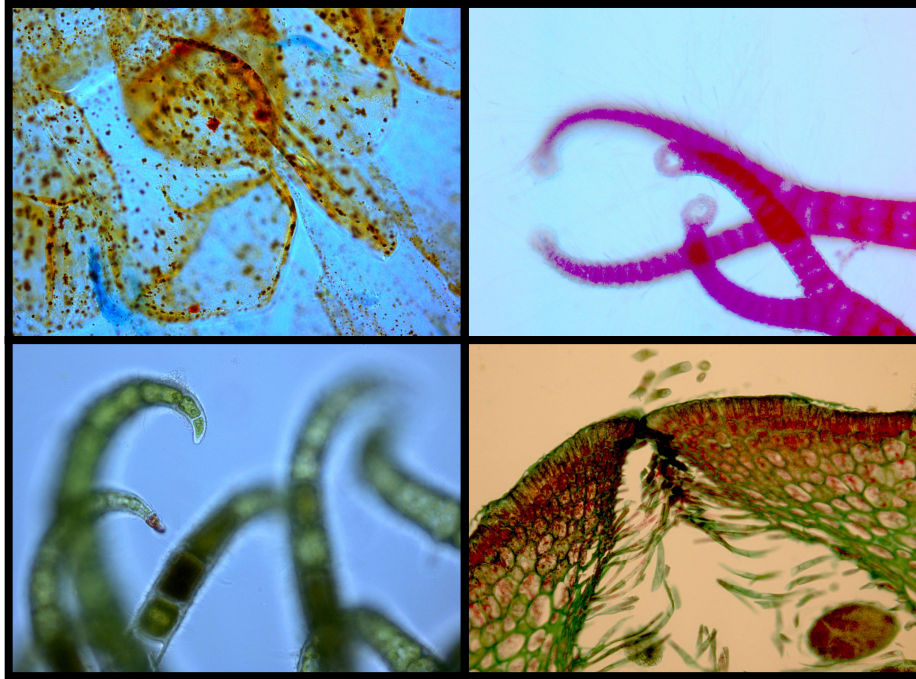


**Makroalgesamfunn i littoralsonen på fem lokaliteter i
Troms – endringer langs
en eksponeringsgradient og endringer de siste 25 år**



Mastergradsoppgave i biologi – studieretning marinøkologi (60stp.)

Gunhild Garte Nervold



Institutt for akvatisk biologi
Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø
Juni 2008

Forsidefoto: Mikroskopibilde av (fra øverst til venstre) *Codium fragile* (20x forstørrelse), *Acrosiphonia arcta* (20x forstørrelse), *Ceramium virgatum* (10x forstørrelse) og *Fucus* sp. konseptakkel (♀) med 20x forstørrelse (nederst til høyre), tatt av Gunhild G. Nervold.

Forord

Denne masteroppgaven i marinøkologi markerer slutten på min studietilværelse. Etter en bachelorutdannelse i Økologi og Naturforvaltning ved Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB) fant jeg til slutt veien nordover til det marine miljøet ved Norges Fiskerihøgskole. Ved institutt for akvatisk biologi (IAB) fikk jeg et interessant masterprogram og skrive en masteroppgave på makroalger. Med en utdannelse i marinøkologi har jeg fått stor interesse for taksonomien og økologien til både bunndyr og makroalger, og håper at dette er noe jeg kan få jobbe med videre ute i arbeidslivet.

Masteroppgaven er utført ved Institutt for akvatisk biologi (IAB) ved Norges Fiskerihøgskole (NFH), Universitetet i Tromsø (UiT). Selve feltarbeidet fant sted i Troms fylke sommeren 2007, nærmere bestemt i Balsfjorden, på Tromsøya, på Kvaløya og ute på øygruppen Småvær. Laboratoriearbeidet ble gjennomført høsten 2007 på laboratorie ved Norges Fiskerihøgskole, men også tidvis på Biologisk institutt ved Universitetet i Oslo der jeg fikk taksonomisk hjelp.

I forbindelse med min oppgave vil jeg takke veileder, førsteamanuensis Else Nøst Hegseth, for starthjelp på feltarbeidet og artsbestemmelsene, og all videre hjelp og støtte underveis i skriveprosessen. Deretter vil jeg få takke Tor Eiliv Lein og forsker Eivind Oug ved Norsk institutt for vannforskning (NIVA) for at jeg har fått tatt i bruk upubliserte data fra deres tidligere littoralsamfunnsundersøkelser i Troms i 1982. Spesielt har Eivind vært behjelpelig ved mitt feltarbeid og arbeid av datamaterialet, og jeg skylder han en stor takk for den gode støtten. Takk til Regina Küfner ved Universitetet i Bergen (UiB), avdelingsleder Lars Henrik Larsen ved Akvaplan-niva og forsker Tone Kroglund ved NIVA for bistand før og under feltarbeidet, og for gamle datasett fra NIVA og Akvaplan-niva sine fjæreundersøkelser på Tromsøya i 1983, 1991 og 2001. En stor takk rettes til professor Jan Rueness ved Universitetet i Oslo (UiO) som har hjulpet meg gjennom artsidentifiseringen. Uten Jan sin taksonomiske støtte og den gode mottakelsen ved UiO hadde det ikke vært mulig for meg å lære alle makroalgeartene. Jeg vil også takke for et lærerikt feltkurs ved den biologiske feltstasjonen Espegrend utenfor Bergen høsten 2006. Takk til Dr. Raul Primicerio for alle tidligere lærerike kurs i multivariate analyser med programvaren R, og for den videre støtten under databehandlingen av miljø- og arts materialet. Det rettes også en takk til Hans Christian Eilertsen for bidrag av gamle algenotiser fra Tromsø museum, førstekonsulent Ulf Normann

for havmiljødata fra nord-norske fjorder samlet inn av Norges Fiskerihøgskole, Meteorologisk institutt ved Værvarslinga for Nord-Norge i Tromsø der Stein Erik Øynes og Ane Fors har vært behjelpelige med vind- og temperaturdata og Tor Tørresen ved Sjøkartverket for hjelp til korrigeringer mellom Sjøkartverkets gamle og nye Sjøkart-0. Takk til mannskapet på R/V Johan Ruud for hjelp til kartkoordinering og tegneleder Frøydis Strand ved NFH for hjelp til å lage et oversiktskart. Jeg må også takke behjelpelige studenter som har assistert meg under feltarbeidet: Richard Ingebrigtsen, Trond Isaksen og Vegard Pedersen, samt båtfører Eilert Halsnes på sjarken F/F Hyas for at feltarbeidet ute på Småvær ble gjort mulig. Takk til medstudent og venn Stian André Kristiansen for alt godt samarbeid gjennom studietiden og for korrekturlesing av oppgaven. I tillegg takk til masterstudent Nina Marie Bersås for produktive "R-kollokvier". Også må jeg få takke avdelingsingeniørene Gunilla Kristina Eriksen og Richard Ingebrigtsen for et trivelig labmiljø sommeren og høsten 2007.

Til slutt vil jeg igjen takke min veileder Else for en inspirerende undervisning og et spennende tokt på kurset Bio-2501 "Akvatisk biodiversitet" våren 2005. Det var i forbindelse med dette kurset at mine interesser for makroalger ble skapt. Jeg vil også takke for at Else gjorde det mulig å gjennomføre en masteroppgave på makroalger ved Universitetet i Tromsø.

Gunhild Garte Nervold

Tromsø, juni 2008

Sammendrag

Formålet med denne oppgaven var å se på kvantitative endringer av makroalge- og lavsamfunnet i littoralsonen på fem lokaliteter i Troms, langs en eksponeringsgradient fra fjord til kyst. Ofte finner man samfunnsendringer innover i fjordene som er nært korrelert med forandringer i substratets stabilitet, tekstur og lokaltopografiske forhold i fjæra (helning) (pers. med. Tor Eiliv Lein). Artsdiversiteten og mengdeforholdene av makroalger og lav ble derfor sammenliknet med endringer i disse miljøfaktorene. I tillegg ble resultatene sammenliknet med 25 år gamle undersøkelser fra de samme lokalitetene. Her ble også enkeltarters plassering i littoralsonen og eventuelle endringer mellom undersøkelsesårene sammenliknet med de samme miljøfaktorene. Tre av stasjonene (Elvebakken, Kvaløyvågen og Småvær) ble hentet fra Lein og Oug sine littoralsamfunnsundersøkelser i Troms i 1982 (upubl. data), mens de resterende to stasjonene (Hamna og Holt) er blitt brukt som overvåkingsområder ved flere resipientundersøkelser de siste 30 årene av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Akvaplan-niva (Holte et al., 1992, Oug et al., 1985, Velvin et al., 2003). For at sammenlikningen skulle være holdbar ble metoden gjort så identisk som overhode mulig etter beskrivelse fra NIVA-rapporten "Basisundersøkelse i Tromsøysund og Nordbotn 1983" (Oug et al., 1985).

Resultatene viste at makroalge- og lavsamfunnet på middels til eksponerte lokaliteter skilte seg ut fra de mer beskyttede områdene. Værharde arter, samt arter som er mindre tørketolerante så ut til å trives her. Fjordlokaliteten i Balsfjorden var preget av et fattigere artsmangfold enn stasjonene lenger ut mot kysten. Det så ut til at endringene inne i en fjord gjaldt antall arter, mens kystområdene heller fikk endrede dominansforhold mellom de artene som allerede var tilstede. Faktorer som fjærenes himmelretning, helning, stabilitet og temperatur så ut til å virke sammen med graden av eksponering og bestemme hvilke arter som vokste der. Ved sammenlikninger av de tidligere undersøkelsene gjennomført i 1982/-83 hadde flere av de store tangartene endret voksested og dekningsgrad på lokalitetene. Grunner til dette er sammensatt, bestående av de overnevnte fysiske faktorene (men da særlig endringer i luft- og sjøtemperatur) og biologiske effekter som skyldes interspesifikk konkurranse mellom algearter og mellom alger og dyr (beiting). For å få et mer helhetlig bilde av hvilken rolle de ulike faktorene har, vil det være hensiktsmessig å gjenbesøke lokalitetene flere ganger og med jevnere mellomrom (5-10-årsskala).

Innholdsfortegnelse

Forord.....	I
Sammendrag.....	III
Innholdsfortegnelse	IV
1. Innledning.....	1
1.1. Introduksjon.....	1
1.1.1. Norge som en kystnasjon	1
1.1.2. Kystsonen; flora og fauna.....	1
1.2. Tidligere studier av makroalgevegetasjonen i Norge	2
1.2.1. Undersøkelser i Norge.....	2
1.2.2. Undersøkelser i Nord-Norge	2
1.3. Littoralsonen	3
1.3.1. Sonering i fjæra	3
1.3.2. Makroalgevegetasjonen.....	4
1.3.2.1. Fysiske og biologiske faktorer	4
1.3.2.2. Rødalger	4
1.3.2.3. Brunalger.....	5
1.3.2.4. Grønnalger	5
1.3.3. Algeassosiasjoner (-belter).....	6
1.3.3.1. Horisontale sjikt	6
1.3.3.2. Vertikale sjikt.....	6
1.3.3.3. Ettårige alger.....	7
1.3.4. Indikatorarter	7
1.3.5. Kunnskap om Nord-Norge	8
1.4. Mål.....	9
2. Material og Metode	11
2.1. Områdebeskrivelse	11
2.2. Innsamling av arts- og miljødata	12
2.1.1. Artsdata	14
2.1.1.1. Ute i felt	14
2.1.1.2. Laboratoriearbeid.....	15
2.1.1.3. Artsbestemmelser.....	15
2.1.2. Miljødata	15
2.1.2.1. Meteorologiske data.....	16
2.1.2.2. Hydrologiske data	16
2.1.2.3. Eksponering	17
2.1.2.4. Stabilitet	19
2.1.2.5. Tekstur	20
2.2. Databehandling.....	20
2.2.1. Arts- og miljødata.....	20
2.2.2. Endringer i Sjøkart-0.....	22

2.2.3. Programvare	22
2.2.4. Samfunnsanalyser.....	23
2.2.4.1. Klassifikasjon etter hierarkisk, agglomerativ gruppering med fullstendig kobling	23
2.2.4.2. Ordinasjon i redusert rom	24
3. Resultater.....	27
Del I. Makroalge- og lavsamfunnets endringer i littoralsonen langs en eksponeringsgradient, fra fjord til kyst i Troms (romlig variasjon).	27
3.1. Miljø	27
3.1.1. Meteorologiske data	27
3.1.2. Hydrologiske data	28
3.1.3. Eksponering, stabilitet og tekstur	29
3.1.4. Spredningsplott mellom eksponeringstallet, stabilitets- og teksturindeksen	31
3.1.5. Prinsipiell komponentanalyse (PCA)	32
3.1.6. Klassifikasjonsanalyse.....	34
3.2. Arter.....	35
3.2.1. Artsgrupper.....	35
3.2.2. Forekomst og dekning	35
3.2.2.1. Klassifikasjonsanalyse	36
3.2.2.2. Multidimensjonal skalering (MDS)	37
3.2.2.3. Korrespondanseanalyse (CA) for artsgrupper.....	39
3.2.3. Kanonisk korrespondanseanalyse (CCA): Arter mot miljø.....	42
3.2.3.1. Kanonisk korrespondanseanalyse (CCA) for de 20 dominerende artene	43
3.2.3.2. Kanonisk korrespondanseanalyse (CCA) for indikatorarter	45
Del II. Makroalge- og lavsamfunnets endringer i littoralsonen gjennom de siste 25 år, fra 1982 – 2007 (variasjon over tid).	47
3.3. Miljøendringer over de siste 25 år	47
3.3.1. Meteorologiske data fra 1982/-83	48
3.3.2. Hydrologiske data fra 1982/-83.....	49
3.3.3. Eksponering, stabilitet og tekstur i 1982/-83.....	49
3.3.4. Ordinasjonsanalyse (PCA)	50
3.3.5. Klassifikasjonsanalyse.....	52
3.4. Arter fra tidligere undersøkelser (1982/-83) sammenliknet med 2007-undersøkelsene.....	53
3.4.1. Artsgrupper.....	53
3.4.2. Endringer i forekomst og dekning for hele stasjoner	54
3.4.2.1. Klassifikasjonsanalyse	54
3.4.3. Endringer i forekomst og dekning ved ulike vertikalhøyder i littoralsonen.....	55
3.4.3.1. Stasjon 1 – Hamna	56
3.4.3.2. Stasjon 3 – Elvebakken.....	61
3.4.3.3. Stasjon 4 – Kvaløyvågen.....	64
3.4.3.4. Stasjon 5 – Småvær.....	69
4. Diskusjon.....	75

Del I. Makroalge- og lavsamfunnets endringer i littoralsonen langs en eksponeringsgradient, fra fjord til kyst i Troms (romlig variasjon)	75
4.1 Miljø	75
4.1.1. Eksponering.....	75
4.1.1.1. Beskyttede lokaliteter: Stasjon 1, 2 og 4.....	75
4.1.1.2. Middels eksponert lokalitet: Stasjon 3	76
4.1.1.3. Eksponert lokalitet: Stasjon 5	77
4.1.2. Stabilitet og tekstur.....	77
4.2 Arter.....	79
4.2.1. Artsgrupper.....	79
4.2.1.1. Rødalger.....	80
4.2.1.2. Brunalger.....	80
4.2.1.3. Grønnalger og Lav	81
4.2.2. Arter og miljø.....	82
4.2.2.1. Sammenlikninger mellom ordinasjonsanalysene.....	82
4.2.2.2. Stasjon 1 (Hamna) og 2 (Holt).....	83
4.2.2.3. Stasjon 3 (Elvebakken, Balsfjord)	83
4.2.2.4. Stasjon 4 (Kvaløyvågen) og 5 (Småvær)	84
4.2.3. Stasjonenes plassering langs en eksponeringsgradient.....	91
Del II. Makroalge- og lavsamfunnets endringer i littoralsonen gjennom de siste 25 år, fra 1982 - 2007.....	93
4.3 Arter og miljø	93
4.3.1. utfordringer ved å sammenlikne ulike undersøkelser.....	93
4.3.1.1. Feltarbeid; tidspunkt og utførelse	93
4.3.2. Sammenlikninger mellom undersøkelser fra 1982/-83 og 2007	94
4.3.2.1. Tangarter og andre viktige (beltedannende) arter	95
4.3.2.2. Faktorer som kan påvirke fjæresamfunnet.....	96
4.3.2.3. Endringer sett i forhold til luft- og sjøtemperatur	98
4.3.2.4. Endringer sett i forhold til eksponering	106
4.3.2.5. Endringer på grunn av konkurranse	108
4.3.2.6. Endringer sett i forhold til kloakkutslipp	109
4.3.3. Endringer i fjæresamfunnet mellom 1982/-83 og 2007 på lokalitetene i Troms.....	110
5. Referanser.....	113
6. Vedlegg	VII

1. Innledning

1.1. Introduksjon

1.1.1. Norge som en kystnasjon

Norge med sine mange fjorder og skjærgårder har en lang kystlinje. Langs denne kystlinja finnes det et belte bestående av en unik gruppe arter. Kysthabitatet består av planter og dyr som lever sammen i en smalt område mellom land og dypere sjøvann, tilpasset et miljø hvor ingen andre arter kan overleve. Fjæra representerer et helt unikt levested for dyr og planter. De fysiske betingelsene setter store krav til de organismene som lever der, samtidig som fjæresonen byr på store muligheter til de som klarer seg.

1.1.2. Kystsonen; flora og fauna

I området mellom høyvann og lavvann (fjæra/littoralsonen, se under) finner vi en svært særegen flora som er utsatt for både hav, land og luft som møtes nettopp her. Artene som lever her må derfor kunne takle regelmessige, men også brå overganger fra vann til luft og fra et kaldt til et (relativt) varmt miljø. Mange miljøfaktorer spiller en viktig rolle for hvilke arter som kan overleve her (Connell, 1972, Schonbeck & Norton, 1978, Zaneveld, 1937). I tillegg vil de biologiske interaksjonene påvirke mangfoldet av organismer (Connell, 1972, Lubchenco, 1980, Schonbeck & Norton, 1980). Mange arter som lever i littoralsonen kan derfor brukes som indikatorarter og påvise eventuelle store endringer i fjæras levevilkår. For eksempel kan noen makroalgearter indikere graden av eksponering for et område, om det har skjedd store temperaturendringer eller om kystlinja er forurenset. Det er fortsatt mye vi ikke vet om det biologiske marine miljøet og hvordan fysiske og biologiske endringer påvirker hverandre i en helhetlig sammenheng. Det finnes sannsynligvis flere uidentifiserte arter av organismer som kan ha blitt introdusert på grunn av endringer i miljøet langs kysten. I tillegg har plante- og dyresamfunnet i fjæra betydning som næringsområde både for fisk, fugl og pattedyr (Lein et al., 1987, Lein et al., 1988). Hele økosystemet påvirkes altså av floraen og faunaen i littoralsonen. Studier av alger og dyr langs kystlinjen kan hjelpe oss til å forstå disse samvirkningene mellom ulike arter og deres virkninger på miljøendringer. Kunnskap om disse artene og deres økologi er derfor viktig. I denne oppgaven vil fokuset rettes mot den marine vegetasjonen med de arter av makroalger og lav som lever i fjæra.

1.2. Tidligere studier av makroalgevegetasjonen i Norge

1.2.1. Undersøkelser i Norge

Det har vært utført en rekke større og mindre undersøkelser av makroalgevegetasjonen langs norskekysten, men de fleste er gjort i Sør-Norge (Hansen & Lein, 1986). Oslofjorden er kanskje den mest undersøkte kyststrekningen i Norge, der blant andre Gran (1893, 1897), Simmons (1898), Sundene (1953) og Klavestad (1967) har foretatt noen av de mest kjente undersøkelsene. På Sørlandskysten vil arbeider av Norum (1913), Arwidsson (1936) og Røinaas (1968) være noen av de viktigste å nevne, mens Levring (1937) er en av flere som har bidratt til de største undersøkelsene på Vestlandet. I følge Juliussen (1979) har også mindre undersøkelser blitt gjennomført av Jorde og Klavestad, som i tillegg foretok en omhyggelig beskrivelse av makroalgene i Hardangerfjorden tidlig på 1960-tallet (Jorde & Klavestad, 1963). Algevegetasjonen på Mørekyten har blitt studert av blant andre Juel (1966) og Nerland (1973), mens Printz (1926) har beskrevet Trondheimsfjorden. Grenager (1955) utførte kvantitative tareundersøkelser i Nordland på midten av 1900-tallet, men det foreligger også makroalgearbeider av Kleen (1874) for de samme områdene. I Nord-Norge er det vegetasjonen i Troms og Finnmark som er blitt best beskrevet. Kjellman (1883) og Foslie (1890) kartla artene i nordområdene på slutten av 1800-tallet, mens Jaasund (1965) etter midten av 1900-tallet bidro til at mange mikroskopiske arter kunne suppleres til Kjellman og Foslie sine artsfunn. I tillegg har blant annet Svendsen (1959), Kjellman (1883, samt 1875 og 1877 i Svendsen, 1959) og Agardh (1862 i Svendsen, 1959) arbeidet med den marine algefloraen på Spitsbergen.

1.2.2. Undersøkelser i Nord-Norge

Det finnes nærmest ingen kvantitative undersøkelser av algevegetasjonen i Nord-Norge. Imidlertid har det vært gjennomført slike kartlegginger for nordområdene som ikke har blitt publisert (Lein og Oug sine littoralsamfunnsundersøkelser i Troms i 1982). De fleste andre studiene har kun fokusert på artsdiversiteten. Jaasund (1965) kartla de fleste algers utbredelse i både Troms og Finnmark, men ingen av disse undersøkelsene gav grunnlag for mengdevurderinger. Det finnes også generelt lite nyere publiserte undersøkelser av makroalgens forekomst i Troms (Lein et al., 1987). På 1980-tallet ble det gjennomført økologiske studier på enkeltarters forekomst i fjæra i form av hovedfagsoppgaver (cand. scient.) i marinbiologi på Institutt for biologi og geologi og Norges Fiskerihøgskole ved Universitetet i Tromsø (Hansen, 1985, Küfner, 1988, Lindquist, 1985). Juliussen (1979) skrev en floristisksystematisk beskrivelse av den marine benthosalgevegetasjonen i ytre del av

Ofofjorden i Nordland i hovedfagsoppgaven sin, men beregnet heller ikke dekningsgraden til de ulike artene. I 1986 beskrev Hansen og Lein algevegetasjonen rundt Tromsø (Hansen & Lein, 1986), mens Lein, Kufner og Hansen kom i 1987 ut med en rapport om artssammensetningen av alger og dyr i fjæra i Finnmark (Lein et al., 1987). Denne ble året etter sammenfattet til en Økoforsk rapport som inneholdt en konsekvensutredning av oljeforurensningens betydning for alger og dyr på hardbunnsfjæra i Finnmark (Lein et al., 1988). I tillegg har det vært gjennomført forurensningsrapporter i regi av Tromsø kommune og Statens forurensningstilsyn (SFT), der NIVA (Norsk institutt for vannforskning), Akvaplan-niva og Universitetet i Tromsø har stått for den praktiske gjennomførelsen og rapporteringen (Holte et al., 1992, Oug et al., 1985, Velvin et al., 2003). Fokuset i denne oppgaven vil være rettet mot nettopp nordområdene.

1.3. Littoralsonen

1.3.1. Sonering i fjæra

Den marine vegetasjonen i fjæra deles vanligvis inn etter det klassiske systemet hvor tidevannets øvre og nedre nivå setter grensene mellom tre ulike soneringer (Hansen & Lein, 1986, Jorde & Klavestad, 1963, Lewis, 1964, Lüning, 1990, Rueness, 1977). Sonen over høyvannet betegnes som supralittoralsonen (eller sjøsprøytsonen), hvor øvre grense er satt ved overgangen til terrestrisk vegetasjon mens den nedre grensen går ned til høyvannet. Littoralsonen er sonen mellom øvre og nedre grense for tidevannet og utgjør det vi kaller fjæra (Lewis, 1964, se også definisjon i Material og Metode). I områdene rundt Tromsø er vertikalforskjellen mellom ekstremt høy- og lavvann på omkring 3 meter (<http://vannstand.statkart.no>). Algene som til enhver tid er under lavvannet, med unntak av ved ekstreme lavvannsperioder, lever i sublittoralsonen (eller sjøsonen). Øvre grense for sonen er altså ved tidevannets lavvann mens den nedre grensen går der algevegetasjonen opphører (Hansen & Lein, 1986, Lüning, 1990, <http://vannstand.statkart.no>). For Nord-Norge har denne nedre grensen normalt blitt satt til å være på 30-40 meters dyp, men ved nylige kartlegginger av bunnforholdene på Malangsdypet (utenfor fjorden) ble det observert kalkalger (rødalger) ned til 70-80 meters dyp (<http://www.mareano.no/nyheter/2007/malangsdypet>). Selv om det med det blotte øyet ser ut som at det er tidevannet som hovedsakelig bestemmer algenes inndeling i de ulike soneringen, vil dette også være knyttet til de ulike fysiske og biologiske faktorer som virker sammen i de forskjellige vertikalhøydene (se under, Hansen & Lein, 1986, Lüning, 1990).

1.3.2. Makroalgevegetasjonen

1.3.2.1. Fysiske og biologiske faktorer

Alle marine alger trenger sjøvann for å trives. Det finnes mange teorier for hvorfor de fleste algartene likevel har sin øvre og nedre grense i fjæra og ofte mangler helt under lavannsgrensen (Connell, 1972, Lubchenco, 1980, Schonbeck & Norton, 1978, Schonbeck & Norton, 1980, Zaneveld, 1937). Fysiske faktorer som lyskvalitet- og kvantitet, substrat, temperatur, saltholdighet, næringstilgang og vannbevegelser (bølgeeksponering og tidevann) er noen av de elementene som påvirker denne soneringen i fjæra. Imidlertid bestemmes sannsynligvis den øvre grensen av mekanismer som har med ”vær og vind” å gjøre. Det ser her ut til at uttørking har større påvirkning enn frost. Flere forsøk, blant annet av Baker (Baker, 1909 og Baker, 1910 i Connell, 1972), har vist at kun de mest hardføre artene som tålte kraftig tørke og høye temperaturer vokste bra og overlevde på lang sikt i de øverste delene av littoralsonen. Algene er trolig bedre tilpasset frost enn uttørking, i motsetning til høyere planter. Hvilke mekanismer som bestemmer artenes nedre grense, virker imidlertid mer komplisert og omfatter en rekke former for biologisk konkurranse (Connell, 1972, Lubchenco, 1980). Dette innebærer intra- og interspesifikk konkurranse om plass mellom algartene, samt mellom alger og dyr (for eksempel rur og blåskjell). I tillegg vil herbivore dyr (for eksempel kråkeboller, strandskjell og albuskjell) påvirke artenes forekomst i fjæra (Berge & Vader, 2001). Artenes veksthastighet vil her spille inn som en viktig faktor på konkurransedyktighet.

1.3.2.2. Rødalger

De fleste rødalgeartene finner vi under lavvannet, nede i sublittoralsonen (Rueness, 1977, Rueness, 2005). Mange er små og vokser i sublittoralsonen og på dypere vann, slik at de ikke er like fremtredende som brunalgene. På beskyttede fjærer finner vi dem under tangbeltet hovedsakelig i de nedre delene av littoralsonen, beskyttet mot lys og uttørking. Imidlertid vokser rødalgene lenger opp i fjæra på utsatte steder og kan danne belter. Eksempler på arter er *Porphyra umbilicalis* (vanlig fjærehinne), *Devaleraea ramentacea* (draugskjegg), *Mastocarpus stellatus* (vorteflik) og *Corallina officinalis* (krasing), *Rhodomela confervoides* (teinebusk), *Chondrus crispus* (krusflik) og *Palmaria palmata* (søl). Også arter av kalkalger trives oppover i fjæresonen, selv om denne gruppen alger hovedsakelig dominerer i sublittoralsonen (Rueness, 1977).

1.3.2.3. Brunalger

Det er blant brunalgene vi finner de største sjøvektene, og langs Norges kyst utgjør de hovedmassen av den marine vegetasjonen (Rueness, 2005). I fjæresonen er det arter av tangordenen Fucales som dominerer, for eksempel *Fucus vesiculosus* (blåretang) og *Ascophyllum nodosum* (grisetang), mens tareartene innen ordenen Laminariales overtar dominansen på større dyp, for eksempel *Laminaria digitata* (fingertare) og *Laminaria hyperborea* (stortare). Brunalger er utpregete havorganismer og avhengig av sjøvann for å trives (de vokser kun i de periodene de er dekket av sjøvann). Algene tåler å bli tørrlagt for en stund hver dag, men dette er ikke nødvendig. Et mulig unntak er *Pelvetia canaliculata* (sautang) som vokser høyest oppe i fjæra av alle algeartene. Ved studier har denne arten vist seg å trives bedre når den ikke er konstant neddykket i sjøvann (Fischer, 1929 i Connell, 1972, Lüning, 1990).

På de fleste stedene langs Norges langstrakte kyst er fjæra dekket av et tangbelte med brunalger. Dette beltet er delt inn i ulike horisontale soneringer, der ulike tangarter er vokser på ulike høyder i fjæra (Stephenson & Stephenson, 1949 i Hansen & Lein, 1986, Lewis, 1964). Et slikt soneringsbelte er vanlig langs nordvestkysten av Europa og USA, samt Canada, men finnes ikke overalt (Hansen & Lein, 1986, Kjellman, 1883, Svendsen, 1959). I Arktis mangler tangbeltet helt på grunn av isskuring, mens i varmere himmelstrøk er sollyset for sterkt og lufttemperaturen for høy til at brunalgene kan overleve tørkepåkjenningene og vokse i fjæra (Lüning, 1990, Sundene, 1953). Men også her til lands finnes det områder hvor tangbeltet er fraværende. Fordi algene trenger et fast underlag å feste seg til så vokser det ikke tang på kyststrekninger med sandstrender. Derimot er det mindre viktig hvilke bergarter dette underlaget består av siden algene ikke bruker "røttene" til å ta opp næring som høyere planter, men kun som festeorgan. Brunalger tåler heller ikke ubegrenset med bølgeslag, selv om *Alaria esculenta* (butare) ser ut til å klare dette bedre enn de andre tang- og tareartene. Brunalgebeltene er best utviklet på bølgebeskyttede lokaliteter, mens på bølgeeksponerte steder reduseres tangbeltet og rødalgene vil dominere (Hansen & Lein, 1986).

1.3.2.4. Grønnalger

Grønnalger finnes på de fleste stedene der det kan vokse alger, både i fjæra og på store dyp, på beskyttede og på utsatt kyst (Rueness, 2005). De ser imidlertid ut til å ha et fortrinn i områder med store vekslinger i miljøforholdene, som i fjæreplytter der saltholdigheten varierer fra nesten ferskt vann til konsentrert saltoppløsning, etter inndamping. Også i brakkvannsområder og i forurensede havneområder vil de kunne utkonkurrere tang i fjæra og

prege vegetasjonen (Rueness, 2005). I tillegg er de ofte pioneralger på nytt substrat, der naturlige eller menneskeskapte endringer i miljøet har drevet vekk de stedege artene (for eksempel etter isskuring). Mange arter er ettårige trådalger som hovedsakelig finnes på våren og sommeren.

1.3.3. Algeassosiasjoner (-belter)

1.3.3.1. Horisontale sjikt

De fleste større tangartene danner tydelig belter i littoralsonen (Hansen & Lein, 1986, se over). Beltene har fått navnet assosiasjoner, og henspiller på særlige dominerende arter i området (Sundene, 1953). Hansen & Lein (1986) kartla algevegetasjonen i Tromsø tidlig på 1980-tallet, og illustrerte de typiske vertikale plasseringene av de dominerende artene i fjæra. Av de store tangartene utgjorde *Pelvetia canaliculata*- og *Fucus spiralis*-beltene (spiraltang) i den øvre delen av littoralsonen en ubetydelig del av den totale biomassen (Hansen & Lein, 1986). *Fucus vesiculosus* hadde ofte bred utbredelse i fjæra og kunne flere steder overlape deler av *F. spiralis*-beltet. Den dominerende arten var allikevel *Ascophyllum nodosum* i et bredt belte fra *F. spiralis*- og *F. vesiculosus*-sonene i den øvre littoralsonen og ned til *Fucus serratus* (sagtang) nederst i fjæra (gjerne overlappende både i øvre og nedre sonekant). *F. serratus*-beltet spente ned i sublittoralsonen, ofte ned i en tett vegetasjon av *Laminaria digitata* i tillegg til arter som *Saccharina latissima* (sukkertare), *Alaria esculenta* og *Chorda filum* (martaum, Hansen & Lein, 1986). Men også mindre alger dannet slike horisontale soner, selv om de ikke var så iøynefallende som de større tangartene. I øverste del av littoralsonen, i overgangen til supralittoralsonen, kan skorpeformete laver som *Verrucaria maura* (marebek) danne tydelige svarte belter på fjell og stein. I tillegg vil rødalgen *Porphyra umbilicalis* og grønnalgen *Prasiola stipitata* (måsegrønnske) være et vanlig syn på mer bølgeeksponerte lokaliteter. Nederst i littoralsonen vil ofte de reim- og bladformete rødalgene ta over for tangartene og danne belter særlig på eksponerte lokaliteter (Hansen & Lein, 1986). I områdene rundt Tromsø (for eksempel Sydspissen på Tromsøya) vil dette være arter som *Palmaria palmata*, *Devaleraea ramentacea*, *Chondrus crispus* og *Rhodomela confervoides*.

1.3.3.2. Vertikale sjikt

I tillegg til disse horisontale beltene/sonene av ulike arter kan man også dele vegetasjonen inn etter vertikale sjikt (eller strata), slik som det er vanlig i den terrestriske botanikken (Hansen & Lein, 1986). De store dekkende tangartene vil da utgjøre stratum 1, mens de mindre oppreiste plantene vil være stratum 2. Stratum 3 blir de minste oppreiste artene sammen med de skorpeformete (Hansen & Lein, 1986, Lüning, 1990). Det er vanlig at ulike tangart-

assosiasjoner (for stratum 1) danner spesielle artssammensetninger med følgearter som undervegetasjon for assosiasjonen. For eksempel så vil en *Fucus vesiculosus*-assosiasjon ofte ha følgeartene *Pylaiella littoralis* (perlesli), *Ectocarpus siliculosus* (vanlig brunsl), *Cladophora* spp. (grønndusker), *Elachista fucicola* (tanglo), *Sphacelaria cirrosa* og *Ulva* spp. vanligvis som epifyttisk arter, mens særlig *Hildenbrandia prototypus*, *Phymatolithon lenormandii* (flatrugl), *Rhodochorton purpureum* og *Sphacelaria* spp. forekommer som undervegetasjon (Rueness, 1977). I en *Ascophyllum nodosum*- assosiasjon vil gjerne stratum 2 domineres av grønnalgen *Cladophora rupestris* (vanlig grønndusk). I stratum 3 råder ofter den skorpeformete rødalgen *Hildenbrandia rubra* (fjæreblod), rødalgen *Audouinella purpurea* (rødpusling), den røde kalkalgen *P. lenormandii* og brunalgearter av slekten *Sphacelaria* (Hansen & Lein, 1986). De fleste plantene under *A. nodosum* inngår også i *Fucus serratus*-assosiasjonen, men i tillegg vil en rekke andre, mindre tørketolerante arter dukke opp fordi denne assosiasjonen lever større deler av tiden under vann (Hansen & Lein, 1986). Tilleggsartene er ofte grønnalgen *Monostroma obscurum* (brunlig havsalat) og brunalgene *Scytosiphon lomentaria* (fjæreslo), *E. siliculosus* og *Chordaria flaggelliformis* (strandtagl). For de to øverste assosiasjonene, *Pelvetia canaliculata*- og *Fucus spiralis*-assosiasjonen, vil det være få andre arter som er tilpasset de store tørkeperiodene de må utsettes for. De som allikevel bør nevnes er den løstliggende grønnalgen *Rhizoclonium riparium* (krypstråd) og laven *Verrucaria maura* (marebek).

1.3.3.3. Ettårige alger

Det finnes også noen algeassosiasjoner som er begrenset i sin forekomst til enkelte sesonger (Rueness, 1977). For eksempel danner *Ulothrix* (grønnhår)/*Urospora* (grønnsli)-assosiasjonen et iøynefallende grønt belte i supralittoralsonen om våren, men forsvinner om sommeren og kan på enkelte lokaliteter erstattes av andre assosiasjoner, for eksempel *Nemalion helminthoides* (rødsleipe)-assosiasjonen. Fjæreplytter eller littoralbassenger vil også inneholde en helt særegen algeflora med sine store vekslinger i temperatur, saltholdighet og pH (Rueness, 1977).

1.3.4. Indikatorarter

De enkelte algeartene reagerer forskjellig på forandringer i det fysiske og/eller biologiske miljøet (Rueness, 1977). Dette gjør at algevegetasjonens artssammensetning karakteriserer det miljøet den lever i. Som regel er det en kombinasjon av flere økologiske faktorer som ligger til grunn for artsdiversiteten. Imidlertid reagerer ofte artene mer på enkelte miljøendringer enn andre. Dette kan for eksempel være eksponering, saltholdighet eller temperatur. Med god nok

kunnskap om artenes utbredelse kan man bruke dem som indikatorarter ved forandringer i miljøet (Rueness, 1977). Blant annet så er de flerårige fucaceene gode indikatorarter på miljøendringer (Bokn & Lein, 1978). *Ascophyllum nodosum* og *Pelvetia canaliculata* trives på beskyttede lokaliteter, mens *Fucus evanescens* (gjelvtang) trives på moderat til eksponerte områder i Troms og har ved studier i Sør-Norge vist seg å tåle endringer i saltholdig og forurensning (<http://www.artsdatabanken.no/Article.aspx?m=173&amid=2578>, Bokn et al., 1992 i Steen & Scrosati, 2004, Jaasund, 1965, Steen & Scrosati, 2004). Mange arter av planter og dyr lever som epifytter på disse større tangbelteartene eller finnes som en del av undervegetasjonen. Store forstyrrelser av fucaceene kan derfor føre til at hele littoralsonen endres. I tillegg har man en rekke rødalger som kun vokser i littoralsonen på eksponerte kystlokaliteter (for eksempel *Corallina officinalis* og *Antithamnionella floccosa*), eller på beskyttede lokaliteter (for eksempel *Polysiphonia fucoides* (svartdokke), *Devaleraea ramentacea* (i Troms, Hansen, 1985), *Ahnfeltia plicata* (sjøris) og *Porphyra purpurea* (purpurfjærehinne). *D. ramentacea* er i tillegg en nordlig art som trives i kaldere (arktiske) vannmasser (se under, Hansen, 1985). Mange grønnalger er imidlertid stresstolerante og tåler store og raske endringer i saltholdighet og forurensning (Rueness, 2005). Oversikt over noen arter som kan karakteriseres for ulike miljø (med fokus på Nord-Norge), finnes i vedlegg 1.

1.3.5. Kunnskap om Nord-Norge

Vannmassene langs kysten av Norge er preget av varmt atlantisk havvann og kaldere kystvann (Hansen & Lein, 1986). Dette vil kunne gjenkjennes i vegetasjonsbildet. Nordlige arter som *Devaleraea ramentacea* med en sirkumpolar utbredelse vil være representert i vegetasjonen på bølgebeskyttede områder sør i Troms og vokse i tydelige belter lengre nord (Hansen & Lein, 1986, Juliussen, 1979, Jaasund, 1965). I Finnmark vil den etter hvert kunne dominere hele fjæra, som *Mastocarpus stellatus* og *Corallina officinalis* gjør i sørligere områder. Lokalt vil temperaturen spille en mindre rolle for fjæresamfunnene (Hansen & Lein, 1986). Andre miljøfaktorer som bølgepåvirkning, fjæras stabilitet (substrattype) og saltholdigheten, men også fjæras himmelretning og helningsvinkel vil her være med å virke inn på artsdiversiteten og deres mengdeforhold (se over). Alt dette vil legges til grunn og vurderes i forhold til undersøkelsene som er gjennomført i denne oppgaven.

1.4. Mål

Med denne oppgaven vil jeg forsøke å forsette det kvantitative kartleggingsarbeidet av makroalgесamfunnet i de norske nordområdene, med fokus på områdene rundt Tromsø. Lein og Oug (upubl. data) la ned et stort kartleggingsarbeid på ulike fjærelokaliteter i Tromsøområdet i 1982, uten at dette har blitt bearbeidet. Det følteѕ derfor naturlig å fortsette arbeidet i de samme områdene og samtidig kunne se om littoralsonen har blitt utsatt for store endringer i løpet av de siste 25 årene. I denne oppgaven ble det fokusert på å undersøke artsdiversiteten og mengdeforhold av makroalger og lav i littoralsonen på fem lokaliteter i kyst- og fjordområder rundt Tromsø. Artenes plassering i littoralsonen var også en del av kartleggingen. Undersøkelsen er delt i to analysedeler:

Del I. Makroalge- og lavsamfunnets endringer i littoralsonen langs en eksponeringsgradient, fra fjord til kyst i Troms (romlig variasjon).

I den første delen er artsresultatene fra innsamling i 2007 sett i sammenheng med områdenes miljø, med hovedfokus på en eventuell eksponeringsgradient mellom stasjonene fra fjord- til kystområder. Andre fysiske faktorer som vil kunne henge sammen med bølgeeksponeringen og/eller som kan påvirke artenes forekomst ble også tatt med i tolkingen. Langs en gradient innover i fjordene finner man ofte en samfunnsendring som er nært korrelert med forandringer i substratets stabilitet, tekstur og lokaltopografiske forhold i fjæra (helning) (pers. med. Tor Eiliv Lein). Dette ble studert her. Hovedfokuset i oppgaven var på denne analysedelen.

Del II. Makroalge- og lavsamfunnets endringer i littoralsonen gjennom de siste 25 år, fra 1982 - 2007.

Her ble i tillegg de gamle undersøkelsene etter Lein og Oug i 1982 (upubl. data), samt undersøkelsene som ble gjennomført av NIVA og Akvaplan-niva i 1983, 1991 og 2001, sammenliknet med dagens status for alge- og lavsamfunnet på de samme lokalitetene. Det ble også satt søkelys på artsdiversitet og mengden av de enkelte artene ved ulike vertikalhøyder i fjæra sammen med miljøfaktorer som bølgeeksponering, fjæras stabilitet og tekstur, luft- og sjøtemperatur, saltholdighet, soleksponering og fjæras himmelretning og helning. Sammenlikningen fokuserte på endringer mellom de tidligste undersøkelsene fra 1982/-83 og 2007-undersøkelsene i forbindelse med denne oppgaven (se Del I). Men det ble også gjennomført noen sammenlikninger med Akvaplan-niva-undersøkelsene i 1991 og 2001. Tre av stasjonene (Elvebakken, Kvaløyvågen og Småvær) ble valgt etter upublisert materiale fra

Lein og Oug (Littoralsamfunnsundersøkelse i Troms, 1982) mens de to resterende stasjonene (Hamna og Holt) hadde NIVA og Akvaplan-niva tidligere brukt som overvåkingsområder ved flere resipientundersøkelser de siste 30 årene (Holte et al., 1992, Oug et al., 1985, Velvin et al., 2003). For at sammenlikningen skulle være holdbar ble metoden gjort så identisk som overhode mulig etter beskrivelse fra NIVA-rapporten "Basisundersøkelse i Tromsøysund og Nordbotn 1983" (Oug et al., 1985).

2. Material og Metode

Feltarbeidet ble gjennomført i Troms fylke i løpet av juni og juli 2007. Arts- og miljødata ble samlet inn på fem lokaliteter (stasjoner) langs et transekt som strakte seg fra inne i Balsfjorden og ut mot åpent hav utenfor Kvaløya (Fig. 1, Tab. 1). Metoden ble gjort så identisk som overhode mulig etter beskrivelse fra NIVA-rapporten "Basisundersøkelse i Tromsøsund og Nordbotn 1983" (Oug et al., 1985) og med muntlig hjelp fra Eivind Oug, samt Tor Eiliv Lein og Regina Kufner.

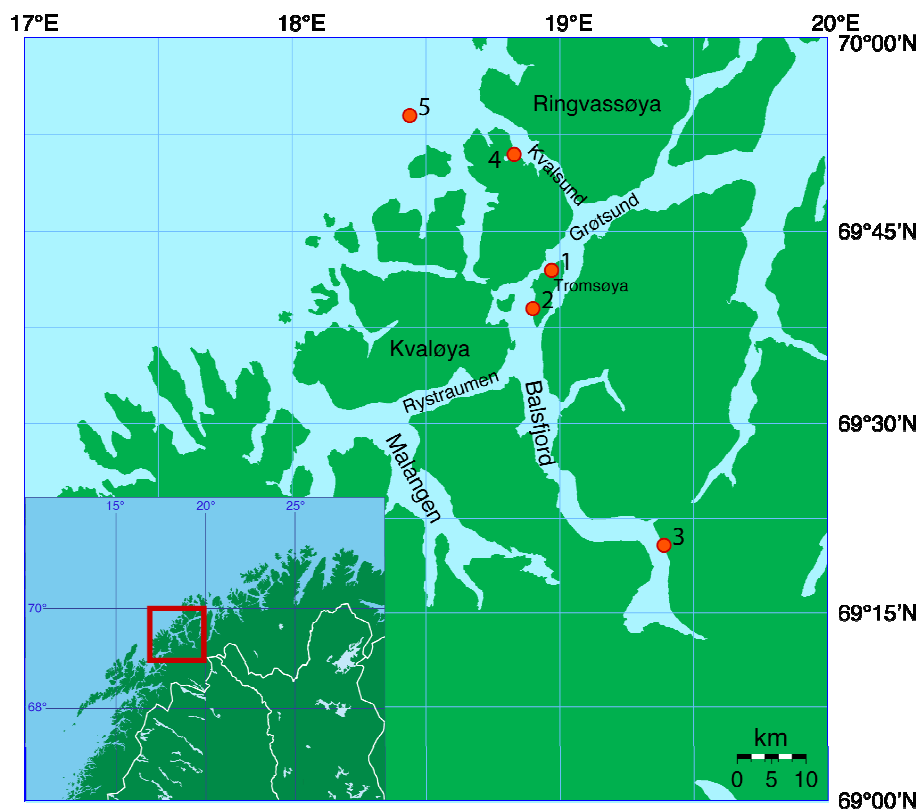
Tabell 1. Oversikt over lokalitetene med stasjonsnummer, ved hvilke tidspunkt feltarbeidet ble utført i 2007, posisjon (i desimalminutter) og dominerende substrat.

Stasjonsnr./ Dato	Navn/Lokalitet	GPS-posisjon (desimalminutter)	Dom. substrat
1 (15.juni)	Hamna (Sandneshavn)	69° 42,189'N; 18° 58,340'E	Stein
2 (16.juni)	Holt	69° 39,236'N; 18° 54,180'E	Stein
3 (2.juli)	Elvebakken (Balsfjord)	69° 20,609'N; 19° 23,180'E	Stein
4 (3.juli)	Kvaløyvågen	69° 51,229'N; 18° 49,669'E	Stein/Fjell
5 (6.juli)	Småvær	69° 53,938'N; 18° 26,121'E	Fjell

2.1. Områdebeskrivelse

Hovedområdene for denne undersøkelsen var de fem lokalitetene Sandnessundet (st. 1, Hamna og st. 2, Holt), Balsfjorden (st. 3, Elvebakken), Kvalsundet (st. 4, Kvaløyvågen) og yttersiden av Kvaløya (st. 5, Småvær) (Fig. 1, Tab. 1). Balsfjorden er en stor og dyp terskelfjord (Eilertsen & Skarðhamar, 2006) som er lokalisert sør for Tromsøya. Den strekker seg fra Tromsøya i nord til Nordkjosbotn i sør-sørøst, omkring 50 km inn i landet. Innerst i fjorden renner Nordkjoselva ut i fjorden. Bortsett fra denne store elven har fjorden kun små lokale ferskvannskilder. Den nærmeste elven til lokaliteten på Elvebakken (st. 3) er Thomasjordelva. Tromsøsundet, lokalisert mellom Tromsøya og fastlandet, er et område som blir sterkt påvirket av menneskelige utslipp fra byen Tromsø (Oug et al., 1985). Sandnessundet, nordvest for Tromsøya, er også utsatt men vil trolig være mindre påvirket. Lokale kloakkutslipp er imidlertid bestemmende for dette (Velvin et al., 2003). Selv om algesamfunnene synes å være friske, har sannsynligvis fjærene langs kystlinjen rundt hele Tromsøya og i nærområdene til en viss grad måttet gjennomgå miljøendringer de siste tiårene. Fjordsystemet rundt Tromsø har tre forbindelser til åpent hav; Malangen (Rystraumen), Kvalsundet og Grøtsundet (Fig. 1). Imidlertid er Kvalsundet og Rystraumen begrenset av grunne terskler slik at dypere vannmasser ikke kommer inn til Tromsøområdet.

Vanntransporten rundt Tromsø er generelt nordgående med strømmer som følger tidevannet. De nærmeste ferskvannstilførslene for Tromsø finnes i Malangen (Bardu/Målselvassdraget). Kvaløyvågen (st. 4) er lokalisert nord på Kvaløya og sørvest i Kvalsundet som ligger mellom Kvaløya og Ringvassøya (Fig. 1). Liggende inne i et sund og vendt nord-nordvest, ligger lokaliteten noe beskyttet til. Småvær (st. 5) består av en liten øygruppe utenfor Kvaløya, vest for Mus- og Gåsvær og sør for Lyngøya. Mindre holmer samlet i en klynge beskytter fjæresamfunnene i noen grad mot det åpne havet.

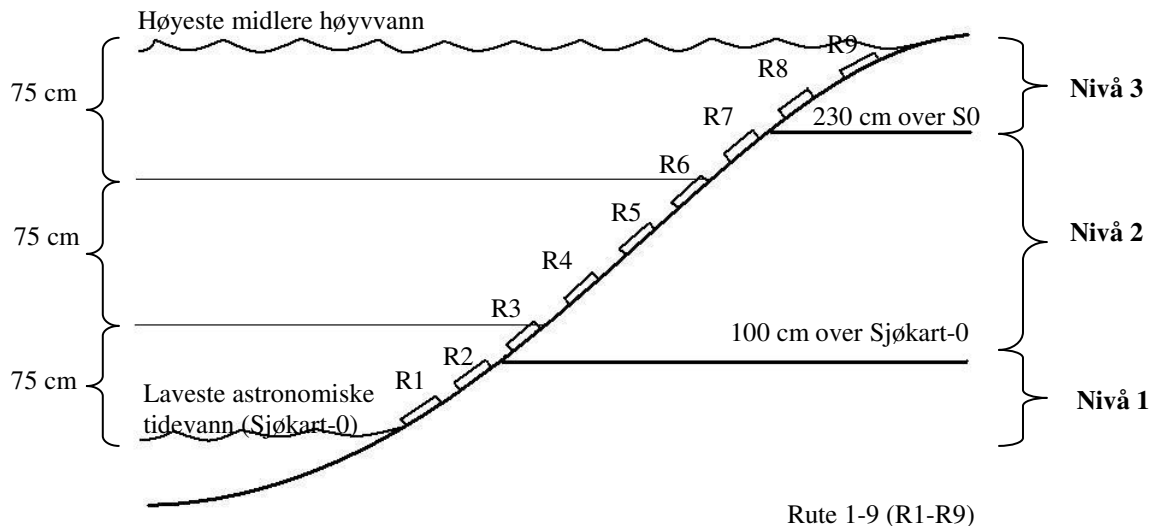


Figur 1. Kart over undersøkelsesområdet med oversikt over plasseringen til stasjon 1 (Hamna), stasjon 2 (Holt), stasjon 3 (Elvebakken), stasjon 4 (Kvaløyvågen) og stasjon 5 (Småvær).

2.2. Innsamling av arts- og miljødata

På hver lokalitet ble det tatt ni delprøver (ruter) i littoralsonen langs en linje fra øvre til nedre del av fjæra, vinkelrett på kystlinjen (Fig. 2 og 3). Littoralsonen er definert som den øverste grensen for den gjennomsnittlige vannstanden og ned til et nivå liggende mellom 0 og 50 cm over 0-punktet (laveste astronomiske tidevann, LAT), fastsatt av Sjøkartverket (Sjøkart-0, S0) (<http://vannstand.statkart.no/tidNiv.php?var=side5>). Hver delprøve bestod av et kvadratisk areal på 50x50 cm, og for hver 75 cm vertikalhøyde i fjæresonen ble det lagt ut tre ruter. Disse ble fordelt utover hver 75 cm inndelte vertikalhøyde sin lengde med tilnærmet like stor

avstand mellom hverandre. Avstanden mellom rutene for hele fjæresonen var derfor ikke konstant, men avhengig av områdets helning. Slik ble mesteparten av de ulike vertikalhøydene i fjæresonen representert i prøveresultatene.



Figur 2. Skisse av littoralsonen (fjæra) og hvordan den har blitt delt opp under feltarbeidet.

Lengden på littoralsonen og avstanden mellom rutene ble målt med målebånd, fra et 0-punkt øverst i littoralsonen (øvre kant på rute 9) og ned til nedre kanten på rute 1 nederst i fjæra. Høyden i littoralsonen ble beregnet ved hjelp av nivelleringsutstyr, og for hver lokalitet ble det målt opp et referansepunkt i forhold til Sjøkart-0. Dette referansepunktet ble brukt som utgangspunkt for alle videre høydemålinger. Alle de ni rutene i littoralsonen ble nivellert ved nedre og øvre rammekant, i tillegg til at laveste og høyeste punkt inne i hver rute ble målt opp i forhold til Sjøkart-0. Alle tidevannsdata som ble brukt til å bestemme vertikalhøydene i littoralsonen og finne ideelle prøvetakingsdager, ble hentet fra Statens sjøkartverk sine vannstandsdata (<http://vannstand.statkart.no/skjema3.php>). Sjøkartverket har 23 faste målestasjoner langs norskekysten og ved å legge inn posisjonene for de ulike lokalitetene ble tidevannet beregnet ut i fra den nærmeste målestasjonen. For lokalitetene i denne oppgaven var Tromsøya målestasjon den nærmeste, med unntak av den ytterste lokaliteten ute på Småvær (st. 5) som ble beregnet ut i fra tidevannsdata fra Andenes målestasjon. For å oppnå en best mulig representasjon av artene i littoralsonen var det hensiktsmessig å foreta feltundersøkelsene til tider der tidevannet var lavest mulig. All prøvetaking ble derfor gjennomført i springlavvannsperioder på tidspunkt hvor lavvannet var lavere enn 50 cm over Sjøkart-0 (www.vannstand.statkart.no).



Figur 3. Stasjon 4 (Kvaløyvågen) med rute 9 (nærmest) til rute 3 fordelt langs en tiltenkt linje vinkelrett på kystlinja.

2.1.1. Artsdata

2.1.1.1. Ute i felt

Mengden av hver art ble bestemt i felt og angitt som prosentvis dekning for hver rute og for hvilket substrat de vokste på. For å fastsette hver rute ble det brukt stålrammer på 50x50 cm, som videre ble delt inn i 25 småruter for å forenkle en nøyaktig bestemmelse av dekningsgraden. Hver enkelt art kunne totalt ha en dekning på 100 % for hver rute, og ettersom artene ble arts- og mengdebestemt ble de fjernet fra ruten. Slik ble det lettere å bestemme dekingen til de underliggende artene. Hver enkelt arts vekst på ulike substrater ble fordelt etter prosentvis dekning på substratene for hver rute, med substratinndelingen: fjell, stein >50 cm i dm, stein 15-50 cm i dm, stein 5-15 cm i dm, stein 1-5 cm i dm, stein, sand, grus, epifytt (med artsnavn) og epizoo (med artsnavn). For enkelhets skyld ble alle enkeltobservasjoner regnet som 1 %, som den lavest mulige dekningsgraden i oppgaven. På grunn av enkeltobservasjonenes høye dekningsgrad i forhold til realiteten, var ikke den totale dekingen av artene nødvendigvis lik summen av artenes dekning på de ulike substratene. Hadde alle enkeltobservasjonene på 1 % blitt lagt sammen, ville dekningsprosenten for hver art blitt for høy i forhold til den reelle dekingen. Også tangbeltene (deres øvre og nedre kant) ble målt opp i fjæra, etter lengde fra øvre littoralsonegrense og vertikalhøyde i forhold til Sjøkart-0.

2.1.1.2. Laboratoriearbeid

For mer detaljert informasjon ble alle arter samlet inn, fiksert med 4 % formalin i sjøvann og identifisert på laboratoriet i etterkant. Der rutene bestod av tett bunnvegetasjon ble det laget skrapeprøver av flere småfelt inne i rammen, som også ble tatt med for videre identifikasjon. Mange juvenile og små arter ble kun funnet på laboratoriet i lupe eller mikroskop. Den prosentvise dekingen for disse artene var noe usikker, men sammen med enkeltindivider ble de også registrert med dekningsgraden 1 %. På laboratoriet ble alle prøvene nøye sortert og identifisert i lupe. Små arter og juvenile individer ble bestemt i mikroskop og med måleokular om nødvendig. Det ble tatt mikroskopibilder av enkelte arter, mens andre ble preparert i innleiringsmiddel etter oppskrift gitt av Jan Rueness (pers. med.). Innleiringsmiddelet bestod av en blanding av 10 ml Corn Sirup (Karo), 40 ml destillert vann, 2 ml 1 % anilinblått og 10 ml 40 % formalin. Prepareringen ble så gjennomført ved å legge algen på et objektglass, tilsette 1-2 dråper innleiringsmiddel rundt algen og forsiktig legge et dekkglass over uten å få noen luftbobler liggende igjen mellom objekt- og dekkglass. Innleiringsmiddelet tørket inn i løpet av et par dager. Alger som hverken ble fotografert eller preparert ble samlet på dramsglass til en referansesamling.

2.1.1.3. Artsbestemmelser

For artbestemmelse av alle makroalge- og lavartene ble det brukt en rekke bestemmelseslitteratur: Bird & McLachlan (1992), Campbell (1977), Jaasund (1951, 1957, 1964, 1965), Kjellman (1883), Lund (1959), Pedersen & Vasshaug (1978), Rueness (1977, 2005, 2006a, 2006b, 2006c), Sears (2002), Taylor (1957), Wiktor et al. (1995), Åsen (1980) og www.algaebase.org/, samt boksamlingen "Seaweeds of the British Isles: a collaborative project of the British Phycological Society and the British Museum (Natural History)": Brodie & Irvine (2003), Burrows (1991), Dixon & Irvine (1977), Fletcher (1987), Irvine (1983), Irvine & Chamberlain (1994) og Maggs (1993). I tillegg var Jan Rueness ved Universitetet i Oslo en uvurderlig ressurs både i forkant og etterkant av laboratoriearbeidet. Alle artsnavn ble oppdatert ved bruk av nettsiden www.algaebase.org/, per 22-23. november 2007.

2.1.2. Miljødata

I likhet med de tidligere littoralsamfunnsundersøkelsene til Lein og Oug med fler (Oug et al., 1985, unpubl. data) ble det målt tre miljøvariabler på hver stasjon: eksponering, stabilitet og tekstur. I tillegg ble også midlere verdier for luft- og sjøtemperatur, samt saltholdighet for de siste fem årene tatt med i betraktning.

2.1.2.1. Meteorologiske data

Lufttemperatur (°C) ble hentet ut fra Meteorologisk institutt sin eksterne klimadataside (www.eklima.no). I tillegg var Stein Erik Øynes og Ane Fors ved Værvarslinga for Nord-Norge i Tromsø behjelpelige med å samle inn relevante data. Midlere verdier for tidsperioden 2002-2006 fra de nærmeste værstasjonene ble brukt i utregningene (Tab. 2).

Tabell 2. Oversikt over hvilke meteorologiske målestasjoner med lufttemperatur (°C) som ble brukt til å beregne den midlere verdien for en fem-årsperiode for de ulike lokalitetene.

Stasjonsnr.	Meteorologisk stasjon (målest.nr.)	H.o.h. (m)	Årstall	Posisjon (desimalminutter)
Lufttempertur (°C)				
1) Hamna	Tromsø-Langnes (90490)	8	2002-2006	69° 40,602' N; 18° 54,798' E
2) Holt	Tromsø-Langnes (90490)	8	2002-2006	69° 40,602' N; 18° 54,798' E
3) Elvebakken	Tromsø-Langnes (90490)	8	2002-2006	69° 40,602' N; 18° 54,798' E
4) Kvaløyvågen	Tromsø-Langnes (90490)	8	2002-2006	69° 40,602' N; 18° 54,798' E
5) Småvær	Hekkingen fyr (88690)	14	2002-2006	69° 36,048' N; 17° 50,250' E

For nordområdene vil antall soltimer gjennom et døgn variere mye gjennom året. Men siden lokalitetene lå såpass nærme hverandre antas det at lysintensiteten er lik og antall soltimer tas ikke med i beregningene. Imidlertid, for å kunne sammenlikne stasjonene med hensyn til deres soleksponering, er det også nødvendig å se på himmelretningen til de ulike fjærelokalitetene. En fjære som er sørvendt vil være mye mer utsatt for soltørking enn en nordvendt lokalitet. Dette endrer seg noe under perioden med midnattssol. Midnattssol i Tromsøområdet varer fra 20.mai til 22.juli (datoen kan variere med 24 timer, den ene eller andre veien, fra år til år, http://retro.met.no/met/met_lex/l_p/morketid.html).

Fjæras helning vil også spille inn på artsdiversiteten. Er littoralsonen veldig bratt vil ikke artene kunne feste seg like godt som ved en slakere helning. Helningene for lokalitetene i oppgaven ble beregnet ut i fra vertikalhøyden til øvre rammekant på rute 9 (øverst i littoralsonen) og vertikalhøyden til nedre rammekant på rute 1 (nederst i littoralsonen), samt lengden (i meter) mellom disse høydemålene. På bakgrunn av disse tallene kunne helningen regnes ut ved hjelp av pytagoras læresetning.

2.1.2.2. Hydrologiske data

Data for sjøtemperaturen (°C) og salholdigheten (psu) ble hentet ut fra Norges Fiskerihøgskole sine havmiljødata tatt av R/V Johan Ruud på sine årlige målinger på faste stasjoner i Troms (pers. med. Ulf Normann). Målinger fra 0-1 meter ble benyttet til å beregne midlere månedstemperaturer og temperaturdifferanseverdier over en fem-årsperiode.

Temperaturdifferansen ble beregnet som differansen mellom de høyeste og laveste midlere månedstemperaturene sammenlagt for alle fem årene (Tab. 3). Målingene ble hentet fra målestasjonene som var lokalisert nærmest lokalitetene. Med unntak av målestasjonen ved Gåsvær, hvor det ikke lengre tas målinger, ble alle middelverdiene beregnet ut i fra målinger fra år 2002 til 2006 for de årene det fantes data. Det må også nevnes at målingene ikke var tatt ved de eksakt samme datoene for hvert år.

Tabell 3. Oversikt over hvilke målestasjoner med havmiljødata som ble brukt til å beregne den midlere verdien av sjøtemperatur (°C) og saltholdighet (psu) for stasjonene 1-5. Verdiene er basert på et gjennomsnitt av verdier fra 0-1 meters dyp for de fem siste årene det har vært gjennomført målinger på de respektive målestasjonene.

Stasjonsnr.	Oppr. stasjonsnavn	Lokalitet	Årstall	Posisjon (desimalmin.)
1) Hamna	Kvalsund/Grøtsund	(7A)	2002-2006	69° 46,300'N; 19° 07,000' E
2) Holt	Kvalsund/Grøtsund	(7A)	2002-2006	69° 46,300'N; 19° 07,000' E
3) Elvebakken	Balsfjord, Tennes	(11)	2002-2006	69° 17,400'N; 19° 22,500' E
4) Kvaløyvågen	Kvalsund/Grøtsund	(7A)	2002-2006	69° 46,300'N; 19° 07,000' E
5) Småvær	Kvalsund/Gåsvær	(7C)	1993-1997	69° 54,900'N; 18° 40,200' E

2.1.2.3. Eksponering

Eksponering (bølgeeksponering) er et uttrykk for hvor stor påvirkning sjøen har på kysten. Vindstyrke sammen med dens vinkelstørrelse og lengde med åpen sjø i forhold til lokaliteten, er med på å bestemme hvor lenge bølgene får bygget seg opp og tilta i styrke (se under). Eksponeringstallet har blitt beregnet på mange ulike måter. Baardseth (1970) baserte bølgeeksponeringen på antall sektorer med åpen sjø av totalt 40 sektorer med en radius på 7,5 km rundt lokalitetene. Senere ble sektormetoden noe modifisert av Tangen (1976), som tok i bruk midlere vindmengde fra gitte himmelretninger i kalkuleringene. En sirkel med 36 sektorer og radius på 0,5 km fordelt på 12 himmelretninger var utgangspunktet for beregningen av et eksponeringstall E, gitt ved

$$E = (V_1 \times S_1) + (V_2 \times S_2) + (V_3 \times S_3) + (V_4 \times S_4) + \dots + (V_n \times S_n), \text{ der} \quad (1)$$

V_n = vindmengden for en gitt himmelretning

S_n = antall åpne sektorer for en gitt himmelretning

$$V_n = (n_D \times F_D) / 100 \quad (2)$$

n_D = vindfrekvens (antall tilfeller med vind) fra en gitt himmelretning (m/s)

F_D = midlere vindstyrke (m/s) omgjort til Beauforts skala (B)

$$F_D = 0,836 \times B^{(3/2)} \text{ (http://en.wikipedia.org/wiki/Beaufort_scale)} \quad (3)$$

Under Lein og Oug sin littoralsamfunnsundersøkelse i Troms i 1982 (upubl. data) ble beregningene av eksponerinstallet endret ved å ta i bruk tre eksponeringstall (E) med ulike sektorradiuser. Hensikten med å beregne effekter av eksponering med flere avstander var at et sammensatt eksponeringstall (EKSTAL) gjør det lettere å skille mellom beskyttede og eksponerte lokaliteter, gitt ved:

$$\text{EKSTAL} = (\text{EL} + 10 \times \text{EF} + 100 \times \text{EH}) \times 10^{-1}, \text{ der} \quad (4)$$

EL = Lokaleffekt med eksponeringstall for $r = 0,5$ km

EF = Fjordeffekt med eksponeringstall for $r = 7,5$ km

EH = Haveffekt med eksponeringstall for $r = 100$ km

r er sektorradius og eksponeringstallene er beregnet som beskrevet av Tangen (1976). Eksponeringsdata i denne oppgaven ble basert på sektormetoden redigert etter Tor Eiliv Lein (Oug et al., 1985). Vindmålinger for de siste fem årene ble hentet fra Meteorologisk institutt sin eksterne klimadataside (www.eklima.no) med hjelp fra Stein Erik Øynes og Ane Fors ved Værvarslinga for Nord-Norge i Tromsø. Midlere vindmålingsverdier fra de nærmeste værstasjonene for tidsperioden 2002-2006 ble brukt under kalkulasjonene av eksponeringstallet (Tab. 4). Eksponeringsindeksen ligger vanligvis mellom 1 og 50 på beskyttede kyststrekninger, 50-200 i middels (intermediært) eksponerte områder i de ytre delene av kysten og over 200 på lokaliteter med sterk eksponering, der kysten som regel har kontakt med åpent hav (Lein & Oug, upubl. data, Oug et al., 1985). Det ble ikke tatt hensyn til dybdeforhold i sektorene. Områder med grunt vann vil kunne redusere energien i bølgene og modifisere deres virkning på littoralsamfunnet (pers. med. Tor Eiliv Lein). Disse usikkerhetene ble tatt hensyn til i tolkingen av fjærenes eksponeringstall.

Tabell 4. Oversikt over hvilke meteorologiske målestasjoner med vinddata som ble brukt til å beregne eksponeringstallet for de ulike lokalitetene.

Stasjonsnr.	Meteorologisk stasjon/(st.nr.)	H.o.h. (m)	Posisjon (desimalminutter)
1) Hamna	Tromsø-Langnes (90490)	8	69° 40,602'N; 18° 54,798' E
2) Holt	Tromsø (90450)	100	69° 39,228'N; 18° 55,698' E
3) Elvebakken	Tromsø (90450)	100	69° 39,228'N; 18° 55,698' E
4) Kvaløyvågen	Tromsø-Langnes (90490)	8	69° 40,602'N; 18° 54,798' E
5) Småvær	Hekkingen fyr (88690)	14	69° 36,048'N; 17° 50,250' E

2.1.2.4. Stabilitet

I tillegg til målinger av bølgeksposeringen, vil også fjæras utseende spille inn på hvilke arter som er tilstede og deres dekningsgrad. Stabiliteten i fjæra forteller om størrelsene på steinene og dermed hvor mye kystlinjen vil kunne endre seg under kraftige værforhold. Stabilitetsindeksen (STAINd) ble beregnet på basis av steinstørrelse og kvantiteten til de ulike størrelsesgruppene estimert som prosentvis dekningsgrad (Oug et al., 1985). Kun det øverste substratsjiktet ble tatt med i undersøkelsen, og summen av dekningsprosenten til alle steinene gav til sammen 100 %. Stabilitetsindeksen for hver rute er gitt ved:

$$\text{STAINd} = (S1 + 0,9 \times S2 + 0,5 \times S3 + 0,1 \times S4 + 0,01 \times S5), \text{ der} \quad (5)$$

S1 = midlere dekningsgrad for fjell

S2 = midlere dekningsgrad for stein > 50 cm

S3 = midlere dekningsgrad for stein 15-50 cm

S4 = midlere dekningsgrad for stein 5-15 cm

S5 = midlere dekningsgrad for stein 1-5 cm

S6 = midlere dekningsgrad for grus

S7 = midlere dekningsgrad for sand

S8 = midlere dekningsgrad for mudder

S6-S8 tas ikke med i denne kalkulasjonen. Stabilitetsindeksen på en lokalitet ble så regnet ut ved å finne den midlere verdien for STAINd-utregningene for alle rutene. Indeksen strekker seg fra 0 (bare sand og mudder, lav stabilitet) til 100 (kun fjell, veldig stabilt). I denne oppgaven ble først alle ni rutene på hver stasjon inkludert i indeksen. Men siden de tre øverste rutene i fjæra ofte inneholdt andre steinstørrelser enn resten av fjæra, og i tillegg hadde en lavere dekningsgrad med alger enn de resterende rutene, ble det også utført utregninger av

stabiliteten for kun rute 1-6 (rutene nederst i littoralsonen). Siden høyvannets vertikalhøyde i littoralsonen varierer er det ikke lett å beregne den eksakte overgangen mellom littoral- og supralittoralsonen. I teorien er supralittoralen definert som den sonen over littoralen som kun blir utsatt for sjøsprøyt (Lüning, 1990). Ved å ekskludere de tre øverste rutene fra stabilitetsindeksen, som kan inneholde den glidende overgangen til supralittoralsonen, viste det seg om nettopp denne øvre delen påvirket indeksen i stor eller liten grad.

2.1.2.5. Tekstur

Teksturindeksen (TEXTIND) er et uttrykk for substratoverflatens tekstur basert på måling av største nivåforskjell (vertikalhøyde) i hver rute (dn), gitt ved:

$$\text{TEXTIND} = (\text{DN} / 50) \times 100 = 2 \times \text{DN}, \text{ der} \quad (6)$$

DN er middelveiden av dn for alle ruter fra en stasjon.

Teksturindeksen strekker seg også fra 0 (fullstendig jevn overflate) til 100 (store sprekker mellom steiner). I praksis forteller dette at verdier mellom 0-10 indikerer en jevn overflate, 10-20 en mer variabel overflate, mens overflater med store variasjoner har en teksturindeksverdi på over 20 (Oug et al., 1985). Teksturindeksen ble også beregnet for alle ruter (rute 1-9) og kun for rute 1-6, slik som for stabilitetsindeksen (se over).

2.2. Databehandling

2.2.1. Arts- og miljødata

Analysene av samfunnene på lokalitetene tok utgangspunkt i en fullstendig artsliste på 164 artsgrupperinger, hvorav tre var lavararter (se under, Vedlegg 2). Denne ble utarbeidet etter artslisten til Lein og Oug fra deres littoralsamfunnsundersøkelser i Troms i 1982 (upubl. data), men supplert med arter fra NIVA- og Akvaplan-niva-undersøkelsene (Holte et al., 1992, Oug et al., 1985, Velvin et al., 2003) og undersøkelsene gjort i forbindelse med denne oppgaven.

For å forenkle databehandlingen var det nødvendig å redigere den fullstendige artslisten. Alle epifytter (epilithiske likeså arter voksende på andre algearter) og endozooer over 1-2 mm ble tatt med. Flere lavararter som vokste i littoralsonen ble også registrert. Derimot ble ikke

endofytter medregnet, da dette ble for tidkrevende å artsbestemme. Mikroalger og cyanobakterier, samt usikre mikroskopiske makroalger ble heller ikke tatt med i analysene (Vedlegg 3). Noen arter i den opprinnelige artslisten etter Lein og Oug (upubl. data) hadde også blitt endret taksonomisk og er i dag synonyme med andre registrerte alger i den fullstendige artslisten (Vedlegg 4). Andre ble ikke funnet ved innsamlinger hverken ved denne eller tidligere undersøkelser. Disse artene ble imidlertid stående i de brukte artslistene, men ble ikke tatt med i databehandlingene (se Del I og II under). De fleste inndelingene i den opprinnelige artslisten var inndelt etter arter, mens usikre individer kun ble bestemt og delt inn etter orden eller slekt. Det samme ble gjennomført for noen av artene der det kun ble gjort enkeltfunn. Også noen sammenslåinger av artsgrupper i den opprinnelig artslisten etter Lein og Oug (upubl. data) ble gjennomført (Vedlegg 5). For de videre analysene ble det lagt vekt på artenes totale dekning innen hver rute i fjæresonen og ikke på artenes vekstfordeling på de ulike substrat i fjæra. Alle artene som er presentert videre i oppgaven er kun presentert med deres latinske navn. For norske navn, se vedlegg 2.

Siden oppgaven var delt inn i to analysedeler med ulikt fokus ble det laget en egen artsliste for hver del:

Del I. Makroalge- og lavsamfunnets endringer i littoralsonen langs en eksponeringsgradient, fra fjord til kyst i Troms (romlig variasjon).

Artslisten for Del I bestod av 137 artsgrupper (Vedlegg 6). Her stod den helhetlige artsbredden sentralt, slik at det ble gjort færrest mulige sammenslåinger (Vedlegg 7). Hovedfokuset var på forekomst av arter i forhold til eksponeringsgradienten, men siden fjæras utseende også spiller en viktig rolle ble stabiliteten og teksturen til lokalitetene tatt med som en sentral del i analysene. De andre miljødataene ble også presentert og trukket med i diskusjonen der de viste seg å kunne ha en betydningsfull rolle. Arter som skilte seg ut for enkeltstasjoner stod sentralt i analysene. Det gjorde også arter som kunne si noe om de ulike lokalitetene sitt miljø (indikatorarter). Dominerende tang- og tarearter og deres endringer i vekst ved ulike vertikalnivå mellom lokalitetene ble også presentert.

Del II. Makroalge- og lavsamfunnets endringer i littoralsonen gjennom de siste 25 år, fra 1982 - 2007.

Her ble makroalgесamfunnet og miljødata på tre av lokalitetene (st. 3, 4 og 5) sammenliknet med 25 år gammelt upublisert materiale fra Lein og Oug sine littoralsamfunnsundersøkelser i

Troms i 1982, for å se på endringer i tid. Stasjon 1 (Hamna) ble sett i sammenheng med arts- og miljødata fra NIVA-rapporten "Basisundersøkelse i Tromsøsund og Nordbotn 1983" (Oug et al., 1985). For Del II var det derfor viktig å få lagt flest mulig av artene inn under de gamle artsgrupperingene etter Lein og Oug (upubl. data). Dermed kunne det gjennomføres en best mulig sammenlikning mellom undersøkelsene foretatt i 1982 og 2007. Arter som ikke ble funnet og listet opp i den opprinnelige artslisten etter Lein og Oug (upubl. data) ble imidlertid lagt til denne. For de seneste undersøkelsene gjennomført av Akvaplan-niva på Hamna (st. 1) og Holt (st. 2) på 1990- og 2000-tallet, fantes det ingen miljødata (Holte et al., 1992, Velvin et al., 2003). Noen grundig tolking av disse undersøkelsene ble enda vanskeligere da det i tillegg viste seg at de ikke hadde registrert noen vertikalhøyder for prøvene, men kun registrert nivåene i fjæra i forhold til daværende tangbelter. Derfor vil kun artsantallet og deres dekning fra undersøkelsene i 1991 og 2001 bli presentert videre i denne oppgaven.

Analysene for Del II inneholdt 133 antall arter (Vedlegg 8). Det ble foretatt sammenslåinger av enkelte artsgrupper slik at artslisten ble mest mulig lik Lein og Oug (upubl. data) sin opprinnelige artsliste (Vedlegg 9). Alle miljødata ble tatt i bruk ved tolkingen av endringer i artssammensetningene på lokalitetene, men økningen i luft- og sjøtemperaturen ble satt i hovedfokus. Det ble fokusert på tangbeltene og eventuelle store endringer hos andre karakteristiske/dominerende arter. I tillegg ble enkelte belteformete rødalger og andre mulige nyetablerte funn presentert og tatt med i diskusjonen.

2.2.2. Endringer i Sjøkart-0

Fra 1.januar 2000 ble Sjøkart-0 endret fra det opprinnelige 0-punktet satt i 1954 (Normalnull 1954/NN1954, <http://vannstand.statkart.no/ord.php?var=S>). De fleste Nordsjølandene innførte det laveste astronomiske tidevann (LAT) som felles referansenivå for dybder i sjøkartene. Av den grunn ligger dagens Sjøkart-0 for lokalitetene i Troms i gjennomsnitt omkring 11 cm lavere enn det opprinnelige Normalnull 1954 (pers. med. Tor Tørresen, senioringeniør/oseanograf i Sjøkartverket, <http://vannstand.statkart.no/tidNiv.php?var=side5>). Dette ble tatt hensyn til ved sammenlikningen av det eldre datamaterialet.

2.2.3. Programvare

Makroalgесamfunnet ble tolket sammen med miljødataene; eksponering, stabilitet og tekstur, samt sjøtemperatur, saltholdighet, lufttemperatur og fjæras himmelretning og helning. Disse

analysene krevde anvendelse av multivariate fremgangsmåter. Alle rådata ble lagt inn og behandlet i Excel, mens all databehandling ble gjennomført i programvaren R med bruk av pakkene rgl (Adler, 2008; versjon 0.79), MASS (Venables & Ripley, 2008; versjon 7.2-42), ca (Greenacre & Nenadic, 2007; versjon 0.21), vegan (Oksanen et al., 2008; versjon 1.13-0) og VGAM (Yee, 2004; se versjon i Yee, 2006). I alle analysene i R ble fokuset rettet mot littoralsamfunnsundersøkelsene og miljødataene som ble samlet inn på lokalitetene under feltarbeidet (eksponering, stabilitet og tekstur). De resterende miljøvariablene som ble hentet fra eksterne kilder, ble kun presentert i tabeller og tatt med i diskusjonene. Ved alle databehandlinger ble det brukt forkortelser av artenes navn. Forkortelsene henspeiler på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med. Dette kan leses i artslistene i vedlegg 2, 6 og 8.

2.2.4. Samfunnsanalyser

Analysene over krevde anvendelse av flere multivariate teknikker, både klassifikasjon (gruppetanalyser – cluster) og ordinasjonsmetoder (MDS, PCA, CA, CCA og CAO). Ved bruk av numeriske metoder som nettopp klassifikasjon og ordinasjon ble likheter og forskjeller mellom fjæresamfunnene illustrert, slik at den totale artssammensetningen i fjæra kunne beskrives og sammenliknes mellom lokalitetene.

2.2.4.1. Klassifikasjon etter hierarkisk, agglomerativ gruppering med fullstendig kobling

En hierarkisk clusteranalyse grupperer stasjonene inn i et hierarkisk mønster etter grad av ulikhet langs den vertikale aksene (pers. med. Raul Primicerio). Det vil si at jo nærmere to stasjoner er linket sammen (vertikalt), jo likere er de hverandre. Objekter (som er stasjonene) som er tilstrekkelig like hverandre plasseres i samme gruppe og ulikhetene mellom gruppene måles. De hierarkiske grupperingene gjøres ved at objektene av "underordnede" clustere blir en del av større "overordnede" clustere (Legendre & Legendre, 1998). Agglomerativ gruppering organiserer stasjonene ved hjelp av en gitt prosedyre, som repeteres helt til alle stasjonene har blitt plassert i forhold til hverandre. I motsetning til en enslig kobling (single linkage) tillater den fullstendige koblingen (complete linkage) at objekter (eller grupper) agglomererer med andre grupper kun ved en likhet som tilsvarer de mest ulike objektene i en gruppe. Det vil si at alle objektene av begge gruppene er linket med hverandre (Legendre & Legendre, 1998).

For metriske avstandsmålinger, som miljøvariablene eksponering, stabilitet og tekstur er målt etter, ble det brukt "Euklidiansk avstand" for å beskrive graden av ulikhet mellom stasjonene. Denne avstanden beregnes ved at hver stasjon/objekt (betegnes som deskriptor i R) antas som en dimensjon av et Euklidiansk rom, hvor objektene er plassert i rommet i forhold til hvert objekt sin verdi, og avstanden mellom to objekter beregnes. Denne målingen har ingen øvre grense, det vil si at verdien øker uendelig med antall deskriptorer (objekter), og verdien avhenger av hvert objekt sin skala (Legendre & Legendre, 1998). Det er ikke nødvendig å standardisere variablene før man beregner Euklidiansk avstand om variablene er homogene i dimensjon. Siden eksponeringstallet gikk til >200 mens stabilitets- og teksturindeksen kun hadde verdier mellom 0 og 100, valgte jeg å dividere alle eksponeringsverdiene på to, og foretok derfor ingen standardisering i R.

For talldata, som artsdataene som ble målt i forekomst etter hver enkelt art sin prosentvise dekning, ble ulikhetene mellom stasjonene beregnet ved bruk av Bray-Curtis indeks. Indeksen er basert på mengden av artene på hver stasjon og er et uttrykk for samfunnslikhet mellom stasjonene. Denne indeksen ser derfor ikke på den sanne avstanden (som den Euklidianske avstanden), men viser en prosentvis ulikhet langs den vertikale aksen i et dendrogram. Det ble brukt dendrogrammer for å vise resultatene av grupperingene av stasjonene basert på miljøfaktorene, og artsdiversiteten og deres prosentvise mengde.

2.2.4.2. Ordinasjon i redusert rom

Ordinasjonsmetodene representerer data med et redusert antall ortogonale (rettvinklede) akser, konstruert på en slik måte at de representerer hovedtrendene i dataene i synkende rekkefølge. Jo flere akser man har med, jo mer forklares av de opprinnelige dataene (Legendre & Legendre, 1998). I denne oppgaven ble det tatt i bruk fire grunnteknikker innen ordinasjon: prinsipiell komponentanalyse (PCA), multidimensjonal skalering (MDS), korrespondanseanalyse (CA) og kanonisk korrespondanseanalyse (CCA). I tillegg tok jeg i bruk en relativt ny modelleringsmetode, tvungen additiv ordinasjon (CAO), som kan tolke usymmetriske samfunnsdata langs en miljøgradient (Yee, 2006). For de ordinasjonsanalysene som miljøvariablene var en del av, ble også her eksponeringstallet dividert på to, og det ble ikke foretatt noen standardisering i R

i) Prinsipiell komponentanalyse (PCA)

Den prinsipielle komponentanalysen er en heuristisk prosedyre som har som mål å representere hovedtrekkene av data i et redusert antall med dimensjoner. Det er en linær metode som tar i bruk Euklidiansk rom og passer dermed for ordinasjon av kontinuerlige (absolutte) variable som miljøfaktorene eksponering, stabilitet og tekstur (pers. med. Raul Primicerio). Ved å bruke denne metoden kunne jeg observere forskjellene i miljøet til de ulike stasjonene langs en prinsipiell komponentakse. Dette gjøres ved at PCA roterer det originale systemet av akser slik at de etter hvert nye aksene (kalt prinsipielle komponenter) er rettvinklet til hverandre og suksessivt samsvarer dimensjonene med den maksimale forandringen av spredningen av punktene (Legendre & Legendre, 1998). Hver prinsipielle komponent (-akse) er faktisk en linær kombinasjon av de originale variablene. Derfor kan man tolke aksene til en PCA ved å vise hvilke variabler som bidrar mest til å de første aksene. Resultatene av denne ordinasjonsanalysen ble presentert i et PCA-diagram.

ii) Multidimensjonal skalering (MDS)

I en multidimensjonal skalering blir hver stasjon plassert i et to-dimensjonalt rom. Stasjonene er merket med grupperingene som er oppnådd ved å kutte et dendrogram ved en gitt ulikhet (vertikalt) slik at man får en inndeling etter like mange grupper som man kutter (se klassifikasjonsanalysene over, Legendre & Legendre, 1998). Stasjonene er plassert i dette rommet slik at deres avstand tilsvarende omtrent deres ulikhet i Bray-Curtis indeks (%). Jo flere dimensjoner man har jo mer forklares av variasjonene. En tre-dimensjonal MDS er imidlertid noe mer teknisk å lage (pers. med. Raul Primicerio), slik at dette ble utelatt i analysene. MDS ble brukt på artsdata der hver stasjon ble fordelt inn i tre vertikalnivå.

iii) Korrespondanseanalyse (CA)

Korrespondanseanalyse er en metode for å visualisere data og kan bli brukt på relative verdier som frekvenser og talldata (pers. med. Raul Primicerio). Dette er egentlig en prinsipiell komponentanalyse (PCA) som er tilpasset artsdata ved å transformere mengdedataene til Pearson χ^2 statistikk. Korrespondanseanalysen ble presentert for å vise forskjellene i artsdiversitet og deres dekningsgrad mellom stasjonene.

iv) Kanonisk korrespondanseanalyse (Tvungen ordinasjon) (CCA)

Kanonisk korrespondanseanalyse presenterer variasjonene mellom stasjonene med hensyn til artsdata og miljødata i et redusert antall dimensjoner (Legendre & Legendre, 1998). Denne tvungne ordinasjonsmetoden slår sammen to matriser; en avhengig matrise (artsdata) og en forklaringsmatrise (miljødata). Denne såkalte direkte gradientanalysen søker de kombinasjonene av forklaringsvariablene som forklarer variasjonene i den avhengige matrisen best. Derav tvungen ordinasjon (Legendre & Legendre, 1998). Resultatene av denne direkte ordinasjonsmetoden ble presentert i triplot, med stasjonene, arts- og miljødata i en og samme figur.

v) Tvungen additiv ordinasjon (CAO)

I motsetning til de tidligere vanlig brukte modellene innen samfunnsøkologi, som antar at reponsene er symmetriske eller unimodale (med en topp), beregner denne nye teknikken optimale gradienter og fleksible responskurver som nødvendigvis ikke er dette (Yee, 2006). Tvungne additive ordinasjonsmodeller løser dette problemet ved å beregne optimale gradientene og fleksible responskurver, og gjør det mulig å se responskurvene slik de er i virkeligheten mot deres dominante gradienter. Forenklet kan man si at tvungne additive ordinasjonsmodeller (CAO) er det samme som generaliserte additive modeller (GAM), tilpasset til en veldig lite antall med latente variabler (Yee, 2006). Modellen er mer ”datadrevet” enn ”modelldrevet”, og uten noen forutsetninger i motsetning til de kanoniske korrespondanseanalysene (CCA, se over). Ordinasjonsanalysen ble brukt til å sammenlikne artsdiversiteten og deres dekningsgrad ved ulike vertikalhøyder i littoralsonen mellom tidligere undersøkelser og 2007-undersøkelsen (Del II).

3. Resultater

Del I. Makroalge- og lavsamfunnets endringer i littoralsonen langs en eksponeringsgradient, fra fjord til kyst i Troms (romlig variasjon).

3.1. Miljø

Resultatene fra miljødataene som ble hentet fra eksterne målinger utenom denne undersøkelsen (temperatur- og saltholdighetsverdier), er presentert i midlere månedsverdier og en differanseverdi for de siste fem årene (2002-2006). Differanseverdiene ble beregnet som differansen mellom den laveste og høyeste midlere månedsverdien for de siste fem årene. Verdiene fra alle de eksterne fysiske dataene vil være noe usikre, da de ikke ble målt på eksakt samme lokalitet som stasjonsplasseringene i denne oppgaven.

3.1.1. Meteorologiske data

Målinger av lufttemperaturer (°C) ble hentet fra målestasjonen ved Tromsø-Langnes for lokalitetene 1-4, mens målinger fra Hekkingen fyr ble brukt til å beregne lufttemperaturen for stasjon 5 (Småvær; Tab. 2 og 5). Kaldeste måned var januar, mens juli hadde den høyeste midlere temperaturen for begge målestasjonene (uthevet med fet skrift i tabell 5). Stasjon 5 hadde den laveste temperaturdifferanseverdien.

Tabell 5. Midlere månedstemperaturer og temperaturdifferanseverdier for lufttemperaturen (°C) for stasjon 1-5 for de siste fem årene (2002-2006). Data ble hentet fra to nærliggende lokaliteter (Tab. 2). De midlere kaldeste og varmeste månedene er uthevet med fet skrift.

St.nr.	Midlere månedstemperaturer (°C)											Temperatur- differansen (°C)	
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N		D
1)	-2,9	-1,8	-2,1	3,2	6,6	9,6	13,2	11,9	7,4	2,6	0,5	-1,6	16,1
2)	-2,9	-1,8	-2,1	3,2	6,6	9,6	13,2	11,9	7,4	2,6	0,5	-1,6	16,1
3)	-2,9	-1,8	-2,1	3,2	6,6	9,6	13,2	11,9	7,4	2,6	0,5	-1,6	16,1
4)	-2,9	-1,8	-2,1	3,2	6,6	9,6	13,2	11,9	7,4	2,6	0,5	-1,6	16,1
5)	-1,2	-0,1	0,0	4,0	6,9	9,5	13,0	12,5	8,8	4,1	2,3	0,3	14,2

For å kunne sammenlikne stasjonene med hensyn til soleksponering ble også himmelretningen til de ulike fjærelokalitetene notert ned (Tab. 6). En fjære som er sørvendt vil være mye mer utsatt for soltørking enn en nordvendt lokalitet. Stasjon 1 (Hamna) var mer vendt mot vest enn nord, mens stasjon 2 (Holt) nesten var plassert rett mot vest. Elvebakken

(st. 3) hadde en sørvestlig retning mens de to resterende lokalitetene (st. 4, Kvaløyvågen og st. 5, Småvær) var rettet mest mot hhv. nordøst og nordvest (Tab. 6). Stasjon 2 (Holt) og særlig stasjon 3 (Elvebakken) vil altså få mest sol i løpet av solperioden utenom tiden med midnattssol.

Tabell 6. Oversikt over hvilke himmelretninger de fem lokalitetene er rettet mot og fjærenes helninger (grader).

Stasjonsnavn/nr.	Himmelretning (grader og retning)	Helning (grader)
1) Hamna	280 ° VNV (vest-nordvest)	8,2 °
2) Holt	267 ° VSV (vest-sørvest)	6,5 °
3) Elvebakken	230 ° VSV (vest-sørvest)	6,2 °
4) Kvaløyvågen	30 ° NNØ (nord-nordøst)	12,6 °
5) Småvær	320 ° NNV (nord-nordvest)	21,5 °

Helningen til lokalitetene ble funnet å være mellom 6,2 ° og 21,5 ° (Tab. 6). Stasjon 1 (Hamna), 2 (Holt) og 3 (Elvebakken) var de slakeste fjærene, med en helning på hhv. 8,2 °, 6,5 ° og 6,2 °. Lokaliteten på Kvaløyvågen (st. 4) hadde en helning på 12,6 °, mens Småvær (st. 5) hadde den bratteste littoralsonen på 21,5 °.

3.1.2. Hydrologiske data

På stasjon 1 (Hamna), 2 (Holt) og 4 (Kvaløyvågen) var verdiene for sjøtemperaturen de samme siden de ble hentet fra den samme prøvetakingsstasjonen (Kvalsund/Grøtsund; Tab. 3). For disse stasjonene viste sjøtemperaturen seg på sitt kaldeste i månedene mars og april, på 3,9 °C. Varmeste måned var august med 8,6 °C. For lokaliteten i Balsfjorden (st. 3, Elvebakken) var mars den kaldeste måneden med 2,0 °C og juli den varmeste med helt opp i 12,4 °C; Tab. 7). Den ytterste kyststasjonen på Småvær (st. 5) hadde den laveste sjøtemperaturen på 2,9 °C i februar og mars, og varmeste temperatur i august på 10,3 °C. Temperaturdifferansen mellom månedene var høyest for stasjon 3, på 10,4 °C (Tab. 7). Målestasjonen på Kvalsund/Grøtsund (st. 1, 2 og 4) viste den høyeste temperaturforskjellen mellom sommer og vinter, mens stasjon 5 hadde en intermediær endring på 7,4 °C.

Tabell 7. Midlere månedsverdier og verdier fra 0-1 meter for sjøtemperaturen (°C) og saltholdighet (psu) for de siste fem årene (2002-2006) på stasjon 1-5. Unntak er Gåsvær som har verdier hentet fra 1993-1997. De midlere laveste og høyeste månedsverdiene er uthevet med fet skrift (tallene er kun vist med én desimal her). Alle data ble hentet fra nærliggende lokaliteter (Tab. 3).

St.nr.	Midlere månedsverdier												Differanse
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Sjøtemperatur (°C)													
1)	4,1	4,0	3,9	3,9	4,4	5,4	8,2	8,6	8,4	8,4	6,7	6,1	4,7
2)	4,1	4,0	3,9	3,9	4,4	5,4	8,2	8,6	8,4	8,4	6,7	6,1	4,7
3)	3,0	2,5	2,0	2,9	6,7	8,1	12,4	11,0	5,9	7,6	6,3	5,6	10,4
4)	4,1	4,0	3,9	3,9	4,4	5,4	8,2	8,6	8,4	8,4	6,7	6,1	4,7
5)	3,7	2,9	2,9	3,1	4,1	6,8	9,6	10,3	9,6	7,8	5,8	4,8	7,4
Saltholdighet (psu)													
1)	33,5	33,6	33,7	33,7	32,4	33,7	33,4	33,6	33,5	33,1	33,1	33,5	0,7
2)	33,5	33,6	33,7	33,7	32,4	33,7	33,4	33,6	33,5	33,1	33,1	33,5	0,7
3)	32,8	32,6	32,3	33,0	21,7	31,1	24,9	28,7	28,8	31,4	32,0	30,3	11,3
4)	33,5	33,6	33,7	33,7	32,4	33,7	33,4	33,6	33,5	33,1	33,1	33,5	0,7
5)	33,6	34,1	33,9	33,8	33,8	33,1	32,0	32,9	33,0	33,2	33,3	33,2	2,1

Saltholdighetsverdiene ble hentet fra de samme lokalitetene som for sjøtemperaturen (Tab. 3). Det vil derfor også her være vanskelig å kunne si noe om de lokale endringene mellom stasjonene 1 (Hamna), 2 (Holt) og 4 (Kvaløyvågen). Men sammenlikninger med stasjon 3 (Elvebakken) i Balsfjorden viste at stasjonene rundt Tromsøya var lite utsatt for endringer i saltholdigheten i forhold til denne (saltholdighetsdifferanse på 11,3 psu) (Tab. 7). Den høyeste saltholdighetsverdien for stasjon 3 ble målt i april, mens verdien sank kraftig ned til en minimumsverdi på 21,7 psu i mai. Det vil være grunn til å tro at det finnes et ferskvannsutløp i nærheten på grunn av denne lave verdien. Det må imidlertid tas hensyn til at målingene for stasjon 3 ble foretatt på andre siden av fjorden, ved Tennes (Tab. 3). For stasjon 5 (Småvær) ble ikke de årlige endringene så store, men det kan nevnes at maksimums- og minimumsverdiene ble målt til å være noe høyere enn for de resterende stasjonene, på hhv. 34,1 og 32,0 psu. De midlere verdiene for denne stasjonen var imidlertid ti år gamle (fra 1993-1997), hentet fra den tidligere målestasjonene utenfor Gåsvær (Tab. 3). Det ble ikke registrert noen nærliggende ferskvannstilførsler på noen av lokalitetene.

3.1.3. Eksponering, stabilitet og tekstur

Resultatene fra miljøvariablene viste at lokalitetene var utsatt for ulik grad av bølgeeksponering (Tab. 8). Av alle fem stasjonene ble tre funnet å være beskyttede lokaliteter med eksponeringstall mellom 0 og 50 (st. 1, 2 og 4), én stasjon ble funnet til å være

intermediært eksponert med en eksponering mellom 50 og 200 (st. 3, Elvebakken) mens stasjon 5 (Småvær) ytterst mot havet var en eksponert lokalitet med et eksponeringstall over 200. Sistnevnte lokalitet viste imidlertid en verdi som lå akkurat på grensen mellom det som karakteriseres for intermediært eksponerte og sterkt eksponerte lokaliteter (200).

Tabell 8. Bølgeeksponering og substratforhold (stabilitet og tekstur) på stasjon 1-5. Stabilitets- og teksturindeksen ble beregnet på bakgrunn av alle ruter (rute 1-9) for alle stasjoner.

Stasjonsnr./Navn	Eksponeringstall (EKSTAL)	Stabilitetsindeks (STAIND)	Teksturindeks (TEXTIND)
1) Hamna	21	26	31
2) Holt	9	29	35
3) Elvebakken	104	30	29
4) Kvaløyvågen	6	60	54
5) Småvær	201	100	69

Stabilitetsindeksen viste at alle lokalitetene var rimelig stabile, der stasjon 5 (Småvær) var helt stabil med et substrat bestående 100 % av fjell (Tab. 8). Stasjon 1 (Hamna) og 2 (Holt) på Tromsøya, tett fulgt av stasjon 3 (Elvebakken), hadde høyest innslag av substrat som grus, sand og mudder. Dette trakk stabiliteten ned, selv om det resterende underlaget bestod av forholdsvis stor stein (fra 5-15 cm i dm og oppover). Til sammen vil Elvebakken være den mest ustabile lokaliteten med en middels eksponering og en stabilitet på bare 30. Kvaløyvågen (st. 4) derimot hadde innslag av stor stein (> 50 cm i dm) og fjell øverst i littoralsonen, slik at stabilitetsindeksen økte for hele fjæra. Ved substratberegninger hvor de tre øverste rutene i littoralsonen ble fjernet fra stabilitetsindeksen, sank tallet en del for denne stasjonen, fra å være en stabil fjære (STAIND lik 60) til å bli en ustabil fjære (41; Vedlegg 10). Imidlertid var denne stasjonen lite utsatt for bølgeeksponering slik at fjæra likevel forholdt seg stabil (EKSTAL 6). Resultatene av stabilitetsindeksen for rute 1-6 var motsatte på stasjon 2, der stabilitetsindeksen endret seg fra 29 til 35 ved å gjøre de samme endringene i beregningene. De resterende stasjonene endret seg ikke nevneverdig ved disse endringene.

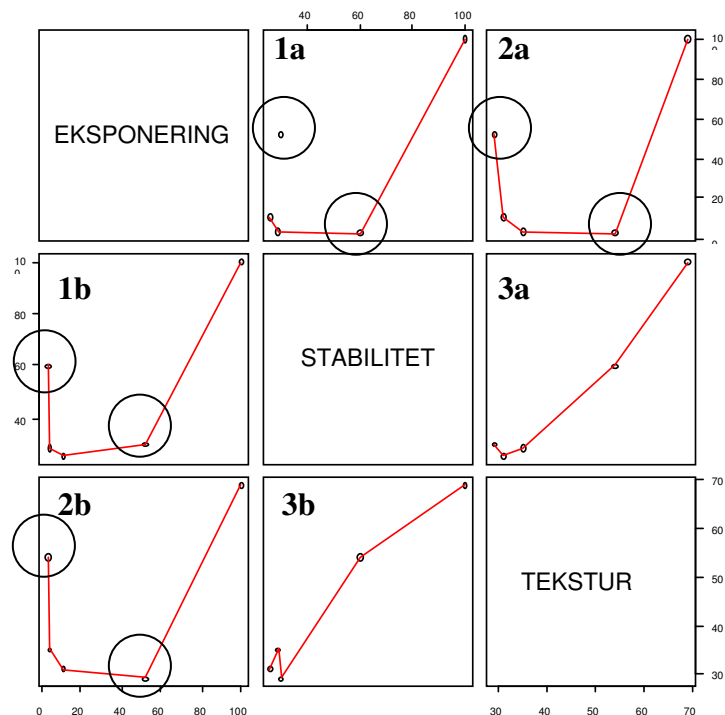
Med den høyeste oppnåelige verdien på 100 (fast fjell, stabilt), var også lokalitetenes overflatestruktur til dels skiftende mellom stasjonene. Teksturindeksen varierte fra 31 til 69, og viste at stasjon 5 (Småvær) hadde de største nivåforskjellene innad i rutene (TEXTIND på 69; Tab. 8). Jevnest overflate hadde stasjon 3 (Elvebakken), der den midlere nivåforskjellen var på tilnærmet 14,5 cm (mot Småvær sine 34,5 cm; Vedlegg 11). Ved å utelukke rute 7-9 fra teksturindeksen endret teksturindeksverdien seg med kun to på stasjon 1 og 3, indeksen sank med fire for Kvaløyvågen (st. 4), mens Holt (st. 2) økte med syv i teksturindeksen når

rute 1-6 ble beregnet alene (Tab. 8, Vedlegg 10). På den eksponerte stasjonen (Småvær, st. 5) sank indeksen seg med hele 13, det vil si en endring i den midlere nivåforskjell på -6,5 cm (fra 34,5 cm til 28,0 cm, Vedlegg 11). Dette viste at littoralsonen på Småvær var minst ulendt i de øvre delene.

3.1.4. Spredningsplott mellom eksponeringstallet, stabilitets- og teksturindeksen

Ved å sammenlikne verdiene av bølgeeksponeringen (EKSTAL) og fjæras stabilitet (STAIND) og tekstur (TEXTIND) med hverandre i et sammensatt spredningsplott (uavhengig av stasjonsnummer) kan man til en viss grad se at de var positivt korrelerte med hverandre (Fig. 4). Denne figuren viser sammenhengene mellom de ulike miljøfaktorene, hvor de sammenliknes en og en mot hverandre. I tillegg vises sammenlikningene speilvendt på den motsatte siden (diagonalt) i figuren, slik at eventuelle trender kan sees fra forskjellige vinklinger i figuren. Spredningsplott "1a" viser altså sammenhengen mellom eksponering (EKSTAL) og stabilitet (STAIND), hvor den horisontale akse viser stabilitetsverdien (fra 0-100 mot høyre) mens den vertikale akse viser eksponeringstallet (fra 0-100 oppover i figuren; Tab. 8). Spredningsplottet "1b" er speilbildet av plott "1a", der den horisontale akse forklarer eksponeringstallet (fra 0-100 mot høyre), mens den vertikale akse viser stabilitetstallet (fra 0-100 oppover). Spredningsplottet "2a" og "2b" viser videre sammenhengene mellom eksponering (EKSTAL, 0-100) og teksturindeksen (TEXTIND, 0-70), mens spredningsplott "3a" og "3b" viser sammenhengene mellom stabiliteten (STAIND, 0-70) og teksturindeksen (TEXTIND, 0-70; Fig. 4). For alle kalkulasjoner av miljøvariablene eksponering, stabilitet og tekstur ble eksponeringstallet dividert på to. Dette ble gjort for å få de fysiske faktorene på samme skala, slik at de kunne sammenliknes med hverandre uten at eksponeringstallet (som vanligvis går over 200) vil dominere resultatene av beregningene (se i samfunnsanalysedelen).

Det så ut til at stabiliteten og tekturen til fjæra hang positivt sammen med eksponeringstallet, i hvertfall for de fleste verdiene (plottet viser ikke for hvilke stasjoner). Imidlertid viste to av lokalitetene en motsatt trend, hvor intermediære verdier for alle de tre miljøvariablene i plott "1a" og "2a" (og følgelig også i plott "1b" og "2b") gav lave verdier for den sammenliknede verdien (merket med sirkler i figur 4). Sammenhengen mellom stabilitets- og teksturindeksen så derimot ut til å noenlunde følge hverandre positivt, da høye verdier av den ene miljøvariablen også gav høye verdier for den andre (plott "3a" og "3b").



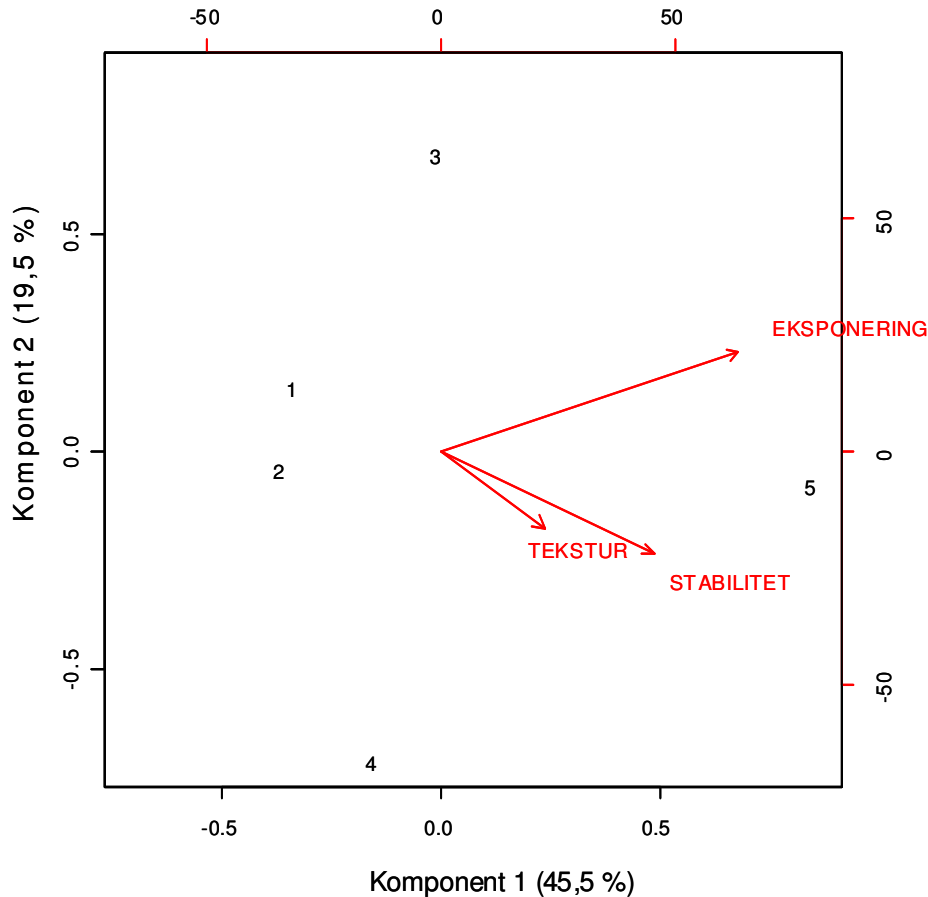
Figur 4. En sammensatt spredningsplott (rød linje=løpende gjennomsnitt) for miljøvariablene eksponering (EKSTAL), stabilitetsindeksen (STAIND) og teksturindeksen (TEXTIND) for alle ruter (rute 1-9) og alle stasjoner. Eksponeringstallet er dividert på to for disse kalkulasjonene.

Det sammensatte spredningsplottet mellom stasjonene og miljøvariablene viste at miljøvariablene var positivt korrelerte, men at stabilitets- og teksturindeksen samsvarte bedre enn bølgeeksponeringen (Fig. 4). Fordi sammenhengen mellom bølgeeksponering, stabiliteten og teksturen i fjæra likevel ikke samsvarte for alle stasjonene og deres miljøverdier, vil de følgende figurene fokusere på endringer mellom stasjonene med hensyn til alle de tre fysiske faktorene.

3.1.5. Prinsipiell komponentanalyse (PCA)

Ved å studere likhetene og ulikhetene av miljøvariablene mellom stasjonene i et PCA-diagram (to-dimensjonalt biplot), viste den prinsipielle komponentanalysen at forskjellene mellom stasjon 1 (Hamna), 2 (Holt) og stasjon 5 (Småvær) bidro til mye av variasjonen (Fig. 5). PCA gjenspeilet de største variasjonene i miljøverdiene og av tabell 5 kan vi se at eksponeringsindeksen hadde de største endringene mellom stasjonene, etterfulgt av stabilitetsindeksen. Dette illustreres også i biplottet ved at disse to miljøvariablene forklares mest av komponent (akse) 1. Analysen viste at den første komponenten (den horisontale akse) forklarer drøye 46 prosent av den totale variasjonen, mens den andre komponenten

(den vertikale aksen) kun bidrar til 19,5 %. Stasjon 3 (Elvebakken) og 4 (Kvaløyvågen) bidro altså mindre til forklaringen av variasjonen til miljøverdiene i PCA-diagrammet siden de forklares mest av den vertikale aksen.

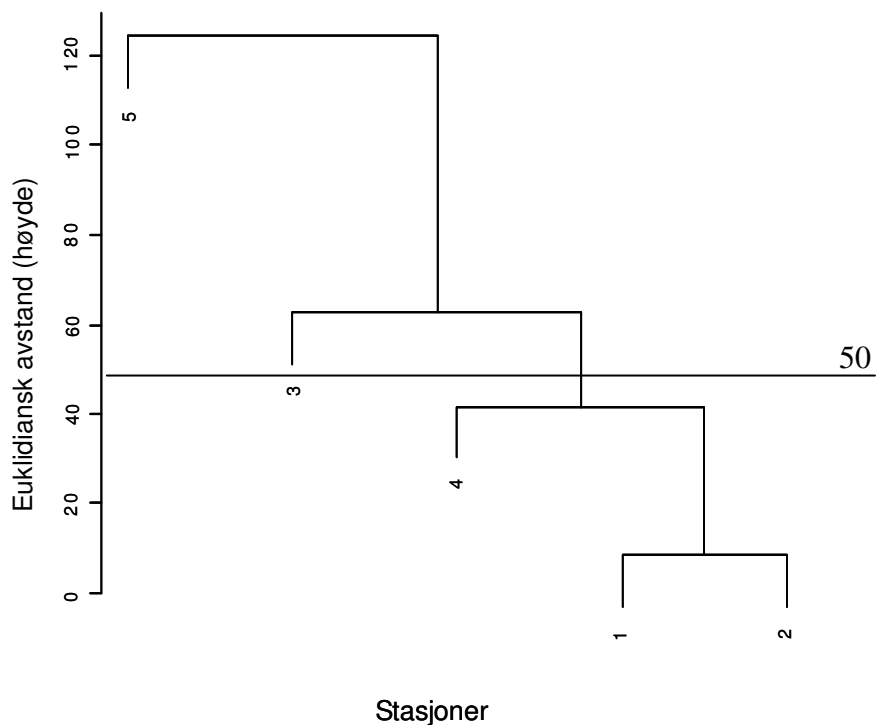


Figur 5. Prinsippiell komponentanalyse (PCA) av miljøvariablene på stasjon 1-5 i et to-dimensjonalt (Euklidiansk) rom. Komponent 1 (horisontal akse) forklarer 45,5 % og komponent 2 (vertikal akse) 19,5 % av den totale variasjonen. Totalt forklarer PCA-diagrammet 75 %.

Retningen på pilene til hver enkelt miljøvariabel forteller i hvilken retning verdiene stiger, mens lengden viser hvilke som bidrar mest til variasjonen i diagrammet. Siden stasjon 5 hadde høye miljøverdier som skilte seg ut fra de resterende stasjonene, påvirket lokaliteten variasjonen i stor grad. Stasjon 3 viste en moderat eksponeringsverdi men lave verdier for stabilitets- og teksturindeksen (på lik linje med stasjon 1 og 2), som kan ses på stasjonens plassering i forhold til miljøvariablenes retning i biplottet. Totalt forklarte PCA-diagrammet 75 % av de totale variasjonene mellom stasjonene og miljøvariablene (Fig. 5).

3.1.6. Klassifikasjonsanalyse

I klassifikasjonsanalysen skilte stasjon 5 (Småvær) seg ut fra de resterende stasjonene (Fig. 6). Analysen er basert på en gruppering av stasjonene avhengig av deres ulikheter i miljøvariablene eksponering, stabilitet og tekstur. Selv om eksponeringstallet lå på grensen mellom middels og sterkt eksponert, som er 200, syntes den å være så annerledes fra den middels eksponerte stasjonen (st. 3, Elvebakken) at det var opplagt å presentere dem hver for seg.



Figur 6. Klassifikasjonsanalyse av miljøvariablene for alle stasjonene, ved bruk av Euklidiansk avstand. Dendrogrammet viser ulikheter mellom stasjonene med hensyn til miljøvariablene eksponering, stabilitet og tekstur langs den vertikale aksene.

Ved å separere stasjonene i en høyde på omkring 50 (trukket linje i figur 6), ble stasjonene delt inn i tre ulike grupper avhengig av miljøvariablene. Stasjonene ble på denne måten samtidig delt inn etter den eksponeringsgradienten som ble beskrevet tidligere, der stasjon 1 (Hamna), 2 (Holt) og 4 (Kvaløyvågen) ble konkludert som beskyttede lokaliteter, stasjon 3 (Elvebakken) som intermediært eksponert mens stasjon 5 (Småvær) var sterkt eksponert. Dette viste at fjærenes ulikheter i stabilitet og tekstur også passet inn etter inndelingen av bølgeeksponering, selv om de tidligere viste noen ulikheter (Fig. 6). Denne stasjonsinndelingen vil bli brukt ved de videre tolkingene.

3.2. Arter

3.2.1. Artsgrupper

Det ble totalt funnet 82 artsgrupper for undersøkelsene i Del I (Vedlegg 6). På de enkelte lokalitetene ble det registrert mellom 36 og 58 alge- og lavararter (Tab. 9). Mengden av hver art ble angitt som prosentvis dekning for hver rute, slik at én art maksimalt kunne ha en dekning på 100 % for en lokalitet med ni ruter. Den totale dekningen av alle arter sammenlagt for en stasjon kunne derfor bli enda større. Den prosentvise dekningen av arter på stasjonene varierte fra 1211 til over 2083 %, mens den midlere dekningen for hver art varierte fra 21 til 43 %. Det så ikke ut til å være noen sammenheng mellom antall arter og den totale dekningsgraden.

Tabell 9. Antall artsgrupper tilstede (forekomst) og total dekning (%) av alger og lav på stasjon 1-5. I tillegg er antall rød-, brun- og grønnalger og lav (til venstre under gruppen), samt makroalgenes prosentvise dekning i forhold til den totale algedekningen på stasjonen presentert i tabellen (til høyre under gruppen). Dekning av lav ble beregnet ut i fra den totale dekningen av prøveflaten på stasjonen.

Stasjonsnr./ -navn/År	Ant. artsgr.	Tot. dekning (%)	Antall (v.) og dekningsandel (h.)							
			Rød		Brun		Grønn		Lav	
			Ant.	(%)	Ant.	(%)	Ant.	(%)	Ant.	(%)
1) Hamna	58	1869	18	26	27	58	12	17	1	64
2) Holt	57	1211	16	18	26	59	13	23	2	152
3) Elvebakken	36	1334	10	16	15	67	9	17	2	181
4) Kvaløyvågen	45	1930	14	29	19	54	10	17	2	424
5) Småvær	52	2083	19	41	20	38	11	21	2	460

Resultat av antall artsgrupper av rød-, brun-, og grønnalger samt deres dekning i forhold til den totale algedekningen viste at stasjon 3 (Elvebakken) generelt hadde de laveste verdiene (Tab. 9). Unntaket var dekningen av brunalger, som var størst ved denne lokaliteten. I tillegg viste lavenes dekning av den totale prøveflaten på lokaliteten en intermediær verdi på 181 %. For de resterende stasjonene så det ut til at stasjon 5 (Småvær) hadde den største diversiteten og dekningen (%) av rødalger, stasjon 1 (Hamna) og 2 (Holt) hadde flest arter av brunalger, mens grønnalgene ble funnet i største mengder og artsantall på stasjon 2. Dekningen av lav var størst ved stasjon 4 (Kvaløyvågen) og 5 (Småvær), der den dekket mellom fire og fem av de ni rutene som ble undersøkt i fjæra (hhv. 424 og 460 % av mulige 900 %).

3.2.2. Forekomst og dekning

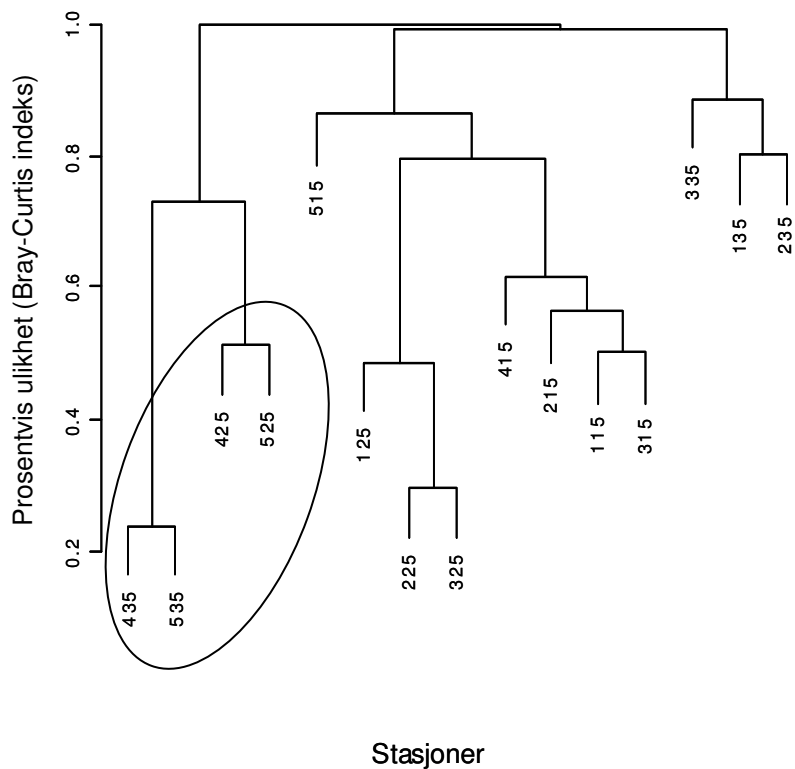
Kartleggingen viste at artenes dekning på stasjonene varierte for de ulike vertikalhøydene i littoralsonen. De rutevise endringene mellom stasjonene viste at rute 1 (som var ruten som lå nederst mot lavvannet i fjæra) hadde en dekningsvariasjon på mellom omkring 75 og 350 %,

mens rute 9 øverst i littoralsonen hadde en lav dekningsgrad på mellom noen få prosent og opp til nesten 150 % (Vedlegg 12). Rutene med samme nummer ble imidlertid ikke i plassert på eksakt samme vertikalhøyde over Sjøkart-0 på alle stasjonene. Dekningen for rutene var derfor bare en indikasjon på forekomsten av arter for ulike høyder på hver stasjon. For den videre tolkingen mellom stasjonene ble det derfor fokusert på artsdiversitet (forekomst) og midlere dekning (%) av arter fordelt på tre nivå (eller vertikalnivå) med samme vertikalhøyder over Sjøkart-0 (se inndelingen av fjæra i figur 2), i tillegg til de store helhetlige endringene mellom stasjonene. For alle stasjoner inneholdt vertikalnivå 1 alle ruter med en midlere høyde mellom 0 og 100 cm over Sjøkart-0 (S0), nivå 2 for ruter mellom 100 og 230 cm over S0 og nivå 3 alle ruter som hadde en midlere vertikalhøydeverdi >230 cm over S0 (Vedlegg 13). For at artenes prosentvise dekning for de ulike vertikalnivåene skulle kunne sammenliknes med hverandre, ble artenes totale dekning for hvert nivå delt på antall ruter for disse nivåene.

3.2.2.1. Klassifikasjonsanalyse

Resultatet fra klassifikasjonsanalysen viste forekomsten og de midlere dekningsverdiene (%) for alle rutene per nivå, ved bruk av Bray-Curtis indeks (i prosent; Fig. 7). Talltegnene i figuren viser til hhv. stasjon (1-5), nivå (1-3) og prøvetakingsår (5=2007). Dendrogrammet som ser på endringer mellom stasjonene og deres tre vertikalnivå forklarte variasjonene bedre enn analysene som kun så på endringer mellom stasjonene (Vedlegg 14). Sistnevnte fikk imidlertid bedre frem endringer mellom de fjord- og kystnære lokalitetene.

Den fremgår av dendrogrammet at den største likheten vistes i nivå 3 på stasjon 4 (Kvaløyvågen) og 5 (Småvær) (talltegnene 435 og 535), som bare hadde en ulikhet med hverandre på omkring 0,25 %. Deretter fulgte nivå 2 på stasjon 2 og 3 (hhv. 225 og 325) med en ulikhet på 0,3 %. Stasjon 4 og 5 skilte seg ut i fra de resterende stasjonene (markert med sirkel i figur 7). Dette er den samme trenden som vises i dendrogrammet for endringene mellom stasjonene (Vedlegg 14), men her ser man i tillegg at den store forskjellen kun gjaldt for nivå 2 og 3. Derimot liknet nivå 1, og her særlig på stasjon 4 (nr. 415), mer på det samme nivået for de resterende stasjonene (st. 1, 2 og 3 med hhv. talltegnene 115, 215, 315). Det øverste vertikalnivået (nivå 3) på stasjon 1, 2 og 3 (hhv. 135, 235, 335) skilte seg ut fra resten og var også nokså ulike hverandre i forhold til resten av vertikalnivåene (Fig. 7). Totalt sett så det ut til at nivå 2 på alle stasjonene likner mest på hverandre, mens nivå 3 var nokså ulike.



Figur 7. Klassifikasjonsanalyse av forekomst og midlere dekingen (%) for alle alge- og lavartene fordelt på tre vertikalnivå på stasjon 1-5, ved bruk av Bray-Curtis indeks. Dendrogrammet viser de prosentvise ulikhetene mellom de ulike nivåene langs den vertikale aksene. Talltegnene i figuren viser til hhv. stasjon (1-5), nivå (1-3) og prøvetakingsår (5=2007), hvor nivå 1= 0-100 cm over sjøkart-0, nivå 2= 100-230 cm over Sjøkart-0 og nivå 3= >230 cm over Sjøkart-0.

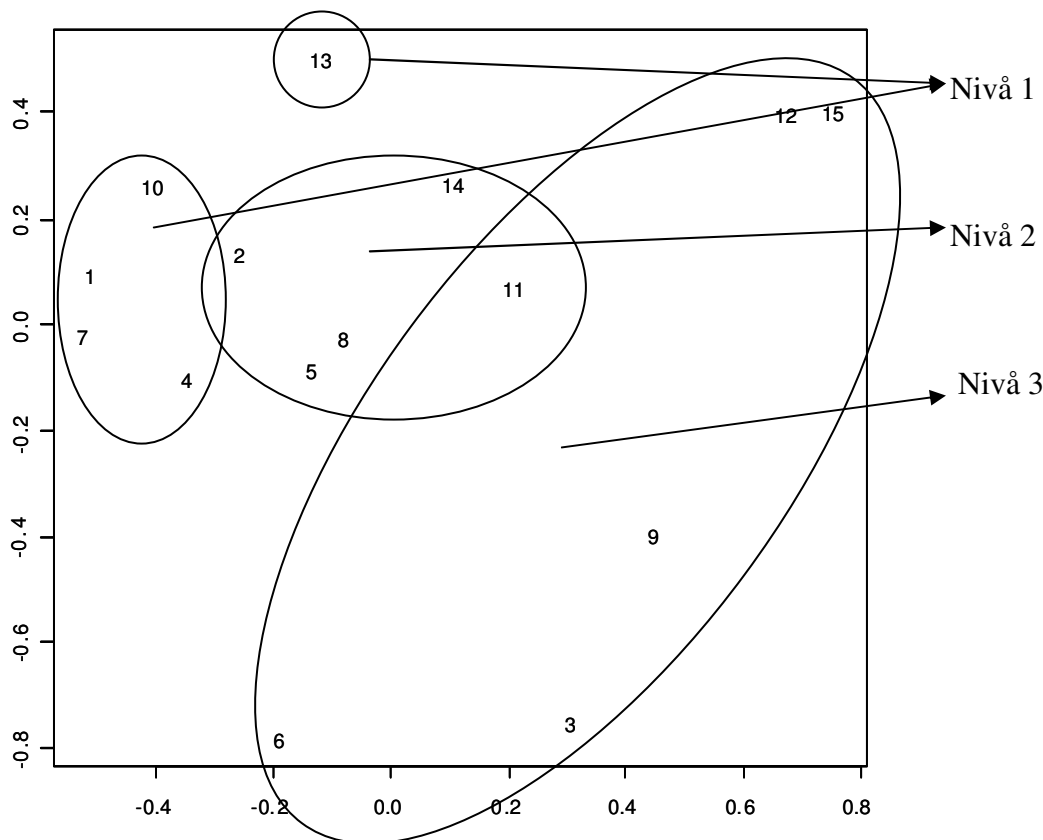
3.2.2.2. Multidimensjonal skalering (MDS)

Resultatet fra den multidimensjonale skaleringen (MDS) viste den samme samfunnsendringen for nivåene mellom stasjonene (Fig. 8). Ordinasjonsanalysen fokuserer på forekomst og midlere deking (%) av alle alge- og lavararter for de forskjellige vertikalnivåene i littoralsonen, som her i figuren er nummerert fra 1-15 (Tab. 10). Jo lengre unna punktene er fra hverandre, jo mer ulike er samfunnene. Sirklene ble laget for å forenkle tolkningen av sammenklyngingen av de samme nivåene på de ulike stasjonene (Fig. 8). For nivå 1 viste samfunnene seg nokså like, med unntak av på stasjon 5 (Småvær) der forekomst og mengde makroalge- og lavararter skilte seg ut fra resten av stasjonene (nr. 13; Fig. 8). Stasjonene som allikevel var mest like denne eksponerte lokaliteten var stasjon 4 (nr. 9), og ikke stasjon 3 (Elvebakken) som ble funnet å være den middels eksponerte lokaliteten. For nivå 2 var det ingen stasjoner som skilte seg særskilt ut, men man kunne se at samfunnene ved stasjonene 4 (Kvaløyvågen) og 5 (Småvær) skilte seg litt ut fra de resterende stasjonene (hhv. nr 11 og 14 i figur 8). Lokalitet 1 (Hamna) var ulik de andre mens stasjon 2 (Holt) og 3 (Elvebakken) liknet

mest på hverandre for nivå 2 (hhv. nr. 2, 5 og 8). Nivå 3 var generelt spredt og viste liten likhet i samfunnene på de ulike lokalitetene. Unntaket var igjen stasjon 4 og 5 med hhv. samfunnsnummer 12 og 15. Kun 12,3 % skilte forklaringen i analysen fra variasjonene i de originale dataene.

Tabell 10. Oversikt over samfunnsnumrene til alle de ulike vertikalnivåene i MDS-analysen. Deres respektive vertikalnivå, som ble brukt i klassifikasjonsanalysen der stasjonene er delt inn i tre vertikalnivå, står skrevet i parentes (Fig. 8).

Stasjonnr./ navn	Nivå 1 (0-100 cm over S0)	Nivå 2 (100-230 cm over S0)	Nivå 3 (>230 cm over S0)
1) Hamna	nr. 1 (115)	nr. 2 (125)	nr. 3 (135)
2) Holt	nr. 4 (215)	nr. 5 (225)	nr. 6 (235)
3) Elvebakken	nr. 7 (315)	nr. 8 (325)	nr. 9 (335)
4) Kvaløyvågen	nr. 10 (415)	nr. 11 (425)	nr. 12 (435)
5) Småvær	nr. 13 (515)	nr. 14 (525)	nr. 15 (535)

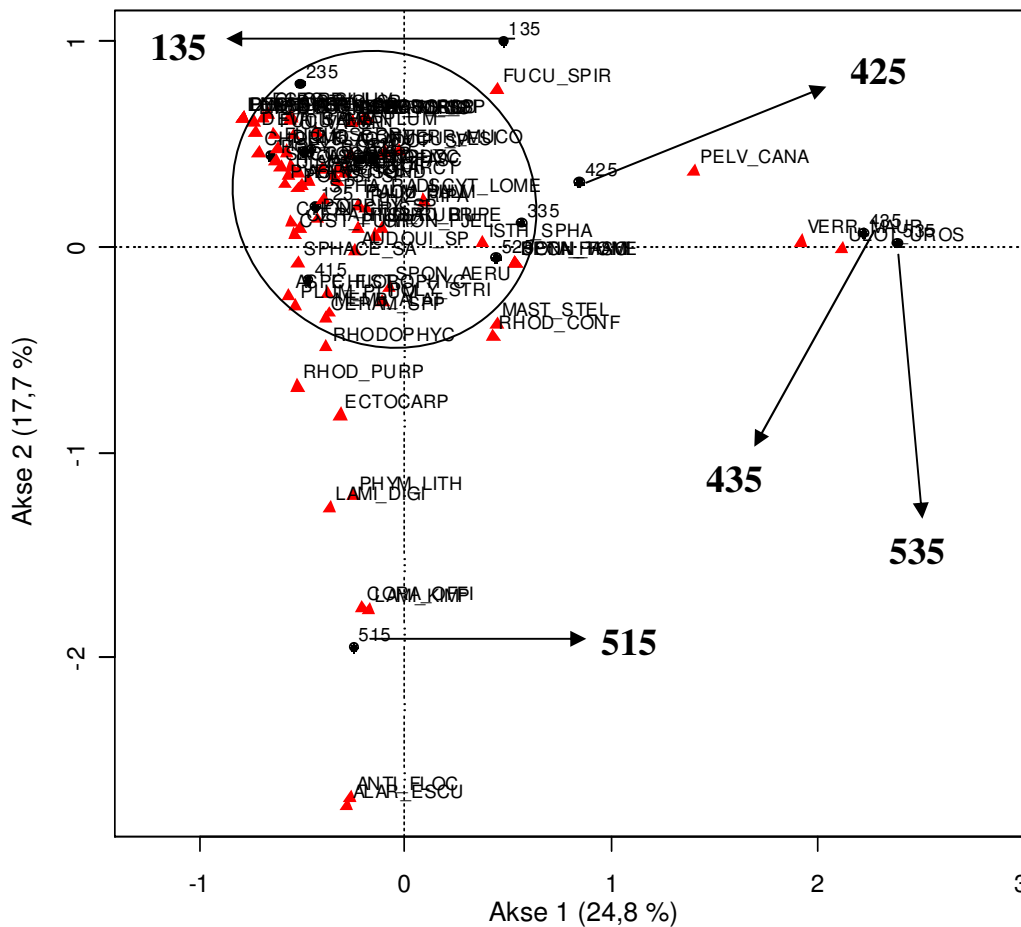


Figur 8. Multidimensjonal skalering (MDS) av artssamfunnene mellom stasjon 1-5, der alle er delt opp i tre vertikalnivå. Nivå 1=0-100cm over Sjøkart-0, Nivå 2=100-230cm over Sjøkart-0 og Nivå3=>230cm over Sjøkart-0. I denne analysen ble de ulike vertikalnivåene delt inn i samfunnsnummer: stasjon 1 (nivå 1-3=hhv. nr. 1,2,3); stasjon 2 (nivå 1-3=4,5,6); stasjon 3 (nivå 1-3=7,8,9); stasjon 4 (nivå 1-3=10,11,12) og stasjon 5 (nivå 1-3=13,14,15). Analysen ble basert på forekomst og midlere dekning (%) for alle alge- og lavarter. Stress (forklaringsforskjellen mellom figuren og de originale dataene) = 12,3 %.

3.2.2.3. Korrespondanseanalyse (CA) for artsgrupper

i) Artsgrupper ved ulike vertikalhøyder i littoralsonen

Korrespondanseanalyse (CA) er en metode for å visualisere data og denne metoden ble brukt på artsdataene for å vise forskjellene i tilstedeværelsen av artsgrupper mellom stasjonene og mellom de ulike nivåene for hver stasjon. Analysen som fokuserte på artenes forekomst for tre vertikalnivå i fjæra er vist i figur 9.



Figur 9. Korrespondanseanalyse (CA), der stasjon 1-5 er delt opp i tre vertikalnivå. Talltegnene i figuren viser til hhv. stasjon (1-5), nivå (1-3) og prøvetakingsår (5=2007). Nivå 1=0-100 cm over Sjøkart-0, nivå 2=100-230 cm over Sjøkart-0 og nivå 3=>230 cm over Sjøkart-0, for alle stasjoner. Vertikalnivåene som skilte seg ut er markert i figuren. Forkortelsene av navnene henspiller til de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 6). Akse 1 forklarer 24,8 %, mens andre akse forklarer 17,7 %, slik at til sammen forklarer den to-dimensjonale analysen 42,6 % av de totale variasjonene.

Denne analysen forklarte 42,6 % av de totale variasjonene mellom artene og deres plassering i forhold til de ulike vertikalnivåene på stasjonene. På grunn av sammenklyngingen av mange artsgrupper, ble oversikten over alle artenes spredning mellom stasjoner og nivå dårlig illustrert da alle artene var representerte (82 arter). Imidlertid viste den godt de enkeltarter

som skilte ut de mest karakteristiske stasjonene og deres vertikalnivå. Forkortelsene av navnene i figur 9 henspeiler på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 6).

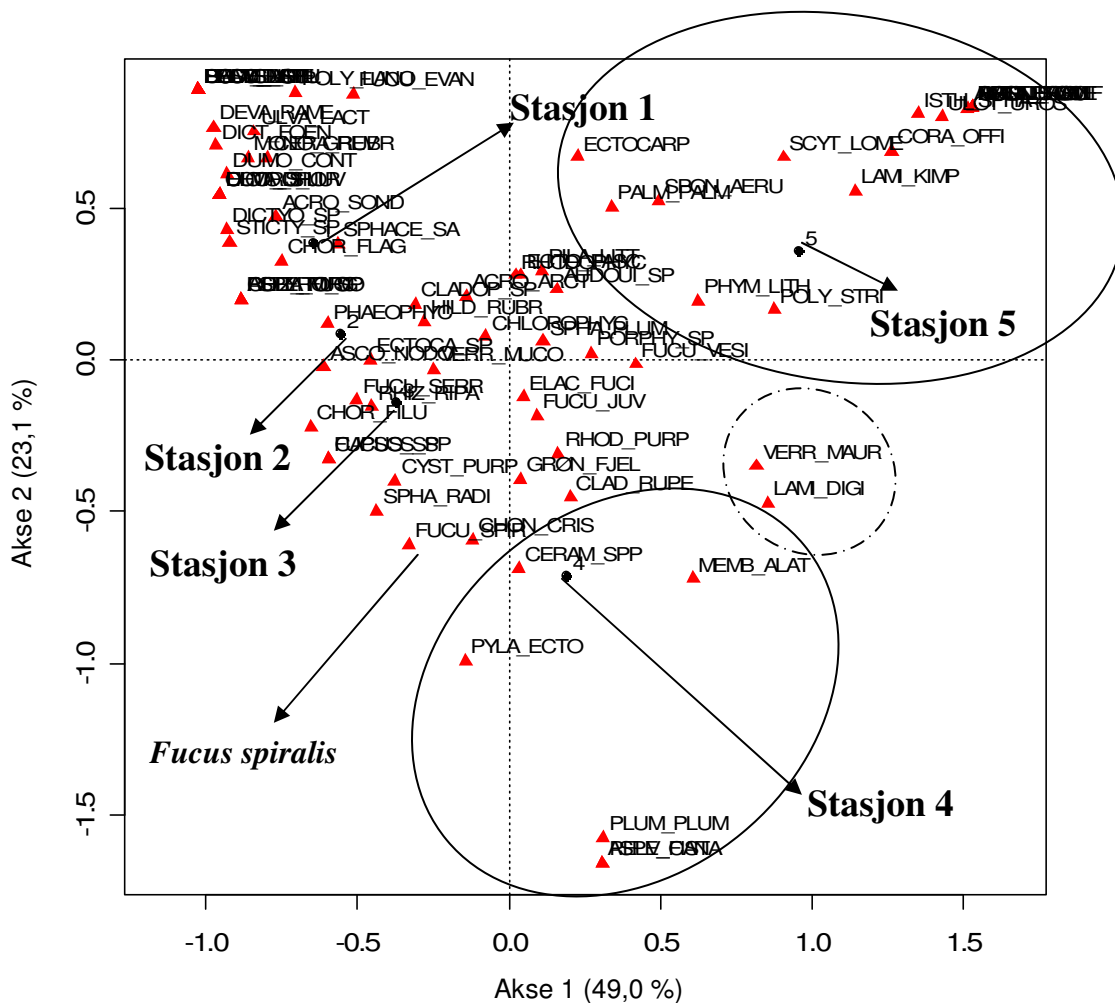
De artene som skilte seg ut var de mest karakteristiske artene som kun ble funnet på noen lokaliteter og/eller nivå (de som ikke er inkludert i sirkelen i figur 9). Dette var artsgruppene: *Ulothrix* sp./*Urospora* sp., *Verrucaria maura*, *Pelvetia canaliculata*, *Fucus spiralis*, *Alaria esculenta*, *Laminaria digitata*, *Mastocarpus stellatus*, *Corallina officinalis*, *Rhodochorton purpureum*, *Rhodomela confervoides*, *Antithamnionella floccosa*, orden Ectocarpales, kimplante av *Laminaria* sp./*Saccorhiza* sp., og gruppen *Phymatolithon* spp./*Lithothamnion* sp. Stasjonene og nivåene som disse artene hadde størst tilhørighet til var de markerte vertikalnivåene 135, 425, 435, 515 og 535.

Man kan tydelig se at arter som *A. esculenta*, *A. floccosa*, *C. officinalis* og kimplanter av ordenen Laminariales var sterkt knyttet til det laveste nivået i fjæra (nivå 1) på stasjon 5 (Småvær), altså vertikalnivå nr. 515 (Fig. 9, Vedlegg 15). Det samme gjaldt til en viss grad for kalkalgene (artsgruppe nr. 156), tarearten *L. digitata*, ordenen Ectocarpales og arten *R. purpureum*. Men disse ble også i større grad funnet på andre lokaliteter og nivå siden de er plassert nærmere de andre vertikalnivåene i analysen enn de førstnevnte artene. Felles for alle disse artsgruppene var imidlertid at de var minst representert i vertikalnivå 135, som ligger lengst vekk fra deres plassering i analysen.

Vertikalnivåene 435 og 535 er gruppert sammen til høyre i figur 9 og bærer preg av å være dominert av artsgruppen *Ulothrix* sp./*Urospora* sp. og arten *V. maura*. I tillegg viste plasseringen av *P. canaliculata* at arten fantes i en rimelig jevn forekomst for vertikalnivåene 425, 435 og 535 (delvis også på vertikalnivå 135), siden den er plassert midt mellom disse stasjonene i korrespondanseanalysen. Stasjon 4 (Kvaløyvågen) hadde altså arten representert ved to ulike nivå (nivå 2 og 3, hhv. vist ved vertikalnivå 425 og 435) i littoralsonen, som tilsier at *P. canaliculata* sannsynligvis vokste i et bredere belte på denne stasjonen enn ved de andre stasjonene. *F. spiralis* så ut til å være godt representert ved vertikalnivå 135, men også ved øvrige stasjoner og nivåer som ikke ble trukket frem i denne analysen (Fig. 9).

ii) Korrespondanseanalyse (CA) for hele stasjoner

For å forsøke å belyse spredninger av flere arter mellom stasjonene ble også korrespondanseanalysen presentert med fokus på artenes endringer i forekomst mellom stasjonene (Fig. 10). Det syntes å være en mindre spredning mellom artene i denne analysen (se aksene). Stasjon 5 (Småvær) var her mer samlet med de resterende lokalitetene enn ved den foregående korrespondanseanalysen (Fig. 9) som så på artenes fordeling på vertikalnivå.



Figur 10. Korrespondanseanalyse (CA) på stasjon 1-5. Forkortelsene av navnene henspeiler til de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 6). Akse 1 forklarer 49,0 %, mens andre akse forklarer 23,1 %, slik at til sammen forklarer den to-dimensjonale analysen 72,1 % av de totale variasjonene. Arten *Fucus spiralis* er trukket frem i analysen fordi dens tilhørighet til stasjon 3 og 4 blir trukket frem i diskusjonen.

Ved første øyekast ser man seks artsgrupper som skilte seg ut fra sammenklyngingen, liggende nærmest stasjon 4 (Kvaløyvågen; markert med den nederste heltrukne sirkelen i figur 10). Disse slektene/artene, *Plumaria plumosa*, *P. canaliculata*, *Asperococcus fistulosus*,

Membranoptera alata, *Pylaiella* sp./*Ectocarpus* sp. og *Ceramium* spp., så ut til å ha en annerledes forekomst ved stasjon 4 enn på de resterende stasjonene. De tilstedeværende artene på den middels eksponerte stasjonen (3, Elvebakken) skilte seg imidlertid lite ut fra de andre stasjonene i denne korrespondanseanalysen. Stasjonen i seg selv var til og med nært plassert stasjon 2 (Holt) som tidligere er presentert som en beskyttet lokalitet. Det så her ut til at artenes forekomst var ganske homogen mellom disse lokalitetene (Fig. 10).

Derimot var det flere arter i analysen som skilte seg ut rundt plasseringen av stasjon 5 (Småvær; markert med den store heltrukne sirkelen øverst til høyre i figur 10). Mye tyder på at disse artene kun ble funnet her eller funnet i en høyere forekomst på denne lokaliteten. Som i analysen for vertikalnivå (Fig. 9) var artene *Alaria esculenta*, *Corallina officinalis*, kalkalgegruppen *Phymatolithon* spp./*Lithothamnion* sp. (nr.156), kimplanter av ordenen Laminariales, ordenen Ectocarpales og *Antithamnionella floccosa* noen av de artene som viste en stor tilhørighet til lokaliteten. Men i tillegg ble også flere andre arter trukket ut og plassert nært den eksponerte lokaliteten (stasjon 5): *Istmoplea sphaerophora*, artsgruppen *Ulothrix* sp./*Urospora* sp., *Palmaria palmata*, *Scytosiphon lomentaria*, *Petalonia fascia*, *Polysiphonia stricta*, *Rhodomela confervoides*, *Spongomorpha aeruginosa*, *Spongonema tomentosum*, *Bonnemaisonia hamifera* og *Mastocarpus stellatus*. Til forskjell fra den første korrespondansenalysen (Fig. 9) var ikke rødalgen *Rhodochorton purpureum* her blant de artene som kunne knyttes til stasjon 5. Dette kan være fordi den ble funnet i et ganske stort mengdeforhold på en eller flere andre lokaliteter (Vedlegg 15). Det samme gjaldt også til en viss grad for tarearten *Laminaria digitata*, som også i figur 9, med sin plassering nærmere de andre vertikalnivåene, viste antydninger til å ha en relativt høy forekomst på flere stasjoner. I denne siste analysen kan man se at dette er stasjon 4, noe som stemmer godt overens med dekkningen av arten vist i vedlegg 15. Dette gjaldt også for laven *Verrucaria maura* (stiplet sirkel i figur 10). Den to-dimensjonale figuren forklarer 72,1 % av de totale variasjonene mellom artenes og stasjonenes plassering i forhold til hverandre.

3.2.3. Kanonisk korrespondanseanalyse (CCA): Arter mot miljø

Hittil har kun artene blitt sammenliknet med hverandre i forhold til deres forekomst på de ulike stasjonene. I en kanonisk korrespondanseanalyse (CCA) blir i tillegg miljøfaktorene eksponering, stabilitet og tekstur tatt hensyn til, slik at artsmengden sammenliknes med både miljøfaktorer og stasjoner i sammen figur. For å forsøke og belyse trendene til de viktigste

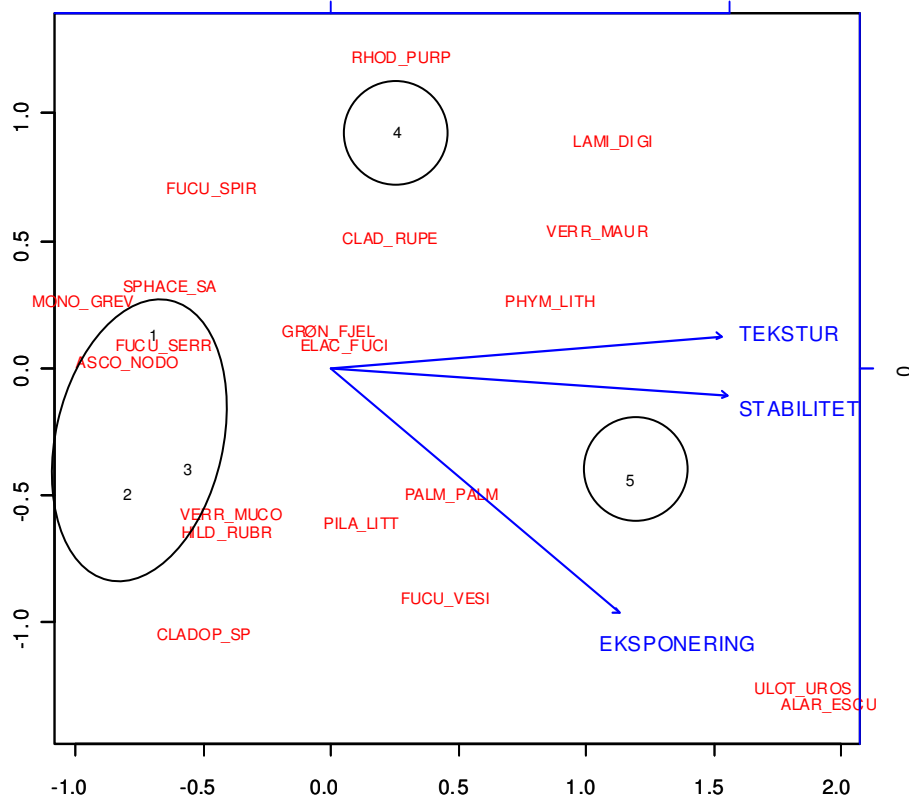
artene langs eksponeringsgradienten, vil de 20 mest dominerende artene totalt for alle stasjonene, samt alle karakteristiske arter for eksponerte og beskyttede lokaliteter bli presentert i kanoniske korrespondanseanalyser (CCA). Oversikt over disse artenes eksakte prosentvise dekning for hver stasjon finnes som vedlegg 16, 17 og 18. Her foreligger også en tabeller over tang- og tarebeltene (Vedlegg 19 og 20). Artenes plassering i littoralsonen, det vil si ved hvilke vertikalhøyder (vist i nivå) de vokser på i littoralsonen, ble tatt med for indikatorartene og tang- og tarebeltene. Videre analyser av algeassosiasjoner med undervegetasjonen ble ikke tatt med her, da det kun ble fokusert på det store helhetlige bildet.

3.2.3.1. Kanonisk korrespondanseanalyse (CCA) for de 20 dominerende artene

Ved å se på de ti mest dominerende artsgruppene på hver enkelt stasjon, så det ut til at mange av de samme slektene og artene ble trukket frem mellom stasjonene (Vedlegg 21). For å begrense oppgaven omfang ble det derfor valgt å fokusere på de 20 mest dominerende artene for alle stasjonene til sammen. Resultatene viste at de 20 mest dominerende artene totalt for alle stasjoner var (i synkende rekkefølge): *Ascophyllum nodosum*, *Verrucaria maura*, *Fucus serratus*, *Verrucaria mucosa*, *Phymatolithon* spp./*Lithothamnion* sp., *Hildenbrandia rubra*, grønt belegg på fjell/stein, *Palmaria palmata*, *Pylaiella littoralis*, *Fucus spiralis*, *Sphacelaria* samfunn/*Sphacelaria* spp., *Monostroma grevillei*, *Laminaria digitata*, *Elachista fucicola*, *Rhodochorton purpureum*, *Cladophora rupestris*, *Alaria esculenta*, *Fucus vesiculosus*, *Ulothrix* sp./*Urospora* sp. og *Cladophora* sp. Analysen viste forskjellene i artssammensetningen på de ulike lokalitetene (Fig. 11). Triplottet skilte her spesielt stasjon 4 (Kvaløyvågen) og 5 (Småvær) ut fra de resterende lokalitetene. Resultatene av deres forekomst er også listet opp i vedlegg 16, hvor den mest dominerende arten står øverst og de resterende er listet opp etter synkende dekningsgrad (%). Her ble artene presentert med deres dekning per stasjon, sammen med en oversikt over hvilken eksponering de ulike stasjonene ble funnet å representere.

Den mest dominerende arten, *A. nodosum*, dekket store deler av alle lokalitetene med unntak av stasjon 5. Deretter fulgte laven *V. maura*, som hovedsakelig ble funnet i store mengder på stasjon 4 og 5, med dekninger på hhv. 352 og 380 %. Dette syntes i den kanoniske korrespondanseanalysen (CCA) ved at arten er plassert nærmere disse kystlokalitetene (Fig. 11). *F. serratus* er i analysen plassert sammen med *A. nodosum*, og av deknningen kan vi se at

de begge dominerte ved stasjon 1 (Hamna) og 3 (Elvebakken), mens de begge hadde en lav dekning på den eksponerte stasjonen (st. 5, Vedlegg 16).



Figur 11. Kanonisk korrespondanseanalyse (CCA) for de 20 mest dominerende artene sammenlagt for alle stasjoner og hvor de er plassert i forhold til stasjoner og miljø i et triplot. Forkortelsene av navnene henspeler på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 6). Figuren viser 82 % av de totale variasjonene i det to-dimensjonale plottet.

Korrespondanseanalyse viste at særlig artsgruppene *Ulothrix* sp./*Urospora* sp. og *A. esculenta* viste seg å trives veldig godt ved kyststasjonen (Fig. 11). Men også arter som *P. palmata*, *F. vesiculosus*, *P. littoralis* og kalkalgegruppen *Phymatolithon* spp./*Lithothamnion* sp. syntes å vokse i større mengder på denne lokaliteten. Disse artene ble imidlertid også funnet med store prosentvise deknings ved andre stasjoner, slik at deres dominans virker uklar i triplottet. Et eksempel på dette er laven *V. maura* som nettopp ble funnet å dominere både ved stasjon 4 og 5. Mange av artene som kan forbindes med enten stasjon 4 og/eller stasjon 5 er derfor blitt trukket frem ved de tidligere korrespondanseanalysene (CA) hvor alle artene var presentert og vil derfor ikke gjentas her (se over, Fig. 9 og 10, Vedlegg 15). Resultatene viste at arter som *V. mucosa*, *H. rubra* og ukjente grønnalger voksende som et belegg på stein og fjell (artsgruppe nr. 19) vokste med en nokså jevn dekning fordelt mellom lokalitetene, uten noen

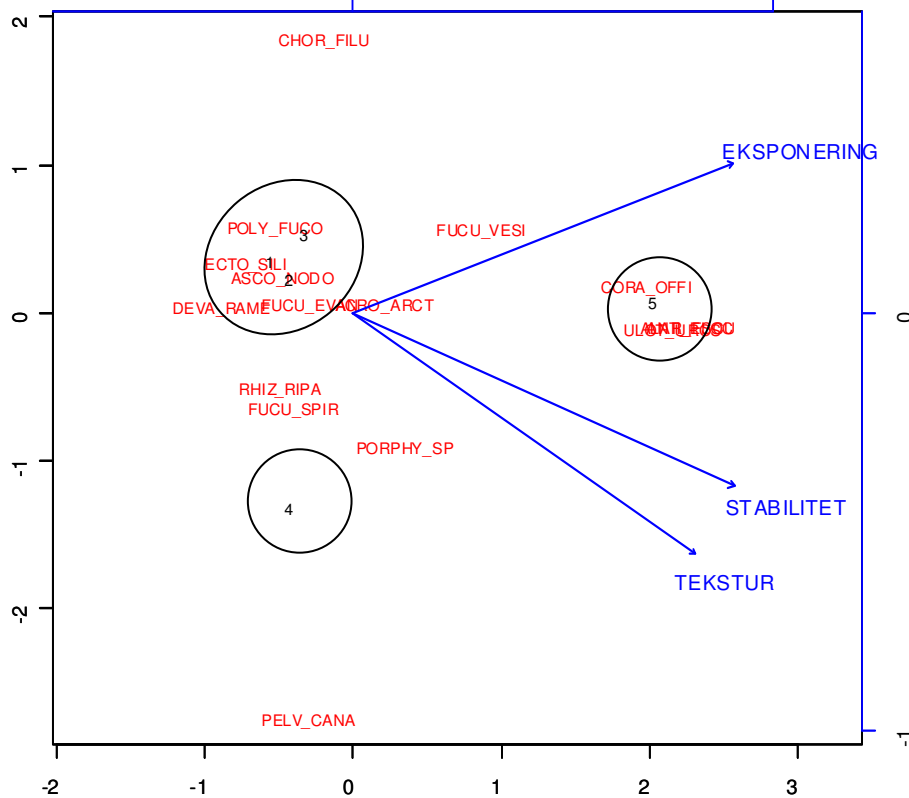
antydning til et foretrukket leveområde mellom stasjonene. Også artene *E. fucicola* og *C. rupestris* viste denne trenden, men ble funnet i noe mindre omfang ved stasjon 2 (Holt; Fig. 11, Vedlegg 16). Ukjente arter av slekten *Cladophora* (artsgruppe nr. 83) ble motsetningsvis funnet å ha en større dekning ved nettopp denne lokaliteten, med en total dekning i fjæra på 55 %. For øvrig synes *Sphacelaria*-samfunn/spp. og *M. grevillei* å trives best ved lokalitet 1. Legg merke til at stasjon 4 (Kvaløyvågen) skilte seg mer ut i fra de andre beskyttede lokalitetene enn den middels eksponerte stasjonen ved Elvebakken i Balsfjorden (st. 3, Fig. 11). Den sistnevnte stasjonen hadde et eksponeringstall på 104, noe som ikke kommer frem i triplottet (Fig. 11). Analysen forklarer 82 % av de totale variasjonene mellom stasjonene, de tre miljøfaktorene og de 20 mest dominerende artenes plassering i forhold til disse.

3.2.3.2. Kanonisk korrespondanseanalyse (CCA) for indikatorarter

I analysen av indikatorarter ble forekomsten til noen karakteristiske arter på beskyttede og eksponerte lokaliteter sammenliknet med hverandre i en kanonisk korrespondanseanalyse (CCA; Fig. 12). Dette var artene: *Polysiphonia fucooides*, *Ectocarpus siliculosus*, *Ascophyllum nodosum*, *Devaleraea ramentacea*, *Fucus evanescens*, *Acrosiphonia arcta*, *Chorda filum*, *Rhizoclonium riparium*, *Fucus spiralis*, *Porphyra* sp., *Fucus vesiculosus*, *Pelvetia canaliculata*, *Corallina officinalis*, *Ulothrix* sp./*Urospora* sp., *Antithamnionella floccosa* og *Alaria esculenta*. Analysen av indikatorartene viste den samme grupperingen av stasjonene 1 (Hamna), 2 (Holt) og 3 (Elvebakken), som ble vist i tidligere ordiansjonsanalysene (Fig. 9, 10 og 11). Stasjon 4 (Kvaløyvågen) og 5 (Småvær) skilte seg mest ut både arts- og miljømessig, selv om stasjon 3 viste høyere eksponeringsverdier enn de beskyttede lokalitetene (Tab. 8).

Artene *P. fucooides*, *E. siliculosus*, *A. nodosum*, *D. ramentacea*, *F. evanescens* og *A. arcta* viste en stor tilhørighet til lokalitet 1, 2 og 3. Med unntak av *A. nodosum*, som var den mest dominerende arten totalt på alle stasjoner, ble disse funnet ved en dekningsgrad under 10 % på alle stasjonene og flere steder bare som enkeltindivider (notert som 1 % dekning, Vedlegg 17 og 18). *R. riparium*, *F. spiralis*, *Porphyra* sp. og *P. canaliculata* så ut til å være mest representert ved stasjon 4, i tillegg til at de to førstnevnte på grunn av deres plassering trolig også fantes på en eller flere av lokalitetene 1, 2 og 3. *Porphyra* sp. viste i tillegg en tilhørighet til stasjon 5. *P. canaliculata* ble, som nevnt tidligere, kun observert i Kvaløyvågen (st. 4), noe som kom klart frem i korrespondanseanalysen (Fig. 12). Grupperingen av arter rundt stasjon 5

bestod av artene *C. officinalis*, *A. esculenta*, *Ulothrix* sp./*Urospora* sp. og *A. floccosa*, som også ved alle de tidligere ordinasjonsanalysene ble påvist ved Småvær (Fig. 9, 10 og 11).



Figur 12. Kanonisk korrespondanseanalyse (CCA) for karakteristiske arter på eksponerte og bekyttede lokaliteter. Forkortelsene av navnene til artsgruppene henspeler til de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 6). Figuren viser 87 % av de totale variasjonene i det 2-dimensjonale plottet.

Tilslutt ble *F. vesiculosus* og *C. filum* skilt ut fra resten av artene, langs eksponeringsgradienten i øverste del av figur 12. Dette er arter som hovedsakelig ble funnet på stasjon 3 (Elvebakken). Analysen forklarer 87 % av de totale variasjonene mellom stasjonene, de tre miljøfaktorene og indikatorartenes plassering i forhold til disse.

Del II. Makroalge- og lavsamfunnets endringer i littoralsonen gjennom de siste 25 år, fra 1982 – 2007 (variasjon over tid).

Alle vegetasjonskartleggingene som er benyttet for å se på littoralsonens endringer over tid er presentert i tabell 11. Undersøkelsene fra tidligere år ble utført fra 18.juni-17.oktober, og av disse kan vi se at Akvaplan-niva-undersøkelsene i 1991 og 2001 hadde de seneste prøvetakingene. Feltarbeidet i 2007 ble gjennomført i tidsperioden 15.juni-6.juli.

Tabell 11. Oversikt over tidspunktene for feltarbeidet og hvem de ble utført av, både ved de tidligere undersøkelsene og 2007-undersøkelsen.

Stasjonsnr./-lokalitet	Prøvetakingsdato	År	Hvem und. ble gjennomført av
1) Hamna (Sandneshavn)	14.juli	1983	NIVA (Oug et al., 1985)
1) Hamna (Sandneshavn)	26.august	1991	Akvaplan-niva (Holte et al., 1992)
1) Hamna (Sandneshavn)	17.oktober	2001	Akvaplan-niva(Velvin et al., 2003)
1) Hamna (Sandneshavn)	15.juni	2007	2007-undersøkelsene, se Del I
2) Holt	25.august	1991	Akvaplan-niva (Holte et al., 1992)
2) Holt	16.oktober	2001	Akvaplan-niva(Velvin et al., 2003)
2) Holt	16.juni	2007	2007-undersøkelsene, se Del I
3) Elvebakken (Balsfjord)	20.juli	1982	Lein & Oug (upubl. data)
3) Elvebakken (Balsfjord)	2.juli	2007	2007-undersøkelsene, se Del I
4) Kvaløyvågen	22.juni	1982	Lein & Oug (upubl. data)
4) Kvaløyvågen	3.juli	2007	2007-undersøkelsene, se Del I
5) Småvær	18.juni	1982	Lein & Oug (upubl. data)
5) Småvær	6.juli	2007	2007-undersøkelsene, se Del I

Alle arts- og miljødataene fra littoralsamfunnsundersøkelsen i 1982 (upubl. data) fikk jeg direkte fra Eivind Oug. NIVA-resultater fra 1983 og dataene fra Akvaplan-niva-undersøkelsene i 1991 og 2001 ble tilsendt fra hhv. Regina Küfner og Tone Kroglund.

3.3. Miljøendringer over de siste 25 år

Fra de tidligere undersøkelsene finnes det kun målinger av fjæresonenes fysiske miljø fra Lein og Oug sine littoralsamfunnsundersøkelser i 1982 (upubl. data) på stasjon 3 (Elvebakken), 4 (Kvaløyvågen) og 5 (Småvær), samt fra NIVA sin undersøkelse på stasjon 1 (Hamna) i 1983 (Oug et al., 1985). Akvaplan-niva-undersøkelsene fra 1991 og 2001 på stasjon 1 (Hamna) og 2 (Holt) foretok kun en vegetasjonskartlegging uten noen miljødata, i tillegg til at artene kun ble registrert i forhold til tangbeltene og ikke i forhold til deres vertikalhøyde over Sjøkart-0. Det var derfor vanskelig å sammenlikne disse dataene med de andre kartleggingene i 1982, 1983 og 2007. I de videre sammenlikningene ble det derfor

fokusert på endringer mellom Lein og Oug sine littoralsamfunnsundersøkelser i 1982 (upubl. data), NIVA-undersøkelsen i 1983 og mine data fra 2007. Siden resultatene fra 1991 og 2001 da falt bort, fantes det ingen tidligere undersøkelser fra stasjon 2 (Holt). Undersøkelsene i 1991 og 2001, samt 2007-undersøkelsen på stasjon 2, ble derfor kun trukket frem ved presentasjonen av antall artsgrupper og deres dekning per stasjon og ikke tatt med i de videre sammenlikningene mellom ulike prøvetakingsår. Resultatene fra målingene av det fysiske miljøet i fjæra på stasjon 2 i 2007 vil imidlertid bli tatt med i ordinasjons- og klassifikasjonsanalysene av miljøet (presentasjonene av eksponering, stabilitet og tekstur i figur 13 og 14).

Det er usikkert hvor alle de eksterne meteorologiske og hydrologiske målingene som ble brukt i 1982/-83-undersøkelsene ble hentet fra (pers. med. Eivind Oug). Trolig ble målingene av lufttemperaturen hentet fra offisielle målinger fra Værvarslingen i 1982, hvor dataene til de ytterste kyststasjonene ble hentet fra Torsvåg fyr. Hvor sjøtemperaturdataene fra 1982/-83-undersøkelsene ble hentet fra og for hvilke perioder (år) de er tatt, har ikke vært mulig å oppdrive, mens saltholdighetsmålingene i 1982 ble hentet fra Aure (1983) og supplert med målinger fra fiskemottaket i Kvaløyvågen (pers. med. Eivind Oug). Sjøtemperaturen ble mest sannsynlig innhentet fra andre kilder. Alle miljømålingene i forbindelse med undersøkelsene i 2007 er presentert i Del I.

3.3.1. Meteorologiske data fra 1982/-83

Lufttemperaturen endret seg mest på fjordlokaliteten i Balsfjorden (st. 3, Elvebakken), med 19 °C (Tab. 12). Med de årlige midlere varmeste og kaldeste månedsverdiene gav stasjonen de største utfordringene for vegetasjonen som levde der. Den laveste temperaturdifferansen fant sted på Småvær (12 °C).

Tabell 12. Middel kaldeste og varmeste månedstemperaturer og differanseverdier for lufttemperaturen (°C) for stasjon 3-5 fra littoralsamfunnsundersøkelsene i 1982 (Lein & Oug, upubl. data) og på stasjon 1 for undersøkelsene i 1983 (Oug et al., 1985).

St.nr./ -navn	Middel kaldeste måned (°C)	Middel varmeste måned (°C)	Temperaturdifferanse (°C)
1) Hamna	-3,0	12,0	15,0
3) Elvebakken	-5,0	14,0	19,0
4) Kvaløyvågen	-3,0	12,0	15,0
5) Småvær	-1,0	11,0	12,0

3.3.2. Hydrologiske data fra 1982/-83

Resultatene fra målingene av sjøtemperaturen viste også at den største variasjonen fantes på stasjon 3 (Elvebakken) (Tab. 13). Sammen med den skiftende lufttemperaturen bidro en temperaturdifferanse på 10 grader i sjøen til et mer ustabilt miljø enn for de resterende stasjonene. Stasjon 4 (Kvaløyvågen) og 5 (Småvær) hadde en midlere månedsdifferanse i sjøtemperaturen på 7,0 °C, mens lokalitet 1 (Hamna) på Tromsøya hadde den laveste variasjonen (4 °C).

Tabell 13. Middel kaldeste og varmeste månedstemperaturer og differanseverdier for sjøtemperaturen (°C) for stasjon 3-5 fra littoralsamfunnsundersøkelsene i 1982 (Lein & Oug, unpubl. data) og for stasjon 1 fra undersøkelsene i 1983 (Oug et al., 1985).

St.nr./ -navn	Middel kaldeste måned (°C)	Middel varmeste måned (°C)	Temperaturdifferanse (°C)
1) Hamna	2,0	8,0	6,0
3) Elvebakken	0,0	10,0	10,0
4) Kvaløyvågen	2,0	9,0	7,0
5) Småvær	2,0	9,0	7,0

Saltholdigheten ved 0-meter viste imidlertid en annen trend enn luft- og sjøtemperaturene, der stasjon 1 (Hamna) skilte seg kraftig ut (Tab. 14). Den lave saltholdigheten målt i juni måned bidro kraftig til den store saltholdighetsdifferansen på 12,2 psu. Til tross for at det ikke ble registrert noen lokal ferskvannstilførsel viste denne lave saltholdigheten at det må ha vært en form for ferskvanntilførsel i nærområdet som påvirket lokaliteten (Tab. 14).

Tabell 14. Midlere vinterverdier (november-mars) og vårverdier (juni), og differansen på vannets saltholdighet (psu), samt lokal ferskvannstilførsel ved 0-meter for stasjon 3-5 fra littoralsamfunnsundersøkelsene i 1982 (Lein & Oug, unpubl. data) og for stasjon 1 fra undersøkelsene i 1983 (Oug et al., 1985).

St.nr./ -navn	Middel vinter (nov.-mars) (°C)	Middel vår (juni) (°C)	Saltholdighets- differansen (°C)	Lokal ferskvannstilførsel
1) Hamna	33,9	21,7	12,2	0
3) Elvebakken	33,6	33,7	0,1	0
4) Kvaløyvågen	33,9	33,5	0,4	0
5) Småvær	33,9	33,5	0,4	0

3.3.3. Eksponering, stabilitet og tekstur i 1982/-83

Målingene av det fysiske miljøet i fjæra, eksponering, stabilitet og tekstur, ble gjennomført sammen med vegetasjonskartleggingen. Resultatene fra disse miljømålingene viste at stasjon 5 (Småvær) hadde de høyeste verdiene for bølgeeksponering og stabilitet (Tab. 15). Med et eksponeringstall på 57, vil stasjonen her kunne karakteriseres som et middels eksponert

kystområde. Stabilitetsindeksen forteller om en stabil fjæra nesten kun bestående av fjell (EKSTAL 98).

Tabell 15. Bølgeeksponering og substratforhold (stabilitet og tekstur) for stasjon 3-5 fra littoralsamfunnsundersøkelsene i 1982 (Lein & Oug, unpubl. data) og for stasjon 1 fra 1983-undersøkelsene (Oug et al., 1985). Stabilitets- og teksturindeksen er beregnet på bakgrunn av alle ruter for alle stasjoner.

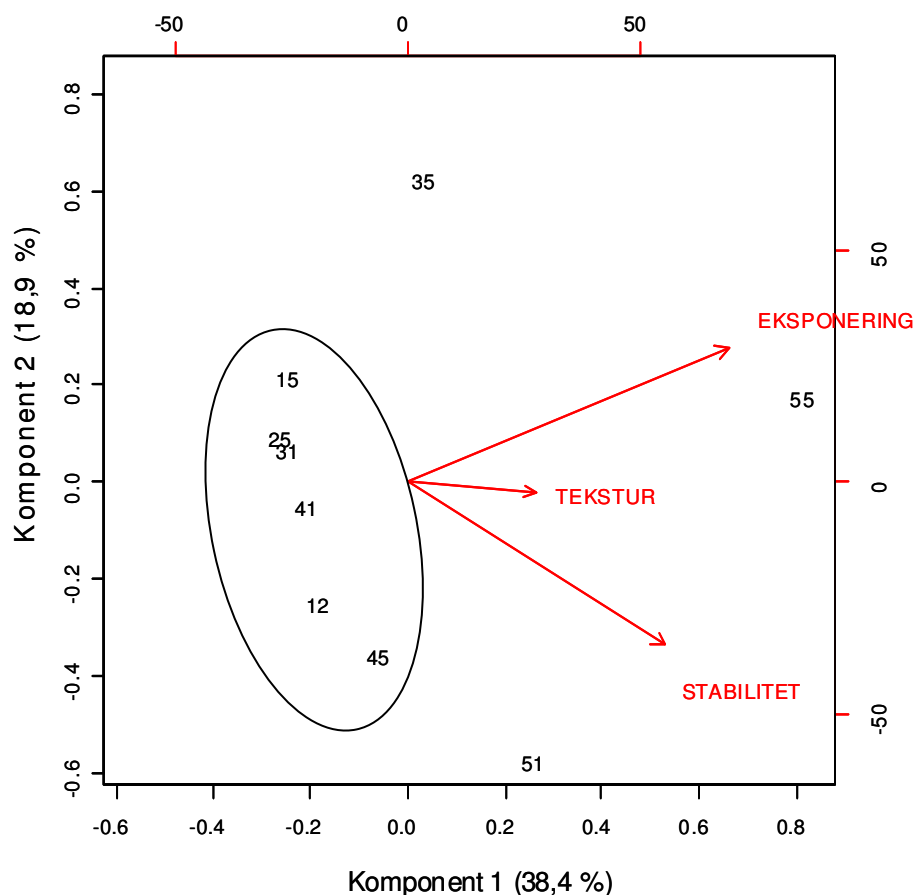
Stasjonsnr./-navn	Tidl. st.nr.	Eksponeeringstall (EKSTAL)	Stabilitetsindeks (STAIND)	Teksturindeks (TEXTIND)
1) Hamna	561/11	7	55	14
3) Elvebakken	27	14	34	24
4) Kvaløyvågen	15	8	39	38
5) Småvær	3	57	98	38

De resterende stasjonene hadde eksponeringsverdier under 50, som tilsvarer verdier for beskyttede lokaliteter (Lein & Oug, unpubl.data, Oug et al., 1985). Stabilitetsindeksen på stasjon 1 (Hamna), 2 (Holt) og 4 (Kvaløyvågen) viste intermediære verdier på hhv. 55, 34 og 39, som forteller at substratet i fjæra var noenlunde stabilt. Teksturindeksen var generelt lav for alle stasjoner, der lokalitet Kvaløyvågen (st. 4) og Småvær (st. 5) hadde de høyeste verdiene på 38. Det så ut til at alle stasjonene var nokså stabile når man så de i sammenheng med deres lave bølgeeksponeringsverdier (Tab. 15).

3.3.4. Ordinasjonsanalyse (PCA)

Ordinasjonsanalysen som er gjennomført sammen med undersøkelsene fra 2007 viser variasjonene mellom miljøverdiene på stasjonene ved ulike år, i et to-dimensjonalt rom (Fig. 13). Talltegnene viser til hhv. stasjon og prøvetakingsår, der 1=1982, 2=1983 og 5=2007. Miljøverdiene viste seg nokså like for årene 1982 og 1983, mens det var en større spredning mellom stasjonene ved undersøkelsen i 2007. Særlig skilte stasjon 3 (Elvebakken) og 5 (Småvær) seg ut for det sistnevnte året (hhv. 35 og 55 i figur 13). Se tabell 8 for miljøverdiene fra 2007-undersøkelsen.

Stasjon 1 (Hamna), 3 (Elvebakken) og 4 (Kvaløyvågen) fra tidligere prøvetakinger (i 1982/-83), samt resultatene på stasjon 1 (Hamna) og 2 (Holt) (og delvis stasjon 4 i Kvaløyvågen) fra de nye undersøkelsene i 2007 hadde lave verdier for alle de tre miljøvariablene (markert med sirkel i figur 13). De generelt laveste verdiene for både eksponering, stabilitet og tekstur viste stasjon 3 og 4 i 1982 og stasjon 2 i 2007 (hhv. 31, 41 og 25). Stasjon 1 hadde en noe lavere

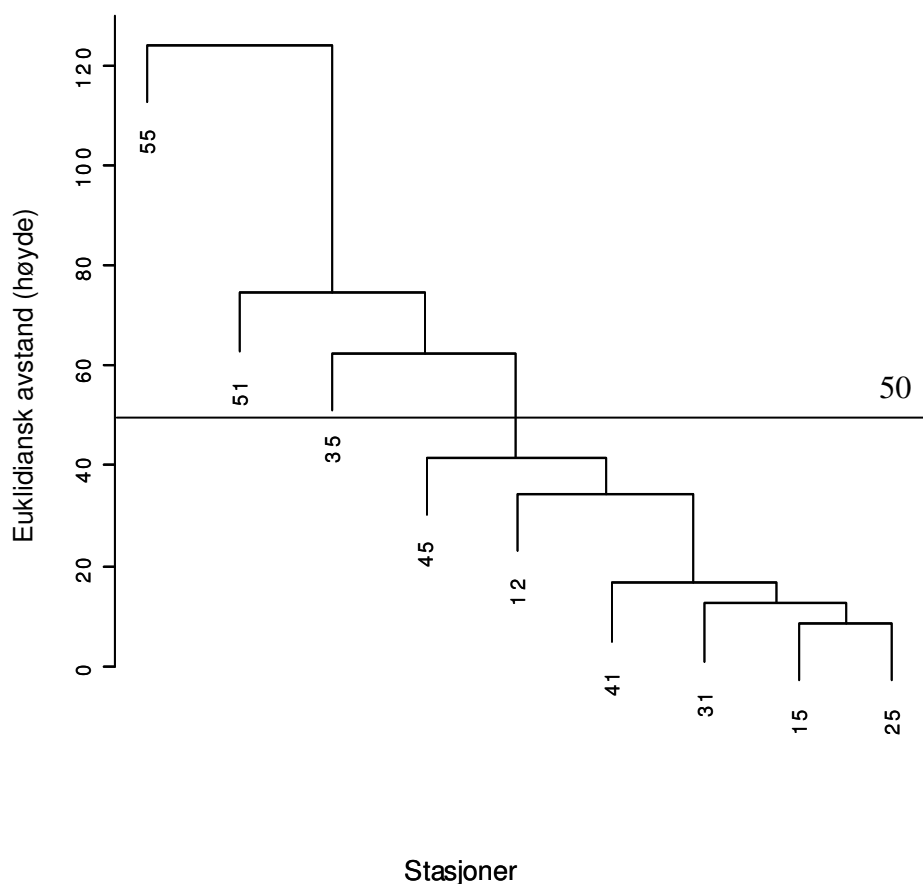


Figur 13. Prinsippiell komponentanalyse (PCA) av miljøvariablene på stasjon 1-5 for årene 1982/-83 og 2007, i et to-dimensjonalt (Euklidiansk) rom. Komponent 1 (horisontal akse) forklarer 38,4 % og komponent 2 (vertikal akse) 18,9 % av den totale variasjonen. Talltegnene i figuren viser til hhv. stasjon (1-5) og prøvetakingsår (der 1=1982, 2=1983 og 5=2007).

stabilitetsindeks, men i tillegg en høyere bølgeeksponering enn de resterende og havnet derfor øverst i sirkelen (Fig. 13, Tab. 8). Undersøkelsene på Hamna i 1982 skilte seg ut med en høyere stabilitetsindeks enn de andre og havnet derfor nedenfor sammenklyngingen i den markerte sirkelen. Stasjon 4 fra prøvetakingsår 2007 hadde både en rimelig høy stabilitets- og teksturindeks, hvorpå lokaliteten ble plassert lengst unna de andre i sirkelen i den prinsipielle komponentanalysen, selv om den hadde et lavt eksponeringstall på 6. Småværstasjonen (st. 5) skilte seg ut ved begge årene (merket 51 og 55 for hhv. årene 1982 og 2007). Selv om stabilitetsindeksen for stasjonene var like for begge undersøkelsene, viste ulikheten til de store forskjellene i eksponeringen (og delvis også teksturindeksen; Fig. 13, Tab. 8 og 15). Den samme trenden kan ses ved stasjon 3 (Elvebakken) for år 2007, da eksponeringstallet tyder på en intermediært eksponert lokalitet til forskjell fra de tidligere målingene i det samme området i 1982. Komponent 1 (horisontal akse) forklarer 38,4 % og komponent 2 (vertikal akse) 18,9 % av den totale variasjonen.

3.3.5. Klassifikasjonsanalyse

Klassifikasjonsanalysen viser noen av de samme trendene som den prinsipielle komponentanalysen (Fig. 14). Grupperingen av miljøvariablene eksponering, stabilitet og tekstur i fjæra er målt etter Euklidiansk avstand for å beskrive graden av ulikhet mellom stasjonene. Her viste også stasjon 5 (Småvær) seg som stasjonen med størst variasjon i tid, mellom undersøkelsene i 1982 og 2007. Det så imidlertid ikke ut til at prøvetakingen ved stasjon 1 (Hamna) i 2007 (merket med talltegn 15 i figur 14) skilte seg så mye ut som det gis uttrykk for i ordinasjonsanalysen.



Figur 14. Klassifikasjonsanalyse av miljøvariablene på stasjon 1-5 for årene 1982/-83 og 2007, ved bruk av Euklidiansk avstand. Dendrogrammet viser ulikheter mellom stasjonene med hensyn til miljøvariablene eksponering, stabilitet og tekstur langs den vertikale aksene. Talltegnene i figuren viser til hhv. stasjon (1-5) og prøvetakingsår (der 1=1982, 2=1983 og 5=2007).

Om man separerer stasjonene i en høyde på 50 (trukket linje i figur 14), som det ble gjort for miljøvariablene i Del I (Fig. 5), vil kun stasjon 5 fra 1982-undersøkelsene danne en egen gruppe i tillegg til stasjon 3 (Elvebakken) og 5 (Småvær) ved undersøkelsen i 2007. De resterende lokalitetene viste en forholdsvis stor likhet med hverandre og danner den siste og fjerde gruppen. For denne inndelingen hadde kun én av de fire gruppene et eksponeringstall

som tilsvarte en eksponert lokalitet (stasjon 5 for år 2007, dvs. talltegn 55), to stasjoner en intermediær bølgeeksponering (stasjon 3, år 2007 og 5, år 1982, dvs. hhv talltegnene 35 og 51), mens den siste store gruppen inneholdt de beskyttede lokalitetene (Fig. 14, Tab. 8 og 15).

3.4. Arter fra tidligere undersøkelser (1982/-83) sammenliknet med 2007-undersøkelsene

3.4.1. Artsgrupper

Det ble totalt funnet 90 artsgrupper for undersøkelsene i Del II (Vedlegg 8). Resultatet fra vegetasjonskartleggingene viste en stor variasjon i antall artsgrupper og deres dekning i littoralsonen mellom de ulike lokalitetene og mellom ulike prøvetakingsår (Tab. 16). I 1982 og 1983 ble det registrert 26-35 artsgrupper per stasjon, mens det i 1991 og 2001 kun ble funnet 15-25 arter for stasjon 1 (Hamna) og stasjon 2 (Holt). Resultatene fra 2007 viste til et generelt mye høyere antall (34-57 artsgrupper).

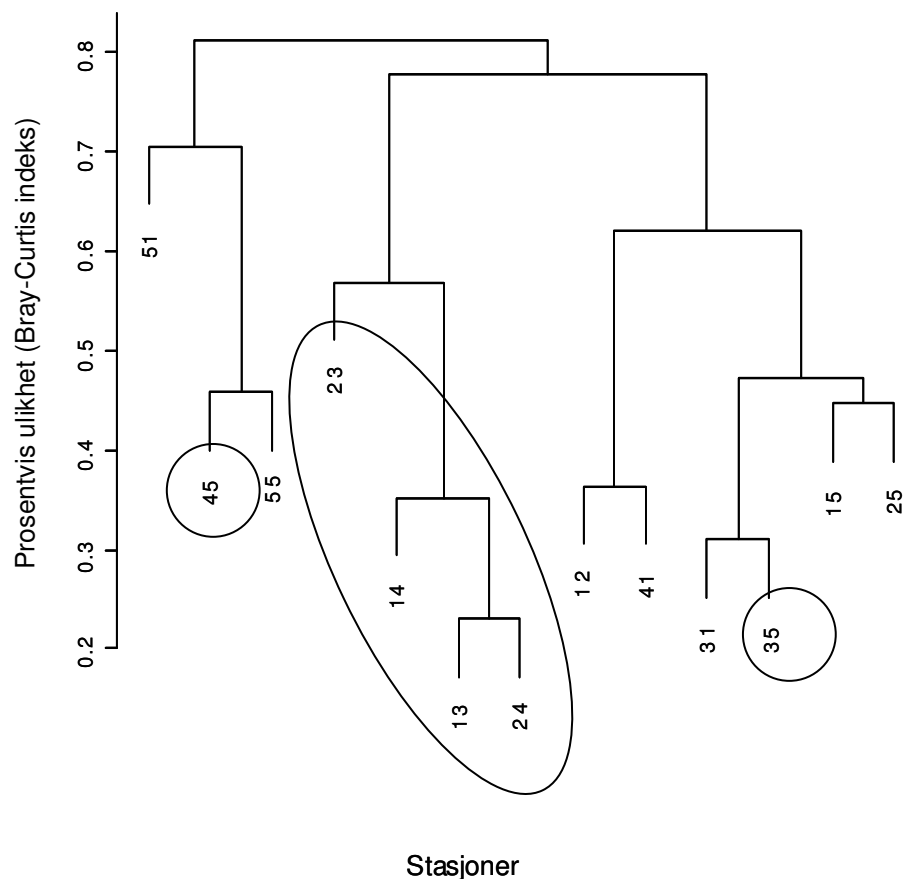
Tabell 16. Antall artsgrupper tilstede (forekomst) og total dekning (%) av alger og lav på stasjon 1-5 for alle de ulike prøvetakingsårene. I tillegg er antall rød-, brun- og grønnalger og lav (til venstre under gruppen), samt makroalgens prosentvise dekning i forhold til den totale algedekningen på stasjonen presentert i tabellen (til høyre under gruppen). Dekning av lav ble beregnet ut i fra den totale dekningen av prøveflaten på stasjonen.

Stasjonsnr./ -navn/År	Ant. artsgr.	Tot. dekning (%)	Antall (v.) og dekningsandel (h.)							
			Rød Ant. (%)		Brun Ant. (%)		Grønn Ant. (%)		Lav Ant. (%)	
Stasjon 1 (Hamna)										
(1983)	35	2656	17	27	12	70	5	3	1	63
(1991)	19	726	7	15	7	83	3	2	2	93
(2001)	25	1069	8	22	12	77	3	1	2	133
(2007)	57	1869	18	26	27	58	11	17	1	64
Stasjon 2 (Holt)										
(1991)	15	494	3	14	8	82	3	4	1	112
(2001)	23	1009	8	18	10	81	4	1	1	72
(2007)	55	1211	16	18	25	59	12	23	2	152
Stasjon 3 (Elvebakken)										
(1982)	26	1144	10	13	10	86	4	1	2	78
(2007)	34	1334	10	16	14	67	8	17	2	181
Stasjon 4 (Kvaløyvågen)										
(1982)	28	2210	13	21	11	78	2	1	2	100
(2007)	44	1930	14	29	19	54	9	17	2	424
Stasjon 5 (Småvær)										
(1982)	35	1381	12	46	15	42	5	12	3	168
(2007)	51	2083	19	41	20	38	10	21	2	460

Antall rød-, brun- og grønnalger og lav, samt makroalgenes prosentvise dekning i forhold til den totale algedekningen per stasjon er også presentert i tabellen. Dekningen av lav ble beregnet ut i fra de totale dekningene av prøveflatene (alle delprøver/ruter lagt sammen) på stasjonene. For rødalgene var antall og dekning (%) noenlunde i overensstemmelse med kartleggingene i 1982, 1983 og 2007. Dette gjaldt også i noen grad for brunalger, mens grønnalgene hadde økt både i antall og dekning siden tidlig på 80-tallet for alle stasjoner. 1991- og 2001-undersøkelsene hadde generelt lavere tall for alle algegrupper, mens for dekingen av lav viste disse undersøkelsene høyere verdier (Tab. 16).

3.4.2. Endringer i forekomst og dekning for hele stasjoner

3.4.2.1. Klassifikasjonsanalyse



Figur 15. Klassifikasjonsanalyse av forekomst og midlere dekingen (%) for alle alge- og lavartene på stasjon 1-5 for alle år, ved bruk av Bray-Curtis indeks. Dendrogrammet viser de prosentvise ulikhetene mellom stasjonene og mellom ulike prøvetakingsår langs den vertikale aksene. Talltegnene i figuren viser til hhv. stasjon (1-5) og prøvetakingsår (der 1=1982, 2=1983, 3=1991, 4=2001 og 5=2007).

Klassifikasjonsanalysen mellom stasjonene og de ulike undersøkelsesårene viser at den maksimale prosentvise ulikheten mellom stasjonene, ved bruk av Bray-Curtis indeks, er i

overkant av 0,8 % (Fig. 15). Her skilte makroalge- og lavartenes forekomst og dekning på stasjon 4 (Kvaløyvågen) for 2007 og stasjon 5 (Småvær) for 1982 og 2007 seg ut fra de øvrige undersøkelsene (hhv. 45, 51 og 55). Dette likner grupperingen for klassifikasjonsanalysen av miljøvariablene (eksponering, stabilitet og tekstur), bortsett fra at her er det ikke stasjon 3 (Elvebakken) men stasjon 4 som likner lokalitet 5 (Fig. 14). Endringen er markert med to små sirkler i figur 15, hhv. med talltegnene 45 og 35. Den store sirkelen i figuren viser til en gruppering av undersøkelsene fra årene 1991 og 2001, som skilte seg ut fra de andre studiene.

3.4.3. Endringer i forekomst og dekning ved ulike vertikalhøyder i littoralsonen

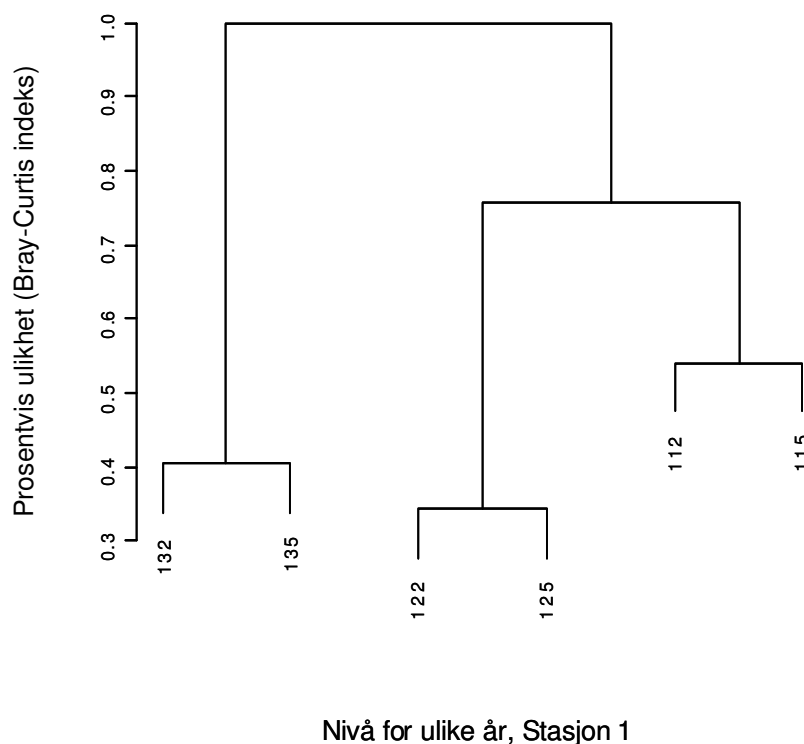
De videre analysene av resultatene vil fokusere på endringer av artenes forekomst og dekningsgrad ved ulike vertikalhøyder i littoralsonen for hver enkelt stasjon. Vegetasjonskartleggingen som ble gjort i forbindelse med denne oppgaven sommeren 2007, er blitt sammenliknet med de tidligere gjennomførte undersøkelsene på de samme lokalitetene. Fokuset vil være på tang- og tarebeltene, samt andre karakteristiske og eventuelt assosiasjonsdannende arter som dominerer de ulike lokalitetene.

De videre klassifikasjonsanalysene viser til de prosentvise ulikhetene i littoralsonen på hver enkelt stasjon mellom de ulike prøvetakingsårene 1982/-83 og 2007, ved bruk av Bray-Curtis indeks. Talltegnene i dendrogrammene viser til hhv. stasjon (1-5), nivå (nivå 1=0-100 cm over Sjøkart-0 (S0), nivå 2=100-230 cm over S0 og nivå 3=>230 cm over S0) og prøvetakingsår (1=1982, 2=1983 og 5=2007). Det er viktig å se på de videre ordinasjonsanalysene kun som veiledende fordeling av artene i fjæra og ikke som et fasitsvar, da en tvungen additiv ordinasjonsanalyse (CAO) i noen tilfeller vil kunne endre artenes prosentvise mengde og dekning ved ulike høyder i fjæra for å tilpasse dataene med hverandre (se samfunnsanalysedelen i Material og Metode). Tall som er presentert i teksten er hentet direkte ut fra rådata og vil være de korrekte resultatene (Vedlegg 22-29). Alle høyder som er referert til i de videre analysene, er målt i forhold til Sjøkart-0 (S0). Dette vil ikke gjentas videre spesifikt for alle de presenterte vertikalhøydene. Forkortelsene av navnene henspiller på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med. Dette kan leses av artslisten i vedlegg 8.

3.4.3.1. Stasjon 1 – Hamna

i) Klassifikasjonsanalyse

Klassifikasjonsanalysen for stasjon 1 viste at alle de tre vertikalnivåene for undersøkelsene i 1983 og 2007 liknet mye på hverandre (Fig. 16). Nivå 2 var det nivået som hadde endret seg minst de siste 25 årene, med en ulikhet på omkring 0,35 % (talltegnene 122 og 125). Nivå 3 kom på en god andreplass, med en ulikhet mellom artenes forekomst og mengde på 0,4 %. Med en forskjell på knappe 0,55 % mellom 1983- og 2007-undersøkelsene, hadde likevel nivå 1 og 2 mer til felles enn nivå 3 som viste en ulikhet med de resterende nivåene på 1,0 % (Fig. 16). Klassifikasjonsanalysen for alle stasjonene i figur 15 viste imidlertid at artssamfunnet på stasjon 1 i 1983 (talltegn 12) totalt sett liknet mer på forekomst og dekingen av artene på stasjon 4 (Kvaløyvågen) i 1982 (talltegn 41) enn 2007-undersøkelsene på stasjon 1 (talltegn 15).



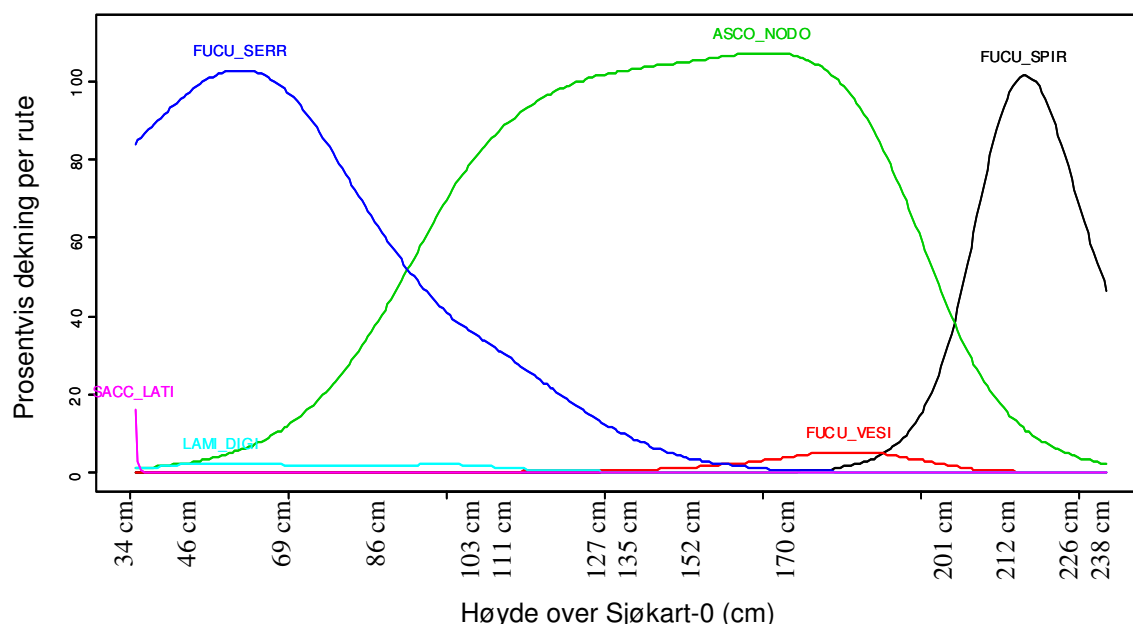
Figur 16. Klassifikasjonsanalyse av undersøkelsene på stasjon 1 for årene 1983 og 2007. Dendrogrammet viser forekomst og dekingen (%) for alle alge- og lavartene ved bruk av Bray-Curtis indeks. De prosentvise ulikhetene mellom stasjonene og mellom ulike prøvetakingsår vises langs den vertikale aksene. Stasjonen er delt opp i tre vertikalnivå for begge prøvetakingsår, der nivå 1=0-100 cm over S0, nivå 2=100-230 cm over S0 og nivå 3=>230 cm over S0. Talltegnene i dendrogrammet viser til hhv. stasjon (1), nivå (1-3) og prøvetakingsår (2=1983 og 5=2007).

ii) Tvungne additive ordinasjonsanalyser (CAO)

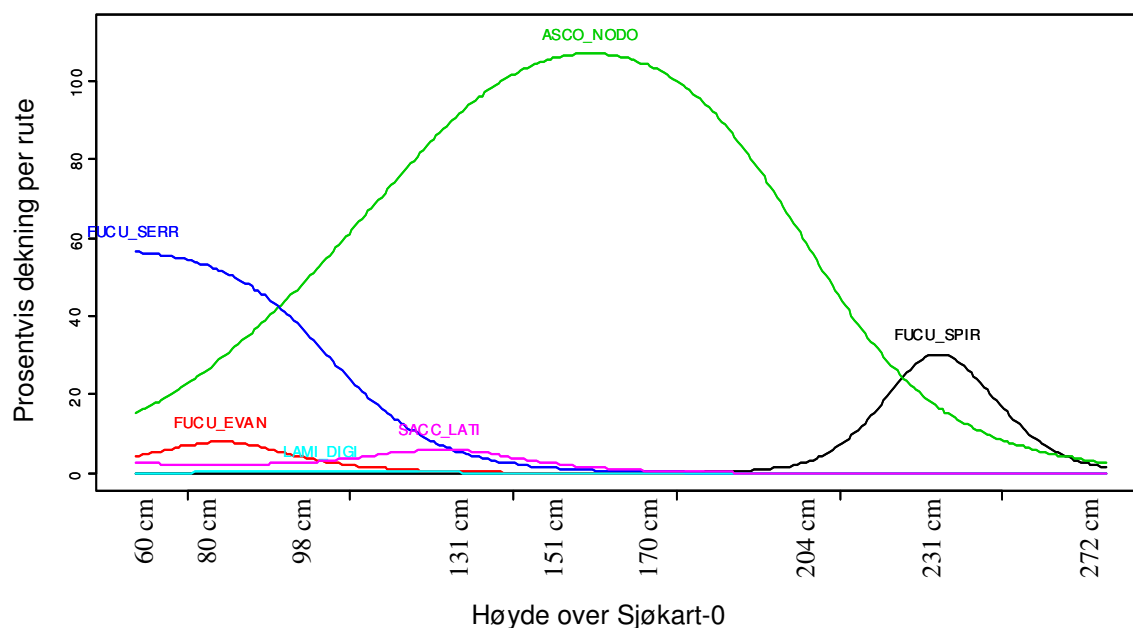
De samme sammenhengene kan også ses i tvungne additive ordinasjonsanalyser (CAO; Fig. 17-20). Resultatene fra 1983 og 2007 på stasjon 1 (Hamna) ble basert på hhv. 14 og 9 antall delprøver (ruter) tatt ved ulike vertikalhøyder i fjæra (Vedlegg 30). For undersøkelsen i 1983 ble littoralsonen undersøkt fra 34-238 cm over Sjøkart-0 (S0), mens 2007-undersøkelsen gikk noe høyere opp i fjæra og dekket vertikalhøydene mellom 60 og 272 cm over S0 (Vedlegg 30). Ordinasjonsanalysen av tangbeltene viser den prosentvise dekningsgraden av rutene (y-aksen) i littoralsonen ved ulike vertikalhøyder over Sjøkart-0 (x-aksen).

Tang- og tarearter

Sammenlikningen mellom 1983- og 2007-undersøkelsene viste at tangbeltene hadde endret seg noe de siste 25 årene (Fig. 17 og 18). I 1983 ble *Fucus vesiculosus* funnet på lokaliteten mellom 100 og 200 cm over Sjøkart-0 (S0), mens i 2007 ble ikke denne arten observert i det hele tatt. I stedet ble arten *Fucus evanescens* lokalisert med en maksimal dekning på 80 cm. Det så også ut til at voksestedet til artene *Fucus serratus*, *Ascophyllum nodosum* og *Fucus spiralis* hadde endret vertikalhøyden for sin maksimale forekomst i littoralsonen. *F. serratus* hadde i 1983 en maksimal dekning på 100 % omkring 45-70 cm, mens beltet ble lokalisert med sin maksimale dekning (50 %) på 60-100 cm i 2007. Selv om rutene ikke gikk lenger ned i littoralsonen enn til 60 cm i 2007, ble likevel *F. serratus*-beltet målt til å strekke seg helt ned til 30 cm. *A. nodosum* dekket i 1983 nesten 100 % av rutene for alle høyder mellom 100 og 200 cm. I 2007 ble ikke arten dominerende før ved 130-200 cm, mens de lavere høydene ned mot 100 cm hadde en halvering av dekningsgraden fra 1983 på omkring 40-50 %. Den største endringen i tangbeltet kan man imidlertid se på *F. spiralis*, som hadde mer enn halvert sin maksimale rutedekning, fra omkring 100 % ved 210-230 cm i 1983 til i underkant av 30 % på 230 cm i 2007 (Fig. 17 og 18). Tarearten *Laminaria digitata* ble funnet i ubetydelig mengder for begge årene på 1-4 % ved 45-130 cm i 1983 og ved 100 cm i 2007. *Saccharina latissima* dekket derimot omkring 16 % av ruten på 34 cm i 1983, men den i 2007 ble observert på 60 og 130 cm med dekning på hhv. 4 og 12 %. Se for øvrig vedlegg 8, 22 og 23.



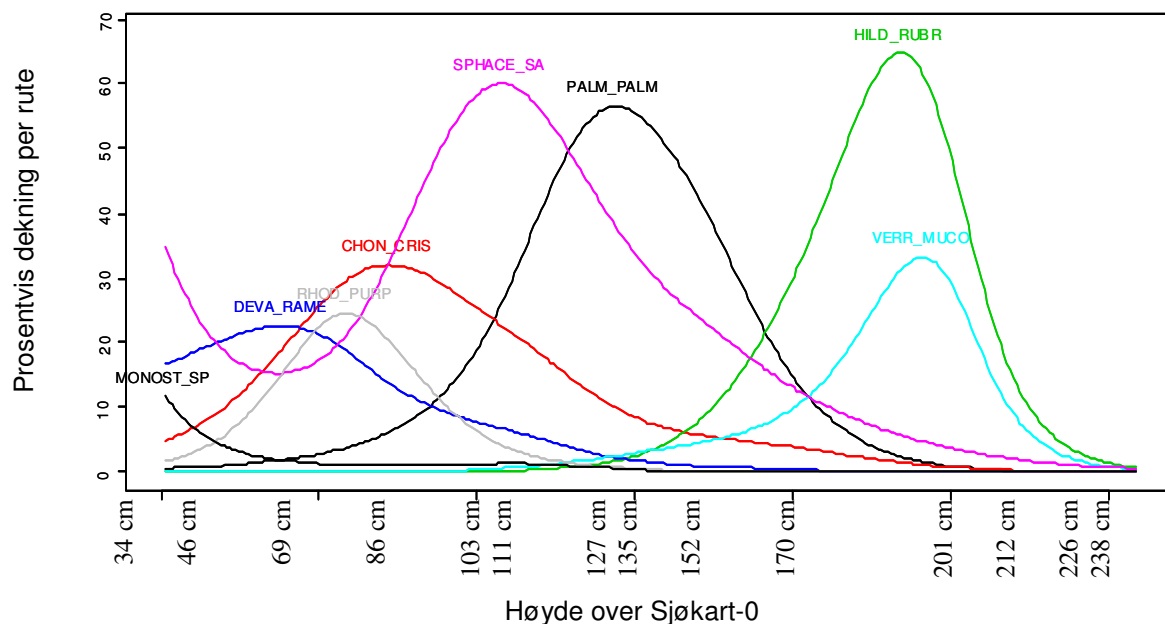
Figur 17. Tvungen additiv ordinasjonsanalyse (CAO) av tangbeltene i littoralsonen på stasjon 1 fra littoralsamfunnsundersøkelsen i 1983 (Oug et al., 1985). Den horisontale aksene viser vertikalhøyder over hvor de undersøkte rutene er plassert i forhold til Sjøkart-0 (cm), mens den vertikale aksene viser den prosentvise dekingen av de ulike artene i littoralsonen. Forkortelsene av navnene henspiller på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8).



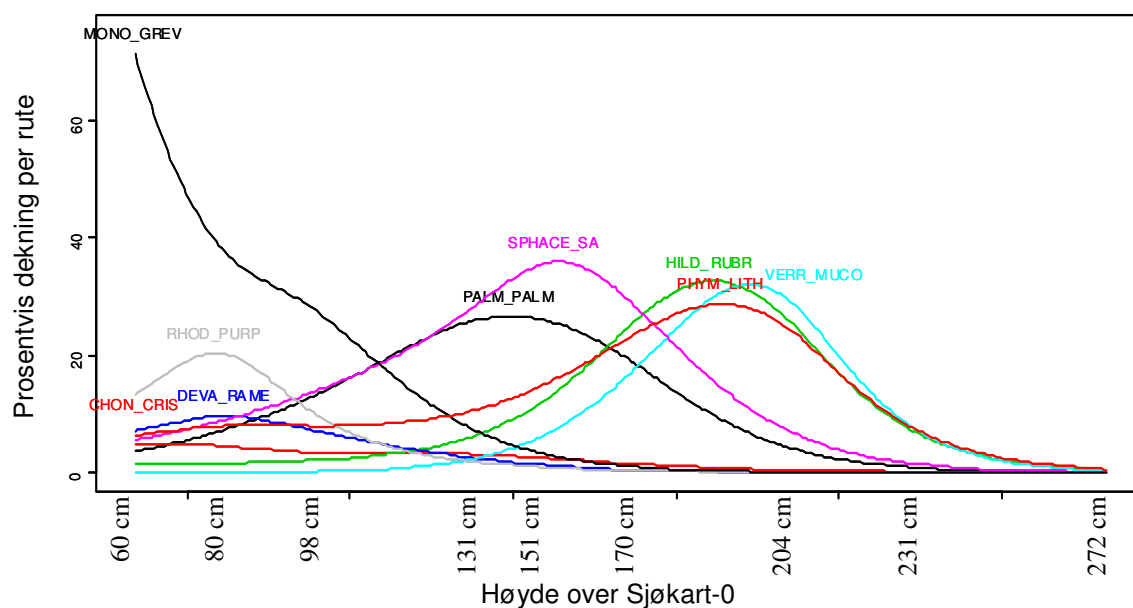
Figur 18. Tvungen additiv ordinasjonsanalyse (CAO) av tangbeltene i littoralsonen på stasjon 1 fra littoralsamfunnsundersøkelsen i 2007. Den horisontale aksene viser vertikalhøyder over hvor de undersøkte rutene er plassert i forhold til Sjøkart-0 (cm), mens den vertikale aksene viser den prosentvise dekingen av de ulike artene i littoralsonen. Forkortelsene av navnene henspiller på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8).

Andre arter

Lokaliteten i Hamna hadde også endret seg med hensyn til forekomst og dekning av andre arter (Fig. 19 og 20). Noen nye arter hadde kommet til mens andre hadde forsvunnet fra 1983 til 2007. Mange av disse ble kun funnet som enkeltobservasjoner og kan muligens ha vært til stede begge årene. De mer dominerende artene for hvert enkelt år ble presentert i hver sin tvungne additive ordinasjonsanalyse (CAO), og viste endringene i fjæresamfunnet. I tillegg til at dominerende arter som *Palmaria palmata*, *Hildenbrandia rubra*, *Sphacelaria* spp. (samfunn), *Chondrus crispus*, *Devaleraea ramentacea*, *Rhodochorton purpureum* og *Verrucaria mucosa* for 1983-undersøkelsene hadde sunket i sine prosentvise deknings i littoralsonen, hadde også noen arter fått en liten endring i deres plassering i littoralsonen slik som tangbeltene. Blant annet hadde *P. palmata* en dekning på 12-64 % for vertikalhøydene 100-150 cm over S0 i 1983, mens arten i 2007 dekket 8-28 % av rutene for høyder mellom 80 og 170 cm (Vedlegg 22 og 23). Arten *D. ramentaceae* hadde derimot en mye bredere dekning i 1983 der den ble observert mellom 34 og 135 cm med dekningsgrader varierende fra 0 til 24 %. I 2007 ble kun arten funnet ved 80 cm, med dekningsgraden 16 %. Se for øvrig figur 19 og 20 og vedlegg 22 og 23.



Figur 19. Tvungen additiv ordinasjonsanalyse (CAO) av de dominerende undervegetasjonsartene i littoralsonen på stasjon 1 fra littoralsamfunnsundersøkelsen i 1983 (Oug et al., 1985). Den horisontale aksene viser vertikalhøyder over hvor de undersøkte rutene er plassert i forhold til Sjøkart-0 (cm), mens den vertikale aksene viser den prosentvise dekningsgraden av de ulike artene i littoralsonen. Forkortelsene av navnene henspiller på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8).



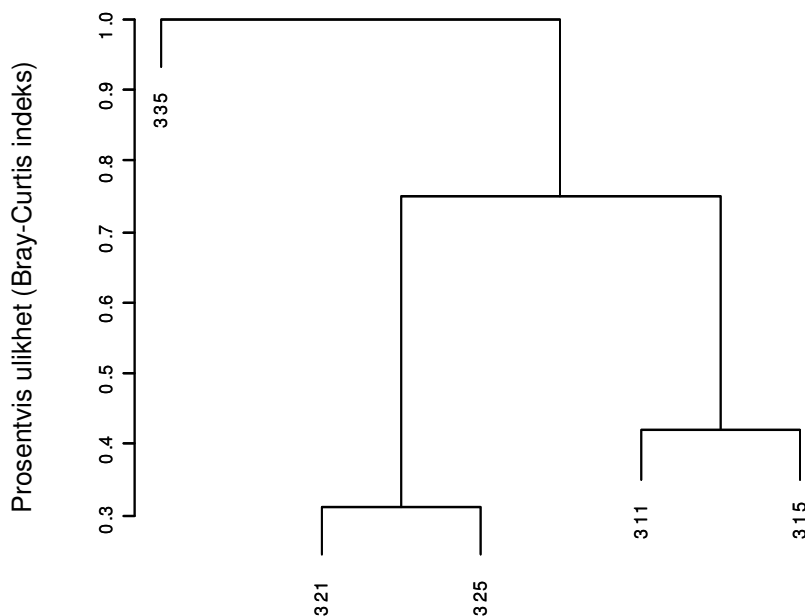
Figur 20. Tvungen additiv ordinasjonsanalyse (CAO) av de dominerende undervegetasjonsartene i littoralsonen på stasjon 1 fra littoralsamfunnsundersøkelsen i 2007. Den horisontale aksen viser vertikalhøyder over hvor de undersøkte rutene er plassert i forhold til Sjøkart-0 (cm), mens den vertikale aksen viser den prosentvise dekingen av de ulike artene i littoralsonen. Forkortelsene av henspeiler på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8).

Totalt sett så det ut til at de samme artene dominerte littoralsonen i 2007 som i 1983, men den seneste undersøkelsen viste også til en større artsdiversitet og en større mengde av arter ved lokaliteten som kun ble funnet som enkeltobservasjoner eller ikke i det hele tatt i 1983. Eksempel på dette var *Monostroma* sp. (*Monostroma grevillei*), *Cladophora rupestris*, *Dictyosiphon foeniculaceus*, *Elachista fucicola*, *Cystoclonium purpureum* og *Ulva lactuca*, hvor de fleste ble funnet med en dekning på opp til 15 % for hele littoralsonen (Vedlegg 22 og 23). I tillegg hadde kalkalgleslektene *Phymatolithon* spp. og *Lithothamnion* sp. økt i mengde, fra en maksimumsverdi per rute på 8 til 36 % (Fig. 19 og 20). De resterende artene ved lokalitet 1 (Hamna) ble ikke funnet i store mengder og er ikke presentert her, men det kan nevnes at artsgrupper som *Furcellaria lumbricalis*, *Sphacelaria plumosa*, *Colaconema membranaceum*, *Ralfsia* sp., *Clathromorphum circumscriptum* og evt. *Porphyra purpurea* (kun registrert til slekt i 2007, som *Porphyra* sp.) kun ble funnet i 1983. Gruppene *Ulothrix* sp./*Urospora* sp., *Rhizoclonium riparium*, *Chordaria flagelliformis*, *Chorda filum*, *Acrosiphonia sonderi*, *Stictyosiphon* sp., *Leathesia difformis*, *Eudesme virescens*, *Audouinella* sp., *Ulva* sp., *Cladophora* sp. (andre enn *C. rupestris*), *Isthmoplea sphaerophora*, *Polyides rotundas* og *Desmarestia aculeata* ble bare observert ved kartleggingen i 2007. For andre endringer på stasjon 1 mellom 1983- og 2007-undersøkelsene, se vedlegg 22 og 23.

3.4.3.2. Stasjon 3 – Elvebakken

i) Klassifikasjonsanalyse

Klassifikasjonsanalysen for lokaliteten i Elvebakken fra 1982 og 2007 viser at de mest like nivåene tilskrives nivå 2 (talltegn 321 og 325, Fig. 21). Nivå 1 fra begge årene er mer ulik nivå 3 enn nivå 2 fra 2007. Nivå 3, som strakk seg >230 cm over Sjøkart-0 og opp til bart fjell eller terrestrisk vegetasjon, ble ikke undersøkt i 1982. Dette var sannsynligvis på grunn av tidsnød (pers. med. Eivind Oug). Resultatene av ulikhetene mellom alle stasjonene når rutene er slått sammen viste at stasjon 3 så ut til å være den lokaliteten som hadde endret seg minst de siste 25 årene, med en ulikhet sammenlagt for hele littoralsonen mellom 1982 og 2007 på i overkant av 0,3 % (Fig. 15).



Nivå for ulike år, Stasjon 3

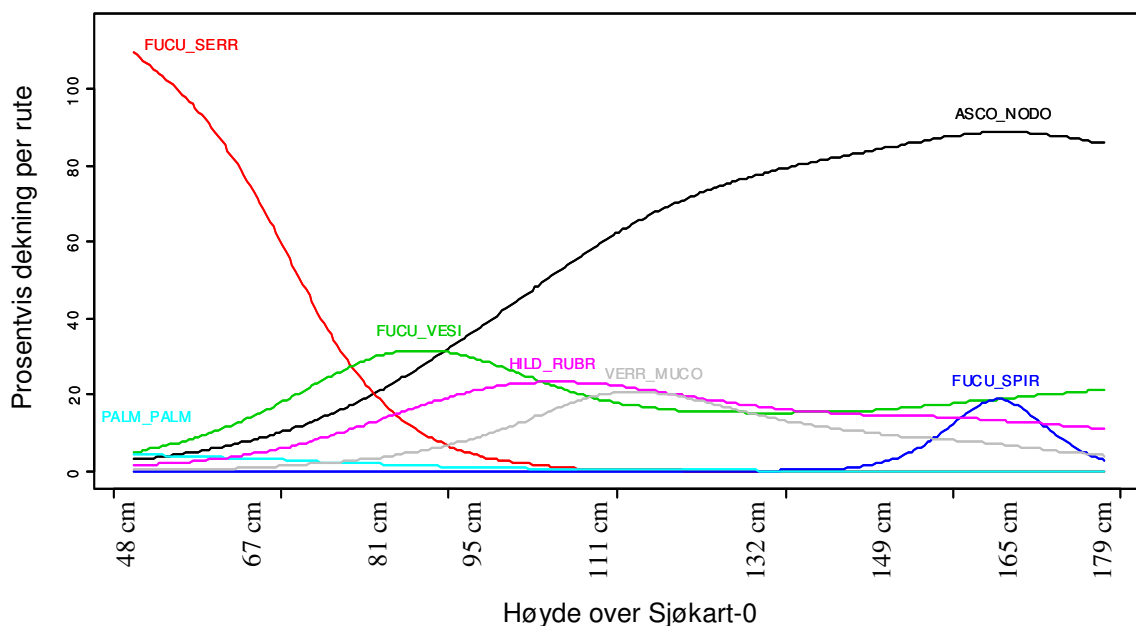
Figur 21. Klassifikasjonsanalyse av undersøkelsene på stasjon 3 for årene 1982 og 2007. Dendrogrammet viser forekomst og dekingen (%) for alle alge- og lavartene ved bruk av Bray-Curtis indeks. De prosentvise ulikhetene mellom stasjonene og mellom ulike prøvetakingsår vises langs den vertikale aksene. Stasjonen er delt opp i tre vertikalnivå for begge prøvetakingsår, der nivå 1=0-100 cm over Sjøkart-0, nivå 2=100-230 cm over Sjøkart-0 og nivå 3= >230 cm over Sjøkart-0. Talltegnene i dendrogrammet viser til hhv. stasjon (3), nivå (1-3) og prøvetakingsår (1=1982 og 5=2007).

ii) Tvungne additive ordinasjonsanalyser (CAO)

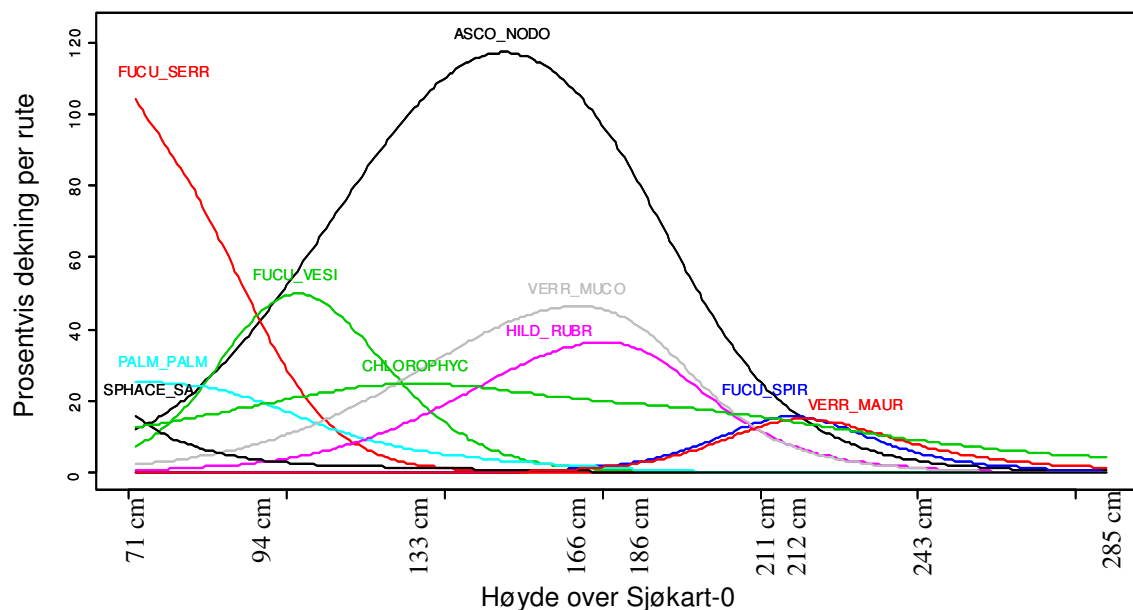
Ordinasjonsanalysen (CAO) for stasjon 3 i Balsfjorden (Elvebakken) er basert på 9 ruter både ved undersøkelsene i 1982 og 2007 og disse dekket høydene mellom hhv. 48-179 cm og 71-285 cm over S0 (Vedlegg 30).

Tang- og tarearter

Resultatene fra analysen av tangbeltene viste at de samme artene var tilstede ved begge årene og at ingen nye tangarter hadde kommet til (Fig. 22 og 23). Dette gjaldt artene *Fucus spiralis*, *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus* og *Fucus serratus*. Artene hadde imidlertid endret seg noe i utstrekning i littoralsonen og i dekningsmengde (den maksimale prosentvise dekingen av en rute). Ved vegetasjonskartleggingen i 1982 hadde *F. spiralis* en maksimal deking på 24 % omkring 165 cm over S0, mens i 2007 ble denne toppen funnet nokså mye høyere i littoralsonen og til en høyere deking (40 % ved 212 cm; Vedlegg 24 og 25). *A. nodosum* dekket fra 8 til 100 % på høydene mellom 67 og 179 cm i 1982, der den maksimale veksten (100 % rutedekning) ble lokalisert på 165 cm. 25 år senere strakk beltet seg fra 94-211 cm, med deknings mellom 32 og 100 %, og rutene var fullstendig dekket av arten ved 133-186 cm over S0 (Fig. 23). *F. vesiculosus*-beltet smalnet noe, da arten i 1982 dekket vertikalhøydene mellom 67 og 179 cm (0-48 %), mens den i 2007 kun dekket to ruter ved 94 og 133 cm med hhv. 48 og 20 % (Vedlegg 24 og 25). Den siste tangarten, *F. serratus*, ble som *F. vesiculosus* også funnet noe lenger ned i littoralsonen i 2007 (71-94 cm, med den maksimale dekingen på 71 %) enn i 1982 (48-81 cm, med maksimal deking på 48 %).



Figur 22. Tvungen additiv ordinasjonsanalyse (CAO) av tangbeltene og de dominerende undervegetasjonsartene i littoralsonen på stasjon 3 fra littoralsamfunnsundersøkelsen i 1982 (Lein & Oug, unpubl. data). Den horisontale aksene viser vertikalhøyder over hvor de undersøkte rutene er plassert i forhold til Sjøkart-0 (cm), mens den vertikale aksene viser den prosentvise dekingen av de ulike artene i littoralsonen. Forkortelsene av navnene henspiller på de fire første bokstaver i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8).



Figur 23. Tvungen additiv ordinasjonsanalyse (CAO) av tangbeltene og de dominerende undervegetasjonsartene i littoralsonen på stasjon 3 fra littoralsamfunnsundersøkelsen i 2007. Den horisontale aksene viser vertikalhøyder over hvor de undersøkte rutene er plassert i forhold til Sjøkart-0 (cm), mens den vertikale aksene viser den prosentvise dekningsgraden av de ulike artene i littoralsonen. Forkortelsene av navnene henspiller på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8).

Andre arter

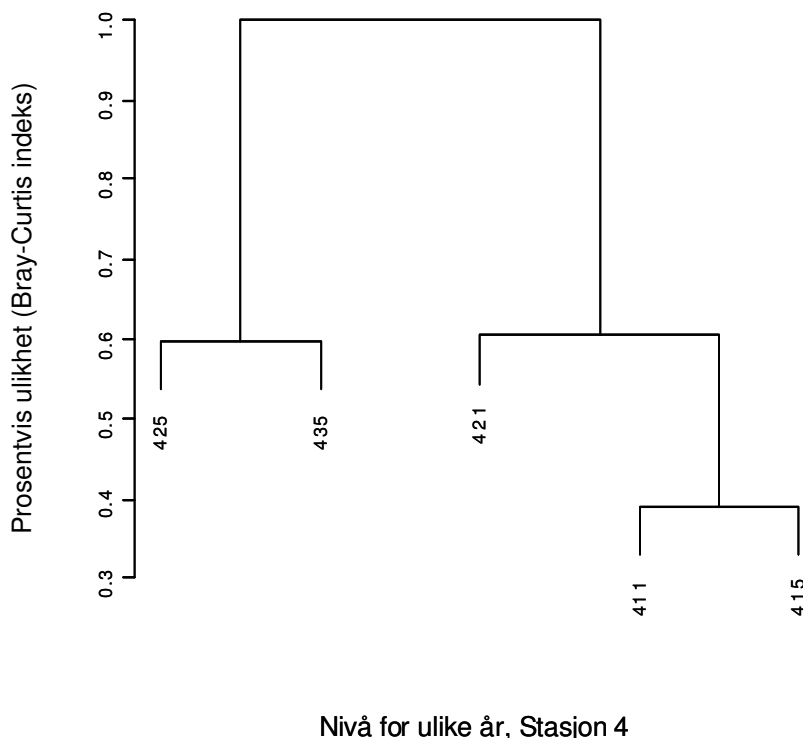
Resultatene av vegetasjonskartleggingen på Elvebakken viste et lavt artsantall og en generelt lav prosentvis dekning av tilstedeværende arter. Noen av artene, foruten tangbeltene som ble funnet i litt større mengder i 1982, er også presentert i ordinasjonsanalysen (CAO) i figur 22. Skorpealgen *Hildenbrandia rubra* og laven *Verrucaria mucosa* dominerte undervegetasjonen med en opptil hhv. 24 og 36 % dekning av rutene på 100-110 cm over S0 (kommer ikke klart frem i figuren). De resterende artene, *Palmaria palmata*, *Chondrus crispus*, *Devaleraea ramentacea*, *Sphacelaria* samfunn, *Rhodochorton purpureum* og *Verrucaria maura* ble funnet i lave mengder på under 5 % for hele littoralsonen (Fig. 22). Undersøkelsene i 2007 viste en noe større artsdiversitet i fjæra og en høyere dekning av artene (Fig. 23, Tab. 16). Også her ble undervegetasjonen dominert av *H. rubra* og *V. mucosa*, som hadde økt til en dekningsgrad på hhv. 16-48 % og 28-60 % ved 133-186 cm over S0 (x-aksene). Ellers ble alle artene fra 1982 med en dekning over 1 % funnet igjen i 2007, med unntak av slekten *Ralfsia* (Vedlegg 24 og 25).

Artene som har økt i mengde de siste 25 årene på stasjon 3 i Balsfjorden var *V. maura*, *Dumontia contorta*, *Elachista fucicola*, *P. palmata* og *Pylaiella littoralis* (reg. under *Pylaiella* sp./*Ectocarpus* sp. i 1982). I tillegg så det ut til at antall grønnalger hadde steget, sammenlagt

for både uidentifiserte arter (reg. som Chlorophyceae indet. med en dekning på opptil 29 % omkring 130 cm over S0) og arten *Cladophora rupestris* som dekket over 24 % av rutene ved vertikalhøyden 166 cm (Vedlegg 24 og 25). Også brunalgeslekten *Sphacelaria* ble funnet i større mengder ved kartleggingen i 2007 (16 % ved 71 cm over S0). Arter som kun ble funnet i 1982 (og kun som enkeltobservasjoner) var *D. ramentacea*, *Mastocarpus stellatus*, *Cystoclonium purpureum*, *Furcellaria lumbricalis* og *Dictyosiphon foeniculaceus*, mens 2007-undersøkelsene registrerte enkeltfunn av *Ceramium rubrum*-gruppen, *Chorda filum*, *Audouinella* sp., *Spongomorpha aeruginosa*, kalkalgegruppene *Phymatolithon* spp./*Lithothamnion* sp., *Capsosiphon* sp., samt helt sikre funn av *Monostroma grevillei* (kun funnet og artsbestemt til slekten *Monostroma* i 1982, Fig. 22 og 23).

3.4.3.3. Stasjon 4 – Kvaløyvågen

i) Klassifikasjonsanalyse



Figur 24. Klassifikasjonsanalyse av undersøkelsene på stasjon 4 for årene 1982 og 2007. Dendrogrammet viser forekomst og dekningen (%) for alle alge- og lavartene ved bruk av Bray-Curtis indeks. De prosentvise ulikhetene mellom stasjonene og mellom ulike prøvetakingsår vises langs den vertikale aksene. Stasjonen er delt opp i tre vertikale nivå for begge prøvetakingsår, der nivå 1=0-100 cm over Sjøkart-0, nivå 2=100-230 cm over Sjøkart-0 og nivå 3=>230 cm over Sjøkart-0. Talltegnene i dendrogrammet viser til hhv. stasjon (4), nivå (1-3) og prøvetakingsår (1=1982 og 5=2007).

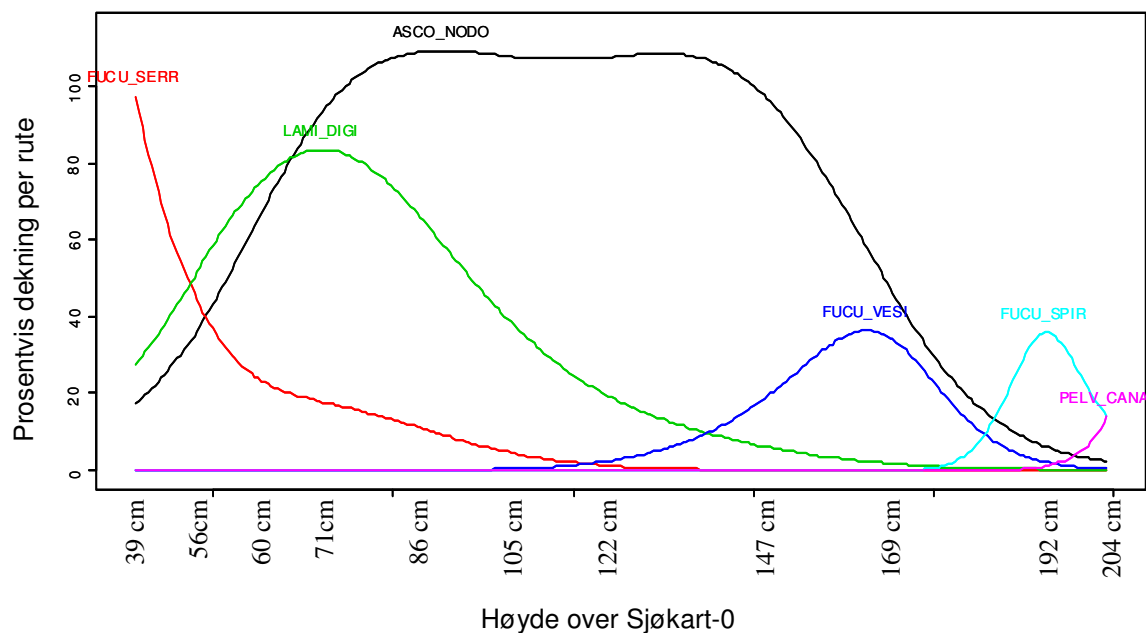
Resultatene fra klassifikasjonsanalysen viste en likhet mellom nivå 1 for 1982 og 2007 på omkring 0,4 % (hhv. talltegnene 411 og 415, Fig. 24). De andre nivåene lenger opp i littoralsonen liknet mindre på hverandre, men nivå 2 fra undersøkelsene i 1982 viste mye større fellestrekk med det laveste nivået enn med de samme vertikalhøydene fra prøvetakingsår 2007 (0,6 %). Derimot liknet det høyeste nivået i 2007 (nivå 3, talltegn 435) best med nivå 2 fra det samme året, og disse skilte seg ut fra de resterende vertikalnivåene i klassifikasjonsanalysen med et avvik på 1,0 %. Sammenlikningen av alle stasjonene for ulike år viste at stasjon 4 i 1982 (talltegn 41) liknet mer på stasjon 1 fra undersøkelsene i 1983 (talltegn 12) enn på stasjon 4 i 2007-undersøkelsen (talltegn 45, Fig. 15). Det ble ikke gjennomført noen undersøkelser på nivå 3 i 1982.

ii) *Tvungne additive ordinasjonsanalyser (CAO)*

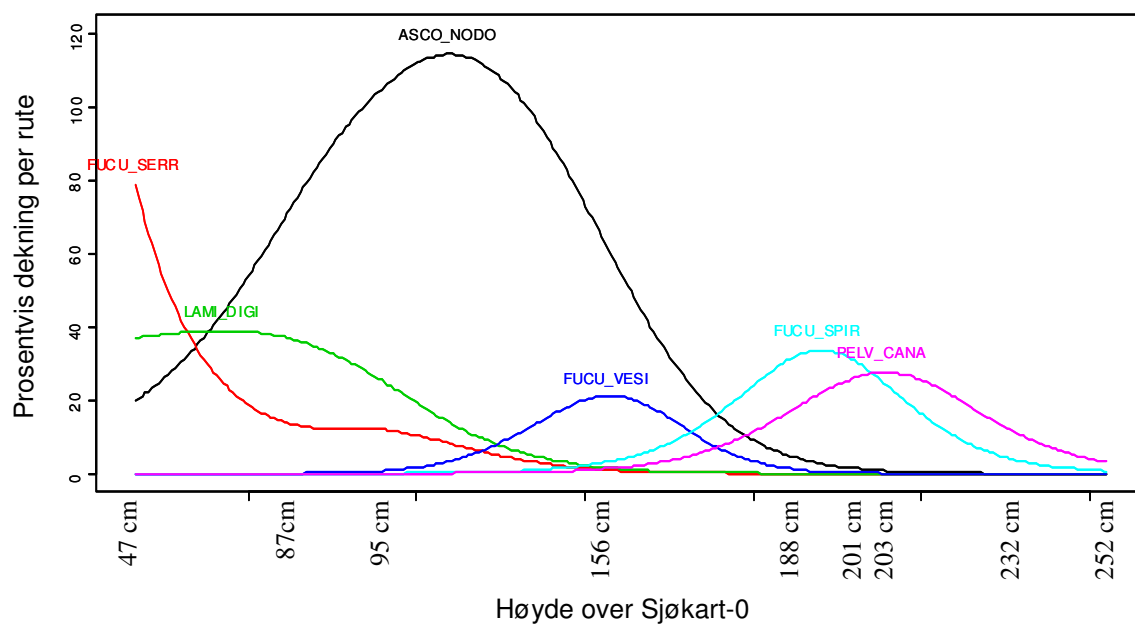
Resultatene på stasjon 4 (Kvaløyvågen) fra 1982 og 2007 ble basert på hhv. 12 og 9 ruter (delprøver) tatt ved ulike vertikalhøyder i fjæra. Imidlertid ble to ruter slått sammen for den eldste undersøkelsen, da det skilte kun 1 cm mellom deres midlere vertikalhøyder (slått sammen til høyde 204 cm over S0 i Fig. 25 og 27). Littoralsonen ble undersøkt fra 39-204 cm over Sjøkart-0 (S0) i 1982 og 47-252 cm i 2007 (Vedlegg 30).

Tang- og tarearter

Ordinasjonsanalysen av tangbeltene viste at de samme artene var tilstede i 1982 og 2007 (Fig. 25 og 26). *Ascophyllum nodosum* dominerte store deler av littoralsonen for begge årene, etterfulgt av *Fucus serratus* og *Laminaria digitata* i de nedre delene av fjæra. *Fucus vesiculosus*, *Fucus spiralis* og *Pelvetia canaliculata* vokste fra 100 cm over Sjøkart-0 og oppover mot supralittoralsonen. Siden fjæra ble undersøkt ved litt forskjellige høyder i 1982 og 2007 var det vanskelig å si noe om *A. nodosum* hadde endret sin nedre vekstgrense. Men av analysen vises det at de øvre delene av artsbeltet hadde sunket i dekningsgrad (Fig. 25 og 26, Vedlegg 26 og 27). Fra å dekke rutene totalt (100 %) ved alle undersøkte høyder mellom 71 og 147 cm i 1982, ble kun én rute fullstendig dekket av arten 25 år senere, ved 87 cm. En lavere maksimal dekningsgrad kunne også ses hos *F. serratus*. Derimot viser ordinasjonsanalysen at artens dekning hadde økt noe i den øvre delen av tangbeltet ved den siste undersøkelsen, fra å dekke 16 og 4 % ved hhv. 86 og 105 cm i 1982, til å ha en dekning på 24 % ved 95 cm over S0 i 2007. Tarearten *L. digitata* viste en kraftig nedgang. Fra å ha en maksimal dekning på 84 % ved 56 og 71 cm i 1982, dekket de samme høydene om lag 30 % av rutene i 2007. I tillegg ble arten kun observert opp til 95 cm over S0 i 2007, mens Lein og Oug (upubl. data) fant arten helt opp til 147 cm (Vedlegg 26 og 27).



Figur 25. Tvungen additiv ordinasjonsanalyse (CAO) av tangbeltene i littoralsonen på stasjon 4 fra littoralsamfunnsundersøkelsen i 1982 (Lein & Oug, unpubl. data). Den horisontale aksene viser vertikalhøyder over hvor de undersøkte rutene er plassert i forhold til Sjøkart-0 (cm), mens den vertikale aksene viser den prosentvise dekingen av de ulike artene i littoralsonen. Forkortelsene av navnene henspiller på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8).



Figur 26. Tvungen additiv ordinasjonsanalyse (CAO) av tangbeltene i littoralsonen på stasjon 4 fra littoralsamfunnsundersøkelsen i 2007. Den horisontale aksene viser vertikalhøyder over hvor de undersøkte rutene er plassert i forhold til Sjøkart-0 (cm), mens den vertikale aksene viser den prosentvise dekingen av de ulike artene i littoralsonen. Forkortelsene av navnene henspiller på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8).

Også for *F. vesiculosus* var dekingen halvert i 2007, og artens øvre grense var forskjøvet 13 cm lenger ned i littoralsonen, fra 169 cm (40 % deking) til 156 cm (20 % deking). Derimot

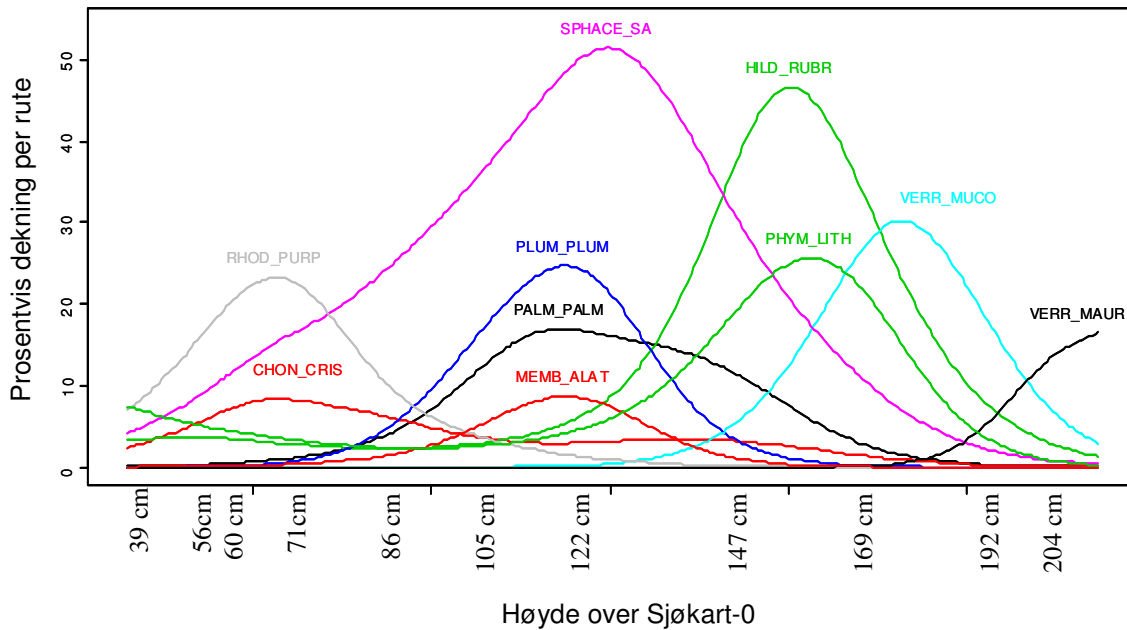
viste analysen en motsatt trend hos artene *F. spiralis* og *P. canaliculata*, som begge hadde doblett den maksimale dekningsgraden i fjæra ved omlag 200 cm over Sjøkart-0 (Fig. 25 og 26).

Andre arter

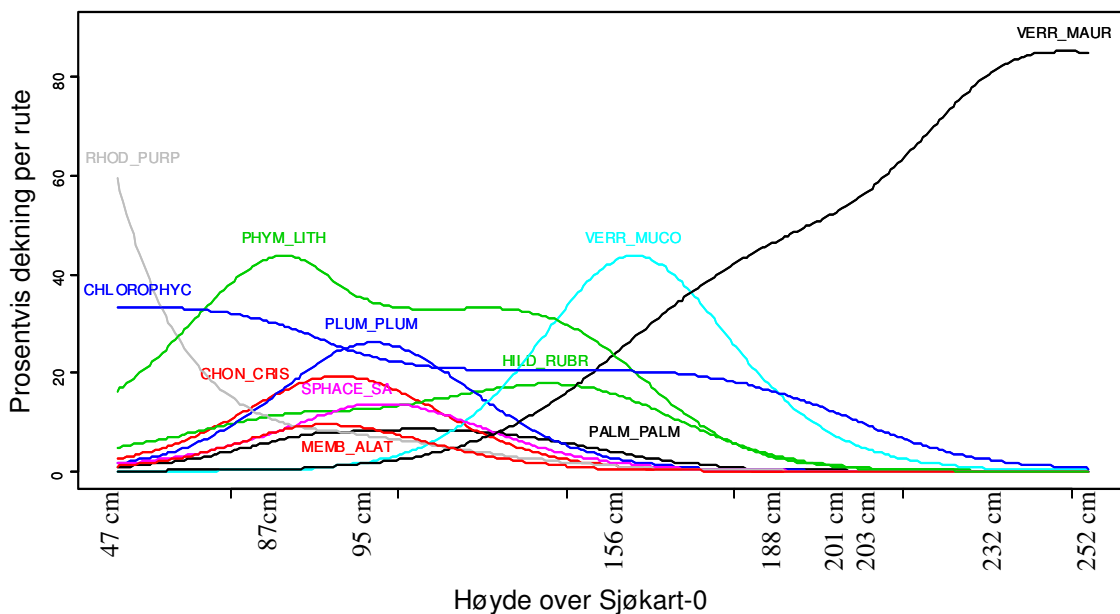
Ordinasjonsanalysene (CAO) i figur 27 og 28 viser de dominerende artene på stasjon 4, utenom tang- og tareartene for årene 1982 og 2007. Resultatene viste at undervegetasjonen på lokaliteten hovedsakelig bestod av artsgruppen *Sphacelaria*-samfunn og skorpealgen *Hildenbrandia rubra*, samt *Verrucaria mucosa*, *Rhodochorton purpureum*, *Plumaria plumosa* og kalkalgegruppene *Phymatolithon* spp./*Lithothamnion* sp. ved littoralsonundersøkelsen i 1982 (Fig. 27). Med en rutedekning på 60 % ved 122 cm over S0, dominerte ukjente arter av slekten *Sphacelaria* etterfulgt av *H. rubra* som dekket 52 og 24 % på hhv. vertikalthøydene 147 og 169 cm (Vedlegg 26 og 27). De resterende artene nevnt over hadde en maksimal dekningsgrad på opp til om lag 30 %. *Chondrus crispus* og *Membranoptera alata* ble kun funnet med dekningsgrad opp til hhv. 16 og 8 %.

I 2007 viser analysen en kraftig nedgang i dekningsgrad for de tidligere dominerende artene (Fig. 28). *Sphacelaria*-samfunnet hadde en maksimal rutedekning på kun 16 % ved 95 cm over S0 og *H. rubra* dekket 16 og 20 % på hhv. vertikalthøydene 87 og 156 cm. De resterende dominerende artene i 2007 var *R. purpureum*, *Phymatolithon* spp./*Lithothamnion* sp., *P. plumosa*, *Verrucaria maura*, *V. mucosa* og ukjente grønnalger under artsgruppen Chlorophyceae indet. Sistnevnte viste at lokaliteten inneholdt et mye større innslag av grønnalger enn 25 år tidligere, ellers var de samme artene dominante for fjæra bare med en generelt lavere dekningsgrad (Fig. 27 og 28, Vedlegg 26 og 27). Kun artene *R. purpureum*, *V. mucosa* og *Phymatolithon* spp./*Lithothamnion* sp. ble funnet i nevneverdige større mengder i 2007 (de to sistnevnte kommer ikke klart frem i figur 27, men ses tydeligere i vedlegg 26 og 27). Mens *R. purpureum* hadde sin maksimale dekningsgrad på 28 % i 1982 (ved 71 cm over S0), dekket arten 60 % av prøveruten på 47 cm i 2007. Kalkalgegruppene *Phymatolithon* spp./*Lithothamnion* sp. hadde, i tillegg til å dekke større mengder av littoralsonen, også forflyttet seg langt nedover i fjæra, fra å ha en maksimal dekningsgrad på 24 % ved 147 cm i 1982 til å dekke 80 % ved 87 cm i 2007. Siden 1982-undersøkelsen ikke gikk lenger opp enn til 203 cm over S0, kom dominansen av laven *V. maura* i de øvre delene av littoralsonen klarere frem i den siste undersøkelsen, der kartleggingen av fjæra gikk helt opp til 252 cm over S0. Dekningsgraden til *C. crispus* og *M. alata* var uendret, dog hadde artene endret voksested mht.

vertikalhøydene i fjæra (Fig. 27 og 28). Vær oppmerksom på at kun de generelle tendensene kommer frem i ordinasjonsanalysene.



Figur 27. Tvungen additiv ordinasjonsanalyse (CAO) av de dominerende undervegetasjonsartene i littoralsonen på stasjon 4 fra littoralsamfunnsundersøkelsen i 1982 (Lein & Oug, unpubl. data). Den horisontale aksen viser vertikalhøyder over hvor de undersøkte rutene er plassert i forhold til Sjøkart-0 (cm), mens den vertikale aksen viser den prosentvise dekningen av de ulike artene i littoralsonen. Forkortelsene av navnene henspiller på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8).



Figur 28. Tvungen additiv ordinasjonsanalyse (CAO) av de dominerende undervegetasjonsartene i littoralsonen på stasjon 4 fra littoralsamfunnsundersøkelsen i 2007. Den horisontale aksen viser vertikalhøyder over hvor de undersøkte rutene er plassert i forhold til Sjøkart-0 (cm), mens den vertikale aksen viser den prosentvise dekningen av de ulike artene i littoralsonen. Forkortelsene av navnene henspiller på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8).

Undersøkelsene i 2007 viste en noe større artsdiversitet i fjæra, mens dekkningen hadde sunket for de fleste artene (Fig. 27 og 28, Tab. 16, Vedlegg 26 og 27). Arter som kun ble funnet ved undersøkelsene i 1982 var *Dumontia contorta*, *Rhodomela confervoides*, *Sphacelaria plumosa* (mye ble kun registrert til *Sphacelaria*-samfunn/spp. i 2007), *Monostroma* sp. (mesteparten ble artsbestemt ned til *Monostroma grevillei* i 2007), *Colaconema membranaceum* og slekten *Ralfsia*. 2007-undersøkelsen fant derimot flere arter som ikke ble registrert 25 år tidligere: *Ulothrix* sp./*Urospora* sp., *Rhizoclonium riparium*, *Acrosiphonia arcta*, *Ceramium* spp., *Chordaria flagelliformis*, *Cladophora* sp., *Porphyra* sp., *Dictyosiphon foeniculaceus*, *Pylaiella littoralis*, *Ectocarpus fasciculatus*, *Ulva lactuca*, *Audouinella* sp., *Spongomorpha aeruginosa*, *Monostroma grevillei* (reg. som *Monostroma* sp. i 1982), ukjente kimplanter av slektene *Laminaria* sp./*Sacchoriza* sp., ukjente rød-, brun- og grønnalger (lagt til i artsgruppene Rhodophyceae indet., Phaeophyceae indet. og Chlorophyceae indet.), *Ectocarpus* sp., *Sphacelaria radicans* og tilslutt arten *Asperococcus fistulosus*. Flesteparten av artene ble funnet i en lav dekning, ofte kun som enkeltindivider.

3.4.3.4. Stasjon 5 – Småvær

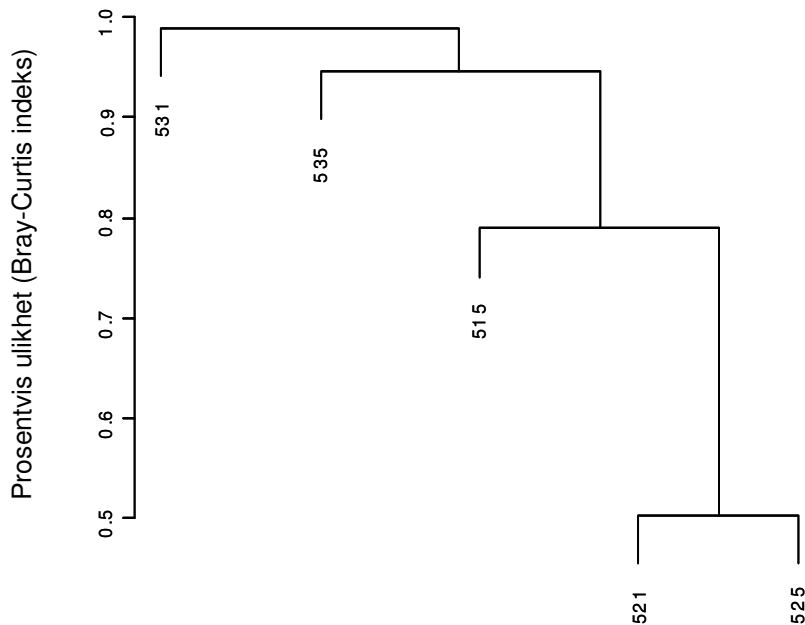
i) Klassifikasjonsanalyse

Klassifikasjonsanalysen for stasjon 5 viser de prosentvise ulikhetene mellom artenes forekomst og dekning (%) for undersøkelsen i 1982 og 2007, ved bruk av Bray-Curtis indeks (Fig. 29). Nivå 2 viste seg å være det minst endrete området i littoralsonen, med en ulikhet på omkring 0,5 % (talltegnene 521 og 525). Det ble ikke gjennomført noen undersøkelser på det nederste vertikalnivået i 1982 (nivå 1, talltegn 511). Nivå 1 fra 2007-undersøkelsen (515) liknet dermed mest på nivå 2 for begge årene. Det øverste nivået (nivå 3) syntes å ha endret seg mest i løpet av de 25 årene, da både 1982- og 2007-undersøkelsen for disse vertikalhøydene viste seg både ulike hverandre og ulike alle de underliggende nivåene med nesten 1,0 % (talltegnene 531 og 535 for hhv. årene 1982 og 2007, Fig. 29). Klassifikasjonsanalysen for alle stasjonene viste at artssamfunnet på stasjon 5 i 2007 (talltegn 55) totalt sett liknet mer på forekomst og dekkningen av artene på stasjon 4 (Kvaløyvågen) i 2007 (talltegn 45) enn 1982-undersøkelsene på stasjon 5 (talltegn 51 i figur 15).

ii) Tvungne additive ordinasjonsanalyser (CAO)

Ordinasjonsanalysene for stasjon 5 (Småvær) ble basert på 10 og 9 ruter for littoralsonundersøkelsene i hhv. 1982 og 2007. Undersøkelsen i 1982 strakk seg kun fra 123-

330 cm over Sjøkart-0, mens kartleggingen i 2007 også tok for seg de nedre delene av littoralsonen og omfattet 9 ruter i høydene 48-275 cm (Vedlegg 30).



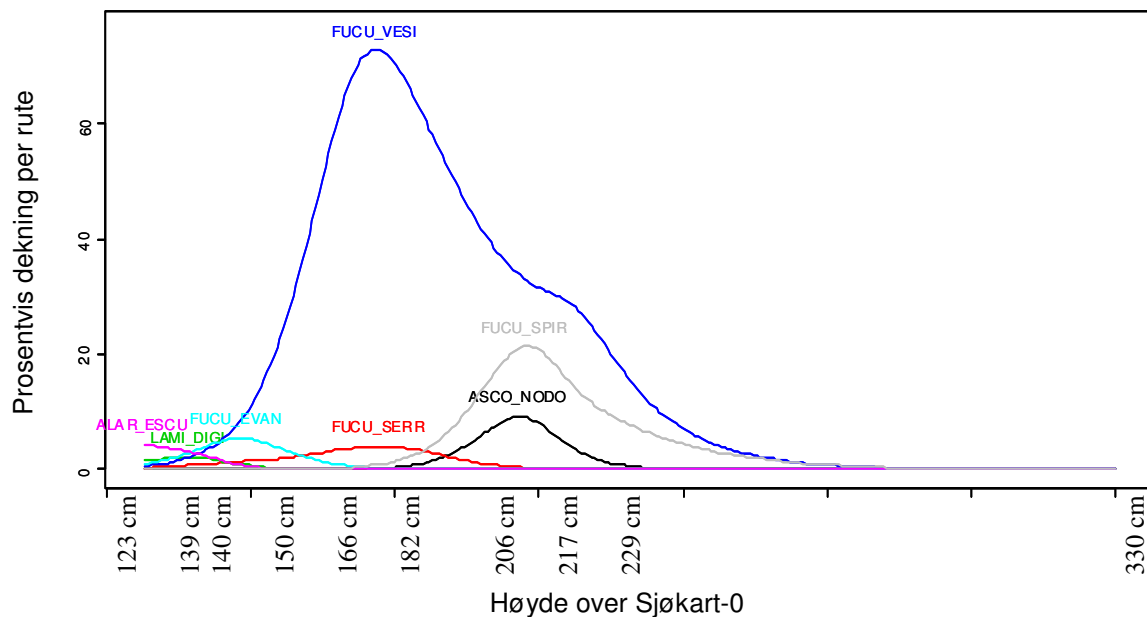
Nivå for ulike år, Stasjon 5

Figur 29. Klassifikasjonsanalyse av undersøkelsene på stasjon 5 for årene 1982 og 2007. Dendrogrammet viser forekomst og dekingen (%) for alle alge- og lavartene ved bruk av Bray-Curtis indeks. De prosentvise ulikhetene mellom stasjonene og mellom ulike prøvetakingsår vises langs den vertikale aksene. Stasjonen er delt opp i tre vertikale nivå for begge prøvetakingsår, der nivå 1=0-100 cm over Sjøkart-0, nivå 2=100-230 cm over Sjøkart-0 og nivå 3=>230 cm over Sjøkart-0. Talltegnene i dendrogrammet viser til hhv. stasjon (5), nivå (1-3) og prøvetakingsår (1=1982 og 5=2007).

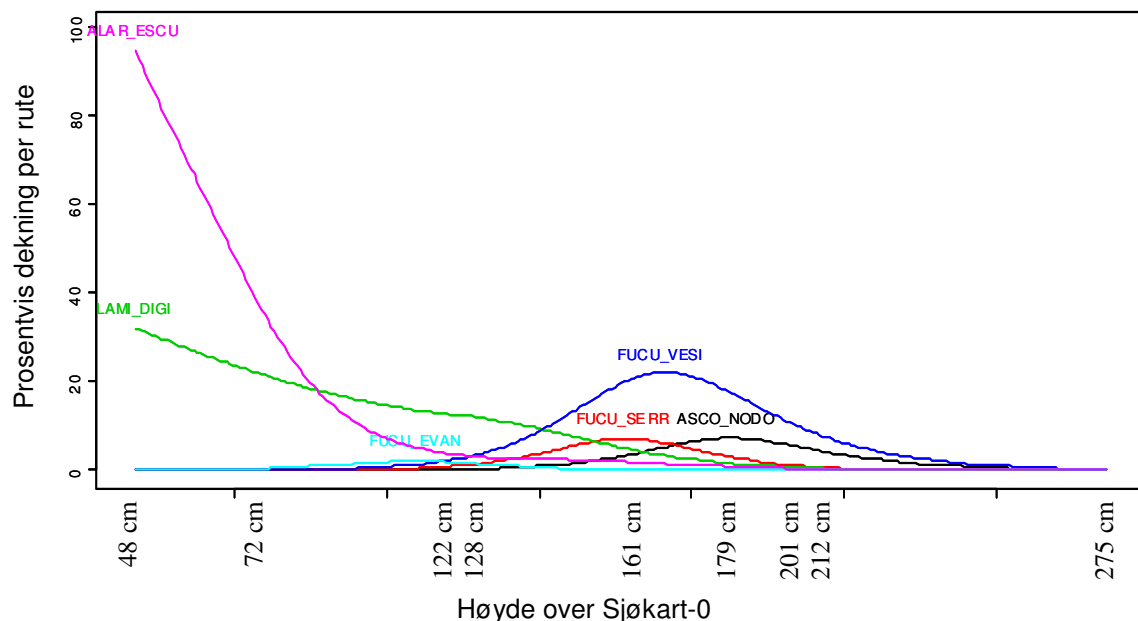
Tang- og tarearter

Artene *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus*, *Fucus serratus*, *Fucus evanescens*, *Alaria esculenta* og *Laminaria digitata* ble funnet på stasjonen ved begge undersøkelsesårene (Fig. 30 og 31). I tillegg ble *Fucus spiralis* observert i 1982 med en maksimal deking på 32 % ved 207 cm, mens denne ikke ble funnet i 2007. Av tangartene var *F. vesiculosus* den dominerende arten, selv om dekingen hadde sunket fra maksimalt 84 % ved 166 cm i 1982 til 28 % ved 161 cm over S0 i 2007 (Vedlegg 28 og 29). I tillegg var den øvre grensen for arten flyttet oppover i fjæra, fra 150 til 161 cm. *A. nodosum*, som dominerte på alle de andre lokalitetene, ble kun funnet i små mengder på Småvær, med en maksimal deking på 12 % som i løpet av de siste 25 årene hadde forskjøvet seg nedover fra 207 til 179 cm. *F. serratus* ble også funnet med en lav deking og uten nevneverdige endringer, mens *F. evanescens*

hadde sunket fra 12 til 4 % i mengde og forflyttet seg i overkant av 20 cm lenger ned mot sublittoralsonen.



Figur 30. Tvungen additiv ordinasjonsanalyse (CAO) av tangbeltene i littoralsonen på stasjon 5 fra littoralsamfunnsundersøkelsen i 1982 (Lein & Oug, unpubl. data). Den horisontale aksene viser vertikalhøyder over hvor de undersøkte rutene er plassert i forhold til Sjøkart-0 (cm), mens den vertikale aksene viser den prosentvise dekingen av de ulike artene i littoralsonen. Forkortelsene av navnene henspiller på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8).



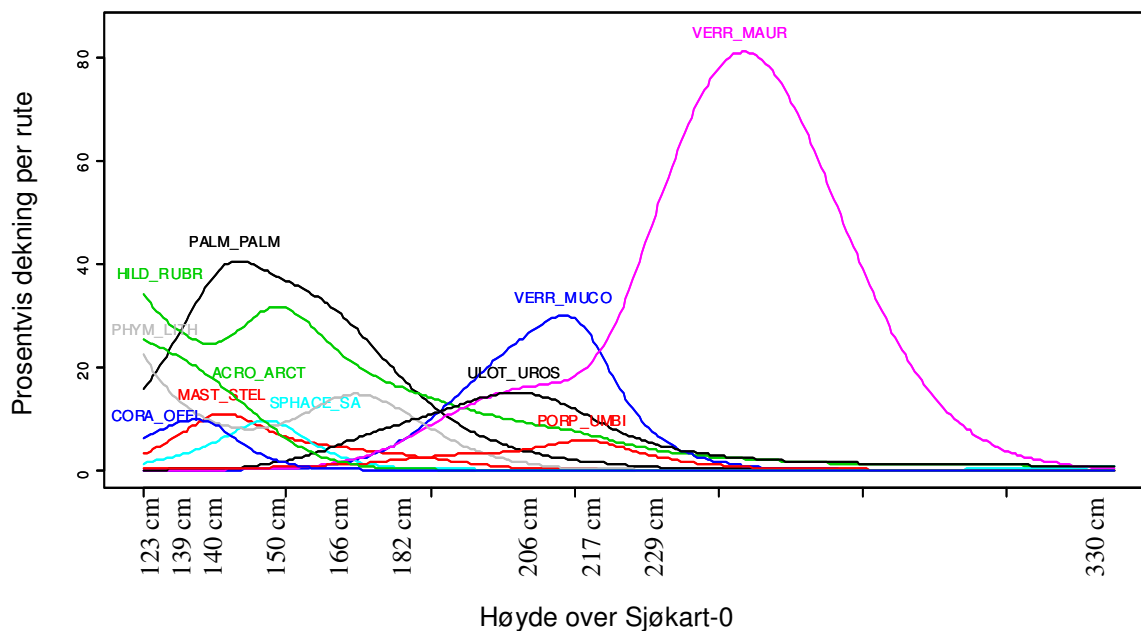
Figur 31. Tvungen additiv ordinasjonsanalyse (CAO) av tangbeltene i littoralsonen på stasjon 5 fra littoralsamfunnsundersøkelsen i 2007. Den horisontale aksene viser vertikalhøyder over hvor de undersøkte rutene er plassert i forhold til Sjøkart-0 (cm), mens den vertikale aksene viser den prosentvise dekingen av de ulike artene i littoralsonen. Forkortelsene av navnene henspiller på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8).

Av tareartene dominerte *A. esculenta* de nedre delene av littoralsonen (Fig. 30 og 31). På 48 cm over S0 dekket arten 92 % av rutene i undersøkelsen i 2007. Også *L. digitata* hadde sin høyeste dekning i den nederste delprøven som ble undersøkt i 2007, på 32 %. Sistnevnte strakk seg lenger opp i littoralsonen enn det *A. esculenta* gjorde, og ble funnet som enkeltindivid helt opp til 201 cm. I 1982 ble arten kun funnet med 1 og 4 % dekning på hhv. vertikalhøydene 123 og 139 cm. Flere eventuelle endringer av tarebeltet fra 1982 og frem til i dag kunne ikke kartlegges, da Lein og Oug sine littoralsamfunnsundersøkelser (upubl. data) ikke gikk lenger ned enn til 123 cm over Sjøkart-0 (Fig. 30).

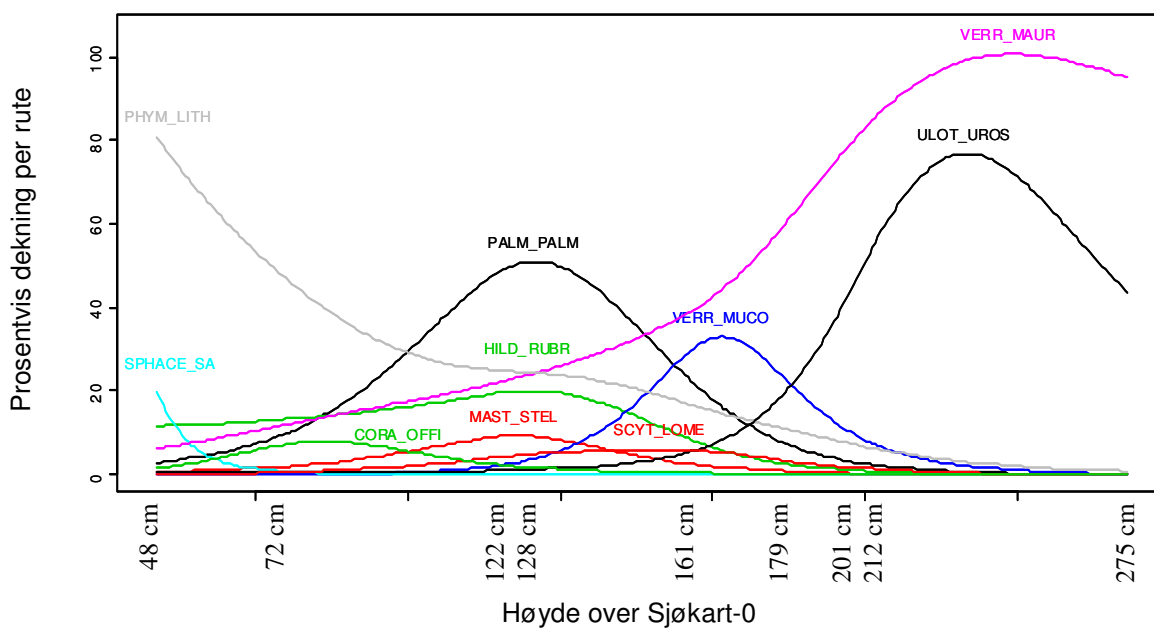
Andre arter

Dekningen hos undervegetasjonen var høyest i vertikalnivå 2, mellom 100 og 230 cm over Sjøkart-0 (Fig. 32 og 33). Ordinasjonsanalysen av 1982-undersøkelsen viser at laven *Verrucaria maura* dominerte i det øverste sjiktet av littoralsonen, mens *Verrucaria mucosa* og *Ulotrix* sp./*Urospora* sp. hadde høyest dekning omkring 200 cm, etterfulgt av *Palmaria palmata*, *Hildenbrandia rubra* og kalkalgegruppene *Phymatolithon* spp./*Lithothamnion* sp. lenger ned i fjæra (Fig. 32). De samme artene karakteriserte littoralsonen også i 2007 (Fig. 33). Imidlertid hadde dominansen av *Ulotrix* sp./*Urospora* sp. økt med en firedoblet maksimal dekning ved omkring 210 cm, fra 16 til 65 %, og *V. maura* hadde doblet sin dekning over 200 cm (Vedlegg 28 og 29). Littoralsonen ble ikke undersøkt under 123 cm over S0 i 1982, slik at dekningen av artene nederst i littoralsonen ikke kan vurderes.

Artsdiversiteten var størst i 2007, med 16 flere artsgrupper registrert enn Lein og Oug sine upubliserte littoralsoneundersøkelser (Tab. 16). Artsgrupper funnet i 1982 og som ikke ble registrert i 2007 var kun *Bangia fuscopurpurea*, *Xanthoria parietina*, *Petalonia zosteriofolia* og *Ralfsia* sp. Derimot ble langt flere arter kun observert i 2007: *Rhizoclonium riparium*, *Polysiphonia lanosa*, *Chondrus crispus*, *Sphacelaria*-samfunn/spp., *Ceramium* spp., *Sphacelaria plumosa*, *Ceramium rubrum*-gruppen, *Acrosiphonia sonderi*, *Cladophora* sp., *Antithamnionella floccosa*, *Audouinella* sp., *Isthmoplea sphaerophora*, *Spongomorpha aeruginosa*, *Bonnemaisonia hamifera*, ukjente kimplanter av slektene *Laminaria* sp./*Sacchoriza* sp. og ukjente rød-, brun- og grønnalger (hhv. artsgruppene Rhodophyceae indet., Phaeophyceae indet. og Chlorophyceae indet., Vedlegg 28 og 29). Til sist kan det nevnes at artsgruppene *Porphyra umbilicalis*, *Ulva* sp., *Monostroma* sp. og *Pylaiella* sp./*Ectocarpus* sp., som ble funnet i 1982, også kan ha vært observert i 2007 og registrert som hhv. *Porphyra* sp., *Ulva lactuca*, *Monostroma grevillei*, orden Ectocarpales eller *Ectocarpus* sp.



Figur 32. Tvungen additiv ordinasjonsanalyse (CAO) av de dominerende undervegetasjonsartene i littoralsonen på stasjon 5 fra littoralsamfunnsundersøkelsen i 1982 (Lein & Oug, upubl. data). Den horisontale aksen viser vertikalhøyder over hvor de undersøkte rutene er plassert i forhold til Sjøkart-0 (cm), mens den vertikale aksen viser den prosentvise dekingen av de ulike artene i littoralsonen. Forkortelsene av navnene henspiller på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8).



Figur 33. Tvungen additiv ordinasjonsanalyse (CAO) av de dominerende undervegetasjonsartene i littoralsonen på stasjon 5 fra littoralsamfunnsundersøkelsen i 2007. Den horisontale aksen viser vertikalhøyder over hvor de undersøkte rutene er plassert i forhold til Sjøkart-0 (cm), mens den vertikale aksen viser den prosentvise dekingen av de ulike artene i littoralsonen. Forkortelsene av navnene henspiller på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8).

4. Diskusjon

Del I. Makroalge- og lavsamfunnets endringer i littoralsonen langs en eksponeringsgradient, fra fjord til kyst i Troms (romlig variasjon).

Resultatene fra littoralsamfunnsundersøkelsen av makroalger og lav er sett i sammenheng med fysiske faktorer, med hovedvekt på en gradient av bølgeeksponering fra lokaliteter inne i et fjordsystem og ut mot kystområder utsatt for åpent hav. Jeg vil først diskutere eksponeringsgradienten som ble funnet i undersøkelsen, før jeg kommer inn på stabilitets- og teksturindeksen som også er blitt beregnet spesielt for denne oppgaven og som vil vise seg å spille en sentral rolle langs eksponeringsgradienten. Deretter vil jeg se på artenes forekomst og mengde i forhold til de tre nevnte miljøvariablene, hvor jeg også trekker inn resten av miljøfaktorene.

4.1 Miljø

4.1.1. Eksponering

Det viste seg at fjordstasjonen (st. 3, Elvebakken) ikke hadde den laveste eksponeringen, som man kanskje kunne antatt før undersøkelsen siden dette var den innerste stasjonen på transektet. I stedet hadde lokalitet 4 i Kvaløyvågen og den ene stasjonen på Tromsøya (st. 1, Hamna) de laveste eksponeringsverdiene (Tab. 8, Fig. 5). Sammen med stasjon 2 (Holt) utgjorde disse tre stasjonene de beskyttede lokalitetene i undersøkelsen. Stasjon 3 ble derimot beregnet til å være intermediært eksponert, mens stasjon 5 (Småvær) som var lokalisert i en liten øygruppe ut mot åpent hav utgjorde den eksponerte stasjonen med de største bølgepåvirkede områdene (Tab. 8, Fig. 5).

4.1.1.1. Beskyttede lokaliteter: Stasjon 1, 2 og 4

Lokalitetene på Tromsøya (st. 1, Hamna og st. 2, Holt) og stasjonen i Kvaløyvågen (st. 4) hadde eksponeringstall på hhv. 21, 9 og 6 (Tab. 8). Kvaløyvågen hadde trolig den laveste bølgepåvirkningen på grunn av at stasjonen var plassert i en vik slik at bølgene ble redusert av de omkringliggende landområdene på deres vei til fjæra (Fig. 1, Vedlegg 31). Sammen med vindmengden er også antall grader med åpent hav rettet mot fjæra viktige faktorer som spiller inn på eksponeringstallet (Lign. 1). Antall grader med åpent hav ble beregnet for tre ulike radiuser rundt hver stasjon, der haveksponeringen som ble beregnet i den største radiusen rundt lokaliteten hadde en mye større innvirkning på eksponeringstallet enn de resterende (på

grunn av avstanden bølgene fikk bygget seg opp, Lign. 4). Ved stasjon 1 og 2 på Tromsøya var omkringliggende landområder lokalisert lengre unna slik at bølgene fikk vokst seg større i de åpne vannmassene. For den lokale eksponeringsradiusen på 0,5 km rundt lokaliteten hadde Hamna (st. 1) 19 åpne sektorer rettet mot fjæra, mens Holt (st. 2) og Kvaløyvågen (st. 4) hadde hhv. 16 og 12 åpne sektorer for samme avstanden (Vedlegg 31). For fjordeksponeringen, som målte sektorer med åpent hav i en radius på 7,5 km, var det kun stasjon 1 som hadde to åpne sektorer, mens ingen av de beskyttede lokalitetene hadde noen åpne sektorer for haveksponeringen (radius 100 km). De to åpne fjordeksponeringssektorene for stasjon 1 bidro trolig til at fjæras eksponeringstall økte og ble noe høyere enn for de to andre beskyttede lokalitetene.

I tillegg vil den midlere vindstyrken fra de ulike sektorene også være relevant for hvor kraftig de ulike sektorene vil bidra til eksponeringsstyrken (Vedlegg 32). Imidlertid, siden vindmengdene ble basert på målinger fra stasjoner et stykke unna selve lokalitetene, og flere av stasjonenes vindmålinger ble hentet fra de samme målestasjonene, kom ikke de lokale variasjonene med i disse verdiene og vindmengden må tolkes med forsiktighet. Både stasjon 1 og 4 hadde et beregnet eksponeringstall basert på vindmengdemålinger fra "Tromsø-Langnes" (Tab. 4). Disse målingene var antakeligvis mest troverdig for lokaliteten på Tromsøya (st. 1, Hamna), som ikke lå så langt unna denne målestasjonen. Stasjon 2 (Holt) fikk beregnet sine vindmengder fra målestasjon "Tromsø" oppå øya (ved Værvarslinga for Nord-Norge), målt 100 meter over havnivået. Dette kan også gi grunnlag for feilvurderinger av bølgeeksponeringen.

4.1.1.2. Middels eksponert lokalitet: Stasjon 3

Stasjonen i Balsfjorden (st. 3) lå nokså langt inn i fjorden. Dette er imidlertid en vid fjord og eksponeringstallet på 104 gir uttrykk for at bølgepåvirkningen i fjorden gir en intermediært eksponert lokalitet (Fig. 1, Vedlegg 31). Med 17 og 4 åpne sektorer for hhv. lokal eksponering (radius 0,5 km) og fjordeksponering (radius 7,5 km) virket bølgenes krefter kraftigere her enn på de beskyttede lokalitetene. Det må imidlertid nevnes at vinddataene som ble brukt til beregningene av eksponeringstallet til denne fjordstasjonen ble basert på målinger fra Tromsøya, da det ikke fantes andre registreringer i området (Tab. 4, Vedlegg 32). Eksponeringstallet ble altså beregnet på vinddata utenfor selve Balsfjorden, noe som svekker dens gyldighet. Men selv om den såkalte "Balsfjordvinden" (sørøsten som kommer innefra

fjordarmen og blåser ut fjorden) ikke ble målt inne i fjorden, så er denne vinden kjent for også å påvirke Tromsøya. Dermed blir kanskje vindmålingene ikke så uriktige likevel.

4.1.1.3. Eksponert lokalitet: Stasjon 5

Eksponeringsverdien til Småvær (st. 5) nådde akkurat over grensa som skilte mellom en middels og en sterkt eksponert lokalitet (eksponeringstall 201; Tab. 8). Siden verdien var på over 200 ble den regnet som sterkt eksponert, men ved tolkingen av artsdiversiteten må man legge til grunn at det vil være en glidende overgang i forskjellene mellom lokaliteter med ulik eksponering og ikke en sprangvis overgang fra en samfunnstype til en annen (pers. med. Tor Eiliv Lein). For eksempel så vil en intermediært eksponert lokalitet som har en eksponeringsverdi på nærmere 200 være mer lik stasjon 5 enn stasjon 3 (Elvebakken) som hadde en eksponering lik 104 (Tab. 8). Stasjon 5 hadde to åpne sektorer uten landområder for den lokale eksponeringen, to sektorer for fjordeksponeringen og én for haveksponering. Haveksponeringen påvirker beregningene av eksponeringstallet i stor grad og har derfor vært den avgjørende faktoren som beregnet stasjonen til en eksponert lokalitet (Lign. 4). Telling av antall soner med åpent hav, som til en viss grad er subjektiv, vil derfor være en feilkilde hvor en liten feilberegning kan endre mye på eksponeringstallet.

Unøyaktighetene i vindverdiene som er brukt i utregningene av eksponeringstallet kan som tidligere nevnt også spille inn. For Småvær ble vindobservasjonene hentes fra ”Hekkingen fyr” utenfor Kvaløya (Tab. 4). I tillegg må det nevnes at det også finnes en rekke andre elementer som kan påvirke bølgeeksponeringstallet. Helningen til fjæra, lokaltopografiske forhold og dybdeforholdene utenfor stasjonen er også faktorer som blant annet kan forventes å modifisere effekter av bølgeslag (pers. med. Tor Eiliv Lein). Områder med grunt vann vil kunne redusere energien i bølgene og modifisere deres virkning på littoralsamfunnet. Dette ble ikke tatt hensyn til ved utregningen av eksponeringstallet (se Lign. 1, 2, 3 og 4 i Material og Metode).

4.1.2. Stabilitet og tekstur

Selv om fokuset i denne undersøkelsen var å se på endringene langs en eksponeringsgradient, er det også naturlig å trekke inn andre miljøvariable som vil være med å påvirke lokalitetenes egenskaper. Her vil først og fremst fjæras utseende spille en stor rolle. Stabilt underlag (stort stein eller fjell) og helningsvinkel <30 grader er to viktige forutsetninger for tilstedeværelse

av et velutviklet tangsamfunn (Lein et al., 1988). Store steiner og fjell som beveger seg lite (eller ingenting) vil gi et godt feste for alger i forhold til mindre substrat som kan flyttes av bølgebevegelsen i fjæra. Samtidig vil jevnheten til fjæra (teksturen) påvirke dens egenskaper sammen med fjæras helhetlige helning (helningsvinkelen). Lein og Oug (upubl. data) poengterte at variasjonen i fjæresamfunnene for Troms syntes nettopp å være best korrelert med disse tre miljøvariablene da de foretok sine undersøkelser tidlig på 80-tallet (bølgeeksponeringen, substratets stabilitet og overflatens grovtekstur), og at dette er faktorer som sannsynligvis er innbyrdes korrelerte.

Både i den prinsipielle komponentanalysen (Fig. 5) og i spredningsplottet i figur 4 ble de tre miljøvariablene sammenliknet mot hverandre for alle stasjonene og det viste seg at de var noenlunde samsvarte. Man kan altså til en viss grad anta at vegetasjonen langs transektet fra Balsfjorden og ut til Småvær vil endre seg med økende bølgeeksponering, men også til en viss grad med en økning i stabiliteten og teksturen. Lein (pers. med.) anslo at samfunnsendringene nærmest var korrelerte med eksponering og overflatens tekstur i de ytre kystområdene, og at disse to miljøfaktorene trolig var korrelert. Eksponerte lokaliteter er ofte karakterisert med glatt fjell, mens det på mer beskyttede områder ofte finnes vekslende forhold mellom ujevnt fjell og større steiner i fjæra. Dette kan forklares med at stein vil kunne fjernes fra littoralsonen ved hjelp av kraftige bølgeslag om fjæra jevnlig utsettes for en kraftig eksponering. På eksponerte lokaliteter vil vi derfor også ofte finne en høyere stabilitet enn på en beskyttet lokalitet med lave eksponeringsverdier.

Imidlertid vil ikke denne trenden gjelde for alle områder, da områder med naturlig høyt innhold av mindre substrat vil kunne etterfylles med småsteiner ved nettopp bølgeskylling. Dette vises ved stasjon 3 (Elvebakken) som har et høyt (intermediært) eksponeringstall og en lav stabilitetsindeks på 30 (Tab. 8). Denne stasjonen kan dermed tolkes som en ustabil fjære med mye bevegelser i substratet, noe som ikke er ideelt for algene (Oug et al., 1985). For lokaliteten i Kvaløyvågen (st. 4), med et lavt eksponeringstall på 4 (beskyttet) og en ustabil stabilitet på over 50 for hele littoralsonen, vistes derimot det motsatte. Områdets naturlig tynne jordsmonn med fjell og store steiner stikkende opp i dagen gjorde at lokaliteten fikk en høyere stabilitet og også teksturindeks enn på de andre beskyttede stasjonene. Disse to unntakene for stasjon 3 og 4 kan ses som de markerte sirklene i spredningsplottet (Fig. 4) for "1a" og "2a" (samt "1b" og "2b") og forklarer hvorfor disse punktene skilte seg ut. Siden eksponeringsindeksen viste denne positive trenden med både stabilitets- og teksturindeksen

syntes det derfor også at de to sistnevnte er innbyrdes korrelerte. Jo større stein som finnes i fjæra, jo høyere vil teksturindeksen bli, og får den en verdi på over 20 så vil den vise at fjæra har en overflate med store høydevariasjoner og en liten jevnhet (Oug et al., 1985). I figur 4 kan dette ses i plott "3a" og "3b", der den lave stabiliteten ved lokaliteten i Balsfjorden (st. 3) gav en lav teksturindeks mens den høye stabilitet i Kvaløyvågen gav en høy teksturindeks på tross av eksponeringsverdiene (Tab. 8). Vi kan dermed også anta at en kraftig bølgeeksponering, som skyller vekk mindre substrat og kun lar de større steinene bli liggende igjen i fjæra, også kan gi en høy teksturindeks. Teorien om at det ofte vil være en innbyrdes korrelasjon mellom eksponering, stabilitet og tekstur for en lokalitet viste seg altså å stemme godt for denne undersøkelsen. Disse positive sammenhengene kan man også finne igjen i den prinsipielle komponentanalysen (PCA) (Fig. 5), der vi ser at stasjon 3 (Elvebakken) og 4 (Kvaløyvågen) skilte seg ut fra den normale trenden.

4.2 Arter

Artsresultatene baserer seg kun på makroalge- og lavobservasjoner, der hovedfokuset er på makroalgene. Lavartene *Verrucaria maura*, *Verrucaria mucosa* og *Xanthoria parietina* er tatt med i oppgaven siden de ofte dominerer i den øvre delen av littoralsonen, og for å få et oversiktlig bilde av hele floraen i fjæra vil det være riktigst å ta disse med i vurderingene. Alge- og lavartene har derimot ikke blitt sett i sammenheng med littoralsonens fauna da dette ville blitt for tidkrevende. Dyrene i fjæra vil også være med å styre algenes tilstedeværelse og forekomst, og særlig bestemme hvor langt ned i littoralsonen de vokser (Berge & Vader, 2001). Dette tas hensyn til ved de videre tolkingene av fjæras diversitet og artenes utbredelse (samt mengde) i littoralen.

4.2.1. Artsgrupper

Av de 82 artsgruppene som ble funnet ved feltarbeidet i 2007 var flest representert ved de beskyttede lokalitetene 1 (58 stk.) og 2 (57 stk., Tab. 9, Vedlegg 6). Stasjon 5 (Småvær), den bølgeeksponerte stasjonen, fikk registrert en artsdiversitet på 52 artsgrupper. Samtidig var dette den stasjonen med høyest total dekning for alle arter i hele fjæra, på 2085 %. Den laveste totale dekningen hadde stasjon 2 (Holt; 1334 %). Stasjonene med høyest diversitet viste seg altså å være de beskyttede lokalitetene, mens den eksponerte stasjonen hadde den høyeste artsdekningen. Det så derfor ikke ut til at det var noen sammenheng mellom antall arter og den totale dekningen av rutene mellom hver lokalitet. Stasjon 4 (Kvaløyvågen) viste den høyeste midlere dekningen per artsgruppe, på 43 %. Med unntak av den middels

eksponerte stasjonen (st. 3, Elvebakken) som kun hadde en artsdiversitet på 36 artsgrupper, hadde stasjon 4 få arter representert i forhold til de andre beskyttede lokalitetene (45 stk.; Tab. 9). Disse to lokalitetene skilte seg ut fra den generelle trenden langs eksponeringsgradienten og vil bli diskutert nærmere sammen med den eksponerte lokalitet 5 Småvær (se kap. 4.2.2.4.).

4.2.1.1. Rødalger

Fordelingen av de ulike algegruppene viste at rødalgene dekket opptil 20 % mer av den totale algedekningen i fjæra for den eksponerte stasjonen enn for de beskyttede områdene (Tab. 9). Bølgeeksponerte lokaliteter er nettopp kjent for den økende mengden rødalgearter, som ”kryper” oppover fjæra fra sublittoralsonen når dominansen av brunalgebeltene reduseres på grunn av de mindre gunstige levetilstandene (Hansen & Lein, 1986, Jaasund, 1965). I stedet tar beltedannende rødalger over, slik som *Mastocarpus stellatus* og *Corallina officinalis*, hvis ikke substratforholdene er tilrettelagt for mer arktiske arter som *Devaleraea ramentacea* (Hansen, 1985). Det så imidlertid ikke ut til at dette var tilfelle, da *D. ramentacea* som i Troms hovedsakelig knyttes til mer bølgebeskyttede lokaliteter med relativt stabilt substrat og stor teksturindeks, kun ble funnet som enkeltindivider på stasjonene 1 (Hamna) og 2 (Holt) (Vedlegg 17). I tillegg ble ikke artene *M. stellatus* og *C. officinalis* funnet i så store kvanta at de kunne danne rene populasjonsbelter eller -matter, som tidligere er blitt observert på eksponerte kystområder i Tromsøområdet (Jaasund, 1965).

Den middels eksponerte lokaliteten i Balsfjorden (st. 3) hadde motsetningsvis det laveste antallet og dekningsgraden av rødalger for alle de undersøkte områdene, selv om *C. officinalis* i tillegg til på Småvær (st. 5) også ble funnet i dette området (Vedlegg 9 og 10). De ustabile forholdene til lokaliteten påvirker trolig artsdiversiteten i tillegg til de store endringene av vannets saltholdighet, som tidligere ble funnet å ha den største variasjonen nettopp ved denne lokaliteten (11,3 psu; Tab. 7) (Hansen & Lein, 1986). Det kan også muligens indikere en generell tendens til at samfunnsendringer innover fjordene skyldes endringer i artsantallet snarere enn dekningsgraden av de dominerende artene (pers. med. Tor Eiliv Lein). Fjordstasjonen (st. 3) viste en generell lav artsdiversitet for alle algegrupper.

4.2.1.2. Brunalger

Til tross for at det ble funnet færrest arter av brunalger i Balsfjorden (st. 3) var derimot den prosentvise andelen av brunalger her høyest for alle de undersøkte lokalitetene, på 67 % (Tab. 9). Tangbeltene bestod kun av fire arter, *Fucus spiralis*, *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum*

nodosum og *Fucus serratus*, men disse dekket store deler av littoralsonen (Vedlegg 19). Både *F. serratus* og *F. vesiculosus* ble funnet i de største mengdene nettopp ved denne lokaliteten, på hhv. 160 og 68 % (Vedlegg 20). Dette stemte noenlunde med Lein og Oug sine resultater fra 1982, der *F. vesiculosus* var den eneste arten som ble funnet som signifikant dominerende i de indre fjordområdene (pers. med. Tor Eiliv Lein). På Småvær (st. 5) var dekningsgraden av brunalgene lav, mens de beskyttede stasjonene hadde relativt høye verdier og viste at over halvparten av algedekningen i littoralsonen bestod av brunalger (Tab. 9). Her dominerte *A. nodosum* ved de intermediære vertikalhøydene (nivå 2) mens *F. serratus* tok over med en midlere dekning på opptil 68 % ned mot sublittoralsonen. Ved den eksponerte stasjonen ble *A. nodosum* kun funnet å dekke 20 % av hele littoralsonen (Vedlegg 20).

Tarearten *Saccharina latissima* ble kun observert ved stasjon 1 (Hamna). Denne arten er tidligere funnet å være vanlig i fjordene, hvor den danner assosiasjoner på bølgebeskyttede steder i littoralsonen (Hansen, 1985, Jaasund, 1965). For mer bølgeeksponerte steder vil derimot *S. latissima* trekke lenger ned i sublittoralsonen og en *Alaria esculenta-Laminaria digitata*-assosiasjon vil vokse over denne arten (Hansen, 1985). Dette ble observert på det laveste vertikalnivået ved lokalitet 5, hvor små kimplanter av ordenen *Laminaria* sp./*Saccharina* sp. ble funnet i de laveste nivåene til lokaliteten (Fig. 9 og 10, Vedlegg 15). På stasjon 4 (Kvaløyvågen) ble kun tarearten *L. digitata* observert ved nivå 1 (Vedlegg 19). Det ble ikke observert noen klare belter av arten. Her må det imidlertid nevnes at det ved omkring 16 cm over Sjøkartverkets 0-punkt ble funnet et skarpt skille mellom en tett algevegetasjon i littoralsonen og en algefri steinfjære som gikk videre ned i sublittoralsonen (Vedlegg 33). Langs med kanten der algeveksten opphørte ble det observert en høy tetthet av kråkeboller (trolig *Stroglyocentrotus droebachiensis*), noe som kan tyde på at algevegetasjonene var beitet ned (Jorde & Klavestad, 1963, Sakshaug & Sjøtun, 2002). Ofte blir denne nedbeitingen observert på dypere vann, fra 3 meter og dypere, helt ned til der tareskogbeltet opphører. Det var ingen algevekst under vannlinjen (Sjøkart-0) så langt det ble observert i områdene rundt lokaliteten i Kvaløyvågen.

4.2.1.3. Grønnalger og Lav

Antall grønnalger og deres dekningsgrad var generelt lav og viste liten variasjon mellom stasjonene, med kun noen få arter og noen prosentvise forskjeller (Tab. 9). Dekningen av lavartene var derimot mye høyere ved stasjon 4 (Kvaløyvågen) og 5 (Småvær), noe som blant

annet skyldes tilstedeværelse av fast fjell øverst i littoralsonene (se under). Den totale dekningen av arter ved de øverste delprøvene (rutene) som ble undersøkt viste høye verdier for begge stasjonene (Vedlegg 26-29). Et tydelig belte med *Ulothrix* sp./*Urospora* sp. og *Verrucaria maura* for lokalitet 5 (og delvis 4) ble observert og vil videre bli diskutert i kap. 4.2.2.4.

4.2.2. Arter og miljø

4.2.2.1. Sammenlikninger mellom ordinasjonsanalysene

Klassifikasjonsanalysene av artene mellom stasjonene viste seg å skille ut kystlokalitetene 4 (Kvaløyvågen) og 5 (Småvær) som ganske annerledes enn de tre resterende fjordstasjonene (Vedlegg 14). Da stasjonene ble delt inn i tre vertikalnivå kunne man også se denne trenden, ved at forekomsten av artene synes å være like for de samme vertikalhøydene i fjæra mellom disse to stasjonene (Fig. 7). For nivåene 2 og 3 skilte artssammensetningen seg ut i forhold til de andre områdene (hhv. vertikalnivåene 425, 525, 435 og 535). I den multidimensjonale skaleringen henspeler samfunnsnumrene 11, 14, 12 og 15 til de samme vertikalnivåene (Fig. 8, Tab. 10). Også de videre ordinasjonsanalysene, der både alle artene ble sammenliknet i korrespondanseanalyser (CA) og hvor de 20 mest dominerende artene og indikatorarter ble analysert alene sammen med miljøfaktorene (CCA), skilte hele tiden stasjonene 4 og 5 seg ut fra lokalitet 1, 2 og 3, og også fra hverandre (Fig. 9, 10, 11 og 12).

Selv om Kvaløyvågen kan regnes som en kystlokalitet ble den vurdert som en beskyttet lokalitet med et eksponeringstall på 104 (Tab. 8). Dermed skulle man anta at den middels eksponerte fjordstasjonen (st. 3, Elvebakken) ville likne mer på den eksponerte Småværlokaliteten (st. 5). Stasjon 4 ble imidlertid karakterisert som en veldig stabil fjære med lav eksponering, mens stasjon 3 ble funnet å være ustabil (Oug et al., 1985). Samtidig viste de årlige endringene i sjøtemperaturen og saltholdigheten seg mye lavere for kyststasjonen (med temperatur- og saltholdighetsdifferanseverdier på hhv. 4,7 °C og 0,6 psu), mens artene på fjordstasjonen i Balsfjorden må takle store mengder ferskvannstilførsel fra nærliggende elveutløp og større endringer i sjøtemperaturens overflatevann (hhv. 11,3 psu og 10,4 °C; Tab. 7). Dette påvirker nok også artsdiversiteten. Klassifikasjonsanalysen viser i tillegg at den eksponerte stasjonen (st. 5) hadde en karakteristisk artssammensetning i den nederste delen av littoralsonen (nivå 1, hhv. 515 i Fig. 7). Samfunnet ved dette vertikalnivået liknet like mye på nivå 2 for stasjonene 1, 2 og 3 (hhv. vertikalnivå 125, 225, og 325) som på de andre

lokalitetenes laveste nivå, med en ulikhet på nesten 0,9 %. MDS-analysen viser også denne karakteristiske ulikheten som nivå 515 har (nr. 13; Tab. 10m Fig. 8). Dette vil drøftes videre når jeg ser på de ulike artenes forekomst mellom stasjonene og deres tre vertikalnivå. Både klassifikasjonsanalysen og ordinasjonsanalysen som har delt inn stasjonene etter vertikalnivå, viser at de øverste delene i littoralsonen (nivå 3) ikke liknet mellom stasjonene med unntak av stasjon 4 og 5 (som nevnt over).

4.2.2.2. Stasjon 1 (Hamna) og 2 (Holt)

Stasjon 1 og 2 viste de høyeste artsdiversitetene men samtidig rimelige lave totale dekningsgrader (hhv. 58 og 57 artsgrupper og 1869 og 1211 % dekning; Tab. 9). Fordelingen mellom rød-, brun- og grønnalger var nokså like de andre stasjonene, mens dekningsgraden av lav viste de laveste verdiene på 64 % for hele littoralsonen. For korrespondanseanalysene skilte ikke lokalitetene seg særlig ut og artsdiversitetene så rimelig homogene ut på Tromsøya. Unntaket var vertikalnivå 135 i figur 9, der *Fucus spiralis* så ut til å dominere i større grad enn ved stasjon 2. Imidlertid, når man så på artens fordeling mellom stasjonene i vedlegg 15 viste det seg at den også dekket store deler av både stasjon 2 og 4. De beskyttede lokalitetenes lave eksponeringstall bekreftes i begge de kanoniske korrespondanseanalysene, der noen av artene som ble funnet å dominere stasjonene var *Ascophyllum nodosum* og *Fucus serratus* (markert i sirkelen til venstre i figur 11) mens også indikatorartene *Ectocarpus siliculosus*, *Devaleraea ramentacea*, *Fucus evanescens* og *Acrosiphonia arcta*, samt i noen grad *Polysiphonia fucoides*, *Rhizoconium riparium* og *F. spiralis* karakteriserte lokalitetene (Fig. 12, Vedlegg 1). Med unntak av *F. evanescens* og *A. arcta* er alle disse artene kjent for å trives på beskyttene (til moderate) fjærer (Jaasund, 1965, Ruess, 1977).

4.2.2.3. Stasjon 3 (Elvebakken)

På den middels eksponerte stasjonen 3 (Elvebakken) ble det funnet få artsgrupper (36 stk., Tab. 9). Dekningen var også lav for denne lokaliteten, med nesten 800 % mindre dekning totalt for hele fjæra enn for området med høyest dekning (st. 5, med total dekning på 2083 %). Tidligere har totale samfunnsendringene i fjæra blitt nært knyttet til nettopp endringer i artsantallet og da særlig langs en fjordgradient (pers. med. Tor Eiliv Lein). Dette kan vise at kystområder generelt har en høyere diversitet enn fjordlokaliteter, og at samfunnsvariasjonene i kystområdene i større grad skyldtes endringer i dominansforholdene mellom de viktigste artene.

4.2.2.4. Stasjon 4 (Kvaløyvågen) og 5 (Småvær)

Siden de to kyststasjonene 4 og stasjon 5 stort sett skilte seg ut ved alle analysene, vil den videre diskusjonen fokusere på nettopp disse lokalitetene. Alle artene som viste seg karakteristiske for disse kystlokalitetene i korrespondanseanalysene mellom stasjoner (Fig. 10) og vertikalnivå (Fig. 9) vil trekkes frem og diskuteres opp mot miljø. De andre lokalitetene vil trekkes inn i drøftingene som sammenlikninggrunnlag mellom ulike eksponeringsverdier. Flesteparten av artene blant de 20 mest dominerende algegruppene, samt indikatorartene, vil også bli funnet igjen i korrespondanseanalysene mellom stasjoner og vertikalnivå og diskuteres her.

i) Korrespondanseanalysen mellom stasjoner og vertikalnivå: Stasjon 4 (Kvaløyvågen)

For analysen som kun hadde fokus på stasjonene som en helhet, så utmerket spesielt artene *Plumaria plumosa*, *Membranoptera alata*, *Pelvetia canaliculata*, *Asperococcus fistulosus*, *Pylaiella* sp./*Ectocarpus* sp. og *Ceramium* spp. seg som karakteristiske for stasjon 4 (heltrukken sirkel nederst i figur 10). Da stasjonene ble delt inni tre vertikalnivå skilte imidlertid kun vertikalnivå 425 og 435 fra lokaliteten seg ut i analysen, hvor artene *P. canaliculata*, *Fucus spiralis*, *Verrucaria maura* og *Ulothrix* sp./*Urospora* sp. ble funnet med en sterkere tilknytning til disse nivåene enn de resterende artene (Fig. 9). Her utmerket også vertikalnivåene 535 (og delvis også 135) seg ut for de samme artsgruppene. I den førstnevnte analysen viste disse artene den største tilhørigheten til stasjon 4 og/eller 5 (i de markerte sirlene), bortsett fra arten *F. spiralis* som også kunne knyttes opp mot stasjon 3 (markert i figur 10). Algene som skilte seg ut i korrespondanseanalysene vil diskuteres nedenfor.

Plumaria plumosa, *Membranoptera alata*, *Pelvetia canaliculata* og *Fucus spiralis*

P. plumosa er en art som vokser sublittoralt, men som på skyggefulle steder kan vokse opp i littoralsonen på steiner og under *A. nodosum* og slekter av *Fucus* i fjorder eller i kløfter på mer utsatte områder der også den sjeldnere *M. alata* holder til (Jaasund, 1965, Rueness, 2005, pers. med. Tor Eiliv Lein). Mens de andre fjærelokalitetene var rettet mer sørvestlig og nordvestlig ble nettopp lokalitet 4 og også stasjon 5 (Småvær) karakterisert som de mest skyggefulle av dem alle, med en hhv. nord-nordøstlig og nord-nordvestlig himmelretning (30° og 320°; Tab. 6). Dette forklarer hvorfor *P. plumosa* dominerte undervegetasjonen nettopp på lokalitet 4, og at *M. alata* var tilstede både ved lokalitet 4 og 5. Artene kom ikke frem i figur 9 der det laveste nivået for stasjon 4 (hvor denne artene dominerer, vertikalnivå 415), ikke var synlig. Derimot skilte skyggearten *R. purpureum* seg ut i korrespondanseanalysen, som en art voksende nederst i fjæra på stasjon 4 og 5 (hhv. talltegnene 415 og 515). Arten hadde en

midlere dekning på 26 og 17 % for hhv. stasjon 4 og 5 (Vedlegg 15). Både *P. plumosa*, *M. alata* og *R. purpureum* er ved tidligere kartleggingsundersøkelser funnet å representere moderate til lite eksponerte lokaliteter i Troms og Finnmark (pers. med. Tor Eiliv Lein).

P. canaliculata er karakterisert som en tørketolerant art som trives best voksende på fjell på beskyttede lokaliteter (Lüning, 1990). Den er funnet å vokse bedre når den ikke er neddykket i vann hele tiden, det motsatte av hva man skulle forvente av typiske havorganismer (Fisher, 1929 i Connell, 1972). Arten ble kun observert i de to øverste vertikalnivåene i Kvaløyvågen (st. 4), den beskyttede lokaliteten med brattest helningsvinkel (12,6°; Tab. 6), og karakteriserte denne stasjonen ved alle ordinasjonsanalysene (Fig. 9, 10 og 12, Vedlegg 15). Her var også stabiliteten i det øverste nivået i fjæra veldig høy på grunn av mye fjell, noe som kunne tolkes ut i fra de store endringene i indeksen ved å ekskludere nivå 3 (Vedlegg 10). Teksturindeksen endret seg likevel ikke nevneverdig men gikk litt ned, noe som indikerer en litt ujevn fjære. De andre beskyttede lokalitetene hadde mye rullesteinsfjære lengst opp i littoralsonen, og stabilitetsindeksen gikk opp for stasjon 2 (Holt), fra 29 til 35, da de tre øverste rutene ikke ble tatt med i beregningene. Dette tyder på mindre stein øverst i sonen og ustabile levevilkår. For lokalitet 1 (Hamna) var bølgeeksponeringen noe kraftigere (21), ellers sier det fysiske miljøet lite om hvorfor *P. canaliculata* ikke vokste på dette området. Forklaringen er antakeligvis at stabiliteten var for lav, med en indeks for hele fjæra på 26 (Tab. 8). Derimot trivdes *F. spiralis* (som trives på beskyttede lokaliteter så vel som eksponerte) godt ved denne lokaliteten. Dette kom tydelig frem i figur 9, ved vertikalnivå 135. Arten ble funnet med størst dekning på alle de beskyttede stasjonene, men dekket også nivå 2 til en viss grad ved stasjon 3 (Elvebakken) (Vedlegg 15). Denne tilhørigheten til stasjon 3 kunne man se i korrespondanseanalysen for stasjonene (Fig. 10).

Asperococcus fistulosus, *Pylaiella* sp./*Ectocarpus* sp. og *Ceramium* spp.

A. fistulosus er en art som forekommer langs hele norskekysten, og som oftest vokser epifyttisk på *Fucus* spp., men også på andre alger (Rueness, 1977, Rueness, 2006a, pers. med. Tor Eiliv Lein). At denne arten viste tilhørighet til stasjon 4 (Kvaløyvågen) er ikke merkelig siden den kun ble funnet ved denne lokaliteten (Vedlegg 15). Om det finnes en særskilt grunn til dette er mer tvilsomt, da det trengs flere og større funn for at det skal kunne diskuteres. Jaasund (1965) har tidligere registrert funn av denne arten ved Tromsøysund (Ryøy, Leiskjær) og Kjellman (1883), Kleen (1874) og Foslie (1890) har også observert denne arten i Nord-Norge. Noen kvantitative analyser finnes derimot ikke. Til slutt var også *Pylaiella*

sp./*Ectocarpus* sp. en artsgruppe som skilte seg ut i figur 10, liggende nærmere stasjon 3 enn de tidligere nevnte artene. I undersøkelsen ble det funnet en del ukjente individer av slekten *Ectocarpus*, samt arter som muligens kan tilskrives den noe omstridte arten *Pylaiella varia*. Sistnevnte, som ble funnet i Nord-Norge og beskrevet som en nordlig art av Kjellman i 1883 (Jaasund, 1965, Kjellman, 1883), har lenge vært sett på som en usikker art. Liknede individer har imidlertid også blitt observert på sørligere lokaliteter i Norge (Rueness, 1977). Det er vanskelig å diskutere betydningen av disse usikre artene i forhold til deres funn på stasjon 3 og 4 (Fig. 10, Vedlegg 15). Det samme gjelder for de små prosentvise funnene av ukjente arter av slekten *Ceramium* (artsgruppenr. 58).

Laven *Verrucaria maura*

Skorpelaven *V. maura* ble funnet med en sterk tilhørighet til vertikalnivå 3 for stasjon 4 og 5 (hhv. 435 og 535, Fig. 9). Arten er kjent for å trives voksende på steinblokker og klipper som oversprøytes av bølger, og kan danne kilometerlange sammenhengende svarte belter på nord- og østvendte strandklipper (Pedersen & Vasshaug, 1978). Dette stemmer godt med både fjærelokaliteten Kvaløyvågen (st. 4) og Småvær (st. 5), som begge var vendt mot nord (hhv. NNØ og NNV) og inneholdt fast underlag som fjell og større steiner (Tab. 6 og 8). Dekningen var noenlunde lik for disse lokalitetene, med en midlere dekning fra 45 og opp til over 90 % ved nivå 2 og 3 (Vedlegg 15). Laven tåler ikke sterk uttørking og mangler derfor langs sørvendte kystklipper (Pedersen & Vasshaug, 1978). Sammen med lavere grad av stabilt, fast underlag og liten bølgeeksponering forklarer dette de lave dekningsgradene ved stasjon 1, 2 og 3 (Tab. 6 og 8). Trolig trives lavarten likevel på den bølgebeskyttede lokaliteten i Kvaløyvågen av samme grunn som de tidligere nevnte skyggeartene *P. plumosa*, *M. alata* og *R. purpureum*. Også den vanlig skyggearten *Cladophora rupestris*, som ble funnet som en av de 20 mest dominerende artene i littoralsonen i Troms, vokste i sin største mengde nettopp ved lokalitet 4 (Fig. 11, Vedlegg 16).

Ulothrix sp./*Urospora* sp.

Til sist viste korrespondanseanalysen for stasjonene inndelt i vertikalnivå at også slektene *Ulothrix* og *Urospora* ble funnet i det øverste nivået ved stasjon 4 og 5 (Fig. 9). Her er analysen noe misvisende, da slektene kun ble observert med en dekning på 1 % på stasjon 4 og med større dekningsgrad på begge de to øverste nivåene på stasjon 5 (Vedlegg 15). I tillegg ble observasjonen på stasjon 4 funnet i det laveste vertikalnivået. Assosiasjoner av disse slektene er vanlig på våren og forsommeren i de øvre delene av littoralsonen på eksponerte

områder, vanligvis med *V. maura* som undervegetasjon (Hansen, 1985). Desto lengre opp i littoralsonen og jo større mengder det finnes av artene, jo kraftigere bølgeeksponering er lokaliteten utsatt for. Artsgruppens tilhørighet til stasjon 5 alene kom bedre frem i analysen mellom stasjonene (helt øverst i høyre hjørne, Fig. 10).

ii) Korrespondanseanalysen mellom stasjoner: Stasjon 5 (Småvær)

Stasjon 5 (Småvær) var lokalisert på en øygruppe langt ute ved kysten og som den eneste eksponerte lokaliteten kunne man forvente å finne en karakteristisk sammensetning av arter her (Fig. 1). Korrespondanseanalysen (CA) mellom stasjonene viste at særlig artsgruppene *Alaria esculenta*, *Corallina officinalis*, *Antithamnionella floccosa*, artsgruppen *Ulothrix* sp./*Urospora* sp., kalkalgselektene *Phymatolithon* spp./*Lithothamnion* sp., *Rhodomela confervoides*, *Isthmoplea sphaerophora*, *Mastocarpus stellatus*, *Scytosiphon lomentaria*, *Petalonia fascia*, *Spongonema tomentosum*, *Bonnemaisonia hamifera* og kimplanter av ordenen Laminariales viste en stor tilhørighet til denne lokaliteten (Fig. 10).

Alaria esculenta, *Corallina officinalis*, *Antithamnionella floccosa* og *Ulothrix* sp./*Urospora* sp.

Både *A. esculenta* og *C. officinalis* er kjent som arter som trives på mer eksponerte lokaliteter og er assosiasjonsdannende i øvre deler av sublittoralen (*C. officinalis* også i større fjærepytter, Fig. 12) (Rueness, 1977). Begge vokser også oppover i littoralsonen og blir blottlagt i slike områder. *A. esculenta* er trolig sensitiv for høye sommertemperaturer, siden den ikke finnes i Skagerrak eller sør for Mandal. *C. officinalis* ble også observert på den intermediært eksponerte fjordstasjonen, stasjon 3 (Elvebakken) (Vedlegg 15), noe som stemmer med tidligere funn av arten i fjordområder (Jaasund, 1965). *A. floccosa* er også registrert som en nordlig art (Nordland til Finnmark) voksende eksponert i littoral- og sublittoralsonen (Jaasund, 1965, Rueness, 1977), og i denne undersøkelsen ble den nettopp bare funnet nederst i fjæra ute på Småvær (st. 5). Ved vegetasjonskartleggingen i 1982 (Lein & Oug, unpubl. data) ble eksponerte lokaliteter karakterisert med en dominans av artene *C. officinalis*, *Acrosiphonia arcta*, *Porphyra umbilicalis*, *Ulothrix* sp./*Urospora* sp. og *Fucus evanescens* (pers. med. Tor Eiliv Lein). De store dekningsområdene av artsgruppen *Ulothrix* sp./*Urospora* sp. ved lokalitet 5 (Småvær) bidrar derfor til å bekrefte lokaliteten som noe bølgeutsatt (Fig. 12, Vedlegg 15). Artene *A. arcta* og *F. evanescens* ble imidlertid ikke registrert i store mengder ved noen lokaliteter, og kun enkeltindivider av ukjente arter av slekten *Porphyra* ble funnet ved stasjon 1, 4 og 5 (Fig. 12, Vedlegg 18).

Phymatolithon spp./*Lithothamnion* sp., *Mastocarpus stellatus*, *Isthmoplea sphaerophora* og *Rhodomela confervoides*

Arter som *Palmaria palmata*, *Mastocarpus stellatus*, *Polysiphonia stricta* og kalkalger innen slekten *Phymatolithon* knyttes ofte primært til kystområder hvor de danner assosiasjoner, men de kan også være representert og til og med dominere i undervegetasjonen på mer beskyttede tangbevokste lokaliteter (Jaasund, 1965, pers. med. Tor Eiliv Lein). For eksempel ble kalkalgselektene *Phymatolithon* og *Lithothamnion* funnet i de største forekomstene i nederste delen av fjæra både ved stasjon 4 og 5, som her ble karakterisert som hhv. beskyttet og eksponert lokalitet (Vedlegg 15). Vanlige følgearter i undervegetasjonen i nedre del av littoralsonen i Troms er også kjent å være *P. stricta*, *Chondrus crispus*, *P. palmata* og *R. confervoides*, hvor sistnevnte også kun ble funnet ved stasjon 5 (Hansen, 1985).

P. palmata ble i større eller mindre grad funnet ved alle lokalitetene, men de største midlere nivådekningene på over 20 % ble kartlagt i nivå 1 for stasjon 3 og nivå 2 for stasjon 1 og 5 (Vedlegg 15). *M. stellatus* ble kun funnet på lokalitet 5 (Småvær), hovedsakelig i de midtre delene av littoralsonen. Her ble også *I. sphaerophora* funnet i sin største mengde, som er en vanlig epifytt på både *Cladophora rupestris* og *R. confervoides*, men også *M. stellatus* (Jaasund, 1965, Rueness, 1977). Hverken *M. stellatus* og *C. officinalis*, som er kjent for å kunne danne tydelige belter i littoralsonen i Troms og utkonkurrere den sirkupolare arten *Devaleraea ramentacea*, ble likevel funnet i så store mengder at de dannet assosiasjoner (Hansen, 1985, Hansen & Lein, 1986). Trolig må man enten lenger nord eller på mer bølgeeksponerte lokaliteter for å finne dominerende assosiasjoner av disse artene (Jaasund, 1965).

R. confervoides er en formvariabel art, avhengig av årstid og voksested. Det er noe omstridt om slekten *Rhodomela* består av flere arter langs norskekysten, men det er i dag godkjent to arter, *R. confervoides* og *R. lycopodiodes* (www.algaebase.org/, www.gbif.org/). Den mørkere dybhavsformen, *R. lycopodiodes*, skal visstnok være utviklet på vest- og nordkysten voksende på stortarestilker. Denne kan vokse opp i de øverste delene av sublittoralen på eksponerte klipper som på Småvær (Jaasund, 1965, Rueness, 1977, Rueness, 2005). Kjellman beskrev denne arten som en dominant form i littoralsonen på eksponerte klipper, der den kan danne et belte over *Alaria*-beltet alene eller sammen med *Poysiphonia stricta* og *Antithamnionella floccosa* (Jaasund, 1965). For lokaliteten på Småvær, som hadde en bølgeeksponering liggende mellom en middels til sterkt eksponert fjæra, og med den største dekningen av arten

ved høyere vertikalnivå (nivå 2), vil det likevel være mest naturlig å fastslå at det var *R. confervoides* som ble funnet og ikke den sublittorale arten.

P. stricta er den mest vanlige *Polysiphonia*-arten i Nord-Norge (Jaasund, 1965), og kanskje også for hele Norge (Rueness, 1977, Rueness, 2005). Arten vokser epifyttisk eller på stein eller skjell i littoral- og sublittoralsonen og ble funnet med lave dekninger på vertikalnivåene 1 og 2 for alle lokalitetene (Vedlegg 15). Grunnen til at den største dekningsgraden av arten ble funnet ved stasjon 5 (samt stasjon 4) er noe usikkert og kan være tilfeldigheter. Ingen av de assosiasjonsdannende artene dominerte derfor i så stor grad at de dannet belter i littoralsonene på Småvær (st. 5).

Ettårige arter

At noen arter ble funnet å trives best ved stasjon 5 (Småvær) trenger nødvendigvis ikke ha noe med graden av bølgeeksponering å gjøre. Også andre miljøfaktorer kan være av stor betydning. Balsfjorden er karakterisert som en dyp kald fjord (Eilertsen & Skarðhamar, 2006). En kraftigere omrøring og deretter stratifisering av vannmassene i fjorden om våren (på grunn av ferskvannsavrenning) vil gi et grunnlag for store temperaturforskjellene på lokaliteten. Lenger ute, i Sandnessund og Kvalsund hvor stasjon 1, 2 og 4 var lokalisert, vil en gjennomstrømming av vann fra den norske kyststrømmen påvirke vannmassene i større grad gjennom Malangen, Kvalsund og Grøtsund. En større påvirkning av varmere vannmasser og samtidig en mindre omrøring av dypere og kaldere vannmasser enn inne i Balsfjorden vil derfor kunne antas å gi områdene midlere verdier i sjøtemperaturene. Det er også derfor sannsynlig at de minste forskjellene mellom vinter- og sommertemperaturer vil være ytterst mot åpent hav, der de har en stor påvirkning av den norske kyststrømmen som kommer nordover langs kysten. Kyststasjon 5 (Småvær) hadde nettopp både de minst varierende midlere vinter- og sommertemperaturer, mens fjordstasjonen (st. 3) viste både de laveste og høyeste sjøtemperaturene og st. 1, 2 og 4 hadde de høyeste vintertemperaturer og de laveste midlere sommertemperaturer (Tab. 7). De stabile temperaturene ute på Småvær, i tillegg til at den midlere høyeste sommertemperaturen ble funnet senere på året enn for de andre lokalitetene (august), vil kanskje være en forklaring til at ettårige vårarter som blant annet *S. lomentaria*, *P. fascia*, *S. tomentosum*, *Spongomorpha aeruginosa*, *Monostroma grevillei* og *I. sphaerophora* vokser og dominerer littoralsonen noe senere på kysten enn lenger inne i fjordene. En høyere midlere sommertemperatur inne i de varmeste

fjordområdene vil trolig også føre til at artene blir overgrodd og forsvinner på et tidligere tidspunkt enn lenger ute mot åpent hav.

Også arter som kommer til eller er utvokste og fertile senere på året vil kunne finnes ute på kystlokalitetene til en senere tid enn de mer beskyttede stasjonene (pers. med. Jan Rueness). Dette gjelder også for indikatorarter som *Chorda filum*, *Rhizoclonium riparium*, *Ectocarpus siliculosus* som i større eller mindre grad er knyttet til sommeren, enten som ettårige våralger eller som mest dominerende i de varmeste årstidene (Fig. 12, Vedlegg 17) (Hansen, 1985, Rueness, 1977, Rueness, 2005). Det må imidlertid nevnes at temperaturmålingene for stasjon 5 (Småvær) var fra tidsperioden 1993-1997, mens de andre sjøtemperaturene hadde gjennomsnittlige månedsverdier fra 2002-2007. Endringer av temperaturene ute på kystlokaliteten de siste ti årene har derfor ikke blitt tatt med i betraktning, men målinger fra Barentshavet bekrefter at vannmassene i de sørlige delene er blitt betydelig varmere de siste årene (Ingvaldsen, 2008). Det betyr at man kanskje vil observere større endringer her om en tid.

Petalonia fascia, *Scytosiphon lomentaria*, *Spongonema tomentosum* og *Bonnemaisonia hamifera*

I Sør-Norge er *P. fascia* vanlig å finne tidlig om våren, mens lenger nord er den funnet i littoralsonen og sublittoralen langs hele kysten i juni-juli, og ofte i selskap m *S. lomentaria* (Rueness, 1977). I 1883 presenterte Kjellman arten *S. lomentaria* som sjelden i Troms og Finnmark. Jaasund (1965) dokumenterte imidlertid en soleklar endring omkring 80 år senere, da arten ble funnet i store mengder både på eksponerte og beskyttede fjordlokaliteter med individer på opptil 40 cm i lengde. *Scytosiphon lomentaria*-*Petalonia fascia* assosiasjoner er i Ofotfjorden blitt funnet å øke i mengde med økt bølgeeksponering, hvor da også assosiasjonene ble noe skjøvet opp i fjæra (Hansen, 1985). Også den store veksten av *Ulothrix* sp./*Urospora* sp. ute på Småvær viste at oppblomstringen kan være noe senere i emning her ute på de eksponerte kystlokalitetene (Vedlegg 15). Derimot ble *M. grevillei* funnet i store mengder ved stasjon 1 og delvis også ved stasjon 2 (Fig. 11, Vedlegg 16). Denne våralgen er vanligst i beskyttede viker, men kan også vokse for eksempel som epifytt på *Corallina officinalis*, på mer eksponerte områder (Jaasund, 1965). Artens dekning på 150 og 46 % for hhv. stasjon 1 og 2, mens den kun dekket 5 og 8 % for fjordlokalitetene 4 og 5, kan være et tegn på den noe senere etableringen lenger ut mot kysten. Med unntak av *M. grevillei* og

slektene *Ulothrix/Urospora* ble ingen av de nevnte sommerartene funnet i store mengder for noen av lokalitetene under innsamlingen som forgikk fra 15.juni-6.juli (Vedlegg 15 og 16).

Til sist kan det nevnes at arten *S. tomentosum*, som kun ble funnet på st. 5, er en art som vanligvis vokser ved åpen kyst på *Fucus* spp. (hovedsakelig på *Fucus vesiculosus*) men også som epifytt på *Mastocarpus stellatus* og *Alaria esculenta* (Jaasund, 1965). Dette stemmer godt med observasjonene i 2007 da alle, bortsett fra *F. vesiculosus* som også ble funnet i store mengder på fjordlokalitet 3, hovedsakelig ble funnet på stasjon 5. Også enkeltindivider av sporofyttstadiet til den mer sørlige arten *B. hamifera* ble funnet ved Småvær. Dette er en art som er vanlig å finne i Troms, men ikke i store mengder (Jaasund, 1965).

iii) Korrespondanseanalyse mellom vertikalnivå: Stasjon 5

De samme artene som viste tilhørighet til stasjon 5 i korrespondanseanalysen mellom stasjoner i figur 10, viste også det samme i analysen av stasjonene på vertikalnivå (Fig. 9). Et unntak var imidlertid *Laminaria digitata* som i figur 10 er plassert midt mellom stasjon 4 og 5 sammen med den tidligere nevnte lavarten *Verrucaria maura*. Arten viste imidlertid her en stor tilhørighet til nivå 1 på stasjon 5 (vertikalnivå 515), hvor den hadde en midlere dekning på 28 % (Vedlegg 15). Andre arter som også viste en særdeles stor tilhørighet til vertikalnivå 515 var *Antithamnionella floccosa*, *Alaria esculenta*, *Corallina officinalis* og kimplanter av slektene *Laminaria* sp./*Saccorhiza* sp. Men også gruppen *Phymatolithon* spp./*Lithothamnion* sp., *Rhodochorton purpureum* og orden Ectocarpales måtte ha dekket dette nivået i større eller mindre grad selv om de tydeligvis også fantes ved andre stasjoner og/eller vertikalnivå. *Mastocarpus stellatus* og *Rhodomela confervoides* ble også funnet utenfor den store artsgrupperingen (sirkel i figur 9), men kan ikke her tilskrives noen særkilt stasjon eller vertikalnivå annet enn de som er nevnt over (Vedlegg 15).

4.2.3. Stasjonenes plassering langs en eksponeringsgradient

Det kan vise seg at lokaliteten ute på Småvær (st. 5) helst bør karakteriseres som en moderat eksponert lokalitet. Når vi ser på tilstedeværelsen av arter som er representative for eksponerte strender (som for eksempel *Alaria esculenta*, *Corallina officinalis*, *Ulothrix* sp./*Urospora* sp. og *Porphyra umbilicalis*), så viser mengdene til disse artene at stasjon 5 ikke kan være spesielt mye eksponert. Beltedannende arter som blant annet *Mastocarpus stellatus*, *C. officinalis*, *Petalonia fascia* og *Scytosiphon lomentaria* ble funnet i for liten dekning til at

de kunne danne rene populasjonssoner (Jaasund, 1965). Arter som finnes i midlere bølgeeksponerte områder, som blant annet *Rhodochorton purpureum*, bidro til å støtte denne teorien. Eksponeringstallet på 201 virket da logisk i og med at skillet mellom en middels og sterkt eksponert lokalitet ligger på 200.

Når det gjaldt stasjon 3 (Elvebakken), så det ut til at en kombinasjon av ustabilitet i fjæra og de lokale fjordforholdene for lokaliteten (som stor differanse i sjøtemperatur og saltholdighet) kombinert med moderate bølgepåvirkninger begrenset levedyktigheten til arter og da kanskje særlig ettårige sommerarter. Selv om den mer kystnære og bølgebeskyttede stasjonen 4 (Kvaløyvågen) generelt så ut til å likne mer på den eksponerte kyststasjonen (Småvær), bekreftes imidlertid beregningene av eksponeringstallet for fjordlokalitet 4 ved at eksponerte arter som *C. officinalis* og *M. stellatus* var fraværende. I tillegg ble arter representative for beskyttede fjærer, som *Pelvetia canaliculata* og *Ascophyllum nodosum* (som i tillegg ble funnet voksende ved lave vertikalhøyder i littoralsonen), observert i store mengder ved stasjon 4 og avkreftet mistanken om et mulig høyere eksponeringstall for området. De to siste stasjonene på Tromsøya (stasjon 1, Hamna og stasjon 2, Holt), viste tegn til å være beskyttede områder med tilstedeværelse og dekning av arter karakteristiske for den bølgeeksponeringen de ble beregnet til å ha.

Ulikheter mellom lokalitetene i forhold til bølgeeksponering, delvis stabilitet og tekstur, forskjeller knyttet til fjærenes beliggenhet i forhold til fjord eller kyst (der trolig samfunnsendringer innover fjordene skyldes endringer i artsantallet mens kystnære lokaliteter hovedsakelig endrer dekningen av de dominerende artene), samt mer lokale forhold (for eksempel beskyttede vikar og lignende) vil trolig være de viktigste faktorene som styrer makro- og lavsamfunnenes arts mangfold og dekning for alle lokalitetene i Troms. Rekkefølgen langs en eksponeringsgradient for de fem stasjonene i oppgaven kunne derfor ikke karakteriseres som en direkte "fjord-til-kyst"-gradient, da rekkefølge på lokalitetene (fra beskyttet til eksponert) ble: Kvaløyvågen (st. 1), Holt (st. 2), Hamna (st. 1), Elvebakken (st. 3) og Småvær (st. 5).

Del II. Makroalge- og lavsamfunnets endringer i littoralsonen gjennom de siste 25 år, fra 1982 - 2007.

4.3 Arter og miljø

4.3.1. utfordringer ved å sammenlikne ulike undersøkelser

4.3.1.1. Feltarbeid; tidspunkt og utførelse

Resultatene fra vegetasjonskartleggingene viste en stor variasjon, særlig mellom ulike prøvetakingsår (Tab. 16). De høyeste artstallene ble funnet ved undersøkelsene i 2007 (57 artsgrupper), mens de laveste tallene skrev seg fra prøvetakingsårene 1991 og 2001 med artsantall på mellom 15 og 25 for alle undersøkelsene. Disse store forskjellene trenger ikke nødvendigvis bare bety en økt artsdiversitet, men kan tyde på at undersøkelsene ble utført med ulik nøyaktighet. For eksempel ble alle observerte arter for hver enkelt stasjon tatt med inn på lab og undersøkt i lupe ved undersøkelsene i 2007. Bunnvegetasjonen av alger som vokste på stein ble skrapet av og det ble foretatt opptil flere stikkprøver for hver rute slik at alle artene skulle være representert. Mange av de minste artene ble nettopp kun funnet på lab i etterkant, enten som små epifytter på andre makroalger eller som små individer som det ellers ikke hadde vært mulig å observere ute i felt. Ved 1982-undersøkelsene så det imidlertid ut til at mye kun ble artsbestemt i felt og kun ned til orden eller slekt der det krevdes mikroskopiering (pers. med. Eivind Oug). Akvaplan-niva-undersøkelsene i 1991 og 2001 fokuserte på det store helhetlige artsbildet og de eventuelle påvirkningene som store forurensingsutslipp på Tromsøya hadde på fjæra (Holte et al., 1992, Velvin et al., 2003). Ulike mål og interesser for undersøkelsene vil dermed gi mye av forklaringen til de store endringene mellom de ulike prøvetakingsårene.

Feltarbeidet ble i tillegg gjennomført til forskjellig tid på året. Mens kartleggingen i 2007 ble gjort til en tilnærmet lik tid som undersøkelsene i 1982 og 1983, det vil si i juni og juli måned, ble 1991- og 2001-undersøkelsene gjennomført i hhv. august og oktober (Tab. 11). Tilstedeværelsen av ettårige sommerarter vil da ikke kunne sammenliknes mellom årene. Også mangelen på beregninger av fjærenes eksponering, stabilitet og tekstur (pers. med. Tone Kroglund), gjorde det vanskelig å se på endringene mellom de to ulike tidsperiodene 1991 og 2001 med dagens status i fjæra.

Det var også krevende å sammenlikne artsmaterialet mellom 1982/83 og 2007. I tillegg til at noen arter kun ble bestemt ned til slekt, ble også noen prøveruter både nederst og øverst i littoralsonen utelatt ved undersøkelsene i 1982 på grunn av knapphet med tid (pers. med. Eivind Oug). Det ble for eksempel ikke foretatt noen undersøkelser av littoralsonesamfunnet under 123 cm over Sjøkart-0 på stasjon 5 (Småvær) i 1982, mens det på stasjon 3 og 4 kun ble foretatt prøver opp til hhv. 179 og 203 cm. Dermed vil de midlere prosentvise rutedekningene av littoralsonen ikke være sammenliknbare mellom de ulike årene. Artsdiversiteten vil også kunne antas å være lavere for disse årene, da arter som bare vokste øverst ellers nederst i littoralsonen falt utenfor observasjonene.

Imidlertid ble disse 25 år gamle undersøkelsene gjennomført med flere antall ruter for de vertikalhøydene som faktisk ble undersøkt (Vedlegg 30). Kartleggingene i 1982 og 1983 brukte tre ruter per 50 cm vertikalhøyde, mens kun tre ruter per 75 cm høydeforskjell over Sjøkart-0 ble undersøkt i 2007. Bortsett fra at de totale dekningene av fjæra måtte sammenliknes med forsiktighet på grunn av ulike antall prøveruter, så det imidlertid ikke ut til at et færre antall prøver svekket 2007-undersøkelsene. En større avstand mellom rutenes plassering gjorde det mulig å kartlegge et større spekter av de ulike vertikalhøydene i littoralsonen på den korte tiden som var til rådighet i en lavvannsperiode. I Tromsø beregnes det å være omkring 300 cm mellom høyeste og laveste lavvann (<http://vannstand.statkart.no/stat.php?lokalitet=19&visNiv=++Vis++&stasj=0>) og alle disse høydene ble godt undersøkt i 2007. Den generelle forekomsten og prosentvise dekingen av de ulike artene ved alle vertikalhøyder i littoralsonen syntes derfor å ha kommet representativt frem for alle stasjonene i 2007.

4.3.2. Sammenlikninger mellom undersøkelser fra 1982/-83 og 2007

Alge- og lavartenes utbredelse og deking i littoralsonen fra undersøkelser i 1982/-83 og lokalitetenes endringer frem til kartleggingen i 2007 vil her bli diskutert sammen med endringer i miljøet og andre mulige faktorer som kan spille inn. Akvaplan-nivaundersøkelsene fra 1991 og 2001 vil ikke tas med i de videre drøftingene, da disse ble gjennomført så forskjellig fra kartleggingen i 2007 at dette ikke føles hensiktsmessig. Dette fører til at stasjon 2 (Holt) ikke har noe sammenlikningsgrunnlag fra tidligere år og faller bort. Siden littoralsonens fauna ikke er tatt med ved samfunnsundersøkelsene i 2007, vil alle resultater tolkes med forsiktighet i forhold til å trekke noen bastante konklusjoner. På grunn

av oppgavens størrelse, og dens hovedfokus på den selvstendige Del I, vil de videre analysene kun se på endringene i forekomst og dekning i littoralsonen hos et fåtall med arter. Siden fucaceene er flerårige alger og derfor gode indikatorarter på miljøendringer, vil sammenlikningene mellom 1982/-83 og 2007 fokusere på tangartene *Ascophyllum nodosum*, *Fucus serratus*, *Fucus spiralis*, *Fucus vesiculosus*, *Fucus evanescens* og *Pelvetia canaliculata*. Men også endringer hos tareartene og andre flerårige arter som rødalgene *Devaleraea ramentacea*, *Mastocarpus stellatus*, *Corallina officinalis*, *Chondrus crispus* og *Palmaria palmata* blir diskutert, i tillegg til at noen indikatorarter og ettårige alger er trukket inn i drøftingene.

4.3.2.1. Tangarter og andre viktige (beltedannende) arter

I en hardbunnsfjære opprettholdes stabiliteten i littoralsamfunnet i stor grad ved tilstedeværelsen av de to vanligste og dominerende tangartene *Ascophyllum nodosum* og *Fucus serratus* (Lein et al., 1987, pers. med. Tor Eiliv Lein). Men også artene *Fucus spiralis*, *Fucus vesiculosus* og *Fucus evanescens* er viktige tangarter i Troms. Mange mindre alger i undervegetasjonen vokser som epifytter på disse større tangartene eller er på andre måter avhengig av artene for å trives (Lein et al., 1987). Eksempler på epifytter er *Polysiphonia lanosa*, *Elachista fucicola*, *Pylaiella littoralis* og slekter av *Ectocarpus*, mens blant annet *Cladophora rupestris*, *Chondrus crispus*, *Dumontia contorta*, *Sphacelaria*-samfunn/spp., *Audouinella purpurea* og en rekke kalkalger (*Phymatolithon* spp./*Lithothamnion* sp.) trives å vokse under tangbeltene (Küfner, 1988). Det finnes også arter som ser ut til å dra fordel av svekkede tangbelter og etablerer seg når nytt substrat blir tilgjengelig. Dette gjelder spesielt for ettårige grønn- og brunalger, men også beltedannende rødalger som vokser i littoralsonen vil kunne endre vekstmønstre raskt etter store samfunnsendringer.

Både større og mindre forstyrrelser av fjæresamfunnet har vist seg å føre til store forandringer i artssammensetningen (Fortes & Lüning, 1980, Lein et al., 1987, Lüning, 1990, Schonbeck & Norton, 1978, Schonbeck & Norton, 1980). Særlig *A. nodosum*, som er den dominerende arten på beskyttede til middels eksponerte lokaliteter, er en lite effektiv reproduktiv art (Rueness, 1973). Studier av artens reproduksjon har vist at kimplantene vokser veldig sakte de første to årene. I tillegg er algens fertilitet begrenset til en kort periode i løpet av året (juni-juli (august) i Nord-Norge; Jaasund, 1965, Sundene, 1953). Dette kan forklare mye av artens vanskeligheter med å etablere seg igjen etter en forstyrrelse. Hvis miljøet i tillegg favoriserer

veksten av ettårige grønnalgeslekter som danner store tepper (for eksempel *Ulva* spp.), vil disse sammen med andre tangarter ha en skyggeeffekt som kan virke negativt inn på kimplantene (Rueness, 1973). Tidligere forsøk i Troms har også vist at rødalgen *Palmaria palmata* kan danne kraftige tepper ved fjerning av *A. nodosum* og *F. serratus*, og dermed ta over rollen som beskytter for undervegetasjonen (Lein et al., 1987). *A. nodosum* er likevel stabil når den først har slått seg ned, noe man kan se av den høye levealderen den kan oppnå (Küfner, 1988). Det er anslått at det kan ta opptil 20 år før et ødelagt *A. nodosum*-samfunn vil komme i balanse igjen (Lein et al., 1987).

Endringer i littoralsonesamfunnet vil også kunne påvirke andre (assosiasjonsdannende) arter. Arter som *Corallina officinalis*, *Acrosiphonia arta*, *Porphyra umbilicalis* (reg. som *Porphyra* sp. i 2007), slektene *Ulothrix-Urospora* og tangarten *Fucus evanescens* ble i Lein og Oug sine littoralsamfunnsundersøkelser i 1982 (upubl. data) knyttet til eksponerte kystområder hvor de dannet belter eller matter i de gunstige delene av littoralsonen (pers. med. Tor Eiliv Lein). Andre arter som også har blitt relatert til kystområdene i Troms er *Mastocarpus stellatus*, *Palmaria palmata* og *Polysiphonia stricta* og kalkager innen slekten *Phymatolithon*. De tre første artene har imidlertid også blitt funnet som dominerende undervegetasjon på beskyttede tangbevokste områder (Jaasund, 1965, pers. med. Tor Eiliv Lein). Når man skal se på endringer av fjærelokalitetene rundt Tromsø, vil også den arktiske arten *Devaleraea ramentacea* være av interesse. Arten har vist seg å konkurrere med *C. officinalis* og *M. stellatus* med hensyn til substrat på eksponerte lokaliteter i Troms, slik at belter av denne arten her knyttes til beskyttede lokaliteter og ikke eksponerte fjærer som i Finnmark (Hansen, 1985). I tillegg vil også eventuelle innslag av nye sørlige arter kunne bidra til å vise om det har skjedd noen endringer i littoralsonesamfunnet i Tromsø.

4.3.2.2. Faktorer som kan påvirke fjæresamfunnet

Flere faktorer kan være med å bestemme endringer av artenes vekst og utbredelse i littoralsonen. Artene i fjæra lever under veldig forskjellige betingelser, særlig etter hvilke høyder i fjæra de lever på (Lein et al., 1987, Lüning, 1990). De øvre vekstgrensene for de fleste arter tilhørende littoralsamfunnet antas å bestemmes av fysiske faktorer som lys, temperatur og bølgebevegelser, som vil ha ulike effekter på de ulike vertikalhøydene (Connell, 1972, Lubchenco, 1980, Schonbeck & Norton, 1978). I tillegg kommer biologiske faktorer som konkurranse mellom artene og beiting, som oftest knyttes til den nedre

vekstgrensen til artene (Schonbeck & Norton, 1980). Alle disse faktorene vil i forskjellig grad påvirke artene og føre til en sonering av arter i fjæra. Bestemmelsene av artsmengden til tangartene vil også avhenge av mange faktorer, som blant annet eksponering, stabilitet i underlaget og fjæras helning (Lein et al., 1987, pers. med. Tor Eiliv Lein). Endringer av de fysiske og biologiske faktorene kan føre til at artene må endre vokseplass i littoralsonen. Imidlertid vil flere av disse faktorene spille en mindre rolle, når man fokuserer på endringen i en og samme littoralsonen over en tidsperiode. For eksempel så vil hverken helning på fjæra eller daglengde ha endret seg mellom undersøkelsesårene. Innstrålt lys vil være avhengig av skydekke, og lys som treffer algene vil også være avhengig av lokale skyggeeffekter. Dette er imidlertid ikke målt i noen av årene, og kan derfor ikke sammenliknes.

Stabiliteten i fjæra vil også være nokså uendret, selv om det har blitt vist en endring på noen av lokalitetene mellom de tre undersøkelsesårene (stasjon 1 og 4; Tab. 8 og 15). Sannsynligvis skyldtes dette ulike gjennomførte målinger, som at undersøkelsene i 1982/-83 ikke rakk å kartlegge hele littoralsonen slik det ble gjort i 2007. I tillegg kan subjektive beregninger av substratstørrelsene påvirke substratindeksen. Endringene i stabilitetsindeksen vil derfor ikke diskuteres videre.

Saltholdigheten vil også trolig være mindre vesentlig enn andre overnevnte miljøfaktorer. I følge Baardseth (1970) har *Ascophyllum nodosum* blitt observert i områder med saltholdighetsverdier mellom 15 og 37 psu. Saltholdigheten antas derfor å ikke ha noen begrensning på deres forekomst (Bokn & Lein, 1978). Tidligere undersøkelser i Østersjøen og Øresund (Levring, 1940 og Wachenfeldt, 1975 i Bokn & Lein, 1978) viser at også *Fucus vesiculosus* og *Fucus serratus* har relativt stor toleranse for lav saltholdighet. *Devaleraea ramentacea* har vist seg å vokse trives i nord-norske fjorder der saltholdigheten ikke understiger 25 psu (Ullsfjord, Hansen, 1985). Hvis saliniteten endrer seg lite i de øverste vannmassene ved overflaten, vil salinitetet spille en liten rolle for den horisontale fordelingen av de littorale algene (Rueness, 1973). Redusert saltholdighet, med unntak av ferskvannstilførsel fra ellevann, ser derfor ikke ut til å være en begrensende faktor for eksistensen av fucaceer eller andre algearter. Selv om stasjon 1 (Hamna) ved kartleggingen i 1983 og stasjon 3 (Elvebakken) ved 2007-undersøkelsene viste veldig lave saltholdighetsverdier, ble det ikke observert noen nærliggende ferskvannstilførsler for lokalitetene (Tab. 7 og 14). Det er heller ikke blitt fokusert på saltholdighetsverdiene i disse undersøkelsene, slik at disse variasjonene ikke vil drøftes under.

4.3.2.3. Endringer sett i forhold til luft- og sjøtemperatur

i) Lufttemperatur

Av resultatene fra målingene i 1982/-83 og 2007 så det ut til at både luft- og sjøtemperaturen hadde økt de siste 25 årene (Tab. 5, 7, 12 og 13). De midlere lufttemperaturene fra 2007 viste en generell økning både i de kaldeste og varmeste midlere månedene. Med en økning i de midlere høyeste månedsverdiene på mellom 1,2 og 2,0 °C på lokalitetene, vil algene i de øverste delene av littoralsonene utsettes for en større påkjenning i form av tørke nå enn på tidlig 80-tallet. Artenes dekning og vertikale plassering på lokalitetene kan ha endret seg som et resultat av dette (Zaneveld, 1937). Grunner til de store forskjellene i temperaturøkningene mellom stasjonene, kan forklares med at målingene ikke er tatt på samme sted og at de påvirkes av lokale variasjoner i lufttemperaturen. I 2007 ble alle målingene på stasjon 1-4 hentet fra målestasjonen på Tromsø-Langnes (Tab. 2). Dette kan være med og forklare nedgangen i temperaturen med 0,8 °C på stasjon 3 (Elvebakken). Det er usikkert hvor målingene til fjordlokalitetene i 1982/-83-undersøkelsene ble hentet fra, men trolig mer lokale målinger i vil kunne forklare variasjonen mellom endringene i temperaturøkningen på de ulike stasjonene. Målingene av lufttemperaturen på de ytterste kyststasjonene ble antakeligvis hentet fra Torsvåg fyr i 1982 (pers. med. Eivind Oug), mens 2007-undersøkelsene ble basert på målinger fra den nærmere målestasjonen Hekkingen fyr på Kvaløya (Tab. 2).

Tang- og tarearter

Med en lufttemperaturøkning så skulle man tro at også artene rundt Tromsø ville flyttet seg nedover i littoralsonen for å unngå uttørking (Lüning, 1990, Schonbeck & Norton, 1978, Zaneveld, 1937). Selv om klimaet generelt er kaldt i Nord-Norge, vil artene har tilpasset seg dette og muligens plassert seg enda høyere opp i littoralsonen enn på sørligere lokaliteter. Siden man antar at tørketoleransen til algartene kan variere mellom ulike sesonger (der artene har høyest tørketoleranse sommerstid, Lüning, 1990), kan ikke dette utelukkes. Dette vil avhenge av en rekke faktorer som gjør levevilkårene gunstigere enda lengre vekk fra deres tilhørende habitat, havet. Bortsett fra den begrensede dekningen av *Ascophyllum nodosum* på stasjon 5 (Småvær), hvor den maksimale rutedekningen på 12 % hadde endret vokseplass med omtrent 30 cm nedover mot sublittoralsonen, så hadde likevel ikke denne dominerende tangarten endret seg nevneverdig (Fig. 17, 18, 22, 23, 25, 26, 30 og 31, Vedlegg 22-29). Imidlertid hadde den øvre grensen til *Fucus serratus* forskjøvet seg noe nedover på stasjon 1 (Hamna) med omkring 30 cm (kun funnet 1 % oppe på samme nivå som i 1982). Mens *A. nodosum* regnes som en stabil art når den først har slått ned, anslår tidligere studier *F.*

serratus som den minst tolerante fucaceearten mot uttørking (Zaneveld, 1937). *F. serratus* vokser alltid nederst i tangbeltet i fjæra og en tynn cellevegg skal være en av hovedforklaringene på at arten er mest tørkeutsatt.

Av de resterende tangartene så hadde *Fucus vesiculosus* blitt borte på stasjon 1. Arten viste også en smalere utbredelse i littoralsonen for stasjon 3, 4 og 5 i 2007 enn 25 år tidligere (Fig. 17, 18, 22, 23, 25, 26, 30 og 31, Vedlegg 22-29). Dekningen var halvert på stasjon 4, mens den maksimale rutedekningen ved stasjon 5 hadde sunket fra 84 til 28 %. Det kan se ut som at arten ikke drar fordel av de målte endringene i miljøet. Jaasund (1965) beskrev *F. vesiculosus* som dominerende i de øvre delene av littoralsonen. Denne dominansen kan imidlertid ikke ses igjen på de fem lokalitetene som er undersøkt rundt Tromsø. Arten ble likevel funnet i like store mengder for begge undersøkelsesårene på Balsfjordlokaliteten (st. 3), selv om den både her og på lokalitet 4 hadde forskjøvet seg nedover i fjæra med hhv. 46 og 13 cm (Vedlegg 24-27). Grunner til de store nedgangene i deknningen på kystlokalitetene, og ikke på fjordlokaliteten er uvisst.

I tillegg til at *F. vesiculosus* hadde forsvunnet på stasjon 1 (Hamna), så hadde en nyetablering av *Fucus evanescens* også funnet sted en gang mellom 1983 og 2007 (Fig. 17 og 18, Vedlegg 22 og 23). En mulig sammenkobling mellom disse artene vil diskuteres nærmere i kapittelet om biologisk konkurranse under. Også forsvinningen av *Fucus spiralis* på stasjon 5 kan være et resultat av dette. Denne arten trives imidlertid på skyggefulle områder med beskyttede til moderate eksponeringer (Juliussen, 1979, Jaasund, 1965, Rueness, 1977), slik at mulige endringer både i lufttemperatur, eksponering og i de andre artenes utbredelse kan ha tvunget arten vekk fra lokaliteten. Arten hadde også sunket i sin maksimale rutedekning (fra 100 til 32 %) på stasjon 1, noe som kan forklares av økte lufttemperaturer. Schonbeck og Norton (1978) viste at både *F. spiralis* og *F. vesiculosus*, men også *F. serratus* og *A. nodosum* tørket ut og døde når de ble plassert lengre oppe enn deres prefererte levested i littoralsonen. I 2007 ble nettopp den høyeste deknningen av *F. spiralis* observert på den skyggefulle lokalitet 4 (Kvaløyvågen), som i tillegg hadde den laveste eksponeringen langs transektet i 2007 (Tab. 6 og 8). Her var også artens øvre utbredelse i littoralsonen uendret fra 1982, sammen med *A. nodosum*-beltet, og deknningen var doblet (Fig. 25 og 26, Vedlegg 26 og 27). Derimot hadde tarearten *Laminaria digitata* flyttet seg nesten 60 cm lenger ned i littoralsonen på stasjon 4. Tareartene regnes i utgangspunktet som sublittorale arter og en høyere lufttemperatur kan være en del av årsaken til at arten har flyttet seg så kraftig nedover i fjæra. Arten hadde i

tillegg forskjøvet seg nedover fjæra på stasjon 1, med 30 cm (Fig. 17 og 18, Vedlegg 22 og 23). Også *F. evanescens* hadde endert sin øvre vekstgrense på stasjon 5 siden 1982, og vokste 20 cm lengre ned i fjæra i 2007. Fjæra på denne lokaliteten hadde imidlertid ingen tette tangdekker i 2007, men tarearten *Alaria esculenta* vokste tett i de nedre delene fra sublittoralsonen og opp til 72 cm over Sjøkart-0 (Fig. 30 og 31, Vedlegg 28 og 29).

Andre arter

Av rødalgene hadde både *Plumaria plumosa* og *Porphyra umbilicalis* flyttet seg nedover på stasjon 5, *Membranoptera alata*, *Palmaria palmata* og *Chondrus crispus* på stasjon 4, mens *Mastocarpus stellatus* og *Devaleraea ramentacea* var forsvunnet helt på hhv. stasjon 3 og 4 i 2007 (Fig. 19, 20, 22, 23, 27, 28, 32, 33, Vedlegg 22-29). Både *P. plumosa* og *M. alata* er kjent som skyggearter og er derfor ikke særlig tørketolerante (Jaasund, 1965, Ruess, 1977, pers. med. Tor Eiliv Lein, se diskusjon Del I). Endringer i både overliggende vegetasjon høyere opp i littoralsonen og en økt temperatur vil derfor tvinge artene lenger ned i fjæra slik at de blir neddykket i lengre perioder. At den øvre grensen til *P. plumosa* var forskjøvet opp på stasjon 4 kan skyldes fjæras himmelretning (nord-nordøst, Tab. 6). De største dekingen av arten ble likevel hovedsakelig funnet på høydene 87-95 cm, omtrent 30 cm lavere enn den maksimale rutedekningen i 1982 (Vedlegg 26 og 27). En nedgang i dekingen samt en liten (10-15 cm) forskyving nedover i fjæra av de store tangartene *F. vesiculosus*, *A. nodosum* og *F. serratus* kan være en forklaring til dette (Fig. 25 og 26).

Også *P. palmata* og *D. ramentacea* vokste 10-15 cm lenger ned i littoralsonen, der dette tangbeltet ikke dekket lengre, mens *C. crispus* hadde flyttet seg med hele 90 cm nedover i littoralsonen. Dette viser tydelig at rødalgene tørker lettere ut enn de robuste tangartene, og at de må forflytte seg lengre ned i fjæra for å kunne forhindre uttørking i et varmere klima. Også *P. umbilicalis*, som vokste på den ekponerte lokaliteter i 1982, ble ikke funnet igjen på stasjon 5 i 2007. Imidlertid viser tidligere studier at arten har en optimal vekst ved sjøtemperaturer på 10 °C, der en økning av temperaturen i havet over disse verdiene senker levevilkårene kraftig (Fortes & Lüning, 1980). Det er grunn til å tro at det er temperaturøkningen i havet som har påvirket arten (se under). Kun enkeltindivider tilhørende slekten ble funnet i 2007 (*Porphyra* sp.; Vedlegg 28 og 29).

ii) Sjøtemperatur

Til tross for en lufttemperaturøkning på opptil 2,0 °C, viste likevel noen tangbeltearter en forskyvning oppover i littoralsonen eller en uendret plassering i littoralsonen. Her kommer muligens sjøtemperaturen inn som en viktig delfaktor. Hva angikk sjøtemperaturen, så viste den også en økning fra 1982/-83 og til 2007 (Tab. 7 og 13). Dette stemmer godt med de siste havmålingene som er gjort langs norskekysten, der overflatetemperaturen i Malangen ble målt til mellom 10 og 13 °C i månedene juni-september i 2007 (Aure, 2008). Også temperaturene i Barentshavet var høye i 2007, der temperaturøkningen spesielt har økt i de siste seks årene (Ingvaldsen, 2008). På lokalitetene i littoralsamfunnsundersøkelsene rundt Tromsø hadde de høyeste midlere månedsverdiene steget mellom 0,6 og 2,4 °C fra 1982/-83 til 2007. Unntaksvis viste imidlertid stasjon 4 (Kvaløyvågen) en nedgang på 0,4 °C.

Målingene fra 2007-undersøkelsen ble hentet fra tre lokaliteter, hvor data til stasjon 1, 2 og 4 ble kom fra samme målestasjon (Kvalsund/Grøtsund; Tab. 3). Dette kan være årsaken til at lufttemperaturen viste en nedgang på en av lokalitetene. Målinger av vanntemperatur som er tatt lenger ut i vannmassene kan gi andre verdier enn de lokale temperaturene på grunnere vann rundt stasjonene (Küfner, 1988). I tillegg ble ikke målingene som ble brukt i 2007-undersøkelsen tatt på de eksakt samme datoene og med like antall målinger for hvert år i fem-årsperioden (pers. med. Ulf Normann). Temperaturen kan altså vise seg å være noe høyere enn de som er registrert i tabell 7, da ikka alle sommermånedsverdiene ble dekket av undersøkelsen. Det er uvisst hvor mye høyere de relle verdiene kan være. Det er usikkert hvor sjøtemperaturmålingene for 1982/-83-undersøkelsene ble hentet fra (pers. med. Eivind Oug), men det kan tyde på at det ble brukt målinger fra Kvalsundet, slik at målingene for Kvaløyvågen (st. 4) ble tatt i nærheten av lokaliteten. For 2007-undersøkelsene var det imidlertid ikke mulig å få tak i nærmere målinger, da Norges Fiskerihøgskolen stoppet å måle havmiljødata på lokaliteten i Kvalsundet på midten av 1990-tallet (målestasjon utenfor Kårvika frem til 1997, pers. med. Ulf Normann).

Tang- og tarearter

En økning i de høyeste midlere sjøtemperaturene i nord-norske fjordsystem har trolig en liten direkte negativ effekt på artene som lever der. Sommertemperaturene er likevel så lave at de ikke vil begrense veksten til artene, men heller motsatt. I følge tidligere studier av fucaceer og flere andre fjærearter som vokser i Troms, vil en økning i de høyeste temperaturene i 1982/-83 liggende mellom 8,0 og 10,0 °C til verdier mellom 8,6 og 12,4 °C i 2007 gi de fleste artene gunstigere vekstvilkår (Lüning et al., 1986). Fortes & Lüning (1980) viste at de undersøkte

fucaceene *F. serratus*, *F. spiralis*, *F. vesiculosus*, *F. serratus* og *A. nodosum* hadde en optimal vekst ved 15 °C, en temperatur som var høyere enn de observerte sjøtemperaturene rundt Tromsø i 2007 (Tab. 7). En mulig reaksjon på en økning i midlere sjøtemperatur i de øverste vannmassene (2007-resultatene er målinger fra 0-1 m), i kombinasjon med andre faktorer i fjæra, kan være at artene foretrekker å vokse lenger opp i littoralsonen enn tidligere. Der kan de nyte godt av de høyeste overflatetemperaturene når de er neddykket i vann. Imidlertid er algene havorgansimer, slik at det ikke vil være naturlig for en art å flytte seg vekk fra sjøen. Men de fysiske faktorene påvirker aldri algene alene, slik at dette kan være et samspill mellom en ugunstig biologisk effekt lengre ned i littoralsonen. Den varmere lufttemperaturen, som tydelig har fått mange arter til å flytte seg nedover i littoralsonen (se over), sammen med interspesifikk konkurranse og beiting kan gjøre at levevilkårene blir gunstigere lengre opp i fjæra for enkelte arter (se biologisk konkurranse i kap. 4.3.2.5.).

Arten *F. serratus*, som nevnt over er en lite tørketolerant art, hadde nettopp flyttet seg omkring 13 cm lengre opp i littoralsonen på stasjon 3 (Elvebakken) fra 1982/-83 og til 2007 (Fig. 22, 23, Vedlegg 24 og 25). I tillegg hadde *F. spiralis* flyttet seg opp med omkring 80 cm på samme lokalitet, der også deknningene var doblet (noe som også var tilfelle på stasjon 4). Forflyttingen av artene oppover i littoralsonen kan kanskje forklares med at lokalitet 3 er utsatt for en større bølgeeksponering enn de andre lokalitetene der artene ble funnet (Tab. 8), slik at uttørkingen ble lavere lenger oppe i littoralsonen. Også på den eksponerte lokaliteten Småvær (st. 5) så man nettopp denne store forskyvningen hos noen av de store tang- og tareartene. Blant annet hadde *Laminaria digitata* flyttet seg 20 cm lenger opp, og med enkeltindivider helt opp til 60 cm høyere enn de høyeste observerte individene i 1982 (Fig. 30 og 31, Vedlegg 28 og 29). Arten viste derfor stor variasjon mellom lokalitetene, da den på stasjon 4 ble vist å ha flyttet seg hele 60 cm nedover i fjæra fra 1982 til 2007 (se over). Dette viste at leveforholdene på lokalitetene er totalt ulike hverandre, og at forskjellige fysiske og biologiske faktorer har bestemt artens plassering i fjærene på stasjon 4 og 5. *L. digitata* har tidligere blitt funnet å ha en optimal veksttemperatur ved 10 °C (Bolton & Lüning, 1982).

Også den lave deknningen av *Saccharina latissima* viste den samme forflyttingen oppover i littoralsonen på stasjon 1 (Hamna; Fig. 17 og 18, Vedlegg 22 og 23). Enkeltindivider hadde flyttet seg hele 30 til 100 cm oppover på stasjonen i 2007 i forhold til tidligere deknninger av arten i fjæra. Grunner til dette kan være mindre konkurranse om plass i tillegg til at de nedre delene av littoralsonen ble nedbeitet av kråkeboller (se resultat i Del I, Vedlegg 33).

I motsetning til de andre tangbelteartene på stasjon 4 (Kvaløyvågen), hadde *Pelvetia canaliculata* trolig flyttet seg oppover på lokaliteten (det ble ikke tatt målinger over 203 cm over S0 på lokaliteten i 1982; Fig. 25 og 26, Vedlegg 26 og 27). *P. canaliculata* så ut til å trives godt på lokaliteten i 2007, med en doblet og trolig bredere horisontal dekning. Arten danner vanligvis assosiasjoner over *F. spiralis* der dette er mulig på beskyttede steder (Juliussen, 1979, Rueness, 1977). Dahl (1968) mente at bredden på beltet hovedsakelig avhenger av eksponering og voksestedets helning, der en større eksponering og en mindre helningsvinkel gir en større vertikal beltebredde. Dette stemmer imidlertid ikke for alle lokaliteter i Nord-Norge, da kraftige belter har blitt funnet i relativt bratte fjærer (pers. med. Else Nøst Hegseth). Derimot kan tiden med tørrlegging/neddykking være en av hovedfaktorene til artens trivsel. Er tidevannsforskjellen stor og temperaturen lav, som i Nord-Norge, skulle klimaet være bra tilpasset arten (Juliussen, 1979, Lewis, 1964). Det kan derfor se ut til at de økte temperaturene gjør denne tørketålerante fucacearten enda mer konkurransedyktig i forhold til andre arter.

Andre arter

Selv om de fleste fucaceartene viser en optimal veksttemperatur ved 15 °C, finnes det imidlertid andre arter som vokser best ved lavere temperaturer (Fortes & Lüning, 1980, Lüning, 1990). Veksten hos *Devaleraea ramentacea* foregår om våren og forsommeren (mars-juni). For stasjon 3 (Elvebakken), hvor arten hadde forsvunnet i løpet av de siste 25 år, viste den midlere varmeste måneden for de siste fem årene at sjøtemperaturen skal ha steget med 2,4 grader (Tab. 7 og 13). Dette kan være en av årsakene, siden arten foretrekker lavere temperaturer og har en sørgrense som korresponderer med et årlig maksimum i havet på omkring 13-14 °C (Hansen, 1985). Imidlertid ble arten bare funnet som enkeltobservasjoner på fjordlokaliteten i 1982, slik at levevilkårene på lokaliteten nok i utgangspunktet ikke var særlig gunstige (Vedlegg 24 og 25). En økning i sjøtemperaturen fra 10 til 12,4 °C gjorde likevel ikke vilkårene bedre for denne arktiske arten som trolig vokser i optimale forhold på områdene som har årlige maksimum i havet på under 10,0 grader °C (Hansen, 1985). Innslag av større mengder ferskvann om våren kan også være med og forklare dette artens lave dekning i Balsfjorden. *D. ramentacea* så derimot ikke ut til å ha endret forekomsten nevneverdig på stasjon 1 (Hamna) mellom prøveundersøkelsene i 1983 og 2007 (Fig. 19 og 20, Vedlegg 22-23). Kun en redusert maksimal dekningsgrad på 8 % skilte undersøkelsene fra

hverandre, ellers var utstrekningen noenlunde lik. Imidlertid hadde enkeltindivider på stasjon 5 (Småvær) i 1982 og 2007, flyttet seg 13 cm lengre ned i fjæra (Vedlegg 28 og 29). Disse endringene viser at en økning i både luft- og sjøtemperaturene i hvertfall ikke er gunstig for sirkumpolare arter.

Fortes og Lüning (1980) viste i sine vekststudier at artene *Polysiphonia stricta*, *Desmarestia aculeata*, *Acrosiphonia arcta* og *Porphyra umbilicalis* oppnådde en maksimal vekst ved sjøtemperaturer på 10 °C. Med en sjøtemperatur på stasjon 3 (Elvebakken) og 5 (Småvær) som viste høyere midlere temperaturer enn dette, var det grunn til å tro at disse artene hadde flyttet seg nedover i littoralsonen og/eller har sunket i dekningsgrad. *P. stricta* er imidlertid en ettårig alge (den har kun krypede grener som overvintrer; Rueness, 2005), slik at dens plassering kanskje ikke er av så stor betydning som de flerårige større artene. Det kan likevel nevnes at plasseringen av *P. stricta* i littoralsonen siden 1982/-83 hadde gått ned på stasjon 1 (Hamna), mens den vokste høyere opp på de resterende stasjonene, hvor også mengden hadde økt på stasjon 4 (Kvaløyvågen) og 5 (Småvær, Vedlegg 22-29). *D. aculeata* er en derimot en flerårig sublittoral art, men det ble likevel funnet enkeltindivider på stasjon 1 på 98 cm over Sjøkart-0. Selv om alle løstliggende arter i fjæra ble sortert ut under feltarbeidet i 2007, er det sannsynlig å tro at arten var lagt igjen etter en høyvannsperiode. Også tidspunktene for feltarbeidet vil påvirke mengdene til de nevnte sommerartene (Tab. 11). Den flerårige *A. arcta* vokser ofte som undervegetasjon i fucacee-belter, gjerne på eksponerte lokaliteter (Rueness, 2005, pers. med. Tor Eiliv Lein). Arten viste en forskyvning ned på stasjon 1 og 3, mens den var flyttet opp på stasjon 5. En nyetablering av arten ble observert på stasjon 4. Nedgangen hos *P. umbilicalis* på stasjon 5 har blitt drøftet tidligere (se over).

Det kan generelt se ut til at mange arter har flyttet seg oppover på den eksponerte Småværlokaliteten (st. 5) fra 1982/-83 til 2007 (Fig. 32 og 33, Vedlegg 22 og 29). Også enkeltindivider av *Mastocarpus stellatus* og *Corallina officinalis* viste de samme tendensene (øvre grense forflyttet opp hhv. 20 og 40-60 cm), mens *Chondrus crispus* i tillegg ble funnet nyetablert på stasjon 5. *M. stellatus* og *C. officinalis* vokser i åpne kystområder og på mer eksponerte fjærelokaliteter (Jaasund, 1965, Rueness, 2005). En eventuell endring av eksponeringen på stasjon 5 kan være en av årsakene til deres tilstedeværelse høyt opp i littoralsonen. Trolig vil lokalitet 5 (Småvær) likevel bare kunne karakteriseres som en middels eksponert lokalitet, slik som diskutert i Del I. Dette gjør at *C. officinalis* ikke trives i stor nok grad til å danne matter over lavvannsnivå, noe den heller ikke gjorde på Småvær (st. 5).

Grunner til at dekningen hadde gått ned for *C. officinalis* og ikke for *M. stellatus*, kan skyldes temperaturøkningen, mens plasseringen lenger opp kan dels også skyldes økt konkurranse lenger ned i fjæra. *C. crispus* har vist seg å trives på beskyttede til moderate lokaliteter i Nord-Norge (Jaasund, 1965), mens den av Rueness (2005) karakteriseres som en art som også kan vokse på eksponerte lokaliteter. Eksperimenter har vist at artens øvre grense for vekst sannsynligvis bestemmes av uttørking (Lubchenco, 1980). Eventuelle økninger i sjøtemperaturen så ikke ut til å påvirke arten, da den øvre sjøtemperaturgrensen er vist å være 28 °C, mens den optimale veksten ble funnet på 15 °C (Fortes & Lüning, 1980, Lüning et al., 1986). Også en forflytning av *Membranoptera alata* ble observert på stasjon 1 (Hamna), der enkeltindivider av arten hadde flyttet seg hele 100 cm oppover i littoralsonen (Vedlegg 22 og 23). Heller ikke denne arten begrenses av sjøtemperaturene, som er en skyggeart som man i utgangspunktet skulle tro at ville flyttet seg nedover ved en økning i lufttemperaturene. Trolig har forflytningen av andre arter og andre biologiske effekter (og muligens en økning i eksponeringen) spilt inn på både etableringen av *C. crispus* og forflytningen av *M. alata* på hhv. stasjon 5 og 1.

Nyintroduserte arter?

Økte sjøtemperaturer har lenge vist seg å påvirke tareskogen, men også endringer i makroalgesamfunnet langs norskekysten er blitt påvist (http://www.imr.no/__data/page/7001/Nr.14_07.pdf). En effekt av en temperaturøkning langs en temperaturgradert kyst som norskekysten, vil være at sørlige og mer varmekjære arter vil bre seg nordover og endre artssammensetningen. I tillegg vil de mer nordlige kaldtvannsartene bli tvunget enda lenger nord. Vi har tidligere sett *Heterosiphonia japonica* (japanske drivtang) spre seg nordover etter at den først ble observert i Limfjorden i Danmark i 1984, og ta over områder der *Saccharina latissima* tidligere dominerte (Stæhr et al., 2000, http://www.imr.no/__data/page/8431/1.8_Introduserte_arter_-_trussel,_men_ogs_kunnskapskilde.pdf). I de siste tiårene har også flere andre arter med en sørlig utbredelse blitt observert på Vestlandet. Det fryktes for at større endringer i sjøtemperaturen vil føre til at enda flere arter vil emigrere nordover langs norskekysten.

I 2007-undersøkelsene ble det funnet enkeltindivider av artene *Capsosiphon* sp. og *Bonnemaisonia hamifera* (sporofyttstadiet; pers. med. Jan Rueness). Ingen av disse ble funnet eller registrert ved kartleggingene i 1982/-83. Begge artene har tidligere blitt regnet som mer

sørlige alger (Lüning et al., 1986, Rueness, 1977, Rueness, 2006b, Rueness, 2006c), men *B. hamifera* har vært observert i Nord-Norge i hvertfall så tidlig som på midten av 1900-tallet (kun sporofyttstadiet). Jaasund (1965) regnet allerede da arten som nokså vanlig. Tidligere studier av *B. hamifera* har vist at arten må ha en minimumstemperatur på 11 °C for å kunne danne sporangier, og at disse forekommer sjeldent i Norge (Breeman et al., 1988, Rueness, 1977). Sporofyttstadiet ble imidlertid første gang funnet i Norge i 1902 (ved Ålesund). Jaasund karakteriserte sporofyttstadiet til arten som vanlig i Nord-Norge for 50 år siden. Det ble likevel bare funnet enkeltindivider av *B. hamifera* ved undersøkelsene i 2007 (1 % ved 201 cm over S0 på stasjon 5; Vedlegg 28 og 29). Jaasund nevner ikke noe om slekten *Capsosiphon*. Rueness (1977) beskrev *Capsosiphon fulvescens* som salttolerant og at den trives i brakkvann. Enkeltfunnet av *Capsosiphon* sp. på fjordlokaliteten i Balsfjorden bekrefter dette (Vedlegg 24 og 25). Om funnene av disse artene kan si noe om endringene i temperaturene er usikkert. Flere og større funn må observeres rundt Tromsø før det kan trekkes noen konklusjoner.

4.3.2.4. Endringer sett i forhold til eksponering

Undersøkelser som tidligere er blitt gjennomført i Oslofjorden men også andre steder har vist at eksponering er en viktig faktor som kontrollerer algevegetasjonen, spesielt i littoralsonen (Connell, 1972, Sundene, 1953). Noen arter tåler ikke de direkte mekaniske belastningene som de utsettes for på sterkt eksponerte fjærer, og vokser derfor ikke her. Andre tåler de kraftige vannbevegelsene til en viss grad og vil vokse nederst i littoralsonen, mens de algene som er best tilpasset kan trives i de øvre delene av littoralsonen (Connell, 1972). Beregningene fra 80-tallet og dagens eksponeringstall viste store endringer på stasjon 3 (Elvebakken) og 5 (Småvær, Tab. 8 og 15). Stasjon 3 gikk fra å ha et eksponeringstall på 27 (beskyttet) i 1982, til å være en intermediær eksponering med verdi på 104 i 2007. Men endringene var enda større for stasjon 5. Fra å være en middels eksponert lokalitet i 1982 til å bli karakterisert som et eksponert område i 2007 (se konklusjoner for Del I), vil man kunne anta at artsdiversiteten har forandret seg for de siste 25 årene. Det må imidlertid nevnes at eksponerinstallet er beregnet på vinddata fra ulike målestasjoner for de ulike prøvetakingsårene og lokale variasjoner vil kunne påvirke tallene (Tab. 4). Det er også noe usikkert hvor vindmålingene ble hentet fra i 1982 (pers. med. Eivind Oug), slik at det ikke var mulig å hente vinddatamålinger fra samme målestasjon i 2007 for å få et best mulig sammenlikningsgrunnlag. I tillegg kan subjektive vurderinger av antall sektorer med åpne havområder også påvirke eksponeringsverdier i stor grad. Se forøvrig diskusjonen av

miljøvariablene i Del I. Selv om det ikke virker sannsynlig at endringene av bølgeeksponeringen for de to lokalitetene er så store, vil jeg likevel ta dette med som en av mange faktorer som kan ha påvirket littoralsonen og ført til de endringene i artsmangfoldet, samt artenes dekning og utbredelse som er funnet.

Både *A. nodosum* og *F. serratus* er arter som stort sett finnes i littoralsonen langs hele norskekysten, likevel ofte med en lavere dekning på de aller mest eksponerte kystområdene (Juliussen, 1979, Jaasund, 1965). På beskyttede steder danner *A. nodosum* en sammenhengende assosiasjon, vanligvis mellom *F. vesiculosus*- og *F. serratus*-beltet, som alle avtar med økende eksponering. Dette stemte med undersøkelsene rundt Tromsø, der begge artene kun vokste som enkeltindivider på den eksponerte Småværlokaliteten (st. 5, Fig. 30 og 31, Vedlegg 28 og 29). Tidligere undersøkelser i Ofotfjorden viste at *A. nodosum*-assosiasjonen tenderer til å vokse lenger opp i littoralsonen med økende eksponering, mens det kan virke som at *F. serratus* prøver å unngå virkningene av bølgeslagene ved å vokse lenger ned mot/i sublittoralsonen (Juliussen, 1979). På lokalitet 3 og 5 ble nettopp *A. nodosum* i 2007 funnet fra i hhv. vertikalhøydene 94-211 og 179-201 cm, mens den vokste i høydene 47 til 204 cm på de beskyttede stasjonene 1 og 4. Teorien om at *F. serratus* vokste lavere på eksponerte lokaliteter holdt imidlertid ikke mål, da arten ble funnet så høyt oppe som 161-179 cm på stasjon 5, mens de resterende stasjonene hadde deknings mellom omkring 47 og 100 cm (inkludert den middels eksponerte stasjon 3; Vedlegg 22-29).

Imidlertid hadde *F. serratus* og *A. nodosum* flyttet seg hhv. 10 cm ned og 6 cm opp på lokalitet 5 (Småvær) fra 1982/-3 og til 2007, noe som kan støtte Juliussen (1979) sine teorier ved en økt eksponering. For stasjon 3 stemte dette ikke (Fig. 22, 23, 30 og 31). Her hadde også *F. serratus* og *F. spiralis* flyttet seg 13-80 cm oppover og *F. vesiculosus* omkring 45 cm ned, mens *A. nodosum* var den eneste uendrete av tangbelteartene. *F. spiralis* og *F. vesiculosus* trives både på eksponerte som beskyttede lokaliteter (Rueness, 1977). Grunner til at artene hadde flyttet seg oppover i fjæra kan støttes med en høyere eksponering, som kan gjøre levetilstandene enklere lenger opp i fjæra med mindre uttørking mellom høyvannsperiodene. *F. vesiculosus* så imidlertid ut til å være kraftig påvirket av de økte lufttemperaturene, og holdt seg under det stabile *A. nodosum*-beltet på lokaliteten (Fig. 22 og 23, Vedlegg 24 og 25). Kombinasjonen av et høyere eksponeringstall og en lav stabilitet, slik den ble funnet å være i 2007, så ikke ut til å påvirke fjæresamfunnet negativt, da den totale dekningen av alger i fjæra viste en økning fra 1982 til 2007 (Tab. 16). Imidlertid viste

tangartene på stasjon 5 (den eksponerte lokaliteten) en motsatt trend, der *F. spiralis* hadde forsvunnet helt fra lokaliteten. Denne trenden var også gjeldende for stasjon 1 (Hamna), som hadde en nedgang i den maksimale dekingen til *F. serratus* og *F. spiralis*, mens *F. vesiculosus* var helt forsvunnet. Stasjon 1 (Hamna) hadde også økt noe i bølgeeksponering de siste 25 år (Tab. 8 og 15). Om en eventuelle økning i eksponeringstallet har vært hovedårsaken til artenes endringer i forekomst, er imidlertid usikkert.

4.3.2.5. Endringer på grunn av konkurranse

Frem til nå har jeg kun sett på artenes øvre grense i littoralsonen, og grunner til at denne har endret seg. I tillegg har jeg diskutert tilstedeværelse av arter på lokaliteter med ulike grader av eksponering. Når man imidlertid ser på artenes nedre grense vil andre faktorer spille inn. Algene er havorganismer og vil i utgangspunktet vokse lengst mulig ned i fjæra (Connell, 1972). Det er hovedsakelig den biologiske konkurransen som bestemmer hvilke arter som får vokser ved de ulike vertikalhøydene (Connell, 1972, Lubchenco, 1980, Lüning, 1990, Schonbeck & Norton, 1980). Også når en art forsvinner vil muligens konkurransen mellom artene være en av hovedgrunnene til dette. Det kan da ha oppstått en kraftig konkurranse i de vertikalhøydene hvor arten hadde sine gunstige levevilkår, og noen med bedre konkurransedyktighet (for eksempel raskere vekst) klarte likevel å konkurrere ut arten. Dette gjelder også introduserte arter.

Et mulig eksempel på utkonkurrering som følge av en introdusert art kan ses på Tromsøya. Arten *F. vesiculosus* ble ikke funnet igjen på stasjon 1 (Hamna) i 2007, samtidig som at *F. evanesvens* hadde etablert seg i området siden undersøkelsene i 1983 fant sted (Fig. 17 og 18, Vedlegg 22 og 23). Ved tidligere studier i Nord-Norge har *F. evanescens* blitt funnet å vokse på beskyttede til moderat eksponerte lokaliteter (Jaasund, 1965, Rueness, 2005). Lein og Oug (upubl. data) karakteriserte imidlertid arten som representativ for eksponerte kyststasjoner (pers. med. Tor Eiliv Lein), noe som ikke stemmer med etableringen på stasjon 1. *F. evanescens*, som ikke er en naturlig art i Sør-Norge, ble regnet som en uønsket (svarteliste-) art i 2007 (<http://www.artsdatabanken.no/Article.aspx?m=172&amid=2581>). Den sirkumpolare arten har trolig spredt seg med skipsflåten fra Nord-Norge, Færøyene eller Island på slutten av 1800-tallet, og kommet inn til Drøbak der den første gang registrert i Norge av Simmons i 1898 (Rueness, 1973, <http://www.artsdatabanken.no/Article.aspx?m=173&amid=2578>). I Norsk Svarteliste (2007)

regnes arten som en alvorlig trussel mot det norske miljøet fordi den kan krysse seg med enkelte av de andre brunalgene i littoralsonen. Lenger sør i Norge er den funnet å trives i høyforurensede områder (<http://www.artsdatabanken.no/Article.aspx?m=173&amid=2578>), gjerne med lav saltholdighet. *F. evanescens* har også vist seg å ha en bedre sykdomsmotstand enn andre tangarter, noe som gir den en konkurransefordel der virus og bakterietall er høye. I tillegg kan den krysse seg med andre fucaceer (Coyer et al., 2007). Det ser derfor ut til at arten er i full vekst i de største havnene i Norge, med en spredning langs kysten sør- og vestover fra Oslo. Nylig har arten også blitt funnet i Bergen (<http://www.artsdatabanken.no/Article.aspx?m=173&amid=2578>). Artens naturlige nord-norske tilhørigheten strekker seg helt ned til Trondheim.

Også på stasjon 5 (Småvær) kan muligens den samme konkurransen forekomme, da alle andre fucaceer så ut til å unngå de høydene som *F. evanescens* vokste på. En forflytning vekk fra de vertikalhøydene som arten vokste på i 1982 kan tyde på at dette er en konkurransedyktig art som raskt kan endre tilpasningene til ulike fysiske og biologiske faktorer og konkurrere ut andre arter (Fig. 30 og 31, Vedlegg 28 og 29). Om Jaasunds beskrivelser av arten stemmer, har den allerede også endret levesett i Nord-Norge, fra å tilhøre beskyttede til moderate eksponerte lokaliteter til i dag å vokse ved alle typer eksponeringer. Alt dette er imidlertid bare antakelser. Om etableringen av *F. evanescens* på stasjon 1 (Hamna) kan være en av årsakene til forsvinningen av *F. vesiculosus* er vanskelig å si, men videre vekst både ved stasjon 1 og 5 ved stasjonen burde holdes under oppsikt for å se etter eventuelle videre endringer i artsdiversiteten og/eller forflyttinger av de andre artene i littoralsonen.

4.3.2.6. Endringer sett i forhold til kloakkutslipp

Tidligere resipientundersøkelser i Tromsøundet har påvist lokale effekter på det naturlige plante- og dyresamfunnet i fjæra ved organiske utslipp (Oug et al., 1985). Resultatene viste tydelige effekter i forekomstene av noen alge- og dyrearter i fjæresonene som var lokalisert mindre enn ca. 100 m fra de mest belastede utslippsområdene. Hovedsakelig gjaldt dette algartene *Fucus evanescens* og enkelte grønnalger (*Acrosiphonia arcta*, *Ulva* spp.), som økte i dekning i referanseområdene, mens *Ascophyllum nodosum* ble redusert. Ved lokaliteten i Hamna (st. 1) ble nettopp *F. evanescens* funnet nyetablert i 2007, mens den ikke ble observert ved lokaliteten i 1983. Også forurensing i form av endringer i kloakkutslipp kan påvirke arter som *A. nodosum*, *F. vesiculosus* og *F. serratus*., enten i form at en direkte ikke-favoriserende

effekt på vekst og utvikling av alger (autoøkologisk) eller en indirekte (synøkologisk) effekt ved endringer i de biotiske faktorer som gjør konkurransesituasjonen ugunstig (Bokn & Lein, 1978, Rueness, 1973). Økt kloakkutslipp i de indre delene av Oslofjorden har vist seg å endre konkurransebalansen mellom fucaceene og de ettårige grønnalgene (Bokn & Lein, 1978). Rueness (1973) konkluderer imidlertid med at forurensningen ikke hadde noen synlig effekt på veksten til *Ascophyllum nodosum*, men at den snarere hemmet etableringen og veksten til kimplantene. Dette stemte godt med at artens utbredelse og dekning var uendret på stasjon 1 mellom 1982/-83 og 2007 (Fig. 17 og 18, Vedlegg 22 og 23). Tromsø kommune har imidlertid senket utslippene i de siste årene ved å i større grad rense avløpsvannet som slippes ut i sjøen rundt Tromsøya (<http://www.tromso.kommune.no/index.gan?id=18382&subid=0>, <http://www.tromso.kommune.no/index.gan?id=18381&subid=0>), slik at det er lite trolig at etableringen av *F. evanescens* på Tromsøya (Hamna, st. 1) er en effekt av økende organiske utslipp. Det er heller ikke rimelig å anta at økningen i grønnalger skyldes forurensning, da det ble vist en økt dekningsgrad også ved stasjonene lengst unna Tromsøsundet (st. 5). Om det stemmer at utslippene har blitt mindre, vil derimot endringer i artssamfunnet på stasjon 1 (Hamna) og 2 (Holt) delvis kunne skyldes en stabilisering av samfunnet tilbake til et normalt økosystem.

4.3.3. Endringer i fjæresamfunnet mellom 1982/-83 og 2007 på lokalitetene i Troms

Mange studier har vist at enkelte miljøfaktorer påvirker algene mer enn andre. Endringene i luft- og sjøtemperaturene er eksempler på dette (Connell, 1972, Fortes & Lüning, 1980, Schonbeck & Norton, 1978). Både luft- og sjøtemperaturene rundt Tromsø viste en økning på over 2,0 °C fra 1982/-83 til 2007. Økningene i sjøtemperaturene kan også bekreftes av studier i Barentshavet, og da spesielt for de siste seks årene (Ingvaldsen, 2008). Forandringer i miljøet vil hovedsakelig påvirke de flerårige algeartene, som blant annet tangbeltene. *Ascophyllum nodosum*-assosiasjonene var imidlertid nesten uendret, mens beltene av *Fucus vesiculosus*, *Fucus serratus*, *Fucus spiralis* og *Pelvetia canaliculata* viste endringer både i plassering i littoralsonen (vertikalhøyde) og i dekning. På stasjon 1 (Hamna) og 5 (Småvær) hadde *F. serratus* flyttet seg omkring 10 cm nedover mens *F. vesiculosus* hadde flyttet seg 30-50 cm ned på hhv. stasjon 3 (Elvebakken) og 4 (Kvaløyvågen), samt forsvunnet på stasjon 1. Også *F. spiralis* hadde forsvunnet på stasjon 5. I tillegg hadde flere andre arter hadde også flyttet seg lengre ned i littoralsonen på en eller flere av stasjonene. Dette gjaldt spesielt rødalger som *Membranoptera alata*, *Plumaria plumosa*, *Palmaria palmata*, *Porphyra*

umbilicalis, *Chondrus crispus*, *Devaleraea ramentacea* og *Mastocarpus stellatus*. De største endringene var hos *M. alata* og *C. crispus*, som hadde flyttet seg hhv. 30 og 90 cm lenger ned i littoralsonen på stasjon 4, mens *M. stellatus* og *P. umbilicalis* hadde forsvunnet på hhv. lokalitet 3 og 5. Økte lufttemperaturer, sammen med en mulig økt konkurranse, kan være årsakene til dette. Rødalger tørker lettere ut enn de robuste tangartene, og de tåler mye mindre tørke. En forflytning lengre ned i fjæra kunne forhindre uttørking i et varmere klima og forklare hvorfor disse artene flyttet seg nedover mens tangartene flyttet seg oppover.

Unntakene fra dette bildet ble observert på stasjon 3, der *F. serratus* og *F. spiralis* hadde flyttet seg oppover i littoralsonen med hhv. omkring 15 og 50 cm. Det kan virke som om disse artene har flyttet seg vekk fra andre arter og dratt fordel av de økte luft- eller sjøtemperaturene ved å flytte seg høyere opp. Den tørketolerante *P. canaliculata* hadde økt sin dekning på stasjon 4, fra 8 til 44 % på 25 år i de øverste sammenliknbare målingene 203 cm over Sjøkart-0. Dette tyder på at arten i alle fall ikke har blitt hemmet av de økte lufttemperaturene, men at den heller har dratt nytte av dette. Tidligere studier av algers vekst ved ulike sjøtemperaturer viser at de fleste artene som trives rundt Tromsø ikke påvirkes negativt av de økte temperaturene (Fortes & Lüning, 1980, Lüning, 1990). En introduksjon av *Capsosiphon fulvescens* på stasjon 3 kan også være et resultat av de økte sjøtemperaturene, da denne arten vanligvis knyttes til sørligere lokaliteter.

Økt konkurranse fra andre arter vil også kunne påvirke artene til å flytte seg oppover i littoralsonen kan blant annet være en forklaring på at *F. vesiculosus* ikke klarte seg på lokalitet 1 (Hamna). En mulig konkurrent er den nyetablerte *Fucus evanescens*, som ser ut til å være veldig tilpasningsdyktig til endringer i miljøet. Veksten av denne arten så også ut til å tvinge blant andre *Laminaria digitata* vekk fra de samme høydene i littoralsonen på stasjon 5, slik at arten kun vokste over og under disse høydene. Nyetableringer av arter fra sørligere breddegrader vil også øke konkurransen.

Økte temperaturer og mer konkurranse ser derfor ut til å være de viktigste faktorene for de endringene vi så fra 1982 til 2007. Men bildet er ikke entydig, og det vil være nødvendig å fortsette kartleggingsarbeidet av makroalge- og lavsamfunnet i littoralsonen i Nord-Norge for en bedre forståelse av miljøendringene og deres innvirkning på disse samfunnene.

5. Referanser

- Arwidsson, T., 1936. Meeresalgen aus Vest-Agder und Rogaland. *Nytt Mag. Naturv.*, **76**, 85-149.
- Aure, J., 1983. Akvakultur i Troms: kartlegging av høvelige lokaliteter for fiskeoppdrett. I *Fisken og Havet*, Bergen. 92s.
- Aure, J., 2008. Kap. 1.1. Kystklima - Climatic Conditions in Coastal Waters. I *Kyst og havbruk 2008*, Havforskningsinstituttet. 18-22.
- Berge, J. & Vader, W., 2001. Fjæra - utfordringer og muligheter. *Ottar 4*, 2007. 10-17.
- Bird, C.J. & McLachlan, J.L., 1992. *Seaweed flora of the maritimes. 1. Rhodophyta - the red algae*. Biopress Ltd. Bristol. 177s.
- Bokn, T. & Lein, T.E., 1978. Long-term changes in fucoid association of the inner Oslofjord, Norway. *Norw. J. Bot.*, **25**, 9-14.
- Bolton, J.J. & Lüning, K., 1982. Optimal Growth and Maximal Survival Temperatures of Atlantic *Laminaria* species (Phaeophyta) in culture. *Marine biology*, **66**, 89-94.
- Breeman, A.M., Meulenhoff, E.J.S. & Guiry, M.D., 1988. Life history regulation and phenology of the red alga *Bonnemaisonia hamifera*. *Helgoland marine research*, **42**, 535-551.
- Brodie, J.A. & Irvine, L.M., 2003. Bangiophycidae. I *Seaweeds of the British Isles: A collaborative project of the British Phycological Society and the British Museum*, vol. 3B London. 167s.
- Burrows, E.M., 1991. Chlorophyta. I *Seaweeds of the British Isles: A collaborative project of the British Phycological Society and the British Museum*, vol. 2. London. 238s.
- Baardseth, E., 1970. A square-scanning, two-stage sampling method of estimating seaweed quantities. Norw. Inst. of Seaweed Research. Report No. 33. Trondheim. 41s.
- Campbell, A.C., 1977. *Planter og dyr i grunne farvann*. Gyldendal Norsk Forlag, Oslo. 320s.
- Connell, J.H., 1972. Community Interactions on Marine Rocky Intertidal Shores. *Annual review of ecology and systematics*, **3**, 169-192.
- Coyer, J.J.A., Hoarau, G.G., Stam, W.W.T. & Olsen, J.J.L., 2007. Hybridization and introgression in a mixed population of the intertidal seaweeds *Fucus evanescens* and *F. serratus*. *Journal of evolutionary biology*, **20**(6), 232-233.
- Dahl, O.G., 1968. En biogeografisk og økologisk undersøkelse av *Pelvetia canaliculata* DCNE. Et thur. Hovedfagsarbeid i marin botanikk. Avdeling Mat.-Nat. fakultet, Universitetet i Oslo. 144s.
- Dixon, P.S. & Irvine, L.M., 1977. Introduction, Nemaliales, Gigartinales. I *Seaweeds of the British Isles: A collaborative project of the British Phycological Society and the British Museum*, vol. 1. London. 252s.

- Eilertsen, H.C. & Skarðhamar, J., 2006. Temperatures of north Norwegian fjords and coastal waters: Variability, significance of local processes and air-sea heat exchange. *Estuarine, coastal and shelf science*, **67**(3), 530-538.
- Fletcher, R.L., 1987. Fucophyceae (Phaeophyceae). I *Seaweeds of the British Isles: A collaborative project of the British Phycological Society and the British Museum*, vol. 3. London.
- Fortes, M.D. & Lüning, K., 1980. Growth rates of North Sea macroalgae in relation to temperature, irradiance and photoperiod. *Helgoland marine research*, **34**, 15-29.
- Foslie, M., 1890. Contribution to knowledge of the marine algæ of Norway, I. East-Finnmarken. *Tromsø Mus. Aarsh.*, **XIII**, 1-186.
- Gran, H.H., 1893. Algevegetationen i Tönsbergfjorden. *Christ. Vidensk. Selsk. Forhandl.*, **7**, 1-38.
- Gran, H.H., 1897. Kristianiafjordens algeflora. I. Rhodophyceæ og Phæophyceæ. *Skr. Vidensk. Selsk. Christiania I. Mat.-Nat. Kl.*, **I**(2), 1-56.
- Grenager, B., 1955. Kvantitative undersøkelser av tareforekomster i Sør-Helgeland 1952 og 1953. Norsk institutt for tang- og tareforskning. Rapport Nr. 7. 70s.
- Hansen, J.R., 1985. Rødalgen *Devaleraea ramentacea* (L.) i Nord-Norge: Et autoøkologisk studium. Cand. scient. Institutt for biologi og geologi, Universitetet i Tromsø. 116s.
- Hansen, J.R. & Lein, T.E., 1986. Litt om algevegetasjonen rundt Tromsø. *Polarflokken*, **10**(2), 94-102.
- Holte, B., Bahr, G., Gulliksen, B., Jacobsen, T., Knutzen, J., Næs, K. & Oug, E., 1992. Resipientundersøkelser i Tromsøysundet og Sandnessundet, Tromsø kommune, 1991-92. Organismesamfunn i bløtbunn, hardbunn, i fjæra, miljøgifter i bunnsedimenter og organismer, og bakteriologiske undersøkelser. Rapport nr. 91247. Akvaplan-niva, Tromsø. 86s.
- Ingvaldsen, R., 2008. Havets ressurser og miljø 2008. 1.2 Abiotiske faktorer, 1.2.1 Fysikk (sirkulasjon, vannmasser og klima) - Oceanography. I *Fisken og Havet: Særnummer 1-2008*. Havforskningsinstituttet. 27-31.
- Irvine, L.M., 1983. Cryptonemiales (sensu stricto), Palmariales, Rhodymeniales. I *Seaweeds of the British Isles: A collaborative project of the British Phycological Society and the British Museum*, vol. 2A. London. 115s
- Irvine, L.M. & Chamberlain, Y.M., 1994. Corallinales, Hildenbrandiales. I *Seaweeds of the British Isles: A collaborative project of the British Phycological Society and the British Museum*, vol. 2B. London. 276s.
- Jorde, I. & Klavestad, N., 1963. The natural history of the Hardangerfjord. 4. The benthonic algal vegetation. *Sarsia*, **9**, 1-99.
- Juel, K.H., 1966. Om den marine algefloraen på ytre Nordmøre. Hovedfagsoppgave i biologi (Cand. scient.), Universitetet i Oslo.

- Juliussen, R., 1979. Den marine benthosalgevegetasjonen i ytre del av Ofotfjorden. Hovedoppgave i marin botanikk. Institutt for biologi og geologi, Universitetet i Tromsø. 108s.
- Jaasund, E., 1951. Marine Algae from Northern Norway I. *Bot. Notiser 1951*, (2), 128-141.
- Jaasund, E., 1957. Marine Algae from Northern Norway II. *Bot. Notiser 1957*, **110**(2), 205-231.
- Jaasund, E., 1964. Marine Algae from Northern Norway III. *Botanica Marina*, **VI**(1/2), 129-133.
- Jaasund, E., 1965. Aspects of the Marine Algal Vegetation of North Norway. *Botanica Gothoburgensia*, **IV**, 1-174.
- Kjellman, F.R., 1883. The Algæ of the Arctic Sea: A survey of the species, together with an exposition of the general characters and the development of the flora. *K. Svenska Vet. Akad. Handl.*, **20**, 1-350.
- Klavestad, N., 1967. Undersøkelser over benthos-algevegetasjonen i indre Oslofjord i 1962-1965. *Oslofjorden og dens forurensningsproblemer. 1. Undersøkelsen 1962-1965*, **9**, NIVA, Oslo. 1-119.
- Kleen, E.A.G., 1874. Om Nordlandens högre hafsølger. *Öfvers. K. Svenska Vet. Akad. Förh.*, **31**(9), 1-45.
- Küfner, R., 1988. Felteksperimenter med to dominerende fjæreorganismer, Grisatang (*Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol.) og Albusnegl (*Patella vulgata* L.), i Troms. Cand. scient. Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. 118s.
- Legendre, P. & Legendre, L., 1998. *Numerical ecology*. 2nd English ed. Elsevier, Amsterdam. 853s.
- Lein, T.E., Küfner, R. & Hansen, J.R., 1987. Konsekvensutredninger Barentshav Syd. Artssammensetning i fjæra i Finnmark. Rapport Del 1: Hardbunn Økoforsk program for anvendt økologisk forskning, NAVF. 86s. + vedlegg.
- Lein, T.E., Küfner, R. & Hansen, J.R., 1988. Alger og dyr i hardbunnsfjæra i Finnmark. Konsekvenser av oljeforurensing. Økoforsk rapport 1988:15. 56s.
- Levring, T., 1937. Zur Kenntnis der Algenflora der Norwegischen Westküste. *Lunds Univ. Årsskr. N. F. Avd. 2*, **33**(8), 1-148.
- Lewis, J.R., 1964. *The ecology of rocky shores*. English Universities Press, London. 323s.
- Lindquist, M., 1985. En økologisk studie av rödalgen *Palmaria palmata* (L.) Stackhouse i ett område runt Tromsø (Nord-Norge). Hovedfagsoppgave i marinbiologi. Institutt for biologi og geologi, Universitetet i Tromsø. 108s.
- Lubchenco, J., 1980. Algal Zonation in the New England Rocky Intertidal Community: An Experimental Analysis. *Ecology*, **61**(2), 333-344.

- Lund, S., 1959. *The Marine Algae of East Greenland. I. Taxonomical Part*. C.A. Reitzels Forlag, København. 247s.
- Lüning, K., 1990. *Seaweeds: their environment, biogeography, and ecophysiology*. John Wiley, New York. 527s.
- Lüning, K.D., Guiry, M.D. & Masuda, M., 1986. Upper temperature tolerance of North Atlantic and North Pacific geographical isolates of *Chondrus species* (Rhodophyta). *Helgoland marine research*, **41**(3), 297-306.
- Maggs, C.A., 1993. Ceramiales. I *Seaweeds of the British Isles: A collaborative project of the British Phycological Society and the British Museum*, vol. 3A. London. 444s.
- Nerland, T., 1973. Den marine benthosalgevegetasjonen i et område på Sunnmøre. Hovedfagsoppgave i botanikk, Universitetet i Oslo. 197s.
- Norum, E., 1913. Brunalger fra Haugesund og omegn. *Nytt Mag. Naturv.*, **51**, 131-160.
- Oug, E., Lein, T.E., Holte, B., Ormerod, K. & Næs, K., 1985. Basisundersøkelse i Tromsøsund og Nordbotn 1983. Bløtbunnsundersøkelser, fjæreundersøkelser og bakteriologi. Fagrapport. Overvåkingsrapport nr. 173b/84. NIVA & Universitetet i Tromsø. 160s.
- Pedersen, A. & Vasshaug, J., 1978. *Floraen i farger 2. Alger, lav, moser, bregne-, snelle og kråkefotplanter*. H. Aschehoug & Co (W. Nygaard), Oslo. 313s.
- Printz, H., 1926. Die Algenvegetation des Trondhjemsfjordes. *Skr. norske Vidensk. Akad. I. Mat.-Nat. Kl.*, **1926**(5), 1-274.
- Rueness, J., 1973. Pollution effects on littoral algal communities in the inner Oslofjord, with special references to *Aschophyllum nodosum*. *Helgoländer wiss. Meeresunters.*, **24**, 446-454.
- Rueness, J., 1977. *Norsk Algeflora*. Universitetsforlaget, Oslo. 266s.
- Rueness, J., 2005. *Alger i Farger - En felthåndbok om kystens makroalger* 2nd ed. Almater Forlag, Oslo. 139s.
- Rueness, J., 2006a. Bestemmelsesnøkler til Brunalger. Kompendium. Det Matematiske-Naturvitenskapelige Fakultet, Universitetet i Oslo. 26s.
- Rueness, J., 2006b. Bestemmelsesnøkler til Grønnalger. Kompendium. Det Matematiske-Naturvitenskapelige Fakultet, Universitetet i Oslo. 16s.
- Rueness, J., 2006c. Bestemmelsesnøkler til Rødalger. Kompendium. Det Matematiske-Naturvitenskapelige Fakultet, Universitetet i Oslo. 40s.
- Røinaas, H., 1968. En undersøkelse av algevegetasjonen på Lista. Hovedoppgave i biologi, Universitetet i Oslo.
- Sakshaug, E. & Sjøtun, K., 2002. Nedbeiting av tareskog i Norge. Rapport fra arbeidsgruppe nedsatt av Fiskeridepartementet og Miljøverndepartementet. Fiskeridepartementet, Oslo. 24s.

- Schonbeck, M.W. & Norton, T.A., 1978. Factors controlling the upper limits of fucoids algae on the shore. *Journal of experimental marine biology and ecology*, **31**, 303-313.
- Schonbeck, M.W. & Norton, T.A., 1980. Factors controlling the lower limits of fucoid algae on the shore. *Journal of experimental marine biology and ecology*, **43**, 131-150.
- Sears, J.R., 2002. *NEAS keys to the benthic marine algae of the Northeastern Coast of North America from Long Island Sound to the Strait of Belle Isle*. Northeast Algal Society, Dartmouth, MA. 161s.
- Simmons, H.G., 1898. Algologiska notiser. II. Einige Algefunden bei Drøbak. *Bot. Notiser*, **1898**, 117-123.
- Steen, H. & Scrosati, R., 2004. Intraspecific competition in *Fucus serratus* and *F. evanescens* (Phaeophyceae: Fucales) germlings: effects of settlement density, nutrient concentration, and temperature. *Marine biology*, **144**, 61-70.
- Stæhr, P.A., Pedersen, M.F., Thomsen, M.S., Wernberg, T. & Krause-Jensen, D., 2000. Invasion of *Sargassum muticum* in Limfjorden (Denmark) and its possible impact on the indigenous macroalgal community. *Marine ecology progress series*, **207**, 79-88.
- Sundene, O., 1953. The algal vegetation of Oslofjord. *Skr. norske Vidensk. Akad. I. Mat.-Nat. Kl.*, **1953**(2), 1-245.
- Svendsen, P., 1959. The algal vegetation of Spitsbergen: A survey of the marine algal flora of the outer part of Isfjorden. *Skrifter*, **116**, Norsk Polarinstittutt. 1-47.
- Tangen, A., 1976. *Polysiphonia lanosa* (L.) Tandy. Økologi og utbredelse i Sør-Norge. Hovedfagsoppgave i marin botanikk, Universitetet i Oslo. s.27-33 og 96-102.
- Taylor, W.R., 1957. *Marine algae of the Northeastern coast of North America*. University of Michigan Press, Ann Arbor, Mich. 509s.
- Velvin, R., Larsen, L.-H., Carroll, M., Trannum, H.C., Olsson, K., Kroglund, T. & Moy, F., 2003. Resipientundersøkelser i Tromsøysundet, Sandnessundet, Nordbotn og Sørbotn, Tromsø kommune 2001-2002. Rapport nr. APN-412.2290. Akvaplan-niva. 96s. + vedlegg.
- Wiktor, J.M., Okolodkov, J.B. & Vinogradova, K.L., 1995. *Atlas of the marine flora of southern Spitsbergen*. Polish Academy of Sciences, Institute of Ecology, Institute of Oceanology, Gdansk. 516s.
- Yee, T.W., 2006. Constrained additive ordination. *Ecology*, **87**(1), 203-213.
- Zaneveld, J.S., 1937. The Littoral Zonation of Some Fucaceae in Relation to Desiccation. *The Journal of Ecology*, **25**(2), 431-468.
- Åsen, P.A., 1980. *Illustrert Algeflora*. J.W. Cappelens Forlag a.s, Oslo. 64s.

6. Vedlegg

Vedlegg 1. Eksempler på noen arter som karakteriseres for særskilte miljø (for Nord-Norske forhold). Forkortelsene står for: B=beskyttet lokalitet, M=moderat eksponert lokalitet, E=sterkt eksponert lokalitet, S=sørlig art med nordgrense på norskekysten, N=nordlig art med sørgrense på norskekysten, Sk=arter som trives på skyggefulle lokaliteter, Si=sirkumpolar utbredelse, F=fremmed (innført) art, T=tørketolerant, K=vanlig langs kysten, Fj=vanlig inne i fjorder og nærliggende områder. Understrekning betyr at arten vanligst forekommer her.

Arter	Tilpasning	Referanser
<i>Ahnfeltia plicata</i>	<u>B</u> , (M-E)	Rueness, 2005
<i>Alaria esculenta</i>	<u>E</u> (i Sør-Norge, (B-M)	Jaasund, 1965, Rueness, 2005
<i>Antithamnionella floccosa</i>	K, Sk, N	Jaasund, 1965, Rueness, 2006b
<i>Ascophyllum nodosum</i> (-beltet)	B, M	Rueness, 1977
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> (sporofyttstadiet)	S	Rueness, 1977, Rueness, 2006b
<i>Capsosiphon fulvescens</i> S		Rueness, 2006c
<i>Chaetomorpha linum</i>	M, S	Rueness, 1977, Rueness, 2006c
<i>Chondrus crispus</i>	B, M	Jaasund, 1965
<i>Chorda filum</i>	B, Fj	Jaasund, 1965, Rueness, 2005, Rueness, 1977
<i>Cladophora albida</i>	S	Rueness, 2006c
<i>Cladostephus spongiosus</i>	S	Rueness, 2006a
<i>Clathromorphum</i> <i>circumscriptum</i>	N	Rueness, 2006b
<i>Codium fragile</i>	S	Rueness, 2006c
<i>Corallina officinalis</i>	E	Jaasund, 1965
<i>Devaleraea ramentacea</i>	B, M, N, Si	Hansen, 1985, Rueness, 2006b
<i>Fucus distichus</i>	E, N	Rueness, 1977, Rueness, 2005
<i>Fucus evanescens</i>	Si F (i sør-Norge) M-E B-M	Rueness, 2005 www.artsdatabanken.no Kjellman, 1883 Jaasund, 1965
<i>Fucus spiralis</i> (kortvokst form)	B, M, Sk E	Rueness, 1977, Rueness, 2005 Rueness, 1977, Rueness, 2005
<i>Fucus vesiculosus</i> (blæreløs form)	B, M E	Rueness, 2005 Rueness, 2005
<i>Himantalia elongata</i>	E, S	Rueness, 1977, Rueness, 2005, Rueness 2006a
<i>Leathesia difformis</i>	M, E	Jaasund, 1965
<i>Lomentaria articulata</i>	S	Rueness, 2006b
<i>Lomentaria clavellosa</i>	S	Rueness, 2006b
<i>Membranoptera alata</i>	Sk	Rueness, 2005
<i>Mesogloia vermiculata</i>	S	Rueness, 2006a
<i>Pelvetia canaliculata</i>	B, T	Rueness, 1977, Rueness, 2005
<i>Plumaria plumosa</i>	Sk	Rueness, 2005
<i>Polysiphonia fibrillose</i>	S	Rueness, 2006b
<i>Polysiphonia fucooides</i>	<u>B</u> , M	Rueness, 2005
<i>Porphyra purpurea</i>	<u>B</u> , M	Jaasund, 1965, Rueness, 2005
<i>Porphyra umbilicalis</i>	M, <u>E</u>	Jaasund, 1965, Rueness, 2005
<i>Punctaria latifolia</i>	S	Rueness, 2006a
<i>Rhizoclonium riparium</i>	B	Jaasund, 1965, Rueness, 1977
<i>Rhodochorton purpureum</i>	Sk, K	Jaasund, 1965, Rueness, 2006b Lein & Oug (upubl. data)
<i>Saccharina latissima</i>	<u>B</u> , M, E	Rueness, 2005

Vedlegg 2. Den fullstendige artslisten på 149 artsgrupper som ble brukt som et utgangspunkt for alle databehandlingene. Artene er presentert enkeltvis eller i artsgrupper med artsnummer, inndeling etter taxa, forkortelsene som er brukt i databehandlingene og fullt taksonomisk navn (samt norske navn der det finnes). Listen er laget på grunnlag av Lein og Oug sine littoralsamfunnsundersøkelser i Troms i 1982 (upubl. data), men er supplert med arter registrert ved NIVA- og Akvaplan-niva-undersøkelser i 1983, 1991 og 2001 (Holte et al., 1992, Oug et al., 1985, Velvin et al., 2003, merket *), samt undersøkelsene i 2007 (merket #). Det er notert ned hvilke arter som er funnet (merket #) ved undersøkelsene i 1982, 1983, 1991, 2001 og 2007. For undersøkelsene vil de artsgruppene som det er lett etter men som ikke ble observert, være markert med en strek (-), mens artene som er blitt supplerte til de opprinnelige artslistene vil være markert med en åpen (tom) plass. Listen er noe redigert med endringer av en artsgruppe (Vedlegg 5), samt at noen er ekskludert fra de videre analysene (Vedlegg 3). Taksonomien er oppdatert 22-23. nov 2007 (www.algaebase.org/) og arter som har i dag anses som synonyme med andre opplistede arter er slått sammen med disse (Vedlegg 4).

Nr.	1982	1983	1991	2001	2007	Taxa	Forkortelse	Artsnavn / -gruppe	Norske navn
1	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	PRAS_STIPI	<i>Prasiola stipitata</i> Suhr ex Jessen	Måsegrønnske
2	#	-	-	-	#	Chlorophyceae	ULOT_UROS	<i>Ulothrix</i> sp. Kützing 1833: 517/ <i>Urospora</i> sp. Areschoug 1866: 15.	Grønnhår/Grønnsli
3	#	-	-	-	-	Rhodophyceae	PORP_UMBI	<i>Porphyra umbilicalis</i> (Linnaeus) Kützing	Vanlig fjærehinne
4	#	-	-	-	-	Rhodophyceae	BANG_FUSC	<i>Bangia fuscopurpurea</i> Dillwyn	(Purpurtråd)
5	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	BLID_MINI	<i>Blidingia minima</i> (Nägeli ex Kützing) Kylin	Gyldengrønnske
7	#	-	#	#	#	Lav	VERR_MAU	<i>Verrucaria maura</i>	Marebek
8	#	-	-	-	#	Chlorophyceae	ULOT_FLAC	<i>Ulothrix flacca</i> (Dillwyn) Thuret	-
9	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	ULOT_SUBF	<i>Ulothrix subflaccida</i> Wille	-
10	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	UROS_PENI	<i>Urospora penicilliformis</i> (Roth) J.E. Areschoug	-
11	#	-	-	-	#	Chlorophyceae	RHIZ_RIPA	<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey	Krypstråd
13	#	-	-	-	-	Lav	XANT_PARI	<i>Xanthoria parietina</i>	Messinglav
15	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	PERC_PERC	<i>Percursaria percursa</i> (C. Agardh) Rosenvinge	Tvetråd
17	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	DERB_MARI	<i>Derbesia marina</i> (Lyngbye) Solier	Grønnhyfe
18*	-	-	-	#	-	Chlorophyceae	CLAD_ALBI	<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kützing	Bleikgrønndusk
19*	-	-	-	#	#	Chlorophyceae	GRØN_FJEL	Uidentifiserte grønnalger voksende på fjell	-
20	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	CODI_FRAG	<i>Codium fragile</i> (Suringar) Hariot	Pollpryd
21	#	-	-	#	#	Phaeophyceae	PELV_CANA	<i>Pelvetia canaliculata</i> (Linnaeus) Decaisne & Thuret	Sauetang
22	#	#	#	#	#	Phaeophyceae	FUCU_SPIR	<i>Fucus spiralis</i> Linnaeus	Spiraltang
23	#	#	#	#	#	Phaeophyceae	FUCU_VESI	<i>Fucus vesiculosus</i> Linnaeus	Blæretang
24	#	-	-	-	#	Phaeophyceae	FUCU_EVAN	<i>Fucus evanescens</i> C. Agardh (tidl. reg. som <i>F. distichus</i> subsp. <i>edentatus</i>)	Gjelvtang
25	#	#	#	#	#	Phaeophyceae	ASCO_NODO	<i>Ascophyllum nodosum</i> (Linnaeus) Le Jolis	Grisetang
26	#	#	#	#	#	Phaeophyceae	FUCU_SERR	<i>Fucus serratus</i> Linnaeus	Sagtang
27	#	#	#	#	#	Phaeophyceae	ELAC_FUCI	<i>Elachista fucicola</i> (Velle) J.E. Areschoug	Tanglo
28	-	#	#	-	#	Rhodophyceae	POLY_LANO	<i>Polysiphonia lanosa</i> (Linnaeus) Tandy	Grisetangdokke
29	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	HIMA_ELON	<i>Himantalia elongata</i> (Linnaeus) S.F. Gray	Remtang/Knapptang
30	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	FUCU_DIST	<i>Fucus distichus</i> Linnaeus	Båtang
32	#	-	-	-	#	Phaeophyceae	ALAR_ESCU	<i>Alaria esculenta</i> (Linnaeus) Greville	Butare

33	#	#	-	-	#	Phaeophyceae	LAMI_DIGI	<i>Laminaria digitata</i> (Hudson) J.V. Lamouroux	Fingertare
34	-	#	-	-	#	Phaeophyceae	SACC_LATI	<i>Saccharina latissima</i> (Linnaeus) C.E. Lane, C. Mayes, Druehl & G.W. Saunders (tidl. reg. som <i>Laminaria saccharina</i>)	Sukkertare
35	-	-	-	-	#	Phaeophyceae	FUCUS_SP	<i>Fucus</i> sp. Linnaeus 1753: 1158	-
36	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	LAMINA_SP	<i>Laminaria</i> sp. J.V. Lamouroux 1813: 40/ <i>Saccharina</i> sp. Stackhouse 1809: 53, 65.	-
37*	-	-	-	#	#	Phaeophyceae	FUCU_JUV	<i>Fucus</i> spp. juvenile Linnaeus 1753: 1158	-
38*	-	#	#	#	#	Chlorophyceae	ULVA_SP	<i>Ulva</i> sp. Linnaeus 1753: 1163.	-
39*	-	-	-	#	-	Rhodophyceae	POLY_FIBR	<i>Polysiphonia fibrillosa</i> (Dillwyn) Sprengel	Tangdokke
40*	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	HINC_GRAN	<i>Hincksia granulosa</i> (Smith) P.C. Silva (tidl. reg. som <i>Giffordia</i> cf. <i>granulosa</i>)	-
41	#	#	#	#	#	Rhodophyceae	PALM_PALM	<i>Palmaria palmata</i> (Linnaeus) Kuntze	Søl
42	#	#	#	#	#	Rhodophyceae	DEVA_RAME	<i>Devaleraea ramentacea</i> (Linnaeus) Guiry (tidl. reg. som <i>Halosaccion ramentaceum</i>)	Draugskjegg
43	#	#	#	#	#	Chlorophyceae	CLAD_RUPE	<i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kützing	Vanlig grønndusk
44	#	#	-	-	#	Chlorophyceae	ACRO_ARCT	<i>Acrosiphonia arcta</i> (Dillwyn) Gain (tidl. reg. som <i>Spongomorpha arcta</i>)	Stor grønndott
45	#	#	#	#	#	Rhodophyceae	CHON_CRIS	<i>Chondrus crispus</i> Stackhouse	Krusflik
46	#	-	-	-	#	Rhodophyceae	MAST_STEL	<i>Mastocarpus stellatus</i> (Stackhouse) Guiry (tidl. reg. som <i>Gigartinella stellata</i>)	Vorteflik
47	#	-	-	-	#	Rhodophyceae	CORA_OFFI	<i>Corallina officinalis</i> Linnaeus	Krasing
48	#	#	#	#	-	Phaeophyceae	SPHA_SAMF	<i>Sphacelaria</i> samfunn (se Vedlegg 5)/ <i>Sphacelaria</i> spp. Lyngbye in Hornemann 1819: xxxi, 103.	-
49	#	#	-	-	#	Rhodophyceae	RHOD_PURP	<i>Rhodochorton purpureum</i> (Lightfoot) Rosenvinge (tidl. reg. som <i>Audouinella purpurea</i> (Lightfoot) Woelkerling)	-
50	#	-	-	-	#	Phaeophyceae	SCYT_LOME	<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link	Fjæreslo
51	#	-	-	-	#	Phaeophyceae	PETA_FASC	<i>Petalonia fascia</i> (O.F. Müller) Kuntze	Vanlig brunbånd
52	#	-	-	-	-	Phaeophyceae	PETA_ZOST	<i>Petalonia zosteriifolia</i> (Reinke) Kuntze	Smalt brunbånd
53	#	#	-	-	#	Rhodophyceae	CYST_PURP	<i>Cystoclonium purpureum</i> (Hudson) Batters	Fiskeløk
54	#	#	-	-	#	Rhodophyceae	DUMO_CONT	<i>Dumontia contorta</i> (S.G. Gmelin) Ruprecht	Bendelsleipe
55	#	-	-	-	#	Rhodophyceae	PLUM_PLUM	<i>Plumaria plumosa</i> (Hudson) Kuntze	Fagerfjær
56	#	#	-	-	#	Rhodophyceae	MEMB_ALAT	<i>Membranoptera alata</i> (Hudson) Stackhouse	Smalving
57	#	#	-	-	#	Rhodophyceae	POLY_STRI	<i>Polysiphonia stricta</i> (Dillwyn) Greville (tidl. reg. som <i>P. urceolata</i> (Lightfoot ex Dillwyn) Greville)	Røddokke
58	-	-	-	-	#	Rhodophyceae	CERAM_SPP	<i>Ceramium</i> spp. Roth 1797: 146.	Rekeklo
59	#	-	-	#	#	Rhodophyceae	RHOD_CONF	<i>Rhodomela confervoides</i> (Hudson) P.C. Silva	Teinebusk
60	#	#	-	#	-	Rhodophyceae	FURC_LUMB	<i>Furcellaria lumbricalis</i> (Hudson) J.V. Lamouroux	Svartkluft
61	-	-	-	#	#	Phaeophyceae	CHOR_FLAG	<i>Chordaria flagelliformis</i> (O.F. Müller) C. Agardh	Strandtagl

62	#	#	-	-	#	Phaeophyceae	SPHA_PLUM	<i>Sphacelaria plumosa</i> Lyngbye	Fjærtufs (Brunfjær)
63	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	AGLA_SEPO	<i>Aglaothamnion sepositum</i> (Gunnerus) Maggs & Hommersand (tidl. reg. som <i>Callithamnion arbuscula</i> (Dillwyn) Lyngbye)	Busket havpyrd
64	-	#	#	#	#	Rhodophyceae	CERA_RUBR	<i>Ceramium</i> "rubrum"-gruppen (kompleks av arter)	-
65	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	CERA_RESC	<i>Ceramium rescissum</i> Kylin	-
66	-	-	-	-	#	Rhodophyceae	POLY_FUCO	<i>Polysiphonia fucoides</i> (Hudson) Greville (tidl. reg. som <i>P. nigrescens</i> (Hudson) Greville ex Harvey)	Svartdokke
67	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	ODON_DENT	<i>Odonthalia dentata</i> (Linnaeus) Lyngbye	Tannskåring
68	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	AHNF_PLIC	<i>Ahnfeltia plicata</i> (Hudson) Fries	Sjøris
69	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	PHYC_RUBE	<i>Phycodrys rubens</i> (Linnaeus) Batters	Eikeving
70	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	ERYT_TRAI	<i>Erythrodermis traillii</i> (Holmes ex Batters) Guiry & Garbary (tidl. reg. som <i>Phyllophora traillii</i> Holmes ex Batters)	Småblekke
71	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	PTIL_GUNN	<i>Ptilota gunneri</i> P.C. Silva, Maggs & L.M. Irvine (tidl. reg. som <i>P. plumosa</i> C. Agardh)	Draugfjær
72	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	HALO_TOME	<i>Halosiphon tomentosus</i> (Lyngbye) Jaasund (tidl. reg. som <i>Chorda tomentosa</i> Lyngbye)	Lodnetaum
73	-	-	-	-	#	Phaeophyceae	CHOR_FILU	<i>Chorda filum</i> (Linnaeus) Stackhouse	Martaum
74	#	#	-	#	#	Phaeophyceae	SPHACE_SP	<i>Sphacelaria</i> sp. Lyngbye in Hornemann 1819: xxxi, 103.	-
75	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	PHYLLO_SP	<i>Phyllophora</i> sp. Greville 1830: 135.	Blekk
76	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	CHAE_MELA	<i>Chaetomorpha melagonium</i> (F. Weber & D. Mohr) Kützing	Laksesnøre
77	-	-	-	-	#	Chlorophyceae	ACRO_SOND	<i>Acrosiphonia sonderi</i> (Kützing) Kornmann	-
78	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	SPONGO_SP	<i>Spongomorpha</i> sp. Kützing 1843: 273	-
79	-	-	-	-	#	Rhodophyceae	POLYSI_SP	<i>Polysiphonia</i> sp. Greville 1823: pl. 90.	Dokke
82	#	#	-	-	-	Chlorophyceae	MONOST_SP	<i>Monostroma</i> sp. Thuret 1854: 29.	-
83	#	-	#	#	#	Chlorophyceae	CLADOP_SP	<i>Cladophora</i> sp. Kützing 1843: 262.	Grønndusk
84	#	#	-	-	#	Phaeophyceae	PYLA_ECTO	<i>Pylaiella</i> sp. Bory de Saint-Vincent 1823: 393/ <i>Ectocarpus</i> sp. Lyngbye 1819: 130.	-
85	#	-	#	#	#	Phaeophyceae	SPON_TOME	<i>Spongonema tomentosum</i> (Hudson) Kützing	Tvinnesli
86	#	#	-	-	-	Rhodophyceae	COLA_MEMB	<i>Colaconema membranaceum</i> (Magnus) Woelkerling (tidl. reg. som <i>Audouinella membranacea</i> (Magnus) Papenfuss)	-
87	-	#	-	-	-	Rhodophyceae	PORP_PURP	<i>Porphyra purpurea</i> (Roth) C. Agardh	Purpurfjærehinne
88	-	-	-	-	#	Rhodophyceae	PORPHY_SP	<i>Porphyra</i> sp. C. Agardh 1824: xxxii, 190.	Fjærehinne
89	#	-	-	-	-	Chlorophyceae	ULVA_INTE	<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus (tidl. reg. som <i>Enteromorpha intestinalis</i> (Linnaeus) Nees)	Vanlig tarmgrønske
90	#	#	#	#	#	Phaeophyceae	DICT_FOEN	<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i> (Hudson) Greville	Finsveig
91	-	-	-	-	#	Phaeophyceae	DICT_CHOR	<i>Dictyosiphon chordaria</i> Areschoug	-
92	#	-	-	#	#	Phaeophyceae	PYLA_LITT	<i>Pylaiella littoralis</i> (Linnaeus) Kjellman	Perlesli
93	-	-	-	-	#	Phaeophyceae	ECTO_SILI	<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye	Brunsl

94	-	-	-	-	#	Phaeophyceae	ECTO_FASC	<i>Ectocarpus fasciculatus</i> Harvey	Knippesli
95	-	-	-	-	#	Chlorophyceae	ULVA_LACT	<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus	Havsalat
96	-	-	-	-	#	Rhodophyceae	ANTI_FLOC	<i>Antithamnionella floccosa</i> (O.F. Müller) Whittick (tidl. reg. som <i>Antithamnion floccosum</i> (O.F. Müller) Kleen)	-
97	-	-	-	-	#	Phaeophyceae	LEAT_DIFF	<i>Leathesia difformis</i> (Linnaeus) J.E. Areschoug	Knuldre
98	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	MESO_VERM	<i>Mesogloia vermiculata</i> (Smith) S.F. Gray	Bruntrevl
99	-	-	-	-	#	Phaeophyceae	EUDE_VIRE	<i>Eudesme virescens</i> (Carmichael ex Berkeley) J. Agardh	Slimtrevl
100	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	ACRO_SECU	<i>Acrochaetium secundatum</i> (Lyngbye) Nägeli (tidl. reg. som <i>Audouinella secundata</i> (Lyngbye) Woelkerling)	-
101	-	-	-	#	#	Rhodophyceae	AUDOUI_SP	<i>Audouinella</i> sp. Bory de Saint-Vincent 1823: 340	-
102	-	-	-	#	#	Chlorophyceae	CLAD_SERI	<i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kützing	Silkegrønndusk
103	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	ULVA_PROC	<i>Ulva procera</i> (K. Ahlner) Hayden, Blomster, Maggs, P.C. Silva, M.J. Stanhope & J.R. Waaland (tidl. reg. som <i>Enteromorpha ahlneriana</i> Bliding)	-
104	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	PROT_UNDU	<i>Protomonostroma undulatum</i> (Wittrock) K.L. Vinogradova (tidl. reg. som <i>Monostroma undulatum</i> Wittrock)	Bølget grønnhinne
105	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	STIC_TORT	<i>Stictyosiphon tortilis</i> (Ruprecht) Reinke	-
106	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	ULVA_CLAT	<i>Ulva clathrata</i> (Roth) C. Agardh (tidl. reg. som <i>Enteromorpha clathrata</i> (Roth) Greville)	Buskgrønske
107	-	-	-	-	#	Phaeophyceae	ISTH_SPHA	<i>Isthmoplea sphaerophora</i> (Carmichael) Kjellman	-
108	-	#	-	-	#	Chlorophyceae	SPON_AERU	<i>Spongomorpha aeruginosa</i> (Linnaeus) Hoek	Liten grønndott
109	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	DICT_EKMA	<i>Dictyosiphon ekmanii</i> Areschoug	-
110	-	#	-	#	-	Chlorophyceae	MONO_OBSC	<i>Monostroma obscurum</i> (Kützing) J. Agardh (tidl. reg. som <i>Ulvaria obscura</i> (Kützing) P. Gayral ex C. Bliding)	Brunlig havsalat
112	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	ULVA_PROL	<i>Ulva prolifera</i> O.F. Müller (tidl. reg. som <i>Enteromorpha prolifera</i> (O.F. Müller) J. Agardh)	-
113	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	CHAE_LINU	<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F. Müller) Kützing	Krøllhårsalge
114	-	-	-	-	#	Chlorophyceae	RHIZ_TORT	<i>Rhizoclonium tortuosum</i> (Dillwyn) Kützing (tidl. reg. som <i>Chaetomorpha capillaris</i> (Kützing) Børgesen)	Viklesnøre
115	-	-	-	-	#	Rhodophyceae	POLY_ROTU	<i>Polyides rotundas</i> (Hudson) Gaillon	Rødkluft
116	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	CLAD_SPON	<i>Cladostephus spongiosus</i> (Hudson) C. Agardh	Piperenseralue
117	-	-	-	-	#	Rhodophyceae	BONN_HAMI	<i>Bonnemaisonia hamifera</i> Hariot	Krokbærer
118	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	LOME_ARTI	<i>Lomentaria articulata</i> (Hudson) Lyngbye	Leddets rosenrør
119	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	LOME_CLAV	<i>Lomentaria clavellosa</i> (Turner) Gaillon	Vanlig rosenrør
120	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	PUNC_LATI	<i>Punctaria latifolia</i> Greville	-
121	#	#	#	#	#	Rhodophyceae	HILD_RUBR	<i>Hildenbrandia rubra</i> (Sommerfelt) Meneghini	Fjæreblood
122	#	-	-	-	-	Rhodophyceae	PHYMA_SPP	<i>Phymatolithon</i> spp. Foslie 1898: 4.	-
123	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	PHYM_PURP	<i>Phymatolithon purpureum</i> (P.L. Crouan & H.M. Crouan) Woelkerling & L.M. Irvine (tidl. reg. som <i>P. polymorphum</i>)	-

								(Linnaeus) Foslie	-
124	#	#	-	-	-	Phaeophyceae	RALFSI_SP	<i>Ralfsia</i> sp. Berkeley in J.E.Smith & Sowerby 1843: pl. 2866	-
125	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	RALF_VERR	<i>Ralfsia verrucosa</i> (Areschoug) Areschoug	-
126	#	#	#	#	#	Lav	VERR_MUCO	<i>Verrucaria mucosa</i>	-
127	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	CRUORI_SP	<i>Cruoria</i> sp. Fries 1835: 316.	-
128	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	PETR_MIDD	<i>Petrocelis middendorfi</i> (Ruprecht) Kjellman	-
129	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	LITH_GLAC	<i>Lithothamnion glaciale</i> Kjellman	Vorterugl
130	-	#	#	#	-	Rhodophyceae	PHYN_LENO	<i>Phymatolithon lenormandii</i> (J.E. Areschoug) W.H. Adey	Slettrugl
131	-	#	-	-	-	Rhodophyceae	CLAT_CIRC	<i>Clathromorphum circumscriptum</i> (Strömfelt) Foslie	-
132	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	CONCHO_SP	<i>Conchocelis</i> sp. Batters 1892: 27 (stadie av <i>Porphyra</i> sp. eller <i>Bangia</i> sp.)	-
134	✕				#	Phaeophyceae	STICTY_SP	<i>Stictyosiphon</i> sp.	-
136*	-		#	-	#	Phaeophyceae	ECTOCLARP	Orden Ectocarpales	-
137*	-		#	-	-	Chlorophyceae	RHIZ_SP	<i>Rhizoclonium</i> sp. Kützing 1843: 261.	-
138*	-		-	-	-	Phaeophyceae	LITO_SP	<i>Litosiphon</i> sp. Harvey 1849: 43.	-
139*	-		-	-	-	Chlorophyceae	ULVA_FLEX	<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen (tidl. reg. som <i>Enteromorpha flexuosa</i> (Wulfen) J. Agardh)	-
140*	-		-	-	-	Chlorophyceae	GRØN_SEDI	Uidentifiserte grønnalger voksende på sediment og tang	-
141*	-		-	-	-	Chlorophyceae	ULVA_RIGI	<i>Ulva rigida</i> C. Agardh	-
143*	-		-	-	#	Phaeophyceae	CHORD_JUV	<i>Chorda filum</i> juvenile (Linnaeus) Stackhouse	Martaum
144	✕				#	Chlorophyceae	MONO_GREV	<i>Monostroma grevillei</i> (Thuret) Wittrock	Grønnhinne
145	✕				#	Phaeophyceae	LAMI_KIMP	Uidentifiserte kimplanter av <i>Laminaria</i> sp./ <i>Saccharina</i> sp.	-
146	✕				#	Chlorophyceae	ULVA_MONO	<i>Ulva</i> sp./ <i>Monostroma</i> sp./ <i>Protomonostroma</i> sp.	-
149	✕				#	Rhodophyceae	FURC_POLY	<i>Furcellaria lumbricalis</i> / <i>Polyides rotundas</i>	Svartkluft/Rødkluft
151	-	#	-	-	#	Rhodophyceae	RHODOPHYC	Rhodophyceae indet.	-
152	-	-	-	-	#	Phaeophyceae	PHAEOPHYC	Phaeophyceae indet.	-
153	-	#	-	-	#	Chlorophyceae	CHLOROPHYC	Chlorophyceae indet.	-
154	✕				#	Phaeophyceae	DICTYO_SP	<i>Dictyosiphon</i> sp.	-
155	✕				#	Phaeophyceae	ECTOCA_SP	<i>Ectocarpus</i> sp.	-
156	✕				#	Rhodophyceae	PHYM_LITH	<i>Phymatolithon</i> spp. Foslie 1898: 4./ <i>Lithothamnion</i> sp.	-
157	✕				#	Phaeophyceae	DESM_ACUL	<i>Desmarestia aculeate</i> (Linnaeus) J.V. Lamouroux	Vanlig kjærringhår
158	✕				#	Phaeophyceae	PYLAIE_SP	<i>Pylaiella</i> sp./ <i>Pylaiella varia</i> (Kjellman)	-
160	✕				#	Phaeophyceae	SPHA_RADI	<i>Sphacelaria radicans</i> (Dillwyn) C. Agardh	-
161	✕				#	Rhodophyceae	CERA_VIRG	<i>Ceramium virgatum</i> Roth	Vanlig rekeklo
162	✕				#	Phaeophyceae	ASPERO_SP	<i>Asperococcus</i> sp. J.V. Lamouroux 1813: 277.	-
163	✕				#	Chlorophyceae	CAPSOS_SP	<i>Capsosiphon</i> sp. Gobi 1879: 88	-
164	✕				#	Phaeophyceae	ASPE_FIST	<i>Asperococcus fistulosus</i> (Hudson) W.J. Hooker	-

Vedlegg 3. Liste over artsgrupper som var med i Lein og Oug sine littoralsamfunnsundersøkelser i Troms i 1982 (upubl. data), men som er utelukket i denne oppgaven

Nr.	Taxa	Forkortelse	Artsnavn / -gruppe
6	Cyanophycea	CALO_CRUS	<i>Calothrix crustacean</i>
12	Cyanophycea	RIVU_ATA	<i>Rivularia atra</i>
14	Cyanophycea	GLOE_CREP	<i>Gloeocapsopsis crepidinum</i>
147	Phaeophycea	LICHMO_SP	<i>Lichmophora</i> sp.
148	Bacillariophycea	BACILLAR	Bacillariophycea indet.
150	Cyanophycea	CYANOPHYC	Cyanophycea indet.

Vedlegg 4. Liste over arter som tidligere stod på den opprinnelige listen etter Lein og Oug sine littoralsamfunnsundersøkelser i Troms i 1982 (upubl. data), men som i dag anses som synonym med andre arter i tabellen. Disse artsnumrene faller derfor bort og er ikke tatt med i den opprinnelige artslisten. Artenes dekning er derfor supplert til deres nye aksepterte navn.

Gammelt artsnr.	Gammelt artsnavn/-gruppe	Akseptert taksonomiske navn/gruppe (med nytt artsnr.) per nov. 2007	
16	<i>Rhizoclonium implexum</i>	<i>Rhizoclonium riparium</i>	nr. 11
24	<i>Fucus distichus</i> subsp. <i>edentatus</i>	<i>Fucus evanescens</i>	nr. 24
31	<i>Fucus distichus</i> subsp. <i>evanescens</i>	<i>Fucus evanescens</i>	nr. 24
80	<i>Enteromorpha</i> sp.	<i>Ulva</i> sp.	nr. 38
81	<i>Enteromorpha</i> spp.	<i>Ulva</i> spp.	nr. 38
111	<i>Myriactula lubrica</i>	<i>Elachista fucicola</i>	nr. 27
133	<i>Petrocelis cruenta</i>	<i>Mastocarpus stellatus</i>	nr. 46
135	<i>Petrocelis</i> sp.	<i>Mastocarpus</i> sp.	falt bort

Vedlegg 5. Sammenslåtte artsgrupper i den fullstendige artslisten (Vedlegg 2).

Nr.	Forkortelse	Artsnavn / -gruppe	Kommentar
48	SPHAC_SAMF	<i>Sphacelaria</i> samfunn/ <i>Sphacelaria</i> spp.	I Lein og Oug sine littoralsamfunnsundersøkelser i Troms i 1982 er dette et begrep for samfunn av <i>Sphacelaria</i> sp. sammen med ormeliknende dyr. Siden det ikke er tatt hensyn til faunaen i denne oppgaven vil denne gruppen kun inneholde ubestemte arter av slekten <i>Sphacelaria</i> : <i>Sphacelaria</i> sp./ <i>Sphacelaria</i> spp.

Vedlegg 6. Den redigerte artslisten som ble tatt med i databehandlingen for Del I. Listen inneholder 137 artsgrupper med artsnummer, inndeling etter taxa, forkortelsene som er brukt i databehandlingene og fullt taksonomisk navn (samt norske navn for de som har). I tillegg er de 82 artsgruppene som er funnet ved undersøkelsene i 2007 merket med #. Listen er basert på den opprinnelige artslisten (Vedlegg 2), men er redigert med noen sammenslåinger av ulike artsgrupper (Vedlegg 7). Den opprinnelige artslisten er laget på grunnlag av Lein og Oug sine littoralsamfunnsundersøkelser i Troms i 1982 (upubl.data), men er supplert med arter registrert ved NIVA- og Akvaplan-nivaundersøkelser i 1983, 1991 og 2001 (Holte et al., 1992, Oug et al., 1985, Velvin et al., 2003, merket *), samt undersøkelsene i 2007 (merket ⌘). Taksonomien er oppdatert 22-23. nov 2007 (www.algaebase.org/).

Nr.	2007	Taxa	Forkortelse	Artsnavn / -gruppe
1	-	Chlorophyceae	PRAS_STIPI	<i>Prasiola stipitata</i> Suhr ex Jessen
2	#	Chlorophyceae	ULOT_URO	<i>Ulothrix</i> sp. Kützing 1833: 517./ <i>Urospora</i> sp. Areschoug 1866: 15.
3	-	Rhodophyceae	PORP_UMBI	<i>Porphyra umbilicalis</i> (Linnaeus) Kützing
4	-	Rhodophyceae	BANG_FUSC	<i>Bangia fuscopurpurea</i> Dillwyn
5	-	Chlorophyceae	BLID_MINI	<i>Blidingia minima</i> (Nägeli ex Kützing) Kylin
7	#	Lav	VERR_MAU	<i>Verrucaria maura</i>
9	-	Chlorophyceae	ULOT_SUBF	<i>Ulothrix subflaccida</i> Wille
10	-	Chlorophyceae	URO_PENI	<i>Urospora penicilliformis</i> (Roth) J.E. Areschoug
11	#	Chlorophyceae	RHIZ_RIPA	<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey
13	-	Lav	XANT_PARI	<i>Xanthoria parietina</i>
15	-	Chlorophyceae	PERC_PERC	<i>Percursaria percura</i> (C. Agardh) Rosenvinge
17	-	Chlorophyceae	DERB_MARI	<i>Derbesia marina</i> (Lyngbye) Solier
19*	#	Chlorophyceae	GRØN_FJEL	Uidentifiserte grønnalger voksende på fjell
20	-	Chlorophyceae	CODI_FRAG	<i>Codium fragile</i> (Suringar) Hariot
21	#	Phaeophyceae	PELV_CANA	<i>Pelvetia canaliculata</i> (Linnaeus) Decaisne & Thuret
22	#	Phaeophyceae	FUCU_SPIR	<i>Fucus spiralis</i> Linnaeus
23	#	Phaeophyceae	FUCU_VESI	<i>Fucus vesiculosus</i> Linnaeus
24	#	Phaeophyceae	FUCU_EVAN	<i>Fucus evanescens</i> C. Agardh (tidl. reg. som <i>F. distichus</i> subsp. <i>edentatus</i>)
25	#	Phaeophyceae	ASCO_NODO	<i>Ascophyllum nodosum</i> (Linnaeus) Le Jolis
26	#	Phaeophyceae	FUCU_SERR	<i>Fucus serratus</i> Linnaeus
27	#	Phaeophyceae	ELAC_FUCI	<i>Elachista fucicola</i> (Vellay) J.E. Areschoug
28	#	Rhodophyceae	POLY_LANO	<i>Polysiphonia lanosa</i> (Linnaeus) Tandy
29	-	Phaeophyceae	HIMA_ELON	<i>Himantalia elongata</i> (Linnaeus) S.F. Gray
30	-	Phaeophyceae	FUCU_DIST	<i>Fucus distichus</i> Linnaeus
32	#	Phaeophyceae	ALAR_ESCU	<i>Alaria esculenta</i> (Linnaeus) Greville
33	#	Phaeophyceae	LAMI_DIGI	<i>Laminaria digitata</i> (Hudson) J.V. Lamouroux
34	#	Phaeophyceae	SACC_LATI	<i>Saccharina latissima</i> (Linnaeus) C.E. Lane, C. Mayes, Druehl & G.W. Saunders (tidl. reg. som <i>Laminaria saccharina</i>)
35	#	Phaeophyceae	FUCUS_SP	<i>Fucus</i> sp. Linnaeus 1753: 1158
36	-	Phaeophyceae	LAMINA_SP	<i>Laminaria</i> sp. J.V. Lamouroux 1813: 40. / <i>Saccharina</i> sp. Stackhouse 1809: 53, 65.
37*	#	Phaeophyceae	FUCU_JUV	<i>Fucus</i> spp. juvenile Linnaeus 1753: 1158

38*	#	Chlorophyceae	ULVA_SP	<i>Ulva</i> sp. Linnaeus 1753: 1163.
39*	-	Rhodophyceae	POLY_FIBR	<i>Polysiphonia fibrillosa</i> (Dillwyn) Sprengel
40*	-	Phaeophyceae	HINC_GRAN	<i>Hincksia granulosa</i> (Smith) P.C. Silva (tidl. reg. som <i>Giffordia</i> cf. <i>granulosa</i>)
41	#	Rhodophyceae	PALM_PALM	<i>Palmaria palmata</i> (Linnaeus) Kuntze
42	#	Rhodophyceae	DEVA_RAME	<i>Devaleraea ramentacea</i> (Linnaeus) Guiry (tidl. reg. som <i>Halosaccion ramentaceum</i>)
43	#	Chlorophyceae	CLAD_RUPE	<i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kützing
44	#	Chlorophyceae	ACRO_ARCT	<i>Acrosiphonia arcta</i> (Dillwyn) Gain (tidl. reg. som <i>Spongomorpha arcta</i>)
45	#	Rhodophyceae	CHON_CRIS	<i>Chondrus crispus</i> Stackhouse
46	#	Rhodophyceae	MAST_STEL	<i>Mastocarpus stellatus</i> (Stackhouse) Guiry (tidl. reg. som <i>Gigartinella stellata</i>)
47	#	Rhodophyceae	CORA_OFFI	<i>Corallina officinalis</i> Linnaeus
48	#	Phaeophyceae	SPHA_SAMF	<i>Sphacelaria samfunn</i> (se Vedlegg 5)/ <i>Sphacelaria</i> spp. Lyngbye in Hornemann 1819: xxxi, 103.
49	#	Rhodophyceae	RHOD_PURP	<i>Rhodochorton purpureum</i> (Lightfoot) Rosenvinge (tidl. reg. som <i>Audouinella purpurea</i> (Lightfoot) Woelkerling)
50	#	Phaeophyceae	SCYT_LOME	<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link
51	#	Phaeophyceae	PETA_FASC	<i>Petalonia fascia</i> (O.F. Müller) Kuntze
52	-	Phaeophyceae	PETA_ZOST	<i>Petalonia zosteriofolia</i> (Reinke) Kuntze
53	#	Rhodophyceae	CYST_PURP	<i>Cystoclonium purpureum</i> (Hudson) Batters
54	#	Rhodophyceae	DUMO_CONT	<i>Dumontia contorta</i> (S.G. Gmelin) Ruprecht
55	#	Rhodophyceae	PLUM_PLUM	<i>Plumaria plumosa</i> (Hudson) Kuntze
56	#	Rhodophyceae	MEMB_ALAT	<i>Membranoptera alata</i> (Hudson) Stackhouse
57	#	Rhodophyceae	POLY_STRI	<i>Polysiphonia stricta</i> (Dillwyn) Greville (tidl. reg. som <i>P. urceolata</i> (Lightfoot ex Dillwyn) Greville)
58	#	Rhodophyceae	CERAM_SPP	<i>Ceramium</i> spp. Roth 1797: 146.
59	#	Rhodophyceae	RHOD_CONF	<i>Rhodomela confervoides</i> (Hudson) P.C. Silva
60	-	Rhodophyceae	FURC_LUMB	<i>Furcellaria lumbricalis</i> (Hudson) J.V. Lamouroux
61	#	Phaeophyceae	CHOR_FLAG	<i>Chordaria flagelliformis</i> (O.F. Müller) C. Agardh
62	#	Phaeophyceae	SPHA_PLUM	<i>Sphacelaria plumosa</i> Lyngbye
63	-	Rhodophyceae	AGLA_SEPO	<i>Aglaothamnion sepositum</i> (Gunnerus) Maggs & Hommersand (tidl. reg. som <i>Callithamnion arbuscula</i> (Dillwyn) Lyngbye)
64	#	Rhodophyceae	CERA_RUBR	<i>Ceramium</i> "rubrum"-gruppen (kompleks av arter)
65	-	Rhodophyceae	CERA_RESC	<i>Ceramium rescissum</i> Kylin
66	#	Rhodophyceae	POLY_FUCO	<i>Polysiphonia fucoides</i> (Hudson) Greville (tidl. reg. som <i>P. nigrescens</i> (Hudson) Greville ex Harvey)
67	-	Rhodophyceae	ODON_DENT	<i>Odonthalia dentata</i> (Linnaeus) Lyngbye
68	-	Rhodophyceae	AHNF_PLIC	<i>Ahnfeltia plicata</i> (Hudson) Fries
69	-	Rhodophyceae	PHYC_RUBE	<i>Phycodrys rubens</i> (Linnaeus) Batters
70	-	Rhodophyceae	ERYT_TRAI	<i>Erythrodermis traillii</i> (Holmes ex Batters) Guiry & Garbary (tidl. reg. som <i>Phyllophora traillii</i> Holmes ex Batters)
71	-	Rhodophyceae	PTIL_GUNN	<i>Ptilota gunneri</i> P.C. Silva, Maggs & L.M. Irvine (tidl. reg. som <i>P. plumosa</i> C. Agardh)
72	-	Phaeophyceae	HALO_TOME	<i>Halosiphon tomentosus</i> (Lyngbye) Jaasund (tidl. reg. som <i>Chorda tomentosa</i> Lyngbye)

73	#	Phaeophyceae	CHOR_FILU	<i>Chorda filum</i> (Linnaeus) Stackhouse
75	-	Rhodophyceae	PHYLLO_SP	<i>Phyllophora</i> sp. Greville 1830: 135.
76	-	Chlorophyceae	CHAE_MELA	<i>Chaetomorpha melagonium</i> (F. Weber & D. Mohr) Kützing
77	#	Chlorophyceae	ACRO_SOND	<i>Acrosiphonia sonderi</i> (Kützing) Kornmann
78	-	Chlorophyceae	SPONGO_SP	<i>Spongomorpha</i> sp. Kützing 1843: 273
79	#	Rhodophyceae	POLYSI_SP	<i>Polysiphonia</i> sp. Greville 1823: pl. 90.
82	-	Chlorophyceae	MONOST_SP	<i>Monostroma</i> sp. Thuret 1854: 29.
83	#	Chlorophyceae	CLADOP_SP	<i>Cladophora</i> sp. Kützing 1843: 262.
84	#	Phaeophyceae	PYLA_ECTO	<i>Pylaiella</i> sp. Bory de Saint-Vincent 1823: 393/ <i>Ectocarpus</i> sp. Lyngbye 1819: 130.
85	#	Phaeophyceae	SPON_TOME	<i>Spongonema tomentosum</i> (Hudson) Kützing
86	-	Rhodophyceae	COLA_MEMB	<i>Colaconema membranaceum</i> (Magnus) Woelkerling (tidl. reg. som <i>Audouinella membranacea</i> (Magnus) Papenfuss)
87	-	Rhodophyceae	PORP_PURP	<i>Porphyra purpurea</i> (Roth) C. Agardh
88	#	Rhodophyceae	PORPHY_SP	<i>Porphyra</i> sp. C. Agardh 1824: xxxii, 190.
90	#	Phaeophyceae	DICT_FOEN	<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i> (Hudson) Greville
91	#	Phaeophyceae	DICT_CHOR	<i>Dictyosiphon chordaria</i> Areschoug
92	#	Phaeophyceae	PYLA_LITT	<i>Pylaiella littoralis</i> (Linnaeus) Kjellman
93	#	Phaeophyceae	ECTO_SILI	<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye
94	#	Phaeophyceae	ECTO_FASC	<i>Ectocarpus fasciculatus</i> Harvey
95	#	Chlorophyceae	ULVA_LACT	<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus
96	#	Rhodophyceae	ANTI_FLOC	<i>Antithamnionella floccosa</i> (O.F. Müller) Whittick (tidl. reg. som <i>Antithamnion floccosum</i> (O.F. Müller) Kleen)
97	#	Phaeophyceae	LEAT_DIFF	<i>Leathesia difformis</i> (Linnaeus) J.E. Areschoug
98	-	Phaeophyceae	MESO_VERM	<i>Mesogloia vermiculata</i> (Smith) S.F. Gray
99	#	Phaeophyceae	EUDE_VIRE	<i>Eudesme virescens</i> (Carmichael ex Berkeley) J. Agardh
100	-	Rhodophyceae	ACRO_SECU	<i>Acrochaetium secundatum</i> (Lyngbye) Nägeli (tidl. reg. som <i>Audouinella secundata</i> (Lyngbye) Woelkerling)
101	#	Rhodophyceae	AUDOUI_SP	<i>Audouinella</i> sp. Bory de Saint-Vincent 1823: 340, <i>Audouinella</i> .
103	-	Chlorophyceae	ULVA_PROC	<i>Ulva procera</i> (K. Ahlner) Hayden, Blomster, Maggs, P.C. Silva, M.J. Stanhope & J.R. Waaland (tidl. reg. som <i>Enteromorpha ahlneriana</i> Bliding)
104	-	Chlorophyceae	PROT_UNDU	<i>Protomonostroma undulatum</i> (Wittrock) K.L. Vinogradova (tidl. reg. som <i>Monostroma undulatum</i> Wittrock)
105	-	Phaeophyceae	STIC_TORT	<i>Stictyosiphon tortilis</i> (Ruprecht) Reinke
106	-	Chlorophyceae	ULVA_CLAT	<i>Ulva clathrata</i> (Roth) C. Agardh (tidl. reg. som <i>Enteromorpha clathrata</i> (Roth) Greville)
107	#	Phaeophyceae	ISTH_SPHA	<i>Isthmoplea sphaerophora</i> (Carmichael) Kjellman
108	#	Chlorophyceae	SPON_AERU	<i>Spongomorpha aeruginosa</i> (Linnaeus) Hoek
109	-	Phaeophyceae	DICT_EKMA	<i>Dictyosiphon ekmanii</i> Areschoug
112	-	Chlorophyceae	ULVA_PROL	<i>Ulva prolifera</i> O.F. Müller (tidl. reg. som <i>Enteromorpha prolifera</i> (O.F. Müller) J. Agardh)
113	-	Chlorophyceae	CHAE_LINU	<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F. Müller) Kützing
114	#	Chlorophyceae	RHIZ_TORT	<i>Rhizoclonium tortuosum</i> (Dillwyn) Kützing (tidl. reg. som <i>Chaetomorpha capillaris</i> (Kützing) Børgesen)
115	#	Rhodophyceae	POLY_ROTU	<i>Polyides rotundas</i> (Hudson) Gaillon
116	-	Phaeophyceae	CLAD_SPON	<i>Cladostephus spongiosus</i> (Hudson) C. Agardh

117	#	Rhodophyceae	BONN_HAMI	<i>Bonnemaisonia hamifera</i> Hariot
118	-	Rhodophyceae	LOME_ARTI	<i>Lomentaria articulata</i> (Hudson) Lyngbye
119	-	Rhodophyceae	LOME_CLAV	<i>Lomentaria clavellosa</i> (Turner) Gaillon
120	-	Phaeophyceae	PUNC_LATI	<i>Punctaria latifolia</i> Greville
121	#	Rhodophyceae	HILD_RUBR	<i>Hildenbrandia rubra</i> (Sommerfelt) Meneghini
123	-	Rhodophyceae	PHYM_PURP	<i>Phymatolithon purpureum</i> (P.L. Crouan & H.M. Crouan) Woelkerling & L.M. Irvine (tidl. reg. som <i>P. polymorphum</i> (Linnaeus) Foslie)
124	-	Phaeophyceae	RALFSI_SP	<i>Ralfsia</i> sp. Berkeley in J.E. Smith & Sowerby 1843: pl. 2866.
125	-	Phaeophyceae	RALF_VERR	<i>Ralfsia verrucosa</i> (Areschoug) Areschoug
126	#	Lav	VERR_MUCO	<i>Verrucaria mucosa</i>
127	-	Rhodophyceae	CRUORI_SP	<i>Cruoria</i> sp. Fries 1835: 316.
128	-	Rhodophyceae	PETR_MIDD	<i>Petrocelis middendorffii</i> (Ruprecht) Kjellman
131	-	Rhodophyceae	CLAT_CIRC	<i>Clathromorphum circumscriptum</i> (Strömfelt) Foslie
132	-	Rhodophyceae	CONCHO_SP	<i>Conchocelis</i> sp. Batters 1892: 27. (stadie av <i>Porphyra</i> sp. eller <i>Bangia</i> sp.)
134x	#	Phaeophyceae	STICTY_SP	<i>Stictyosiphon</i> sp.
136*	#	Phaeophyceae	ECTOCARP	Orden Ectocarpales
137*	-	Chlorophyceae	RHIZ_SP	<i>Rhizoclonium</i> sp. Kützinger 1843: 261.
138*	-	Phaeophyceae	LITO_SP	<i>Litosiphon</i> sp. Harvey 1849: 43.
140*	-	Chlorophyceae	GRØN_SEDI	Uidentifiserte grønnalger voksende på sediment og tang
141*	-	Chlorophyceae	ULVA_RIGI	<i>Ulva rigida</i> C. Agardh
143*	#	Phaeophyceae	CHORD_JUV	<i>Chorda filum</i> juvenile (Linnaeus) Stackhouse
144x	#	Chlorophyceae	MONO_GREV	<i>Monostroma grevillei</i> (Thuret) Wittrock
145x	#	Phaeophyceae	LAMI_KIMP	Uidentifiserte kimplanter av <i>Laminaria</i> sp./ <i>Saccharina</i> sp.
151	#	Rhodophyceae	RHODOPHYC	Rhodophyceae indet.
152	#	Phaeophyceae	PHAEOPHYC	Phaeophyceae indet.
153	#	Chlorophyceae	CHLOROPHYC	Chlorophyceae indet.
154x	#	Phaeophyceae	DICTYO_SP	<i>Dictyosiphon</i> sp.
155x	#	Phaeophyceae	ECTOCA_SP	<i>Ectocarpus</i> sp.
156x	#	Rhodophyceae	PHYM_LITH	<i>Phymatolithon</i> spp. Foslie 1898: 4./ <i>Lithothamnion</i> sp.
157x	#	Phaeophyceae	DESM_ACUL	<i>Desmarestia aculeate</i> (Linnaeus) J.V. Lamouroux
158x	#	Phaeophyceae	PYLAIE_SP	<i>Pylaiella</i> sp./ <i>Pylaiella varia</i> (Kjellman)
160x	#	Phaeophyceae	SPHA_RADI	<i>Sphacelaria radicans</i> (Dillwyn) C. Agardh
161x	#	Rhodophyceae	CERA_VIRG	<i>Ceramium virgatum</i> Roth
162x	#	Phaeophyceae	ASPERO_SP	<i>Asperococcus</i> sp. J.V. Lamouroux 1813: 277.
163x	#	Chlorophyceae	CAPSOS_SP	<i>Capsosiphon</i> sp. Gobi 1879: 88
164x	#	Phaeophyceae	ASPE_FIST	<i>Asperococcus fistulosus</i> (Hudson) W.J. Hooker

Vedlegg 7. Liste over artsgrupper som er behandlet som en art under databehandlingen for Del I.

Artsnr.	Artsgruppe	Artsnr og -grupper som blitt slått sammen med gruppen	
2	<i>Ulothrix</i> sp./ <i>Urospora</i> sp.	8	<i>Ulothrix</i> <i>flacca</i>
38	<i>Ulva</i> sp.	81	<i>Ulva</i> spp.
		89	<i>Ulva</i> <i>intestinalis</i>
48	<i>Sphacelaria</i> spp./S.-samfunn	74	<i>Sphacelaria</i> sp.
82	<i>Monostroma</i> sp.	110	<i>Monostroma</i> <i>obscurum</i>
83	<i>Cladophora</i> sp.	18	<i>Cladophora</i> <i>albida</i>
		102	<i>Cladophora</i> <i>sericea</i>
151	Rhodophyceae indet.	149	<i>Furcellaria</i> <i>lumbricalis</i> ./ <i>Polyides</i> <i>rotundas</i>
153	Chlorophyceae indet.	137	<i>Rhizoclonium</i> sp.
		146	<i>Ulva</i> sp./ <i>Monostroma</i> sp./ <i>Protomonostroma</i> sp.
156	<i>Phymatolithon</i> sp./ <i>Lithothamnion</i> sp.	122	<i>Phymatolithon</i> spp.
		129	<i>Lithothamnion</i> <i>glaciale</i>
		130	<i>Phymatolithon</i> <i>lenormandii</i>

Vedlegg 8. Den redigerte artslisten på 133 artsgrupper som ble brukt i Del II for å sammenlikne samfunnsundersøkelsene fra år 1982, 1983, 1991, 2001 og 2007. Listen viser artsnummer, inndeling etter taxa, forkortelsene som er brukt i databehandlingene og fullt taksonomisk navn (samt norske navn der det finnes). I tillegg er det notert ned hvilke arter som er funnet (merket #) ved hver undersøkelse. For 1982-undersøkelsene vil de artsgruppene som det er lett etter men som ikke ble observert, være markert med en strek (-), mens artene som er blitt supplerte til den opprinnelige 1982-artslisten vil være markert med en åpen (tom) plass. Listen er basert på den opprinnelige artslisten (Vedlegg 2), men er redigert med noen sammenslåinger av ulike artsgrupper (Vedlegg 9). For analysene i Del II er det enda flere sammenslåinger av artsgrupper enn for Del I, hvorav 90 av 133 artsgrupper ble funnet ved en eller flere stasjoner. Den komplette artslisten er laget på grunnlag av Lein og Oug sine littoralsamfunnsundersøkelser i Troms i 1982 (upubl. data), men er supplert med arter registrert ved NIVA- og Akvaplan-niva-undersøkelser i 1983, 1991 og 2001 (Holte et al., 1992, Oug et al., 1985, Velvin et al., 2003, merket *), samt undersøkelsene i 2007 (merket ♂). Taksonomien er oppdatert 22-23. nov 2007 (www.algaebase.org/).

Nr.	1982	1983	1991	2001	2007	Taxa	Forkortelse	Artsnavn / -gruppe
1	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	PRAS_STIPI	<i>Prasiola stipitata</i> Suhr ex Jessen
2	#	-	-	-	#	Chlorophyceae	ULOT_URUS	<i>Ulothrix</i> sp. Kützing 1833: 517./ <i>Urospora</i> sp. Areschoug 1866: 15.
3	#	-	-	-	-	Rhodophyceae	PORP_UMBI	<i>Porphyra umbilicalis</i> (Linnaeus) Kützing
4	#	-	-	-	-	Rhodophyceae	BANG_FUSC	<i>Bangia fuscopurpurea</i> Dillwyn
5	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	BLID_MINI	<i>Blidingia minima</i> (Nägeli ex Kützing) Kylin
7	#	-	#	#	#	Lav	VERR_MAU	<i>Verrucaria maura</i>
9	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	ULOT_SUBF	<i>Ulothrix subflaccida</i> Wille
10	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	UROS_PENI	<i>Urospora penicilliformis</i> (Roth) J.E. Areschoug
11	#	-	-	-	#	Chlorophyceae	RHIZ_RIPA	<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey
13	#	-	-	-	-	Lav	XANT_PARI	<i>Xanthoria parietina</i>
15	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	PERC_PERC	<i>Percursaria percursa</i> (C. Agardh) Rosenvinge
17	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	DERB_MARI	<i>Derbesia marina</i> (Lyngbye) Solier
20	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	CODI_FRAG	<i>Codium fragile</i> (Suringar) Hariot
21	#	-	-	#	#	Phaeophyceae	PELV_CANA	<i>Pelvetia canaliculata</i> (Linnaeus) Decaisne & Thuret
22	#	#	#	#	#	Phaeophyceae	FUCU_SPIR	<i>Fucus spiralis</i> Linnaeus
23	#	#	#	#	#	Phaeophyceae	FUCU_VESI	<i>Fucus vesiculosus</i> Linnaeus
24	#	-	-	-	#	Phaeophyceae	FUCU_EVAN	<i>Fucus evanescens</i> C. Agardh (tidl. reg. som <i>F. distichus</i> subsp. <i>edentatus</i>)
25	#	#	#	#	#	Phaeophyceae	ASCO_NODO	<i>Ascophyllum nodosum</i> (Linnaeus) Le Jolis
26	#	#	#	#	#	Phaeophyceae	FUCU_SERR	<i>Fucus serratus</i> Linnaeus
27	#	#	#	#	#	Phaeophyceae	ELAC_FUCI	<i>Elachista fucicola</i> (Velle) J.E. Areschoug
28	-	#	#	-	#	Rhodophyceae	POLY_LANO	<i>Polysiphonia lanosa</i> (Linnaeus) Tandy
29	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	HIMA_ELON	<i>Himantalia elongata</i> (Linnaeus) S.F. Gray
30	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	FUCU_DIST	<i>Fucus distichus</i> Linnaeus
32	#	-	-	-	#	Phaeophyceae	ALAR_ESCU	<i>Alaria esculenta</i> (Linnaeus) Greville
33	#	#	-	-	#	Phaeophyceae	LAMI_DIGI	<i>Laminaria digitata</i> (Hudson) J.V. Lamouroux
34	-	#	-	-	#	Phaeophyceae	SACC_LATI	<i>Saccharina latissima</i> (Linnaeus) C.E. Lane, C. Mayes, Druehl & G.W. Saunders (tidl. reg. som <i>Laminaria saccharina</i>)
35	-	-	-	#	#	Phaeophyceae	FUCUS_SP	<i>Fucus</i> sp. Linnaeus 1753: 1158
36	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	LAMINA_SP	<i>Laminaria</i> sp. J.V. Lamouroux 1813: 40./ <i>Saccharina</i> sp. Stackhouse 1809: 53, 65.

38*	#	-	#	#	#	Chlorophyceae	ULVA_SP	<i>Ulva</i> sp. Linnaeus 1753: 1163.
39*		-	-	#	-	Rhodophyceae	POLY_FIBR	<i>Polysiphonia fibrillosa</i> (Dillwyn) Sprengel
40*		-	-	-	-	Phaeophyceae	HINC_GRAN	<i>Hincksia granulosa</i> (Smith) P.C. Silva (tidl. reg. som <i>Giffordia</i> cf. <i>granulosa</i>)
41	#	#	#	#	#	Rhodophyceae	PALM_PALM	<i>Palmaria palmata</i> (Linnaeus) Kuntze
42	#	#	#	#	#	Rhodophyceae	DEVA_RAME	<i>Devaleraea ramentacea</i> (Linnaeus) Guiry (tidl. reg. som <i>Halosaccion ramentaceum</i>)
43	#	#	#	#	#	Chlorophyceae	CLAD_RUPE	<i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kützing
44	#	#	-	-	#	Chlorophyceae	ACRO_ARCT	<i>Acrosiphonia arcta</i> (Dillwyn) Gain (tidl. reg. som <i>Spongomorpha arcta</i>)
45	#	#	#	#	#	Rhodophyceae	CHON_CRIS	<i>Chondrus crispus</i> Stackhouse
46	#	-	-	-	#	Rhodophyceae	MAST_STEL	<i>Mastocarpus stellatus</i> (Stackhouse) Guiry (tidl. reg. som <i>Gigartinella stellata</i>)
47	#	-	-	-	#	Rhodophyceae	CORA_OFFI	<i>Corallina officinalis</i> Linnaeus
48	#	#	#	#	#	Phaeophyceae	SPHA_SAMF	<i>Sphacelaria samfunn</i> (se Vedlegg 5)/ <i>Sphacelaria</i> spp. Lyngbye in Hornemann 1819: xxxi, 103.
49	#	#	-	-	#	Rhodophyceae	RHOD_PURP	<i>Rhodochorton purpureum</i> (Lightfoot) Rosenvinge (tidl. reg. som <i>Audouinella purpurea</i> (Lightfoot) Woelkerling)
50	#	-	-	-	#	Phaeophyceae	SCYT_LOME	<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link
51	#	-	-	-	#	Phaeophyceae	PETA_FASC	<i>Petalonia fascia</i> (O.F. Müller) Kuntze
52	#	-	-	-	-	Phaeophyceae	PETA_ZOST	<i>Petalonia zosteriofolia</i> (Reinke) Kuntze
53	#	#	-	-	#	Rhodophyceae	CYST_PURP	<i>Cystoclonium purpureum</i> (Hudson) Batters
54	#	#	-	-	#	Rhodophyceae	DUMO_CONT	<i>Dumontia contorta</i> (S.G. Gmelin) Ruprecht
55	#	-	-	-	#	Rhodophyceae	PLUM_PLUM	<i>Plumaria plumosa</i> (Hudson) Kuntze
56	#	#	-	-	#	Rhodophyceae	MEMB_ALAT	<i>Membranoptera alata</i> (Hudson) Stackhouse
57	#	#	-	-	#	Rhodophyceae	POLY_STRI	<i>Polysiphonia stricta</i> (Dillwyn) Greville (tidl. reg. som <i>P. urceolata</i> (Lightfoot ex Dillwyn) Greville)
58	-	-	-	-	#	Rhodophyceae	CERAM_SPP	<i>Ceramium</i> spp. Roth 1797: 146.
59	#	-	-	#	#	Rhodophyceae	RHOD_CONF	<i>Rhodomela confervoides</i> (Hudson) P.C. Silva
60	#	#	-	#	-	Rhodophyceae	FURC_LUMB	<i>Furcellaria lumbricalis</i> (Hudson) J.V. Lamouroux
61	-	-	-	#	#	Phaeophyceae	CHOR_FLAG	<i>Chordaria flagelliformis</i> (O.F. Müller) C. Agardh
62	#	#	-	-	#	Phaeophyceae	SPHA_PLUM	<i>Sphacelaria plumosa</i> Lyngbye
63	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	AGLA_SEPO	<i>Aglaothamnion sepositum</i> (Gunnerus) Maggs & Hommersand (tidl. reg. som <i>Callithamnion arbuscula</i> (Dillwyn) Lyngbye)
64	-	#	#	#	#	Rhodophyceae	CERA_RUBR	<i>Ceramium</i> "rubrum"-grupper (kompleks av arter)
65	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	CERA_RESC	<i>Ceramium rescissum</i> Kylin
66	-	-	-	-	#	Rhodophyceae	POLY_FUCO	<i>Polysiphonia fucoides</i> (Hudson) Greville (tidl. reg. som <i>P. nigrescens</i> (Hudson) Greville ex Harvey)
67	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	ODON_DENT	<i>Odonthalia dentata</i> (Linnaeus) Lyngbye
68	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	AHNF_PLIC	<i>Ahnfeltia plicata</i> (Hudson) Fries
69	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	PHYC_RUBE	<i>Phycodrys rubens</i> (Linnaeus) Batters
70	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	ERYT_TRAI	<i>Erythrodermis traillii</i> (Holmes ex Batters) Guiry & Garbary (tidl. reg. som <i>Phyllophora traillii</i> Holmes ex Batters)

71	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	PTIL_GUNN	<i>Ptilota gunneri</i> P.C. Silva, Maggs & L.M. Irvine (tidl. reg. som <i>P. plumosa</i> C. Agardh)
72	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	HALO_TOME	<i>Halosiphon tomentosus</i> (Lyngbye) Jaasund
73	-	-	-	-	#	Phaeophyceae	CHOR_FILU	<i>Chorda filum</i> (Linnaeus) Stackhouse
75	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	PHYLLO_SP	<i>Phyllophora</i> sp. Greville 1830: 135.
76	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	CHAE_MELA	<i>Chaetomorpha melagonium</i> (F. Weber & D. Mohr) Kützing
77	-	-	-	-	#	Chlorophyceae	ACRO_SOND	<i>Acrosiphonia sonderi</i> (Kützing) Kornmann
78	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	SPONGO_SP	<i>Spongomorpha</i> sp. Kützing 1843: 273
79	-	-	-	-	#	Rhodophyceae	POLYSI_SP	<i>Polysiphonia</i> sp. Greville 1823: pl. 90.
82	#	#	-	#	-	Chlorophyceae	MONOST_SP	<i>Monostroma</i> sp. Thuret 1854: 29.
83	#	-	#	#	#	Chlorophyceae	CLADOP_SP	<i>Cladophora</i> sp. Kützing 1843: 262.
84	#	#	-	-	#	Phaeophyceae	PYLA_ECTO	<i>Pylaiella</i> sp. Bory de Saint-Vincent 1823: 393/ <i>Ectocarpus</i> sp. Lyngbye 1819: 130.
85	#	-	#	#	#	Phaeophyceae	SPON_TOME	<i>Spongonema tomentosum</i> (Hudson) Kützing
86	#	#	-	-	-	Rhodophyceae	COLA_MEMB	<i>Colaconema membranaceum</i> (Magnus) Woelkerling (tidl. reg. som <i>Audouinella membranacea</i> (Magnus) Papenfuss)
87	-	#	-	-	-	Rhodophyceae	PORP_PURP	<i>Porphyra purpurea</i> (Roth) C. Agardh
88	-	-	-	-	#	Rhodophyceae	PORPHY_SP	<i>Porphyra</i> sp. C. Agardh 1824: xxxii, 190.
90	#	#	#	#	#	Phaeophyceae	DICT_FOEN	<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i> (Hudson) Greville
91	-	-	-	-	#	Phaeophyceae	DICT_CHOR	<i>Dictyosiphon chordaria</i> Areschoug
92	#	-	-	#	#	Phaeophyceae	PYLA_LITT	<i>Pylaiella littoralis</i> (Linnaeus) Kjellman
93	-	-	-	-	#	Phaeophyceae	ECTO_SILI	<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye
94	-	-	-	-	#	Phaeophyceae	ECTO_FASC	<i>Ectocarpus fasciculatus</i> Harvey
95	-	-	-	-	#	Chlorophyceae	ULVA_LACT	<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus
96	-	-	-	-	#	Rhodophyceae	ANTI_FLOC	<i>Antithamnionella floccosa</i> (O.F. Müller) Whittick (tidl. reg. som <i>Antithamnion floccosum</i> (O.F. Müller) Kleen)
97	-	-	-	-	#	Phaeophyceae	LEAT_DIFF	<i>Leathesia difformis</i> (Linnaeus) J.E. Areschoug
98	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	MESO_VERM	<i>Mesogloia vermiculata</i> (Smith) S.F. Gray
99	-	-	-	-	#	Phaeophyceae	EUDE_VIRE	<i>Eudesme virescens</i> (Carmichael ex Berkeley) J. Agardh
100	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	ACRO_SECU	<i>Acrochaetium secundatum</i> (Lyngbye) Nägeli (tidl. reg. som <i>Audouinella secundata</i> (Lyngbye) Woelkerling)
101	-	-	-	#	#	Rhodophyceae	AUDOUI_SP	<i>Audouinella</i> sp. Bory de Saint-Vincent 1823: 340, <i>Audouinella</i> .
103	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	ULVA_PROC	<i>Ulva procera</i> (K. Ahlner) Hayden, Blomster, Maggs, P.C. Silva, M.J. Stanhope & J.R. Waaland (tidl. reg. som <i>Enteromorpha ahlneriana</i> Bliding)
104	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	PROT_UNDU	<i>Protomonostroma undulatum</i> (Wittrock) K.L. Vinogradova (tidl. reg. som <i>Monostroma undulatum</i> Wittrock)
105	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	STIC_TORT	<i>Stictyosiphon tortilis</i> (Ruprecht) Reinke
106	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	ULVA_CLAT	<i>Ulva clathrata</i> (Roth) C. Agardh (tidl. reg. som <i>Enteromorpha clathrata</i> (Roth) Greville)
107	-	-	-	-	#	Phaeophyceae	ISTH_SPHA	<i>Isthmoplea sphaerophora</i> (Carmichael) Kjellman

108	-	#	-	-	#	Chlorophyceae	SPON_AERU	<i>Spongomorpha aeruginosa</i> (Linnaeus) Hoek
109	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	DICT_EKMA	<i>Dictyosiphon ekmanii</i> Areschoug
112	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	ULVA_PROL	<i>Ulva prolifera</i> O.F. Müller (tidl. reg. som <i>Enteromorpha prolifera</i> (O.F. Müller) J. Agardh)
113	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	CHAE_LINU	<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F. Müller) Kützing
114	-	-	-	-	#	Chlorophyceae	RHIZ_TORT	<i>Rhizoclonium tortuosum</i> (Dillwyn) Kützing (tidl. reg. som <i>Chaetomorpha capillaris</i> (Kützing) Børgesen)
115	-	-	-	-	#	Rhodophyceae	POLY_ROTU	<i>Polyides rotundas</i> (Hudson) Gaillon
116	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	CLAD_SPON	<i>Cladostephus spongiosus</i> (Hudson) C. Agardh
117	-	-	-	-	#	Rhodophyceae	BONN_HAMI	<i>Bonnemaisonia hamifera</i> Hariot
118	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	LOME_ARTI	<i>Lomentaria articulata</i> (Hudson) Lyngbye
119	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	LOME_CLAV	<i>Lomentaria clavellosa</i> (Turner) Gaillon
120	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	PUNC_LATI	<i>Punctaria latifolia</i> Greville
121	#	#	#	#	#	Rhodophyceae	HILD_RUBR	<i>Hildenbrandia rubra</i> (Sommerfelt) Meneghini
123	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	PHYM_PURP	<i>Phymatolithon purpureum</i> (P.L. Crouan & H.M. Crouan) Woelkerling & L.M. Irvine (tidl. reg. som <i>P. polymorphum</i> (Linnaeus) Foslie)
124	#	#	-	-	-	Phaeophyceae	RALFSI_SP	<i>Ralfsia</i> sp. Berkeley in J.E.Smith & Sowerby 1843: pl. 2866.
125	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	RALF_VERR	<i>Ralfsia verrucosa</i> (Areschoug) Areschoug
126	#	#	#	#	#	Lav	VERR_MUCO	<i>Verrucaria mucosa</i>
127	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	CRUORI_SP	<i>Cruoria</i> sp. Fries 1835: 316.
128	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	PETR_MIDD	<i>Petrocelis middendorfi</i> (Ruprecht) Kjellman
131	-	#	-	-	-	Rhodophyceae	CLAT_CIRC	<i>Clathromorphum circumscriptum</i> (Strömfelt) Foslie
132	-	-	-	-	-	Rhodophyceae	CONCHO_SP	<i>Conchocelis</i> sp. Batters 1892: 27. (stadie av <i>Porphyra</i> sp. eller <i>Bangia</i> sp.)
134x					#	Phaeophyceae	STICTY_SP	<i>Stictyosiphon</i> sp.
136*	-	#	-	-	#	Phaeophyceae	ECTOCARP	Orden Ectocarpales
138*	-	-	-	-	-	Phaeophyceae	LITO_SP	<i>Litosiphon</i> sp. Harvey 1849: 43.
139*	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	ULVA_FLEX	<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen (tidl. reg. som <i>Enteromorpha flexuosa</i> (Wulfen) J. Agardh)
141*	-	-	-	-	-	Chlorophyceae	ULVA_RIGI	<i>Ulva rigida</i> C. Agardh
144x					#	Chlorophyceae	MONO_GREV	<i>Monostroma grevillei</i> (Thuret) Wittrock
145x					#	Phaeophyceae	LAMI_KIMP	Uidentifiserte kimplanter av <i>Laminaria</i> sp./ <i>Saccharina</i> sp.
151	-	#	-	-	#	Rhodophyceae	RHODOPHYC	Rhodophyceae indet.
152	-	-	-	-	#	Phaeophyceae	PHAEOPHYC	Phaeophyceae indet.
153	-	#	#	#	#	Chlorophyceae	CHLOROPHYC	Chlorophyceae indet.
154x					#	Phaeophyceae	DICTYO_SP	<i>Dictyosiphon</i> sp.
155x					#	Phaeophyceae	ECTOCA_SP	<i>Ectocarpus</i> sp.
156x	#	#	#	#	#	Rhodophyceae	PHYM_LITH	<i>Phymatolithon</i> spp. Foslie 1898: 4./ <i>Lithothamnion</i> sp.
157x					#	Phaeophyceae	DESM_ACUL	<i>Desmarestia aculeate</i> (Linnaeus) J.V. Lamouroux
158x					#	Phaeophyceae	PYLAIE_SP	<i>Pylaiella</i> sp./ <i>Pylaiella varia</i> (Kjellman)
160x					#	Phaeophyceae	SPHA_RADI	<i>Sphacelaria radicans</i> (Dillwyn) C. Agardh

161x	#	Rhodophyceae	CERA_VIRG	<i>Ceramium virgatum</i> Roth
162x	#	Phaeophyceae	ASPERO_SP	<i>Asperococcus</i> sp. J.V. Lamouroux 1813: 277.
163x	#	Chlorophyceae	CAPSOS_SP	<i>Capsosiphon</i> sp. Gobi 1879: 88
164x	#	Phaeophyceae	ASPE_FIST	<i>Asperococcus fistulosus</i> (Hudson) W.J. Hooker

Vedlegg 9. Liste over artsgrupper som er behandlet som en art under databehandlingen for Del II.

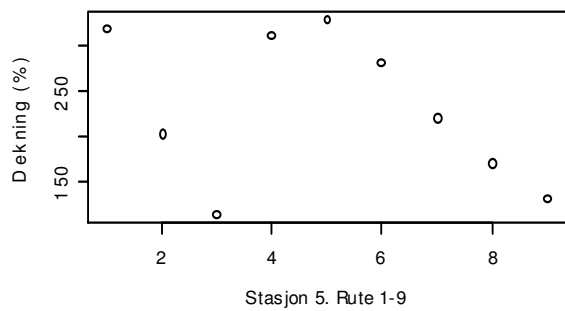
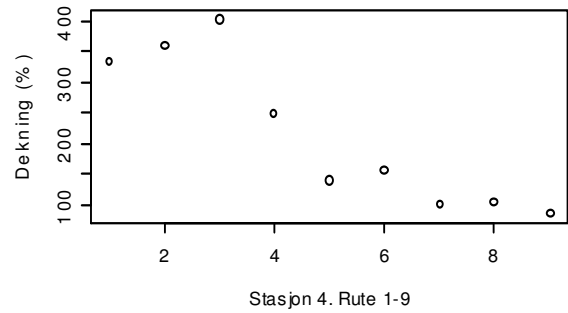
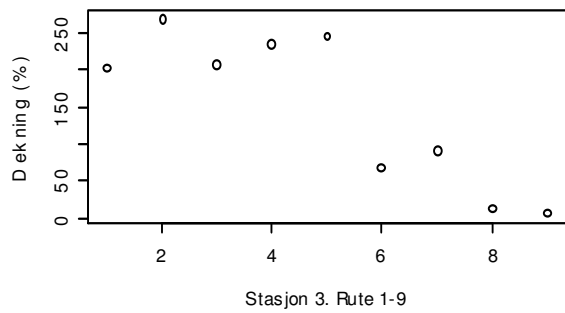
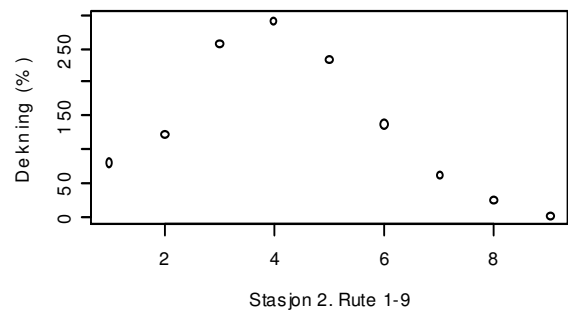
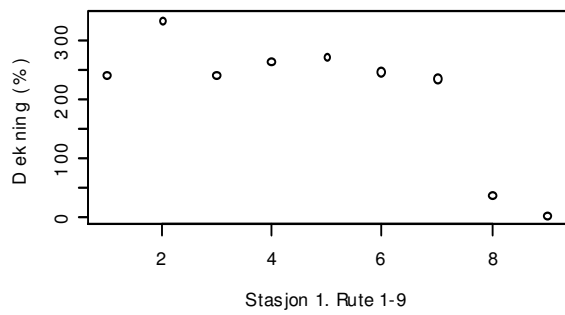
Artsnr.	Artsgruppe	Artsnr. og -grupper som blitt slått sammen med gruppen
2	<i>Ulothrix</i> sp./ <i>Urospora</i> sp.	8 <i>Ulothrix flacca</i>
35	<i>Fucus</i> sp.	37 <i>Fucus</i> spp. juvenile
38	<i>Ulva</i> sp.	81 <i>Ulva</i> spp. 89 <i>Ulva intestinalis</i>
48	<i>Sphacelaria</i> spp./S. samfunn	74 <i>Sphacelaria</i> sp.
73	<i>Chorda filum</i>	143 <i>Chorda filum</i> juvenile
82	<i>Monostroma</i> sp.	110 <i>Monostroma obscurum</i>
83	<i>Cladophora</i> sp.	18 <i>Cladophora albida</i> 102 <i>Cladophora sericea</i>
151	Rhodophyceae indet.	149 <i>Furcellaria lumbricalis</i> / <i>Polyides rotundas</i>
153	Chlorophyceae indet.	19 Uidentifiserte grønnalger voksende på fjell 137 <i>Rhizoclonium</i> sp. 140 Uidentifiserte grønnalger voksende på sediment og tang
156	<i>Phymatolithon</i> sp./ <i>Lithothamnion</i> sp.	146 <i>Ulva</i> sp./ <i>Monostroma</i> sp./ <i>Protomonostroma</i> sp. 122 <i>Phymatolithon</i> spp. 129 <i>Lithothamnion glaciale</i> 130 <i>Phymatolithon lenormandii</i>

Vedlegg 10. Bølgeeksponering og substratforhold (stabilitet og tekstur) for stasjon 1-5, hvor stabilitetsindeksen og teksturindeksen kun er beregnet ut i fra de seks laveste rutene i fjæresonen (rute 1-6). Eksponeringstallet er uendret og lik tabell 8 i resultat Del I.

Stasjonsnr./Navn	Eksponeringstall (EKSTAL)	Stabilitetsindeks (rute 1-6) (STAIND)	Teksturindeks (rute 1-6) (TEXTIND)
1 (Hamna)	21	25	33
2 (Holt)	9	35	43
3 (Elvebakken)	104	30	31
4 (Kvaløyvågen)	6	41	50
5 (Småvær)	201	100	56

Vedlegg 11. Midlere nivåforskjeller, DN (i cm) som ble brukt til å beregne teksturindeksen på stasjon 1-5 for alle ruter (rute 1-9) og for rute 1-6. Helt til høyre i tabellen står endringer av den midlere nivåforskjellen ved å endre teksturindeksen fra å beregne med rute 1-9 til rute 1-6 (i cm).

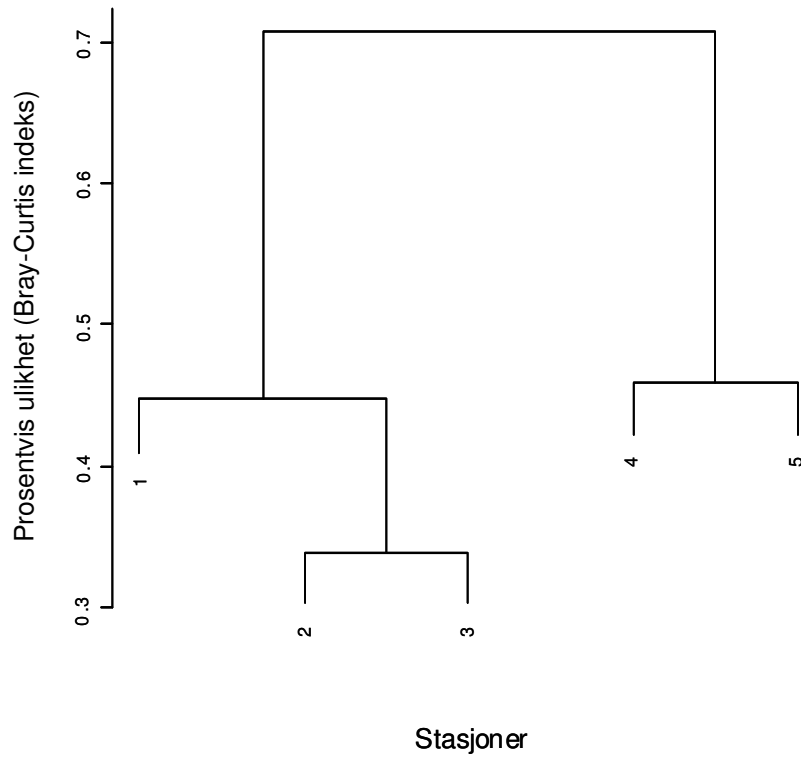
Stasjonsnr./Navn	DN for rute 1-9 (cm)	DN for rute 1-6 (cm)	Endringer (cm)
1 (Hamna)	15,5	16,5	+1,0
2 (Holt)	17,5	21,5	+4,0
3 (Elvebakken)	14,5	15,5	+1,0
4 (Kvaløyvågen)	27,0	25,0	-2,0
5 (Småvær)	34,5	28,0	-6,5



Vedlegg 12. Den totale dekingen (%) for alle alge- og lavarter ved de ulike vertikalhøydene i littoralsonen. Rute 1 er alltid den som ligger nederst i fjæra mens rute 9 ligger opp mot øvre littoralsonegrense. Vær oppmerksom på at dekningsgraden på y-aksen skifter mellom delfigurene.

Vedlegg 13. Oversikt over hvilke ruter for hvilke stasjoner som er med i de ulike nivåene. Alle nivåene er beregnet i centimeter og etter rutenes midlere høyde over Sjøkart-0.

Stasjonsnr./Navn	Nivå 1 (0-100 cm)	Nivå 2 (100-230 cm)	Nivå 3 (> 230 cm)
1 (Hamna)	1, 2, 3	4, 5, 6, 7	8, 9
2 (Holt)	1, 2, 3	4, 5, 6, 7	8, 9
3 (Elvebakken)	1, 2	3, 4, 5, 6, 7	8, 9
4 (Kvaløyvågen)	1, 2, 3	4, 5, 6, 7	8, 9
5 (Småvær)	1, 2	3, 4, 5, 6, 7, 8	9



Vedlegg 14. Klassifikasjonsanalyse av den totale dekingen (%) av alle alge- og lavarter på stasjon 1-5 for 2007-undersøkelsene, ved bruk av Bray-Curtis indeks. Dendrogrammet viser de prosentvise ulikhetene mellom stasjonene langs den vertikale aksene.

Vedlegg 15. Midlere dekning (%) av arter som skilte seg ut i korrespondanseanalysene (CA) i figur 9 og 10. Alle artene er presentert med artsgruppenummeret og i den dekningen de ble funnet på hvert vertikalnivå for hver stasjon. Nivå 1=0-100 cm over Sjøkart-0, nivå 2=100-230 cm over Sjøkart-0 og nivå 3=>230 cm over Sjøkart-0. Alle tall er rundet opp til nærmeste hele tall.

Artsgruppenr./-navn:	Sum dekning (%) per stasjon																	
	Stasjoner:			St. 1			St. 2			St. 3			St. 4			St. 5		
	Nivå:			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
(2) <i>Ulothrix</i> sp./ <i>Urospora</i> sp.	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	16	40			
(7) <i>Verrucaria maura</i>	0	0	0	0	0	5	0	8	3	0	45	86	10	45	92			
(21) <i>Pelvetia canaliculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	6	0	0	0			
(22) <i>Fucus spiralis</i>	0	0	16	0	13	2	0	8	1	0	25	0	0	0	0			
(32) <i>Alaria esculenta</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	71	2	0			
(33) <i>Laminaria digitata</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	34	0	0	28	6	0			
(41) <i>Palmaria palmata</i>	7	20	0	2	1	0	24	2	0	6	1	0	3	27	0			
(46) <i>Mastocarpus stellatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0			
(47) <i>Corallina officinalis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	1	0			
(49) <i>Rhodochorton purpureum</i>	15	1	0	2	1	0	0	0	0	26	1	0	17	1	0			
(50) <i>Scytosiphon lomentaria</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0			
(51) <i>Petalonia fascia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0			
(55) <i>Plumaria plumosa</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	16	1	0	1	0	0			
(56) <i>Membranoptera alata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	1	2	0			
(57) <i>Polysiphonia stricta</i>	1	1	0	1	1	0	3	1	0	6	1	0	3	8	0			
(58) <i>Ceramium</i> spp.	1	0	0	1	1	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0			
(59) <i>Rhodomela confervoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0			
(84) <i>Pylaiella</i> sp./ <i>Ectocarpus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0			
(85) <i>Spongonema tomentosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0			
(96) <i>Antithamnionella floccosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0			
(107) <i>Istmoplea sphaerophora</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0			
(108) <i>Spongomorpha aeruginosa</i>	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	2	5	0			
(117) <i>Bonnemaisonia hamifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0			
(136) orden <i>Ectocarpales</i>	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0			
(145) kimplante av <i>Laminaria</i> sp./ <i>Saccorhiza</i> sp.	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	7	2	0			
(151) Rhodophyceae indet.	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0			
(156) <i>Phymatolithon</i> spp./ <i>Lithothamnion</i> sp.	8	2	0	0	1	0	1	0	0	31	7	0	68	17	0			
(164) <i>Asperococcus fistulosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0			

Vedlegg 16. Dekningsgraden (%) av de 20 mest dominerende artene i 2007-undersøkelsen sammenlagt for alle ruter på stasjon 1-5, fordelt langs en eksponeringsgradient. Verdier av eksponert lokalitet er fra stasjon 5 (Småvær), intermediært eksponert verdi er fra stasjon 3 (Elvebakken) mens verdier for beskyttete lokaliteter er verdier av dekningsgradene på stasjon 1 (Hamna), 2 (Holt) og 4 (Kvaløyvågen).

Grad av bølgepåvirkning (EKSTAL)

20 dominerende arter i synkende rekkefølge (med artsgruppenr.):	Eksp.tall: Stasjoner:	Eksponert	Intermed.	Beskyttet		
		> 200 St. 5	75-200 St. 3	St. 1	St. 2	St. 4
(25) <i>Ascophyllum nodosum</i>		20	376	484	300	252
(7) <i>Verrucaria maura</i>		380	41	0	20	352
(26) <i>Fucus serratus</i>		16	160	149	64	104
(126) <i>Verrucaria mucosa</i>		80	140	64	132	72
(156) <i>Phymatolithon spp./Lithothamnion sp.</i>		236	1	104	2	120
(121) <i>Hildenbrandia rubra</i>		84	105	83	141	48
(19) Grønt belegg på fjell/stein		83	136	39	39	145
(41) <i>Palmaria palmata</i>		162	56	98	5	20
(92) <i>Pylaiella littoralis</i>		87	48	49	39	22
(22) <i>Fucus spiralis</i>		0	41	32	56	100
(48) <i>Sphacelaria samfunn/Sphacelaria spp.</i>		22	22	127	29	26
(144) <i>Monostroma grevillei</i>		8	2	150	46	5
(33) <i>Laminaria digitata</i>		89	0	1	2	100
(27) <i>Elachista fucicola</i>		41	40	32	13	44
(49) <i>Rhodochorton purpureum</i>		38	0	48	6	77
(43) <i>Cladophora rupestris</i>		37	32	14	12	65
(32) <i>Alaria esculenta</i>		152	0	0	1	0
(23) <i>Fucus vesiculosus</i>		64	68	0	0	20
(2) <i>Ulothrix sp./Urospora sp.</i>		132	0	2	3	1
(83) <i>Cladophora sp.</i>		20	13	8	55	7

Vedlegg 17. Midlere dekning (%) av indikatorarter som øker i mengde med redusert bølgeeksponering. Artene er også plassert etter tre nivå i fjæra, hvor nivå 1=0-100 cm over Sjøkart-0, nivå 2=100-230 cm over Sjøkart-0 og nivå 3=>230 cm over Sjøkart-0. Verdier av eksponert lokalitet er fra stasjon 5 (Småvær), intermediært eksponert verdi er fra stasjon 3 (Elvebakken) mens verdier for beskyttete lokaliteter er verdier av dekningsgradene på stasjon 1 (Hamna), 2 (Holt) og 4 (Kvaløyvågen).

Grad av bølgepåvirkning (EKSTAL)

Arter som <u>øker</u> i mengde med redusert eksponeringsgrad:	Eksp.tall: Stasjoner:	Eksponert	Intermed.	Beskyttet		
		> 200 St. 5	75-200 St. 3	0-50 St. 1	St. 2	St. 4
Nivå 3 (>230 cm over Sjøkart-0):						
(11) <i>Rhizoclonium riparium</i>		0	0	0	0	4
(21) <i>Pelvetia canaliculata</i>		0	0	0	0	6
(22) <i>Fucus spiralis</i>		0	1	16	2	0
Nivå 2 (100-230 cm over Sjøkart-0):						
(11) <i>Rhizoclonium riparium</i>		1	2	5	2	1
(21) <i>Pelvetia canaliculata</i>		0	0	0	0	20
(22) <i>Fucus spiralis</i>		0	8	0	13	25
(25) <i>Ascophyllum nodosum</i>		4	66	98	55	12
(42) <i>Devaleraea ramentacea</i>		0	0	2	1	0
(66) <i>Polysiphonia fucoidea</i>		0	0	0	1	0
(73) <i>Chorda filum</i>		0	1	0	1	0
(88) <i>Porphyra</i> sp.		1	0	0	0	0
(23) <i>Fucus vesiculosus</i>		11	4	0	0	5
Nivå 1 (0-100cm over Sjøkart-0):						
(11) <i>Rhizoclonium riparium</i>		1	1	4	1	6
(23) <i>Fucus vesiculosus</i>		0	24	0	0	0
(25) <i>Ascophyllum nodosum</i>		0	24	31	27	68
(42) <i>Devaleraea ramentacea</i>		0	0	8	1	1
(88) <i>Porphyra</i> sp.		0	0	1	0	1
(93) <i>Ectocarpus siliculosus</i>		0	0	1	1	0
(143) <i>Chorda filum</i> juvenile		0	0	1	1	0

Vedlegg 18. Midlere dekning (%) av indikatorarter som minker i mengde med redusert bølgeeksponering. Artene er også plassert etter tre nivå i fjæra, hvor nivå 1=0-100 cm over Sjøkart-0, nivå 2=100-230 cm over Sjøkart-0 og nivå 3= >230 cm over Sjøkart-0. Verdier av eksponert lokalitet er fra stasjon 5 (Småvær), intermediært eksponert verdi er fra stasjon 3 (Elvebakken) mens verdier for beskyttete lokaliteter er verdier av dekningsgradene på stasjon 1 (Hamna), 2 (Holt) og 4 (Kvaløyvågen).

Grad av bølgepåvirkning (EKSTAL)

Arter som <u>minker</u> i mengde med redusert eksponeringsgrad:	Eksp.tall: Stasjoner:	Eksponert	Intermed.	Beskyttet		
		> 200 St. 5	75-200 St. 3	0-50 St. 1	St. 2	St. 4
Nivå 3 (>230 cm over Sjøkart-0):						
(2) <i>Ulothrix</i> sp./ <i>Urospora</i> sp.		40	0	0	0	0
(44) <i>Acrosiphonia arcta</i>		0	0	0	1	0
Nivå 2 (100-230 cm over Sjøkart-0):						
(2) <i>Ulothrix</i> sp./ <i>Urospora</i> sp.		16	0	0	1	0
(24) <i>Fucus evanescens</i>		1	0	0	0	0
(32) <i>Alaria esculenta</i>		2	0	0	1	0
(44) <i>Acrosiphonia arcta</i>		4	1	1	6	1
(47) <i>Corallina officinalis</i>		1	0	0	0	0
(88) <i>Porphyra</i> sp.		1	0	0	0	0
(96) <i>Antithamnionella floccosa</i>		1	0	0	0	0
Nivå 1 (0-100cm over Sjøkart-0):						
(2) <i>Ulothrix</i> sp./ <i>Urospora</i> sp.		1	0	1	1	1
(24) <i>Fucus evanescens</i>		0	0	6	0	0
(32) <i>Alaria esculenta</i>		72	0	0	0	0
(44) <i>Acrosiphonia arcta</i>		1	1	2	10	3
(47) <i>Corallina officinalis</i>		4	1	0	0	0
(88) <i>Porphyra</i> sp.		0	0	1	0	1
(96) <i>Antithamnionella floccosa</i>		5	0	0	0	0

Vedlegg 19. Midlere dekning (%) av de store tang- og tarebelteartene for ulike vertikalnivå i littoralsonen langs en eksponeringsgradient. Tallene er midlere verdier av alle rutene for de stasjonene og er rundet opp til hele prosent. Verdier av eksponert lokalitet er fra stasjon 5 (Småvær), intermediært eksponert verdi er fra stasjon 3 (Elvebakken) mens verdier for beskyttete lokaliteter er verdier av dekningsgradene på stasjon 1 (Hamna), 2 (Holt) og 4 (Kvaløyvågen).

Grad av bølgepåvirkning (EKSTAL)

Brunalgebelter (artgr.nr. og navn)	Eksponeringstall: Stasjoner:	Eksponert	Intermed.	Beskyttet		
		> 200 St. 5	75-200 St. 3	St. 1	2	4
Nivå 3 (>230 cm over Sjøkart-0):						
(21) <i>Pelvetia canaliculata</i>		0	0	0	0	6
(22) <i>Fucus spiralis</i>		0	1	16	2	0
Nivå 2 (100-230 cm over Sjøkart-0):						
(21) <i>Pelvetia canaliculata</i>		0	0	0	0	20
(22) <i>Fucus spiralis</i>		0	8	0	13	25
(23) <i>Fucus vesiculosus</i>		11	4	0	0	5
(24) <i>Fucus evanescens</i>		1	0	0	0	0
(25) <i>Ascophyllum nodosum</i>		4	66	98	55	12
(26) <i>Fucus serratus</i>		3	0	1	0	0
(32) <i>Alaria esculenta</i>		2	0	0	1	0
(33) <i>Laminaria digitata</i>		6	0	0	1	0
(34) <i>Saccharina latissima</i>		0	0	3	0	0
Nivå 1 (0-100cm over Sjøkart-0):						
(23) <i>Fucus vesiculosus</i>		0	24	0	0	0
(24) <i>Fucus evanescens</i>		0	0	6	0	0
(25) <i>Ascophyllum nodosum</i>		0	24	31	27	68
(26) <i>Fucus serratus</i>		0	80	50	22	35
(32) <i>Alaria esculenta</i>		72	0	0	0	0
(33) <i>Laminaria digitata</i>		28	0	1	0	34
(34) <i>Saccharina latissima</i>		0	0	2	0	0

Vedlegg 20. Dekningsgraden (%) av tangbeltene sammenlagt for hver stasjon i 2007.

Artsgruppenr./ -navn:	Dekningsgrad (%)				
	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5
(21) <i>Pelvetia canaliculata</i>	0	0	0	92	0
(22) <i>Fucus spiralis</i>	32	56	41	100	0
(23) <i>Fucus vesiculosus</i>	0	0	68	20	64
(24) <i>Fucus evanescens</i>	16	0	0	0	4
(25) <i>Ascophyllum nodosum</i>	484	300	376	252	20
(26) <i>Fucus serratus</i>	149	64	160	104	16
(32) <i>Alaria esculenta</i>	0	1	0	0	152
(33) <i>Laminaria digitata</i>	1	2	0	100	89
(34) <i>Saccharina latissima</i>	16	0	0	0	0

Vedlegg 21. Dekningsgraden (%) av de ti mest dominerende artene totalt for alle prøveruter per stasjon i 2007.

Artsgruppenr./-navn:	Dekningsgrad (%)
Stasjon 1 (Hamna)	
(25) <i>Ascophyllum nodosum</i>	484
(144) <i>Monostroma grevillei</i>	150
(26) <i>Fucus serratus</i>	149
(48) <i>Sphacelaria samfunn/Sphacelaria</i> spp.	127
(156) <i>Phymatolithon</i> spp./ <i>Lithothamnion</i> sp.	104
(41) <i>Palmaria palmata</i>	98
(121) <i>Hildenbrandia rubra</i>	83
(90) <i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	70
(126) <i>Verrucaria mucosa</i>	64
(92) <i>Pylaiella littoralis</i>	49
Stasjon 2 (Holt)	
(25) <i>Ascophyllum nodosum</i>	300
(121) <i>Hildenbrandia rubra</i>	141
(126) <i>Verrucaria mucosa</i>	132
(26) <i>Fucus serratus</i>	64
(22) <i>Fucus spiralis</i>	56
(83) <i>Cladophora</i> sp.	55
(44) <i>Acrosiphonia arcta</i>	51
(144) <i>Monostroma grevillei</i>	46
(92) <i>Pylaiella littoralis</i>	39
(19) Grønt belegg på fjell/stein	39
Stasjon 3 (Elvebakken)	
(25) <i>Ascophyllum nodosum</i>	376
(26) <i>Fucus serratus</i>	160
(126) <i>Verrucaria mucosa</i>	140
(19) Grønt belegg på fjell/stein	136
(121) <i>Hildenbrandia rubra</i>	105
(23) <i>Fucus vesiculosus</i>	68
(41) <i>Palmaria palmata</i>	56
(92) <i>Pylaiella littoralis</i>	48
(22) <i>Fucus spiralis</i>	41
(7) <i>Verrucaria maura</i>	41

Stasjon 4 (Kvaløyvågen)

(7) <i>Verrucaria maura</i>	352
(25) <i>Ascophyllum nodosum</i>	352
(19) Grønt belegg på fjell/stein	145
(156) <i>Phymatolithon</i> spp./ <i>Lithothamnion</i> sp.	120
(26) <i>Fucus serratus</i>	104
(33) <i>Laminaria digitata</i>	100
(22) <i>Fucus spiralis</i>	100
(21) <i>Pelvetia canaliculata</i>	92
(49) <i>Rhodochorton purpureum</i>	77
(126) <i>Verrucaria mucosa</i>	72

Stasjon 5 (Småvær)

(7) <i>Verrucaria maura</i>	380
(156) <i>Phymatolithon</i> spp./ <i>Lithothamnion</i> sp.	236
(41) <i>Palmaria palmata</i>	162
(32) <i>Alaria esculenta</i>	152
(2) <i>Ulothrix</i> sp./ <i>Urospora</i> sp.	132
(33) <i>Laminaria digitata</i>	89
(92) <i>Pylaiella littoralis</i>	87
(121) <i>Hildenbrandia rubra</i>	84
(19) Grønt belegg på fjell/stein	83
(126) <i>Verrucaria mucosa</i>	80

Tabell 22. Rådata fra stasjon 1 i 1983. Oversikt over alle makroalge- og lavartenes dekning (%) av de ulike prøverutene ved ulike vertikalhøyder i littoralsonen (de opprinnelige rutenumrene står helt til venstre i tabellen). Alle data er hentet fra NIVA-undersøkelsen "Basisundersøkelse i Tromsøsund og Nordbotn 1983" (Oug et al., 1985). Forkortelsene av navnene henspeler på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8).

Rutenr. Midlere rutehøyde 1983 2007 (cm)			Dekningsgrad (%) av ulike arter ved ulike vertikalhøyder (cm over Sjøkart-0).											
			FUCU_SPIR	FUCU_VESI	ASCO_NODO	FUCU_SERR	ELAC_FUCI	POLY_LANO	LAMI_DIGI	SACC_LATI	PALM_PALM	DEVA_RAME	CLAD_RUPE	
16	1	34	0	0	0	80	1	0	0	16	1	16	0	
15	2	46	0	0	0	100	1	0	4	0	1	20	1	
14	3	69	0	0	12	100	1	0	1	0	4	24	0	
13	4	86	0	0	44	60	1	1	1	0	4	8	1	
12	5	103	0	0	100	16	1	4	4	0	12	4	0	
11	6	111	0	1	72	48	1	1	0	0	52	12	0	
10	7	135	0	1	100	16	1	4	0	0	44	0	0	
9	8	127	0	0	100	16	0	1	1	0	64	1	0	
8	9	152	0	1	100	0	0	1	0	0	40	1	0	
7	10	170	0	4	96	0	0	0	0	0	8	1	0	
6	11	201	0	4	100	0	0	1	0	0	0	0	4	
5	12	212	100	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	
4	13	226	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	14	238	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			ACRO_ARCT	CHON_CRIS	SPHACE_SA	RHOD_PURP	CYST_PURP	DUMO_CONT	MEMB_ALAT	POLY_STRI	FURC_LUMB	SPHA_PLUM	CERA_RUBR	
16	1	34	1	4	52	1	0	0	0	0	4	0	0	
15	2	46	0	8	1	4	0	0	0	0	0	1	0	
14	3	69	0	32	0	28	0	0	0	1	1	1	0	
13	4	86	8	32	60	16	4	0	1	0	1	0	4	
12	5	103	12	16	64	4	4	0	1	1	0	0	1	
11	6	111	4	28	60	1	0	0	0	0	0	0	0	
10	7	135	1	1	20	1	0	0	0	0	1	0	1	
9	8	127	8	12	40	1	0	0	0	4	0	0	4	
8	9	152	0	4	28	0	0	1	0	0	1	0	0	
7	10	170	0	8	8	0	0	0	0	0	1	0	0	
6	11	201	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	12	212	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	13	226	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	14	238	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

			MONOST_SP	PYLA_ECTO	COLA_MEMB	PORP_PURP	DICT_FOEN	SPON_AERU	HILD_RUBR	RALFSI_SP	VERR_MUCO	CLAT_CIRC
16	1	34	12	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15	2	46	4	4	0	1	1	1	0	0	0	0
14	3	69	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0
13	4	86	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0
12	5	103	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11	6	111	2	1	0	0	0	0	1	1	1	0
10	7	135	0	4	1	0	0	0	1	0	4	0
9	8	127	1	0	0	0	1	0	1	1	4	0
8	9	152	0	0	0	0	0	0	16	0	4	0
7	10	170	0	0	0	0	0	0	32	0	8	0
6	11	201	0	0	0	0	0	0	60	0	40	0
5	12	212	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0
4	13	226	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
3	14	238	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0

			RHODOPHYC	CHLOROPHYC	PHYM_LITH
16	1	34	0	0	0
15	2	46	0	0	1
14	3	69	0	1	8
13	4	86	0	0	0
12	5	103	0	0	0
11	6	111	1	0	0
10	7	135	0	0	8
9	8	127	0	0	1
8	9	152	0	0	0
7	10	170	0	0	1
6	11	201	0	0	0
5	12	212	0	1	0
4	13	226	0	8	0
3	14	238	0	0	0

Tabell 23. Rådata fra stasjon 1 i 2007. Oversikt over alle makroalge- og lavartenes dekning (%) av de ulike prøverutene ved ulike vertikalhøyder i littoralsonen. Forkortelsene av navnene henspeler på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8)

Rute- nr. 2007	Midlere rutehøyde (cm)	Dekningsgrad (%) av ulike arter ved ulike vertikalhøyder (cm over Sjøkart-0).											
		ULOT_UROS	RHIZ_RIPA	FUCU_SPIR	FUCU_EVAN	ASCO_NODO	FUCU_SERR	ELAC_FUCI	POLY_LANO	LAMI_DIGI	SACC_LATI	FUCUS_SP	ULVA_SP
1	60	1	1	0	0	0	52	8	0	0	4	1	0
2	80	0	1	0	16	52	48	16	1	0	0	0	0
3	98	1	8	0	0	40	48	8	1	1	0	0	1
4	131	0	8	0	0	100	1	0	4	0	12	0	1
5	151	0	4	0	0	100	0	0	0	0	0	1	0
6	170	0	4	0	0	92	0	0	1	0	0	0	1
7	204	0	1	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
8	231	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	272	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		PALM_PALM	DEVA_RAME	CLAD_RUPE	ACRO_ARCT	CHON_CRIS	SPHACE_SA	RHOD_PURP	CYST_PURP	DUMO_CONT	MEMB_ALAT	POLY_STRI
1	60	1	4	0	4	4	4	4	0	1	0	1
2	80	12	16	0	1	8	12	40	1	1	0	1
3	98	8	4	0	1	0	13	1	4	0	0	0
4	131	28	4	0	1	4	9	1	20	8	1	1
5	151	24	0	1	0	4	60	1	4	4	0	0
6	170	24	1	1	1	0	25	1	1	1	0	0
7	204	1	0	12	0	1	4	0	1	0	1	0
8	231	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	272	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		CERAM_SPP	CHOR_FLAG	CERA_RUBR	CHOR_FILU	ACRO_SOND	POLYSI_SP	CLADOP_SP	PORPHY_SP	DICT_FOEN	DICT_CHOR	PYLA_LITT	ECTO_SILI
1	60	0	1	0	1	4	0	0	1	40	1	12	0
2	80	1	20	0	0	0	0	0	0	20	0	16	1
3	98	0	8	1	0	0	0	1	0	8	0	4	0
4	131	0	0	4	0	1	1	1	0	1	0	8	0
5	151	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	4	0
6	170	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0
7	204	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0
8	231	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	272	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		ECTO_FASC	ULVA_LACT	LEAT_DIFF	EUDE_VIRE	AUDOUI_SP	ISTH_SPHA	SPON_AERU	POLY_ROTU	HILD_RUBR	VERR_MUCO	STICTY_SP	ECTOCARP
1	60	0	1	0	0	1	0	0	0	4	0	1	0
2	80	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1
3	98	1	8	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
4	131	0	16	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1
5	151	0	8	0	0	0	0	1	1	12	8	0	1
6	170	0	4	0	0	0	0	1	0	32	16	0	1
7	204	0	0	0	0	0	0	0	0	32	40	0	0
8	231	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
9	272	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		MONO_GREV	LAMI_KIMP	RHODOPHYC	PHAEOPHYC	CHLOROPHYC	DICTYO_SP	ECTOCA_SP	PHYM_LITH	DESM_ACUL	PYLAIE_SP
1	60	80	0	0	1	1	1	1	0	0	0
2	80	12	1	0	0	0	0	8	24	0	0
3	98	48	1	0	1	12	0	1	0	1	1
4	131	8	0	1	1	9	0	1	4	0	0
5	151	1	0	1	0	8	0	0	16	0	0
6	170	1	0	1	1	8	0	0	24	0	0
7	204	0	0	1	0	0	0	0	36	0	0
8	231	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
9	272	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Tabell 24. Rådata fra stasjon 3 i 1982. Oversikt over alle makroalge- og lavartenes dekning (%) av de ulike prøverutene ved ulike vertikalhøyder i littoralsonen (de opprinnelige rutenumrene står helt til venstre i tabellen). Alle data er hentet fra Lein og Oug sine littoralsamfunnsundersøkelser fra 1982 (upubl. data). Forkortelsene av navnene henspiller på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8)

Rutenr.			Dekningsgrad (%) av ulike arter ved ulike vertikalhøyder (cm over Sjøkart-0).										
1982	2007	Midlere rutehøyde (cm)	VERR_MAU	RHIZ_RIP	FUCU_SPI	FUCU_VES	ASCO_NOD	FUCU_SER	ELAC_FUC	PALM_PAL	DEVA_RAM	ACRO_ARC	CHON_CRI
13	1	48	0	1	0	0	0	100	4	4	0	0	0
12	2	67	0	0	0	12	8	80	4	4	0	0	0
11	3	81	0	0	0	48	24	16	1	1	1	1	0
10	4	95	0	0	0	36	40	0	1	1	0	1	1
9	5	111	0	0	0	0	64	0	0	1	0	1	0
8	6	132	0	0	0	20	76	0	4	0	0	0	0
7	7	149	4	0	0	12	76	0	1	0	0	0	0
6	8	165	0	0	24	24	100	0	0	0	0	0	0
5	9	179	4	0	0	20	80	0	1	0	0	0	0

			MAST_STEL	CORA_OFFI	SPHACE_SA	CYST_PURP	DUMO_CONT	POLY_STRI	FURC_LUMB	SPHA_PLUM	MONOST_SP	CLADOP_SP	PYLA_ECTO
13	1	48	0	1	1	1	4	0	1	1	0	0	0
12	2	67	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
11	3	81	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
10	4	95	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
9	5	111	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
8	6	132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
7	7	149	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6	8	165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	9	179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

			DICT_FOEN	HILD_RUBR	RALFSI_SP	VERR_MUCO
13	1	48	0	0	0	0
12	2	67	0	1	4	1
11	3	81	1	20	0	4
10	4	95	0	24	4	1
9	5	111	0	24	0	36
8	6	132	0	12	8	8
7	7	149	0	12	0	4
6	8	165	0	20	4	16
5	9	179	0	8	0	0

Tabell 25. Rådata fra stasjon 3 i 2007. Oversikt over alle makroalge- og lavartenes dekning (%) av de ulike prøverutene ved ulike vertikalhøyder i littoralsonen. Forkortelsene av navnene henspeler på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8)

Rute- Midlere nr. rutehøyde (cm)		Dekningsgrad (%) av ulike arter ved ulike vertikalhøyder (cm over Sjøkart-0).												
		VERR_MAU	RHIZ_RIP	FUCU_SPI	FUCU_VES	ASCO_NOD	FUCU_SER	ELAC_FUC	FUCUS_SP	PALM_PAL	CLAD_RUP	ACRO_ARC	CHON_CRI	
1	71	0	1	0	0	0	100	24	0	24	0	0	4	
2	94	0	1	0	48	48	60	16	0	24	1	1	4	
3	133	0	1	0	20	100	0	0	1	4	1	0	0	
4	166	0	4	0	0	100	0	0	2	4	24	1	0	
5	186	0	1	0	0	96	0	0	0	0	6	1	0	
6	211	12	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	
7	212	24	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	243	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	285	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

		CORA_OFF	SPHACE_SA	DUMO_CON	POLY_STR	SPHA_PLU	CERA_RUB	CHOR_FIL	CLADOP_SP	PYLA_ECT	PYLA_LIT	AUDOUI_SP	SPON_AER
1	71	1	16	4	4	1	0	0	1	1	4	1	1
2	94	1	4	0	1	1	1	0	1	0	28	0	0
3	133	0	1	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0
4	166	0	1	0	1	0	0	4	4	0	8	1	0
5	186	0	0	0	1	0	0	0	6	0	4	0	0
6	211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	285	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		HILD_RUBR	VERR_MUCO	ECTOCARP	MONO_GREV	RHODOPHYC	PHAEOPHYC	CHLOROPHYC	ECTOCA_SP	PHYM_LITH	CAPSOS_SP
1	71	0	0	0	1	0	0	12	0	1	0
2	94	1	8	0	1	1	1	17	0	0	0
3	133	16	28	0	0	0	0	29	0	0	0
4	166	28	36	1	0	0	0	16	0	0	1
5	186	48	60	0	0	0	0	20	1	0	0
6	211	4	4	0	0	0	0	16	0	0	0
7	212	8	4	0	0	0	0	16	0	0	0
8	243	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
9	285	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0

Tabell 26. Rådata fra stasjon 4 i 1982. Oversikt over alle makroalge- og lavartenes dekning (%) av de ulike prøverutene ved ulike vertikalhøyder i littoralsonen (de opprinnelige rutenumrene står helt til venstre i tabellen). Alle data er hentet fra Lein og Oug sine littoralsamfunnsundersøkelser fra 1982 (upubl. data). Forkortelsene av navnene henspiller på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8)

			Dekningsgrad (%) av ulike arter ved ulike vertikalhøyder (cm over Sjøkart-0).										
Rutenr.	Midlere rutehøyde												
1982	2007	(cm)	VERR_MAU	PELV_CANA	FUCU_SPIR	FUCU_VESI	ASCO_NODO	FUCU_SERR	ELAC_FUCI	LAMI_DIGI	PALM_PALM	DEVA_RAME	CLAD_RUPE
15	1	39	0	0	0	0	0	100	0	8	0	0	1
14	2	56	0	0	0	0	40	44	1	84	1	0	0
13	3	60	0	0	0	0	92	8	0	68	1	1	0
12	4	71	0	0	0	0	100	24	1	84	0	0	0
11	5	86	0	0	0	0	100	16	1	72	4	0	0
10	6	105	0	0	0	0	100	4	4	32	20	0	0
9	7	122	0	0	0	4	100	0	0	12	12	0	0
8	8	147	0	0	0	16	100	0	0	12	12	0	0
7	9	169	0	0	0	40	60	0	0	0	1	0	12
6	10	192	12	1	36	0	0	0	0	0	0	0	0
5	11	204	16	20	28	0	0	0	0	0	0	0	0
4	12	203	16	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			CHON_CRIS	SPHACE_SA	RHOD_PURP	CYST_PURP	DUMO_CONT	PLUM_PLUM	MEMB_ALAT	POLY_STRI	RHOD_CONF	SPHA_PLUM	MONOST_SP
15	1	39	1	1	4	1	1	0	0	1	0	0	0
14	2	56	4	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
13	3	60	16	40	24	1	0	0	1	1	0	0	1
12	4	71	4	4	28	1	0	0	0	1	0	0	1
11	5	86	8	28	1	4	0	8	1	0	0	0	1
10	6	105	0	36	4	0	0	20	8	0	0	1	1
9	7	122	4	60	1	0	0	24	8	0	4	0	1
8	8	147	4	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	9	169	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	10	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	11	204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	12	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

			PYLA_ECTO	COLA_MEMB	HILD_RUBR	RALFSI_SP	VERR_MUCO	PHYM_LITH
15	1	39	1	1	1	0	0	8
14	2	56	0	0	12	0	0	1
13	3	60	0	0	0	0	0	8
12	4	71	0	0	1	0	0	4
11	5	86	0	0	1	0	0	0
10	6	105	0	12	4	0	0	4
9	7	122	0	0	4	0	0	4
8	8	147	0	0	52	8	8	24
7	9	169	0	0	24	8	32	20
6	10	192	0	0	4	0	12	0
5	11	204	0	0	1	0	4	0
4	12	203	0	0	1	0	0	0

Tabell 27. Rådata fra stasjon 4 i 2007. Oversikt over alle makroalge- og lavartenes dekning (%) av de ulike prøverutene ved ulike vertikalhøyder i littoralsonen. Forkortelsene av navnene henspeiler på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8)

Rute- Midlere		Dekningsgrad (%) av ulike arter ved ulike vertikalhøyder (cm over Sjøkart-0).												
nr.	rutehøyde													
2007	(cm)	ULOT_UROS	VERR_MAU	RHIZ_RIP	PELV_CANA	FUCU_SPIR	FUCU_VESI	ASCO_NODO	FUCU_SERR	ELAC_FUCI	LAMI_DIGI	FUCUS_SP	PALM_PALM	
1	47	0	0	0	0	0	0	16	80	40	36	1	0	
2	95	0	0	12	0	0	0	88	24	4	32	0	4	
3	87	1	0	4	0	0	0	100	0	0	32	4	12	
4	156	0	32	1	0	0	20	48	0	0	0	1	4	
5	188	0	52	0	20	40	0	0	0	0	0	0	0	
6	201	0	44	0	16	56	0	0	0	0	0	0	0	
7	203	0	52	0	44	4	0	0	0	0	0	0	0	
8	232	0	92	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	252	0	80	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

		DEVA_RAME	CLAD_RUPE	ACRO_ARCT	CHON_CRIS	SPHACE_SA	RHOD_PURP	CYST_PURP	PLUM_PLUM	MEMB_ALAT	POLY_STRI	CERAM_SPP	CHOR_FLAG
1	47	1	20	4	1	1	60	0	0	0	1	0	8
2	95	0	1	4	20	16	12	32	28	8	12	0	0
3	87	0	24	1	20	8	4	4	20	12	4	4	0
4	156	0	20	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0
5	188	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	252	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		CLADOP_SP	PYLA_ECTO	PORPHY_SP	DICT_FOEN	PYLA_LITT	ECTO_FASC	ULVA_LACT	AUDOUI_SP	SPON_AERU	HILD_RUBR	VERR_MUCO	MONO_GREV
1	47	0	0	0	2	8	1	0	1	1	4	0	1
2	95	5	0	0	0	12	0	1	0	0	4	0	4
3	87	1	1	1	0	1	0	1	0	1	20	0	0
4	156	1	0	0	0	1	0	0	1	0	16	48	0
5	188	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12	0
6	201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
7	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	252	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		LAMI_KIMP	RHODOPHYC	PHAEOPHYC	CHLOROPHYC	ECTOCA_SP	PHYM_LITH	SPHA_RADI	ASPE_FIST
1	47	0	0	1	32	1	12	0	1
2	95	1	1	1	13	8	0	12	0
3	87	1	1	1	40	0	80	0	0
4	156	1	0	1	20	0	28	0	0
5	188	0	0	0	12	0	0	0	0
6	201	0	0	0	28	0	0	0	0
7	203	0	0	0	1	0	0	0	0
8	232	0	0	0	0	0	0	0	0
9	252	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabell 28. Rådata fra stasjon 5 i 1982. Oversikt over alle makroalge- og lavartenes dekning (%) av de ulike prøverutene ved ulike vertikalhøyder i littoralsonen (de opprinnelige rutenumrene står helt til venstre i tabellen). Alle data er hentet fra Lein og Oug sine littoralsamfunnsundersøkelser fra 1982 (upubl. data). Forkortelsene av navnene henspiller på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8)

			Dekningsgrad (%) av ulike arter ved ulike vertikalhøyder (cm over Sjøkart-0).										
Rutenr.	Midlere rutehøyde	(cm)											
1982	2007		ULOT_UROS	PORP_UMBI	BANG_FUSC	VERR_MAU	XANT_PARI	FUCU_SPIR	FUCU_VESI	FUCU_EVAN	ASCO_NODO	FUCU_SERR	ELAC_FUCI
18	1	123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	2	150	1	1	0	0	0	0	16	4	0	0	0
16	3	139	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
15	4	140	0	0	0	0	0	0	4	12	0	4	4
14	5	166	8	0	0	0	0	0	84	0	0	4	4
13	6	183	8	4	8	12	0	1	56	0	0	4	8
12	7	217	12	12	0	0	0	4	64	0	1	0	0
11	8	207	16	0	0	24	0	32	4	0	12	0	0
10	9	229	4	1	0	52	0	8	0	0	0	0	0
2	10	330	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
			ALAR_ESCU	LAMI_DIGI	ULVA_SP	PALM_PALM	CLAD_RUPE	ACRO_ARCT	MAST_STEL	CORA_OFFI	RHOD_PURP	SCYT_LOME	PETA_FASC
18	1	123	4	1	0	8	0	24	0	4	0	1	1
17	2	150	0	0	0	20	0	12	0	0	0	0	0
16	3	139	4	4	0	44	0	28	8	20	0	0	0
15	4	140	0	0	0	56	4	4	24	1	0	0	0
14	5	166	0	0	0	36	1	0	4	0	4	0	0
13	6	183	0	0	0	12	8	0	4	0	0	0	0
12	7	217	0	0	0	4	8	0	0	0	1	0	0
11	8	207	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0
10	9	229	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	10	330	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

			PETA_ZOST	PLUM_PLUM	MEMB_ALAT	POLY_STRI	RHOD_CONF	MONOST_SP	PYLA_ECTO	SPON_TOME	PYLA_LITT	HILD_RUBR
18	1	123	1	0	0	12	1	4	24	0	0	40
17	2	150	1	0	0	0	0	1	48	4	0	60
16	3	139	1	0	0	8	0	1	32	0	0	12
15	4	140	4	0	1	8	0	1	28	0	8	12
14	5	166	0	0	1	0	0	0	0	0	4	12
13	6	183	0	0	1	1	0	0	0	0	0	16
12	7	217	0	1	0	0	0	0	0	0	0	16
11	8	207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
10	9	229	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	10	330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

			RALFSI_SP	VERR_MUCO	PHYM_LITH
18	1	123	0	0	24
17	2	150	0	0	4
16	3	139	1	0	8
15	4	140	1	0	8
14	5	166	1	0	20
13	6	183	0	12	8
12	7	217	0	48	0
11	8	207	0	16	1
10	9	229	0	0	0
2	10	330	0	0	0

Tabell 29. Rådata fra stasjon 5 i 2007. Oversikt over alle makroalge- og lavartenes dekning (%) av de ulike prøverutene ved ulike vertikalhøyder i littoralsonen. Forkortelsene av navnene henspeler på de fire første bokstavene i slekt- og artsnavnet til arten eller den gruppen de er slått sammen med (Vedlegg 8)

Rute- Midlere nr. rutehøyde 2007 (cm)		Dekningsgrad (%) av ulike arter ved ulike vertikalhøyder (cm over Sjøkart-0).											
		ULOT_UROS	VERR_MAU	RHIZ_RIP	FUCU_VES	FUCU_EVAN	ASCO_NOD	FUCU_SERR	ELAC_FUCI	POLY_LANO	ALAR_ESCU	LAMI_DIGI	FUCUS_SP
1	48	1	0	0	0	0	0	0	0	0	92	32	0
2	72	0	20	1	0	0	0	0	0	0	52	24	0
3	122	2	16	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0
4	128	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0
5	161	0	40	0	28	0	0	12	20	0	8	8	0
6	179	4	20	0	24	0	12	4	12	0	0	0	0
7	201	20	80	1	8	0	8	0	4	1	0	1	1
8	212	65	88	0	4	0	0	0	1	0	0	0	4
9	275	40	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		PALM_PALM	CLAD_RUPE	ACRO_ARCT	CHON_CRIS	MAST_STEL	CORA_OFFI	SPHACE_SA	RHOD_PURP	SCYT_LOME	PETA_FASC	PLUM_PLUM
1	48	4	1	1	0	1	0	20	32	0	0	1
2	72	1	0	1	0	0	8	1	1	0	0	0
3	122	32	0	4	0	0	4	0	1	1	0	0
4	128	68	0	12	0	20	1	0	1	8	4	0
5	161	36	1	1	4	4	0	0	1	1	0	0
6	179	20	12	4	1	0	0	1	1	12	1	0
7	201	1	22	1	0	1	1	0	0	0	0	0
8	212	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0
9	275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		MEMB_ALAT	POLY_STRI	CERAM_SPP	RHOD_CONF	SPHA_PLUM	CERA_RUBR	ACRO_SOND	CLADOP_SP	SPON_TOME	PORPHY_SP	PYLA_LITT
1	48	1	4	1	1	0	1	1	0	0	0	1
2	72	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	122	0	1	0	0	0	0	0	1	4	0	1
4	128	0	8	0	8	0	0	0	0	4	0	28
5	161	1	20	0	4	0	0	0	0	0	0	28
6	179	8	16	0	8	1	0	0	1	4	0	24
7	201	0	1	0	0	0	0	0	17	1	0	4
8	212	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
9	275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		ECTO_FASC	ULVA_LACT	ANTI_FLOC	AUDOUI_SP	ISTH_SPHA	SPON_AERU	BONN_HAMI	HILD_RUBR	VERR_MUCO	ECTOCARP	MONO_GREV
1	48	0	0	8	1	0	4	0	12	0	4	0
2	72	0	0	1	0	0	0	0	12	0	0	1
3	122	1	0	0	1	1	4	0	4	0	0	1
4	128	0	0	0	0	16	12	0	32	0	0	0
5	161	0	0	0	1	8	1	0	20	0	0	1
6	179	1	1	0	1	1	4	0	4	72	4	1
7	201	0	1	1	1	0	4	1	0	8	0	4
8	212	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
9	275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		LAMI_KIMP	RHODOPHYC	PHAEOPHYC	CHLOROPHYC	ECTOCA_SP	PHYM_LITH
1	48	12	1	1	2	0	80
2	72	1	1	0	20	0	56
3	122	1	0	1	20	0	4
4	128	0	0	0	1	1	40
5	161	8	1	1	40	0	32
6	179	1	0	0	1	1	0
7	201	0	1	0	1	1	24
8	212	0	0	0	0	0	0
9	275	0	0	0	0	0	0

Vedlegg 30. Antall ruter og de vertikalhøyder over Sjøkart-0 som ble kartlagt for undersøkelsene i 1982, 1983 og 2007.

Stasjonsnr./Navn/År	Antall ruter/delprøver	Vertikalhøyder som ble undersøkt (cm)
Stasjon 1 (Hamna)		
(1983)	14	34-238
(2007)	9	60-272
Stasjon 2 (Holt)		
(1982)	-	-
(2007)	9	50-271
Stasjon 3 (Elvebakken)		
(1982)	9	48-179
(2007)	9	71-285
Stasjon 4 (Kvaløyvågen)		
(1982)	12	39-203
(2007)	9	47-252
Stasjon 5 (Småvær)		
(1982)	10	123-330
(2007)	9	48-275

Vedlegg 31. Antall åpne sektorer med åpent hav (uten landområder) for ulike himmelretninger og ulike radiuser rundt lokalitetene. Baardseth (1970) sin sektormetode, modifisert av Tangen (1976) og Oug et al. (1985), består av 36 sektorer fordelt på 12 himmelretninger for tre ulike radiuser rundt lokalitetene. Sektordataene ble brukt under kalkulasjonene av eksponeringstallet (Lign. 1).

Himmelretninger		Sektordata				
		Antall sektorer (totalt 3 per himmelretning) med åpent hav rundt lokaliteten ved ulike himmelretninger og sektorradiuser.				
Soner	Grader	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5
Radius r=0,5 km						
V1	345-14	3	3	1	0	0
V2	15-44	3	2	0	0	0
V3	45-74	3	0	0	2	0
V4	75-104	0	0	0	3	0
V5	105-134	0	0	0	3	0
V6	135-164	0	0	0	3	0
V7	165-194	0	0	1	1	0
V8	195-224	0	0	3	0	0
V9	225-254	1	2	3	0	0
V10	255-284	3	3	3	0	0
V11	285-314	3	3	3	0	1
V12	315-344	3	3	3	0	1
Radius r=7,5 km						
V1	345-14	0	0	0	0	0
V2	15-44	0	0	0	0	0
V3	45-74	2	0	0	0	0
V4	75-104	0	0	0	0	0
V5	105-134	0	0	0	0	0
V6	135-164	0	0	0	0	0
V7	165-194	0	0	0	0	0
V8	195-224	0	0	2	0	0
V9	225-254	0	0	0	0	0
V10	255-284	0	0	0	0	0
V11	285-314	0	0	1	0	1
V12	315-344	0	0	1	0	1

Radius r=100 km

V1	345-14	0	0	0	0	0
V2	15-44	0	0	0	0	0
V3	45-74	0	0	0	0	0
V4	75-104	0	0	0	0	0
V5	105-134	0	0	0	0	0
V6	135-164	0	0	0	0	0
V7	165-194	0	0	0	0	0
V8	195-224	0	0	0	0	0
V9	225-254	0	0	0	0	0
V10	255-284	0	0	0	0	0
V11	285-314	0	0	0	0	0
V12	315-344	0	0	0	0	1

Vedlegg 32. Midlere vindmålingsverdier for de siste fem årene hentet fra Meteorologisk institutt sin eksterne klimadataside (www.eklima.no). Disse vinddataene ble brukt under kalkulasjonene av eksponeringstallet og er hentet fra de nærmeste værstasjonene for tidsperioden 2002-2006 (Tab. 2).

Himmelretninger		Vinddata				
		Antall observasjoner for FF horisontalt og FF vertikalt for alle tilgjengelige måneder (NMT) kl. 01:00, 07:00, 13:00, 19:00 fra årene 2002-2006 (2005 for st. 5)				
Soner	Grader	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5
V1	345-14	9,50	5,80	5,80	9,50	19,72
V2	15-44	12,07	12,24	12,24	12,07	5,28
V3	45-74	4,28	6,70	6,70	4,28	0,57
V4	75-104	2,19	1,83	1,83	2,19	0,50
V5	105-134	1,30	0,75	0,75	1,30	0,61
V6	135-164	4,49	1,23	1,23	4,49	79,38
V7	165-194	31,32	32,02	32,02	31,32	17,54
V8	195-224	28,68	38,16	38,16	28,68	16,65
V9	225-254	9,18	5,28	5,28	9,18	5,97
V10	255-284	8,53	4,85	4,85	8,53	4,37
V11	285-314	2,66	4,69	4,69	2,66	6,52
V12	315-344	1,98	2,30	2,30	1,98	17,43



Vedlegg 33a. Markert kant med algelte på stasjon 4 (Kvaløyvågen), sett fra siden.



Vedlegg 33b. Markert kant med algelte på stasjon 4 (Kvaløyvågen), sett ovenifra.



Vedlegg 33c. Bilde av kråkeboller (trolig arten *Stroglyocentrotus droebachiensis*) nedenfor den markerte kanten av algebeltet i littoralsonen på stasjon 4 (Kvaløyvågen).

