. 1980. Stomach content analysis – a review of methods and their application. *J Fish Biol* 17:411-429.

ICES. 2005. Report of the ICES/NAFO Working Group on Harp and Hooded Seals (WGHARP). *ICES CM* 2006/ACFM:06

Jobling, M og Breiby, A. 1986. The use and abuse of fish otoliths in studies of feeding habits of marine piscivores. *Sarsia* 71: 265-274.

King, J.W. 1964 *Seals of the world*. British museum

Kovacs, K.M., Gjertz, I. og Lydersen, C. 2004. *Marine Mammals of Svalbard*.

Lavigne, D.M. og Kovacs, K.M 1988. *Harpes and hoods. Ice-breeding seals of the Northwest Atlantic*. Univ Waterloo Press.

Lindstrøm, U., Harbitz, A., Haug, T. og Nilssen, K.T. 1998. Do harp seals (*Phoca groenlandica*) exhibit particular prey preferences? *ICES J Mar Sci* 55:941-953.

Lydersen, C., Angantyr, L.A., Wiig, Ø. og Øristland, T. 1991. Feeding habits of northeast Atlantic harp seals (*Phoca groenlandica*) along the summer ice edge of the Barents Sea. *Can J Fish Aquat Sci* 48:2180-2183.

Meisfjord, J. og Sundt, R.C. 1996. Genetic variation between populations of the harp seal, *Phoca groenlandica*. *ICES J Mar Sci* 53: 89-95.

Murie, D.J. og Lavigne, D.M. 1985. Interpretation of otoliths in stomach content analyses of phocid seals: Quantifying fish consumption. *Canadian Jour Zoology* 64:1152-1157.

Mårtensson, P.-E., Nordøy, E.S. og Blix, A.S. 1994. Digestability of crustaceans and capelin in harp seals (*Phoca groenlandica*). *Mar Mam Sci* 10: 325-331.

Mårtensson, P.-E., Gotaas, A.R.L, Nordøy, E.S. og Blix, A.S. 1996. Seasonal changes in energy density of prey of northeast atlantic seals and whales. Department of Arctic Biology and Institute of Medical Biology, University of Tromsø. *Mar Mam Sci* 12: 635-640.

Nansen, F. 1924. *Blant sel og bjørn*. Jacob Dybwads Forlag, Oslo.

Nilssen, K.T., Haug, T., Potelov, V. og Timoshenko, Y.K. 1995a. Feeding habits of harp seals (*Phoca groenlandica*) during early summer and autumn in the northern Barents Sea. *Pol Biol* 15:485-493.

Nilssen, K.T., Haug, T., Potelov, V., Stasenkov, V.A. og Timoshenko, Y.K. 1995 b. Food habits of harp seals (*Phoca groenlandica*) during lactation and moult in March-May in the southern Barents Sea and White Sea. *ICES J Mar Sci* 52:33-41.

Nilssen, K.T. 1995. Seasonal distribution, condition and feeding habits of Barents Sea harp seals (*Phoca groenlandica*). Pp. 241-254 in Blix, A.S, Walløe, L. og Ulltand, Ø (eds). *Whales, seals, fish and man*. Elsevier Science B V.

Nilssen, K.T., Haug, T., Grotnes, P.E. og Potelov V.A. 1997. Seasonal variation in body condition of adult Barents Sea harp seal (*Phoca groenlandica*). *J Northw Atl Fish Sci* 22: 17-25.

Nilssen, K.T, Haug, T., Ørisland, T., Lindblom, L. og Kjellquist, S.A. 1998. Invasions of harp seals (*Phoca groenlandica*) erkleben to coastal waters of Norway in 1995: Ecological and demographic implications. *Sarsia* 83:337-345. Bergen.

Nilssen, K.T. Alquist, I., Harbitz, A., Haug, T. og Lindblom, L. (MS) 1998a. Feeding habits of harp seals (*Phoca groenlandica*) during summer in Svalbard waters. *ICES C M* 1998/CC:4.21pp.

Nilssen, K.T., Pedersen, O.-P., Folkow, L.P., og Haug, T. 2000. Food consumption estimates of Barents Sea harp seals. *NAMMCO Sci Publ* 2:9-27

Nilssen, K.T., haug, T. Og Lindblom, C. 2001. Diet of weaned pups and seasonal variations in body condition of juvenile Barents Sea harp seals (*Phoca groenlandica*). *Mar Mam Sci* 17: 926-936.

Nilssen, K. T. og Lindstrøm, U. 2005. Use and selection of prey by harp seals during summer in the northern Barents Sea. *ICES CM* 2005/R:10

Pethon, P. 1985. *Aschehougs sote fiskebog*. Aschehoug, H., and Company (Nygaard, W.) A/S.

Pierce, G.J. og Boyle, P.R. 1991. A review of methods for diet analysis of piscivorous marine mammals. *Oceanog Mar Biol Ann Rev* 29:409-486.

Rong, V., Strand, Ø., Gjertsen, K. og Sagen, H. 1995. Observasjoner i faster oseanografiske snitt fram til år 2005. Havforskningsinstituttet. 2. utgave.

Sergeant, D.E. 1991. Harp seals, man and ice. *Can Spec Publ Fish Aquat Sci* 114.

Skogen, M., Gjørseter, H., Toresen, R. Og Robberstad, Y. (red) 2007. *Havets ressurser og miljø 2007. Fisken og havet*, særnr.1-2007.

Smout, S., Lindstrøm, U., 2007. The multi-species functional response of the minke whale, *Balaenoptera acutorostrata*, based on small-scale foraging studies. *Mar Ecol Prog Ser*. I trykk

Wassmann, P., Reigstad, M., Haug, T., Rudels, B., Carrol, M.L., Hop, H., Gabrielsen, G.W., Falk-Petersen, S., Denisenko, S.G., Arashkevich, E., Slagstad, D. og Pavlova, O. 2006. Food webs and carbon flux in the Barents Sea. *Prog Oceanogr* 71: 232-287.