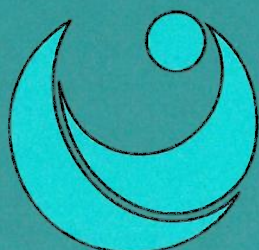


Forekomst og endringer i kråkebolletetthet, kråkebolleparasitt og gjenvekst av tareskog langs norskekysten fra Trøndelag til Troms

Arnfinn Skadsheim
Eli Rinde
Hartvig Christie



Forekomst og endringer i kråkebolletetthet, kråkebolleparasitt og gjenvekst av tareskog langs norskekysten fra Trøndelag til Troms

Arnfinn Skadsheim
Eli Rinde
Hartvig Christie

KORRIGERINGER TIL OM 258

Errata. I siste linje i **Tabell 3**, side 16, har verdiene fra og med kolonne 3 og videre mot høyre blitt forskjøvet en celle til venstre. Alle tre arter ble observert på 2 m, ellers ingen registreringer.

NINAs publikasjoner

NINA utgir fem ulike faste publikasjoner:

NINA Forskningsrapport

Her publiseres resultater av NINAs eget forskningsarbeid, i den hensikt å spre forskningsresultater fra institusjonen til et større publikum. Forskningsrapporter utgis som et alternativ til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

NINA Utredning

Serien omfatter problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, litteraturstudier, sammenstilling av andres materiale og annet som ikke primært er et resultat av NINAs egen forskningsaktivitet.

NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. Opplaget er begrenset.

NINA Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "almenheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvernavdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

NINA Fakta-ark

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

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

Skadsheim, A., Rinde, E. & Christie, H. 1993. Forekomst og endringer i kråkebolletetthet, kråkebolleparasitt og gjenvekst av tareskog langs norskekysten fra Trøndelag til Troms.
- NINA Oppdragsmelding 258: 1-39.

Oslo, januar 1994

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-436-3

Klassifisering av publikasjonen:

Norsk: Forurensning og miljøovervåking i maritimt miljø

Engelsk: Pollution and monitoring of marine ecosystems

Copyright ©:

Stiftelsen Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Erik Framstad, Lars Erikstad
NINA, Ås/Oslo

Design og layout:

Klaus Brinkmann
Cathrine Haneng Svendsen
NINA, Ås/Oslo

Sats: NINA

Kopi: Kopsentralen AVS

Opplag: 150

Kopiert på miljøpapir!

Kontaktadresse:

NINA
Boks 1037, Blindern
N-0315 Oslo
Tel.: 22 85 46 84

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 5574

Ansvarlig signatur: 

Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Skadsheim, A., Rinde, E. & Christie, H. 1993. Forekomst og endringer i kråkebolletetthet, kråkebolleparasitt og gjenvækst av tare-skog langs norskekysten fra Trøndelag til Troms. - NINA Oppdragsmelding 258: 1-39

Undersøkelsen, som dekket kyststrekket fra Frøya til Harstad, ble initiert ut fra observasjoner av lokal dødelighet av grønne kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) ved Vega. Vi stilte følgende spørsmål. Var det dødelighet andre steder? Kunne tilbakegangen relateres til forekomsten av rundormen *Echinomermella matsi*, en endoparasitt i grønne kråkebolle? Hadde andre makroalger eller stortare (*Laminaria hyperborea*) kolonisert hardbunn som før var dominert av grønne kråkebolle? Var forekomstene av rød kråkebolle (*Echinus esculentus*) påvirket? Et annet mål var å opprette et stasjons- og datasett til sammenlikningsgrunnlag for senere overvåking. I ytre kyststrøk sto det generelt gammel tare-skog med få, store røde kråkebolle, mens grønne kråkebolle og nedbeitede områder var vanlig lenger inn. Grønne kråkebolle var i tilbakegang og ny tare-skog hadde etablert seg fra ytre mot indre strøk ved Frøya. Lave kråkebolletettheter ble også registrert ved Vikna. Ved Vega var det lokal variasjon med spredt algegjenvækst og variabel kråkebolletetthet. Lenger nord, i Lofoten og ved Harstad, var det ingen indikasjoner på øket dødelighet blant grønne kråkebolle. Her forekom grønne kråkebolle på flere stasjoner med tare-skog. Dette kan tyde på at tare-skogen i disse områdene fremdeles holder stand, eller at den er i tilbakegang. De grønne kråkebollene var oftest konsentrert på grunt vann (2 m), og klart færre allerede på 5 m dyp. Dyrenes skallstørrelse og gonadevekt var negativt påvirket av økende populasjonstetthet og parasittvekt, og positivt påvirket av økende mengder makroalger. Høy tetthet av grønne kråkebolle falt sammen med redusert skallstørrelse blant røde kråkebolle. Parasitten ble funnet i grønne kråkebolle fra Vikna til Harstad. Nord for Vestfjorden forekom parasitten kun på enkelte stasjoner og sjeldnere på hver stasjon enn lenger sør. Parasitten ble ikke funnet i Frøyaområdet. Gjenværende kråkebolle på skjær med høy dødelighet ved Vega inneholdt mye parasitter. Andre ukjente faktorer synes derfor å ha forårsaket dødeligheten blant grønne kråkebolle.

Emneord: Kråkebolle - kråkebolleparasitt - dødelighet - stortare - utbredelse - overvåking - Midt- og Nord-Norge.

Arnfinn Skadsheim, Eli Rinde og Hartvig Christie, NINA, Boks 1037, N-0315 Oslo.

Abstract

Skadsheim, A., Rinde, E. & Christie, H. 1993. Occurrence and changes in sea urchin density, sea urchin parasite and regrowth of kelp forest along the Norwegian coast from Trøndelag to Troms. - NINA Oppdragsmelding 258: 1-39

The study, which covered the coastline from Frøya to Harstad, was initiated by observations of mortality in green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) populations at Vega in Norway. We raised the following questions. Was there mortality elsewhere? Could it be related to the occurrence of the nematode *Echinomermella matsi*, an endoparasite of green sea urchins? Had kelp (*Laminaria hyperborea*) or other macroalgae colonised rock bottom formerly dominated by green sea urchins? Was there any influence on occurrence of red sea urchins (*Echinus esculentus*)? Another goal was to establish a set of sites and data for later monitoring. Old kelp forest with few big red sea urchins characterized the outer coastline, whilst green sea urchins and barren grounds prevailed in more sheltered waters. The occurrence of green sea urchins was reduced and new, more inland, areas had been colonised by kelp at Frøya. Low densities of sea urchins were registered around Vikna too. At Vega there were patchy recovery of macroalgae and variable sea urchin densities. Further north, in the Lofoten and Harstad areas, there were no signs of increased mortality among green sea urchins. Here green sea urchins occurred on several sites with kelp forest. This might indicate that the kelp forests in these areas still persists, or that it is being reduced. The green sea urchins were most frequently aggregated at 2 m depth with notably less animals already on 5 m depth. Their test and gonad sizes were negatively influenced by increasing population density and parasite weight, and positively influenced by increasing amounts of macroalgae. High densities of green sea urchins coincided with small test sizes of red sea urchins. The parasite was found in green sea urchins from Vikna to Harstad. North of Vestfjorden the parasite only occurred at some sites, and then less frequently than further south. The parasite was not observed at Frøya. Remaining green sea urchins on skerries with high mortality at Vega contained many parasites. Other unknown factors have probably induced the mortality among green sea urchins.

Key words: Sea urchins - sea urchin parasite - mortality - kelp - distribution - monitoring - Mid- and North-Norway.

Arnfinn Skadsheim, Eli Rinde and Hartvig Christie, NINA, Box 1037, N-0315 Oslo.

Forord

Denne undersøkelsen er utført på oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning. Undersøkelsen ble initiert ut fra registreringer av dødelighet blant grønne kråkeboller ved Vega i Nordland innen forskningsprogrammet Mare Nor. Undersøkelsen ble gjennomført i juni og juli 1992 på kyststrekket fra Frøya til Harstad for å gi en tilstandsvurdering av utbredelse og forekomster av stortare og kråkeboller. Hovedvekten ble lagt på å registrere utbredelse og forekomster av grønne kråkeboller (*Strongylocentrotus droebachiensis*) og rundormen *Echinomermella matsi*, en parasitt som kan forårsake dødelighet blant grønne kråkeboller. Feltarbeidet ble gjennomført med meget oppofrende innsats av Sverre Nilsen med båten Fagerskjær.

Oslo, november 1993

Arnfinn Skadsheim
prosjektleder

Innhold

	Side
Referat	3
Abstract	3
Forord	4
1 Innledning	5
1.1 Bakgrunn.....	5
1.2 Formålet med undersøkelsen.....	6
2 Metoder	7
2.1 Den undersøkte kyststrekningen.....	7
2.2 Undersøkelser.....	7
2.2.1 Stasjoner med stortareskog.....	7
2.2.2 Stasjoner uten stortareskog.....	9
3 Resultater	10
3.1 Lokalitetsbeskrivelser.....	10
3.1.1 Frøya.....	10
3.1.2 Vikna.....	10
3.1.3 Vega.....	11
3.1.4 Lofoten.....	11
3.1.5 Harstad.....	11
3.2 Tareskogens struktur.....	12
3.3 Forekomst og dybdefordeling av kråkeboller.....	14
3.3.1 Områdenivå.....	14
3.3.2 Lokalitetsnivå.....	17
3.4 Størrelsesfordeling av kråkeboller.....	19
3.4.1 De grønne kråkebollene.....	19
3.4.2 De røde kråkebollene.....	22
3.5 Gonadeinnhold i grønne kråkeboller.....	22
3.6 Parasittens utbredelse, forekomst og infeksjonsgrad.....	26
3.6.1 Områdenivå.....	26
3.6.2 Lokalitetsnivå.....	26
3.6.3 Parasittens forekomst i de forskjellige størrelsesklasser av kråkeboller.....	26
3.6.4 Parasittens infeksjonsgrad og effekter på kråkebollenes våtvekt og gonadeinnhold.....	28
3.7 Økologiske og økonomiske konsekvenser.....	28
4 Diskusjon	33
5 Konklusjon	36
6 Sammendrag	37
7 Summary	38
8 Litteratur	39

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Stortaren (*Laminaria hyperborea*) utgjør hovedelementet i et plante- og dyresamfunn som tidligere dominerte hardbunnsområdene langs den ytre kysten ned til 20-30 m dyp. Tareskogsamfunnene er blant de mest produktive plantesamfunn i verden (Mann 1973, Jupp & Drew 1974), og danner på grunn av stor romlig variasjon skjulesteder og oppvekstområder for en rekke organismer (muslinger, snegl, krepsdyr og fisk m.fl.). I tillegg til å ha stor betydning for en rekke kommersielt utnyttede dyrearter, høstes det i Sør-Norge ca. 170 000 tonn stortare pr. år til industriell utnyttelse (Indergaard & Jensen 1991).

Disse rike tareskogsområdene er truet av ulike forstyrrelser, og den mest omfattende har vært nedbeiting forårsaket av kråkeboller. Omkring 1970 ble det oppdaget store forekomster av grønn kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) på nakne hardbunnsområder som tidligere hadde vært dekket av tareskog. Store deler av kysten fra Trøndelag og nordover er nå forandret fra produktive og artsrike tareskogsområder til artsfattige og barbeite harde hardbunnsområder. Tilstanden til tareskog og nedbeite områder fra Nord-Møre til Vesterålen rundt begynnelsen av 1980-tallet er beskrevet av Sivertsen (1982), men den senere utviklingen er lite kjent. I våre undersøkelser innen forskningsprogrammet Mare Nor har vi funnet lokal utdøing av kråkeboller og gjenvekst av alger. Også i Sør-Trøndelag tyder våre undersøkelser (Røv et al. 1990) på tilbakegang av kråkeboller sammenliknet med Sivertsens undersøkelser. Samtidig mener lokale fiskere på Møre- og Trøndelagskysten at det flere steder har forekommet gjenvekst på tidligere nedbeite områder. Det synes således å foregå endringer eller fluktasjoner i forholdet mellom stortare og kråkeboller, uten at det er klarlagt hva som ligger bak eller hvor permanente mange av endringene er.

De to tilstandene med enten nedbeitet hardbunn og høy tetthet av kråkeboller ("barren ground") eller tareskog med få kråkeboller ser ut til å kunne vedvare over flere (ti-)år. I Amerika har oppblomstring av kråkeboller med nedbeitet barbunn og senere kollaps i kråkebollepopulasjonen og gjenvekst av tareskog ført til diskusjon om slike hendelser kan være naturlige sykliske fenomener (Elner & Vadas 1990). Selv om det er rapportert om lokale oppblomstringer av kråkeboller fra norske farvann tidligere (von Düben 1847), er det foreløpig ingenting som tyder på slike storskala sykliske fenomener langs Norskekysten. Imidlertid tyder de ovennevnte observasjonene på at kråkebollene på enkelte steder er i tilbakegang.

Fleire arter kråkeboller er rapportert å være forbundet med masseoppblomstring og nedbeiting av tareskog. Snaubeiting forårsaket av *S. droebachiensis* er også beskrevet fra kystområder langs Nordvest-Atlanteren ved Canadas og USAs østkyst (Breen & Mann 1976, Foreman 1977, oppsummering hos Johnson & Mann 1988). Tilsvarende hendelsesforløp er beskrevet for andre arter i samme slekt fra begge sider av det nordlige Stillehav. For beskrivelser fra den amerikanske vestkyst se oppsummering av Dayton et al. (1992) samt Leighton et al. (1966), Estes et al. (1978), North & Pearse (1970) og Pearse & Hines (1979), og fra japanske farvann; Yendo (1903), Ohmi (1951) og Noro et al. (1983).

I enkelte tilfeller kan deler av hendelsesforløpet i vekslingen mellom de to tilstandene forklares, f.eks. ved fram- eller tilbakegang av bestanden til stillehavstoter (*Enhydra lutras*) som spiser kråkeboller, eller av store endringer i havstrømmer og dermed temperaturforhold som ved "El Nino". På Canadas østkyst forårsaket en parasittisk amøbe (*Paramoeba invadens*) en epidemisk dødelighet hos *S. droebachiensis* (Jones & Scheibling 1985). Amøben avsluttet et drøyt tiår dominert av kråkeboller og barbeitet hardbunn, og det ble registrert rask gjenvekst av tareskogen (Johnson & Mann 1988). Uforklarte ofte epidemiske sykdomsutbrudd og kollaps av kråkebollebestander er også dokumentert andre steder (Johnson 1971, Pearse et al. 1977, Boudouresque et al. 1980, Lessios et al. 1984 og Williams 1991).

For Norskekysten er det blant annet postulert at en parasittisk nematode, *Echinomermella matsi*, kan være med å redusere tette kråkebolle-forekomster (Hagen 1992). Parasitten ble funnet under studier av kråkeboller på nedbeite områder (Jones & Hagen 1987, Hagen 1987). Den har hatt en kraftig økning i prevalens (andel infiserte dyr i kråkebollebestanden) ved Bodøområdet de siste årene (Hagen 1992). Parasittens innvirkning på kråkebollenes tetthet er ukjent. Det er imidlertid påvist at parasitten har en så negativ innflytelse på innholdet av gonader i kråkebollene at reproduksjonskapasiteten minker. Faktisk kan en del individer være kastrert, og mange dyr med mye parasitter gir inntrykk av å være sterkt svekket (Hagen 1992, egne undersøkelser). I enkelte populasjoner rammer parasitten særlig mindre kråkeboller (Hagen 1992, egne observasjoner). Dette kan redusere tilveksten av kjønnsmodne individer, men dynamikk i og omfang av dette forholdet er dårlig beskrevet. Med hensyn til utbredelse er det funnet høy prevalens av parasitten i Bodøområdet og ytterst i Lofoten (Hagen 1987, 1992) og i Vegaområdet (egne undersøkelser). I våre undersøkelser av ca. 300 grønne kråkeboller fra Frøyaområdet (Røv et al. 1990) fant vi ingen parasitter. I sitt Mare Nor prosjekt har O. J. Lønne (pers.medd.) ikke funnet parasitter i undersøkte kråkebollepopulasjoner fra Tromsøområdet. Mye tyder dermed på at parasitten har sin hovedutbredelse begrenset innen Nordland fylke, men utbredelsesgrensene er fremdeles uklare.

Det er også uklart i hvilken grad og hvor hurtig tareskogen vender tilbake på nedbeite områder når tettheten av kråkebollene reduseres. Stortaren antas å ha et stort rekrutteringspotensiale, men liten spredningsevne. Tiden det tar for nedbeitet hardbunn til å utvikle seg til en tareskog, vil i så fall være avhengig av avstanden til nærmeste morpopulasjon av stortare. Ved taretråling (Rinde et al. 1992) eller ved redusering av kråkebolletettheten i områder nær stående tareskog (Jones & Kain 1967) restituerer tareskogen seg raskt. Våre undersøkelser i Mare Nor viser at reduserte kråkebolletettheter inne i store nedbeite områder (langt fra nærmeste tareskog) resulterer i gjenvekst av andre alger, og at gjenvekst av stortare ser ut til å være en langsom prosess. Oppfølging av gjenvekst av tare i områder der kråkebollene går tilbake, kan gi kunnskap om spredning og gjenvekst av de ulike tareartene som både kan benyttes ved overvåking av kystområdene, og bedre forståelsen av kråkebolle-tareskog interaksjoner.

Grønn kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) og rød kråkebolle (*Echinus esculentus*) er de to vanligste kråkebolleartene på den undersøkte kyststrekningen. Den røde finnes flere steder

alene i de ytre mest eksponerte kystområdene (Røv et al. 1990, egne observasjoner), men de to artene har overlappende utbredelse på mer beskyttede lokaliteter. Kunnskap om hvordan sameksistensen påvirker populasjonsdynamikken hos de to artene, vil også kunne si noe om tilstanden de foregående år.

1.2 Formålet med undersøkelsen

Utbredelsen av de to tilstandene tareskog eller barbeitet hardbunn har stor konsekvens for artsmangfoldet, produksjonskapasiteten og dermed høstingspotensialet (både av tare, fisk og krepsdyr) i kystfarvannene. Det er derfor av forvaltningsmessig interesse å under-

søke om tareskogen fortsatt er på vikende front eller om den er på vei til å gjenvokse de barbeite områdene.

Formålet med undersøkelsen var å gi en statusbeskrivelse og å etablere et stasjonsnett som kan benyttes til å følge opp denne utviklingen med jevne mellomrom ved å kartlegge følgende parametre på utvalgte områder:

- forekomst av tareskog, algevegetasjon eller nedbeite områder
- eventuelle gjenvekstmønstre på tidligere nedbeite områder
- populasjonsstruktur hos kråkeboller
- tegn til dødelighet av kråkeboller
- forekomst av den parasittiske nematoden *Echinomermella matsi* og dens samvariasjon med kråkebollepopulasjonene

2 Metoder

2.1 Den undersøkte kyststrekningen

Undersøkelsen er foretatt på utvalgte gruntvannsområder langs kysten fra Trøndelag til Troms.

Feltaktiviteten ble konsentrert til de fem områdene Frøya, Vikna, Vega, Lofoten og Harstad (**figur 1**) for å få kartlagt gradienten nord-syd. I hvert område ble tre lokaliteter valgt ut for å karakterisere utviklingen av hardbunnsamfunnene langs gradienten øst-vest (ytre-midtre-indre kystområde), samsvarende med en eksponert til beskyttet gradient. Ytre lokalitet ble alltid lagt til tareskogsbeltet, mens midtre og indre lokaliteter som oftest var på nedbeitete områder dominert av kråkeboller. Hvis det passet inn i eksponeringsgradienten, ble lokalitetene lagt nær steder der Sivertsen (1982) tidligere hadde gjort registreringer. Innen hver lokalitet ble det valgt ut tre stasjoner (unntatt Vega) med noen få hundre meters avstand, for å få mål for lokal variasjon og representativitet. På Vega ble stasjonsvalget basert på de allerede etablerte Mare Nor-stasjonene, samt at det ble foretatt supplerende undersøkelser på andre utvalgte stasjoner i tillegg. På ytre lokalitet ble undersøkelsene kun lagt til en eksisterende Mare Nor-stasjon-(Heimøy). Midtre lokalitet ble dekket av en Mare Nor-stasjon (Indreskjær) samt en ny stasjon (Mellomskjær). På indre lokalitet ble det valgt å foreta undersøkelser på tre eksisterende Mare Nor-stasjoner, og samtidig foreta undersøkelser på en ny stasjon (Storhaugskjær).

For å skaffe ytterligere kråkebolldata ble enkelte andre stasjoner inkludert i tillegg til de nevnt over. På Frøya ble det foruten å dekke ytre, midtre og indre lokaliteter også utført undersøkelser på en stasjon (Håskjæra) fordi stedet også var undersøkt i 1990. Siden vi på forhånd visste at parasitten var funnet i Viknaområdet, men ikke observert omkring Frøya, ble det også undersøkt en ekstra stasjon (Kjeungskjæra) mellom disse to områdene. I Lofoten ble en ekstra stasjon (Utakleiv) valgt for ytterligere å dekke gradienten øst-vest.

I tillegg er denne undersøkelsen supplert med data basert på tilsendte frosne grønne kråkeboller fra tre stasjoner i Viknaområdet (Vinterflesa, Lysøyvika og Singsholmen), samt fra en stasjon (Salbuen) i Velfjorden innenfor Vega. Kråkebollene fra Viknaområdet var samlet inn i november 1991, og de fra Salbuen i juli 1992.

Det er ialt foretatt registreringer av kråkeboller fra 50 stasjoner. **Tabell 1** gir en oversikt over navnene på de ulike stasjonene og hvilket hovedområde de tilhører, samt stasjonens geografiske posisjon og dens nummer. Stasjonene er gitt et tresifret nummer der første siffer viser området (1 = Frøya, 2 = Vikna, 5 = Harstad), andre siffer viser lokalitet (1 = ytre, 2 = midtre, 3 = indre), og siste siffer angir de ulike stasjonene innen hver lokalitet. Hvert område vil således i senere figurer bli symbolisert med et tresifret nummer, se også **tabell 1** for detaljene.

2.2 Undersøkelser

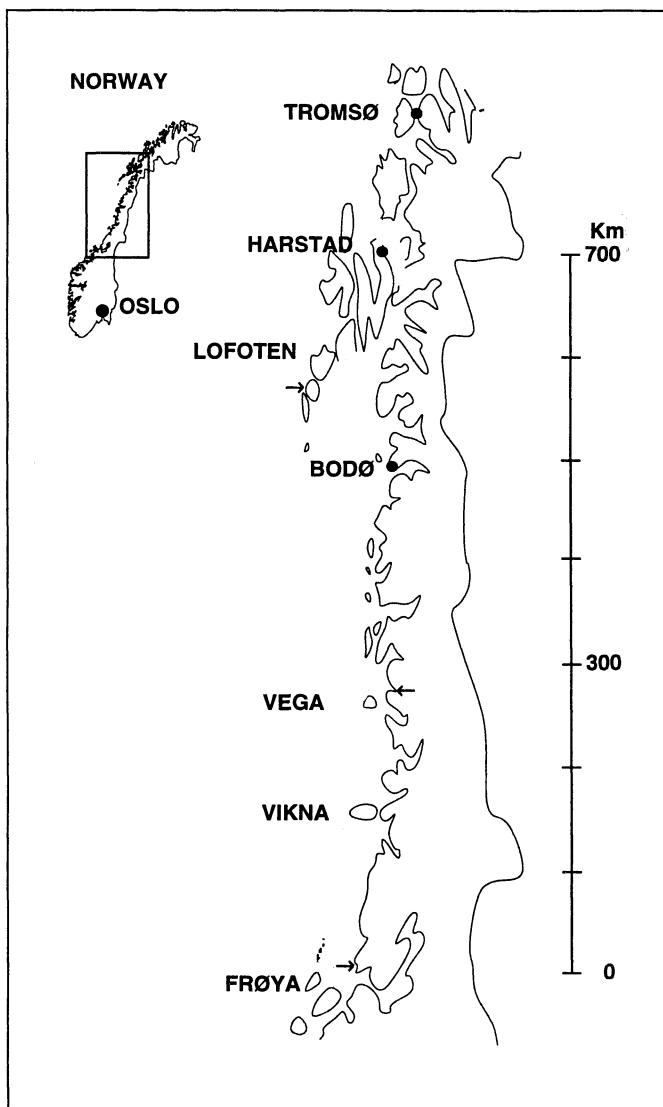
Undersøkelsene ble foretatt i perioden 10. til 26. juni 1992. Registreringer og materialinnsamlinger ble gjennomført ved hjelp av dykking. Detaljene i metodikken er beskrevet nedenfor i de to underavsnittene.

På hver lokalitet ble eksponeringsgraden anslått. Hovedtrekkene i topografi og en beskrivelse av makroflora og -fauna ble registrert på hver stasjon, unntatt på de stasjonene vi kun fikk tilsendt kråkeboller fra. Det ble særlig sett etter hvilke fordelingsmønstre (klumpvis, jevn) kråkebollene opptrådte i.

Det ble foretatt ulike innsamlinger og målinger avhengig av om det var tareskog på stasjonen eller ikke.

2.2.1 Stasjoner med stortareskog

Undersøkelsene av tareskog ble kun foretatt på ca. 5 m dyp på grunn av tidkrevende innsamlinger og målinger i forhold til sikker utført dykking.



Figur 1

Det undersøkte kyststrekking med angivelse av de forskjellige undersøkelsesområdene. De fem småprikkede feltene viser hvor stasjonene ble lagt. De tre pilene viser beliggenheten til ekstrastasjonene.

The coastline surveyed and the position of the different areas. The five dashed areas show where the sites were situated. The three arrows show the positions of the three extra sites.

Tabell 1. Navn på områder, lokaliteter og stasjoner, pluss stasjonskoder og stasjonenes posisjoner.
Names of areas, localities and sites, plus site numbers and positions of sites.

Område	Lokalitet	Stasjon	Site #	Position
Frøya	Nordfrøya	Kråskjæret	111	63° 47' 85" N 10° 50' 45" E
Frøya	Nordfrøya	Rundholmen	112	63° 47' 70" N 10° 49' 80" E
Frøya	Nordfrøya	Skaget	113	63° 48' 50" N 10° 49' 40" E
Frøya	Dyrviksundet	Sørøyvågen 1	121	63° 45' 60" N 10° 49' 90" E
Frøya	Dyrviksundet	Likholmen	122	63° 45' 50" N 10° 50' 10" E
Frøya	Dyrviksundet	Sørøyvågen 2	123	63° 47' 90" N 10° 50' 70" E
Frøya	Hammervik	Håskjæra	124	63° 41' 40" N 10° 48' 55" E
Frøya	Leksa	Neset	131	63° 34' 10" N 10° 19' 90" E
Frøya	Leksa	Lillholmen	132	63° 34' 25" N 10° 20' 10" E
Frøya	Leksa	Storholmen	133	63° 34' 30" N 10° 20' 80" E
Fosen	Kjeungskjæra		135	63° 43' 38" N 10° 31' 45" E
Vikna	Nordøyen	Surenøy	211	64° 48' 10" N 10° 33' 20" E
Vikna	Nordøyen	Odholmen	212	64° 47' 95" N 10° 33' 00" E
Vikna	Nordøyen	Purkholmen	213	64° 48' 20" N 10° 33' 40" E
Vikna	Bondøy	Skarvskjæret	221	64° 49' 42" N 10° 44' 40" E
Vikna	Bondøy	Risøy	222	64° 49' 25" N 10° 42' 50" E
Vikna	Bondøy	Mitterholmen	223	64° 49' 00" N 10° 41' 30" E
Vikna	Edøy	Edøy 1	231	64° 48' 15" N 10° 58' 90" E
Vikna	Edøy	Edøy 2	232	64° 47' 80" N 10° 59' 00" E
Vikna	Edøy	Edøy 3	233	64° 47' 45" N 10° 58' 90" E
Vikna	Edøy	Vinterflesa	234	64° 48' 30" N 11° 04' 00" E
Vikna	Lysø	Lysøyvika	241	64° 56' 90" N 10° 10' 00" E
Vikna	Løvøya	Singsholmen	242	64° 56' 40" N 10° 18' 60" E
Vega	Bremstein	Heimøy	311	65° 37' 06" N 11° 23' 30" E
Vega	Bubraken	Indreskjær	321	65° 41' 05" N 11° 38' 40" E
Vega	Bubraken	Mellomskjær	322	65° 41' 08" N 11° 38' 16" E
Vega	Burøy	Bankeskjær	331	65° 43' 47" N 11° 57' 40" E
Vega	Burøy	Kontroll	332	65° 43' 47" N 11° 57' 42" E
Vega	Burøy	Steinskjær	333	65° 44' 07" N 11° 57' 18" E
Vega	Kvalholmen	Storhaugsskjær	334	65° 43' 56" N 12° 06' 23" E
Vega	Velfjorden	Salbuen	341	65° 29' 48" N 12° 26' 00" E
Lofoten		Utakleiv	401	68° 13' 00" N 13° 31' 20" E
Lofoten	Henningsvær	Rødholmene 2	412	68° 09' 00" N 14° 13' 30" E
Lofoten	Henningsvær	Nonsøy	413	68° 09' 70" N 14° 15' 20" E
Lofoten	Lyngvær	Lyngvær	421	68° 13' 80" N 14° 13' 20" E
Lofoten	Lyngvær	Feøy	422	68° 14' 00" N 14° 13' 40" E
Lofoten	Lyngvær	Lilleøy	423	68° 13' 80" N 14° 13' 00" E
Lofoten	Oddvær	Storøy 1	431	68° 16' 52" N 14° 44' 75" E
Lofoten	Oddvær	Storøy 2	432	68° 16' 23" N 14° 44' 90" E
Lofoten	Oddvær	Lorteholmen	433	68° 16' 00" N 14° 44' 90" E
Harstad	Grøtavær	Brosmeskjæra 1	511	68° 58' 08" N 16° 12' 60" E
Harstad	Grøtavær	Brosmeskjæra 2	512	68° 58' 08" N 16° 12' 60" E
Harstad	Grøtavær	Skarvhaustsan	513	68° 57' 60" N 16° 13' 10" E
Harstad	Harstad	Tyvholmen	521	68° 48' 00" N 16° 36' 75" E
Harstad	Harstad	Stangnesodden	522	68° 48' 50" N 16° 36' 10" E
Harstad	Harstad	Stangnes	523	68° 48' 80" N 16° 36' 00" E
Harstad	Tjeldsund	Valenodden	531	68° 40' 20" N 16° 36' 40" E
Harstad	Tjeldsund	Hesjehaagen	532	68° 39' 90" N 16° 36' 00" E
Harstad	Tjeldsund	Stegholmen	533	68° 40' 15" N 16° 38' 30" E

Tareskogens struktur ble bestemt ved telling av stortareplanter i 1 x 1 m ruter (6 replikater). Rutene ble plassert tilfeldig i tareskogen. Stortareplantene i rutene ble gruppert som store (> 50 cm), middels store (10 cm-50 cm) og små (< 10 cm) etter stilk lengde. Antall individer i hver størrelsesgruppe ble talt. Gjennomsnittlig høyde av stilkene innen de ulike sjiktene ble anslått ved hjelp av en målestav. De store plantene i 4 av rutene ble samlet inn ved å kutte stilken rett over hapteren. For hver innsamlet plante ble stilk lengde målt og alderen bestemt ved å telle årringer i et tverrsnitt (kuttet av som en gulrotskive) ved stilkbasis. Ulempen med denne aldersbestemmelsesmetoden er at den ved svært liten vekst de første leveårene vil kunne underestimere plantens reelle alder (Kain 1963) og bare angi antall år med gode vekstforhold.

I rutene ble også forekomst og tetthet av andre makroalger og kråkeboller registrert.

For å karakterisere kråkebollepopulasjonene i tareskog i forhold til kråkeboller på barbunn, ble det på en av tareskogstasjonene i hvert området samlet inn ca. 50 tilfeldig valgte individer av rød kråkebolle (*Echinus esculentus*) for måling av størrelsesfordeling (skallhøyde og skaldiameter). Det tilfeldige utvalget ble gjort ved at dykkerne gikk ned til 5 m dyp og samlet kråkebollene etterhvert som de støtte på dem. På tareskogsstasjoner hvor det forekom grønn kråkebolle ble det også samlet inn et tilfeldig utvalg av disse for å bestemme størrelsesfordeling (skallhøyde og skaldiameter), gonadestatus (våtvekt) samt forekomst av parasitt (våtvekt).

2.2.2 Stasjoner uten stortareskog

Disse stasjonene ble undersøkt for å karakterisere kråkebollepopulasjonene, inkludert prevalens av den parasittiske nematoden. Registreringen ble gjennomført langs et transekt fra 0 til 10 m på hver stasjon.

Tetthet og dybdefordeling ble bestemt ved å telle antall kråkeboller i 0,5 m x 0,5 m ruter plassert tilfeldig på 2, 5 og 10 m dyp. Det ble talt i 10 ruter på hvert dyp. På enkelte stasjoner endte transek-

ket og undersøkelsene grunnere på grunn av overgang fra hardbunn til sandbunn.

På hver stasjon ble det samlet inn ca. 100 grønne kråkeboller for å bestemme størrelsesfordeling, gonadestatus og parasittinnhold i populasjonen. Innsamlingene ble foretatt på ca. 5 m dyp med samme metode for tilfeldig utvalg som angitt ovenfor. Tilsvarende ble det samlet inn ca. 50 røde kråkeboller for størrelsesmålinger. På enkelte av stasjonene var det så få røde kråkeboller at kun et fåtall kunne samles inn. For 50 grønne kråkeboller ble det foretatt målinger for å bestemme størrelsesfordeling (skallhøyde og -diameter), gonadestatus (kroppsvekt, gonadevekt) og eventuelt innhold av parasitt (parasittvekt), alle veiinger som våtvekt. De resterende 50 grønne kråkebollene ble foruten å bli benyttet til størrelsesfordeling (skallhøyde og -diameter) også brukt til å bestemme parasittens forekomst ved en raskere (semikvantitativ) metode basert på antall og størrelse av parasitten. Forekomsten av parasitten ble klassifisert i hver kråkebolle til 5 kategorier: 0 - uten parasitt, 1 - få små parasitter, 2 - noen mellomstore eller endel små parasitter, 3 - store parasitter, 4 - mange små parasitter. For å sammenligne de to metodene ble parasittinnholdet i en del av kråkebollene bestemt ved både veiing og semikvantitativ metode. Vi fant følgende sammenheng mellom kategori og vekt: Kategori 1 tilsvarer parasittvekt < 0,02 g, kategori 2 tilsvarer parasittvekt mellom 0,02 g og 0,49 g, og kategori 3 tilsvarer parasittvekt > 0,5 g. Den 4. kategorien var det så få av at det ikke kunne trekkes ut noen sammenheng. De 50 røde kråkebollene ble kun målt for å bestemme størrelsesfordeling (skallhøyde og -diameter).

På stasjonen (Kjeungskjæra) mellom Frøya og Vikna ble det kun foretatt innsamling av grønne kråkeboller (100 individer) for å bestemme størrelsesfordeling og parasittinnhold (semikvantitativ metode) i populasjonen på et sjekkpunkt mellom de to hovedområdene. Fra tilleggsstasjonen i Lofoten (Utakleiv) ble det samlet inn ca. 100 grønne kråkeboller for tilsvarende undersøkelser.

Kråkebollene vi fikk tilsendt fra Vikna (ca. 30-40 individer pr. stasjon) og Vegaområdet (ca. 400 individer), ble alle samlet inn fra typiske snaubeitete hardbunnsområder. De ble alle undersøkt for størrelsesfordeling, gonadestatus og parasittinnhold (vekt).

3 Resultater

Nedenfor er en kort beskrivelse av de undersøkte lokalitetene. Deretter vil resultatene blir presentert på tre arealnivå som omfatter trinnvis mer avgrensede arealer: Områdenivå (hovedområdene Frøya ... Harstad), lokalitetsnivå (ytre, midtre og indre lokalitet innen hvert området) og stasjonsnivå. For nummerkodingen og mer detaljer, se siste avsnitt i kapittel 2.1.

3.1 Lokalitetsbeskrivelser

3.1.1 Frøya

Ytre lokalitet, Nord-Frøya

Denne lokaliteten nordøst for Frøya var preget av stortareskog i ytre del, men partier innenfor Rundholmen (stasjon 112) og videre inn mot Dyrviksundet var dominert av andre alger som sukkertare (*Laminaria saccharina*), draughtare (*Saccorhiza polyschides*, trådformede kiselalger og brunalger og marptaum (*Chorda filum*). Bunnen var jevnt skrånende fjell- og steinbunn. Tareskogen på Rundholmen skilte seg fra de to andre stasjonene ved å bestå av yngre og kortere tareplanter (**tabell 2**). På alle stasjonene var det en jevn fordeling av få røde kråkebolle. Grønn kråkebolle ble kun observert på enkelte barbeite knauser i dybdeintervallet 1-3 m, hvor store individer forekom i tette ansamlinger.

Midtre lokalitet, Dyrviksundet

Den jevnt skrånende fjellbunnen i sundet var hovedsakelig dominert av opportunistiske alger som brunslit (*Ectocarpus* sp.) og lodnetaum (*Chorda tometosa*), og små sukkertareplanter. Transektet på de tre stasjonene endte på sandbunn ved 5, 7 og 10 m. På sandbunnen var det store sukkertareplanter og lodnetaum. Store grønne kråkebolle ble bare observert i store tettheter i de øverste 1-2 m dyp. Rød kråkebolle forekom stort sett dypere enn den grønne. I områder med tette ansamlinger av den grønne kråkebolle var det ingen algevegetasjon.

Indre lokalitet, Leksen

På to av stasjonene var den jevnt skrånende fjellbunnen godt bekovst med alger langs hele transektet ned til 10 m. De øverste 5 m var dominert av trådformede alger, marptaum og kjerringhår (*Desmarestia* sp.), samt en del havsalat (*Ulva lactuca*). Fra 5 til 10 m dominerte store sukkertareplanter med enkelte innslag av draughtare. De grønne kråkebollene forekom i flekkvis fordeling, med høyest tetthet i de øverste 1-2 m. Den røde kråkebolle forekom i jevn, lav tetthet på den ene av stasjonene, mens den andre stasjonen var preget av mange røde kråkebolle særlig omkring 5 m. Den tredje stasjonen hadde steinete bunn som endte på sandbunn ved 5 m, og var preget av lite vegetasjon. Trådformede alger forekom flekkvis, men i svært redusert tilstand. Nederst på transektet vokste det noe lodnetaum. Det var mange grønne kråkebolle over hele transektet, og i motsetning til de andre stasjonene på denne lokaliteten var det mange små og middels store individer her, særlig innimellom steinene. De grønne kråkebollene forekom også her klumpvis fordelt, særlig de store. Rød kråkebolle forekom i jevn, lav tetthet.

Tilleggsstasjon, Håskjæra

Fjellbunnen går bratt ned til ca. 2 m og videre svakt skrånende til den

ender på sandbunn ved ca. 5 m. Rett under tidevannsonen var det en front med høy tetthet av store grønne kråkebolle. Denne sonen var kun bekovst av enkelte korte brunslit/perlesli (*Ectocarpus* sp./*Pilayella* sp.) planter. Nedenfor 2 m var det et belte med kraftig vegetasjon. Øverst var det størst innslag av forskjellige trådformede alger, mens kjerringhår (*Desmarestia aculeata*) dominerte dypere. I den dypere delen var det også innslag av en del store draughtareplanter, marptaum og mange små butarer (*Alaria esculenta*). I det vegetasjonsrike beltet forekom grønn kråkebolle i tette ansamlinger (10-50 store individer) på en del barbeite steiner og fjellrabber. Det ble kun observert noen få små individer av grønn kråkebolle. Rød kråkebolle var jevnt fordelt i lave tettheter, men mest vanlig i 2-4 m sonen.

3.1.2 Vikna

Ytre lokalitet, Nordøyene

Lokaliteten var bekovst av tareskog med en heterogen størrelsesfordeling av stortareplantene. Tareskogen dekket hele bunnen i området som var jevnt skrånende med vekslende partier av fjell og store steiner på to av stasjonene (Surenøy (211) og Odholmen (212)). Bunnen på Purkholmen (213), var jevnt skrånende fjellbunn uten steiner. Tareskogen var preget av et sterkt beitepress (særlig Surenøy) fra tallrike vanlig rød kråkebolle. De røde kråkebollene forekom både på bunnen og oppover tarestilkene. Det var tydelige beitemerker på fjorårets blad der disse fortsatt var til stede. Det vokste få små stortareplanter på bunnen mellom de store stortarene, og det var svært få epifytter på tarestilkene. På Odholmen var det noe færre kråkebolle og dermed redusert beitepress. Dette ga seg utslag i mer epifytter på tarestilkene som var bekovst av både tråd- og bladformete rødlager. Det ble ikke observert noen grønne kråkebolle på lokaliteten, hverken oppå eller under steinene.

Midtre lokalitet, Bondøy

De tre stasjonene var forskjellige med hensyn til topografi, algevegetasjon og forekomst av kråkebolle. På den første stasjonen (Skarvskjæret (221)) var fjellbunnen svakt skrånende ned til 3 m for deretter å gå videre bratt ned til sandbunn på 10-11 m dyp. Ved ca. 2 m dyp og opp til tidevannsonen vokste det noe trådformede alger og lodnetaum, ellers var bunnen barbeitet med kun noe krasing (*Corallina officinalis*) og kalkalger. De grønne kråkebollene var tallrike fra tidevannsonen helt ned til sandbunnen. Røde kråkebolle var vanlige og forekom i høyest tetthet nedover mot sandbunnen. På den andre stasjonen var det svakt skrånende fjell/sandbunn fra tidevannsonen og ned til ca. 5-6 m der fjellbunnen gikk trappvis bratt videre ned til sandbunnen på 10-11 m dyp. De grønne kråkebollene var begrenset til et barbeitet parti mellom tidevannsonen og 2-3 m dyp. Under det nedbeite området og ned til 5-6 m dyp vokste det noe lodnetaum og trådformede alger. Foruten enkelte store sukkertare- (fra 3-11 m dyp) og stortareplanter (ved 11 m) var bunnen ellers kun bekovst av noe kalkalger. Det var få røde kråkebolle på stasjonen. Den tredje stasjonen besto av svakt skrånende fjellbunn ned til ca. 3 m som deretter gikk trappvis ned til sandbunn på 12 m. Det forekom noe trådformede alger og lodnetaum fra tidevannsonen og ned til ca. 5 m, ellers var bunnen kun bekovst av noe kalkalger. De fleste grønne kråkebollene forekom fra 1-3 m, på eller gjemt under stein. De røde kråkebollene forekom flekkvis og i betydelig antall. Ved 12 m forekom det enkelte stortare- og sukkertareplanter spredt.

Indre lokalitet, Edøy

Fjellbunnen var svakt skrånende de øverste meterne, deretter bratt skrånende til den endte på sandbunn ved 10-11 m dyp. Nedenfor tangbeltet i tidevannsonen var fjellbunnen var stort sett barbeidet med kun forekomst av noe kjerringhår, trådformede alger og lodnetaum. På lokaliteten var det høy tetthet av både grønn og rød kråkebolle, med et klart skille mellom dybdeutbredelsen til de to artene. De grønne forekom i store ansamlinger over 4-5 m og de røde stort sett dypere enn 4-5 m. De grønne kråkebollene som ble observert dypere enn 5 m, sto enkeltvis og hovedsakelig mer skjult under steiner eller i sprekker.

3.1.3 Vega

Ytre lokalitet, Bremstein

På denne lokaliteten ble det undersøkt en stasjon, Heimøy (311), som NINA over flere år har fulgt utviklingen av tareskogsamfunnet på. (Marinbotanikerne i Mare Nor vil senere komme med omfattende beskrivelser av tareskogen herfra). Stasjonen er bekovst med en velutviklet tareskog der det ikke er observert store (> 1 cm) grønne kråkebolle i tareskogen, men der vanlig rød kråkebolle har forekommet i jevn tetthet bestående av store individer. Stortareplantene er godt bekovst med epifytter, og på bunnen mellom tareplantene er det en høy tetthet av små tarerekrutter. Tareskogen viser dermed ikke tegn til beitepress fra kråkebollene.

Midtre lokalitet, Bubraken

Det ble undersøkt to stasjoner. Den ene stasjonen, Indreskjær (321), er som Heimøy fulgt over flere år. (Også her vil marinbotanikerne i Mare Nor senere komme med omfattende beskrivelser). Tareskogen på lokaliteten er preget av sterkt beitepress fra tallrike grønne og røde kråkebolle, med få epifytter og tarerekrutter. I motsetning til på Heimøy er det stor spredning i størrelsen på de røde kråkebollene.

Indre lokalitet, Burøy og Kvalholmen

Lokaliteten ligger inne i et stort nedbeittingsområdet 12-15 km fra nærmeste tareskog. Den skrånende fjellbunnen omkring de mange holmer og skjær har et variabelt algedekke etter en flekkvis utdøing av kråkebolle. Daumannsbåen (332) er dekket av sukkertareskog mens Steinskjær (333), Storhaugskjær (334) og Nordre Sandø (335) var barbeitete områder med innslag av trådformede alger, lodnetaum og kjerringhår.

3.1.4 Lofoten

Ytre lokalitet, Henningsvær

Alle de tre stasjonene var dekket av en forholdsvis gammel tareskog. I forhold til områdene lenger sør var tareskogen på lokaliteten (særlig Rødholmen 1 og 2 (411 og 412)) svært kortvokst i forhold til alderen på stortareplantene (**figur 2**). Nonsøy skilte seg ut fra de to andre stasjonene ved å ha en høy forekomst av flekkvis fordelt rød kråkebolle. Grønn kråkebolle var vanlig, særlig i sprekker på alle stasjonene, men forekom ikke i tette ansamlinger. Det var også for grønn kråkebolle størst forekomst på Nonsøy (413). Ingen av stasjonene var preget av beitepress. På alle stasjonene var det innslag av sukkertare, butare og kjerringhår mellom stortareplantene.

Midtre lokalitet, Lyngvær

Lokaliteten ligger i et gruntvannsområdet der hardbunnen går over i sandbunn ved 7-10 m dyp. De tre stasjonene var karakterisert av et 2-5 m bredt forholdsvis ubevokst parti like nedenfor tidevannsonen. Den nakne sonen var dominert av skorpeformete kalkalger og kalkrøsmark, men det vokste også en del krasing i tykke tuer i sonen. Krasingtuene inneholdt en høy tetthet av små grønne kråkebolle (ca. 4-5 mm store). Nedenfor det nakne partiet vokste det en del skulptetang, som også forekom i store ansamlinger som drivtang. Innimellom drivtangen var det store ansamlinger av grønn kråkebolle. Over hele lokaliteten var det mye grønne kråkebolle og få røde kråkebolle. På en av stasjonene (Lyngvær (421)) var det antydning til frontdannelse av grønn kråkebolle (30-40 individer pr. m²) i den nakne sonen ved ca. 0,5 m dyp. En annen kråkebolle i samme slekt som den grønne, *S. pallidus*, var vanlig på lokaliteten.

Indre lokalitet, Oddvær

Bunnen var til dels bratt skrånende fjellbunn med vekselvis glatt fjell, sprekker og steinbunn. En av stasjonene (Storøy 1 (431)) endte på ruglbunn ved 8 m dyp. Oddvær hadde mange likhetstrekk med forrige lokalitet, men i motsetning til på Lyngvær var den nakne sonen karakterisert av tallrike strandsnegl (*Littorina* spp.), albuskjell (*Patella vulgata*) og purpurnegl (*Nucella lapillus*). Av algevegetasjon var det foruten kalkalger kun enkelte tuer med krasing i det nakne partiet. Under den nakne sonen vokste det noe mykt kjerringhår (*Desmarestia aculeata*), skulptetang (*Halidrys siliquosa*) og lodnetaum. De grønne kråkebollene dannet tette ansamlinger i fjellsprekke og mellom o-skjell (*Modiolus modiolus*), men forekom kun av og til spredt på det glatte fjellet. Det ble kun observert én rød kråkebolle i Oddværområdet. *S. pallidus* var vanlig på denne lokaliteten også.

3.1.5 Harstad

Ytre lokalitet, Grøtavær

Felles for de tre stasjonene på denne lokaliteten var at tareskogen var sterkt preget av beitepress fra tallrike røde kråkebolle. Dette ga seg utslag i blant annet svært få påvekstorganismer på til og med gamle stortarestilker. Det var kun påvekstalger på noen få planter og da som regel bare på øverste del. På bunnen var det også få små tarerekrutter. De røde kråkebollene viste tegn til frontdannelse ved 2-3 m, og forekom ofte oppover stortarestilken. Det var også en del grønne kråkebolle på lokaliteten, men disse levde som regel mer gjemt i sprekker og innimellom tarehapterene, og ble kun unntaksvis observert på tarestilker.

Midtre lokalitet, Harstad

På lokaliteten var det avvekslende glatt fjell og stein med flekker av stortareskog eller blandingsskog mellom ubevokste partier. Den ene stasjonen (Tyvholmen (521)) ute i fjorden skilte seg fra de to andre ved fastlandet, ved å være dominert av stortare. Stasjonen endte på sandbunn ved 10 m dyp. De to andre stasjonene som endte på sandbunn ved 6-7 m, var bekovst av både sukkertare og stortare innimellom ubevokste fjellpartier. Under ca. 5 m og utover sandbunnen dominerte innslaget av sukkertare, som på enkelte steder dekket opptil 100 % av bunnen. Mellom de store plantene som dominerte vokste det få små og mellom-

store tareplanter. Grønn kråkebolle levde som regel skjult under steiner der de forekom i tette ansamlinger. *S. pallidus* ble også observert. Rød kråkebolle var vanlig på lokaliteten, men forekom i noe mindre grad på Tyvholmen enn på de to andre stasjonene.

Indre lokalitet, Tjeldsundet

Omkring de ytterste øyene på lokaliteten var det tareskog på hardbunnen fra tidevannsonen ned til 3-4 m, der fjellbunnen gikk over til sandbunn. Sandbunnen var bevokst av sukkertare og lodnetaum. Lenger inn på lokaliteten var fjellbunnen ubevokst. To av stasjonene var på ubevokst fjellbunn innerst på lokaliteten, mens den tredje stasjonen (Stegllholmen (533)) var i tareskog ved en av de ytre holmene. Tareskogen var svært småvokst, men besto av gamle tareplanter. Berggrunnen var svært lagdelt med mange sprekker hvor grønne kråkeboller hadde søkt tilhold.

3.2 Tareskogens struktur

Tareplantenes alder, størrelse og tetthet er oppsummert i **tabell 2**, og i **figur 2** beskrives frekvensfordelingene av lengde og alder og sammenhengen mellom disse. Data stammer fra stasjonene på ytre lokalitet for hvert av de undersøkte områdene, pluss midtre lokalitet (Bubranken) fra Vegaområdet og en stasjon fra indre lokalitet (Tjeldsundet) i Harstadområdet. Målene i **figur 2** og **3** stammer

bare fra de plantene som utgjør det øvre bladdekket i tareskogen. De områder eller lokaliteter der stilkengde mest markert øker med plantens alder, var mer preget av ujevn tareskog enn de områdene der sammenhengen mellom alder og størrelse var dårlig. I en etablert tareskog erstatter mellomstore planter raskt de store som forsvinner. Slik skog er derfor karakterisert ved at alle de store plantene har lik størrelse, men ulik alder. Når alle større planter forsvinner fra et område, må gjenvekst skje ved at flere planter starter som små rekrutter. Disse plantene trenger noen få år på å nå voksen størrelse og dette gjør de samtidig. Sammenhengen mellom alder og størrelse vil variere alt etter hvor store arealer som sammenliknes og hvor store arealer algene er blitt fjernet fra. Sammenfallet mellom forekomst av grønne kråkeboller og lave antall tarerekrutter (**tabell 2**) tyder på at kråkebollebeiting vil kunne påvirke alders- og størrelsesfordelingen i stortareskogene, se **tabell 2** i sammenheng med **figur 2** og **3**.

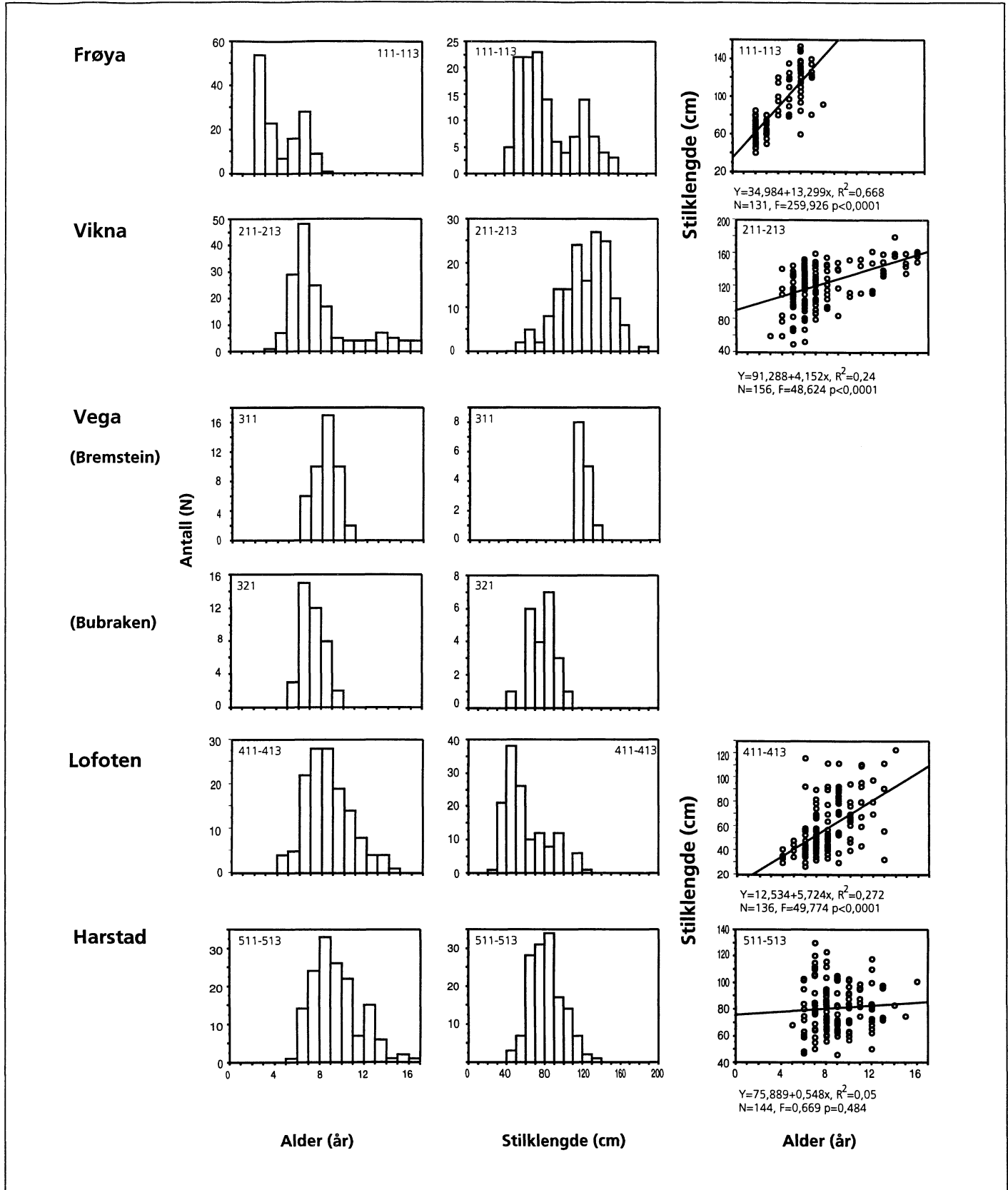
I Frøyaområdet undersøkte vi tareskogen utenfor Uttian (**figur 3**). Her skilte tareskogens tetthet, alder og størrelsessammensetning på stasjonene Skaget (111) og Kråkskjæret (113) seg fra Rundholmen (112). Rundholmen ligger nærmere Uttian og noe mer beskyttet enn de to andre stasjonene. Mens Skaget og Kråkskjæret hadde ca. 1 m lange planter rundt 5 år gamle, var det kortere og kun ca. 2 år gamle stortarer ved Rundholmen (**tabell 2**).

I Viknaområdet undersøkte vi tareskogen ute på lokaliteten Nord-

Tabell 2. Tareskogens struktur. Gjennomsnittlige tettheter pr. kv.m pluss/minus en standard feil for de tre størrelsesgruppene av stortare, tares lengde (cm) og alder (år) samt kråkebolletettheter på de forskjellige stasjonene. Middell = Gjennomsnittsverdiene for hver lokalitet. Lh = *L.hyperborea*, Ee = *E.esculentus*, Sd = *S.droebachiensis*.

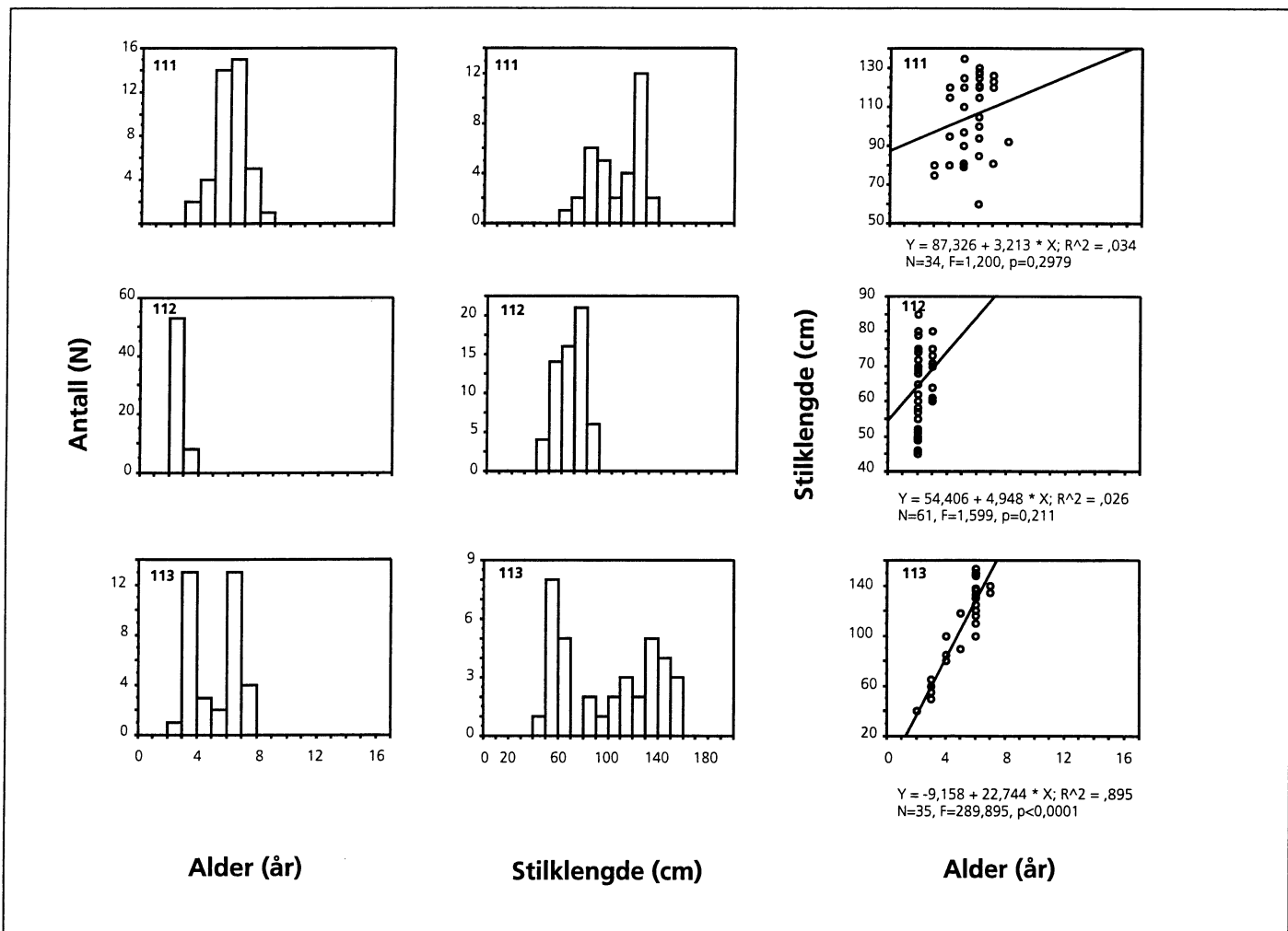
The structure of the kelp forest. Mean densities per square m plus/minus one standard error for the three size groups of kelp, kelp length (cm) and age (yr) plus sea urchin densities at the various sites. Middell = The mean values for each locality. Lh = *L.hyperborea*, Ee = *E.esculentus*, Sd = *S.droebachiensis*.

Stasjon nr	Antall stortare			Store Lh	Store Lh	Ee	Sd
	Store	Middels	Små	Stilkengde	Alder		
111	10,5 ±2,1	13,6 ±3,9	47,8 ±17,1	105,0 ±3,5	5,5 ±0,2	2,8 ±0,3	0
112	14,5 ±6,6	32,1 ±6,7	41,0 ±16,2	64,9 ±1,3	2,1 ±0,04	1,0 ±0,4	0
113	8,2 ±2,0	16,2 ±3,0	37,5 ±11,9	97,6 ±6,4	4,7 ±0,3	2,5 ±0,7	0
Middell	11,1 ±2,4	20,7 ±3,3	42,1 ±8,3	84,3 ±2,6	3,8 ±0,2	2,1 ±0,3	0
211	17,8 ±2,1	4,2 ±0,9	4,8 ±1,1	125,0 ±2,5	5,8 ±0,1	2,2 ±0,6	0
212	13,9 ±1,1	6,1 ±1,2	8,8 ±2,0	101,0 ±2,8	7,1 ±0,3	1,9 ±0,4	0
213	13,3 ±0,5	7,8 ±1,8	38,0 ±10,4	140,8 ±3,2	10,0 ±0,5	2,1 ±0,4	0
Middell	13,6 ±1,1	7,8 ±1,2	27,6 ±7,1	121,9 ±2,0	7,5 ±0,2	1,7 ±0,3	0
311	10,4 ±1,2	7,4 ±1,9	100,9 ±19,8	119,4 ±6,5	9,5 ±1,1	2,0 ±0,9	0
321	9,6 ±1,4	1,9 ±1,0	2,6 ±0,8	78,3 ±14,7	6,8 ±1,0	1,6 ±0,6	1,2 ±0,6
411	2,5 ±1,6	5,7 ±1,7	9,5 ±3,5	41,6 ±1,1	7,6 ±0,3	1,7 ±0,5	0
412	5,8 ±2,9	14,8 ±2,5	45,7 ±15,3	50,5 ±1,5	7,3 ±0,2	0,8 ±0,3	0
413	10,2 ±1,2	2,7 ±0,8	22,2 ±7,9	85,8 ±3,0	9,7 ±0,3	5,3 ±2,9	2,2 ±1,4
Middell	6,2 ±1,3	7,7 ±1,6	25,8 ±6,6	58,5 ±1,9	8,1 ±0,2	2,6 ±1,0	0,7 ±0,5
511	12,5 ±1,1	1,7 ±1,0	3,7 ±2,7	86,6 ±2,7	8,8 ±0,3	7,5 ±1,3	1,7 ±1,0
512	14,0 ±2,0	3,3 ±0,5	0,5 ±0,3	86,3 ±2,1	9,3 ±0,4	6,8 ±1,3	2,0 ±0,9
513	13,0 ±1,3	0,5 ±0,3	0	69,5 ±1,7	8,8 ±0,2	8,5 ±1,1	8,8 ±2,9
Middell	13,2 ±0,8	1,8 ±0,5	1,4 ±0,9	80,8 ±1,4	9,0 ±1,2	7,6 ±0,7	4,2 ±1,3
533 1m	70,4 ±18,7	0	0	49,5 ±1,3	7,2 ±0,3	4,0 ±1,3	16,0 ±6,1
533 3m	21,6 ±3,1	0,4 ±0,4	0	61,0 ±1,4	7,5 ±0,2	8,8 ±2,6	16,0 ±7,3

**Figur 2**

Tareskogens struktur. Lengde, aldersfordeling og sammenhengen mellom lengde og alder for stortare i de forskjellige områdene. Verdiene baserer seg på målinger fra tre stasjoner på ytre lokalitet i hvert område, unntatt for Vega hvor det er oppgitt målinger fra to stasjoner, en ute ved Bremstein på ytre lokalitet og en ved Bubraken på midtre lokalitet.

The structure of the kelp forest. Length, age distribution and the relationship between length and age for kelp in the different areas. The values are based on measurements from three sites at the outer locality in each area, except for Vega where the measurements stem from two sites, one at Bremstein at the outer locality and one at Bubraken at the intermediate locality.



Figur 3
Tareskogens struktur ved Frøya. Lengde, aldersfordeling og sammenhengen mellom lengde og alder for stortare.
The structure of the kelp forest. Length, age distribution and the relationship between length and age of kelp.

øyene. På stasjon Surenøy (211) forårsaket de røde kråkebollene et beitepress på tareskogen. Dette var ikke tilfelle i samme grad på de to andre stasjonene. Alle tre stasjonene og særlig Purkholmen (213) hadde til dels ekstra gamle voksne planter (**tabell 2**).

I Vegaområdet var det gjenvekst av sukkertareskog på enkelte skjær på den lokaliteten vi har kalt Burøy, mens overgangssonen med blanding av tareskog og grønne kråkeboller lå rundt lokaliteten Bubraken lenger vest (Indreskjær (321) og Mellomskjær (322)). Her var det nesten bare voksne tareplanter (**tabell 2**). Plantene var både eldre og større på den ytre stasjonen Heimøy (311) enn inne i skjærgården ved Indreskjær (321).

I Lofotenområdet vokste tareskogen kun på en smal brem langs den delen av sørsiden av Lofotveggen vi dekket. Rett innenfor Rødholmene og Nonsøy var det sparsomt med tarevegetasjon. Stortaren var småvokst, men gammel, kortere enn 60 cm og rundt 8 år i snitt. Både her og lenger nord forhindret store avstander og dårlig vær oss fra å dra lenger vest.

I Harstadområdet var tareskogen på den ytre lokaliteten Grøtavær under sterkt beitepress fra tallrike røde og grønne kråkeboller. De voksne plantene var jevnstore og jevngamle på de tre stasjonene

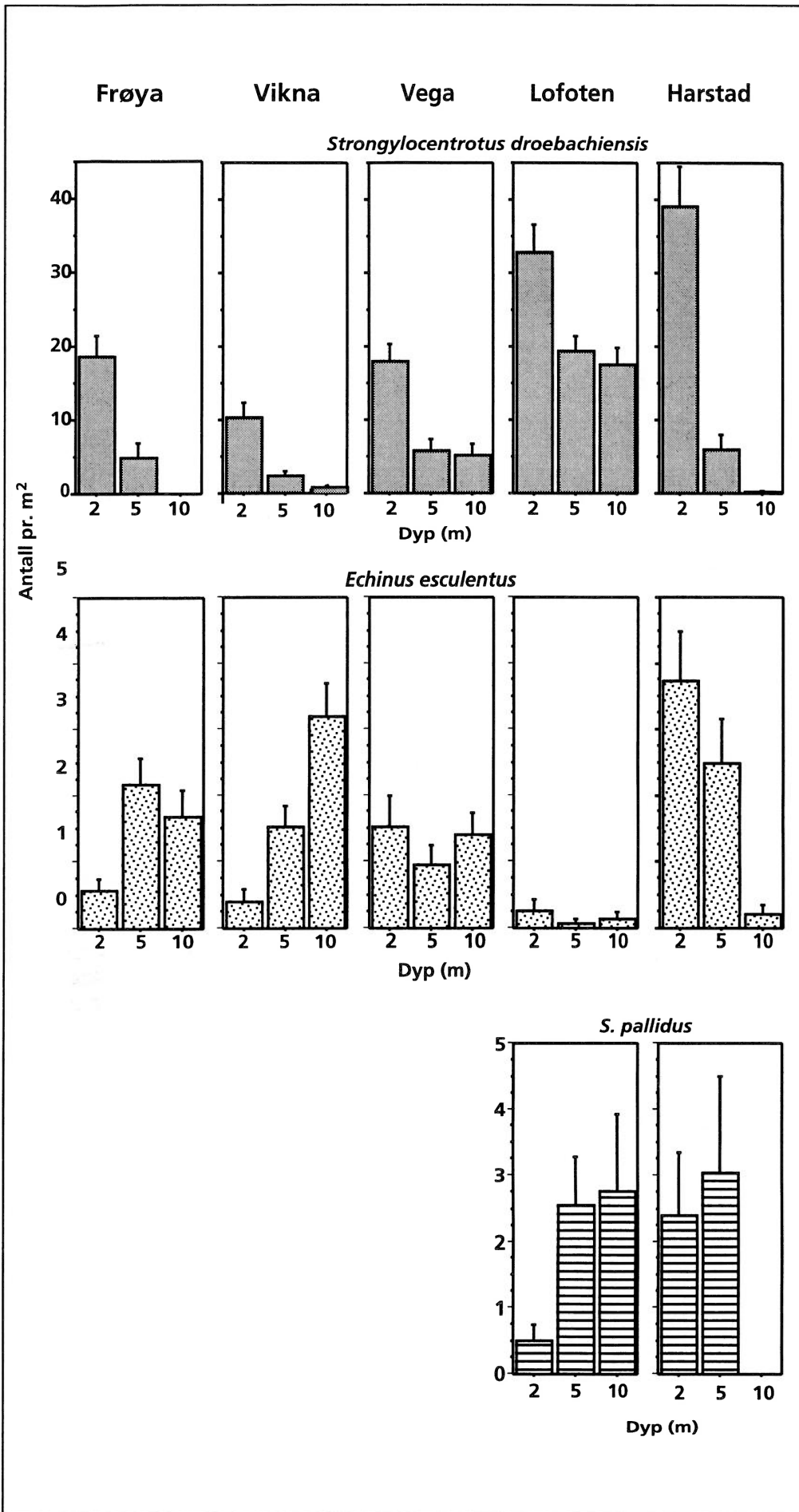
(**tabell 2**), og vi fant få epifytter og tarerekrutter. For hele området sett under ett, var det enkelte flekker med eldre stortare tilbake innover i fjorden, men disse var begrenset til eksponerte odder og småøyer. På Steglholmen (533) inne ved Tjeldsundet, var plantene småvokste og sto i høy tetthet selv med en betydelig tilstedeværelse av kråkeboller (**tabell 2**).

3.3 Forekomst og dybdefordeling av kråkeboller

3.3.1 Områdenivå

Ses observasjonene fra bare 5 m dyp fra ytre lokaliteter ute i tareskogen (**tabell 2**) sammen med registreringene fra dybdetransektene fra midtre og indre lokaliteter (**figur 4**, se **tabell 3** for detaljer), framgår det at både rød kråkebolle (*Echinus esculentus*) og grønn kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) var vanlige i alle fem områdene. I tillegg forekom kråkebollen *Strongylocentrotus pallidus* i transektene i Lofoten- og Harstadområdene.

Røde kråkeboller forekom på alle tareskogstasjonene (**tabell 2**),



Figur 4
 Gjennomsnittelig tetthet (med en standard feil) for grønne og røde kråkeboller på tre dyp i de forskjellige områdene.
 Mean density (with one standard error) for green and red sea urchins on three depths in the various areas.

Tabell 3 Tetthet på tre dyp (2, 5, 10 m) angitt som gjennomsnitt (1 standard feil) pr. kv. m, for kråkeboller på de forskjellige stasjonene.Sd = *S.droebachiensis*, Ee = *E.esculentus*, Sp = *S.pallidus*. * = ikke registrering.

Density at three depths (2, 5, 10 m) given as mean (1 standard error) per square meter, of sea urchins at the various sites.

Sd = *S.droebachiensis*, E.e = *E.esculentus*, Sp = *S.pallidus*. * = no registration.

Stasjon nr	Sd 2m	Sd 5m	Sd 10m	Ee 2m	Ee 5m	Ee 10m	Sp 2m	Sp 5m	Sp 10m
121	5,2 ± 3,9	10,4 ± 6,0	0	0,8 ± 0,5	0	2,0 ± 0,9	0	0	0
122	15,6 ± 9,1	2,0 ± 0,9	0	1,6 ± 0,7	2,0 ± 0,9	1,6 ± 0,9	0	0	0
123	22,0 ± 6,1	0,4 ± 0,4	*	0	0	*	0	0	*
124	20,8 ± 7,4	15,5 ± 13,0	*	1,2 ± 0,6	0	*	0	0	*
124 (1990)	35,2 ± 1,0	62,8 ± 8,0	*	0,4 ± 0,4	0,4 ± 0,4	*	0	0	*
131	20,0 ± 8,5	0	0	0,8 ± 0,5	1,6 ± 0,7	1,6 ± 0,9	0	0	0
132	16,0 ± 8,7	0,4 ± 0,4	0	0,8 ± 0,5	6,4 ± 1,4	3,2 ± 1,2	0	0	0
133	30,8 ± 6,4	4,8 ± 4,0	*	0	4,0 ± 1,29	*	0	0	*
221	6,8 ± 3,2	8,0 ± 2,5	4,4 ± 1,6	0,4 ± 0,4	0,8 ± 0,5	1,6 ± 0,7	0	0	0
222	6,8 ± 2,9	0	0	0	1,6 ± 0,7	2,4 ± 0,9	0	0	0
223	4,8 ± 4,8	0	0	1,2 ± 0,9	3,2 ± 1,0	1,6 ± 0,7	0	0	0
231	10,8 ± 3,5	2,0 ± 0,6	0	0	2,0 ± 0,99	1,6 ± 0,9	0	0	0
232	17,2 ± 3,8	2,4 ± 1,2	0	0	0,8 ± 0,5	6,0 ± 1,5	0	0	0
233	15,6 ± 8,7	1,2 ± 0,6	0,4 ± 0,4	0,8 ± 0,5	0,8 ± 0,5	6,0 ± 1,5	0	0	0
311	0	0	0	0,8 ± 0,5	2,0 ± 0,9	1,2 ± 0,6	0	0	0
321	24,4 ± 4,9	1,2 ± 0,6	0	2,4 ± 0,9	1,6 ± 0,6	2,2 ± 0,7	0	0	0
322	12,0 ± 3,3	1,8 ± 0,6	*	0,8 ± 0,4	0,6 ± 0,3	*	0	0	*
333	32,6 ± 5,6	16,0 ± 3,1	1,6 ± 0,9	1,8 ± 0,9	0,8 ± 0,5	0,8 ± 0,5	0	0	0
334	17,6 ± 4,3	1,2 ± 0,6	19,2 ± 3,4	0,8 ± 0,8	0,4 ± 0,4	0,4 ± 0,4	0	0	0
335	16,4 ± 3,6	2,8 ± 2,4	0	0,8 ± 0,5	0,4 ± 0,4	2,4 ± 0,9	0	0	0
421	24,8 ± 3,6	14,4 ± 3,1	16,8 ± 3,7	1,2 ± 0,9	0	0,4 ± 0,4	0	7,6 ± 3,1	1,2 ± 0,9
422	16,0 ± 5,1	12,0 ± 3,5	15,2 ± 7,5	0,4 ± 0,4	0,4 ± 0,4	0,8 ± 0,8	0	3,2 ± 1,6	0
423	25,2 ± 5,7	11,2 ± 3,1	20,4 ± 2,3	0	0	0	0	1,6 ± 0,9	1,2 ± 0,6
431	44,8 ± 6,7	37,2 ± 4,3	29,2 ± 10,5	0	0	0	0,4 ± 0,4	7,6 ± 3,1	11,6 ± 5,7
432	36,4 ± 15,5	10,8 ± 2,5	11,6 ± 4,4	0	0	0	0	3,2 ± 1,6	1,2 ± 0,9
433	50,0 ± 9,3	30,8 ± 4,8	10,4 ± 3,1	0	0	0	2,4 ± 1,1	1,6 ± 0,9	0
521	10,8 ± 4,3	1,2 ± 1,2	0	4,0 ± 1,2	2,0 ± 1,1	0,4 ± 0,4	0	0,4 ± 0,4	0
522	99,2 ± 14,7	19,2 ± 8,6	0,4 ± 0,4	0	0,4 ± 0,4	0	10,4 ± 3,9	12,8 ± 6,5	0
523	63,6 ± 13,9	1,6 ± 0,9	*	8,0 ± 2,2	12,0 ± 2,8	*	0,8 ± 0,8	2,0 ± 1,1	*
531	17,6 ± 4,0	2,8 ± 1,7	*	0,4 ± 0,4	2,4 ± 0,9	*	0,4 ± 0,4	0	*
532	27,2 ± 3,3	5,2 ± 2,2	0	0,4 ± 0,4	0,4 ± 0,4	0	0,4 ± 0,4	0	0
533	16,0 ± 7,3	**	9,6 ± 2,4	*	*	0,4 ± 0,4	*	*	*

men de var fåtallige på flere barbunnstasjoner, og ble ikke registrert på en lokalitet, Oddvær i Lofoten, og en stasjon, Stangnesodden (522) ved Harstad (**figur 4**). Grønne kråkeboller dominerte hele kyststrekket på de midtre og indre lokalitetene, hvor de oftest var 5-10 ganger vanligere enn de røde kråkebollene (**figur 4**).

Røde kråkeboller var, med tre unntak, vanligere enn grønne kråkeboller på tareskogstasjonene (**tabell 2**). Grønne kråkeboller var vanligst på midtre lokalitet (Bubranken) i Vegaområdet og på to stasjoner i Harstadområdet. På en tareskogstasjon, Skarvhausten (513), forekom begge artene i samme tetthet, mens grønne kråkeboller dominerte på Steglholmen (533), en liten tarebevakst holme ved inngangen til Tjeldsundet (indre lokalitet). Bortsett fra disse unntakene var det en jevnt lav tetthet av røde kråkeboller i tareskogen i områdene fra Frøya til Lofoten, mens tettheten av røde kråkeboller var høyere i tareskogen utenfor Harstad (**tabell 2**). Innslag av grønne kråkeboller i tareskogen fikk vi i de tre nordligste områdene. På Vega dekket vi både tareskog helt ut mot storhavet, hvor Bremstein (311) var uten grønne kråkeboller, og tareskog på midtre lokalitet Bubranken (Indreskjær (321) og Mellomskjær (322) (**tabell 3**)) hvor det var et innslag av grønne kråkeboller. På sørsiden av Lofotveggen var bredden med tareskog så smal at det ble innslag av grønne kråkeboller. Her kan de sannsynligvis vandre ut i løpet av kort tid. Vi kan også konstantere at de grønne kråkebollene hadde nådd ut i bredden av tareskog utenfor Grøtavær (stasjonene 511-513) i Harstadområdet (**tabell 2**). Dårlig vær og store avstander gjorde at vi ikke nådde helt ut til storhavet ved Harstad. Vår ytre lokalitet Grøtavær kan muligens sammenliknes med midtre lokalitet, Bubranken, i Vegaområdet med hensyn til utbredelse av tareskog og kråkeboller fra ytre til indre kyststrøk.

De høyeste tetthetene med grønn kråkebolle var på 2 m i alle områdene (**figur 4**), og ofte var det en betydelig nedgang i tettheten allerede på 5 m. Det var alltid færrest kråkeboller på 10 m, men forskjellen mellom antall grønne kråkeboller på 5 og 10 m var oftest liten. Det var ingen breddegradsgradient i dybdefordelingen. Lofotenområdet skilte seg ut med høye tettheter av grønne kråkeboller også nede på 5 og 10 m dyp. Harstadområdet i nord skilte seg ut ved at det var få kråkeboller av alle tre arter på 10 m.

I sør, i Frøya- og Viknaområdene, var det færre røde kråkeboller på 2 m enn dypere ned, mens de var vanligst på 2 m lengst mot nord, i Harstadområdet. I Vega- og Lofotenområdene var rød kråkebolle jevnt fordelt langs dybdekanalene. Lofotenområdet skilte seg ut med svært lave tettheter av røde kråkeboller.

I Lofoten var det færre individer av kråkebollearten *S. pallidus* på 2 m sammenliknet med 5 og 10 m dyp hvor tettheten var jevn og lik den vi observerte på 2 og 5 m lenger nord i Harstadområdet. Vi fant ikke *S. pallidus* på 10 m dyp i Harstadområdet. De dyp der *S. pallidus* var vanligst i Lofoten- og Harstadområdet, viste tettheter (ca. 2 - 3 dyr pr. m²) på nivå med det vi ofte observerte for røde kråkeboller utenom barbunnsområdene i Lofoten.

3.3.2 Lokalitetsnivå

Dyrviksundet og Leksa i Frøyaområdet

Sør for Uttian, der hvor Dyrviksundet (midtre lokalitet) går ut i en

bred bukt, var ikke de grønne kråkebollene så konsentrert opp mot 2 m dyp som de var på sørsiden av Leksa (indre lokalitet) (**figur 5**). Det var færre og mer jevnt fordelte røde kråkeboller i Dyrviksundet enn ved Leksa, hvor de røde kråkebollene var som tallrikest og klarere segregert mot 5 og 10 m dyp. Det var færre kråkeboller ved Uttian enn ved Leksa langs transektene; ca. 15 mot ca. 20 grønne kråkeboller pr. m² på to meters dyp. I den brede delen av Dyrviksundet var det lite kråkeboller flere steder hvor vi gikk inn til land. Nord for Uttian kunne vi på grunt vann som oftest bare observere enkelte aggregasjoner av store grønne kråkeboller mellom algevegetasjonen når vi krysset mellom holmene. Vi hadde desverre ikke ressurser til å undersøke det store antall stasjoner en ønskelig kvantifisering av tilbakegangen av grønne kråkeboller rundt Uttian ville kreve.

Håskjærene

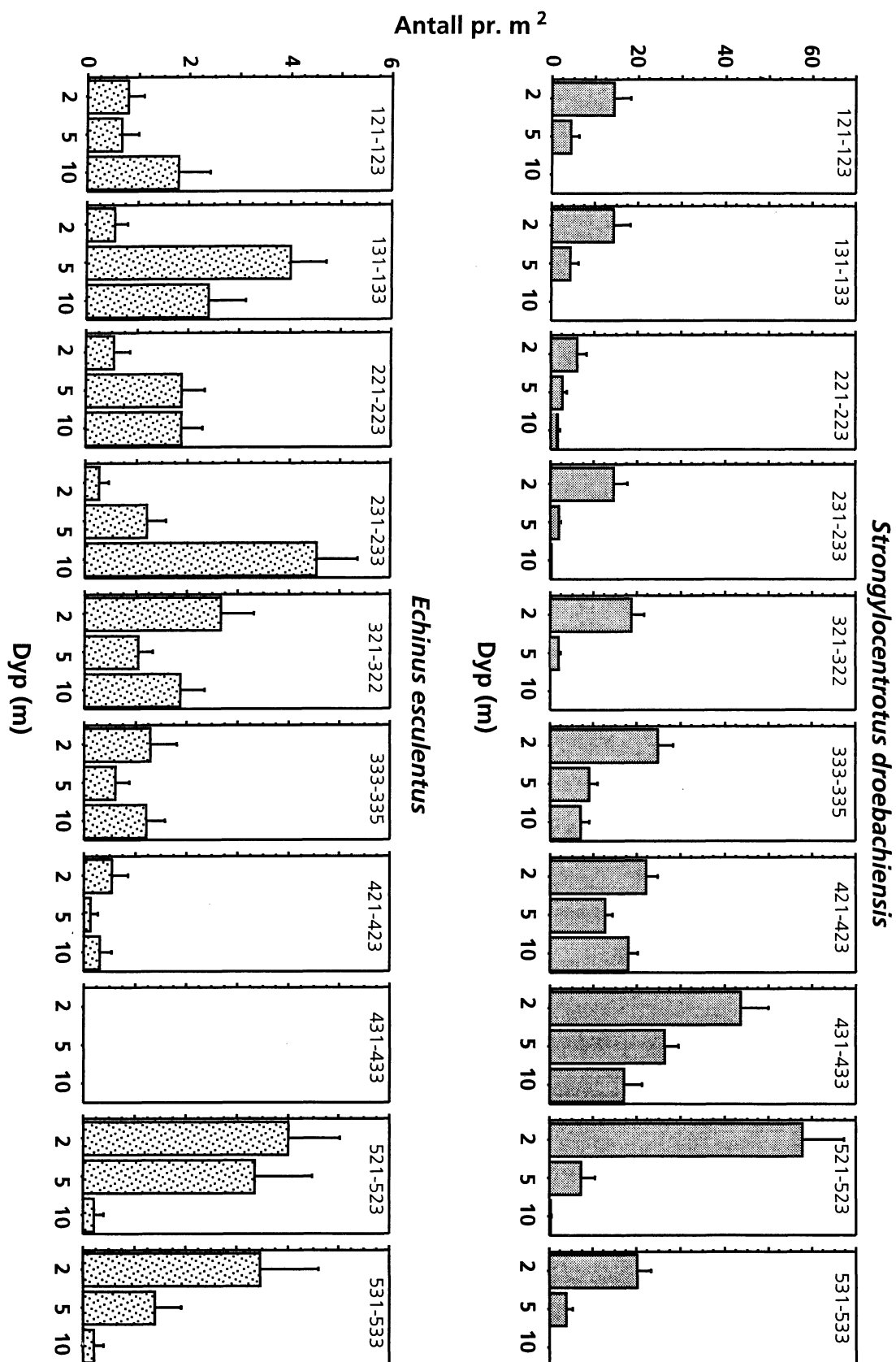
Mellom Dyrviksundet og Leksa ligger Håskjærene. Denne ekstra stasjonen ble inkludert fordi stedet var blitt undersøkt i 1990. Tetthetstillingene viste en markert nedgang fra 1990 til 1992 for de grønne kråkebollene (**tabell 3**); en reduksjon fra 35 til 20 dyr pr. m² på 2 m og tilsvarende fra ca. 60 til 15 dyr pr. m² på 5 m. Kråkebollene var mer flekkvis fordelt i til dels store aggregasjoner, og mer konsentrert på grunt vann ved siste innsamling. I 1992 var de røde kråkebollene bare nede på 5 m dyp. Det var dessuten mer makroalger langs transektet i 1992 enn i 1990. Endringene ved Håskjærene støtter inntrykkene fra tareskogen, ytre lokalitet utenfor Uttian, og midtre lokalitet innenfor Uttian.

Bondøy og Edøy i Viknaområdet

Tettheten av grønne kråkeboller var lav ved Bondøy (midtre lokalitet), bare ca. 6 kråkeboller pr. m² på 2 m dyp. På to av stasjonene, Risøy (222) og Mitterholmen (223), var de grønne kråkebollene bare på 2 m dyp, mens de grønne kråkebollene var jevnt fordelt på alle tre dyp ved Skarvskjæret (**figur 5** og **tabell 3**). Tettheten av røde kråkeboller var jevnt lav, med flest individer på 5 og 10 m dyp, på de tre stasjonene. Ved Edøy (indre lokalitet) var tettheten av grønne kråkeboller ca. dobbelt så høy som ved Bondøy. Også de røde kråkebollene var mer tallrike ved Edøy, hvor de fleste sto nede på 5 og 10 m, klart adskilt fra de grønne kråkebollene. På to av stasjonene, Edøy 2 (232) og Edøy 3 (233), var de røde kråkebollene konsentrert i tettheter på 6 kråkeboller pr. m² nede på 10 m, (**figur 5** og **tabell 3**).

Bubranken og Burøy i Vegaområdet

Ved Bubranken (midtre lokalitet) var de grønne kråkebollene også klart konsentrert oppe på grunt vann (2 m), ofte rundt ca. 20 kråkeboller m², mens de røde kråkebollene her viste en jevnere fordeling på 1-2 dyr pr. m² langs dybdekanalene på begge stasjonene (**figur 5** og **tabell 3**). Denne fordelingen av røde kråkeboller gikk også igjen i det ekstra transektet vi hadde på ytre lokalitet, stasjon Bremstein (311) se **tabell 3**, hvor det som før nevnt ikke var grønne kråkeboller. Ved Burøy (indre lokalitet) viste kråkebollenes dybdeutbredelse og tetthet de samme hovedtrekk som observert ved Bubranken, med flest grønne kråkeboller på 2 m og en ganske jevn fordeling av fåtallige røde kråkeboller langs transektet (**figur 5** og **tabell 3**). Helt lokalt, på stasjonsnivå, var det mer variasjon i tettheten av grønne kråkeboller for Burøylokaliteten enn ute ved Bubranken (**tabell 3**), tettheten på 2 m var dobbelt så høy ved Stein-skjær som på de to andre lokalitetene, og fordelingen langs dybdekanalene varierte mellom stasjonene.

**Figur 5**

Gjennomsnittlig tetthet (med en standard feil) for grønne og røde kråkeboller på tre dyp på de forskjellige lokalitetene. Tallene øverst i hver rute viser hvilke stasjoner som utgjør hver lokalitet, se **tabell 1** for stasjonskodene.

Mean density (with one standard error) for green and red sea urchins on three depths in the various areas. The numbers in the top of each square show which sites that comprise a locality, see **table 1** for the site codes.

Lyngvær og Oddvær i Lofotenområdet

Alle stasjonene ved Lyngvær (midtre lokalitet) endte på sandbunn mellom 7 og 10 m. De grønne kråkebollene var jevnt fordelt langs hele transektet i tettheter rundt 15-25 kråkeboller pr. m², og det var svært få røde kråkeboller på lokaliteten. Tettheten av grønne kråkeboller viste her store likhetstrekk med tetthetene utenfor Vega. I transektene ved Oddvær (indre lokalitet) fortsatte det skrånende berget mot større dyp enn 10 m. Det var høye tettheter av grønne kråkeboller rundt Oddvær. Alle de tre stasjonene inneholdt over 40 dyr pr. m² på 2 m dyp og litt over 20 og litt under 20 kråkeboller pr. m² på 5 og 10 m dyp respektivt. Lokaliteten skilte seg ut ved at det ikke forekom røde kråkeboller (**figur 5** og **tabell 3**).

Harstad og Tjeldsundet i Harstadområdet

Ved Harstad (midtre lokalitet) var de grønne kråkebollene konsentrert på grunt vann (2 m), og konsentrasjonene på de to stasjonene Stangnesodden (522) og Stangnes (523) var de høyeste vi registrerte på hele kyststrekket (**figur 5** og **tabell 3**). På Stangnesodden var middelet på 2 m nær 100 kråkeboller pr. m², men tettheten var mye lavere ute i fjorden på Tyvholmen (521), bare ca. 10 grønne kråkeboller pr. m². Tettheten av røde kråkeboller var noe høyere på lokaliteten Harstad enn det vi så mange andre steder, men det var stor variasjon mellom stasjonene. Ikke uventet var det nær ingen røde kråkeboller på Stangnesodden, mens det var tettheter over gjennomsnittet for hele undersøkelsen på Tyvholmen. Det var

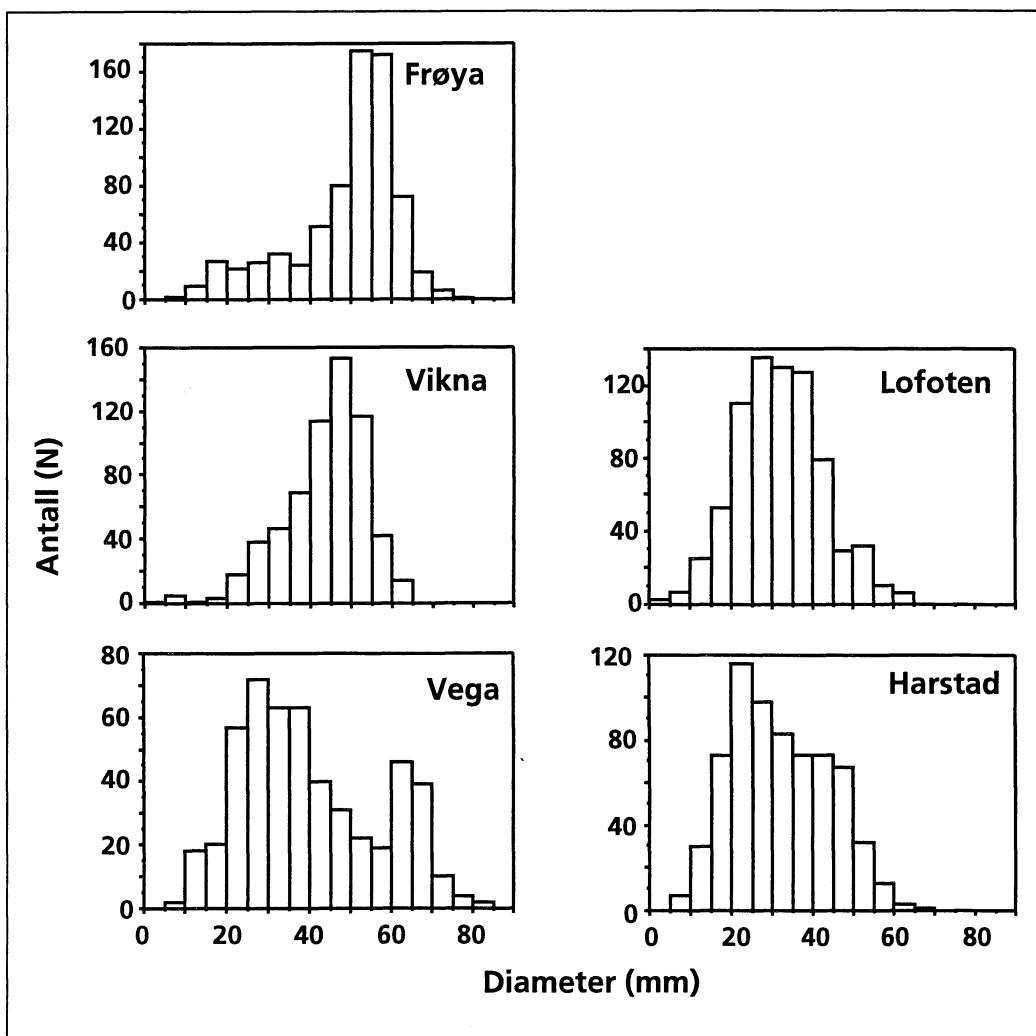
uventet høy tetthet, rundt 10 røde kråkeboller pr. m², ved Stangnes, og det både på 2 og 5 m dyp på tross av tettheter på over 60 grønne kråkeboller pr. m² på 2 m dyp.

Ved Tjeldsundet (indre lokalitet) var også de grønne kråkebollene klart konsentrert på grunt vann (2 m) med ca. 20 kråkeboller pr. m², en gjengangsverdi for barbunnssteder i denne undersøkelsen. De røde kråkebollene var sjeldne på de fleste dyp og stasjoner med ett unntak, en for dem høy tetthet på rundt 10 dyr pr. m² på 2 m dyp ved Steglholmen.

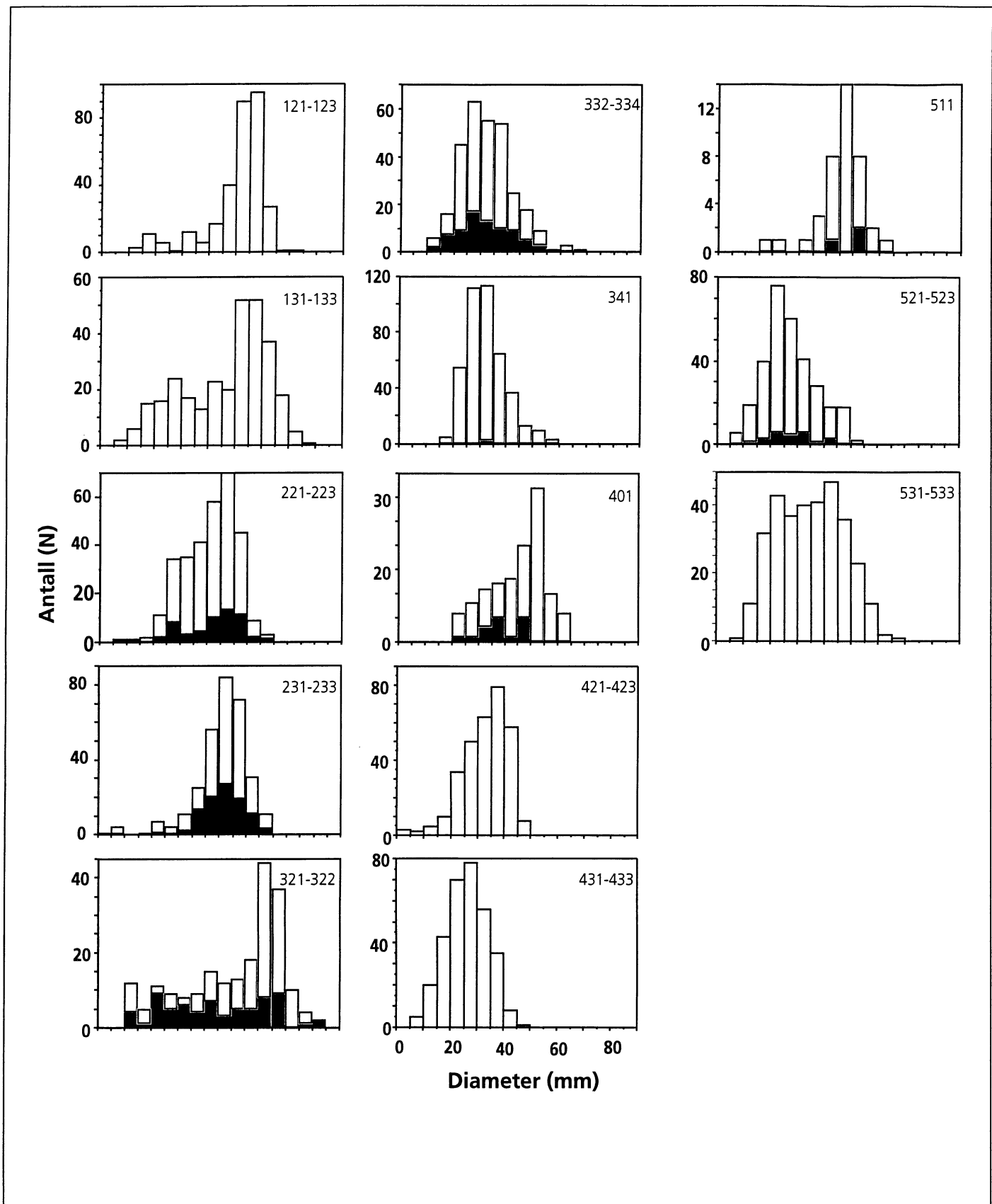
3.4 Størrelsesfordeling av kråkeboller

3.4.1 De grønne kråkebollene

Det ble flere mindre kråkeboller i hvert område nordover (**figur 6**). Innslaget av store kråkeboller ved Vega skyldes at vi her har inkludert to stasjoner med kråkeboller ute fra stortarebeltet, mens vi ikke har inkludert de små kråkebollene fra Velfjorden (341) som er avbildet i **figur 7**. Fra Frøya til Harstad ser det derfor ut til at mot nord blir kråkebollene mindre på barbunnsområdene. Størrelsesreduksjonen faller sammen med den tidligere påpekte tetthetsøkningen (**figur 4**). Omfanget av lokal størrelsesvariasjon i forhold til denne trenden blir behandlet i avsnittene nedenfor.



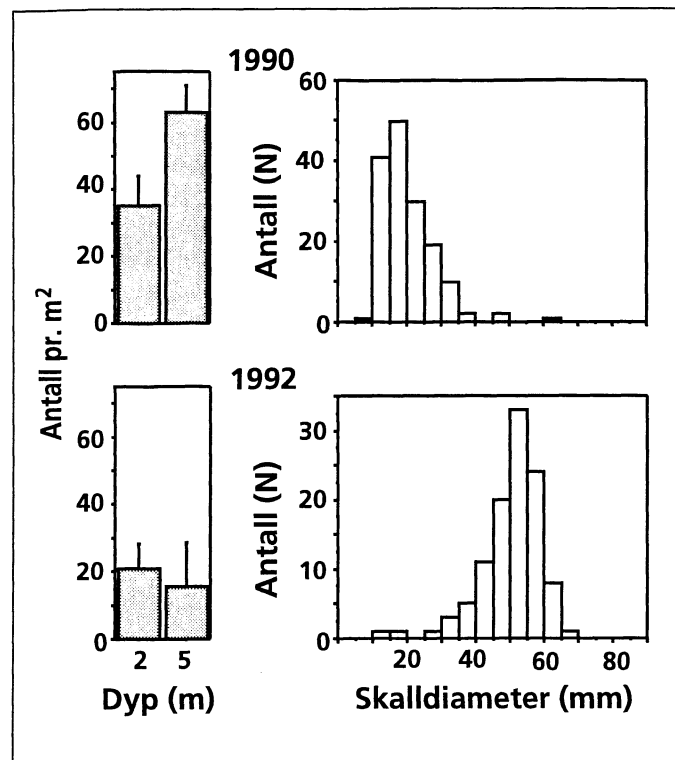
Figur 6
Størrelsesfordelinger for grønne kråkeboller fra de forskjellige områdene.
Size distributions of green sea urchins from the various areas.



Figur 7

Størrelsesfordelinger for grønne kråkeboller fra de forskjellige lokalitetene. Det svartspladede er antall parasittinfiserte individer i hver størrelsesklasse. Utleiv (401) er en ekstra stasjon som lå lenger vest og mer eksponert enn lokaliteten Lyngvær (421-423).

Size distributions of green sea urchins from the various localities. The black is the number of parasite infested specimens in each size class. Utleiv (401) is an extra site positioned further westwards and more exposed than the Lyngvær (421-423) locality.



Figur 8
Tetthet og størrelsesfordelinger for grønne kråkeboller ved Håskjæra (124) i 1990 og 1992.
Density and size distributions of green sea urchins at Håskjæra (124) in 1990 and 1992.

Frøyaområdet

De to lokalitetene Dyrviksundet (midtre) og Leksa (indre) viste store likhetstrekk (**figur 7**). I Dyrviksundet var det store grønne kråkebolle i samsvar med at kråkebollenes tetthet ikke var så høy (**tabell 3**). De fleste kråkebollene lå mellom 40 og 60 mm i skalldiameter. Det var lokal variasjon mellom stasjonene, med størst innslag av små kråkebolle mellom 15 og 25 mm i tillegg til den dominerende gruppen mellom 40 og 60 mm på Sørørvågen vest (121), en samling rundt de dominerende størrelsesklassene mellom 45 og 60 mm ved Likholmen (122) og mest kråkebolle mellom 50 og 60 mm ved Sørørvågen øst. På lokaliteten Leksa var det som for Dyrviksundet størrelsesgruppen mellom 50 og 60 mm i skalldiameter som dominerte (**figur 7**). Det var et større innslag av små kråkebolle ved Leksa. Dette skyldes lokal variasjon i tetthet og makroalgevegetasjon, se stasjonsbeskrivelsene og **tabell 3**. Det meste av kråkebollene var mellom 50 og 65 mm store på Neset (131) og Lillholmen (132), på Storholmen (133) var det flest små kråkebolle mellom 15 og 45 mm.

Sammenliknes det to størrelsesfordelingene av grønne kråkebolle fra ekstrastasjonen Håskjæra (**figur 8**), observeres en markert forskyvning mot større kråkebolle fra 1990 til 1992. Mens de fleste kråkebollene lå mellom 15 og 25 mm skalldiameter i 1990, fant vi den tilsvarende toppen mellom 45 og 60 mm i 1992. Tetthetstelingene viser nedgang i totalbestanden de to siste årene og at de gjenværende grønne kråkebollene konsentrerte seg på grunnere vann i 1992 (**tabell 3**). Den før omtalte tetthetsreduksjonen reflekteres således også i endringene i størrelsesfordelingene.

De grønne kråkebollene vi undersøkte på Kjeungskjæra hadde et

betydelig innslag av små individer med en fordelingstopp mellom 15 og 25 mm og en andre svakere topp mellom 40 og 55 mm.

Viknaområdet

De grønne kråkebollenes størrelsesfordelinger viste store likhetstrekk på de to lokalitetene Bondøy (midtre) og Edøy (indre) med flest individer mellom 40-55 mm skalldiameter (**figur 7**). Det var et større innslag av mindre kråkebolle ved Bondøy enn ved Edøy. Ved Bondøy var det lokal variasjon mellom de tre stasjonene. Skarvskjæret (221) inneholdt mest små kråkebolle mellom 25 og 45 mm. Ved Risøy (222) hadde de fleste dyrene en skalldiameter mellom 45 og 55 mm, mens det på Mitterholmen (223) var et innslag av små kråkebolle under 20 mm, og alle størrelsesgruppene mellom 20 og 55 mm var godt representert. På lokaliteten Edøy var det store likhetstrekk mellom kråkebollenes størrelsesfordelinger, og fordelingstoppene varierte bare med noen få mm mellom de tre stasjonene.

Kråkebollene samlet i november året før fra de to stasjonene Lysøyvika (241) og Singsholmen (242) på nordsiden av Vikna inneholdt større individer enn det vi samlet på sørsiden av øya. Kråkebollene fra Lysøyvika hadde en topp mellom 45 og 50 mm i størrelsesfordelingen og en annen topp rundt 65-70 mm, mens de fleste kråkebollene var mellom 55 og 65 mm ved Singsholmen. I innsamlingen fra Vinterflesa, Edøy (234), var de små størrelsesklassene dårligere representert enn i våre innsamlinger ved Edøy.

Vegaområdet

Kråkebollene fra Bubraken, midtre lokalitet i et tareskogsområde under beitepress, dekket et stort størrelsespekter, mens kråkebollene fra barbuunnsområdene ved Burøy (indre lokalitet) var klart mindre (**figur 7**) med de fleste individene mellom 20 og 40 mm i skalldiameter. De kråkebollene andre hadde samlet inn for oss på ekstrastasjonen Salbuen (341), falt også hovedsakelig inn i denne størrelsesgruppen av små kråkebolle. På lokaliteten Bubraken var det stor overensstemmelse i størrelsesfordelingene på de to stasjonene, mens det var mer variasjon mellom stasjonene på lokaliteten Burøy. På Steinskjær (333) var det flest bolle mellom 20 og 40 mm, men også et innslag av større kråkebolle opp til ca. 55 mm, mens de fleste dyrene var mellom 20 og 40 mm ved Storhaugskjær (334) og bare hovedsakelig mellom 10 og 30 mm ved Daumannsbåen 2 (332).

Lofotenområdet

På de to lokalitetene Lyngvær (midtre) og Oddvær (indre) fant vi de minste grønne kråkebollene så langt i undersøkelsen. De fleste individene lå mellom 15 og 40 mm (**figur 7**), mens prøven fra ekstrastasjonen Utakleiv (401) lenger vest i Lofoten inneholdt større kråkebolle med en topp mellom 50 og 55 mm i størrelsesfordelingen. De tre stasjonene innen lokaliteten Lyngvær viste store likhetstrekk seg i mellom. Det sammen var tilfelle for Oddvær.

Harstadområdet

De største grønne kråkebollene kom fra tareskogen utenfor Grøtavær (ytre lokalitet) hvor de fleste individene lå mellom 45 og 55 mm i skalldiameter. De minste kråkebollene kom fra Harstad (midtre lokalitet), mens de grønne kråkebollene var litt større inne ved munningen av Tjeldsundet (indre lokalitet) (**figur 7**). Både på midtre og indre lokaliteter var det betydelig variasjon mellom stasjonene in-

nen hver lokalitet. Ved Harstad var det flest kråkeboller mellom 20 og 40 mm på Tyvholmen (521). Ved Stangnesodden (522) samlet vi de minste kråkebollene på hele toktet. Her var de fleste individene bare mellom 10 og 25 mm. Ved Stangnes (523) var dyrene litt større med flest boller mellom 15 og 35 mm. Inne ved Tjeldsundet varierte også størrelsestoppe mellom stasjonene. Ved Valenodden (531) var det flest kråkeboller mellom 40 og 45 mm skaldiameter, ved Hesjehagen (532) var toppen mellom 20 og 25 mm, mens rundt Steglholmen (533) var størrelsestoppen mellom 45 og 50 mm.

3.4.2 De røde kråkebollene

Frøyaområdet

Her målte vi ikke de røde kråkebollene ute i tareskogen, men det vi så var at ute i den unge tareskogen på de to stasjonene Kråkskjæret (111) og Rundholmen (112) var de største individene mellom 60 og 80 mm i skaldiameter, mens det på stasjon Skaget (113) var mest av de store røde kråkebollene rundt 100 mm skaldiameter. På lokalitetene Dyrviksundet (midtre) og Leksa (indre) viste de røde kråkebollenes størrelsesfordelinger betydelige likhetstrekk m.h.t. størrelsesklasser på de to lokalitetene. På lokaliteten Dyrviksundet hadde de røde kråkebollene en topp i fordelingen ved skaldiameterer mellom 60 og 70 mm (**figur 9**), og alle tre stasjonene viste det samme bildet. På lokaliteten Leksa var de røde kråkebollene i snitt noe større med en størrelsestopp mellom 70 og 80 mm (**figur 9**), men her var variasjonen større mellom stasjonene. Ved Neset (131) var det flest dyr mellom 60 og 80 mm. Ved Lillholmen (132) var det flest individer mellom 70 og 90 mm. På stasjon Storholmen (133) utgjorde små røde kråkeboller mellom 25 og 60 mm nær 20 % av totalen, mens hovedmengden lå mellom 60 og 85 mm. På Håskjæra (124) var det i snitt de minste røde kråkebollene vi fant i Frøyaområdet med flest dyr mellom 35 og 50 mm skaldiameter.

Viknaområdet

Her dominerte de store røde kråkebollene med en skaldiameter rundt 100 mm ute i tareskogen (Nordøyene, ytre lokalitet) (**figur 9**). På de to barbunnslokalitetene (midtre og indre) var de røde kråkebollene som regel like store og dyrene var mindre enn ute i tareskogen. Størrelsesfordelingen var jevn over en større del av skalaen. Få kråkeboller nådde over 75 mm skaldiameter for de to lokalitetene under ett, og i snitt var dyrene mindre enn artsfrendene på Frøya. Det var variasjon mellom de enkelte stasjonene på begge lokalitetene. Ved Bondøy (midtre lokalitet) var de røde kråkebollene klart minst på stasjonen Skarvskjæret (221) med flest dyr mellom 30 og 55 mm. Ved Risøy (222) var det flest røde kråkeboller mellom 45 og 75 mm, og ved Mitterholmen var de mer jevnstore, med flest individer mellom 30 og 75 mm. Ved Edøy (indre lokalitet) var det også lokal variasjon mellom stasjonene, med mest små individer og en bimodal fordeling av de røde kråkebollene på stasjon Edøy 1 (231). De to andre stasjonene hadde begge røde kråkeboller fra 20 til ca. 80 mm, men fordelingene viste forskjellig skjevhet med toppe mellom 65-75 mm og 40-50 mm respektivt for Edøy 2 (232) og Edøy 3 (233).

Vegaområdet

Det var også her størst røde kråkeboller lengst vest ute i den intak-

te tareskogen (Bremstein, ytre lokalitet) (**figur 9**) og mindre røde kråkeboller lenger inn mot Vega. Både ved Bubraken (midtre lokalitet) og ved Burøy (indre lokalitet) var de fleste røde kråkebollene mellom 60 og 80 mm i diameter, og denne størrelsesgruppen dominerte på alle stasjonene på begge lokalitetene.

Lofotenområdet

Prøven med røde kråkeboller fra tareskogen (Henningsvær, ytre lokalitet) gikk desverre tapt. Ved Rødholmene (411 og 412) var det mest røde kråkeboller mellom 60-100 mm. På Nonsøy var det et usedvanlig spenn i størrelsesfordelingen av røde kråkeboller fra 30 og opp til 100 mm. På de to barbunnslokalitetene litt inne i de to fjordene vi undersøkte i Vesterålen, var det de mest sparsomme forekomstene av røde kråkeboller på hele det undersøkte kyststrekket. Ved Lyngvær (midtre lokalitet) krevde det mye leting å samle de små røde bollene som er beskrevet i **figur 9**. Ved Oddvær (indre lokalitet) så vi bare ett individ.

Harstadoområdet

De røde kråkebollene utenfor Grøtavær (ytre lokalitet) var blant de minste vi observerte i tareskog. Det var flest individer mellom 50 og 70 mm skaldiameter. Ved Harstad (midtre lokalitet) fantes det ikke røde kråkeboller på Stangnesodden (522). På de to andre stasjonene lå de fleste røde kråkebollene mellom 30 og 60 mm i skaldiameter og de hadde samme størrelsesfordeling. I Tjeldsundet (indre lokalitet) lå de fleste dyrene mellom 50 og 70 mm (**figur 9**). Stasjonen Steglholmen (533) skilte seg ut med et redusert innslag av små røde kråkeboller sammenliknet med de to andre stasjonene.

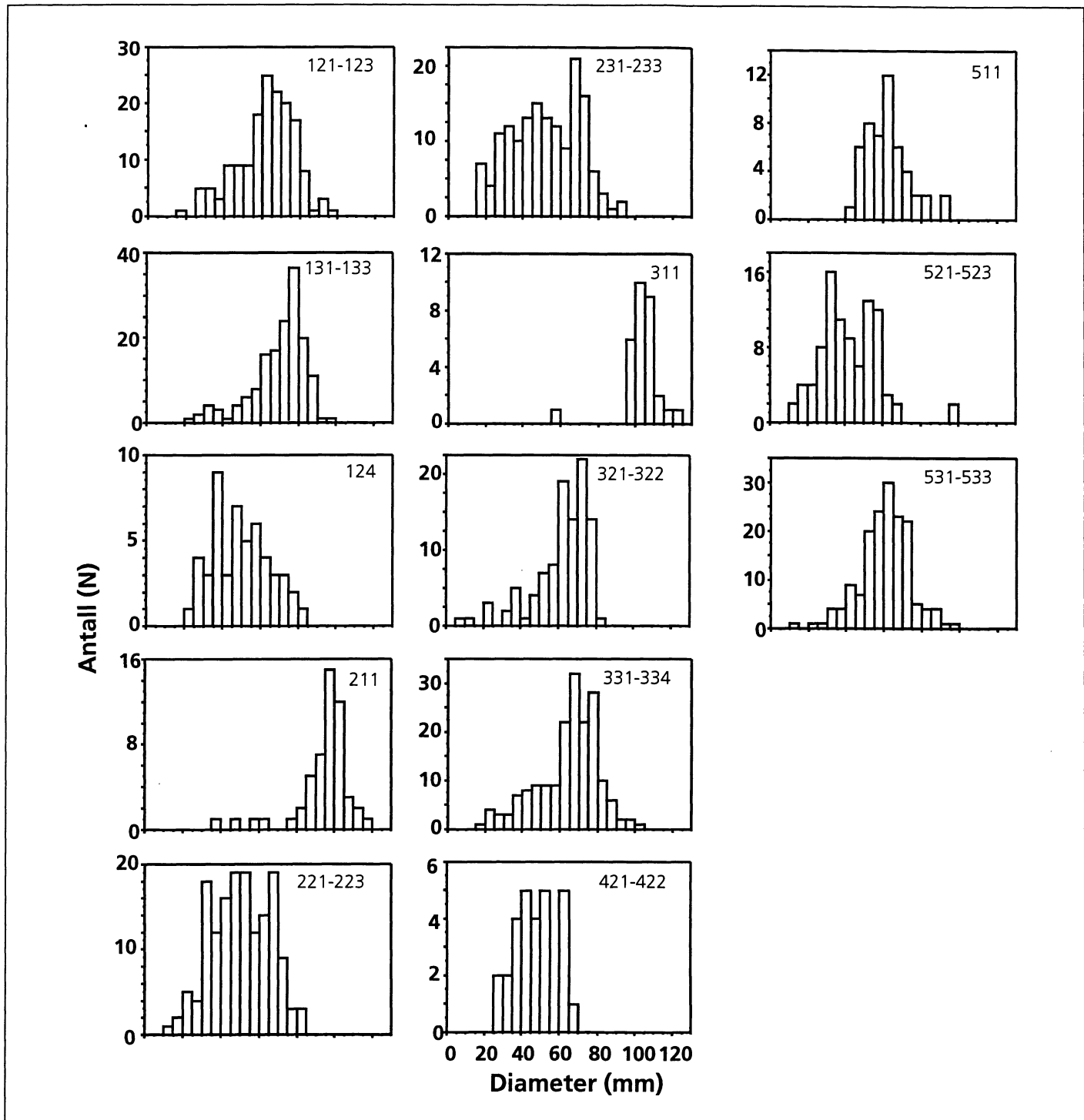
3.5 Gonadeinnhold i grønne kråkeboller

Gonadeinnholdet i grønne kråkeboller øker med kråkebollenes volum. Her bruker vi skaldiameteren som uttrykk for dyrenes størrelse. Sammenlikningene nedenfor gjøres ut fra antagelsen om at alle populasjonene har gytt samtidig på vårparten.

De største kråkebollene med det største gonadeinnholdet registrerte vi i sør i områdene Frøya og Vikna (**figur 10**), mens det var et lavere gonadeinnhold i kråkebollene lenger nord, da særlig i Lofotenområdet og til dels også i Harstadoområdet. Denne nord-sør trenden går også igjen dersom vi sammenlikner like store kråkeboller fra de forskjellige områdene. Vegaområdet kommer litt i en mellomstusjon. Dette skyldes til dels at vi her har inkludert to stasjoner ute i tareskogen. Bemerkt at i neste figur hvor variasjonen illustreres på lokalitetsnivå, skifter skalaen for gonadeveksten innen figuren for å vise mer detaljer. Dessuten er skalaen for gonadeveksten kuttet for best mulig å avbilde hovedmassen av data på bekostning av at noen av de høyeste verdiene ikke er avbildet. Det samme gjelder skalaen for skaldiameteren hvor noen små kråkeboller med knapt målbare gonader er kuttet ut. I sammenlikningene nedenfor refereres det alltid til like store kråkeboller så sant ikke noe annet er angitt.

Frøyaområdet

Figur 11 viser kråkebollenes gonadeinnhold som en funksjon av skaldiameteren for de forskjellige lokalitetene. De to lokalitetene viste stor overensstemmelse seg i mellom, men Dyrviksundet skilte



Figur 9
Størrelsesfordelinger for røde kråkeboller fra de forskjellige lokalitetene. Tallkoder for lokaliteter og stasjoner som i **figur 5**.
Size distributions of red sea urchins on the various localities. Number codes for localities and sites as in **Figure 5**.

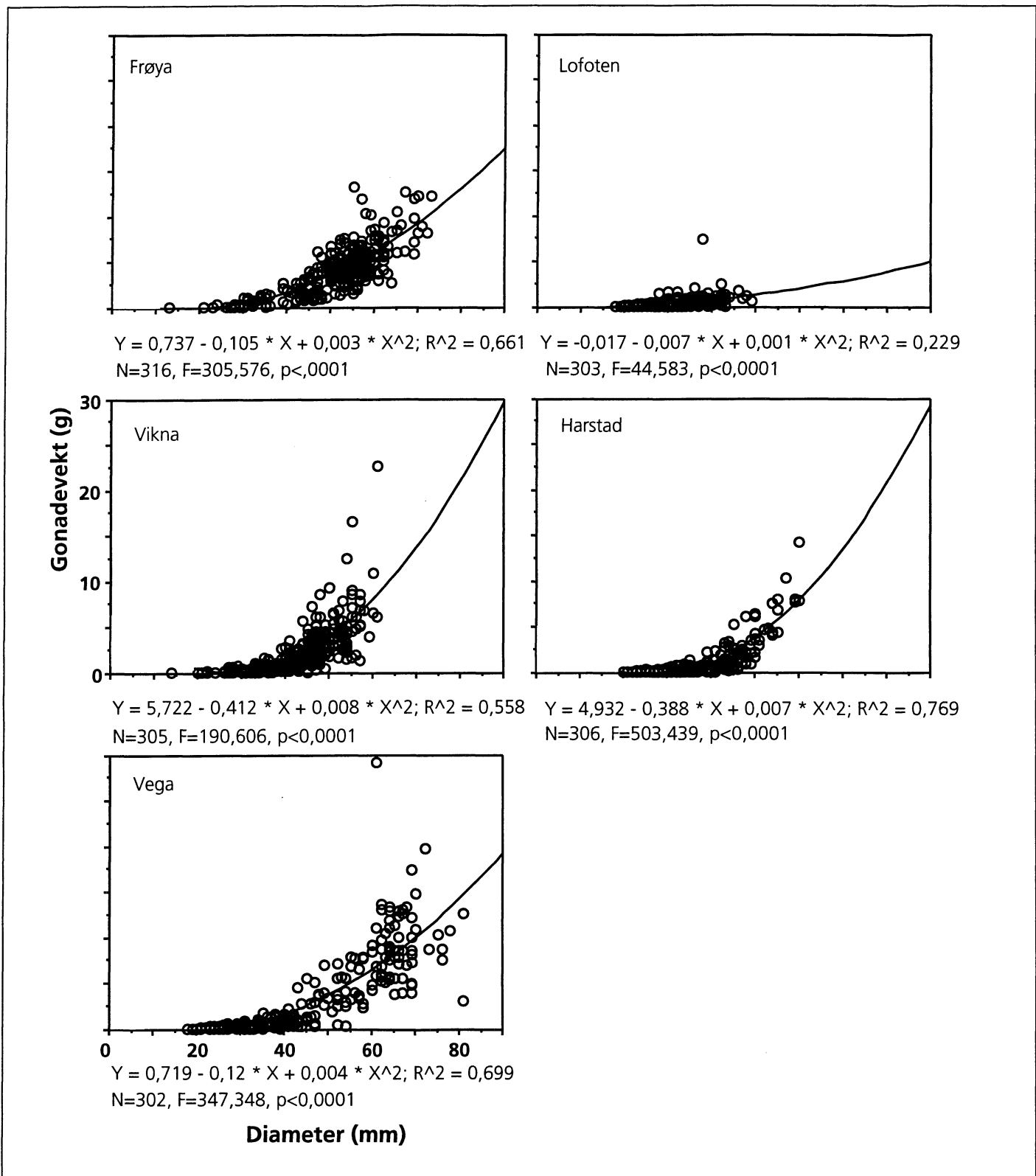
seg fra Leksa ved at det var større variasjon i gonadeinnholdet blant like store kråkeboller i Dyrviksundet, og da særlig i størrelsesgruppen mellom 50 og 70 mm skalldiameter.

Viknaområdet

Gonadevektene på de to lokalitetene Bondøy og Edøy viste seg å være like både i variasjonsmønster og gonadevekter (**figur 11**). Sammenliknes det med Frøyaområdet, sees det at like store dyr har like store gonader i de to områdene.

Vegaområdet

Innen dette området registrerte vi stor variasjon mellom lokalitetene. Den vestligste lokaliteten, Bubraken ute i tareskogen, inneholdt det største innslaget av store kråkeboller vi kom over i denne undersøkelsen. Dette medførte at en betydelig andel av de største gonadevektene vi målte i hele undersøkelsen kom fra denne lokaliteten (**figur 11**). Men sammenliknes for eksempel størrelser som 50 og 60 mm med de sydligere lokalitetene beskrevet ovenfor, så ligger middelveidene for gonadevektene nær hverandre for alle lo-

**Figur 10**

Sammenhengen mellom gonadevekt og skalldiameter for grønne kråkeboller fra de forskjellige områdene.

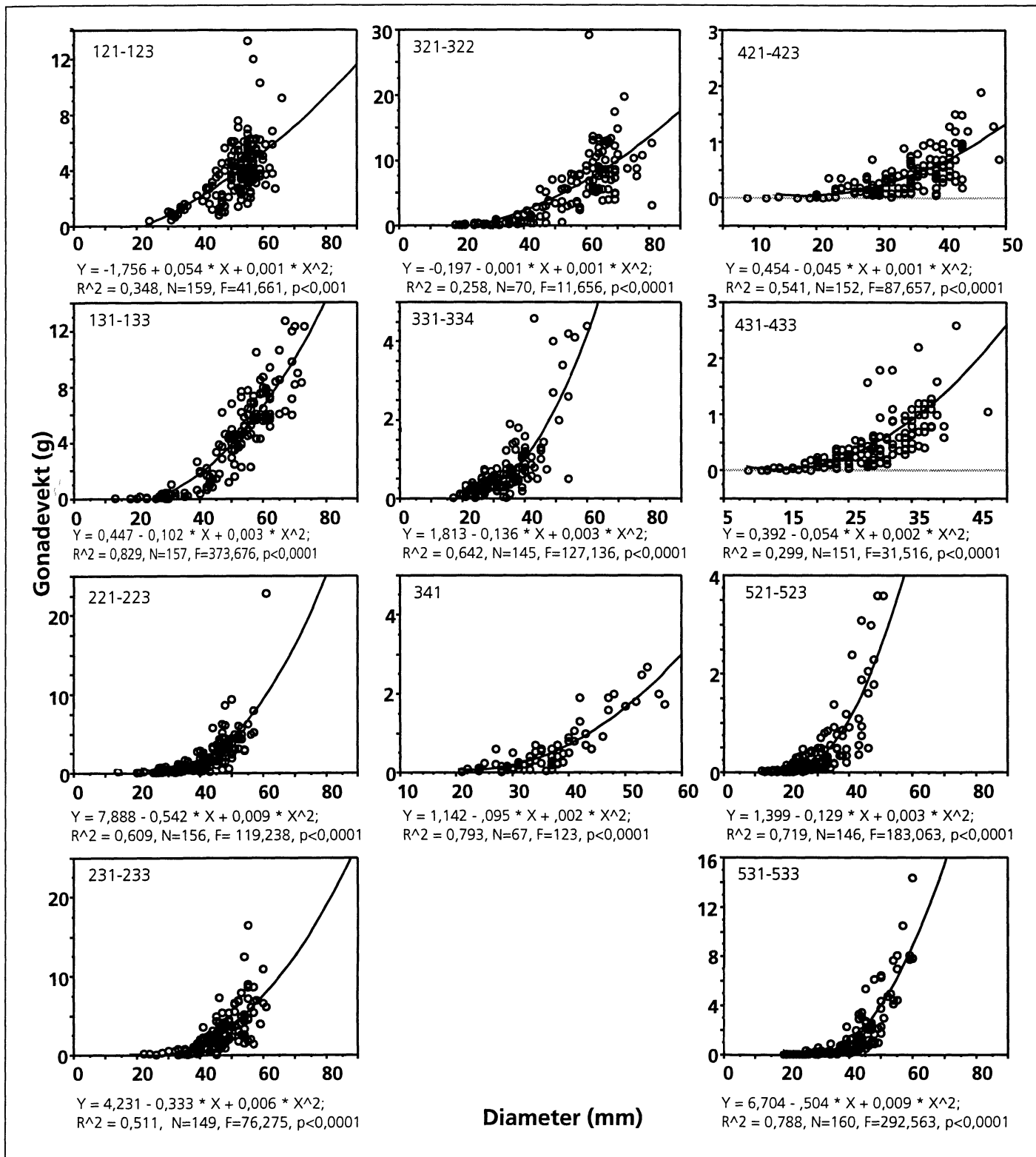
The relationship between gonad weight and test diameter for green sea urchins at various areas.

kalitetene. Lokaliteten Burøy var et barbunnsområde hvor flekkvis gjenvekst av makroalger på enkelte stasjoner bidrar til stor variasjon i målingene. Gonadevektene for de enkelte størrelsesklasser lå her lavere enn for de samme størrelsesklasser ute ved Bubraken. Denne vest-øst og eksponert-beskyttet gradienten fortsatte med enda

lavere gonadevekter i de kråkebollene som stammet fra ekstrastasjonen Salbuen (341) inne i Velfjorden.

Lofotenområdet

I dette området fant vi de minste bollene med de laveste gonade-

**Figur 11**

Sammenhengen mellom gonadevekt og skalldiameter for grønne kråkeboller fra de forskjellige lokalitetene.

The relationship between gonad weight and test diameter at the various localities.

vektene, jevnfør de små enhetene på begge aksene (**figur 11**). De to lokalitetene skilte seg fra hverandre ved at gonadevektene i snitt var lavere på lokaliteten Lyngvær enn på lokaliteten Oddvær. Gonadeinnholdet i kråkebollene ved Lyngvær lå på nivå med kråkebollene fra Velfjorden, mens verdiene fra Oddvær lå på linje med registreringene fra Burøy ved Vega.

Harstadområdet

Området var preget av variable, men til dels meget høye tettheter av kråkeboller. Skalaen for gonadevektene varierer her med en faktor 4 mellom de to lokalitetene Harstad og Tjeldsundet fordi vi inne ved Tjeldsundet fikk et innslag av større kråkeboller (**figur 11**). Mens gonadeinnholdet i kråkeboller rundt 40 mm og mindre er likt

for begge lokalitetene og sammenliknbart med Bubraken og Oddvær, så øket gonadeinnholdet kraftigere i de større kråkebollene ved Tjeldsundet enn i de ved Harstad. For Tjeldsundet-kråkebollene over 50 mm, som hovedsakelig stammet fra en liten flekk tareskog på stasjon Steglholmen (533), er gonadevektene sammenliknbare med verdiene i de sørlige områdene.

3.6 Parasittens utbredelse, forekomst og infeksjonsgrad

3.6.1 Områdenivå

Ved Leksa ble det funnet en voksen hunn *Echinomermella* sp. i en av de røde kråkebollene (*E. esculentus*). Dette var den eneste gangen vi fant denne parasitten i denne kråkebollearten.

Det ble ikke funnet parasitter i de grønne kråkebollene i Frøyaområdet eller ved Kjeungskjæret utenfor Bjugn fjorden. Sør grensen for parasittens utbredelse fant vi i øygarden rett sør for Vikna (Viknaområdet), hvor det var parasitter i de grønne kråkebollene på alle stasjonene. Her var det i snitt den nest høyeste parasittprevalensen (24,3 %) vi registrerte i de fem områdene (figur 12). Og vi observerte en jevn fordeling av de tre første parasittstadiene (1 til 3) på respektivt 8,5 %, 6,6 % og 9,2 % blant de totalt 621 undersøkte kråkebollene. I Vegaområdet fant vi den høyeste parasittbelastningen med 28,9 % av de grønne kråkebollene infisert (figur 12). Det var en økende andel parasitter fra stadium 1 til 3, 5,7 %, 8,9 % og 14,2 % respektivt, og vi observerte parasittstadium 4 i én av de totalt 508 kråkebollene vi undersøkte. Observasjonene fra Velfjorden er ikke inkludert her og vil bli behandlet senere. På de tre hovedlokalitetene i Lofoten var de grønne kråkebollene uten parasitter, men kråkebollene fra tilleggsstasjonen Utaleiv (401) ute i Nappstraumen inneholdt parasitter. Totalt ble det funnet 2,1 % parasitter i totalt 746 undersøkte grønne kråkeboller i Lofoten. Parasitten var også sparsomt representert i Harstadområdet med bare 4,2 % av de grønne kråkebollene infisert. Det ble funnet flest kråkeboller med parasitter i stadium 3; fordelingen var 0,7 %, 0,9 % og 2,5 % for stadium 1 til 3 respektivt blant de 669 undersøkte kråkebollene (figur 12).

3.6.2 Lokalitetsnivå

Viknaområdet

Parasitten var bare nær halvparten så hyppig i de grønne kråkebollene ved lokaliteten Bondøy som ved lokaliteten Edøy, 17,3 % mot 31,5 % (figur 13), og andelen av store (klasse 3) parasitter var også størst på Edøy. Andel parasitterte kråkeboller varierte lokalt mellom stasjonene, med en faktor rundt 2 både ved Bondøy og ved Edøy (tabell 4), og de stasjonene som hadde flest parasitterte kråkeboller, hadde også flest parasitter i stadium 3. En av grunnene til at Edøy ble valgt var at vi året før hadde fått tilsendt grønne kråkeboller fra denne lokaliteten pluss to andre steder, Lysø og Løvøya på nordsiden av Vikna. Materialet var samlet inn 5. november. I denne høststinsamlingen var det en jevn parasittprevalens rundt 23 % på alle de tre stasjonene (tabell 4). Infeksjonsnivået på Edøy var lavere den høsten enn sommeren etter da vi samlet inn. Muligens

kan sesongbundne variasjoner i parasittens livssyklus spille inn.

Vegaområdet

De to stasjonene i kanten av tareskogen på lokaliteten Bubraken inneholdt grønne kråkeboller med den høyeste gjennomsnittlige parasittbelastningen vi fant på hele kyststrekket, 33,5 %, og antall kråkeboller med parasitter øket med parasittens utviklingsstadium fra 1 til 3 (figur 13). Stasjonen Indreskjær (321) hadde flest parasitter med 36,2 % infiserte kråkeboller mot 30,8 % på Mellomskjær (322), mens andelen parasitter i de forskjellige utviklingsstadier var lik begge steder (tabell 4). Noe østover og nærmere Vega, på lokaliteten Burøy, var parasittprevalensen i snitt litt lavere, 25,7 %, og med den samme økning i antall parasittinfiserte kråkeboller med økende parasitt utviklingsstadium (1-3) som for Bubraken lenger vest (figur 13). For Burøy varierte parasittprevalensen mellom de enkelte stasjonene med en faktor på 3, fra 18,2 % ved Dammansbåen 1 (331) og Storhaugskjær (334) til 53,3 % ved Dammansbåen 2 (332) (tabell 4). Det var også her en tendens til at det på stasjoner med høy parasittprevalens var størst andel kråkeboller med parasitter i stadium 3. Betydelig lenger øst, ved Salbuen (341) inne i Velfjorden, var det svært lite parasitter i de grønne kråkebollene; bare 2 av 406 individer (0,5 %) inneholdt parasitter.

Lofotenområdet

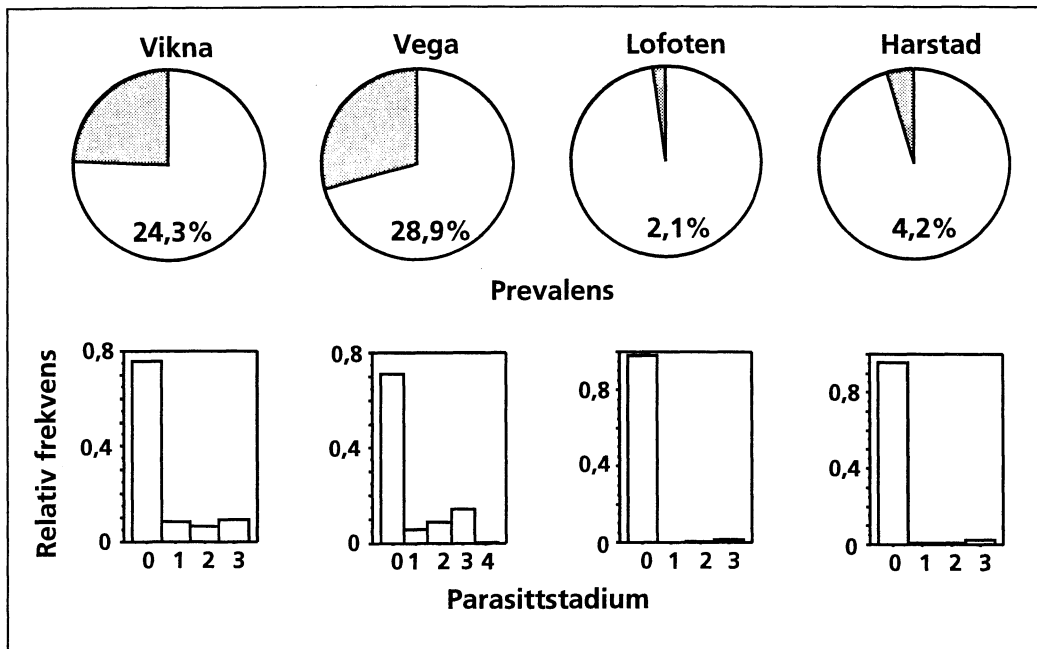
Det ble kun funnet parasitter i den vestligste populasjonen med grønne kråkeboller, 13,6 % parasittinfiserte dyr på ekstrastasjonen Utaleiv (401). Som ved Vega var det flest kråkeboller med parasitt i siste utviklingsstadium når stadiene fra 1 til 3 sammenliknes (figur 13).

Harstadområdet

På lokaliteten Grøtavær (figur 13), et tareskogsområde under sterkt beitetrykk, var det 7,7 % parasittinfiserte kråkeboller i en begrenset prøve, og alle parasittene var i utviklingsstadium 3. Lenger inn i fjorden hadde lokaliteten Harstad, i et snitt basert på de tre stasjonene, en parasittprevalens på 8,2 %. Igjen var det flest kråkeboller med parasitt i siste utviklingsstadium når stadiene fra 1 til 3 sammenliknes (figur 13). Det var stor variasjon i parasittprevalens mellom de tre stasjonene ved Harstad (tabell 4). På Tyvholmen (521) hadde ingen av kråkebollene parasitter. På hovedøya nær Harstad by var det 5,2 % kråkeboller med parasitter ved Stangnesodden (522). Parasittens flekkvise forekomst ble ytterligere fremhevet av at alle de infiserte kråkebollene ble samlet av den ene dykkeren noen få meter vekk fra den andre dykkeren. På Stangnes (523), noen få hundre meter lenger borte, var parasittprevalensen hele 19,8 %. Lenger inn i fjorden ved inngangen til Tjeldsundet (innerste lokalitet), var det ikke parasitter i noen av de grønne kråkebollene.

3.6.3 Parasittens forekomst i de forskjellige størrelsesklasser av kråkeboller

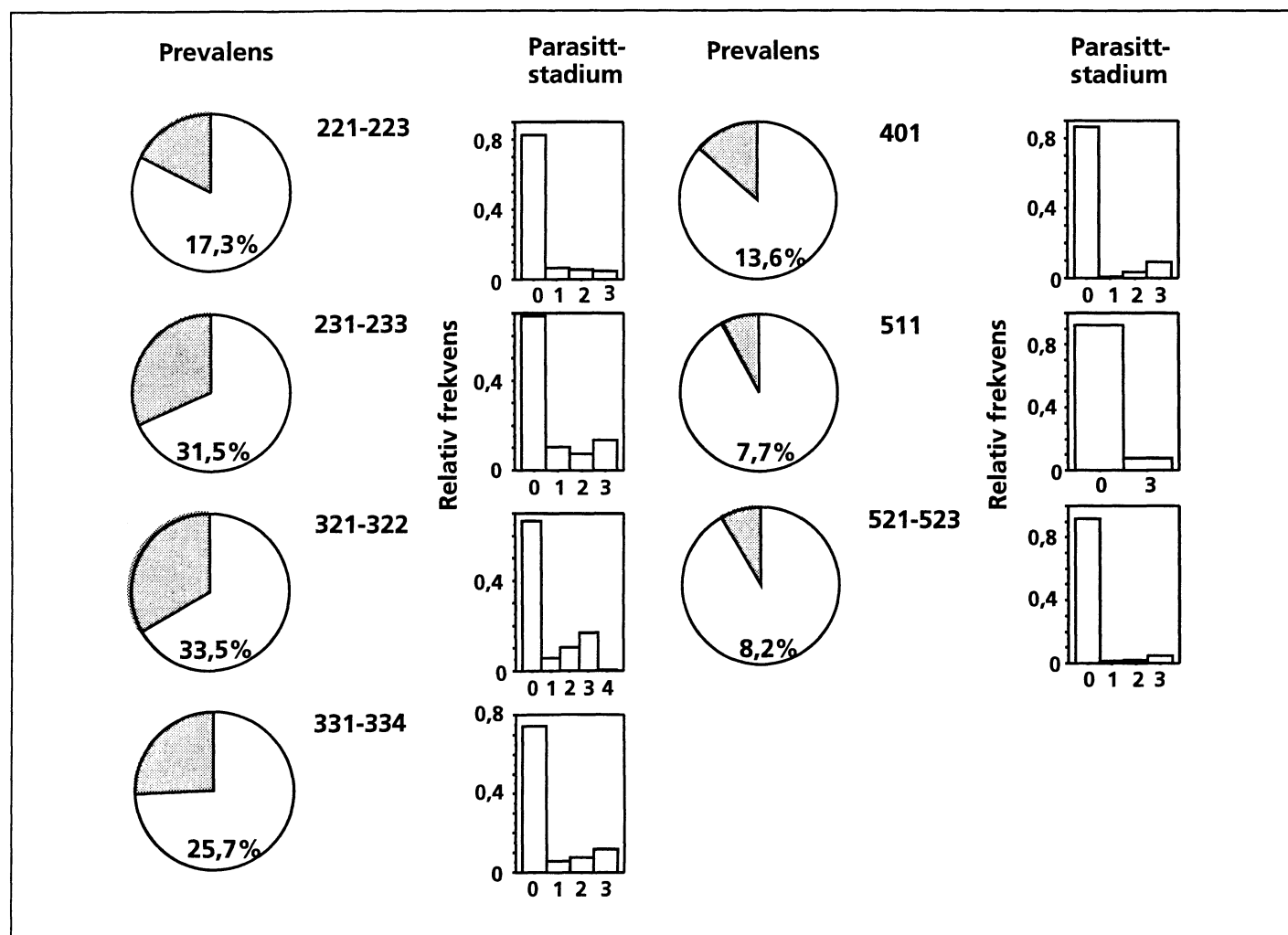
Figur 7 viser fordelingen av parasittinfiserte grønne kråkeboller i de forskjellige størrelsesklassene for hvert av de undersøkte områdene og litt av variasjonene innen hvert område. For **Viknaområdet** er det antydninger til en bimodal fordeling av infiserte kråkeboller på lokaliteten Bondøy. Den første toppen var blant kråkeboller med skaldiameter mellom 25 og 30 mm og den andre top-



Figur 12

Andel parasittinfiserte grønne kråkeboller (sirklene) og andel parasitter i hvert utviklingsstadium i de forskjellige områdene. Alle parasitter i en kråkebolle er satt til samme utviklingsstadium og talt som en enhet her.

The proportion of parasitised green sea urchins (circles), and the proportion of parasites in each developmental stage in the various areas. All parasites in one sea urchin are placed in the same developmental stage and counted as one unit here.



Figur 13

Andel parasittinfiserte grønne kråkeboller og andel parasitter i hvert utviklingsstadium på hver lokalitet og på noen stasjoner, ellers som i figur 12. Tallene mellom sirkelene og rektanglene angir lokaliteter eller stasjon, se tabell 1.

The proportion of parasitised green sea urchins and the proportion of parasites in each developmental stage at some sites and localities, otherwise as in Figure 12. The numbers between the circles and rectangles indicate locality or site, see Table 1.

Tabell 4 Parasittforekomster (prevalens) i kråkebollepopulasjoner der det er funnet parasitt.

Parasite occurrence (prevalence) in the sea urchin populations where the parasite was observed.

Stasjon	% Parasittert					N
	Totalt	Stadium 1	Stadium 2	Stadium 3	Stadium 4	
221	16,8	6,9	6,9	3,0	0	101
222	22,4	9,3	4,7	8,4	0	107
223	12,4	3,8	5,7	2,9	0	105
231	30,8	12,5	10,6	7,7	0	104
232	20,0	6,0	4,0	10,0	0	100
233	43,3	12,5	2,7	23,1	0	104
234	23,3	11,6	11,6	0,0	0	43
241	23,1	10,3	7,7	5,1	5,1	39
242	23,5	0,0	5,9	17,6	0	34
321	36,2	5,7	10,5	19,0	1	105
322	30,8	5,6	10,3	15,0	0	107
331	18,8	5,8	7,2	5,8	0	69
332	53,3	10,0	16,7	26,7	0	30
333	29,6	8,2	8,2	13,3	0	98
334	18,2	2,0	5,1	11,1	0	99
341	0,5	0,5	0,0	0,0	0	408
424	13,6	0,8	3,4	9,3	0	118
511	7,7	0,0	0,0	7,7	0	39
522	5,2	2,1	1,0	2,1	0	97
523	19,8	3,0	5,0	11,9	0	101

pen var blant kråkeboller med skalldiameter mellom 45 og 50 mm. På den andre lokaliteten, Edøy, var andelen parasiterte kråkeboller mer jevn i de forskjellige størrelsesklassene. For begge lokalitetene i Viknaområdet var det ingen signifikant sammenheng mellom parasittstørrelse i stadium 3 og kråkebollenes størrelse (**figur 14**). I Vegaområdet kan det se ut som om flest små grønne kråkeboller hadde blitt parasitert på lokaliteten Bubraken. På den andre lokaliteten Burøy var andel parasiterte kråkeboller, som beskrevet for Edøy i Viknaområdet, jevn i de forskjellige størrelsesklassene. For Vegaområdet var det en signifikant positiv sammenheng mellom parasittstørrelse i stadium 3 og kråkebollenes størrelse (**figur 14**), og sammenhengen kom klarest til uttrykk ute ved Bubraken hvor materialet inneholdt flere store kråkeboller. I Lofotenområdet, hvor det bare var parasitter i kråkebollene ved Utakleiv (401), var flest små kråkeboller parasitert. I Harstadområdet var parasitten mer jevnt fordelt i de forskjellige størrelsesklassene som beskrevet for Edøy og Burøy lenger sør. Oppsummeres fordelingen av parasittinfiserte kråkeboller i de forskjellige størrelsesklassene i de forskjellige områdene, så hadde parasittinfeksjonen rammet alle størrelser av grønne kråkeboller, men noen steder var små kråkeboller mest infisert av parasitten.

3.6.4 Parasittens infeksjonsgrad og effekter på kråkebollenes våtvekt og gonadeinnhold

Det var ingen forskjell i våtvekten til kråkeboller med parasitt i stadium 3 og parasittfrie kråkeboller (**figur 15**). Våtvekt kan derfor ikke brukes til å skille friske kråkeboller fra ellers like store parasiterte kråkeboller.

Det fremgår av **figur 14** og **16** at etterhvert som rundormene vokser inne i kråkebollene så reduseres gonadevekten. Mens **figur 10** og **11** gir et samlet uttrykk for kråkebollenes reproduksjonspotensiale, viser **figur 14** og **16** hvordan parasitten belaster kråkebollene. Vi har valgt ut de fire mest parasittbelastede lokalitetene, og for tre av lokalitetene synes parasittbelastningen å skape omtrent samme proporsjonale tap av gonademasse blant kråkeboller med parasitt i siste utviklingsstadium (stadium 3). Totalbelastningen for kråkebollepopulasjonene på de forskjellige lokalitetene kan kvantifiseres ved å sammenholde regresjonsfunksjonene med andel parasittinfiserte kråkeboller på lokalitetene, se **figur 7**. For Bondøyområdet var det ikke noen signifikant sammenheng mellom gonadevekt for kråkeboller med parasitt i stadium 3 og skalldiameteren. Dette kan tilskrives det begrensede antall dyr som var så sterkt parasittbelastet på denne lokaliteten. Infeksjon av store kråkeboller medfører at parasittene kan produsere et større antall avkom per vertedyr. De største parasittvektene falt som oftest sammen med de laveste gonadevektene (**figur 14**), men forholdet viser stor variasjon fra kråkebolle til kråkebolle. Dynamikken synes å være at hvertfall større kråkeboller kan ha mye gonader og parasitter inntil parasitten overtar og tømmer dyret for næring.

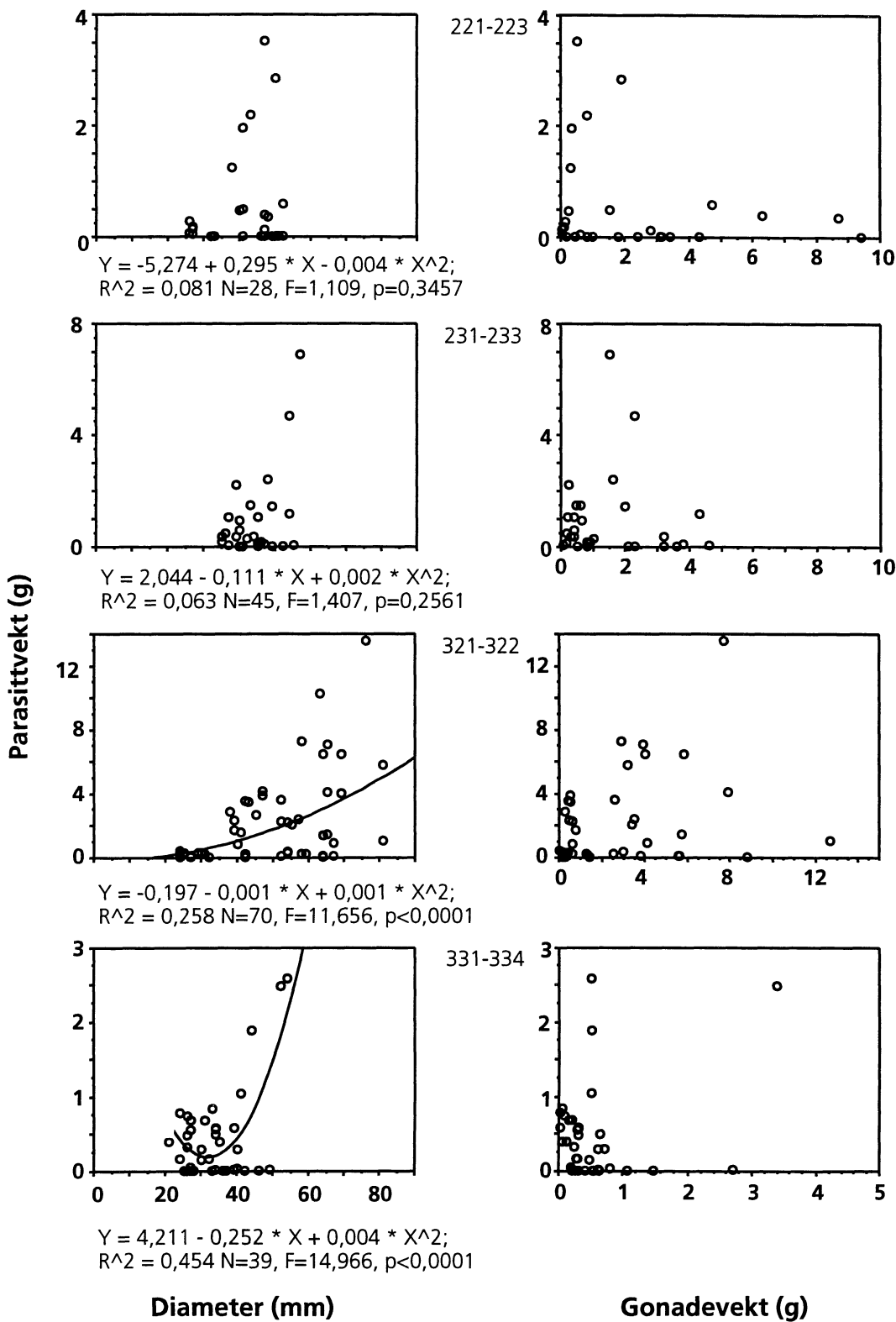
3.7 Økologiske og økonomiske konsekvenser

Omfanget av kråkebollenedbeitingen og de verdier som berøres ved endringene fra tareskog til barbunn kan illustreres med følgende beregninger av stående biomasse av grønne kråkeboller, stortare og næringskjededynamikk. Beregningene reflekterer kunnskapsstatus og viser ved de store arealer og økologiske prosesser som berøres, behovet og nytten av regionale kartlegginger. De illustrerer også hvilke problemer det kan være nyttig å ta opp i neste omgang.

Vi forenkler og anvender midlere biomasse av grønne kråkeboller pr. m² fra de fem områdene som angitt i **tabell 5**. Middelverdien er 302,1 g som avrundes til 300 g/m². Haug & Myklestad (1960) estimerte at 10 000 km² av norskekysten var mellom 0 og 30 m. Vi antar at distansen fra Frøya til Harstad dekker ca. 1/3 eller 3000 km², hvorav 1/3 eller 1000 km² er mellom 0 og 10 m dyp. I følge Miller (1985) og Sivertsen & Wentzel-Larsen (1989) er det antatt at 50 % av kystsonen utnyttes av grønne kråkeboller. Ser vi bort fra alt under 10 m dyp, kan stående biomasse kråkeboller således beregnes til 150 000 tonn (0.5 x 10⁹ m² x 300 g/m²).

Alternativt, fra tabell 10 i Sivertsen & Wentzel-Larsen (1989) kan det beregnes at kystlinjen fra Frøya til Harstad er ca. 18 000 km lang. Sivertsen & Wentzel-Larsen antok at skråningen ned til 10 m dyp var 20 m lang i gjennomsnitt. Men siden vårt kyststrekk omfattet mer grunne områder enn det de studerte, antar vi en midlere lengde på 50 m ned til 10 m dyp. Antar vi ellers som ovenfor at 50 % av arealet utnyttes av grønne kråkeboller blir stående biomasse 135 000 tonn (0.5 x 1,8·10⁶ m x 50 m x 300g/m²).

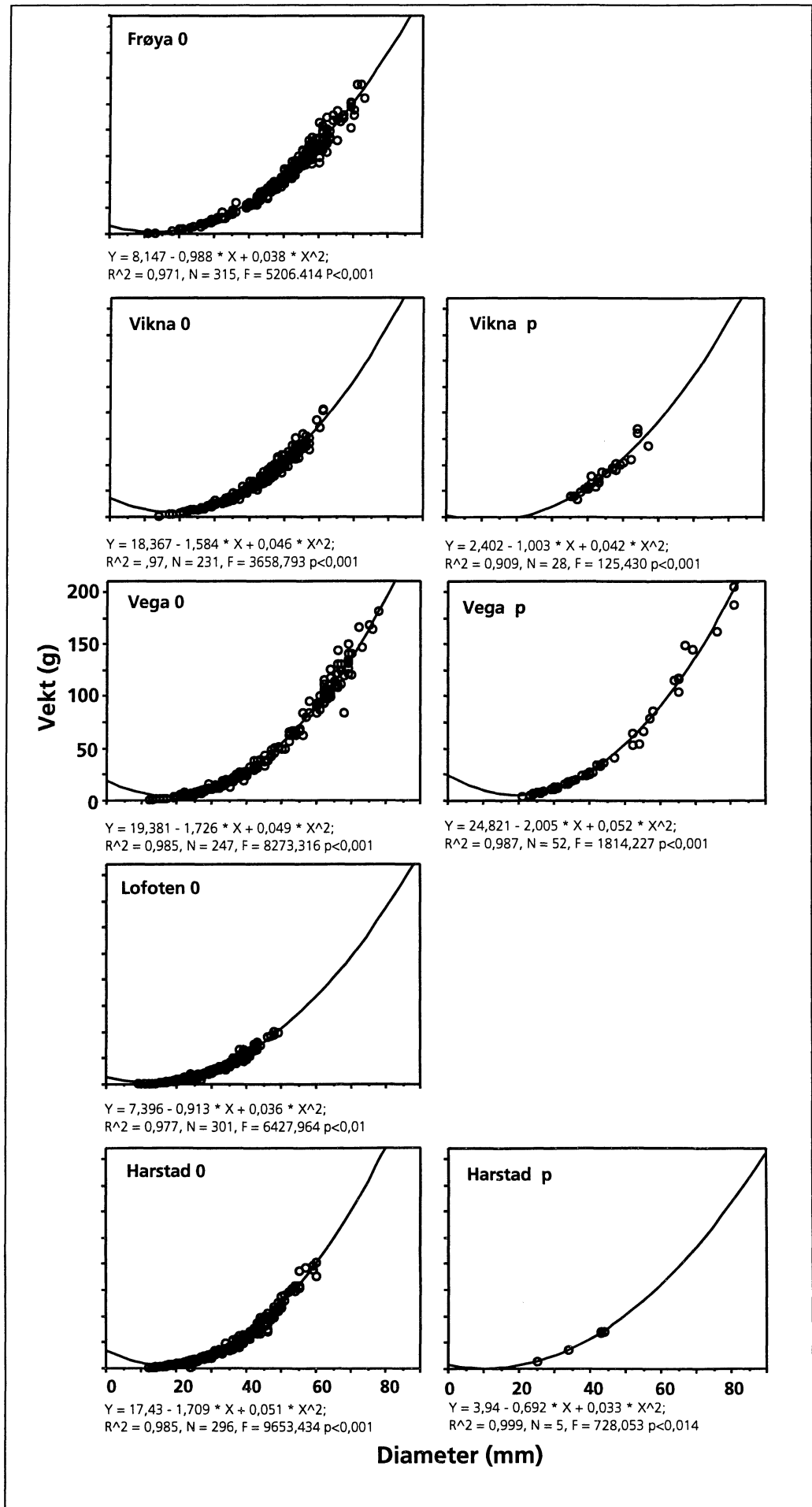
Vi setter videre våtvekten av stående biomasse stortare til 10 kg/m² (basert på egne upubliserte data) for sonen ned til 10 m dyp og ser bort fra de algene som står dypere. Dersom stortare hadde dekket det arealet som er beitet ned av kråkeboller, 5·10⁸ m² i den første



Figur 14

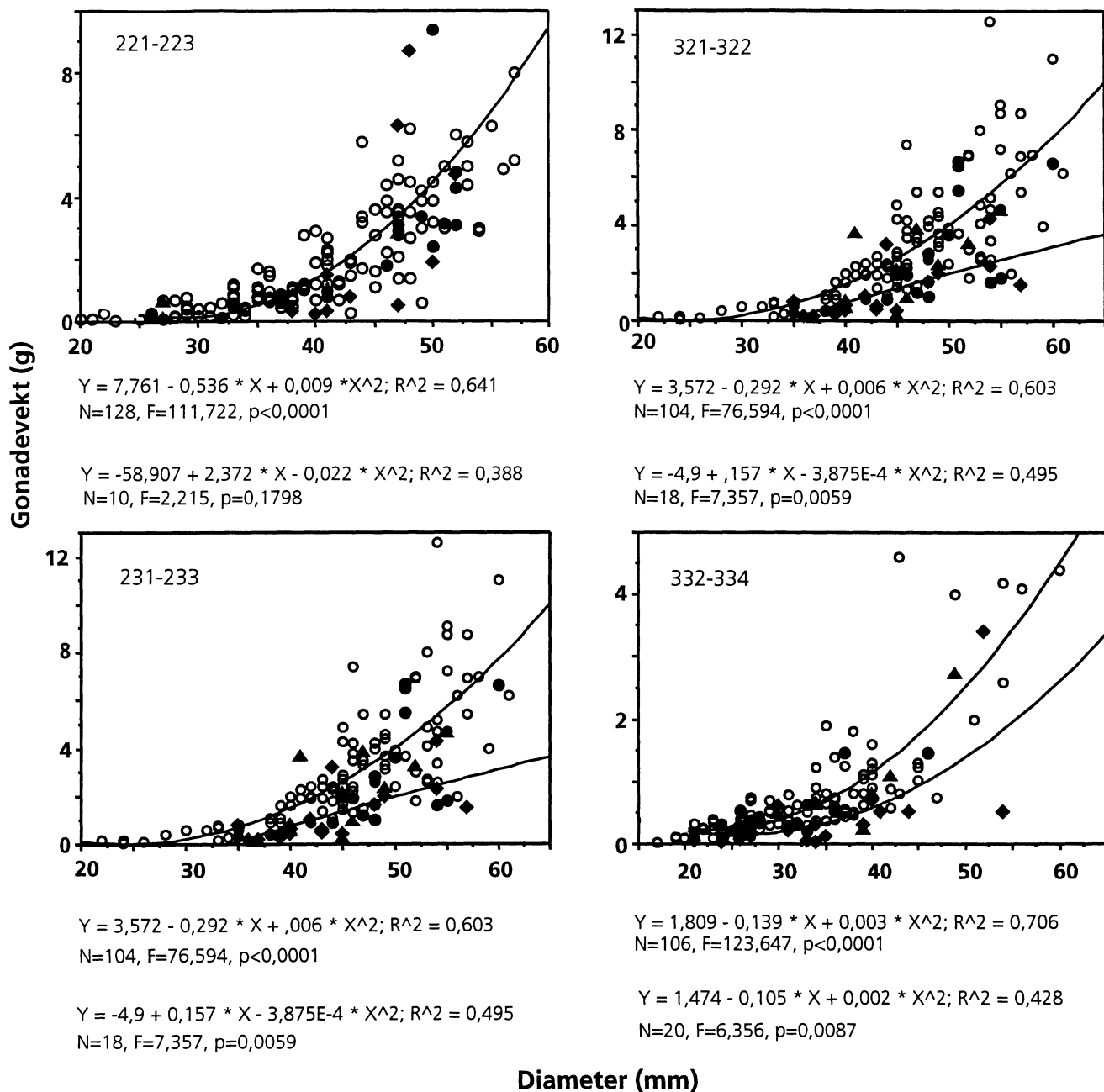
Sammenhengen mellom parasittvekt og skalldiameter og sammenhengen mellom parasittvekt og gonadevekt for grønne kråkeboller fra fire forskjellige lokaliteter. Ikke signifikante regresjoner for parasittvekt på skalldiameter er ikke tegnet.

The relationship between parasite weight and test diameter and the relationship between parasite weight and gonad weight for green sea urchins at four different localities. Non-significant regressions of parasite weight on test diameter are not drawn.

**Figur 15**

Sammenhengen mellom kroppsvekt og diameter for parasittfrie (0 etter områdenavnet) og parasiterte (p etter områdenavnet) grønne kråkeballer.

The relationship between body weight and diameter for parasite free (0 after the area name) and parasitised (p after the area name) green sea urchins.

**Figur 16**

Sammenhengen mellom gonadevekt og skalldiameter for parasittfrie grønne kråkeboller (øvre regresjonslinje i figurene og øvre funksjon under figurene) og grønne kråkeboller med parasitt i stadium 3 (nedre regresjonslinje i figurene og nedre funksjon under figurene) fra de samme fire lokalitetene som i figur 14. Åpne sirkler er parasittfrie kråkeboller, fylte sirkler er kråkeboller med parasitt i stadium 1, trekanter er kråkeboller med parasitt i stadium 2, ruter er kråkeboller med parasitt i stadium 3. Den ikke signifikante regresjonen for parasiterte dyr ved Bondøy (221-223) er ikke tegnet.

The relationship between gonad weight and test diameter for green sea urchins free of parasites (upper regression line in the figures and upper equation below the figures) and for green sea urchins with parasites in stage 3 (lower regression line in the figures and lower equation below the figures) at the same four localities as in Figure 14. The non-significant regression of gonad weight on test diameter for parasitised animals at Bondøy (221-223) is not drawn.

Tabell 5. Midlere skalldiameter og vekt av kråkeboller i de forskjellige områdene. Midlere biomasse på hvert dyp er middelvekten i et område multiplisert med områdets midlere tetthet på hvert dyp (± 1 standard feil).

Mean test diameter and weight of sea urchins in the various areas. Mean biomass at each depth is mean weight in an area times mean density at each depth in an area (± 1 standard error).

	Area				
	Frøya	Vikna	Vega	Lofoten	Harstad
Diameter (mm)	48.2 \pm 0.49	43.3 \pm 0.40	33.3 \pm 0.56	29.1 \pm 0.35	30.7 \pm 1.20
Vekt (g)	59.4 \pm 1.62	37.6 \pm 1.10	16.9 \pm 0.93	16.0 \pm 0.60	22.2 \pm 0.46
Biomasse (g)					
per m ² på 2 m	1104.8	387.3	419.1	526.4	879.1
per m ² på 5 m	285.1	86.5	152.1	310.4	133.2
per m ² på 10 m	0.0	30.1	116.6	280.0	2.2

bregningen, gir dette en stående tarebiomasse på ca. 5 millioner tonn. Et P/B ratio (den vektmengden som produseres på ett år i forhold til stående biomasse) på 4 er representativt for tareskoger (Newell et al. 1982). Dette antyder at en årlig produksjon på 20 millioner tonn tare kan ha forsvunnet fra kysten. I følge disse forfatterne fragmenteres det meste av taren som produseres mens den blir ført ut på dypere vann. En enkel to trinns næringskjede der stortare omsettes via filterspisende evertebrater til fisk og med 10 % overføringseffektivitet pr. trinn antyder at en årlig fiskeproduksjon på 200 000 tonn har blitt borte. Det sees at kunnskap om hvordan stortareproduksjonen omsettes i havet er kritisk for denne type konsekvensanalyser. Settes fiskeprisen inklusive videreførelingsverdien

til noen kroner kiloet kan det gå opp i milliardbeløp. I tillegg kommer den verdien tapte muligheter for taretråling representerer. Dessuten medfører tapet av tareskog et bortfall av tusener av kvadratkilometer med gyte og oppvekstoppråder for kystbundne fisk og andre arter, pluss redusert biodiversitet som en følge av at den svært artsrike epifytt- og haptertilknnyttede flora og fauna på stortaren også har forsvunnet fra de samme områder. At et så stort areale med kanskje det rikeste artsmangfold etter korallrev er forsvunnet utgjør et internasjonalt problem innen biodiversitet. Spesielt når dette artsmangfoldet er så dårlig beskrevet som det er i Norge. Ved kostnadsvurderinger kan en ha i minne at kråkebollene har beitet ned stortaren videre nordover og østover helt inn i russiske farvann.

4 Diskusjon

Vår kartlegging fra Frøya til Harstad ligger innenfor den kyststrekningen der det har vært observert nedbeiting av tareskog og masseoppblomstring av kråkeboller (Sivertsen 1982). Vi har i store trekk funnet en fordeling av tareskog og kråkebolledominert barbunn som beskrevet av Sivertsen, med tareskogsområder i de ytre mest eksponerte kystområdene og nedbeiting i midtre og indre strøk. Tilgjengelig informasjon antyder at denne omfattende nedbeitings-situasjonen har vært en varig tilstand siden 1970-årene. Imidlertid kan våre resultater indikere at forholdet mellom tareskog og kråkeboller nå endrer seg ved at kråkebollene er på vikende front i sør, mens det var et betydelig beitepress på de stedene med tareskog vi undersøkte i Harstadområdet. Parasitten (*E. matsi*) som ble funnet fra og med Vikna til og med Harstad, kan muligens være med på å framprovosere lokal dødelighet blant kråkeboller. Men de klareste indikasjonene på tilbakegang av grønne kråkeboller observerte vi i Frøyaområdet, hvor parasitten ikke ble funnet.

Algevegetasjonen

I Frøyaområdet registrerte vi gjenvekst av tareskog på tidligere nedbeitede områder. I 1990 fant Røv et al. (1990) naturlig gammel tareskog uten grønne kråkeboller på Sauøy der Sivertsen (1982) rapporterte om flekker med mye grønne kråkeboller ca. 10 år tidligere. I den samme undersøkelsen (Røv et al. 1990) fant vi på NØ-pynnten av Frøya en homogen tareskog dominert av store planter, som kunne indikere en nyetablering av tareskogen 4-6 år tidligere. Som en fortsettelse av denne utviklingen fant vi nå den yngste tareskogen lengst inn mot Uttian. På de to ytterste stasjonene innen denne lokaliteten var tareskogen ca. 5 år gammel, mens den på den innerste stasjonen bare var ca. 2 år gammel. Videre observerte vi betydelige forekomster av sukkertare og draughtare i nærområdet rundt Uttian. Både sukkertare og draughtare er opportunistiske arter som raskt koloniserer barbunn der beitepresset har avtatt eller ikke er for sterkt. Observasjonene utenfor Uttian var i områder der Sivertsen (1982) og også lokale fiskere tidligere har rapportert om høye tettheter av kråkeboller og barbunn. Inntrykket av framvekst av makroalger og tilbakegang av kråkeboller ved Frøya støttes av utviklingen ved Håskjærene (124). Håskjærene var fullstendig nedbeitet i 1990, men helt dominert av tett vegetasjon av opportunistiske alger i 1992. Resultatene kan enten tyde på at nedgangen i kråkebollepopulasjonen beveger seg sakte fra ytre mot indre lokaliteter, eller at vi observerer effekter av dårlig spredningsevne hos tare (Chapman 1981, Dayton 1985).

I de andre områdene lenger nord var det ingen klare indikasjoner på framgang av tareskog, men lave tettheter av kråkeboller og oppvekst av små kortlevede alger ble funnet både på Vikna og Vega. I Vegaområdet observerte vi også flekkvise forekomster av sukkertare inne på barbunnflatene. Vi har funnet en reduksjon i antall kråkeboller i området, men stor variasjon i både kråkebolletetthet og algedekke mellom nærliggende stasjoner gjør at det er vanskelig å si om dette vil utvikle seg til tareskog.

Alle stasjonene med stortare i områdene Lofoten og Harstad inneholdt gamle planter. Dessuten var det innslag av grønne kråkeboller på alle stasjonene også. Langs Lofoten er terrenget så bratt at kråkeboller lett kan trenge inn i bredden av stortare, men de ytre plantene står så eksponert at de neppe vil være utsatt for grønne

kråkeboller i lengre perioder. På vår ytre lokalitet utenfor Grøtavær i Harstadområdet var stortaren under et betydelig beitepress, et tegn på tilbakegang snarere enn framgang for tareskogen. Flekkene med tareskog lenger inn i fjorden med gamle stortarer passer med det utbredelsesmønsteret Lein et al. (1987) har beskrevet fra Finnmark, og det samme gjør aldersfordelingen med utvikling mot stadig eldre planter mot nord.

Tetthet av kråkeboller

Våre resultater gir inntrykk av at de grønne kråkebollene er nesten fullstendig utdødd i ytre deler av Frøyaområdet. På lokaliteter og enkeltstasjoner lenger inn (Dyrviksundet, Håskjærene, Leksa) har vi indikasjoner på en mer nylig og/eller mindre tilbakegang i kråkebolletetthet. Sivertsen (1982) rapporterer om kråkebolletettheter i 1981 på stort sett over 50 pr. m² fra hele dette området, og vår undersøkelse fra Håskjærene i 1990 viste tettheter i samme størrelsesorden (Røv et al. 1990). Resultatene fra 1992 viste meget lave tettheter på 10 og 5 m dyp og rundt 20 ind. pr. m² på 2 m dyp, pluss at de resterende kråkebollene samlet seg i tette aggregater opp mot overflaten.

I Viknaområdet observerte vi lave tettheter av grønne kråkeboller på begge barbunnlokalitetene. Tetthetene var så lave på flere av stasjonene at det er usikkert om kråkebollene vil klare å holde bunnen fri for makroalger i årene framover. Felles for Vikna- og Vegaområdene var i følge Sivertsen (1982) nedbeitede områder med varierende tettheter av kråkeboller, men mange steder var det meget høye tettheter. Våre resultater viser lavere tettheter (selv om våre estimerer på grunn av både horisontale og ikke minst vertikale gradienter ikke direkte kan sammenliknes med Sivertsen sine) og flekkvis gjenvekst av opportunistiske alger, særlig på lokalitetene Bondøy på Vikna og Burøy på Vega. I våre Mare Nor undersøkelser på Vega observerte vi en flekkvis kraftig nedgang i kråkebollepopulasjonene ved Burøy mellom mai og juni 1991, noe som var medvirkende til denne undersøkelsen. På skjær der tettheten gikk sterkt tilbake, registrerte vi senere oppvekst av sukkertareskog. Denne flekkvise dødeligheten kan ikke forklares ut fra parasittprevalensen som var jevn i hele området og lavere enn den bestandsandel kråkeboller som døde (Stien 1993). Dessuten var gjenværende boller fortsatt parasittert på skjær med stor dødelighet. Gradvis tilbakegang av grønne kråkeboller ved Frøya og Vikna står i kontrast til den flekkvise dødeligheten ved Vega. Om disse forskjellene er variasjonsmønstre induert av sammen faktor, eller om flere faktorer forårsaker ulike resultater, kan vi ikke avgjøre ut fra eksisterende data. Den eller de ukjente faktorer som induerer mortalitet blant grønne kråkeboller bør også undersøkes med andre metoder enn de denne undersøkelsen har anvendt. På patologisiden er det behov for både histologistudier og analyser av protozo-, bakterie- og virusflora.

På lokaliteten Bubraken i Vega-området observerte vi tareskog med høye tettheter av kråkeboller. Sivertsen & Bjørge (1980) og Sivertsen (1982) registrerte tilsvarende forhold noe lenger øst drøye 10 år tidligere. Vi har i våre studier innen forskningsprogrammet Mare Nor observert helt vegetasjonsløs bunn i det østlige området fra 1990 og 1992. Dette tyder på at barbunnstilstanden har spredd seg langsomt utover på denne delen av Vega.

I Lofoten vil mønsteret med ytre eksponerte kystområder og indre

mindre eksponerte områder i en vest mot øst gradient være mindre markert enn lenger sør. Høy eksponeringsgrad innover i Vestfjorden og strømrrike sund mellom de store øyene gjør at de fysiske forholdene varierer mer i lokal skala i dette området. Kråkebollene viste høyere tettheter og mange sto dypere ned enn det vi observerte lenger sør. Krasing (*Corallina officinalis*) og skulmetang (*Halidrys siliquosa*) som forekom på de kråkebolledominerte stasjonene, er begge beiteresistente algearter. Høy kråkebolletetthet og forekomst av slike alger tyder på at det ikke har forekommet noen nedgang i kråkebollepopulasjonene på disse lokalitetene.

Den høye tettheten flere steder i Harstadområdet tyder også på vel etablerte populasjoner, og forekomstene av grønne kråkeboller utenfor Grøtavær kan tolkes dit hen at de grønne kråkebollene ekspanderer i området. De flekkvise forekomstene av gammel stortare innover i fjorden kan være tegn på tareskog i tilbakegang, men vekslingen mellom kråkeboller og algevegetasjon kan også være karakteristisk for den nordligste landsdelen. O.J. Lønne (pers. medd.) har fortalt om liknende forhold ved Tromsø. Det vil kreve gjentatte inventeringer på de samme stasjonene for å kunne beskrive rater og arealomfang i alterneringen mellom kråkeboller og stortareskog.

Kråkebollenes størrelse

Det forekom grønne kråkeboller ned i de minste størrelsesklassene på alle lokalitetene, noe som skulle tilsi fortsatt rekruttering overalt. Det laveste innslaget med små dyr ble observert ved Vikna, mens andelen små boller ved Frøya viste mer likhetstrekk med områdene nord for Vikna. Vår innsamlingsmetodikk gir ikke et representativt mål for innslaget av de små kråkebollerekrutter. Vi har innen vårt arbeide i Mare Nor observert at de små kråkebollene lever svært godt gjemt, noe som også er observert av andre (Pearse & Hines 1987, Rowley 1989 og Watanabe & Harrold 1991).

På område- og lokalitetsnivå avtok de grønne kråkebollenes størrelse med økende tetthet, se **figur 4, 5, 6 og 7**. Øket størrelse blant grønne kråkeboller kan dessuten på stasjonsnivå relateres til økende forekomster av makroalger. Det eneste stedet hvor vi fant småvokste grønne kråkeboller i tareskog, var på Tyvholmen utenfor Harstad. Denne stasjonen skilte seg også ut ved at alle kråkebollene levde gjemt under stein. Vi kan ikke forklare denne atferden. De grønne kråkebollene lever bortgjemt i sprekker og hulrom den første tiden etter at de har bunnslått seg. Først ved en ca. 15 mm størrelse vil de kunne komme fram så dykkere kan se dem (egne upubliserte observasjoner). Så små boller forekom på alle lokaliteter (**figur 7**) hvilket viser at det skjer en fortsatt rekruttering til bestandene på alle lokalitetene.

Sammenliknes tettheter og størrelsesfordelinger for de to kråkebolleartene framkommer det en negativ samvariasjon. De røde kråkebollene var størst når de forekom alene, noe som bare ble observert i de ytre tareskogsområdene. Sammen med grønne kråkeboller var de røde kråkebollene mindre og tettheten avtok også med økende tetthet av grønne kråkeboller. De minste røde kråkebollene forekom på barbunnsområdene i Lofoten og Harstadområdet hvor tettheten av de grønne kråkebollene var høyest. Både Sivertsen (1982) og Hagen (1987) har observert grønne kråkeboller spise på enkelte røde kråkeboller. Det samme har vi gjort, men mekanismene i interaksjonene mellom de to artene er fremdeles lite

undersøkt. Samlet gir informasjonen om de røde kråkebollenes forekomster og størrelsesfordelinger det inntrykk at denne arten ikke på langt nær representerer den samme trussel mot tareskog som de grønne kråkebollene.

Gonadeinnholdet i kråkebollene

De grønne kråkebollenes gonadevekt kan relateres til kråkebollenes tetthet og tilgangen på makroalger på samme vis som beskrevet for kråkebollenes størrelse. Når parasittmengden i en kråkebolle ble stor (stadium 3), observerte vi klart reduserte gonadevekter i infiserte kråkeboller i forhold til like store parasittfrie dyr (**figur 16**). Våre prøver ble tatt på sommeren, ganske tidlig i kråkebollenes sesongmessige gonadeoppbygging fram mot en topp i vinterhalvåret. Det gonadetapet som skjer på bekostning av parasittveksten (**figur 14**), vil derfor bli enda mer markert om vinteren. Settes de forskjellige utledbare regresjonsfunksjoner om parasittvekst og gonadetap i sammenheng med tetthetsestimater av kråkeboller, populasjonenes gonademengde og parasittprevalens, kan parasittbelastningen kvantifiseres som tapt lagerenergi og reproduksjonsinnsats.

Tilbakegangen i kråkebollebestanden rundt Frøya ga seg utslag i øket gonadevekt, snarere enn det motsatte. Gonadevektene var blant de høyeste når like store størrelsesklasser fra forskjellige områder sammenliknes. Faktisk kan innsamling av kråkeboller for salg vurderes i dette området. Kråkebollene når fin markedsstørrelse, har fine gonader uten parasitter og står oppe på grunt vann.

Parasittens utbredelse og forekomst

Parasittens utbredelse og forekomst viste både regional og lokal variasjon. Det største relative innslaget av de yngste parasittstadiene ble observert ved Vikna. Hvilket kan indikere at det er i dette området, lengst i sør, parasitten øker mest i forekomst. Kanskje er det også en indikasjon på at parasitten er i ferd med å bre seg sørover. Rundt Vikna og Vega var parasitten godt representert i grønne kråkeboller på alle stedene vi dykket. I Velfjorden, innenfor Vega, var parasittprevalensen derimot lav (**figur 7**). Hagen (1987 og 1992) fant høy parasittprevalens i Godøyastraumen innenfor Bodø. Vi observerte parasittfrie grønne kråkeboller i midtre del av Lofoten, Lyngvær og Oddvær, men fant parasitten ved Utakleiv (Vestvågøy) lenger ut i Lofoten, og Hagen (1987) rapporterte betydelig parasittinfeksjon helt ute ved Værøy. Det foreligger ingen åpenbar fellesnevner i dette variasjonsmønsteret.

Også i Harstadområdet fantes parasitten i de grønne kråkebollene ute ved Grøtavær og inn til rett innenfor byen, mens det ikke var parasitter i de grønne kråkebollene lengst inne i fjorden ved Tjeldsundet. Vi fant parasitten så langt nord som vår undersøkelse gikk, og parasitten er sannsynligvis også til stede lenger nord i Troms fylke, da Bustnes (pers. medd.) nevnte at parasitten kunne forekomme i grønne kråkeboller i hans studieområdet utenfor Tromsø. Ut fra våre egne og Hagen (1992) sine data ser parasitten ut til å ha sitt hovedområde med tung infeksjon i de grønne kråkebollene like fra parasittens sørgrense i Viknaområdet og hvertfall opp til Bodøområdet. Lenger nord blir det mer spredning mellom stasjonene med parasittforekomster. Foreløpig vet vi for lite om parasittens livssyklus og spredningsmekanismer til å kunne forklare variasjonene. Manglende kjennskap til livssyklus forhindrer også tolkning av lokal variasjon i parasittprevalens. Oberverte variasjoner innen

områdene Vikna og Vega, den flekkvise forekomsten i Lofoten og Vega og den gradvise økningen i parasittprevalens som Hagen (1992) beskrev, indikerer at parasitten har en begrenset spredningsevne.

Parasitten infiserte alle størrelsesklasser av grønne kråkeboller. På enkelte stasjoner var de små kråkebollene mest utsatt for parasittinfeksjon, men det var ingen nord-sør gradient i de enkelte størrelsesklassenes infeksjonsgrad. Hagen (1992) viste at i Godøystrømmen var det mest parasitter i de midlere størrelsesklasser av grønne kråkeboller i 1983, mens de største dyrene var hyppigst infisert i 1991. Det er så langt ikke klarlagt hvordan parasittens infeksjons-

mønster varierer gjennom året, eller hvordan infeksjonssuksessen varierer fra år til år. Det er heller ikke klarlagt i hvilket omfang parasitten tar livet av sitt vertsdyr. Størrelsesselektiv mortalitet kan ha påvirket størrelsesfordelingen i flere populasjoner, men vi kan ikke vurdere dette forholdet siden så lite er kjent om parasitt-vert dynamikken og de rater utviklingen skjer ved. Skadeomfanget framstår som variabelt, men ofte betydelig i parasittens siste fase. Vi har observert tydelig svekkede kråkeboller fulle av store rundormer, men i noen få tilfelle har vi også observert store parasitter i kråkeboller med høyt gonadeinnhold. Både effekter, forandring i prevalens i infiserte populasjoner, videre spredning og mulige spredningsmåter bør følges opp.

5 Konklusjon

På kyststrekket fra Frøya til Harstad har vi observert endringer i utbredelse og forekomster av stortare (*Laminaria hyperborea*) og grønne kråkeboller (*Strongylocentrotus droebachiensis*) sammenliknet med tidligere registreringer. Grønne kråkeboller begrenser fremdeles tareskogens utstrekning og dekker de største arealene, men det er fortsatt uklart hva som begrenser de grønne kråkebolleens utbredelse. Et belte av uberørt tareskog står igjen i de ytre kyststrøk. Fortsatt store forekomster av grønne kråkeboller mange steder og alle størrelsesgrupper representert på alle lokaliteter kan gi inntrykk av stabile populasjoner støttet med tilførsel av nye rekrutter. Men tilbakegang av grønne kråkeboller og gjenvekst av makroalger ble observert i de sørligste områdene (Frøya, Vikna, Vega), og muligens har ukjente sykdomsformer, svak rekruttering eller begge forhold medvirket til endringene. Tareskogen i sør synes å kunne restituere seg. Plantesammensetningen av tareskog som vokste opp på barbunn hvor grønne kråkebollene hadde forsvunnet ved Frøya, viste en skog i utvikling mot samme alders- og størrelsesstruktur som observert i uberørt tareskog i ytre kyststrøk. Den videre utviklingen i de sørlige områdene bør overvåkes.

Det var ikke tegn til kråkebolledødelighet i de to nordligste områdene (Lofoten, Harstad). Der registrerte vi kun tareskog med grønne kråkeboller og aldri steder hvor unge planter var i framvekst. Tareskogen var utsatt for et høyt beitepress i nord, med utslag i form av fortsatt tilbakegang eller muligens stillstand. Status i nord sto i kontrast til situasjonen i sør og videre oppfølging i nord kan gi verdifull innsikt i de mekanismer som gir utvikling mot barbunn eller algedekke.

Mekanismene bak den observerte breddegradsgradienten med stadig flere og mindre grønne kråkeboller mot nord utgjør fremdeles ubesvarte spørsmål. De røde kråkebollene (*Echinus esculentus*) viser via reduserte forekomster og redusert vekst at et økende innslag grønne kråkeboller påvirker dem negativt. De synes også ut fra generelt lave tettheter ikke å utgjøre den trussel mot tareskogens eksistens som de grønne kråkebollene representerer.

Gradvis tilbakegang av grønne kråkeboller ved Frøya og Vikna står i kontrast til flekkvis dødelighet ved Vega. Om disse forskjellene er variasjonsmønstre induert av sammen faktor, eller om flere faktorer forårsaker ulike resultater, kan vi ikke avgjøre ut fra eksisterende data. Den eller de ukjente faktorer som induserer mortalitet blant grønne kråkeboller bør også studeres med andre metoder enn de denne undersøkelsen har anvendt.

Den parasittiske nematoden *Echinomermella matsi* forekom i grønne kråkeboller fra Vikna til Harstad. Muntlig informasjon tilsier at parasitten i hvertfall forekommer nord til Tromsø. Parasittens fravær i Frøyaområdet viser at den kan utelukkes fra tilbakegangen av grønne kråkeboller der. Parasitten kan heller ikke ha forårsaket de lokale dødelighetspulsene ved Vega (våre Mare Nor observasjoner og Stien 1993). Lite kunnskap om parasittens belastning på vertsdyret, samt dens livssyklus og vekstrater begrenser anslag av skadeomfanget på grønne kråkeboller selv i parasittens nåværende kjerneområde mellom Vikna og Bodø.

De omfattende økonomiske tap og habitatforringelser bortfallet av tareskog medfører viser behovet for bedre konsekvensanalyser og at utviklingen bør følges framover.

6 Sammendrag

Langs store deler av kysten fra Trøndelag og nordover er de produktive og artsrike tareskogsamfunnene dominert av stortare (*Laminaria hyperborea*) endret til artsfattig og lite produktiv barbunn gjennom nedbeiting forårsaket av store tettheter med grønne kråkeboller (*Strongylocentrotus droebachiensis*). Et viktig element i kystens natur- og ressursituasjon er således blitt borte. Etter observasjoner av lokal dødelighet av grønne kråkeboller ved Vega innen forskningsprogrammet Mare Nor, ble denne undersøkelsen gjennomført for å registrere om det forekom kråkebolledødelighet andre steder. Vi tok utgangspunkt i spørsmålene om en eventuell dødelighet kunne relateres til forekomstene av *Echinomermella matsi*, en endoparasitt i grønne kråkeboller, om det hadde skjedd endringer i forholdet mellom de arealer som dekket av tareskog og de arealer hvor grønne kråkeboller opprettholder barbunn, og hvordan tilstanden var for røde kråkeboller (*Echinus esculentus*). Dessuten skulle det opprettes stasjonsnett og datasett for senere overvåking.

Undersøkelsen ble lagt til de fem områdene Frøya, Vikna, Vega, Lofoten og Harstad. Kyststrekket ble valgt for å dekke de sydligste strøk der grønne kråkeboller forekom utenfor fjordene, og for å beskrive parasittens geografiske utbredelse. I hvert område dykket vi på en ytre, en midtre og en indre lokalitet, for å dekke et transekt fra eksponerte til beskyttede kyststrøk. Innen hver lokalitet valgte vi som oftest tre stasjoner for å få et lokalt mål på variasjonen. I hvert område lå ytre lokalitet alltid i en tareskog, mens de to lokalitetene lenger inn som oftest var barbunn dominert av kråkeboller. På tareskogslokalitetene ble tareskogens struktur (tetthet, alder, størrelsessammensetning) beskrevet og eventuelle forekomster av kråkeboller ble også registrert. På barbunn registrerte vi kråkebolletetthet på tre dyp, størrelsesfordeling for begge kråkebolleartene, samt gonadevekt, antall parasiterte dyr og parasittmengde i grønne kråkeboller. Eventuell nyetablering av makroalger ble også registrert.

På hele kyststrekningen sto det gammel tareskog med få røde kråkeboller i de ytre strøk, mens grønne kråkeboller og nedbeitede barbunn var vanlig lenger inn. Vi observerte tilbakegang av grønne kråkeboller og nyetablering av tareskog mot mer beskyttede strøk ved Frøya sammenliknet med tidligere studier. Plantesammensetningen indikerte at reetablert tareskog sannsynligvis vil utvikle seg mot den struktur som nå finnes i ytre strøk. Lave kråkebolletettheter ble også registrert ved Vikna, men uten tegn til gjenvækst av makroalger. Ved Vega var det lokal variasjon med spredt algегjenvækst og variabel kråkebolletetthet. Lengst nord, i Lofoten og ved Harstad, var det ingen tegn til øket dødelighet blant grønne kråkeboller. Flere steder forekom tareskog med grønne kråkeboller, mens vi ikke fant steder med ung tareskog i framvekst. Dette kan tyde på at tareskogen i disse områdene enten holder stand mot et betydelig beitepress, eller at den er i tilbakegang.

Kråkebollenes fordeling langs dybdetransektene var meget variabel, men de grønne kråkebollene var oftest konsentrert på grunt vann (2 m), og det sto klart færre individer allerede på 5 m dyp. De grønne kråkebollenes skallstørrelse og gonadeinnhold var negativt påvirket av økende populasjonstetthet og parasittvekt, og positivt påvirket av økende mengder makroalger. Vi registrerte en breddegradsgradient uttrykt ved gradvis flere og mindre grønne kråkebol-

ler pr. arealenhet mot nord. Årsak - virkningsforholdene i denne gradienten utgjør fremdeles ubesvarte spørsmål. De røde kråkebollene (*Echinus esculentus*) blir negativt påvirket både gjennom reduserte forekomster og redusert vekst av et økende innsalg grønne kråkeboller. De røde kråkebollene går delvis klar av de grønne kråkebollene ved at de også forekommer lenger ut i mer eksponerte strøk. De røde kråkebollenes utbredelse og forekomst underbygger den holdning at røde kråkeboller ikke innebærer samme trusselen mot tareskogen som de grønne kråkebollene.

Gradvis tilbakegang av grønne kråkeboller ved Frøya står i kontrast til flekkvis dødelighet ved Vega. Om dette er variasjonsmønstre induisert av samme faktor, eller om flere forhold virker samtidig, kan vi ikke avgjøre ut fra eksisterende data.

Den parasittiske rundormen *Echinomermella matsi* ble ikke funnet i grønne kråkeboller sør for Vikna, men vi fant den nord for Harstad og er meddelt at den er funnet ved Tromsø. Parasitten ble funnet i grønne kråkeboller på alle stasjoner ved Vikna og Vega. Infeksjonsgraden var høyest ved Vega. Det var større variasjon i prevalens mellom stasjoner ved Vikna og Vega. Det var en større andel parasitter i de to tidligste utviklingsstadiene ved Vikna enn lenger nord hvor siste utviklingsstadium var vanligst. I Lofoten og ved Harstad forekom parasitten kun på enkelte stasjoner og i en lavere andel kråkeboller enn lenger sør. Dette kan tyde på at parasitten ekspanderer sørover. Parasitten forekom ikke i Frøyaområdet der de grønne kråkebollene var i tilbakegang, og parasittprevalensen var ikke høy nok til å kunne forklare dødelighetsomfanget på enkeltskjær ved Vega (Mare Nor observasjoner og Stien 1993). Det ser derfor ut til at andre faktorer har forårsaket observert dødelighet blant grønne kråkeboller. Lite kunnskap om parasittens belastning på vertedyret, samt dens livssyklus og vekstrater begrenser anslag av skader på bestanden av grønne kråkeboller selv i parasittens nåværende kjerneområde mellom Vikna og Bodø.

Beregninger viser en kritisk mangel på kjennskap til hvordan tareproduksjonen omsettes. Tapt årlig fiskeproduksjon som følge av at kråkebollene har fjernet taren kan gå opp i milliardbeløp. I tillegg kommer tapene ved reduserte muligheter for taretråling og et ubeskrevet tap av biodiversitet grunnet en omfattende habitatforringelse. Vurderinger av datas nytteverdi og utforming av forvaltningsstrategier krever ajourført kunnskap om tilstanden. De forandringene vi har observert, kan enten være lokale fluktasjoner eller begynnende regionale endringer mellom arealer dekket av tareskog eller kråkeboller. Utviklingen bør overvåkes i det store naturressurser berøres og viktige mekanismer i struktureringen av kystnære plante- og dyresamfunn vil kunne bli klarlagt. Over 26 000 enkeltmål av stortare, kråkeboller og parasitter, fordelt på 50 stasjoner, gir et godt grunnlag for videre studier av stortare - kråkebolle dynamikken.

7 Summary

Along major parts of the Norwegian coast from Trøndelag and northwards have the productive and species rich kelp forest communities dominated by the kelp (*Laminaria hyperborea*) been turned into unproductive barren areas by grazing of high densities of green sea urchins (*Strongylocentrotus droebachiensis*). An important element in the nature and resource state of the coast have accordingly disappeared. Following observations of local mortality of green sea urchins at Vega within the research programme Mare Nor, this study was conducted in order to check whether there had been mortality of sea urchins elsewhere. Our study aimed at answering the questions if any mortality could be related to the occurrence of *Echinomermella matsi*, an endoparasite of green sea urchins, if there were changes in areas covered by kelp versus those covered by sea urchins, and if there were any effects on red sea urchins (*Echinus esculentus*)? Furthermore, a set of sites and data was to be established for later monitoring.

The survey included the five areas Frøya, Vikna, Vega, Lofoten and Harstad. This coastline was chosen since it covered the southern areas where green sea urchins occurred outside the fiords, and in order to describe the geographical distribution of the parasite. In each area we dived on an outer, an intermediate and an inner locality, to cover a transect from exposed to sheltered localities. At each locality we normally selected three sites in order to achieve measurements on local variation. In each area the outer locality was always in a kelp forest, whilst the other two localities closer to the mainland normally were barrens dominated by green sea urchins. The structure of the kelp forest (density, age and size distribution) and any occurrence of sea urchins were described on the kelp forest localities. On the barren ground localities we registered sea urchin densities on three depths, size distributions for both sea urchin species, the number of parasitised sea urchins and the amount of parasites in each specimen. Any recolonisation of macroalgae was also registered.

Along the whole coastline old kelp forests with a few red sea urchins occurred at the outer sites, whilst green sea urchins and barren grounds predominated more inland. We observed regression of green sea urchins and kelp establishment on new areas more inland at Frøya compared to former studies. The composition of the plants indicated that reestablished kelp probably will show a development towards the structure now observed in the outer coastline. Low sea urchin densities were also observed at Vikna, but there were no macroalgal regrowth. At Vega there were locally variable densities of green sea urchins and scattered recolonisation of macroalgae. Further north, in Lofoten and around Harstad, there were no signs of increased mortality among green sea urchins. Several sites were characterised by kelp forest containing green sea urchins, but there were no sites with young developing kelp forest. This might indicate that the kelp forest in these areas still persists, despite a considerable grazing pressure, or that it is being reduced.

The distribution of sea urchins along the depth transects was very variable, but the green sea urchins were generally concentrated in shallow waters (2 m), and clearly less frequent already at 5 m depth. The test and gonad sizes of green sea urchins were negatively influenced by increasing population density and parasite

weight, and positively influenced by increasing amounts of macroalgae. High densities of green sea urchins coincided with small test sizes of red sea urchins, but it is still an open question whether red sea urchins would benefit from any decline of green sea urchins. We registered a latitudinal gradient expressed by more and smaller green sea urchins per unit area to the north. The causes and mechanisms of this gradient have yet to be elucidated. Red sea urchins (*Echinus esculentus*) showed by reduced occurrences and reduced growth that they were negatively influenced by increased green sea urchin abundance. Red sea urchins partly avoid green sea urchins as they are also found alone in more exposed parts of the coastline. The occurrence and distribution of red sea urchins support the impression that they do not represent the same threat to the kelp forest as do green sea urchins.

The gradual regression of green sea urchins at Frøya and Vikna contrasts with the patchy mortality at Vega. Whether these differences are patterns of variation induced by the same factor, or several factors are acting simultaneously, is not indicated by the existing data.

The parasitic nematode *Echinomermella matsi* was not found in green sea urchins south of Vikna, but we found it north of Harstad and were informed about its presence by Tromsø. The parasite was found on all sites at Vikna and Vega. The prevalence was highest at Vega. It was higher between site variation in prevalence at Vikna than at Vega. It was a larger proportion of parasites in early developmental stages at Vikna than further north where the last stage was most common. In the Lofoten and Harstad areas the parasite only occurred on a few sites, and then less frequently than further south. This might indicate that the parasite expands southwards. The parasite was not found at Frøya where the green sea urchins had become less frequent, and the parasite prevalence was not high enough to explain the proportion of sea urchins that died on some skerries at Vega (Mare Nor observations and Stien 1993). Other factors have probably caused the observed mortality among green sea urchins. Little knowledge about the load the parasite induces on its host, about its life cycle and about transfer mechanisms prevent estimates of the damage inflicted on green sea urchins even within the central range of the parasite between Vikna and Bodø.

Calculations indicate a critical lack of knowledge about how the kelp production is utilised. Annual losses of fish production due to kelp removal by sea urchins may amount to billions of kroner. In addition comes the losses from reduced options for kelp trawling and an undescribed loss of biodiversity due to a comprehensive habitat deterioration. Assessment of the application value of data and development of management strategies demand up to date knowledge about the state. The changes we have observed may either be local fluctuations or the onset of larger regional changes between areas covered by kelp or sea urchins. The development should be monitored because comprehensive natural resources are involved and important mechanisms which structure plant and animal communities in coastal waters may be elucidated. More than 26 000 measurements of kelp, sea urchins and parasites, distributed on 50 sites, provide a solid foundation for continued studies of kelp - sea urchin dynamics.

8 Litteratur

- Boudouresque, Ch.-F., Nedelec, H. & Shepherd, S. A. 1980. The decline of a population of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in the bay of Port-Cros (Var, France). - Trav. sci. Parc nation. Port-Cros, Fr. 6: 243-251.
- Breen, P. A. & Mann, K. H. 1976. Changing lobster abundance and the destruction of kelp beds by sea urchins. - Mar. Biol. 34: 137-142.
- Chapman, A.R.O. 1981. Stability of sea urchin dominated barren grounds following destructive grazing of kelp in St. Margaret's Bay, eastern Canada. - Mar. Biol. 62: 307-311.
- Dayton, P. K. 1975. Ecology of kelp communities. - Ann. Rev. Ecol. Syst. 16: 215-245.
- Dayton, P. K., Tegner, M. J., Parnell, P. E. & Edwards, P. B. 1992. Temporal and spatial patterns of disturbance and recovery in a kelp forest community. - Ecol. Monogr. 62: 421-445.
- Düben, M. V., von 1847. Om de norske Echinider. - Forhandlinger ved de skandinaviske naturforskeres fjerde møde i Christiania. 11 - 18 Juli 1844, Chr. Gröndahl, Christiania: 250-255.
- Elnor, R. W. & R. L. Vadas. 1990. Inference in ecology: The sea urchin phenomenon in the northwestern Atlantic. - Am. Nat. 136: 108-125.
- Estes, J. A., Smith, N. S. & Palmisano, J. F. 1978. Sea otter predation and community organization in the western Aleutian Islands, Alaska. - Ecology 59: 822-833.
- Foreman, R. E. 1977. Benthic community modification and recovery following intensive grazing by *Strongylocentrotus droebachiensis*. - Helgoländer wiss. Meeresunters. 30: 468-484.
- Hagen, N. T. 1987. Sea urchin outbreaks and nematode epizootics in Vestfjorden, Northern Norway. - Sarsia 72: 213-229.
- Hagen, N. T. 1992. Macroparasitic epizootic disease: a potential mechanism for the termination of sea urchin outbreaks in Northern Norway? - Mar. Biol. 114: 469-478.
- Haug, A. & Myklestad, N. T. 1960. Aktuelle problemer i norsk tang og tareforskning. - Teknisk Ukeblad 107: 781-784.
- Indergaard, M. & Jensen, A. 1991. Utnyttelse av marin biomasse. - Institutt for bioteknologi, Norges Tekniske Høyskole. 123 s.
- Johnson, P. T. 1971. Studies on diseased sea urchins from point Loma. - Kelp Habitat Improvement Project, Annual Report, 1970-1971. Calif. Inst. Technol., Pasadena. s.82-90.
- Johnson, C. R. & Mann, K. H. 1988. Diversity, patterns of adaptation, and stability of Nova Scotia kelp beds. - Ecol. Monogr. 58: 129-154.
- Jones, G. M. & Hagen, N. T. 1987. *Echinomermella matsi* n. sp., an endoparasitic nematode from the sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* in Northern Norway. - Sarsia 72: 203-212.
- Jones, G. M. & Scheibling, R. E. 1985. Paramoeba sp. (Amoebida, Paramoebidae) as the possible causative agent of sea urchin mass mortality in Nova Scotia. - J. Parasitol. 71: 559-565.
- Jones, N. S. & Kain, J. M. 1967. Subtidal algal colonization following the removal of *Echinus*. - Helgol. wiss. Meeresunt. 15: 460-466.
- Jupp, B. P. & Drew, E. A. 1974. Studies on the growth of *Laminaria hyperborea* (Gunn.) Fosl. I. Biomass and productivity. - J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 15: 185-196.
- Kain, J. M. 1963. Aspects of the biology of *Laminaria hyperborea*. II. Age, weight and length. - J. Mar. Biol. Ass. U.K. 43: 129-151.
- Leighton, D. L., Jones, L. G. & North, W. J. 1966. Ecological relationships between giant kelp and sea urchins in Southern California. - I Young, E. G. & MacLachlan, J. L. red. Proc. 5th int. Seaweed Symp. Pergamon, Oxford. s. 141-153.
- Lein, T. E., Sivertsen, K., Hansen, J. R. & Sjøtun, K. 1987. Tare- og tangforekomster i Finnmark. - FORUT (Tromsø) 85/11. 120 s.
- Lessios, H. A., Robertson, D. R. & Cubitt, J. D. 1984. Spread of *Diadema* mass mortality through the Caribbean. - Science 226: 335-337.
- Mann, K. H. 1973. Seaweeds: Their productivity and strategy for growth. - Science 182: 957-981.
- Miller, R. J. 1985. Succession in sea urchin and seaweed abundance in Nova Scotia, Canada. - Mar. Biol. 84: 275-286.
- Newell, R. C., Field, R. G. & Griffiths, C. L. 1982. Energy balance and significance of microorganisms in a kelp bed community. - Mar. Ecol. Prog. Ser. 8: 103-113.
- Noro, T., Masaki, T. & Akioka, H. 1983. Sublittoral distribution and reproductive periodicity of crutose corraline algae (Rhodophyta, Cryptonemiales) in southern Hokkaido, Japan. - Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 34: 1-10.
- North, W. J. & Pearse, J. S. 1970. Sea urchin population explosion in southern California coastal waters - Science 167: 209.
- Ohmi, H. 1951. Studies of Isoyake or decrease of seaweeds along the coast of Northern Japan. - Bull. Fac. Fish. Hakodate, Hokkaido Univ. 2: 109-117.
- Pearse, J. S., Costa, D. P., Yellin, M. B. & Agegian, C. R. 1977. Localized mass mortality of red sea urchin, *Strongylocentrotus franciscanus*, near Santa Cruz, California. - Fish. Bull. 53: 645-648.
- Pearse, J. S. & Hines, A. H. 1979. Expansion of central California kelp forest following the mass mortality of sea urchins. - Mar. Biol. 51: 83-91.
- Pearse, J. S. & Hines, A. H. 1987. Long-term population dynamics of sea urchins in a central California kelp forest: rare recruitment and rapid decline. - Mar. Ecol. Prog. Ser. 39: 275-283.
- Rinde, E., Christie, H., Fredriksen, F. & Sivertsen, A. 1992. Økologiske konsekvenser av taretråling: Betydning av tareskogens struktur for forekomst av hapterfauna, bunnfauna og epifytter. - NINA Oppdragsmelding 127: 1-37.
- Røv, N., Christie, H., Fredriksen, S., Leinaas, H. P. & Lorentsen, S.-H. 1990. Biologisk forundersøkelse i forbindelse med planer om taretråling i Sør-Trøndelag. - NINA Oppdragsmelding 52: 1-20.
- Rowley, R. J. 1989. Settlement and recruitment of sea urchins *Strongylocentrotus* spp. in a sea urchin barren ground and a kelp bed: are populations regulated by settlement or post-settlement processes? - Mar. Biol. 100: 485-494.
- Sivertsen, K. 1982. Utbredelse og variasjon i kråkebollers nedbeiting av tareskogen på vestkysten av Norge. - Nordlandsforskning. Rapport 7/82: 1-31.
- Sivertsen, K. & Bjørge, A. 1980. Reduksjon av tareskogen på Helgelandskysten. (Reduction of algal vegetation in Helgeland coastal waters.). - Fiskeritidsskriftet. 1980: (4): 1-9.
- Sivertsen, K. & Wentzel-Larsen, T. 1989. Fangstbare forekomster av kråkeboller. - Nordlandsforskning. Rapport 3/89: 1-59.
- Stien, A. 1993. The ecology and epidemiology of *Echinomermella matsi* (Nematoda), a parasite of the sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis*. - Hovedfagsoppgave. 96 s. Univ. i Oslo.
- Watanabe, J. M. & Harrold, C. 1991. Destructive grazing by sea urchins *Strongylocentrotus* spp. in a central California kelp forest: potential roles of recruitment, depth, and predation. - Mar. Ecol. Prog. Ser. 71: 125-141.
- Williams, E. H., Jr. 1991. Threat to black sea urchins. 1991. - Nature 352: 385.
- Yendo, K. 1903. Investigations on "Isoyake" (decrease of seaweed) (på japansk). - J. Imp. Fish. Bureau. Tokyo. 12: 1-33.

258

nina
oppdrags-
melding

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0436-3

Norsk institutt for
naturforskning
Boks 1037, Blindern
N-0315 Oslo
Tel. 22 85 46 84