

Den bentiske makroalgevegetasjonen på Lista

Hva har skjedd på 50 år?

Katharina Nøkling-Eide



Masteroppgave
Seksjon for akvatisk biologi og toksikologi
60 studiepoeng

Institutt for biovitenskap
Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

UNIVERSITETET I OSLO

Juni 2020

Den bentiske makroalgevegetasjonen på Lista

Hva har skjedd på 50 år?

Av
Katharina Nøkling-Eide

Seksjon for akvatisk biologi og toksikologi
Institutt for biovitenskap
Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

UNIVERSITETET I OSLO

Juni 2020

© Katharina Nøkling-Eide

2020

Den bentiske makroalgevegetasjonen på Lista – Hva har skjedd på 50 år?

Katharina Nøkling-Eide

<http://www.duo.uio.no/>

Trykk: Reprosentralen, Universitetet i Oslo

Sammendrag

Bentiske makroalger kan fortelle oss om hvordan miljøforholdene i et område har vært over en lengre periode. De er fastvoksende, og kan ikke flykte fra faktorer som økende sjøtemperatur, næringsberikelse av vannmasser eller introduksjon av fremmede arter. Høy menneskelig påvirkning vil sette sine spor i algefloraen, og nettopp derfor er det gunstig å studere bentiske makroalger for å oppdage økosystemer i endring. I denne masteroppgaven er den bentiske makroalgevegetasjonen på Lista, en halvøy helt sørvest i Norge, undersøkt med tanke på algenes horisontale utbredelse og innbyrdes vertikale sonering. Resultatene fra denne undersøkelsen er sammenlignet med resultater fra en fykologisk undersøkelse gjort ved de samme lokalitetene for omtrent 50 år siden. For å kunne oppdage om menneskelig påvirkning har økt på 50 år, er det lagt særlig vekt på å teste om økende sjøtemperatur og økt næringstilførsel i vannmassene har preget algefloraen på Lista, i form av flere sørlige og fremmede arter, og med eutrofieringstilstander.

Resultatene fra denne undersøkelsen viser at den bentiske makroalgevegetasjonen har endret seg på 50 år over hele Lista, og at innmarsjen av nye arter er hovedårsaken til den observerte endringen ved de fleste lokalitetene. De nye artene er enten nye for lokaliteten, eller de er nye for hele undersøkelsesområdet. At noen arter har forsvunnet fra lokaliteten i løpet av 50 år, forklarer også en betydelig del av den observerte endringen ved flere av lokalitetene. Undersøkelsesområdet er delt i to, der halvparten av lokalitetene er definert som «ytre», fordi de ligger eksponert til, og den andre halvparten er definert som «indre», fordi de ligger beskyttet til. Felles for alle de ytre lokalitetene er at de har endret seg mindre enn de indre lokalitetene. Den endringen som er observert ved de ytre lokalitetene, skyldes hovedsakelig at oddsen for å finne fremmede arter og sørlige arter har endret seg signifikant på 50 år, og at sannsynligheten for å finne disse artene har økt. Fordi sørlige og fremmede arter ofte er mer varmekjære enn stedeegne arter, er den økte forekomsten av disse artene trolig en konsekvens av økt sjøtemperatur.

Forekomsten av fremmede arter er nærmest ikke-eksisterende i det indre området, mens forekomsten av andre sørlige arter har økt. I det indre området er økt næringstilgang også en viktig årsak til den observerte endringen. Det er tydelige tegn på eutrofiering ved flere av de indre lokalitetene, som blant annet høye grønnalgeandeler, dominerende *Ulva*-assosiasjoner, overvekt av forgrenede, opportunistiske alger og høy grad av epifyttisme. Algefloraen i det ytre området er ikke preget av eutrofiering i samme grad som i det indre området. Det er foreslått at denne forskjellen skyldes at det indre området er sårbart for nye stressfaktorer, som økt næringstilgang, fordi lokalitetene her ligger mer beskyttet til og vannutskiftningen er dårligere.

Tolker man resultatene fra denne undersøkelsen, er det tydelig at menneskelig påvirkning har satt sine spor i algefloraen på Lista. Eutrofiering og klimaendringer, i form av økt sjøtemperatur, stikker seg ut som hovedårsakene til den observerte endringen på 50 år. Annen menneskelig aktivitet, som innføring av fremmede arter med økt båttrafikk og bruk av ballastvann, gjør seg også gjeldende som bidragende faktorer. Det må likevel nevnes at flere av lokalitetene har gjennomgått færre endringer, og preges av friske algesamfunn lignende de for 50 år siden.

Forord

Først og fremst vil jeg takke mine to veiledere, professor Stein Fredriksen og professor Tove Margrethe Gabrielsen, for muligheten til å gjennomføre denne masteroppgaven og for hyggelig feltarbeid på Lista. En spesiell takk til Stein for å ha tatt alle bildene i felt, og for veldig god veiledning gjennom hele prosessen, i alt fra planlegging, feltarbeid, identifisering på lab og skriving. Jeg vet ikke hvor mange timer du har brukt på å diskutere ulike momenter ved denne oppgaven, eller svart på de utallige e-postene mine, men det er mange!

Da det ble foreslått at jeg skulle undersøke algevegetasjonen på Lista, og gå i fotsporene til en tidligere hovedfagsstudent ved Universitetet i Oslo, Gunnar Røinaas, prøvde jeg å finne ut hvem denne personen var. Jeg sendte ut e-poster og meldinger til ukjente adresser og telefonnumre og håpet på det beste. Plutselig en dag ringte Røinaas tilbake. En mann på nesten 80 år, som akkurat hadde funnet herbariet sitt fra Lista. Vi hadde en hyggelig telefonsamtale, og han kunne gi meg nøyaktige beskrivelser av hvor han hadde syklet rundt og undersøkt algevegetasjonen på Lista for 50 år siden. For dette er jeg meget takknemlig, fordi jeg har hatt god hjelp av disse forklaringene da vi skulle finne tilbake til de samme lokalitetene.

Det er flere personer som har hjulpet meg i denne prosessen, og disse vil jeg gjerne rette en stor takk til. Professor emeritus Jan Rueness har lært meg å farge rødalgekjerner for lettere å kunne skille mellom de to slektene *Callithamnion* og *Aglaothamnion*. Professor Tom Andersen har hjulpet meg med statistikken, og postdoktor Luka Supraha har hjulpet meg med tekniske ting, som å ta bilder med fluorescensmikroskop eller å lage kart. Ellers vil jeg også takke alle studenter og ansatte på AKVA for en hyggelig tid, og spesielt til leserom 4317 for «effective working», og noe mindre effektive stunder.

Jeg vil takke familie og venner for støtte og inspirasjon gjennom hele masteren, og for at dere har vært så interessert i det jeg driver med.

Sist, men ikke minst, vil jeg takke min kjære Ask for å ha vært der hele tiden, for å ha hjulpet meg med bildene i Photoshop, og for å ha gjort denne masteren til den lykkeligste tiden i mitt liv.

Blindern juni 2020
Katharina Nøklung-Eide

Innholdsfortegnelse

| | |
|---|------------|
| 1 Introduksjon | 1 |
| 2 Materialer og metoder | 5 |
| 2.1 Det undersøkte området..... | 5 |
| 2.2 Lokalitetsbeskrivelser | 11 |
| 2.3 Feltarbeid..... | 17 |
| 2.4 Arbeid på laboratoriet..... | 18 |
| 2.5 Dataanalyse | 19 |
| 3 Resultater | 21 |
| 3.1 Algevegetasjonen i området | 21 |
| 3.1.1 Algeassosiasjoner | 21 |
| 3.1.2 Algenes vertikale utbredelse..... | 30 |
| 3.2 Endringer på 50 år | 34 |
| 3.2.1 Samfunnsanalyse | 35 |
| 3.2.2 Eutrofiering | 40 |
| 3.3 Systematisk del..... | 41 |
| 4 Diskusjon | 80 |
| 4.1 Hva har ikke endret seg på 50 år og hvorfor?..... | 80 |
| 4.1.1 Salinitet og temperatur | 80 |
| 4.1.2 Eksponering..... | 82 |
| 4.1.3 Topografi og substrat..... | 84 |
| 4.1.4 Biotiske faktorer | 84 |
| 4.2 Hva har endret seg på 50 år og hvorfor? | 85 |
| 4.2.1 Økende sjøtemperatur..... | 86 |
| 4.2.2 Fremmede arter..... | 88 |
| 4.2.3 Eutrofiering | 89 |
| 4.3 Feilkilder | 91 |
| 5 Konklusjon | 92 |
| 6 Referanser | 94 |
| Appendiks I – VI | 100 |
| Appendiks I | 101 |
| Appendiks II:..... | 111 |
| Appendiks III..... | 112 |
| Appendiks IV: | 115 |
| Appendiks V..... | 116 |
| Appendiks VI | 123 |

1 Introduksjon

Havet er i endring. Det kan utallige forskningsrapporter, og alle pengene som årlig bevilges til havforskning bevitne (Behrenfeld et al., 2006; Finansdepartementet, 2020; Harley et al., 2006; IPCC, 2018). Mye av endringen skyldes menneskenes hyppige bruk av fossile brensler, slik at mengden drivhusgasser i atmosfæren øker og temperaturen stiger. Når temperaturen stiger på land, stiger den også i havet, noe de økende sjøtemperaturer verden over viser (IPCC, 2018). Menneskenes stadig ekspanderende kultivering av både sjø og land, har også påvirket havet og ført til endringer i miljøforholdene, særlig i kyststrøk. Avrenning fra landbruk og avfallsprodukter fra oppdrettsanlegg i akvakulturen, fører til en berikelse av næringsstoffer i vannmassene utover de naturlige svingningene, og kan igjen føre til eutrofieringssituasjoner lokalt og i større skala (Bennett et al., 2001; Howarth, 2008; Talbot og Hole, 1994). Akvakulturen har i tillegg brakt med seg ubudne gjester inn i nye farvann. Historien viser at kultivering av én art, ofte fører med seg en introduksjon av en annen (Lüning, 1990). Båttrafikk, bruk av ballastvann og flytting av større menneskelige konstruksjoner, har også ført til at arter introduseres og etableres i nye områder (Page et al., 2006; Rodríguez og Suárez, 2001). Når disse endringene kun representerer en liten del av de endringene havet gjennomgår i vår tid, sier det seg at det er essensielt å studere og overvåke marine økosystemer, for å kunne forstå hvordan disse endringene kan skape kaskadeeffekter i havet, som til slutt vil påvirke oss mennesker.

Å studere bentiske makroalger er et godt sted å starte når en skal studere marine økosystemer. Alger utgjør en stor og divers organismegruppe, og er en viktig byggestein i mange kystøkosystemer verden over. Makroalgene er representert i tre store fyla: Rhodophyta (rødalger), Chlorophyta (grønnalger) og Ochrophyta, der brunalgene er samlet i klassen Phaeophyceae i sistnevnte fylum. Makroalgesamfunn yter en rekke økosystemtjenester, der deres dominerende primærproduksjon i kystsonen er en av de viktigste (Krause-Jensen og Duarte, 2016). I tillegg er makroalgene, og særlig tareskoger, et viktig habitat for mange andre marine organismer. Makroalgene i tareskoger er produsenter i flere næringskjeder, og legger grunnlaget for hele bentiske næringsnett (Fredriksen, 2003). De kan også utgjøre et uunnværlig tilfluktssted for mange kommersielt utnyttede arter, som for eksempel torskeyngel (Gotceitas et al., 1995). Endringer i makroalgesamfunn vil derfor kunne få store konsekvenser, både økologiske og økonomiske. Da er det fordelaktig at det er forholdsvis enkelt å oppdage miljøendringer når en studerer makroalgesamfunn. Bentiske makroalger er fastvoksende og kan ikke flykte fra ugunstige miljøforhold. Der fytoplankton vil gi et øyeblikksbilde over miljøforholdene, som for eksempel at vannmassene er fulle av næringssalter under våroppblomstringen, kan makroalgevegetasjonen gi et bilde av miljøforholdene over lengre tid (Fredriksen og Rueness, 1990).

Når nivåene av næringsstoffer øker i vannmassene over en kort periode, som under våroppblomstringen med høye forekomster av nitrogen og fosfor, har ikke dette innvirkninger på makroalgevegetasjonen. Den økte tilgangen på næringsstoffer skyldes naturlige svingninger, og er ikke et resultat av menneskelig påvirkning. Det er først når vannmassene anrikes med næringsstoffer alloktont at et eutrofieringstilfelle kan observeres i makroalgevegetasjonen. Eutrofiering brukes til å betegne prosesser med negative miljøkonsekvenser som følger økte

mengder næringsstoffer i vannmassene (Fredriksen, 2011). En slik prosess kan observeres i makroalgesamfunn der andelen grønnalger er veldig høy i forhold til andelen av rødalger og brunalger (Bokn, 1978). Grønnalger har oftere en opportunistisk livshistoriestrategi og en større evne til å utnytte økte mengder næringsalter i vannmassene, enn saktevoksende og flerårige brunalger, som ikke øker produksjonen med økt tilgang på næringsalter. Fint forgrenede, eller tynne, bladaktige rødalger og brunalger med stor overflate, har også evnen til å øke produksjonen i eutrofierte vannmasser. Disse algene betegnes ofte som «lurv», og i nyere tid har det blitt vanligere å observere algesamfunn dominert av disse lurvealgene. Bare i Skagerrak har 80 % av sukkertareengene gjennomgått et regimeskifte til lurvesamfunn siden begynnelsen av 2000-tallet (Moy og Christie, 2012). Denne trenden observeres også andre steder i verden, blant annet i tareskogene i Australia og Canada, og forskere tror eutrofiering og global oppvarming er de to viktigste årsakene bak disse observasjonene (Filbee-Dexter og Wernberg, 2018).

I tillegg til at økte sjøtemperaturer kan bidra til å presse friske tareskoger mot et regimeskifte, er det flere kjente konsekvenser av temperaturøkning en kan observere i et makroalgesamfunn. I Norge defineres sørlige arter som de artene med en nordlig grense langs norskekysten (Husa et al., 2007), og som også finnes lenger sør i Europa. Brattegaard og Holthe (1997) har laget en stor oversikt over sørlige arter fra alle marine makroorganismegrupper i Norge. En økt forekomst av sørlige algearter langs Norges kyst er å forvente med økte sjøtemperaturer. De fleste av de sørlige artene begrenses av kalde sommer- og vintertemperaturer, og med varmere somre og vintre, kan de krype lenger nord. Slike biogeografiske skift kan bidra til å endre konkurranseforholdet mellom stedegne arter, og føre til enda større endringer i makroalgesamfunnet i et område. Den økte forekomsten av fremmede algearter som ikke hører hjemme i norske farvann, ifølge Fremmedartslisten 2018 (Artsdatabanken, 2018), vil bidra til å forsterke denne endringen i konkurranseevnen hos stedegne arter. Bentske makroalger lever i en konstant kamp om ledig substrat, lys og nok næringsstoffer (Carpenter, 1990). Den økte forekomsten av sørlige og fremmede arter kan bidra til å erstatte de norske algesamfunnene slik vi kjenner dem i dag (Breeman, 1990). Nye algesamfunn fører ikke nødvendigvis til positive eller negative konsekvenser for oss, men vil sannsynligvis føre til endringer høyere opp i næringskjeden (Nicastro et al., 2013).

For å kunne oppdage de trendene i algesamfunn som er beskrevet ovenfor, og sette inn tiltak for å bremse endringene før økosystemene gjennomgår et regimeskifte med ukjente konsekvenser, er en nødt til å undersøke områder som er undersøkt tidligere. Dette gjelder også selv om en skulle oppdage at algesamfunnene ikke har gjennomgått endringer, og at tiltak ikke er nødvendige. I Norge er algevegetasjonen, særlig i de store tareskogene, godt kartlagt i forhold til i andre deler av verden (Araújo et al., 2016), men på 1800- og starten av 1900-tallet var de fleste fykologiske undersøkelser lagt i nærheten av byer med vitenskapelige institusjoner, som Oslo, Bergen og Trondheim (Rueness, 1966). Sørlandets algeflora var lite undersøkt inntil en større tysk ekspedisjon «Pommerania» undersøkte makroalgevegetasjonen rundt Arendal i 1871 (Magnus, 1873). Videre ble det foretatt undersøkelser av Mandals skjærgård i 1930 (Arwidsson, 1936), og senere ble det gjort tre omfattende hovedfagsarbeider langs Agderkysten (Rueness, 1966; Røinaas, 1968; Åsen, 1978). Rueness (1966) undersøkte makroalge-

vegetasjonen i det daværende Aust-Agder, mens Røinaas (1968) og Åsen (1978) undersøkte makroalgevegetasjonen i det tidligere Vest-Agder.

I begge hovedfagsarbeidene fra Vest-Agder ble lokaliteter på Lista undersøkt. Særlig Røinaas (1968) gjorde en omfattende fykologisk undersøkelse av både eksponerte, moderat eksponerte og beskyttede lokaliteter langs hele kystlinjen av denne halvøyen helt sørvest i Norge. I senere tid har overvåkingen av den bentiske makroalgevegetasjonen på Lista og resten av Sørlandet økt, særlig i forbindelse med NIVAs jevnlige undersøkelser av miljøtilstanden i strandsonen (Jacobsen og Moy, 1992; Kroglund, 2008; Molvær, 1998; Molvær og Jacobsen, 1996; Øxnevad et al., 2019). NIVAs strandsonundersøkelser er en del av et større langtidsovervåkningsprogram, som tar for seg både hydrografi, hydrokjemi, plankton, og samfunn på hardbunn og bløtbunn, og går ikke like i detalj på algediversiteten som en fullstendig fykologisk undersøkelse (Moy, 2004). De fleste undersøkelsene gjort på Lista i senere tid er dessuten gjort i nærheten av Farsund by, og ikke på nord- og vestsiden av halvøyen. Flere av lokalitetene til Røinaas (1968) på Lista er derfor ikke undersøkt på over 50 år, og legger grunnlaget for nye, interessante undersøkelser i området.

Fra Røinnas' hovedfagsarbeid i perioden 1965-1968 foreligger det detaljerte artslistene, beskrivelser av algeassosiasjoner og profiler av algenes innbyrdes vertikale sonering fra alle lokalitetene han besøkte. I tillegg til at de fleste av disse lokalitetene ikke er undersøkt på nytt, gir dette et perfekt grunnlag for sammenligning av den bentiske makroalgevegetasjonen der i dag og for over 50 år siden. Derfor har jeg valgt Lista som undersøkelsesområde i denne masteren. I tillegg er Lista et spennende område rent fykologisk sett, fordi halvøyen ligger der Skagerrak møter Nordsjøen, og har noen områder som blir utsatt for store svev fra Atlanterhavet, og andre områder som ligger svært beskyttet til inne i terskelfjorden Framvaren. Mange alger finnes dessuten enten sørøst eller nordvest for Agder (Åsen, 1978), og dersom dette bildet har endret seg på 50 år kan det indikere at temperaturisokliner har flyttet seg, eller at tidligere dørstokkarter nå har etablert seg som fremmede arter i Norge. Hovedmålet i denne masteren blir derfor å undersøke den bentiske makroalgevegetasjonen på Lista, og sammenligne den med algevegetasjonen på Lista for omtrent 50 år siden. For å oppnå dette målet skal makroalgenes horisontale utbredelse og innbyrdes vertikale sonering undersøkes, og tre hypoteser testes. Den første hypotesen skal teste om den bentiske makroalgevegetasjonen på Lista har endret seg eller ikke, og er formulert som følgende:

H₀₁: Den bentiske makroalgevegetasjonen på Lista har ikke endret seg på 50 år.

H_{a1}: Den bentiske makroalgevegetasjonen på Lista har endret seg på 50 år.

For enkelhetens skyld, er den bentiske makroalgevegetasjonen også kalt «algevegetasjon» heretter. Fordi menneskelig aktivitet har ført til økende sjøtemperaturer og næringsberikelser av vannmasser, er de to neste hypotesene formulert slik at de kan teste om disse faktorene har påvirket algevegetasjonen på Lista eller ikke:

H₀₂: Sørilige arter og fremmede arter har ikke endret utbredelsen sin på Lista siden 1968.

H_{a2}: Sørilige arter og fremmede arter har endret utbredelsen sin på Lista siden 1968.

H₀₃: De undersøkte lokalitetene på Lista er ikke preget av eutrofiering.

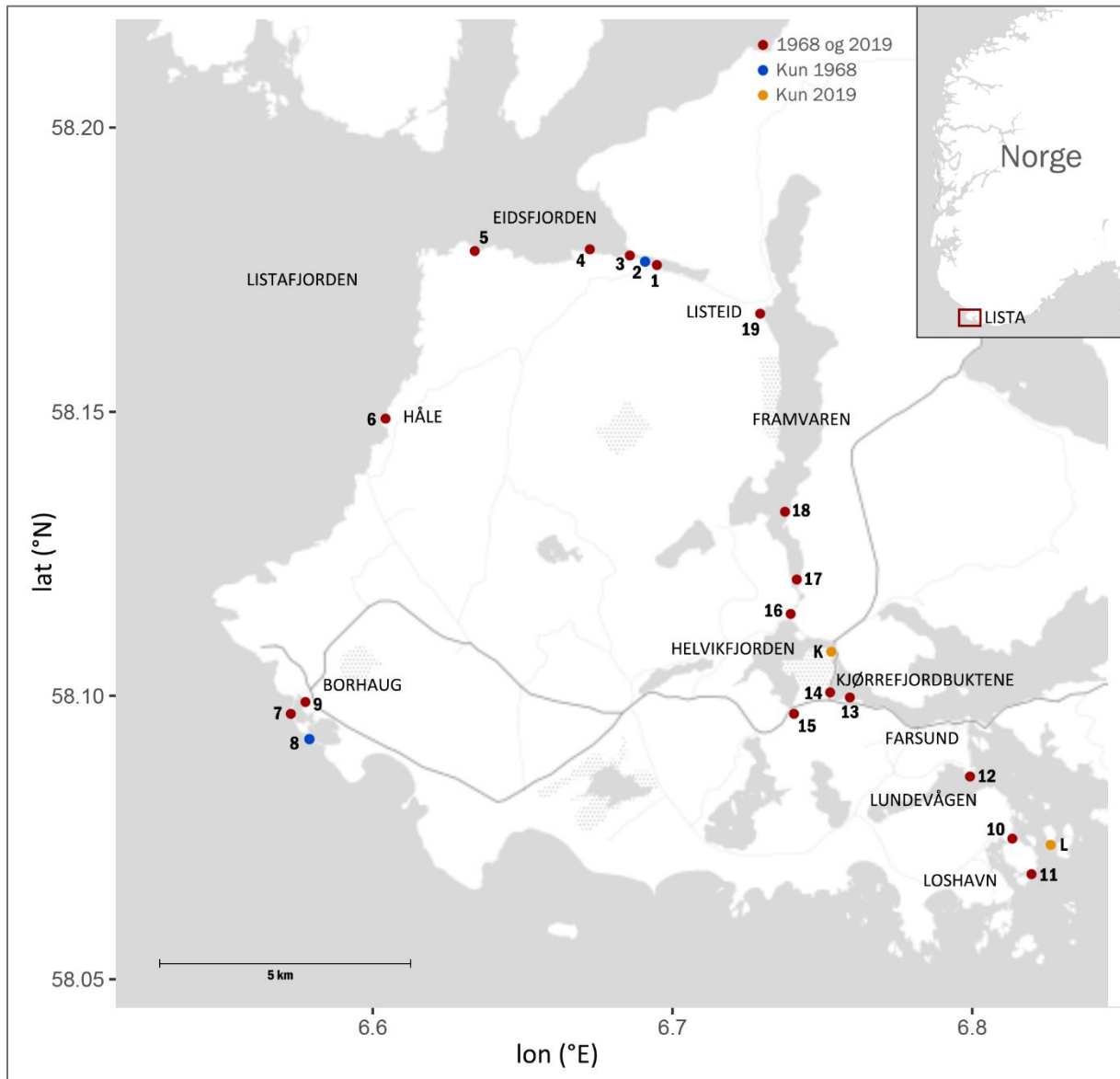
H_{a3}: De undersøkte lokalitetene på Lista er preget av eutrofiering.

Ved å teste disse hypotesene vil en få resultater som kan fortelle noe om hva som har skjedd på Lista i løpet av 50 år. Disse resultatene kan sammenlignes med resultater fra andre fykologiske arbeider gjort i nyere tid, og kanskje kan noen av funnene gjort i denne undersøkelsen settes i en større sammenheng i norsk algeflora.

2 Materialer og metoder

2.1 Det undersøkte området

For å fange opp sesongmessige variasjoner i algenes artsrikdom og vertikale soneringsprofil på Lista, ble feltarbeidet og innsamling av algemateriale utført 1.–5. april (vår) og 16.–20. september (høst) 2019. I løpet av vår- og høstinnsamlingen ble totalt 19 lokaliteter besøkt. 17 av disse ble også undersøkt av Røinaas (1968), to var nye i denne undersøkelsen og to av de undersøkte lokalitetene i 1968 ble ikke undersøkt i 2019, se figur 2.1. De besøkte lokalitetene omfatter områder med svært ulike topografiske og hydrografiske forhold. For lokalitetenes eksponeringsgrad, salinitet, område på Lista og vanntypenavn, se tabell 2.1.



Figur 2.1: Kart over Lista og plassering av lokalitetene. Lokaliteter markert med rødt ble besøkt både i 1968 og 2019, lokaliteter markert med blått ble kun besøkt i 1968, og lokaliteter markert med gult ble kun besøkt i 2019.

Tabell 2.1: Oversikt over indre og ytre lokaliteter og deres fysiske egenskaper. Eksponeringsgrad, salinitet, område og vanntypenavn er hentet fra vann-nett.no. Røinaas' system følges når en lokalitet er definert som indre eller ytre.

| Lokalitet | Indre/Ytre | Eksponeringsgrad | Salinitet | Område | Vanntypenavn |
|-----------|------------|------------------|---------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 1 | Ytre | Moderat | Euhalin (>30) | Eidsfjord | Moderat eksponert kyst |
| 3 | Ytre | Moderat | Euhalin (>30) | Eidsfjord | Moderat eksponert kyst |
| 4 | Ytre | Moderat | Euhalin (>30) | Eidsfjord | Moderat eksponert kyst |
| 5 | Ytre | Moderat | Euhalin (>30) | Listafjorden | Moderat eksponert kyst |
| 6 | Ytre | Høy | Euhalin (>30) | Flekkefjord Ytre | Åpen eksponert kyst |
| 7 | Ytre | Høy | Euhalin (>30) | Lindesnes-Lista | Åpen eksponert kyst |
| 9 | Ytre | Høy (men molo) | Euhalin (>30) | Lindesnes-Lista | Åpen eksponert kyst |
| 10 | Ytre | Beskyttet | Euhalin (>30) | Indre Spindsfjorden - Håøysundet | Beskyttet kyst/fjord |
| 11 | Ytre | Høy | Euhalin (>30) | Lindesnes-Lista | Åpen eksponert kyst |
| L | Ytre | Beskyttet | Euhalin (>30) | Indre Spindsfjorden - Håøysundet | Beskyttet kyst/fjord |
| 12 | Indre | Beskyttet | Euhalin (>30) | Indre Spindsfjorden - Farsund | Beskyttet kyst/fjord |
| 13 | Indre | Beskyttet | Polyhalin (18 - 30) | Kjørrefjord-buktene* | Oksygenfattig fjord |
| 14 | Indre | Beskyttet | Polyhalin (18 - 30) | Kjørrefjord-buktene* | Oksygenfattig fjord |
| K | Indre | Beskyttet | Polyhalin (18 - 30) | Kjørrefjord-buktene* | Oksygenfattig fjord |
| 15 | Indre | Beskyttet | Polyhalin (18 - 30) | Helvikfjorden | Ferskvannspåvirket beskyttet fjord |
| 16 | Indre | Beskyttet | Polyhalin (18 - 30) | Helvikfjorden | Ferskvannspåvirket beskyttet fjord |
| 17 | Indre | Beskyttet | Mesohalin (5 - 18) | Framvaren | Oksygenfattig fjord |
| 18 | Indre | Beskyttet | Mesohalin (5 - 18) | Framvaren | Oksygenfattig fjord |
| 19 | Indre | Beskyttet | Mesohalin (5 - 18) | Framvaren | Oksygenfattig fjord |

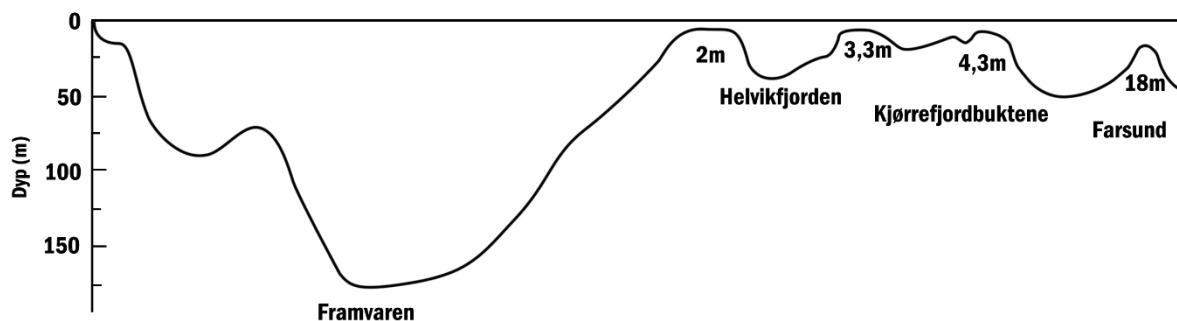
*Ikke hentet fra vann-nett.no, men fra Strøm (1936).

Topografi

Lista er en halvøy helt sørvest i Norge, i Agder fylke, se figur 2.1. Den er forbundet med fastlandet over et 1 km langt strekke ved Listeid, og ellers er det et stort fjordkompleks som skiller halvøya fra fastlandet. Dette fjordkomplekset består av terskelfjordene Framvaren, Helvikfjorden, Kjørrefjordbuktene, Lyngdalsfjorden og Åptafjorden, der de tre førstnevnte har

blitt undersøkt i dette arbeidet, se tabell 2.1. Framvaren ligger innenfor Helvikfjorden, og er det man kan kalle en lukket terskelfjord. Det er kun et 15 m bredt sund som forbinder Framvaren med resten av fjordkomplekset, og terskeldypet er på 2 m. På sitt dypeste er Framvaren 177 m, og den strekker seg over 8,5 km (Kolstad, 1973). Opptil 300 m høye fjell rammer inn Framvaren, og det er flere bekker og fosser som renner ut i fjorden.

Helvikfjorden og Kjørrefjordbuktene utgjør fjordbassengene før Framvaren, og har terskeldyp på henholdsvis 3,3 og 4,3 m. Disse bassengene er vesentlig grunnere enn Framvaren, og maksdypet ligger på 36 m i Helvikfjorden og 20 m i Kjørrefjordbuktene, se figur 2.2. Helt nord på Lista ligger Eidsfjord, og også dette er en terskelfjord med to fjordbassenger; Pollen og Indre pollen, der det ytre terskeldypet er 4 m og det indre terskeldypet er 1 m. Eidsfjorden skiller seg likevel ganske mye fra det indre fjordkomplekset, fordi bølgeeksponeringsgraden er høyere her, se tabell 2.1.



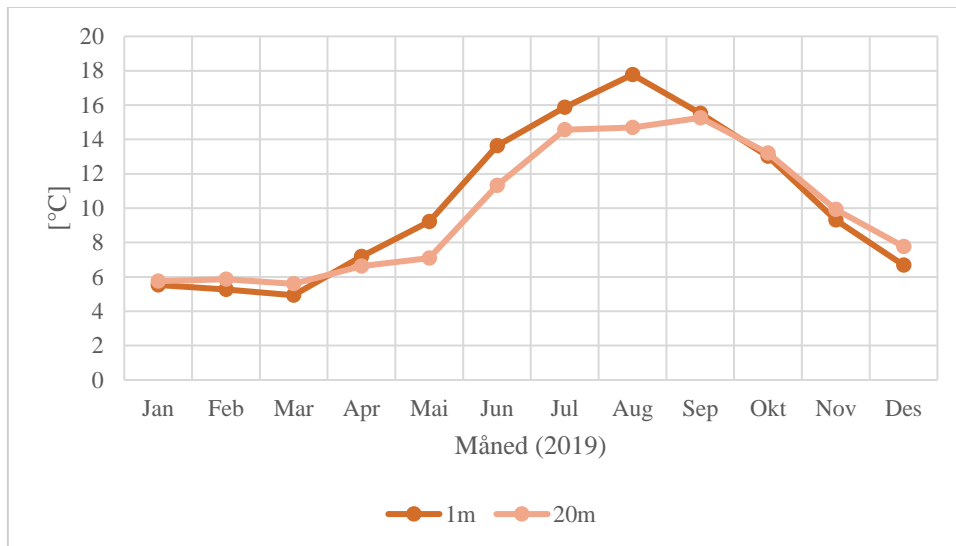
Figur 2.2: Det indre fjordkomplekset med dets bassenger og terskeldyp. Framvaren ligger innerst, lengst unna åpent hav. Figuren er bearbeidet etter Strøm (1936).

Resten av Lista består av eksponert kyst med relativt lite skjærgård. Det er noen øyer, holmer og skjær rundt Farsund, men resten av kyststrekningen ligger helt åpen. Helningsvinkelen på strendene varierer fra bratte fjell på den nordvestlige delen, til slakt skrånende svaberg på den sørlige delen, og en langgrunn rullesteinstrand ved Borhaug (Røinaas, 1968). Bunnen består stort sett av fjell, stein eller sand ved de fleste av lokalitetene.

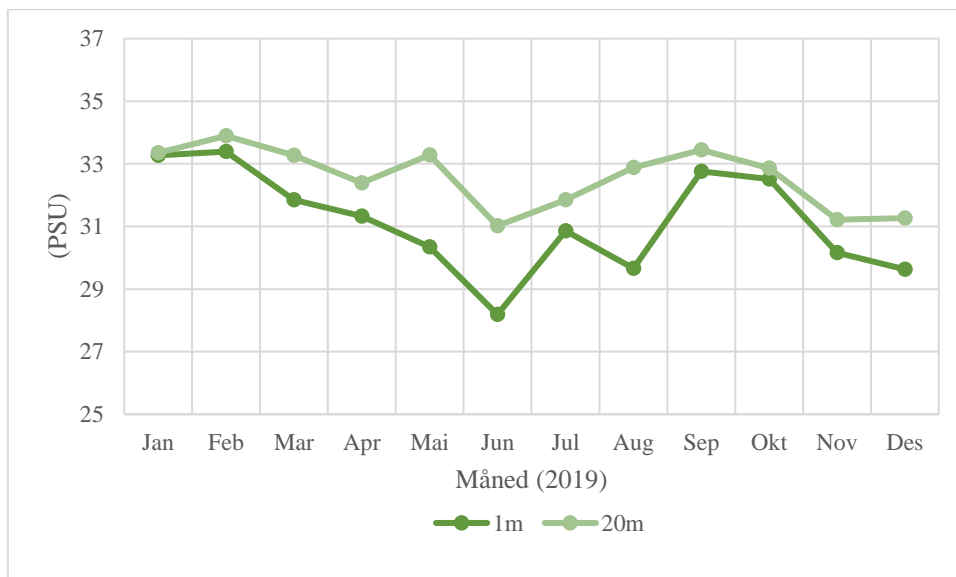
Hydrografi

Lista ligger akkurat på grensen mellom Skagerrak og Nordsjøen (defineres som økoregion «Nordsjøen sør» av vann-nett.no (2020)), og påvirkes i stor grad av den norske kyststrøm. Vannet her kommer opprinnelig fra Østersjøen, og fraktes inn i Skagerrak med den baltiske strøm. Vannet i Østersjøen er mindre salt enn Atlanterhavsvann, og ved sitt utspring vil den norske kyststrømmen være preget av sterk stratifisering: Et varmere, mindre salt overflatelag fra den baltiske strøm vil legge seg over et kaldere og saltere dypvannslag. Denne stratifiseringen vil være særlig gjeldene på våren og forsommeren, når ferskvannstrømmen fra elver og fjorder er på sitt sterkeste. Når den norske kyststrømmen runder Lista, blir den påvirket av saltere vann fra Nordsjøen, og saliniteten vil stige. Ved Møre kommer den norske atlantehavsstrømmen for første gang i direkte kontakt med den norske kyststrømmen, og saliniteten vil stige ytterligere. Ofte vil vann med PSU>35 defineres som Atlanterhavsvann, mens kystvann har PSU<35 (Sætre og Ljøen, 1972).

Havforskningsinstituttet har en oseanografisk målestasjon 3 km sør for Lista fyr, og figur 2.3 og 2.4 viser de hydrografiske egenskapene ved vannmassene der. Disse vannmassene vil i stor grad påvirke de ytre stasjonene i denne undersøkelsen. Gjennomsnittstemperaturen i overflate- laget er høyere enn i de dypere lagene i sommermånedene (april-september), og lavere i vinter- månedene (oktober-mars). I 2019 var overflatelaget varmest i august, og kaldest i mars. Ved 20 m dyp var gjennomsnittstemperaturen høyest i september, og lavest i mars, se figur 2.3. Som figur 2.4 viser, er saliniteten alltid lavere i overflatelaget enn i de dypere lagene. Saliniteten overstiger ikke 35 PSU, og vannmassene ved Lista målestasjon kan klassifiseres som kystvann.



Figur 2.3: Månedlig gjennomsnittstemperatur ved Lista målestasjon i 2019. Målingene er gjort ved 1 m og 20 m dyp.



Figur 2.4: Månedlig gjennomsnittssalinitet ved Lista målestasjon i 2019. Målingene er gjort ved 1 m og 20 m dyp.

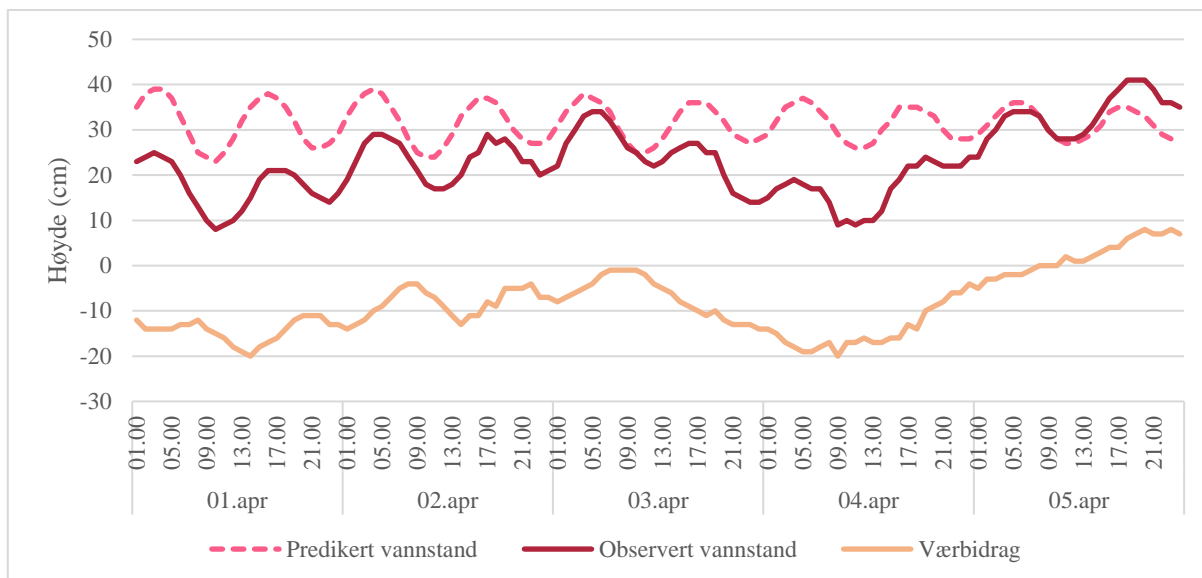
Som tabell 2.1 viser, skiller hydrografien seg i det indre området fra den i det ytre området. Bekker, elver og fosser gjør at ferskvannstilførselen er høy, og de grunne tersklene gjør estuarin sirkulasjon og terskeloverskyllinger sjeldnere. I følge vann-nett.no (2018), kan stagnert bunn-

vann oppholde seg flere år i Framvaren, og Strøm (1936) beskriver Framvaren som en av de mest ekstreme terskelfjordene i Norge i sitt arbeid over «land-locked waters». På grunn av det smale og grunne innløpet til Framvaren kommer friskt oksygen nesten ikke til, og derfor er vannet anoksisk under ca. 15 m dyp (Øxnevad et al., 2019). Det stagnerte bunnvannet karakteriseres av et høyt H₂S-nivå og høy salinitet. I Kjørrefjordbuktene og Helvikfjorden er ikke situasjonen like ekstrem, men også disse områdene karakteriseres av lite oksygen og høy ferskvannspåvirkning. I følge vann-nett.no kan bunnvannet stagnere her i flere måneder til år. I Helvikfjorden er også bunnen H₂S-holdig.

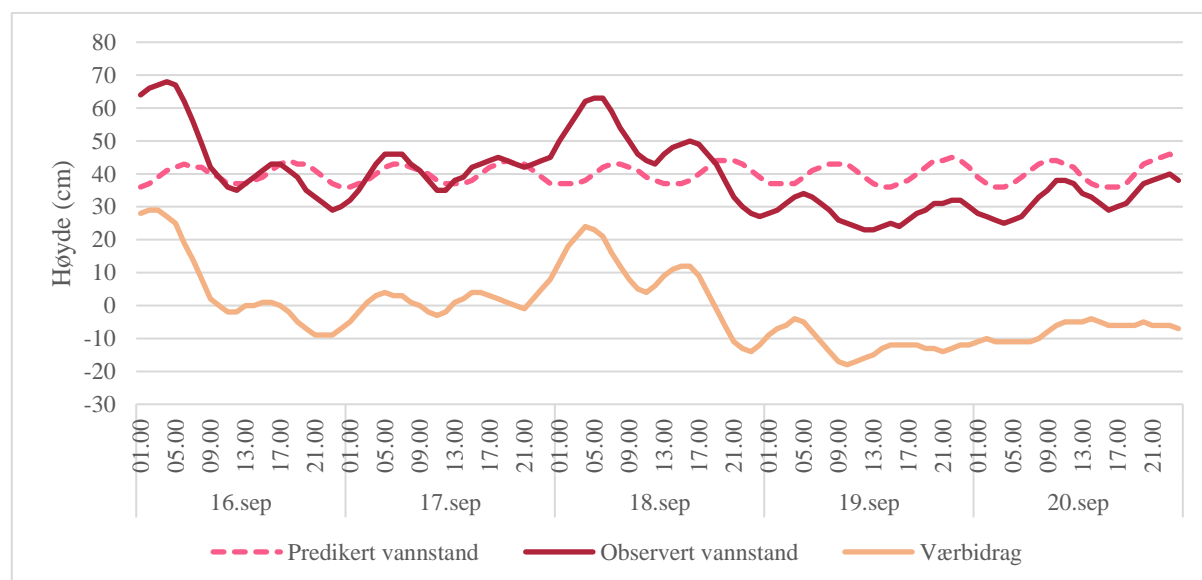
Vannstandsvekslinger

Tidevannsforskjellen på Lista er svært liten. Dette skyldes at tidevannsbølgen som kommer vestfra blir delt i to av Storbritannia og møtes igjen ved Egersund, der det dannes et amfidromisk punkt. Dette er et område der tidevannsforskjellen er lik null, og fordi Lista ikke er langt fra Egersund, vil det heller ikke være spesielt stor forskjell på flo og fjære her. Kartverket publiserer årlige tidevannstabeller for 14 standardhavner langs norskekysten. Den nærmeste standardhavnen til Lista, med tanke på tidevann og ikke geografisk, er Helgeroa. Her er middel nipp- og middel spring høyvann på henholdsvis 8 og 14 cm over middelvann, mens middel nipp- og middel spring lavvann er på henholdsvis 8 og 14 cm under middelvann. Middelvann ligger 50 cm over sjøkartnull, og er basert på den gjennomsnittlige vannstanden i perioden 1996-2014 (Kartverket, 2019a). Som ved andre steder langs hele Sørlandskysten og Oslofjorden ligger sjøkartnull ved Helgeroa 20 cm under laveste astronomiske tidevann. Dette er fordi tidevannsvariasjonene er små i forhold til værrets virkning på vannstanden.

Både lufttrykk, vindretning og vindstyrke kan påvirke vannstanden betraktelig mer enn tidevann langs hele Sørlandskysten, inkludert Lista. Figur 2.5 og 2.6 viser hvordan beregnet astronomisk tidevann og værbidrag påvirket vannstanden i Farsund i undersøkelsesperiodene (april og september 2019). Ifølge Kartverket (2019a) vil vannstanden, som en tommelfingerregel, endre seg med 1 cm dersom lufttrykket endrer seg med 1 millibar. Når lufttrykket øker, vil vannstanden minke og motsatt vil vannstanden øke når lufttrykket minker. Kraftig pålandsvind eller fralandsvind vil også være avgjørende for vannstanden langs kysten og inni fjordene. Pålandsvind vil føre til en opphopning av vann og høyere vannstand, mens fralandsvind vil føre til lavere vannstand. De meteorologiske faktorene kan føre til vannstandsvekslinger på over 1 m, og betegnes ofte som stormflo (Kartverket, 2019a). Slike tilfeller er vanlige på høsten, etter de første store høststormene, og ofte er vannstanden høyere på høsten enn på våren. Topografiske forhold spiller også en avgjørende rolle for vannstanden. I en lukket terskelfjord som Framvaren, vil tidevannsutvekslingen være minimal (Øxnevad et al., 2019).



Figur 2.5: Beregnet og observert vannstand i Farsund ($58^{\circ}06' N 6^{\circ}48' E$), samt værbidrag i innsamlingsperioden våren 2019 (1.-5. april). Beregnet og observert vannstand er gitt i høyde over sjøkartnull. Figuren er bearbeidet fra Kartverket (2019b).



Figur 2.6: Beregnet og observert vannstand i Farsund ($58^{\circ}06' N 6^{\circ}48' E$), samt værbidrag i innsamlingsperioden høsten 2019 (16.-20. september). Beregnet og observert vannstand er gitt i høyde over sjøkartnull. Figuren er bearbeidet fra Kartverket (2019c).

Isforhold

Ifølge Havforskningsinstituttet kan det forekomme is i områdene rundt Lista målestasjon, 3 km sør for Lista fyr i kalde vintre. Ved isdannelse vil de hydrografiske forholdene i fjordene og langs kysten endres. Isen hindrer vind og strøm i å blande ferskvann fra elver med det saltere sjøvannet, og det vil dannes et nesten ferskt overflatelag i vannet rett under isen (Rueness, 1966). I tillegg kan isskuring påvirke flerårige dekkvegetasjonsarter. Vinteren 2018-2019 var i gjennomsnitt varmere enn normalen (Jensen et al., 2019), og påvirkningen fra isdannelse var liten.

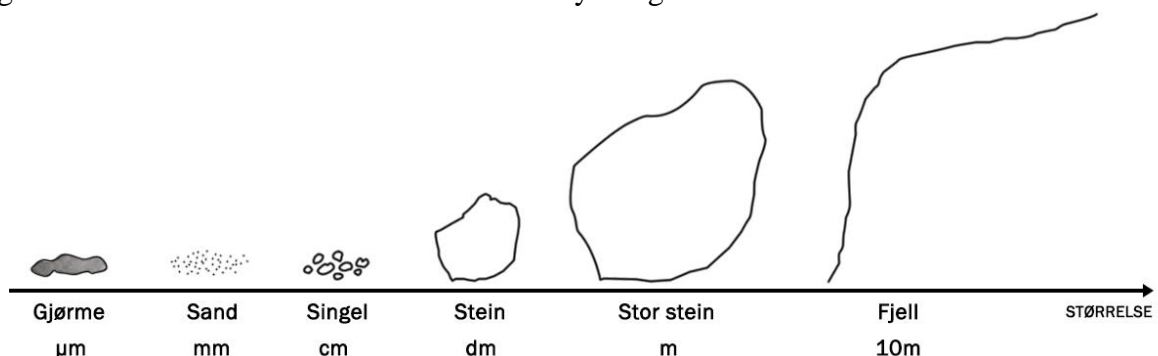
Forurensning

Farsund er en av de største landbrukskommunene i Agder fylke (Fylkesmannen, 2017), og avrenning fra siloer, gjødselbinger og gjødselspredninger fører til forhøyede nivåer av nitrogen og fosfor i vannmassene. I henhold til Vannforskriften (2007), blir den økologiske tilstanden i vannforekomster delt inn i fem klasser: Svært god, god, moderat, dårlig og svært dårlig, der svært god økologisk tilstand oppnås i en vannforekomst med minimale menneskelige påvirkninger. Etter denne klassifiseringen er den økologiske tilstanden i Lindesnes-Lista bekkefelt moderat, fordi graden av eutrofiering er for høy til å kunne betegnes som god (vann-nett.no, 2019). Antagelig skyldes dette stor påvirkning fra jordbruk, via diffus avrenning fra fulldyrket mark, og punktutslipp fra industri og søppelfyllinger. Forurensning fra jordbruk vil dog bare virke lokalt. Vind og havstrømmer vil gjøre at de ytre lokalitetene i liten grad blir utsatt for eutrofiering, og den økologiske tilstanden ved de ytre lokalitetene betegnes som svært god. I det indre fjordkomplekset vil påvirkningen fra jordbruket være høyere, og for eksempel i Helvikfjorden er nivåene av fosfor og nitrogen høye, og den økologiske tilstanden betegnes som moderat (vann-nett.no, 2014).

Industri og avfallsdeponier påvirker også graden av eutrofiering og økologisk tilstand i vannmassene. I 1971 ble det anlagt et aluminiumsverk, Alcoa Lista (tidligere Elkem Aluminium ANS) i Lundevågen. Frem til 1995 ble avløpsvannet fra industrien sluppet direkte ut i Husebybukta, kun få meter fra land (Fylkesmannen, 2017). Dette avløpsvannet inneholder, i tillegg til flere næringsstoffer, blant annet polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). I 1995 ble avløpsvannet lagt i rør og sluppet ut 60 m fra land. NIVA har drevet regelmessig overvåkning av miljøtilstanden i vannmassene siden etableringen av aluminiumsverket, og i en undersøkelse gjort i perioden 2004-2007 ble det konkludert med at de siste årenes utslippsreduksjoner har virket positivt inn på plante- og dyrelivet i litoralen, og at nivået av PAH har gått ned (Kroglund, 2008). Sigevann fra Skjoldnes avfallsdeponi, som ligger ved Loshavn, bidrar likevel til at områdene rundt Farsund har dårlig økologisk tilstand (vann-nett.no, 2013).

2.2 Lokalitetsbeskrivelser

Ved alle lokalitetene ble det foretatt temperatur- og salinitetsmålinger under høstinnsamlingen for å gi et øyeblikksbilde over de hydrografiske forhold, se tabell 2.2. Nedenfor følger nøyaktig geografisk plassering av lokalitetene og himmelretningen ved disse (tabell 2.2), samt en nærmere beskrivelse av bunnforhold og kjennetegn fra hver enkelt lokalitet. Figur 2.7 gir en størrelsesmessig forklaring på de ulike substrattypene som brukes til å forklare bunnforholdene. Figur 2.8 – 2.12 viser hvordan det så ut ved de ytre og de indre lokalitetene.



Figur 2.7: Størrelsesorden til de ulike substrattypene brukt til å beskrive bunnforholdene ved de undersøkte lokalitetene.

Tabell 2.2: Oversikt over lokalitetenes himmelretning, koordinater, og faktiske temperaturer og saliniteter på innsamlingsdagen. Alle målingene er gjort i september.

| Lokalitet | Himmelretning | Nordlig koordinat | Østlig koordinat | Målt salinitet (PSU) | Målt temperatur (°C) | Måledato |
|-----------|---------------|-------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------|
| 1 | Nord | 58°10.50 | 6°42.36 | 15 | 11,5 | 16.09.19 |
| 3 | Nord | 58°10.57 | 6°42.14 | 20 | 12,1 | 16.09.19 |
| 4 | Nordvest | 58°10.65 | 6°40.43 | 25 | 10,5 | 19.09.19 |
| 5 | Nordøst | 58°10.66 | 6°37.67 | 34 | 12,2 | 18.09.19 |
| 6 | Nordvest | 58°8.80 | 6°36.71 | 35 | 13,0 | 18.09.19 |
| 7 | Sørvest | 58°5.63 | 6°34.99 | NA | NA | NA |
| 9 | Sørøst | 58°5.65 | 6°35.12 | 35 | 11,2 | 16.09.19 |
| 10 | Vest | 58°4.49 | 6°49.09 | 23 | 12,0 | 19.09.19 |
| 11 | Sør | 58°4.16 | 6°49.63 | 34 | 11,7 | 18.09.19 |
| L | Sør | 58°4.46 | 6°50.00 | 20 | 13,2 | 19.09.19 |
| 12 | Sørøst | 58°5.18 | 6°48.39 | 19 | 11,7 | 19.09.19 |
| 13 | Nordøst | 58°5.92 | 6°46.67 | 20 | 12,7 | 17.09.19 |
| 14 | Sørøst | 58°6.19 | 6°45.63 | 20 | 12,9 | 17.09.19 |
| K | Sørøst | 58°6.48 | 6°45.56 | 20 | 13,6 | 17.09.19 |
| 15 | Sørøst | 58°5.99 | 6°44.59 | 16 | 11,0 | 17.09.19 |
| 16 | Vest | 58°6.90 | 6°44.84 | 14 | 13,0 | 17.09.19 |
| 17 | Nord | 58°7.14 | 6°44.89 | 15 | 12,9 | 17.09.19 |
| 18 | Sør | 58°7.79 | 6°44.63 | 14 | 13,6 | 17.09.19 |
| 19 | Sørøst | 58°10.08 | 6°44.21 | 12 | 15,2 | 16.09.19 |

Ytre lokaliteter:

Lokalitet 1: Denne lokaliteten ligger helt nord på Lista, innerst i Eidsfjorden ved en liten steinbrygge. Eidsfjorden er en terskelfjord og er delt opp i to bassenger, Pollen og Indre Pollen, av en ytre og en indre terskel. Lokalitet 1 ligger i Indre Pollen, og sillen som avgrenser dette bassenget er kun 1 m dyp. Følgelig er vannet ganske stillestående her. Bunnen består av sand og singel.

Lokalitet 3: Denne lokaliteten ligger helt nord på Lista, litt vest for lokalitet 1. Lokaliteten ligger på en liten molo pekende utover mot terskelen som skiller Indre Pollen og Pollen, og der vannet kun er 1 m dypt. Bunnen består av sand og singel.

Lokalitet 4: Denne lokaliteten ligger ved Ellestranda, helt nord på Lista. Stranden ligger noe beskyttet i en bukt ytterst i Eidsfjorden, men er forholdsvis eksponert for store svell direkte fra Nordsjøen. Vannet har derfor god sirkulering og blir byttet ut ofte. Deler av lokaliteten ligger også mer eksponert til. Det renner en liten elv ut i sjøen, rett ved lokaliteten. Når tilførselen av ferskvann fra elven er høy, kan en se et eget sjikt i den øverste delen av vannkolonnen. Bunnen består av fjell.

Lokalitet 5: Denne lokaliteten ligger ved Svendsvika i Listafjorden, helt nord på Lista. Listafjorden peker rett ut mot Nordsjøen, men selve lokaliteten ligger noe beskyttet til bak holmer og skjær i en liten bukt. Tilstedeværelsen av tare vitner likevel om drag i vannet og god vannutskiftning. Bunnen består av fjell og store stein.

Lokalitet 6: Denne lokaliteten ligger ved Håle, nordvest på Lista, og peker rett ut mot Nordsjøen. Her finnes ingen skjærgård, kun noen større kampestein og små skjær. Lokaliteten er derfor svært eksponert, og store svell og bølger vasker større deler av stranden stadig vekk. Bunnen består av fjell og store stein.

Lokalitet 7: Denne lokaliteten ligger ved Borhaug, helt vest på Lista, og peker rett ut mot Nordsjøen. Lokaliteten ligger ytterst på utsiden av en molo tilhørende Borshavn. Her er det langgrunn rullesteinstrand, men ingen skjærgård. Lokaliteten er derfor veldig eksponert. Bunnen består av store steiner.



Figur 2.8: Bilder fra lokalitet 4, 5, 6 og 7.

Lokalitet 9: Denne lokaliteten ligger rett ved lokalitet 7, men på innsiden av moloen, se bildet. Lokaliteten ligger derfor beskyttet til bak moloen, men ifølge varselskilt på stedet er det ikke uvanlig at bølgene slår over moloen, og man kan likevel regne lokaliteten som eksponert. Bunnen består av store steiner.

Lokalitet 10: Denne lokaliteten ligger ved Eigvåg, helt sør på Lista. Her begynner den skjærgården som finnes i Lista-området, og denne lokaliteten ligger beskyttet bak Store Eigerøya, rett ved Bjørnsundet. Bunnen består av sand og stein.

Lokalitet 11: Denne lokaliteten ligger også ved Eigvåg helt sør på Lista. I motsetning til lokalitet 10, ligger lokalitet 11 på den eksponerte siden av Store Eigerøya, og det er relativt langt til neste holme. Lokaliteten ligger derfor svært eksponert til, og det er kun mulig å komme hit på vindstille dager eller dager med nordvestvind. På lokaliteten ble også en åpen fjæreplytt undersøkt. Bunnen består av fjell.

Lokalitet L: Denne lokaliteten ligger på den sydligste spissen av Prestøy, ikke langt fra lokalitet 10 og 11. Lokaliteten ligger beskyttet bak Urøy, og er derfor bare moderat eksponert. Stedet er en populær badeplass om sommeren, og det går svaberg med en helningsvinkel på ca. 30° rett ut i sjøen. Bunnen består av fjell.



Figur 2.9: Bilder fra lokalitet 9, 10, 11 og L. Professor Tove Margrethe Gabrielsen i gult under feltarbeidet.

Indre lokaliteter:

Lokalitet 12: Denne lokaliteten ligger på en odde ved fjordmunningen til Lundevågen, relativt nærme Farsund. Lokaliteten ligger beskyttet til bak flere øyer, men hvis vinden blåser fra sørøst, kan store svell slå innover lokaliteten. Det ligger en vannledning rett ved lokaliteten, slik at ankring er forbudt. Bunnen består av fjell.

Lokalitet 13: Denne lokaliteten ligger nordvest for Farsund, i Krosnessundet på vei inn til Kjørrefjordbuktene. Lokaliteten ligger beskyttet til rett ved en nybygget molo. Bunnen består av «falskt fjell» (store hellestein plassert sammen til en molo) og sand.

Lokalitet 14: Denne lokaliteten ligger nordvest for Farsund, i Kjørrefjordbuktene. Stranden er langgrunn, med en helningsvinkel på ca. 10°. Lokaliteten ligger rett ved en liten brygge, og det går bilvei rett overfor stranden. Bunnen består av sand og singel.

Lokalitet K: Denne lokaliteten ligger ved det grunne (ca. 4m) sundet mellom Kjørrefjordbuktene og Helvikfjorden. Lokaliteten ligger på en liten holme rett etter broen som forbinder Øyna og Kjørrefjord. Bunnen består av sand og stein.



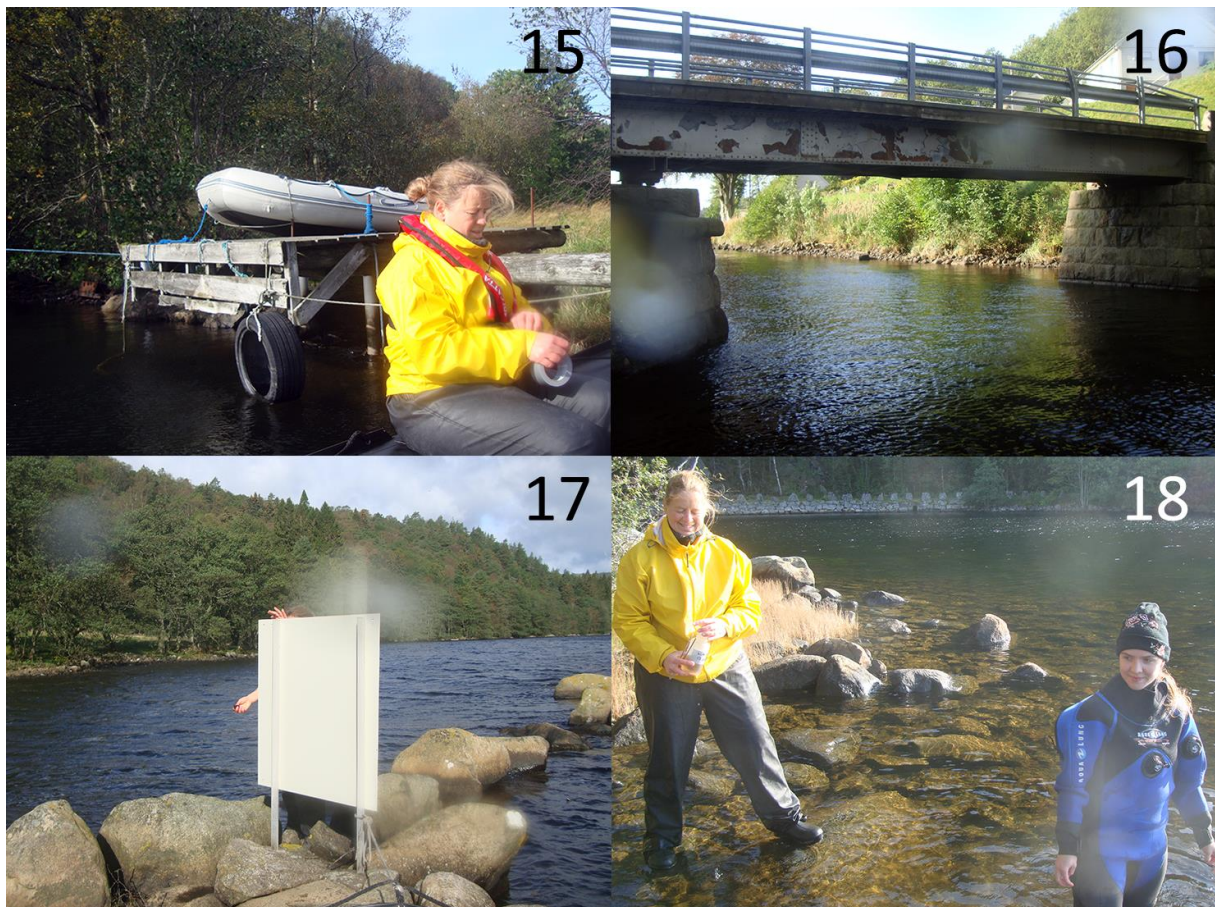
Figur 2.10: Bilder fra lokalitet 12, 13, 14 og K.

Lokalitet 15: Denne lokaliteten ligger i den sørlige delen av Helvikfjorden. Lokaliteten ligger rett ved en liten båtbygge, og det er kun sandbunnen med en sjøgresseng som er undersøkt. Bunnen består av sand og gjørme.

Lokalitet 16: Denne lokaliteten ligger på østsiden av sundet inn til Framvaren, og det er derfor svært grunt her (2m). Lokaliteten ligger rett ved en liten bro. Bunnen består av sand og stein.

Lokalitet 17: Denne lokaliteten ligger i Framvaren, ca. en halv km nord for broen. Lokaliteten ligger rett ved en liten molo bygget opp av stein. Det er fremdeles meget grunt her (2,5m dypt). Bunnen består av sand og stein.

Lokalitet 18: Denne lokaliteten ligger på et lite nes med noen hytter. Lokaliteten ligger rett ved et lite skogkratt, der vegetasjonen strekker seg helt ned til vannlinjen. Bunnen består av stein og fin sand.



Figur 2.11: Bilder fra lokalitet 15, 16, 17 og 18. Professor Tove Margrethe Gabrielsen i gult under feltarbeidet.

Lokalitet 19: Denne lokaliteten ligger nesten innerst i Framvaren, ved Listeid. Lokaliteten ligger ved en steinbrygge og en liten båtrampe med en helningsvinkel på ca. 30° som leder ut i fjorden. På høsten var det satt ut en flytebrygge utenfor steinbryggen. Bunnen består av «falskt fjell» (en båtrampe av stein) og sand.



Figur 2.12: Vår- og høstbilder tatt ved lokalitet 19. På høsten var det satt ut en flytebrygge på utsiden av steinbryggen.

2.3 Feltarbeid

Alle lokalitetene ble besøkt 2 ganger, altså både i april og september, med unntak av lokalitet 7, som på grunn av mye vind kun ble besøkt på våren. For å kompensere for tap av én lokalitet på høsten, ble en ekstra lokalitet, lokalitet 9, besøkt under høsttinnssamlingen. I motsetning til lokalitet 7, som ligger på utsiden av en molo ved Borhaug og peker rett ut mot Nordsjøen, ligger lokalitet 9 beskyttet bak moloen. Navnsettingen på lokalitetene og om de defineres som indre eller ytre, følger systemet til Røinaas (1968). Han besøkte i sin tid 19 lokaliteter, og av disse har jeg gjenbesøkt 17. I tillegg har jeg besøkt 2 lokaliteter Røinaas ikke besøkte, lokalitet K og L, som representerer den generelle algefloaraen i henholdsvis Kjørrefjordbuktene og områdene rundt Loshavn. Røinaas' lokaliteter 2 og 8 ble ikke gjenbesøkt av den årsak at de ligger svært nær andre lokaliteter. Fordi Røinaas' lokaliteter ikke er merket med koordinater, kan en ikke være sikker på den nøyaktige plasseringen av lokalitetene. Likevel må det nevnes at etter samtale med Røinaas over telefon, er flere av lokalitetsplasseringene nokså nøyaktige. Lokalitetskoordinatene oppgitt i tabell 2.2 er fra undersøkelsen i 2019, og derfor helt presise.

Undersøkelsene og datainnsamlingen som ble foretatt på de ulike lokalitetene, varierte litt etter fysiske forhold som vær, vind og vannstand. For å komme til lokalitet 1-9 ble det benyttet bil. Lokalitet 1 og 3 ble undersøkt ved hjelp av kasterive og plukk fra land. Her er det beskyttet og bunnen består for det meste av sand og singel – optimale forhold for en kasterive. Lokalitet 4, 5, 6 og 9 ble undersøkt ved hjelp av plukk fra land for å dekke supralitoralsonen og øvre del av litoralsonen, og snorkling for å dekke litoralsonen og øvre del av sublitoralsonen. Lokalitet 7 ble

kun undersøkt ved plukk fra land, fordi lokaliteten er svært eksponert, og store rullestein og høye bølger gjør snorkling uegnet. For å komme til lokalitetene K, L og 10-19 ble det benyttet gummibåt, og innsamlingene foregikk ved hjelp av både snorkling og plukk fra land ved alle lokalitetene, med unntak av lokalitet 19 der det kun ble plukket fra land og brukt kasterive. Ved alle lokalitetene ble et transekt på 5-8 m langs strandlinjen undersøkt ned til ca. 2 m dyp.

Algenes vertikale soneringsprofil ble registrert ved noen av lokalitetene: 4, 7, 10, 11, 12, 13, 14 og L, slik at profiler fra åpen eksponert kyst, åpen moderat eksponert kyst, beskyttet kyst, og beskyttet ferskvannspåvirket kyst (18-30 PSU) var representert. Profilene ble tatt både vår og høst der det var mulig, men høye bølger eller høy vannstand gjorde det vanskelig å registrere profilene ved noen av lokalitetene på høsten. Ved lokalitet 4 ble det av tidsmessige årsaker kun registrert en vertikal soneringsprofil på høsten. Referanselinjen (0-linjen) i profilene, har til hensikt å markere skillet mellom supralitoralen og litoralen, og er derfor lagt så nære lituslinjen, eller den fysiologiske høyvannslinjen, som mulig. Fordi tidevannet på Lista er nærmest ubetydelig, vil ikke høyvannslinjen skapt av tidevannet nødvendigvis markere skillet mellom supralitoralen og litoralen, fordi vær- og bølgebidrag er like viktig. Sundene (1953) har brukt *Semibalanus balanoides*-assosiasjonen som en god indikator på lituslinjen i Oslofjorden, der tidevannsbidraget er nesten like lite som på Lista. Derfor er *S. balanoides* også brukt som referanselinje i dette arbeidet. Der *S. balanoides* ikke var tilstede, særlig ved de indre lokalitetene, ble *Fucus vesiculosus*-assosiasjonen brukt som referanselinje, fordi den ofte vokser rett under *S. balanoides* og er godt utviklet i store deler av det undersøkte området. Andre fykologiske arbeider, lignende denne undersøkelsen, har gjort det samme (Jorde og Klavestad, 1963; Røinaas, 1968). *Corallina officinalis* ble brukt som referanselinje der bølgeeksponeringen var så kraftig at alger vanlige i litoralsonen ikke var tilstede.

2.4 Arbeid på laboratoriet

Det innsamlede materialet ble grovsortert i felt, oppbevart på plastflasker, fiksert med 2-4 % formaldehyd i sjøvann og fraktet til Blindern for videre identifikasjon. Alle artene ble bestemt ved morfologiske undersøkelser. 24 timer før undersøkelsen ble prøvene vasket med sjøvann og satt under avtrekk. Til artsidentifiseringen er hovedsakelig følgende litteratur brukt: Brodie et al. (2007); Coppejans (1998); Dixon og Irvine (1977); Irvine (1983); Maggs og Hommersand (1993); Nielsen og Lundsteen (2019a); Nielsen og Lundsteen (2019b); Pedersen (2011) og Rueness (1977). Dersom annen litteratur har blitt brukt, er dette oppgitt i den systematiske delen. I nomenklatur og systematisk inndeling følges Algaebase.org (Guiry og Guiry, 2020).

Ved flere anledninger var det hensiktsmessig å lage et tverrsnitt av algene, for å se på strukturer som margceller, aksialceller, barkceller og rhizoider i lysmikroskop. For å studere stivelseskorner i enkelte slekter, ble en dråpe jod tilsatt mikroskopipreparatet. Hos arter med en *Polysiphonia*-lignende oppbygning, gjorde en dråpe saltsyre det enklere å telle antall peraksialceller for artsidentifikasjon. I noen slekter var det vanskelig å skille mellom de ulike artene, for eksempel i *Acrochaetium*, og da er individet kun bestemt til slekt. Herbariebelegg, mikroskopipreparater, mikroskopibilder tatt med Nikon eclipse E200 eller bilder tatt med Sony Cyber-shot i felt, foreligger som bevismateriale for alle de registrerte artene funnet på Lista våren og høsten 2019.

For å skille slektene *Aglaothamnion* og *Callithamnion* fra hverandre, ble cellene farget med DAPI (4',6-diamidino-2-phenylindole): et lite fragment av algen ble lagt på et objektglass og tilsatt én dråpe DAPI. Et dekkglass ble lagt over, og prøven ble varmet i mikrobølgeovn på full styrke i 3-5 sekunder, slik at stoffet fikk trenge gjennom celleveggen. Deretter ble prøven sett på under fluorescensmikroskop og kjerner per celle talt. DAPI fester seg til arvematerialet, og synliggjør cellekjernene. Alle arter i *Aglaothamnion* har én kjerne per celle, og alle arter i *Callithamnion* har flere kjerner per celle, med unntak av apikalcellen og de første dattercellene.

2.5 Dataanalyse

For å sammenligne algesamfunnene ved de ulike lokalitetene i 1968 og 2019, ble det foretatt en NMDS-analyse (Non-metric multidimensional scaling analysis) basert på Bray-Curtis ulikhetsindeksen (Bray og Curtis, 1957). På grunn av endringer i artsavgrensning og nomenklatur mellom 1968 og 2020, var det ikke mulig å sammenligne artslistene fra de to undersøkelsene direkte. Det ble derfor gjort nødvendige korreksjoner, i tillegg til at arter som bare ble identifisert ned til slekt i én av de to undersøkelsene, ble satt sammen under ett felles taksa (ofte slekt) i analysen, se appendiks I. Arter som Røinaas (1968) kun fant i skrapetrekk og artene funnet ved lokalitet 2 og 8 i 1968, og K og L i 2019, ble ekskludert fra datamatriksen tilpasset sammenligning. Analysen ble foretatt ved hjelp av programvaren PRIMER (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) versjon 7, og resultatet ble plottet todimensjonalt. Sammen med NMDS-plottet, ble det generert en stressverdi, som sier noe om hvor god den todimensjonale representasjonen av mange dimensjoner er. En tommelfingerregel er at når stressverdien er på $<0,05$, er representasjonen av avstanden mellom samfunnene fremragende. Når stressverdien er $<0,1$, er representasjonen god, mens den er ok/god når stressverdien er $<0,2$, og kan fortsatt brukes til tolkning forutsatt at man ikke legger for stor vekt på detaljene i plottet. Når stressverdien er $>0,2$, er den todimensjonale representasjonen for dårlig til å kunne brukes til tolkning (Clarke, 1993). Denne regelen er en overforenkling, fordi stressverdien blant annet vil øke med økt antall målinger. Likevel gir verdien en god pekepinn på hvor mye en kan stole på NMDS-plottet. For å undersøke hva som bidro til avstanden mellom algesamfunnene i NMDS-plottet, ble bidraget fra nye arter, forsvunne arter og like arter mellom de to undersøkelsene regnet ut. For utregning, se appendiks II.

For å undersøke om utbredelsen til ulike fremmede arter funnet i både 1968 og 2019 hadde endret seg signifikant, ble Fishers eksakte test utført. Det ble formulert en hypotesetest med H_0 : OR (odds ratio) = 1, oddsen for å finne den fremmede arten var like stor i 1968 som i 2019. H_0 ble forkastet til fordel for H_a : OR \neq 1, oddsen for å finne den fremmede arten var ikke like stor i 1968 som i 2019, ved lave p-verdier og et 95 %-konfidensnivå uten 1. Testen ble gjort ved hjelp av programvaren R Studio (versjon 1.1.442), se appendiks III for R-skript. Oddsen for å finne de fremmede artene i 1968 og 2019 ble også regnet ut, se appendiks III.

Det ble også undersøkt om utbredelsen av sørlige arter på Lista har endret seg på 50 år. Totalt 37 arter funnet i denne undersøkelsen er klassifisert som sørlige arter, ifølge en oversikt over den geografiske utbredelsen til alle marine arter i Norge av Brattegaard og Holthe (1997). For oversikt over hvilke arter som defineres som sørlige i denne undersøkelsen, og hvilke arter som defineres som pansektorale (finnes langs hele norskekysten), se appendiks I. Utbredelsen av

de 37 sørlige artene ble bestemt ut ifra hvor mange lokaliteter en sørlig art ble funnet på. Deretter ble det totale antallet lokaliteter der en sørlig art ble funnet, lagt sammen og sett på som den totale utbredelsen til alle de sørlige artene. Igjen ble Fishers eksakte test utført, for å sjekke om oddsen for å finne en sørlig art hadde endret seg på 50 år. H_0 : $OR = 1$, oddsen for å finne en sørlig art var like stor i 1968 som i 2019, ble forkastet til fordel for H_a : $OR \neq 1$, oddsen for å finne en sørlig art var ikke like stor i 1968 som i 2019, ved lave p-verdier og et 95 %-konfidensnivå uten 1. Se appendiks III for R-skript. Oddsen for å finne en sørlig art i 1968 og 2019 ble også regnet ut, både for hele undersøkelsesområdet, og for det ytre og det indre området hver for seg, se appendiks III.

For å sjekke eutrofitilstanden ved de ulike lokalitetene ble Rødalge:Brunalge:Grønnalge-ratioen regnet ut (se appendiks IV for utregning). Normalintervallene for rødalger, brunalger og grønnalger følger definisjonen basert på undersøkelser av mange norske fjorder og den svenske vestkyst, og er som følger: $R:B:G = 45 \% \pm 10 \% : 35 \% \pm 10 \% : 15 \% \pm 5 \%$ (Bokn, 1978). I resultatdelen er «litt høy» grønnalgeandel definert som 21-25 % av det totale antallet alger, «høy» som 25-30 % og «veldig høy» som $>30 \%$. Høye grønnalgeandeler tyder enten på eutrofiering eller høy ferskvannspåvirkning.

3 Resultater

3.1 Algevegetasjonen i området

3.1.1 Algeassosiasjoner

For å beskrive algevegetasjonen i det ytre og det indre området på Lista, har jeg valgt å benytte begrepet «algeassosiasjon». Den første definisjonen av dette begrepet ble gitt av Kjellman (1878), men da under betegnelsen «algeformasjon». Hans definisjon av algeformasjoner har siden blitt sitert i mange, grundige fykologiske arbeider i løpet av 1900-tallet, blant annet i Børgesen (1905); Den Hartog (1955); Rueness (1966); Røinaas (1968) og Sundene (1953). I 2020 fortjener sitatet nok en gang å bli gjengitt:

«Unter einer Algenformation sollte folglich ein Abschnitt der ganzen Algenvegetation verstanden werden, der durch ein eigenthümliches Vegetations-Gepräge ausgezeichnet ist. Im Allgemeinen erhalten diese Abschnitte dadurch dieses Gepräge, das seine oder einige Algenarten die Haptmasse ihrer Bestandtheile ausmachen.»

Børgesen (1905) foreslo å bytte ut «algeformasjon» med «algeassosiasjon», og heller benytte det førstnevnte som et begrep på en samling av algeassosiasjoner som finnes under like økologiske forhold. En algeassosiasjon kan følgelig beskrive et mindre eller større område, et avsnitt, som skiller seg ut fra resten av algevegetasjonen ved en lokalitet. En assosiasjon vil ofte være preget av én eller noen få arter. Å liste opp de ulike algeassosiasjonene for det ytre og det indre området vil derfor ikke gi en fullstendig oversikt over hvilke arter som finnes hvor (en slik oversikt finnes i den systematiske delen og appendiks I), men det vil gi et bilde på hvordan den generelle algevegetasjonen på Lista endrer seg med fysiske forhold. Som beskrevet under, vil noen av assosiasjonene finnes i begge områdene, men likevel være nokså forskjellige fra hverandre. Noen sesongmessige variasjoner innad i assosiasjonene kan også observeres. Supralitoralen er preget av vinter- og våralger, og de fleste assosiasjonene vil være borte eller betraktelig redusert resten av året. Assosiasjonene i litoralen og sublitoralen vil i større grad være preget av flerårige alger, og vil gjennomgå færre intraårslige endringer enn assosiasjonene i supralitoralen. Epifyttfloraen vil dog være mye frodigere på sommeren og høsten enn på våren.

ALGEASSOSIASJONER I DET YTRE OMRÅDET

Supralitorale algeassosiasjoner

Porphyra linearis-assosiasjonen

Denne assosiasjonen er kun tilstede på våren, og øker i omfang med eksponeringsgraden. På lokalitet 7 danner *P. linearis* tykke belter på toppen av store rullestein, og vokser så høyt som 1 m over lituslinjen. Med minkende eksponering blir utbredelsen mer usammenhengende, og på mer beskyttede lokaliteter, som lokalitet 1 og 3, er assosiasjonen helt borte. En undervegetasjon bestående av *Ulothrix*-arter og cyanobakterier kan være tilstede, se figur 3.1.



Figur 3.1: *Porphyra linearis*-assosiasjon ved lokalitet 4 (vår).

Verrucaria maura-Cyanophyceae- assosiasjonen

Denne assosiasjonen er en av de assosiasjonene som er tilstede hele året. *V. maura* og ulike cyanobakterier danner et svart belte som alltid ligger over lituslinjen, og som ofte definerer øvre del av supralitoralen. Mellom assosiasjonen og lituslinjen kan det være et vegetasjonsløst parti, eller et parti som kun er preget av våralge-assosiasjoner. Vertikalutbredelsen på *V. maura*-Cyanophyceae-assosiasjonen varierer med eksponeringsgraden, og de bredeste assosiasjonene er funnet ved lokalitet 6 og 7, se figur 3.2.



Figur 3.2: *Verrucaria maura*-Cyanophyceae-assosiasjon ved lokalitet 7 (vår).

Bangia fuscopurpurea-assosiasjonen

Denne assosiasjonen er tydeligst på våren, og øker i omfang med eksponeringsgraden. På høsten finnes kun spredte individer av *B. fuscopurpurea*. På de mest eksponerte lokalitetene danner *B. fuscopurpurea* tykke, rødbrune belter under *V. maura*-Cyanophyceae-assosiasjonen, se figur 3.3. På litt mindre eksponerte lokaliteter blir beltene tynnere. Ofte inngår individer av *Ulothrix* spp., *Urospora penicilliformis*, *Porphyra linearis* og *Porphyra umbilicalis* i *B. fuscopurpurea*-beltet.



Figur 3.3: *Bangia fuscopurpurea*-assosiasjon ved lokalitet 6 (vår).

Ulothrix-Urospora-assosiasjonen

Denne assosiasjonen er frodigst på våren, men holder seg hele sommeren og høsten. Algene som inngår i denne assosiasjonen kan også være med i *B. fuscopurpurea*-assosiasjonen, men da i mindre omfang. I sin egen assosiasjon danner *Ulothrix* spp. og *Urospora penicilliformis* grønne belter over eller ved siden av *B. fuscopurpurea*-assosiasjonene på de mest eksponerte lokalitetene. På de litt mindre eksponerte lokalitetene kan *Ulothrix-Urospora*-assosiasjonen strekke seg helt fra lituslinjen til *V. maura*-Cyanophyceae-assosiasjonen, og være mer dominerende enn *B. fuscopurpurea*, se figur 3.4.



Figur 3.4: *Ulothrix-Urospora*-assosiasjon ved lokalitet 5 (vår).

Porphyra umbilicalis-assosiasjonen

Denne assosiasjonen er best utviklet på våren, men kan også være velutviklet på høsten, særlig ved lokalitet 11. På våren vokser denne assosiasjonen sammen med *B. fuscopurpurea*-assosiasjonen og *Ulothrix-Urospora*-assosiasjonen, og går helt ned til lituslinjen. Bredden på assosiasjonen varierer med eksponeringsgrad, og vil være størst ved de mest eksponerte lokalitetene. Ved høy vannstand vil tallus hos *P. umbilicalis* bre seg ut og dekke over undervegetasjonen av *Ulothrix* spp. og *Urospora penicilliformis*. Figur 3.5 viser en *P. umbilicalis*-assosiasjon i tørket tilstand.



Figur 3.5: *Porphyra umbilicalis*-assosiasjon ved lokalitet 4 (vår). Her i tørket tilstand.

Petalonia-Scytosiphon-assosiasjonen

P. fascia og *S. lomentaria* danner en tett, brun vårassosiasjon i nedre del av supralitoralene, se figur 3.6. Ofte vokser assosiasjonen i nærheten av, ved siden av eller over en *B. fuscopurpurea*-assosiasjon. *Petalonia-Scytosiphon*-assosiasjonen finnes bare på de aller mest eksponerte lokalitetene 4, 6, 7 og 11, og størrelsen på assosiasjonen øker med eksponeringsgrad. Ved lokalitet 7 finnes assosiasjonen i flere fjærepytter.



Figur 3.6: *Petalonia-Scytosiphon*-assosiasjon ved lokalitet 11 (vår).

Litorale algeassosiasjoner

Fucus vesiculosus-Ascophyllum nodosum-assosiasjonen

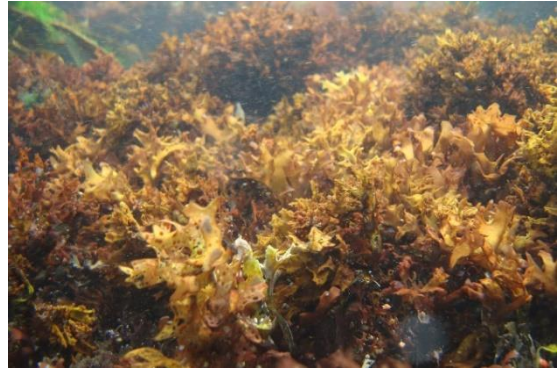
De flerårige algene *F. vesiculosus* og *A. nodosum* danner en assosiasjon av to overlappende belter i øvre del av litoralene, se figur 3.7. Assosiasjonen er vanlig ved alle de ytre lokalitetene, men andelen *A. nodosum* minker med eksponeringsgraden og *F. vesiculosus* er ofte blæreløs på de mest eksponerte lokalitetene. *Ceramium virgatum*, *Ectocarpus fasciculatus*, *Elachista fucicola*, *Leptosiphonia fibrillosa*, *Polysiphonia stricta*, *Pylaiella littoralis* og *Sphacellaria cirrosa* inngår ofte i denne assosiasjonen, men andelen epifytter er aldri større enn at brorparten av de assosiasjonsdannende artene synes. På enkelte steder dominerer *Vertebrata lanosa* epifyttveksten på *A. nodosum*.



Figur 3.7: *Fucus vesiculosus-Ascophyllum nodosum*-assosiasjon ved lokalitet 5 (vår).

Mastocarpus stellatus-assosiasjonen

M. stellatus er en flerårig alge, og assosiasjonen er følgelig godt utviklet både vår og høst. Algene vokser tett i tett, og danner et fyldig, bredt belte i øvre del av litoralen på de mest eksponerte lokalitetene, se figur 3.8. Assosiasjonens størrelse øker med bølgeeksponering, motsatt av *F. vesiculosus*-*A. nodosum*-assosiasjonen, slik at eksponeringsgrad avgjør hvilken av de to assosiasjonene som vil dominere øvre del av litoralen. Eksempelvis er *M. stellatus*-assosiasjonen best utviklet ved lokalitet 11, mens *A. nodosum* ikke vokser der. *Phymatolithon lenormandii* og *Corallina officinalis* er vanlig undervegetasjon i *M. stellatus*-assosiasjonen, og epifyttfloraen består hovedsakelig av *Callithamnion corymbosum*, *Gaillona seposita* og *Ectocarpus fasciculatus*.



Figur 3.8: *Mastocarpus stellatus*-assosiasjon ved lokalitet 11 (vår).

Sublitorale algeassosiasjoner

Furcellaria lumbricalis-*Bonnemaisonia hamifera*-assosiasjonen

Denne assosiasjonen er godt utviklet både vår og sommer ved de fleste av de ytre lokalitetene. Assosiasjonen kan danne enger i større fjærepytter, eller brede, tette belter 40-50 cm under lituslinjen. *F. lumbricalis* er en flerårig alge, og tjener som godt substrat for mange epifytter. Epifyttfloraen er ofte dominert av *B. hamifera*, og derfor er disse to artene satt som assosiasjonsdannende, se figur 3.9. Øvrige epifytter er arter som *Callithamnion corymbosum*, *Gaillona seposita* og *Spermothamnion repens*. *Mastocarpus stellatus*-assosiasjonen overlapper ofte med *F. lumbricalis*-*B. hamifera*-assosiasjonen.



Figur 3.9: *Furcellaria lumbricalis*-*Bonnemaisonia hamifera*-assosiasjon ved lokalitet 9 (høst).

Ahnfeltia plicata-assosiasjonen

Denne assosiasjonen er godt utviklet både vår og høst ved de fleste av de ytre lokalitetene. *A. plicata* danner smale belter i nedre del av litoralen eller øvre del av sublitoralen, ofte avbrutt av *Cladophora rupestris* og *Chondrus crispus*. Undervegetasjonen består vanligvis av *Phymatolithon* spp., se figur 3.10. Ved flere av lokalitetene overlapper denne assosiasjonen med *F. lumbricalis*-*B. hamifera*-assosiasjonen.



Figur 3.10: *Ahnfeltia plicata*-assosiasjon ved lokalitet 11 (vår).

Ulva lactuca-assosiasjonen

Denne assosiasjonen er best utviklet på våren, og befinner seg ofte i nærheten av *Dumontia contorta*-assosiasjonen. Når *U. lactuca* danner assosiasjon, vokser relativt store individer tett i tett, og kan dekke større områder med et luftig, grønt teppe, se figur 3.11. På høsten er mye av assosiasjonen beitet ned, og hullete individer står igjen i restene av tidligere assosiasjoner. På de mest bølgeeksponerte lokalitetene danner ikke *U. lactuca* assosiasjon, og kun noen få, spredte individer vokser bak beskyttende steiner.



Figur 3.11: *Ulva lactuca*-assosiasjon ved lokalitet 4 (vår).

Dumontia contorta-assosiasjonen

Denne assosiasjonen er godt utviklet på våren ved de fleste av lokalitetene i det ytre området. Fordi *D. contorta* er en våralge, forsvinner assosiasjonene på høsten, og i dette arbeidet er det heller ikke funnet spredte individer ved noen av lokalitetene under høsttinsamlingen. Ved de noe mer beskyttede lokalitetene vokser *D. contorta*-assosiasjonen ofte i nærheten av *U. lactuca*-assosiasjoner, se figur 3.12. På de mest eksponerte lokalitetene kan hele fjærepytter være dekket av *D. contorta*-assosiasjoner, og en undervegetasjon av *Hildenbrandia rubra* er vanlig.



Figur 3.12: *Dumontia contorta*-assosiasjon ved lokalitet 4 (vår).

Dictyota dichotoma-assosiasjonen

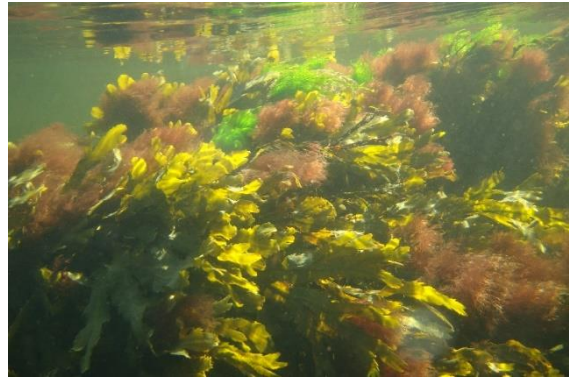
Denne assosiasjonen er funnet ved de mest eksponerte lokalitetene, og er best utviklet på høsten. Assosiasjonen kan danne tette tepper i fjærepytter sammen med *Corallina officinalis*, se figur 3.13, eller danne brede belter i øvre del av sublitoralen sammen med *Cladophora rupestris* og *B. hamifera*. *D. dichotoma* vokser også ofte som epifytt på andre alger, eller som spredte individer uten å danne assosiasjon.



Figur 3.13: *Dictyota dichotoma*-assosiasjon ved lokalitet 9 (høst).

Fucus serratus-assosiasjonen

F. serratus er en flerårig alge, og danner en godt utviklet assosiasjon både vår og høst under *F. vesiculosus*-*A. nodosum*-assosiasjonen ved de fleste av de ytre lokalitetene. Ofte markerer denne assosiasjonen slutten av litoralen og begynnelsen av sublitoralen. Assosiasjonen minker i omfang med eksponeringsgrad, slik at de litt mer beskyttede lokalitetene 4 og 5 har bredere belter av *F. serratus* enn de veldig eksponerte lokalitetene 6 og 7. Graden av epifyttvekst minker også med eksponeringsgrad, men i det ytre området er epifyttveksten aldri større enn at brorparten av vertsalgen synes, se figur 3.14. Vanlige epifytter er *Ceramium virgatum*, *Ectocarpus fasciculatus*, *Pylaiella littoralis*, *Polysiphonia stricta* og *Ulva intestinalis*.



Figur 3.14: *Fucus serratus*-assosiasjon ved lokalitet 5 (høst).

Chordaria flagelliformis-assosiasjonen

Denne assosiasjonen finnes ved flere av de eksponerte lokalitetene, men er først synlig som en tydelig assosiasjon på høsten. Assosiasjonen er enten å se som et belte på 10-20 cm under *F. serratus*-assosiasjonen i sublitoralen, eller som et teppe over områder med singel og småstein, se figur 3.15. *Callithamnion corymbosum* og *Ectocarpus fasciculatus* er vanlige epifytter.



Figur 3.15: *Chordaria flagelliformis*-assosiasjon ved lokalitet 4 (høst).

Halidrys siliquosa-assosiasjonen

H. siliquosa er assosiasjonsdannende ved de noe mer beskyttede lokalitetene, og på de mer eksponerte lokalitetene vokser kun enkelt-individer. *H. siliquosa*-assosiasjonen danner et belte under *F. serratus*-assosiasjonen, og epifyttveksten avtar med eksponeringsgrad. Der *H. siliquosa* er assosiasjonsdannende, er andelen epifytter ganske høy, se figur 3.16. *Ectocarpus fasciculatus*, *Ectocarpus siliculosus* og *Pylaiella littoralis* er de vanligste epifyttene.



Figur 3.16: *Halidrys siliquosa*-assosiasjon ved lokalitet 10 (vår).

Corallina officinalis-assosiasjonen

C. officinalis er en flerårig alge, og denne assosiasjonen er godt utviklet både vår og høst. På de mest bølgeeksponerte lokalitetene kan *C. officinalis* vokse høyt opp i sublitoralen, og avstanden mellom lituslinjen og *C. officinalis*-assosiasjonen blir relativt kort, se figur 3.17.

C. officinalis-assosiasjonen finnes også dypere ned i sublitoralen, særlig på de noe mer beskyttede lokalitetene, men også som undervegetasjon til *Alaria*- og *Laminaria*-assosiasjonene på de mest eksponerte lokalitetene. Selve *C. officinalis*-assosiasjonen består av individer som sitter tett i tett på store steiner og fjellsider, og kan danne opptil én meter brede belter, eller større enger på mange kvadratmeter i litorale fjærepytter. Det er ikke uvanlig at *C. officinalis* vokser på albuesneglen *Patella vulgata* dersom den befinner seg i assosiasjonen. *D. dichotoma*- og *M. stellatus*-assosiasjoner vokser i nærheten av denne assosiasjonen ved flere av lokalitetene, og de tre assosiasjonene overlapper ofte.



Figur 3.17: *Corallina officinalis*-assosiasjon ved lokalitet 11 (vår).

Saccharina latissima-assosiasjonen

S. latissima danner smale assosiasjoner under *F. serratus* i sublitoralen på de mer beskyttede lokalitetene, se figur 3.18. På de mest eksponerte lokalitetene kan en finne spredte individer av *S. latissima* i fjærepytter, eller i *L. digitata*-*L. hyperborea*-assosiasjonen, men det er sjeldent den danner egne assosiasjoner her. Epifyttveksten avtar med eksponeringsgrad, og *Ceramium virgatum*, *Sphacellaria cirrosa*, små kimplanter av *Fucus* sp. og *Sargassum muticum* er vanlige epifytter.



Figur 3.18: *Saccharina latissima*-assosiasjon ved lokalitet 4 (vår).

Alaria esculenta-assosiasjonen

Denne assosiasjonen finnes kun på de mest eksponerte lokalitetene. På våren danner unge, intakte individer et belte over *Laminaria* spp. i sublitoralen, mens på høsten blir mange av individene slitt ned eller helt bort. Små, unge individer av *A. esculenta* kan også vokse i fjærepytter på rullesteinstranden ved lokalitet 7. Undervegetasjonen består ofte av *Corallina officinalis* og *Phymatoliton* spp.

Laminaria digitata - Laminaria hyperborea- assosiasjonen

Denne assosiasjonen finnes ved de fleste av de ytre lokalitetene, men øker i omfang med eksponeringsgrad. *L. digitata* og *L. hyperborea* kan vokse om hverandre, men ofte vokser *L. hyperborea* dypere enn *L. digitata* i sublitoralen. Epifyttveksten minker med eksponeringsgrad, og på de mest eksponerte lokalitetene kan både stipe og lamina være helt frie for epifytter. På hapteret vokser det nesten alltid *Acrochaetium* spp. Vanlige epifytter er *Palmaria palmata*, *Phycodryis rubens*, *Polysiphonia stricta* og *Laminariocolax tomentosoides*. Undervegetasjonen består hovedsakelig av *Phymatolithon lenormandii* på grunt vann og *Phymatolithon purpureum* på dypere vann, se figur 3.19.



Figur 3.19: *Laminaria digitata*-*L. hyperborea*-assosiasjon ved lokalitet 6 (vår).

ALGEASSOSIASJONER I DET INDRE OMRÅDET

Supralitorale algeassosiasjoner

Verrucaria maura-Cyanophyceae-assosiasjonen

På samme måte som i det ytre området, markerer denne assosiasjonen øvre del av supralitoralen ved de indre lokalitetene der strandlinjen er preget av fjell eller store stein, se figur 3.20. I det indre området utgjør assosiasjonen likevel et smalere belte, og er ofte mye nærmere lituslinjen, enn i det ytre området.



Figur 3.20: *Verrucaria maura*-*Cyanophyceae*-assosiasjon og *Ulothrix-Urospora*-assosiasjon ved lokalitet 13 (vår).

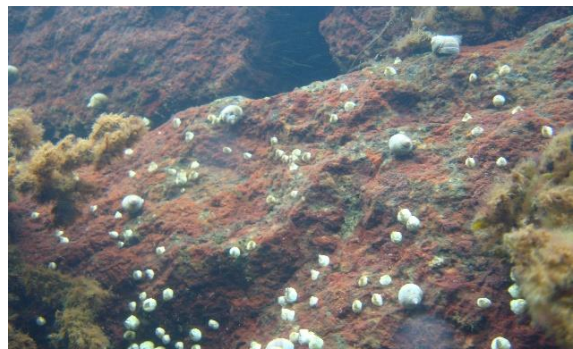
Ulothrix-Urospora-assosiasjonen

I større grad enn i det ytre området, vil denne assosiasjonen prege supralitoralen i det indre området alene, se figur 3.20. På høsten forsvinner assosiasjonen helt eller delvis, og etterlater seg kun et vegetasjonsløst parti. På våren strekker assosiasjonen seg helt ned til lituslinjen.

Litorale algeassosiasjoner

Hildenbrandia rubra-assosiasjonen

Der *H. rubra* ofte er å se som undervegetasjon i det ytre området, kan arten danne sine egne assosiasjoner, som nærmest er frie for annen vegetasjon, i det indre området. Assosiasjonen farger underlaget rødt, se figur 3.21, og kan dekke flere kvadratmeter. *H. rubra* er en flerårig alge, og assosiasjonen er like godt utviklet vår som høst. Brakkvannsrur (*Amphibalanus impro-*



Figur 3.21: *Hildenbrandia rubra*-assosiasjon ved lokalitet 16 (høst).

visus) og ulike snegler er vanlige i assosiasjonen, og *Fucus*-assosiasjoner finnes ofte i nærheten.

Ascophyllum nodosum-assosiasjonen

A. nodosum danner tydelige, brede belter øverst i litoralen på noen av de indre lokalitetene, men går ikke lenger inn i det indre området enn til lokalitet K. I motsetning til i det ytre området er assosiasjonen overgrodd av epifytter, og i enkelte tilfeller er algene nesten begravd i lurvete alger som *Ceramium tenuicorne*, *Ectocarpus siliculosus*, *Sphacellaria cirrosa* og cyanobakterier, se figur 3.22.



Figur 3.22: *Ascophyllum nodosum*-assosiasjon ved lokalitet K (vår).

Fucus vesiculosus-assosiasjonen

F. vesiculosus danner et bredt og tydelig belte under *A. nodosum*-assosiasjonen ved noen av de indre lokalitetene, og vokser i tillegg på lokaliteter der *A. nodosum* ikke finnes. En godt utviklet *F. vesiculosus*-assosiasjon finnes helt inn til lokalitet 17 i Framvaren. Det finnes ikke blæreløse individer av *F. vesiculosus* i det indre området. I likhet med *A. nodosum*-assosiasjonen er også *F. vesiculosus*-assosiasjonen overgrodd av filamentøse og lurvete alger, i tillegg til hydroider, se figur 3.23.



Figur 3.23: *Fucus vesiculosus*-assosiasjon ved lokalitet 14 (høst).

Ulva-assosiasjonen

Ved noen av de indre lokalitetene, særlig i Kjørrefjordbuktene, trer en tydelig *Ulva*-assosiasjon frem, bestående av filamentøse representanter fra slekten: *U. compressa*, *U. intestinalis* og *U. prolifera*. Assosiasjonen danner store, tette tepper, som kan dominere mye av algevegetasjonen ved en lokalitet (særlig lokalitet 14), se figur 3.24. Ofte består undervegetasjonen av svært overgrodde individer av *F. vesiculosus* og *F. serratus*. Mattedannende cyanobakterier, for eksempel *Spirulina* sp., kan også inngå i denne assosiasjonen. Assosiasjonen er bedre utviklet på høsten enn på våren.



Figur 3.24: *Ulva*-assosiasjon ved lokalitet 14 (høst).

Sublitorale algeassosiasjoner

Fucus serratus-assosiasjonen

I likhet med *F. serratus*-assosiasjonen i det ytre området, markerer også denne assosiasjonen overgangen mellom litoralen og sublitoralen i det indre området. Assosiasjonen finnes helt inn til lokalitet 16 i Framvaren, og danner tydelige, brede belter under *F. vesiculosus*-assosiasjonen ved alle lokalitetene. Ofte er assosiasjonene svært overgrodd av epifytter som *Ectocarpus siliculosus* og *Pylaiella littoralis*, se figur 3.25. Assosiasjonen er godt utviklet både vår og høst, men andelen epifytter er vesentlig høyere på høsten.



Figur 3.25: *Fucus serratus*-assosiasjon ved lokalitet 13 (høst).

Assosiasjoner av høyere planter

Zostera marina-assosiasjonen

I områder med sandbunn danner *Z. marina* store enger som kan dekke hele området, se figur 3.26. Algevegetasjonen ved disse lokalitetene består hovedsakelig av epifytter på *Z. marina*, som *Ceramium tenuicorne*, *Polysiphonia stricta* og *Ulothrix subflaccida*. Denne assosiasjonen er godt utviklet både vår og høst.



Figur 3.26: *Zostera marina*-assosiasjon ved lokalitet 15 (høst).

Ruppia maritima-assosiasjonen

I likhet med *Z. marina* danner også *R. maritima* sjøgressenger i områder med sandbunn. Disse to assosiasjonene kan overlape hverandre. *R. maritima*-assosiasjonen er like godt utviklet vår og høst. Færre epifytter vokser på *R. maritima* enn *Z. marina*, men assosiasjonen fungerer som utmerket habitat for flere dyr, blant annet snegl, se figur 3.27.



Figur 3.27: *Ruppia maritima*-assosiasjon ved lokalitet 18 (høst).

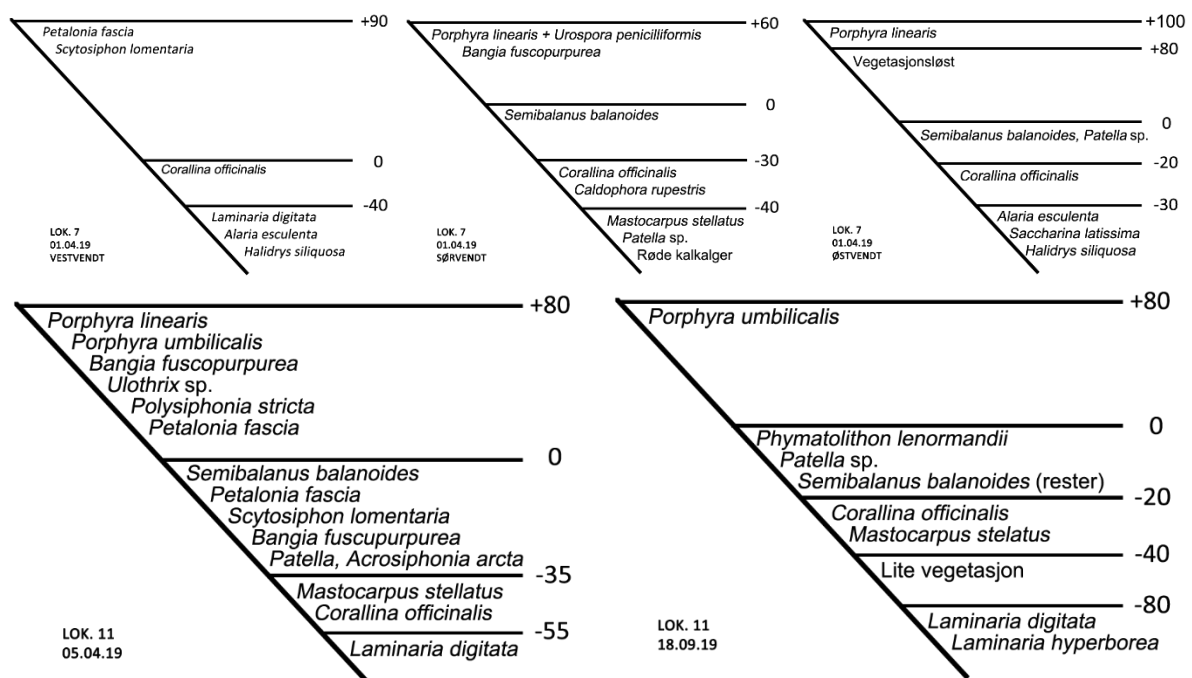
3.1.2 Algenes vertikale utbredelse

I denne undersøkelsen er det tegnet opp vertikale soneringsprofiler for algevegetasjonen vår og høst ved noen utvalgte lokaliteter, se figur 3.28, 3.31, 3.32 og 3.33. Av disse representerer profilene fra lokalitet 7 og 11 åpen, eksponert kyst, profilen fra lokalitet 4 representerer åpen, moderat eksponert kyst, profilene fra lokalitet 10, L og 12 representerer beskyttet kyst, og profilene fra lokalitet 13, 14 og K representerer beskyttet, ferskvannspåvirket kyst. Hele

eksponeringskalaen fra tabell 2.1 i materialer og metoder er dermed representert. Supralitoralen blir mest påvirket av eksponeringsgrad, og den vertikale utstrekningen av denne sonen øker med økt bølgeeksponering.

Åpen eksponert kyst

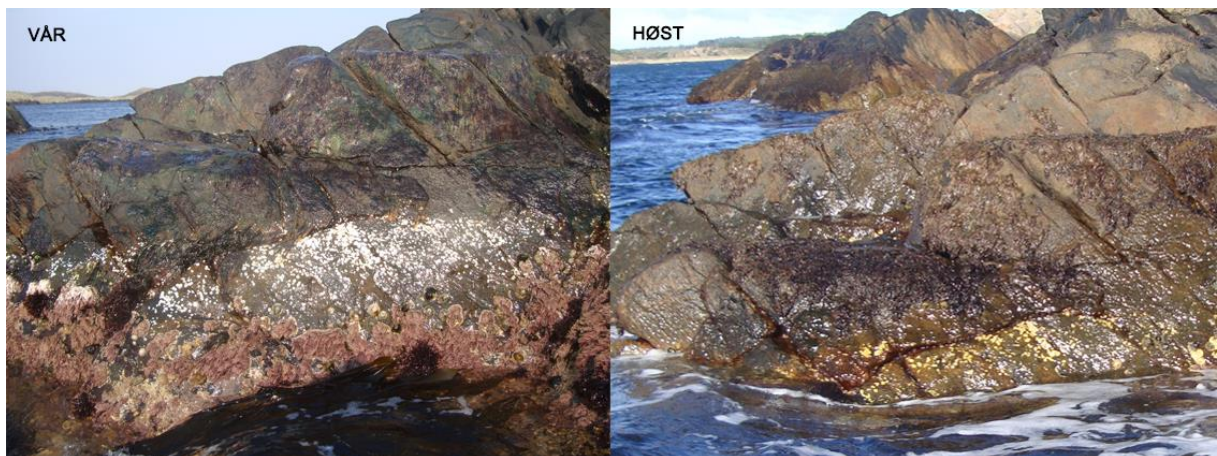
Begge de eksponerte lokalitetene er karakterisert ved at de har en bred supralitoralsone både vår og høst, se figur 3.28. Som figur 3.29 og 3.30 viser, er både artsmangfoldet og populasjonstettheten høy i supralitoralen, særlig på våren. Våralgene i supralitoralen domineres av rødalger som *Porphyra linearis*, *Porphyra umbilicalis* og *Bangia fuscopurpurea*, og brunalger som *Petalonia fascia* og *Scytosiphon lomentaria*. På høsten forsvinner mange av disse algene, men *P. umbilicalis* står igjen som en tett assosiasjon ved lokalitet 11. Litoralen mangler tangarter som *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum* og *Fucus serratus*, og det er kun røde kalkalger og *Mastocarpus stellatus* som er å finne av algevegetasjon i denne sonen. På vestsiden av kampesteinen ved lokalitet 7 er eksponeringsgraden så høy at *Corallina officinalis*-assosiasjonen beveger seg helt opp til *Petalonia-Scytosiphon*-assosiasjonen, og derfor er *C. officinalis* tegnet inn som 0-linje her. Ved resten av de eksponerte lokalitetene finnes et tydelig belte av *Semibalanus balanoides* i grensen mellom supralitoralen og litoralen. Det generelle inntrykket fra de mest eksponerte lokalitetene er at litoralen er mer dominert av dyr enn alger. Sublitoralen domineres av tarearter under et bredt belte av *C. officinalis*.



Figur 3.28: Vertikale soneringsprofiler fra de eksponerte lokalitetene 7 og 11. Ved lokalitet 7 ble det kun tatt profiler på våren, da det var for mye sjø på høsten. Vestvendt, sørvendt og østvendt refererer til ulike sider av en stor kampestein på rullesteinstranden.



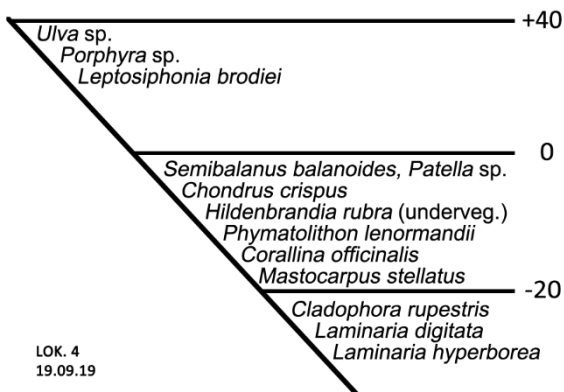
Figur 3.29: Bilder av profiler tatt på ulike sider av en stor kampestein ved lokalitet 7. Bildene korresponderer til profilene i figur 3.28.



Figur 3.30: Bilder av profiler tatt vår og høst ved lokalitet 11. Bildene korresponderer til profilene i figur 3.28.

Åpen moderat eksponert kyst

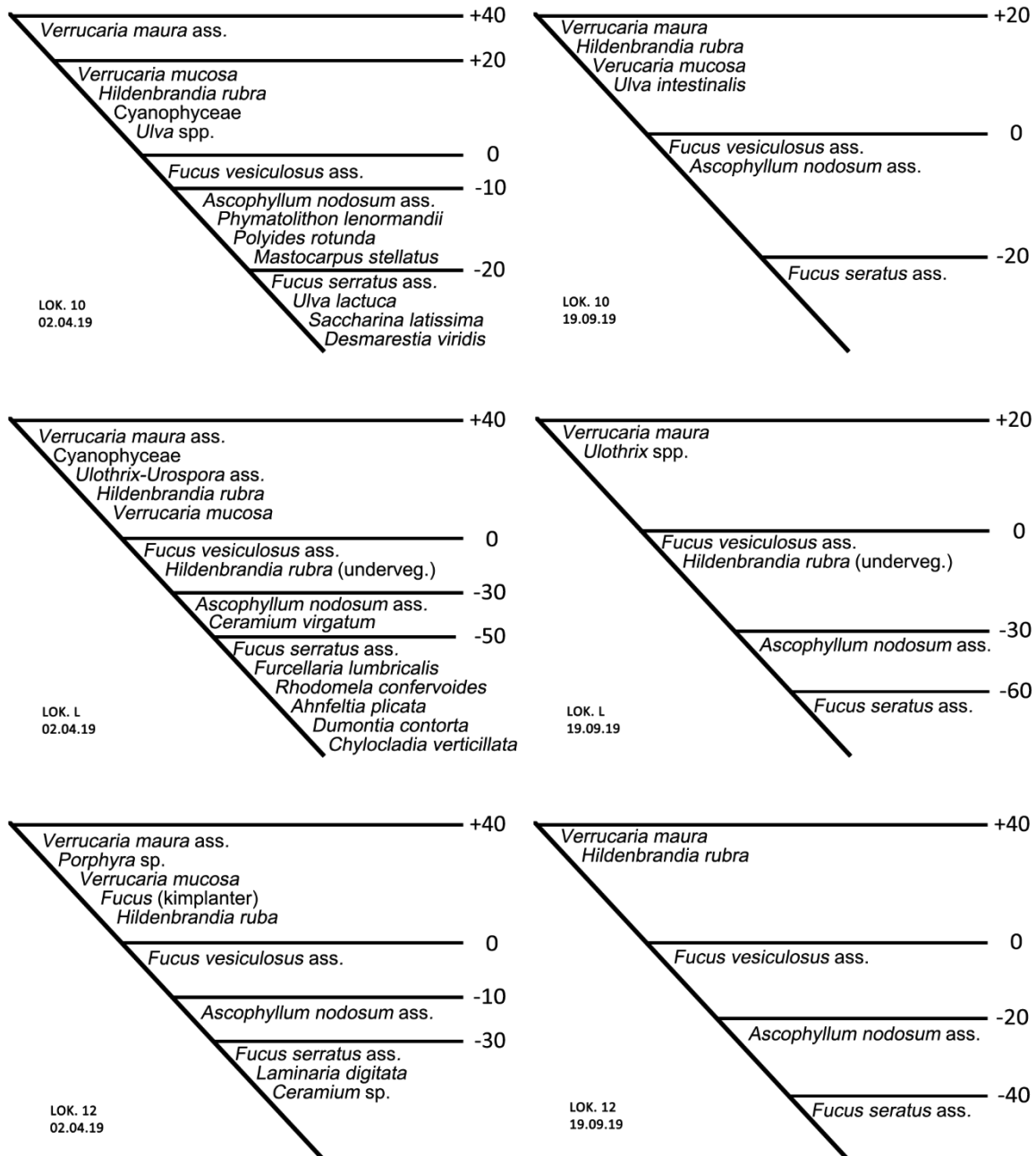
Som figur 3.31 viser, er supralitoralen påfallende smalere ved den moderat eksponerte lokaliteten 4, enn ved de mest eksponerte lokalitetene. Ellers minner profilen ved denne lokaliteten ganske mye om profilene ved lokalitet 7 og 11: *Semibalanus balanoides* markerer lituslinjen, tangarter er fremdeles fraværende i litoralen, *Corallina officinalis* kryper opp i litoralen, og tarearter dominerer sublitoralen. Nytt er det at *Ulva* sp. og *Leptosiphonia brodiei* er representert i supralitoralen, og *Chondrus crispus* i litoralen. *Bangia fuscopurpurea* og *Porphyra linearis* er fraværende i denne profilen, men det skyldes nok at de er våralger, snarere enn at de ikke vokser i supralitoralen ved denne lokaliteten.



Figur 3.31: Vertikal soneringsprofil fra den moderat eksponerte lokaliteten 4. Det ble kun tatt profil på høsten.

Beskyttet kyst

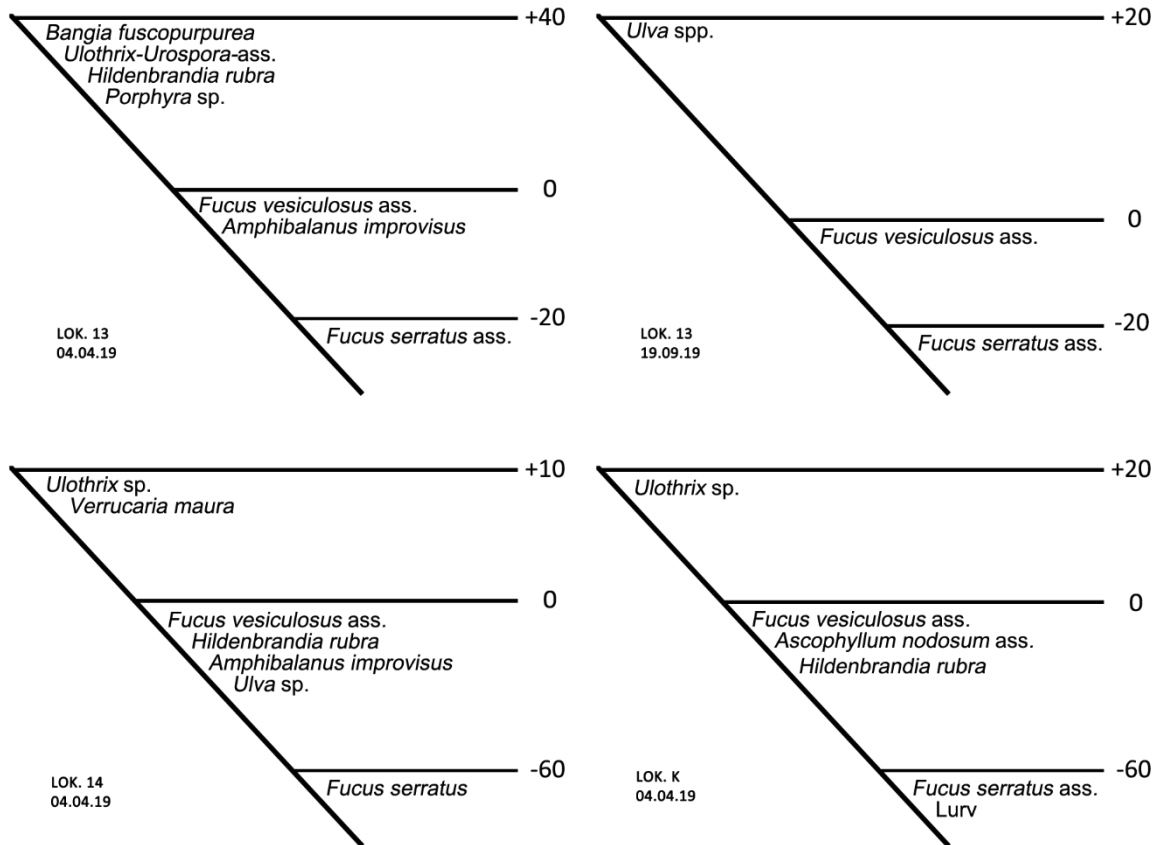
Figur 3.32 viser at utstrekningen av supralitoralene er like bred ved de beskyttede lokalitetene som ved moderat eksponering. Forskjellen er at *Semibalanus balanoides* ikke er tilstede, og følgelig er *Fucus vesiculosus* brukt som 0-linje. *Verrucaria maura* dominerer øverste del av supralitoralene, tett etterfulgt av *Hildenbrandia rubra*, *Verrucaria mucosa* og *Ulva*-, *Ulothrix*- og *Urospora*-arter. *F. vesiculosus* og *Ascophyllum nodosum* dominerer litoralene, og *Fucus serratus* dominerer sublitoralene. Tare har nesten forsvunnet fra strandsonen ved de beskyttede lokalitetene, med unntak av litt *Laminaria digitata* ved lokalitet 12 og *Saccharina latissima* ved lokalitet 10.



Figur 3.32: Vertikale soneringsprofiler fra de beskyttede lokalitetene 10, L og 12, tatt vår og høst.

Beskyttet ferskvannspåvirket kyst

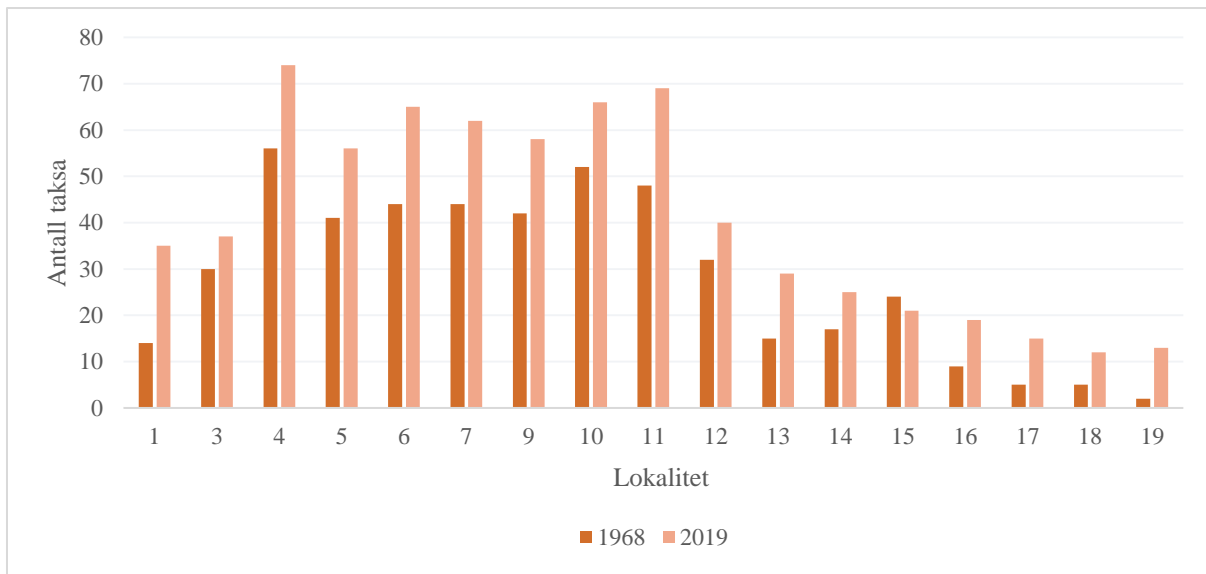
Figur 3.33 viser at utstrekningen av supralitoralene er mindre ved de ferskvannspåvirkede og beskyttede lokalitetene enn ved de andre undersøkte lokalitetene. Den 40 cm brede supralitoralene ved lokalitet 13 er kun tilstede på våren, og blir halvparten så bred på høsten. Grønnalger dominerer supralitoralene, *Fucus vesiculosus* markerer lituslinjen og dominerer litoralene og *Fucus serratus* dominerer sublitoralene. *Ascophyllum nodosum* er kun tilstede i litoralene ved lokalitet K, og tare er fraværende i hele området.



Figur 3.33: Vertikale soneringsprofiler fra de beskyttede og ferskvannspåvirkede lokalitetene 13, 14 og K. Profiler ble kun tatt på våren ved lokalitet 14 og K, da vannstanden var for høy på høsten.

3.2 Endringer på 50 år

I løpet av vår- og høsttinningsamlingen 2019 ble det funnet 114 taksa på Lista, og derav er 56 rødalger, 33 brunalger og 19 grønnalger. I tillegg er det funnet to lavararter, *Verrucaria maura* og *Verrucaria mucosa*, to sjøgressarter, *Ruppia maritima* og *Zostera marina*, og alle blågrønnbakterier funnet er satt under ett felles taksa; Cyanophyceae. I 1968 ble det funnet 120 taksa i litoralene og i sublitoralene ned til 4 m; 52 rødalger, 41 brunalger, 22 grønnalger, 2 lavararter, én sjøgressart og ett bakterietaksa. Totalt sett er det altså funnet flere taksa i 1968 enn i 2019. Resultatet blir derimot motsatt om en ser på algevegetasjonen per lokalitet. Figur 3.34 viser hvordan det ved alle lokalitetene, med unntak av lokalitet 15, er funnet flere taksa i litoralene og den øvre sublitoralene i 2019 enn i 1968.



Figur 3.34: Antall taksa funnet i 1968 og 2019 ved de ulike lokalitetene. Grafen inkluderer cyanobakterier, sjøgress og lav. Lokalitetene som kun er besøkt i 1968 (2 og 8) eller kun i 2019 (L og K) er ikke inkludert her.

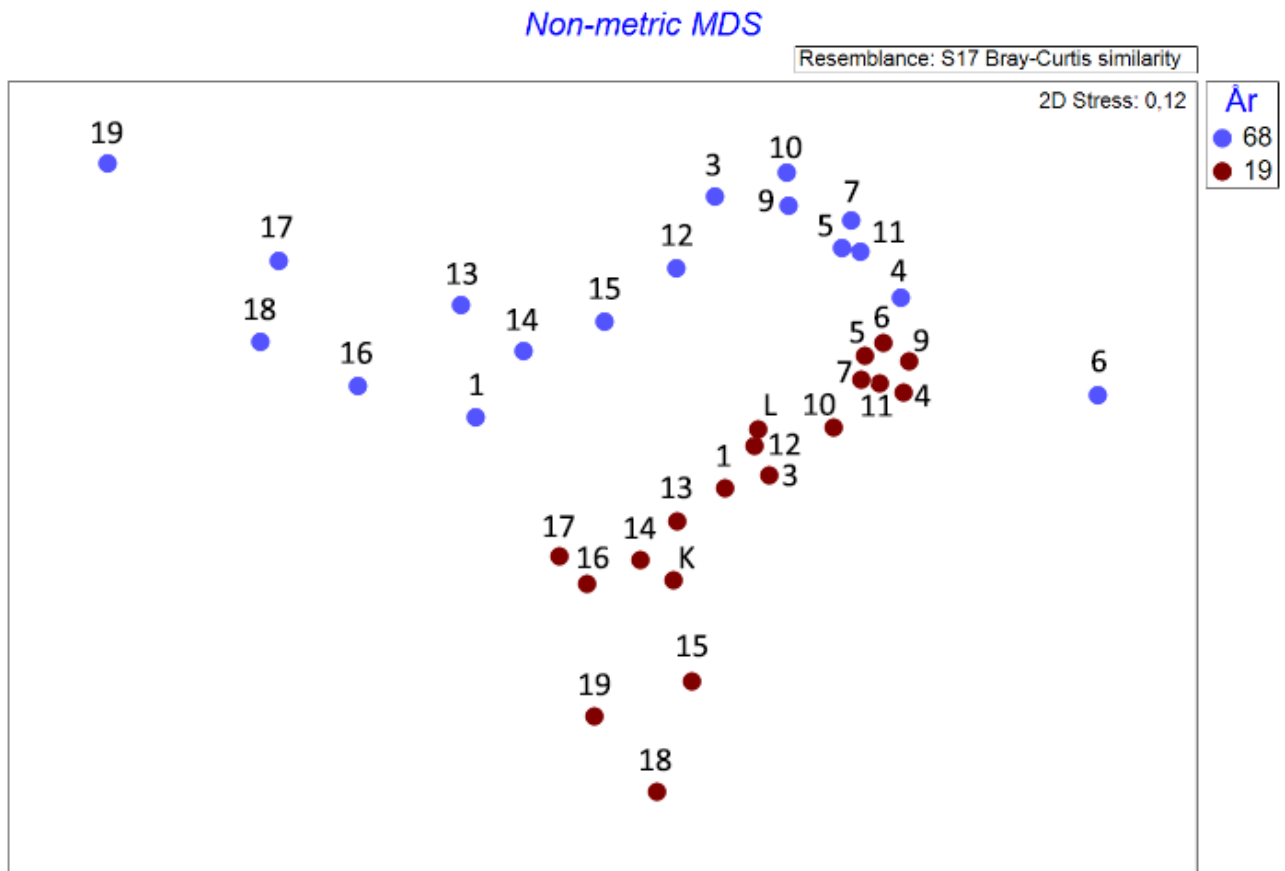
Røinaas (1968) beskrev mange av de samme algeassosiasjonene som er beskrevet i kapittel 3.1.1, men noen av assosiasjonene er nye for 2019, og noen av assosiasjonene fra 1968 er ikke lenger tilstede på Lista. Selv om flere av artene ble funnet i 1968, er det nytt at *Furcellaria lumbricalis*, *Bonnemaisonia hamifera*, *Ahnfeltia plicata*, *Dictyota dichotoma*, *Ulva lactuca* og *Halidrys siliquosa* inngår i egne assosiasjoner. Tre av assosiasjonene fra 1968 er ikke registrert i 2019; *Leptosiphonia brodiei*-, *Fucus spiralis*- og *Prasiola stipitata*-assosiasjonen.

3.2.1 Samfunnsanalyse

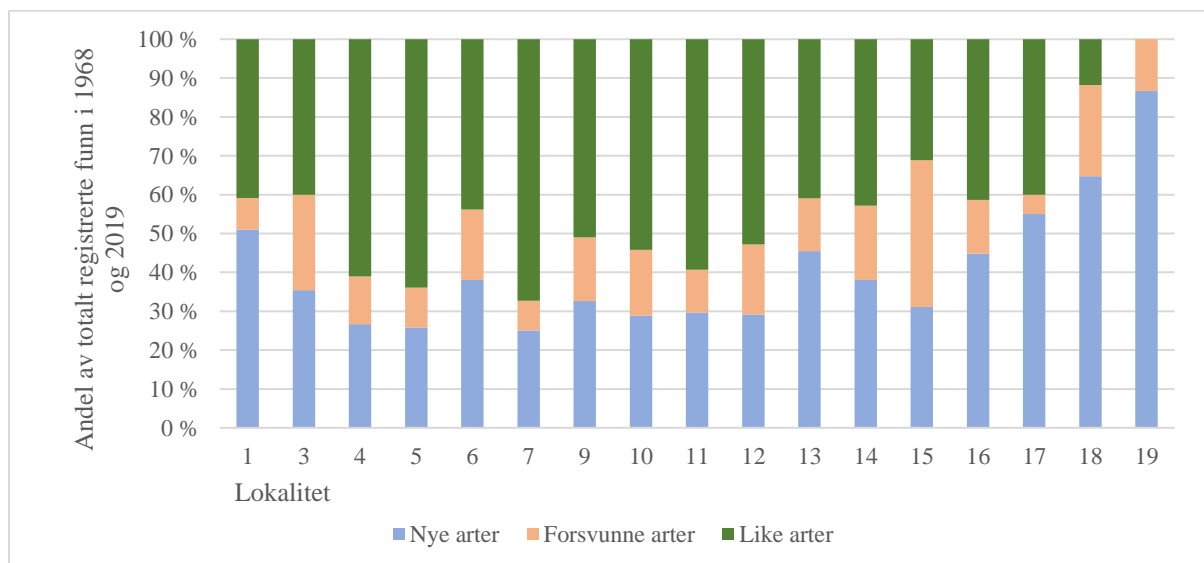
Algesamfunnene i 2019 og 1968 ved de ulike lokalitetene ble sammenlignet i en NMDS-analyse (Non-metric multidimensional scaling analysis), og figur 3.35 viser resultatet av denne. Stressverdien på 0,12 vitner om at den todimensjonale representasjonen av mange dimensjoner er ok/god, og at man kan tolke plottet med en viss forsiktighet. NMDS-plottet viser at 1968- og 2019-algesamfunnene ved de ytre og eksponerte lokalitetene klynger seg mer sammen enn algesamfunnene ved de indre og beskyttede lokalitetene. Det vil si at algesamfunnene ved de ytre lokalitetene i 2019 er ganske like samfunnene ved de samme lokalitetene i 1968. Motsatt er algesamfunnene i 2019 ved de indre lokalitetene ganske ulike samfunnene ved de samme lokalitetene i 1968.

Figur 3.36 oppsummerer hvor stor andel av artsfunnene i 1968 og 2019 som representerer like arter (funnet både i 1968 og 2019), forsvunne arter (funnet kun i 1968) og nye arter (funnet kun i 2019) ved alle lokalitetene, se utregning i appendiks II. Disse andelene kan bidra til å forklare noe av avstanden mellom de ulike algesamfunnene i NMDS-plottet. Ved lokalitet 4, 5, 7, 9, 10, 11 og 12 er andelen like arter i 1968 og 2019 over 50 %, og dette gjenspeiles også i korte avstander mellom 1968-samfunnene og 2019-samfunnene i NMDS-plottet. Blant de høyt eksponerte lokalitetene har lokalitet 6 den laveste andelen like arter mellom 1968 og 2019, og dette kan forklare hvorfor 1968-samfunnet ved lokalitet 6 ligger litt utenfor klyngen av de andre

ytre og høyt eksponerte samfunnene. Ved lokalitet 15, 18 og 19 er andelen like arter i 1968 og 2019 under 35 %, og dette gjenspeiles av de lengste avstandene mellom 1968- og 2019-samfunnene i NMDS-plottet.



Figur 3.35: NMDS-plott med alle de undersøkte lokalitetene i 1968 og 2019. De blå sirklene representerer algesamfunnene fra 1968, og de røde sirklene representerer algesamfunnene fra 2019.



Figur 3.36: Andel nye, forsvunne og like arter av totalt registrerte artsfunn i 1968 og 2019. Jo større andel som er lik, jo likere er algesamfunnet ved de ulike lokalitetene i 1968 og 2019. Utvalgsstørrelse (n) ved lok. X: $X(n) = 1(49), 3(65), 4(131), 5(97), 6(105), 7(104), 9(98), 10(118), 11(118), 12(72), 13(44), 14(42), 15(45), 16(29), 17(20), 18(17), 19(15)$. Se appendiks II for utregning.

Figur 3.36 viser også at nye arter ofte er hovedårsaken til den observerte endringen ved de ulike lokalitetene. I appendiks V finnes det en detaljert sammenligning over antall rød-, brun- og grønnalger ved alle lokalitetene på Lista mellom 1968- og 2019-undersøkelsen. Lokalitet 15 er den eneste lokaliteten der forsvunne arter har bidratt mer til endringen på 50 år enn nye arter. Andelen forsvunne arter er likevel høy hos flere av lokalitetene, særlig ved lokalitet 3 og 18, og selv om andelen nye arter er høyere enn andelen forsvunne arter, bidrar begge forholdene til den observerte endringen ved alle lokalitetene. Hvilke arter som har forsvunnet, og hvilke arter som er nye, varierer fra lokalitet til lokalitet, men tabell 3.1 lister opp hvilke arter som, ifølge denne undersøkelsen, er helt nye på Lista (kun funnet i 2019), og hvilke arter som har forsvunnet fra Lista (kun funnet i 1968). Brorparten av de forsvunne artene er brunalger, mens brorparten av de nye artene er rødalger. For fullstendig oversikt over hvilke arter som er funnet ved hvilke lokaliteter i 1968 og 2019, se appendiks I.

Tabell 3.1: Oversikt over «nye» og «forsvunne» arter i litoralen og øvre del av sublitoralen på Lista. «Nye arter» er arter som kun er funnet i 2019, og «forsvunne arter» er arter som kun er funnet i 1968. C = Chlorophyta (grønnalge), R = Rhodophyta (rødalge) og P = Phaeophyceae (brunalge).

| Arter kun funnet i 2019 | Funnet ved lokalitetene | Arter kun funnet i 1968 | Funnet ved lokalitetene |
|--------------------------------|--|--|-------------------------|
| Callithamnion tetragonum (R) | 11 | Aglaothamnion tenuissimum (R) | 4, 6 |
| Coccotylus truncatus (R) | 4, 10, 11, L | Asperococcus fistulosus (P) | 7, 10 |
| Dasysiphonia japonica (R) | 3, 9, 10, L | Asperococcus tortilis (P) | 10 |
| Delesseria sanguinea* (R) | 4, 10 | Ceramium penicillatum (R) | 5, 6 |
| Elachista stellaris (P) | 4 | Chaetomorpha linum (C) | 4, 9 |
| Gloiosiphonia capillaris (R) | 11 | Cladostephus spongiosum f. verticillatum (P) | 15 |
| Melanothamnus harveyi (R) | 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11 | Coccotylus brodiei (R) | 15 |
| Monostroma grevillei (C) | 3, 7, 10, 12, 16, 19, L, K | Colaonema daviesii (R) | 6, 11 |
| Monostroma sp. (C) | 4 | Cruoria pellita (R) | 4, 6 |
| Polysiphonia hemisphaerica (R) | 13, 14, 15, 17, 18, 19, K | Ectocarpus siliculosus var. arctus (P) | 5 |
| Porphyra purpurea (R) | 4, 5, 9, 11, 13 | Epicladia flustrae (C) | 5, 10, 11, 12 |
| Protomonostroma undulatum (C) | 4, 7, 13 | Epicladia perforans (C) | 14, 15 |
| Ruppia maritima | 15, 16, 18 | Eudesme virescens (P) | 10 |
| Sargassum muticum (P) | 4, 5, 6, 9 | Fucus spiralis (P) | 1, 7, 9, 10 |
| Scagelia pylaisaei (R) | 10, 12 | Hecatonema sp. (P) | 6 |
| Scagelothamnion pusillum (R) | 1, 10 | Leathesia marina (P) | 4, 9, 10 |
| Sphacelaria sp. (P) | K | Leptonematella fasciculata (P) | 9 |
| Ulothrix flacca (C) | 4, 5, 6, 10, 16, K | Lithothamnion granii (R) | 5 |
| Ulothrix implexa (C) | 1, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, L, K | Litosiphon laminariae (P) | 4, 6 |
| Ulothrix subflaccida (C) | 1, 4, 5, 10, 12, 13, 14, 15, 18, L, K | Myrionema sp. (P) | 12 |
| Ulva compressa (C) | 1, 3, 6, 10, 12, 13, 14, 15, 18, 19, K | Myrionema strangulans (P) | 6 |
| Ulva prolifera (C) | 4, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, L | Percursaria percursa (C) | 1 |

| | | | |
|-----------------------|-------------|----------------------------|-----------|
| Vertebrata lanosa (R) | 4, 5, 6, 10 | Phaeophila dendroides (C) | 10 |
| | | Prasiola stipitata (C) | 3, 4, 6 |
| | | Punctaria plantaginea (P) | 9 |
| | | Rhodochorton purpureum (R) | 6, 10, 11 |
| | | Stilophora tenella (P) | 10, 12 |
| | | Ulvella repens (C) | 9 |
| | | Ulvella scutata (C) | 3, 6, 12 |
| | | Ulvella viridis (C) | 9, 10, 11 |

*Ble funnet i skrap i 1968

Som tabell 3.1 viser, har mange av artene som ikke er registrert på Lista i 1968, etablert seg ved mange av lokalitetene i 2019. Grønnalger som *Monostroma grevillei*, *Protomonostroma undulatum*, *Ulothrix flacca*, *Ulothrix implexa*, *Ulothrix subflaccida*, *Ulva compressa* og *Ulva prolifera* har etablert seg både i det ytre og det indre området. Rødalgene *Coccotylus truncatus*, *Porphyra purpurea* og *Vertebrata lanosa* ble ikke funnet på Lista i 1968, men har etablert seg ved mange av de ytre lokalitetene i 2019. Rødalgen *Polysiphonia hemisphaerica* har derimot etablert seg ved nesten alle de indre lokalitetene. Tabell 3.1 viser også at mange av artene som ikke ble funnet i 2019, kun ble funnet ved én eller to lokaliteter i 1968. Unntakene er *Epicladia flustrae*, *Fucus spiralis*, *Leathesia marina*, *Prasiola stipitata*, *Rhodochorton purpureum*, *Ulvella scutata* og *Ulvella viridis*, som alle ble funnet ved flere av de ytre lokalitetene i 1968.

Oddsene for å finne en sørlig art på Lista i 1968 var 1:8,53, mens oddsene for å finne en sørlig art på Lista i 2019 er 1:3,84, se utregning i appendiks III. Sannsynligheten for ikke å finne en sørlig art på Lista var altså 8,53 ganger høyere enn sannsynligheten for å finne en sørlig art i 1968. I 2019 er sannsynligheten for ikke å finne en sørlig art 3,84 ganger høyere enn sannsynligheten for å finne en sørlig art. Oddsene for å finne en sørlig art i 2019 er derfor 2,221 ganger oddsene for å finne en sørlig art i 1968. Oddsene for å finne en sørlig art i 2019 er også høyere enn oddsene for å finne en sørlig art i 1968, dersom man ser på det ytre og det indre området separat. Oddsene for å finne en sørlig art i 2019 er 2,414 og 2,785 ganger oddsene for å finne en sørlig art i henholdsvis det ytre og det indre området i 1968, slik tabell 3.2 viser (se appendiks III for utregning av oddsene). Disse endringene er signifikante, fordi 95 %-konfidensintervallene for odds ratio ikke inneholder 1, og fordi p-verdiene er lave. Sørlige arter har altså økt sin utbredelse på Lista i løpet av 50 år, både når man ser på hele området sammenlagt, og når man ser på det ytre og det indre området hver for seg.

Leptosiphonia fibrillosa var den av de sørlige artene som hadde økt mest i antall lokaliteter den ble funnet ved, med en økning på 11 lokaliteter fra 1968 til 2019. *Callithamnion corymbosum* hadde økt sin utbredelse med 7 lokaliteter på 50 år, mens *Phyllophora pseudoceranoïdes*, *Chaetomorpha aerea* og *Dictyota dichotoma* hadde økt sin utbredelse med 5 lokaliteter. Resten av de sørlige artene hadde økt sin utbredelse med 1-4 lokaliteter, ikke endret sin utbredelse eller minsket sin utbredelse med 1-2 lokaliteter på 50 år. Noen av de sørlige artene var helt nye på Lista ifølge undersøkelsen gjort i 2019, deriblant flere fremmede arter.

Tabell 3.2: Resultater fra Fishers eksakte test: H_0 : Odds ratio =1, oddsen for å finne sørlige arter er like stor i 1968 som i 2019. H_0 forkastes til fordel for H_a : Odds ratio $\neq 1$, oddsen for å finne sørlige arter er ikke like stor i 1968 som i 2019, ved lave p-verdier og et 95 %-konfidensintervall som ikke inneholder 1. Antall søk etter sørlige arter = antall sørlige arter det ble søkt etter * antall lokaliteter det ble søkt ved (se appendiks III).

| Område | # søk etter sørlige arter i 1968 og 2019 | # søk m/ sørlige arter i 1968 | # søk m/ sørlige arter i 2019 | OR | p-verdi | 95 %-konfidensintervall | Forkaste/Beholde H_0 |
|--------------|--|-------------------------------|-------------------------------|-------|-----------|-------------------------|------------------------|
| Hele Lista | 629 | 66 | 130 | 2.221 | 8.082e-07 | (1.598, 3.110) | Forkaste |
| Ytre område | 306 | 57 | 109 | 2.414 | 3.095e-06 | (1.643, 3.572) | Forkaste |
| Indre område | 112 | 9 | 22 | 2.785 | 0.0191 | (1.160, 7.240) | Forkaste |

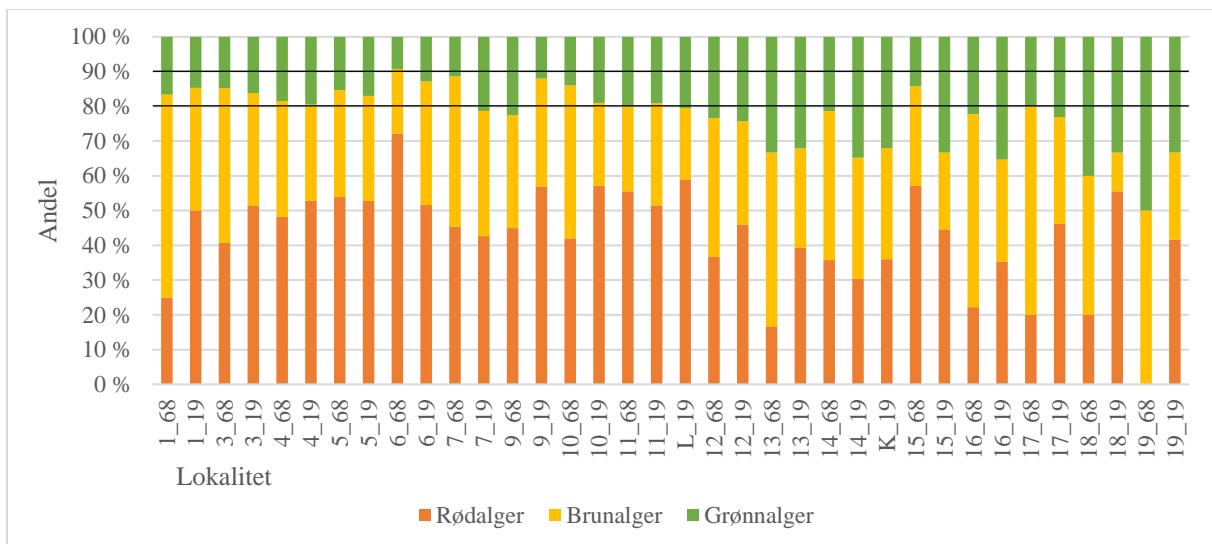
De fremmede artene *Bonnemaisonia hamifera*, *Colpomenia peregrina* og *Codium fragile*, ble funnet på Lista allerede i 1968, og i 2019 er det i tillegg registrert tre nye fremmede arter her: *Dasysiphonia japonica*, *Melanothamnus harveyi* og *Sargassum muticum*. Alle tre har etablert seg ved flere av de ytre lokalitetene. Det indre området holder seg derimot fritt for fremmede arter, med unntak av lokalitet 12 der det er registrert *B. hamifera* i 2019 (se appendiks I). Tabell 3.3 viser om oddsen for å finne en fremmed art i 2019 har endret seg signifikant fra oddsen for å finne den samme fremmede arten i 1968. Det er kun oddsen for å finne *B. hamifera* ved en lokalitet som har endret seg signifikant på 50 år. Oddsen for å finne *B. hamifera* i 2019 er 6,264 ganger oddsen for å finne *B. hamifera* i 1968. Appendiks III viser en oversikt over hva oddsen for å finne de tre fremmede artene var i 1968 og 2019.

Tabell 3.3: Resultater fra Fishers eksakte test: H_0 : Odds ratio =1, oddsen for å finne fremmedarten er like stor i 1968 som i 2019. H_0 forkastes til fordel for H_a : Odds ratio $\neq 1$, oddsen for å finne fremmedarten er ikke like stor i 1968 som i 2019, ved lave p-verdier og et 95 %-konfidensintervall som ikke inneholder 1.

| Art | # lok. i 2019 | # lok. i 1968 | OR | p-verdi | 95 %-konfidensintervall | Forkaste/Beholde H_0 |
|-------------------------------|---------------|---------------|-------|---------|-------------------------|------------------------|
| <i>Bonnemaisonia hamifera</i> | 10 | 3 | 6.264 | 0.032 | (1.132, 47.251) | Forkaste |
| <i>Codium fragile</i> | 2 | 2 | 1 | 1 | (0.065, 15.496) | Beholde |
| <i>Colpomenia peregrina</i> | 4 | 1 | 4.712 | 0.335 | (0.401, 256.886) | Beholde |

3.2.2 Eutrofiering

Ifølge Bokn (1978) skal andelen grønnalger ligge i intervallet mellom 10 og 20 % i et område med lite eutrofiering og lav ferskvannspåvirkning. Figur 3.37 viser Rødalge:Brunalge:Grønnalge-ratioen for de ulike lokalitetene i 1968 og 2019, se appendiks IV for utregning. I 2019 har 4 lokaliteter (7, 12, 9 og L) litt høy grønnalgeandel, én lokalitet (18) har høy grønnalgeandel, og 6 lokaliteter (13, 14, 15, 16, 19 og K) har veldig høy grønnalgeandel. Ifølge systemet til Bokn (1978) var altså totalt 9 (eller 11, inkludert lokalitet K og L) lokaliteter i ulik grad preget av eutrofiering eller ferskvannspåvirkning i 2019, mens dette gjaldt 7 lokaliteter i 1968. Tilstanden i 1968 var lik den i 2019 ved 3 av lokalitetene; litt høy grønnalgeandel ved lokalitet 12, og veldig høy ved lokalitet 13 og 19. Ved to av lokalitetene (14 og 16) har grønnalgeandelen økt fra litt høy til veldig høy på 50 år, og ved to av lokalitetene har grønnalgeandelen minket fra veldig høy til høy (lok. 18), og fra litt høy til normal (lok. 9) på 50 år. Den høye grønnalgeandelen ved lokalitet 18 og 19 i 1968, er nok et resultat av lavt artsantall heller enn eutrofiering, se utvalgsstørrelse i figurteksten til figur 3.37. Totalt har 3 lokaliteter som ikke var preget av høye grønnalgeandeler i 1968, blitt det i 2019 (lok. 7, 15, 17).



Figur 3.37: Rødalge:Brunalge:Grønnalge-ratio ved de ulike lokalitetene i 1968 og 2019. De svarte linjene viser normalintervallet for grønnalgeandelen, ifølge Bokn (1978). Utvalgsstørrelse (n) ved lok. X: X(n) = 1_68(12), 1_19(34), 3_68(27), 3_19(37), 4_68(54), 4_(72), 5_68(39), 5_19(53), 6_68(43), 6_19(62), 7_68(44), 7_19(61), 9_68(40), 9_19(58), 10_68(50), 10_19(63), 11_68(45), 11_19(68), L_19(39), 12_68(30), 12_19(37), 13_68(12), 13_19(28), 14_68(14), 14_19(23), K_19(25), 15_68(21), 15_19(18), 16_68(9), 16_19(17), 17_68(5), 17_19(13), 18_68(5), 18_19(9), 19_68(2), 19_19(12).

3.3 Systematisk del

Fylum: RHODOPHYTA

Klasse: Bangiophyceae

Orden: Bangiales

Familie: Bangiaceae

Bangia fuscopurpurea (Dillwyn) Lyngbye 1819

Denne algen ble funnet på alle de ytre lokalitetene, og mange av de indre lokalitetene, med unntak av lokalitet 14, 16, 17 og 18. Algen var godt utviklet om våren og assosiasjonsdannende i supralitoralene ved flere av de ytre lokalitetene. På høsten var assosiasjonene borte, men ved de fleste av lokalitetene kunne en fremdeles finne friske artseksemplarer. I motsetning til rødalgene i Florideophyceae, kan artene i Bangiophyceae ha ekte parenkym. Det vil si at cellene kan dele seg både på langs og på tvers. Hos godt utviklede eksemplarer av *B. fuscopurpurea* består tallus av en ugrenet parenkymatisk tråd, mens hos unge individer har ikke lengdedelingene begynt ennå, og tallus består kun av en enkel cellerekke.

Porphyra linearis Greville 1830

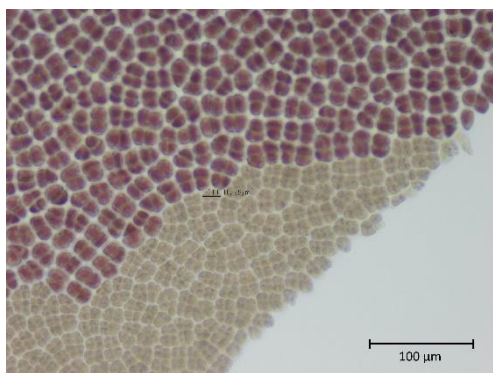
Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 6 og 11. På våren var den assosiasjonsdannende i supralitoralene, mens på høsten hadde den forsvunnet. Ved lokalitet 11 dannet *P. linearis* et 80 cm bredt belte i supralitoralene sammen med *Porphyra umbilicalis*, *Bangia fuscopurpurea*, *Polysiphonia stricta*, *Petalonia fascia* og *Ulothrix flacca*. *P. linearis* har en lyserød farge og en parenkymatisk oppbygning. Tallus er langt og smalt, og sitter festet til underlaget med en hefteskive som utgår fra en kort stilkformet del. Ved lokalitet 4 ble det funnet 20 cm lange og 1 cm brede eksemplarer, se figur 3.38.



Figur 3.38: *Porphyra linearis* funnet ved lokalitet 4 (vår).

Porphyra purpurea (Roth) C. Agardh 1824

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 5, 9 og 11, og den indre lokaliteten 13, og da voksende epilitisk i litoralene. Den vokste altså ved eksponerte lokaliteter, men ofte bak en beskyttende stein, eller bak en molo, som ved lokalitet 9. I likhet med de fleste andre *Porphyra*-arter er tallus hos *P. purpurea* parenkymatisk og ett cellelag tykt. Morfologisk kan en skille *P. purpurea* fra sine slektninger ved at tallus ofte er rødbrunt til



Figur 3.39: *Porphyra purpurea* funnet ved lokalitet 11 (vår). Hannlige spermatanger finnes i den lyse delen.

brunt med lyse hannlige deler, se figur 3.39. Om sommeren kan tallus bli strågult som følge av en lengre periode med sterkt sollys, men dette gjelder hovedsakelig individer som vokser høyere opp i litoralene (Conway, 1964). Hos *P. purpurea* er det brede og bladaktige tallus festet til underlaget med en basal hefteskive. Ofte blir *P. purpurea* større enn andre



Figur 3.40: *Porphyra purpurea* funnet ved lokalitet 9 (høst).

Porphyra-arter og tallus kan bli inntil 40 cm langt og 15 cm bredt. Ved lokalitet 9 vokste det store individer på høsten, og ett eksemplar ble målt til å være 30 cm langt og 12 cm bredt, se figur 3.40. Likevel er klart at en slik størrelsesmessig karakter ikke kan være den avgjørende i artsidentifiseringen, da individene kan være mye mindre i ung alder.

Porphyra umbilicalis Kützing 1843

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 5, 6, 7, 9, 11 og L, og de indre lokalitetene 12 og 13. Den vokste i supralitoralen eller øverste del av litoralen, og dannet assosiasjoner ved flere av lokalitetene. *P. umbilicalis* er lett å skille fra de andre *Porphyra*-artene, fordi tallus er festet til underlaget med en sentral hefteskive slik at algen ligner en rosett, se figur 3.41. Fargen varierte fra lokalitet til lokalitet, og kunne være alt fra dyp mørkerød til gulbrun. Størrelsen var like variabel som fargen, men ofte ble de største individene funnet på våren. På lokalitet 6 ble diameteren til ett av individene målt til 15 cm under vårinnsamlingen. Ved samme lokalitet ble også individer med en diameter på 7 cm registrert.

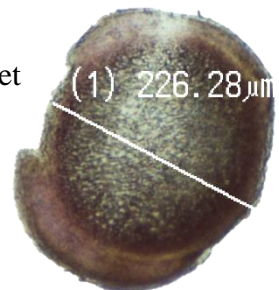


Figur 3.41: *Porphyra umbilicalis* funnet ved lokalitet 6 (vår).

Klasse: Florideophyceae
Underklasse: Ahnfeltiophycidae
Orden: Ahnfeltiales
Familie: Ahnfeltiaceae

Ahnfeltia plicata (Hudson) E.M.Fries 1836

Denne algen ble funnet ved alle de ytre lokalitetene, med unntak av lokalitet 3, og ved den indre lokaliteten 12. Den vokste i sublitoralen, og dannet assosiasjoner ved flere av lokalitetene. Tallus danner stive, opprette tuster på 5-15 cm, som består av uregelmessige eller dikotomt forgrenede skudd. Figur 3.42 viser tverrsnitt av et skudd der diameteren er 226 μm . Oppbygningen til *A. plicata* er multiaksial, med små, tykkveggede celler som danner trådlignende strukturer i midten. Flere lag av små celler omgir disse trådstrukturene og utgjør barklaget.



Figur 3.42: Tverrsnitt av *Ahnfeltia plicata*, funnet ved lokalitet 6 (vår).

Underklasse: Corallinophycidae
Orden: Corallinales
Familie: Corallinaceae
Underfamilie: Corallinoideae

Corallina officinalis Linnaeus 1758

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 5, 6, 7, 9, 10 og 11, og var ofte assosiasjonsdannende i sublitoralen. Individene vokste som oftest tett i tett epilitisk, men ble også funnet epizoisk på *Patella* sp. Tallus er rosa, 2-6 cm høyt, segmentert og motsatt fjærgrenet. Annethvert segment har celler med kalk i celleveggen, slik at algen blir både robust og fleksibel.

Familie: Lithothamniaceae
Underfamilie: Phymatolitheae

Phymatolithon lenormandii (Areschoug) W.H.Adey 1966

Denne kalkalgen ble funnet på alle de ytre lokalitetene, med unntak av lokalitet 1, og da voksende i litoralen og sublitoralen. Den vokste både på stein, tarestilker og dyr. Tallus er rosa og skorpeformet, og kan ha en svært variabel diameter, fra noen få millimeter til 8 cm.

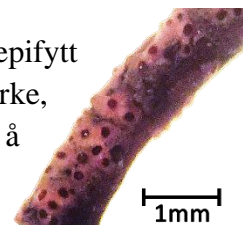
Phymatolithon purpureum (P.Crouan & H.Crouan) Woelkerling & L.M.Irvine 1986

Denne algen ble kun funnet på lokalitet 9. Fordi den minner mye om *P. lenormandii*, kan den ha blitt oversett på noen av de andre lokalitetene.

Orden: Hapalidiales
Familie: Hapalidiaceae
Underfamilie: Melobesioideae

Melobesia membranacea (Esper) J.V.Lamouroux 1812

Denne kalkalgen ble kun funnet på de ytre lokalitetene 4 og 6, og da som epifytt på *Furcellaria lumbricalis*. Det brunrosa tallus er skorpeformet med mørke, multiporate sporangiekonseptakler, et karaktertrekk som gjør det mulig å skille *Melobesia* fra nærstående slekter, se figur 3.43.



Figur 3.43: *Melobesia membranacea* funnet ved lokalitet 4 (høst). De mørke, runde partiene er multiporate sporangiekonseptakler.

Underklasse: Hildenbrandiophycidae
Orden: Hildenbrandiales
Familie: Hildenbrandiaceae

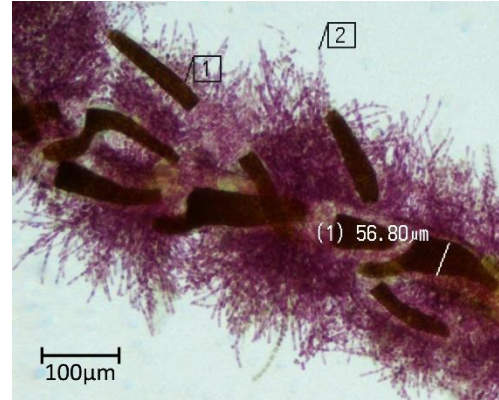
Hildenbrandia rubra (Sommerfelt) Meneghini 1841

Denne røde, skorpeformede algen er meget vanlig og ble funnet ved nesten alle lokalitetene, med unntak av lokalitet 15 og 18. Dette kan skyldes at den har blitt oversett, heller enn at den ikke finnes der, da algen ble funnet ved alle de omkringliggende lokalitetene. Algen var epilitisk på småstein eller fjell, og ved flere av lokalitetene vokste den rett under beltet av *Verrucaria maura* i supralitoralen. *H. rubra* vokste også lenger ned i litoralen, og kunne utgjøre hele undervegetasjonen til *Fucus*-assosiasjoner, som for eksempel ved lokalitet L og K, eller en egen assosiasjon som ved lokalitet 16.

Underklasse: Nemaliophycidae
Orden: Acrochaetiales
Familie: Acrochaetiaceae

Acrochaetium spp. Nägeli, 1858

Denne algeslekten ble funnet som epifytter ved mange av lokalitetene, både de eksponerte og de mer beskyttede. Ofte var vertsalgene så overgrodd av *Acrochaetium* at den virket lodden og rød. *Acrochaetium* kjennetegnes ved lyserøde, tynne (3-14 μm) uniseriate, grenede tråder med én stjerneformet kloroplast i hver celle. De fleste arter har dessuten én pyrenoide per celle. Tallus er mikroskopisk, men kan bli opptil noen få millimeter. Slekten er vanskelig å bestemme til art, og det er nærmest umulig å artsidentifisere infertile individer. Av tidsmessige årsaker er det derfor ikke gjort artsidentifiseringer innenfor denne slekten. En del av materialet antas likevel å være *Acrochaetium secundatum*, fordi det er funnet epifyttisk på *Cladophora rupestris*, se figur 3.44. Både Rueness (1966) og Røinaas (1968) har i sine hovedfagsarbeider fra Sørlandet beskrevet *A. secundatum* som epifyttisk på *C. rupestris*, og i København foreligger det herbariebelegg av *A. secundatum* som epifytt på *C. rupestris* (Clayden og Saunders, 2014).



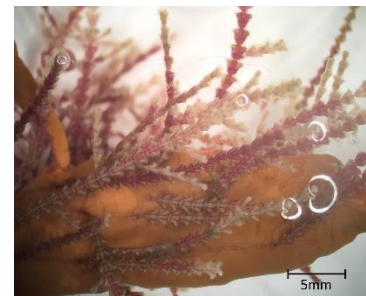
Figur 3.44: *Acrochaetium* cf. *secundatum* (2) som epifytt på *Cladophora rupestris* (1). Funnet ved lokalitet 6 (vår).

Orden: **Palmariales**

Familie: **Meiodiscaceae**

Rubrointrusa membranacea (Magnus) S.L.Clayden & G.W.Saunders 2010

Denne algen vokser endozoisk, og ble funnet på de eksponerte lokalitetene 5, 6 og 9 i *Dynamena pumila*. Den er lett å få øye på, fordi den farger hydroider knallrøde, se figur 3.45. Tallus består av uniseriate, krypende tråder, som av og til vokser så tett at de nesten danner pseudoparenkym. Cellene inneholder flere bånd- eller skiveformede kloroplaster uten pyrenoide.



Figur 3.45: *Rubrointrusa membranacea* funnet endozoisk i *Dynamena pumila* ved lokalitet 5 (høst).

Familie: **Palmariaceae**

Palmaria palmata (Linnaeus) F.Weber & D.Mohr 1805

Denne algen ble funnet på alle de ytre lokalitetene. Algen kunne forekomme i grupper spredt utover litoralen, men var oftest å se epifyttisk på tare i sublitoralen. Stipesene til *Laminaria* spp. var ofte fullstendig dekket av *P. palmata*. Formen på det flerårige tallus varierer veldig mellom individene, fra smale, flikete bånd, til store trekantformer, se figur 3.46. Årsaken til den store formvariabiliteten er at nye skudd dannes langs randen av eldre blad. Noen ganger har de eldre delene av bladet blitt slitt bort, andre ganger er de værende. Felles for alle former, er at tallus er festet til underlaget med en liten hefteskive og en kort stilk. Ved tverrsnitting vil en se at bladet består av marg og bark, se figur 3.46. Barken består av flere lag med korte, trådformede celler med mange skiveformede kloroplaster. Margen består av store, runde og fargeløse celler i ett eller to lag.



Figur 3.46: To eksemplarer av *Palmaria palmata* med ulik morfologi. Lengst til høyre vises et tverrsnitt med store, runde margceller og flere lag barkceller. Det grålige, diffuse laget på utsiden av barkcellene er diatomeer.

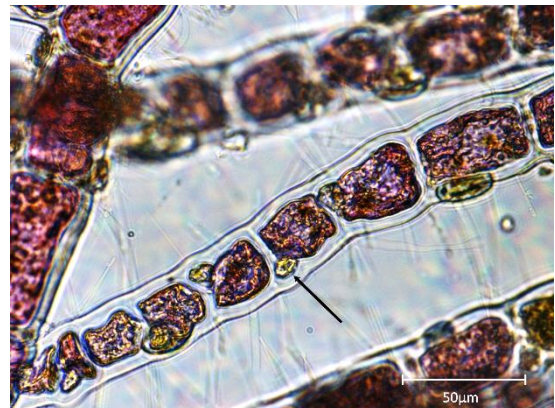
Underklasse: Rhodymeniophycidae

Orden: Bonnemaisoniales

Familie: Bonnemaisoniaceae

Bonnemaisonia hamifera Hariot 1891

Denne algen ble funnet på alle de ytre lokalitetene og lokalitet 12, og da voksende epifyttisk, epizoisisk eller epilittisk i sublitoralen. Algen har en diplohaplontisk heteromorf livssyklus, som vil si at den veksler mellom et tetrasporofyttstadium og et gametofyttstadium med ulik morfologi. Gametofytten har fått navnet «krokbærer» på norsk fordi den bærer krokklignende strukturer, som er lett å få øye på. Den er relativt sjelden i norske farvann, og er heller ikke funnet i dette arbeidet. Dog skal det nevnes at det er registrerte funn av gametofytten på Lista (Rueness, 1977; Røinaas, 1968; Åsen, 1978). Tetrasporofytten ble tidligere skilt ut som en egen art, *Trailliella intricata*, inntil blant annet Koch (1950) viste at *B. hamifera* og *T. intricata* var samme art ved kulturforsøk. Tallus hos tetrasporofytten består av uniseriate forgrenede tråder, som sitter sammen i 1-3 cm store dotter. Det norske navnet «rødlo» er derfor meget beskrivende. *B. hamifera* kan minne om en annen uniseriat forgrenet rødalge, *Spermothamnion repens*, men en kan skille de to artene fra hverandre ved at *B. hamifera* har kjertelceller, se figur 3.47. Dette er små, fargeløse celler, som ofte sitter i hjørnet av de vegetative cellene. De vegetative cellene er 22-38 μm brede, sylindriske eller tønneformede, og har mange skiveformede kloroplaster. *B. hamifera* ble første gang registrert i Norge i 1902 (Arwidsson, 1936), og ble da regnet som en fremmed art. Siden har den spredd seg langs hele Norges kyst.



Figur 3.47: *Bonnemaisonia hamifera* funnet ved lokalitet 4 (vår). Pilen peker på en kjertelcelle, som sitter i hjørnet av den røde, vegetative cellen.

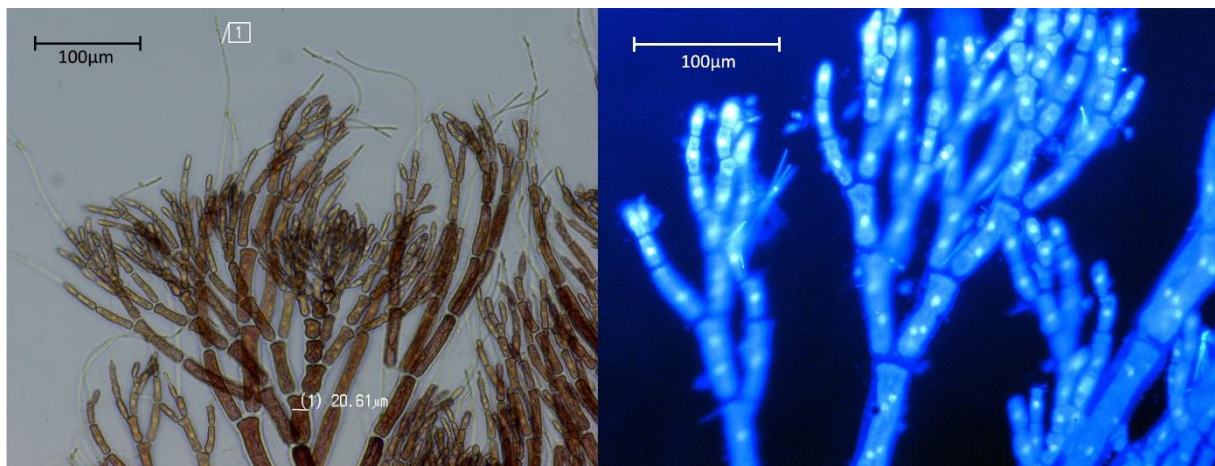
Orden: Ceramiales
Familie: Callithamniaceae

Gaillona seposita (Gunnerus) Athanasiadis 2016

Denne algen ble funnet på lokalitet 4, 6 og 11, og da ofte voksende epifyttisk på toppen av *Mastocarpus stellatus* i litoralen, eller på *Furcellaria lumbricalis* i sublitoralen. Tallus er rikt forgrenet med tettstilte skudd, slik at algen ligner små, røde juletrær. Algen blir mellom 5 og 10 cm høy.

Callithamnion corymbosum (Smith) Lyngbye 1819

Denne algen ble funnet på lokalitet 12 og alle de ytre lokalitetene, med unntak av de to mest eksponerte lokalitetene 6 og 7. Den vokste epifyttisk på *Furcellaria lumbricalis* og andre alger i litoralen og sublitoralen. Tallus er rikt og allsidig forgrenet, og kan bli 7 cm høyt, men i dette arbeidet er det sjeldent funnet individer over 3 cm. Øvre del av tallus er falskt gaffelgrenet, og endegrenene bærer ofte fargeløse rødalgehår, se figur 3.48. Dette karaktertrekket gjør det lettere å skille *C. corymbosum* fra *Aglaothamnion*-arter den lett kan forveksles med. Uheldigvis felles disse trichoblastene lett, og vil ikke alltid være tilstede. Det går likevel an å skille de to slektene relativt enkelt fra hverandre, fordi *Callithamnion* har mange kjerner i de eldre cellene, se figur 3.48, mens *Aglaothamnion* kun har én. *C. corymbosum* forveksles ikke lett med andre *Callithamnion*-arter.



Figur 3.48: *Callithamnion corymbosum* funnet ved lokalitet 4 (vår). Til venstre: Vanlig mikroskopibilde som viser rødalgehår (1). Til høyre: Bilde tatt i fluorescensmikroskop, som viser flere kjerner per celle, unntatt i apikalcellen (i toppen) og de første dattercellene.

Callithamnion tetragonum (Withering) S.F.Gray 1821

Denne algen ble kun funnet på lokalitet 11. Trolig finnes den også ved noen av de andre eksponerte lokalitetene, men vokser for dypt ned til at den er tilgjengelig ved snorkling. *C. tetragonum* vokser epifyttisk i sublitoralen, og er vanlig ned til 20 meters dyp. Tallus er 1,5-2 cm høyt, og allsidig forgrenet med markante hovedgrener. Cellene er sylindriske til tønneformede, og smalner av mot spissen. Skuddspissene ligner broddspisse piler, noe som er meget karakteristisk for arten og lett å få øye på. Hovedgrenene er ofte bekledd med kraftig barkvekst. I likhet med alle *Callithamnion*-arter har også *C. tetragonum* flere kjerner per celle, med unntak av i apikalcellen og de første dattercellene, se figur 3.49a. I dette arbeidet ble det under høstinnsamlingen funnet individer med karposporer, som vanligvis utvikles i løpet av juli-oktober, og tetrasporangier, som vanligvis utvikles i mai-september. Karposporene sitter

sammen i klaser, se figur 3.49b. Tetrasporangiene er tetraedrisk delte, og sitter ved de nederste cellene til de ytterste sidegrenene, se figur 3.49c.



Figur 3.49: *Callithamnion tetragonum* funnet ved lokalitet 11 (høst). A: Bilde tatt med fluorescensmikroskop, som viser mange kjerner per celle. B: Eksemplar med karposporer. C: Eksemplar med tetrasporer.

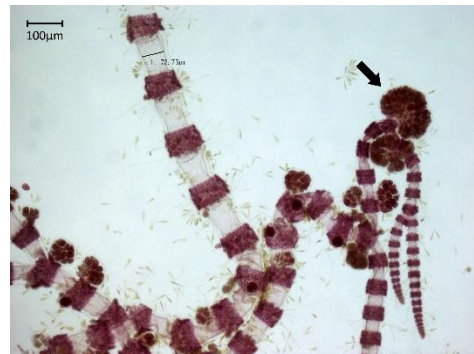
Familie: Ceramiaceae

Ceramium secundatum Lyngbye 1819

Denne algen ble funnet på funnet på de ytre lokalitetene 6, 9 og 11, og den indre lokaliteten 12, og da voksende epifyttisk på andre alger i litoralen. Algen kan lett forveksles med *C. virgatum*, da disse to minner veldig i oppbygning og utseende, men *C. secundatum* har små kjertelceller i barklaget (Nielsen og Lundsteen, 2019a). Dette mangler *C. virgatum*.

Ceramium tenuicorne (Kützting) Waern 1952

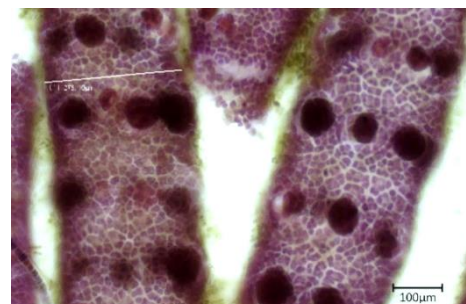
Denne algen ble funnet på alle de indre lokalitetene, i tillegg til de ytre lokalitetene 1, 3, 11 og L. Den vokste ofte epilitisk på mur, langs bryggekanter eller annet fast underlag og epifyttisk på større alger. Algen er en av få arter som virkelig liker seg innerst i Framvaren, med stor ferskvannspåvirkning og lite utskiftning av vannmassene. Tallus er rødbrunt, og har tydelig adskilte, mørke barkbelter, se figur 3.50. Under barken ligger 4-6 peraksialceller, men disse blir først synlige ved tverrsnitting. Algen kan bli opptil 10 cm høy, men i dette arbeidet er det sjeldent funnet individer over 5 cm. Skuddene er regelmessig falskt gaffelgrenet, og krummer litt innover mot hverandre i skuddspissene. Individer med parasporangier ble funnet på lokalitet 17 under høstinnsamlingen, se figur 3.50. Parasporangier utvikles når algen formerer seg ukjønnet, og dette skjer oftest når algen befinner seg nær sin halo- eller termoklin (Fredriksen, personlig kommunikasjon), slik som innerst i Framvaren der saliniteten ligger på rundt 15 PSU.



Figur 3.50: *Ceramium tenuicorne* med tydelige barkbelter, funnet ved lokalitet 11 (høst). Pilen peker på et parasporangium.

Ceramium virgatum Roth 1797

Denne algen ble funnet over nesten hele Lista, med unntak av de indre lokalitetene 15, 17, 19 og K. Dette er en veldig vanlig epifytt i litoralen og sublitoralen, og vokser ofte epifyttisk på fucoider som *Ascophyllum nodosum*, *Fucus serratus* og *Fucus vesiculosus*. Algen kan bli 30 cm høy, og har skudd som er uregelmessig falskt gaffelgrenet. I tuppene krummer skuddspissene seg

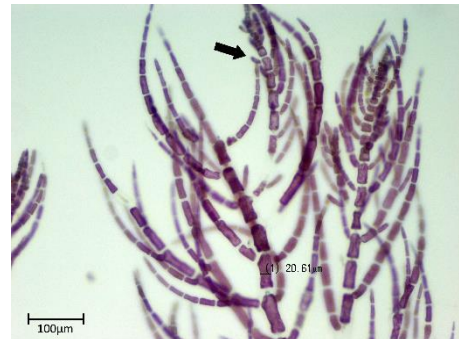


Figur 3.51: *Ceramium virgatum* med tetrasporangier der to segmenter møtes, funnet ved lokalitet 6 (vår).

litt inn mot hverandre. Tallus er pseudoparenkymatisk, bestående av aksialceller, 6-7 peraksialceller per segment og barkceller. Algen er mer eller mindre dekket av barkceller hele veien, og tydelige barkbelter som hos *C. tenuicorne* er vanligvis ikke tilstede. Figur 3.51 viser en tetrasporofytt med tetraedrisk delte tetrasporangier. De ligger innesluttet i barken, og legger seg der to segmenter møtes.

Scagelia pylaisaei (Montagne) M.J.Wynne 1985

Denne arten ble kun funnet på lokalitet 12, og da voksende epizoiske på mosdyr i litoralen. Algen er liten og lyserosa, og blir sjeldent høyere enn 1,5 cm. Cellenes bredde øker i de eldre delene av algen, og kan ha en diameter på opptil 100 µm. Apikalcellene blir sjelden bredere enn 15 µm. Tallus er uniseriat grenet, og algen har tydelige hovedakser med motsatt stilte sidegrener, se figur 3.52. Siste ordens sidegrener er også motsatt grenet.



Figur 3.52: *Scagelia pylaisaei* funnet ved lokalitet 12 (vår). Pilen peker på et sted der sisteordens sidegrener er motsatt grenet, noe som bekrefter dette eksemplarets artsidentitet.

Scagelothamnion pusillum (Ruprecht) Athanasiadis 1996

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 1 og 10. Der vokste den epilittisk på småstein i litoralen. Algen er liten og lyserosa, og blir opptil 1,5 cm høy. Apikalcellenes diameter er 7-8 µm, mens de eldre cellene kan bli opptil 100 µm brede. Algens oppbygning er uniseriat, med tydelige hovedakser og motsatt forgrening. Siste ordens sidegrener er aldri motsatt stilt, og vokser ofte i serie på den indre siden av sidegrenene, se figur 3.53. Av og til forekommer de på den ytre siden av sidegrenene.

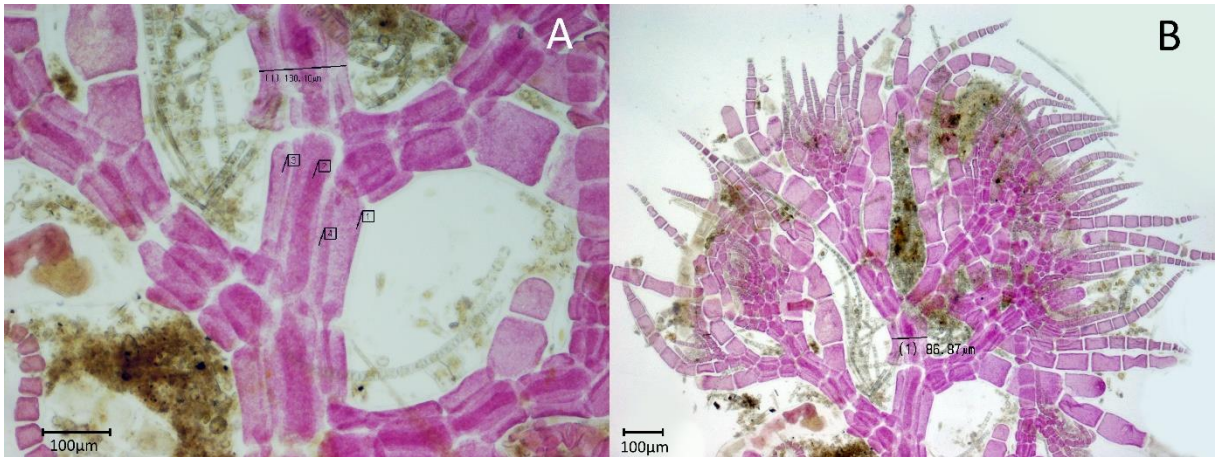


Figur 3.53: *Scagelothamnion pusillum* med siste ordens sidegrener i serie, funnet ved lokalitet 10 (vår).

Familie: Dasyaceae

Dasysiphonia japonica (Yendo) H.-S.Kim 2012

Denne algen ble funnet som epifytt i litoralen på lokalitet 3, 9, 10 og L. Algen er rødrosa til brun, og kan bli opptil 17 cm høy. I denne undersøkelsen ble kun mindre eksemplarer funnet. På våren var individene 1-2 cm høye, mens de på høsten kunne være 5-6 cm. Tallus består av pseudoparenkymatiske uniaksiale hovedakser, som kan være dekket av barkceller i de nedre delene. 4 peraksialceller ligger rundt hver aksialcelle, se figur 3.54a. Fra hvert segment på hovedaksene utgår det uniseriate sidegrener med broddspisse endeceller, se figur 3.54b. *D. japonica* står på Fremmedsartslisten 2018, og ble registrert i Norge for første gang i 1996.



Figur 3.54: *Dasyisiphonia japonica* funnet ved lokalitet 3 (vår). A: 4 peraksialceller per segment. De svarte markørene peker på hver sin peraksialcelle. B: Broddspisse endeceller i tuppene av de uniseriate sidegrenene.

Familie: Delesseriaceae

Delesseria sanguinea (Hudson) J.V.Lamouroux 1813

Denne algen ble funnet på de eksponerte lokalitetene 4 og 10, og da voksende epilitisk eller epifyttisk på tarestilker i sublitoralen. På skyggefulle steder kunne den også forekomme høyere opp i litoralen. Algen er lett å få øye på når en snorkler eller dykker, med sin karakteristiske røde farge (latin: *sanguinea* = blodrød) og lansettlignende blad med kraftig midtribbe og tydelige sidenerver, se figur 3.55. Midtribben er flerårig, men de 5-15 cm lange og 1-5 cm brede bladene slites i stykker i løpet av sommeren. Nye blad vil begynne å vokse opp fra den gamle midtribben i januar.



Figur 3.55: *Delesseria sanguinea* med kraftig midtribbe og tydelige sidenerver, funnet ved lokalitet 4 (vår).

Membranoptera alata (Hudson) Stackhouse 1809

Denne algen ble funnet på de eksponerte lokalitetene 4, 5, 6, 7 og 11 i litoralen og sublitoralen, og da voksende epilitisk eller epifyttisk på alger som *Furcellaria lumbricalis* og *Laminaria digitata*. Tallus er gjentatt falskt gaffelgrenet, bladaktig og avflatet med tydelig midtribbe og mikroskopiske sidenerver, se figur 3.56. Algen er flerårig, og nye blad vokser opp fra randen av gamle og nedslitte blad. Unge individer og nyere deler av algen er ofte rosarøde, mens eldre individer er rustbrune. *M. alata* kan bli opptil 20 cm høy, og bladene er 1-5 mm brede, se figur 3.57.



Figur 3.56: *Membranoptera alata* med mikroskopiske sidenerver, funnet ved lokalitet 4 (vår).



Figur 3.57: *Membranoptera alata* med tydelig midtribbe. De mikroskopiske sidenervene er ikke synlige her. Eksemplaret er funnet ved lokalitet 4 (vår).

Phycodrys rubens (Linnaeus) Batters 1902

Denne algen ble funnet på de eksponerte lokalitetene 4, 6, 7, 10 og 11, og da voksende epilittisk eller epifyttisk på grovere alger som *Furcellaria lumbricalis* og *Laminaria digitata* i sublitoralen. På skyggefulle steder kunne den vokse lenger opp i litoralen. Tallus er rustrødt, flatt og bladaktig, med en tydelig midtribbe og sidenerver. Algen er flerårig, og nye blad utvikles fra randen av gamle blad, slik at tallus får et «eikebladlignende» utseende, se figur 3.58. Bladene er meget variable, men blir ofte 1-5 cm brede og 5-10 cm lange.



Figur 3.58: *Phycodrys rubens* ligner et eikeblad, og har tydelig midtribbe og sidenerver. Eksemplar funnet ved lokalitet 6 (vår).

Familie: Rhodomelaceae

Carradoriella elongata (Hudson) Savoie & G.W.Saunders 2019

Denne algen ble funnet på lokalitetene 4, 10, 11 og 15, og da voksende epifyttisk eller epilittisk i litoralen og sublitoralen. *C. elongata* er læraktige, grove og rødbrune busker, som kan bli 30-40 cm høye. Hovedgrenene kan bli opptil 1,5 mm tykke, men smalner av mot spissene. Tallus er pseudoparenkymatisk med en uniaksial oppbygning, der 4 peraksialceller omslutter hver aksialcelle. Algen har kraftig barkvekst nesten helt ut i skuddspissene, slik at det er vanskelig å se de 4 peraksialcellene tydelig, se figur 3.59. Ved hvert 4-6 segment er algen regelmessig grenet, mens sekundære sidegrener opptrer sparsomt og uregelmessig. Algen er flerårig, og hver høst slites de nyeste skuddene av. Nye skudd begynner å vokse fra bruddstedene, eller langs de gamle hovedgrenene.

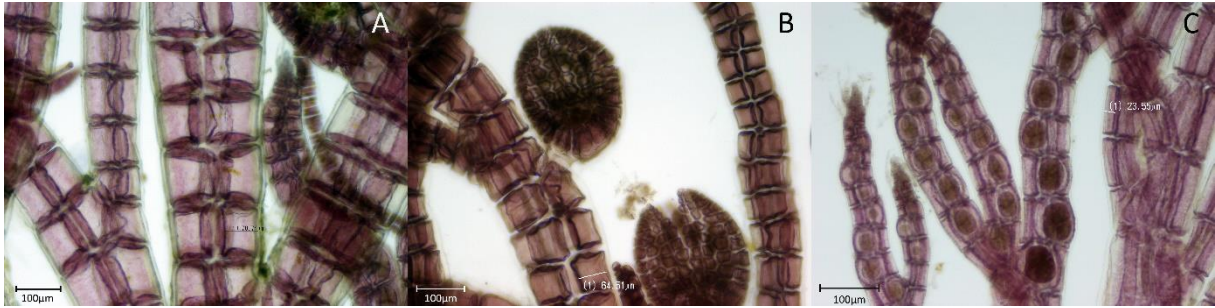


Figur 3.59: *Carradoriella elongata* funnet ved lokalitet 15 (vår). De røde pilene peker på barkceller, som ligger på utsiden av peraksialcellene.

Melanothamnus harveyi (Bailey) Díaz-Tapia & Maggs 2017

Dette er en sommeralge, og den ble først funnet på høsten, men da på alle de ytre lokalitetene. Den vokste epilittisk eller epifyttisk i litoralen og sublitoralen. Algen kan bli 11 cm lang, den er rikt grenet, og virker buskaktig. Tallus er pseudoparenkymatisk og har en uniaksial oppbygning, der hvert segment består av en kort aksialcelle omringet av 4 peraksialceller. Bark kan forekomme, men kan også mangle helt. Plastidene i peraksialcellene ligger innerst i cellen, nær aksialcellen, slik at cellene virker transparente, se figur 3.60a. I dette arbeidet ble både individer med cystokarper og tetrasporangier funnet. Cystokarpene sitter på korte, brede stilker og peker oppover i samme retning som grenene de sitter på. I perikarpen er cellene rekkestilt, og størrelsen minker mot ostiolen (poreåpningen), se figur 3.60b. Tetrasporangiene er tetraedrisk delte, og sitter i spiralserier, der det er et sporangium per segment, se figur 3.60c. *M. harveyi*

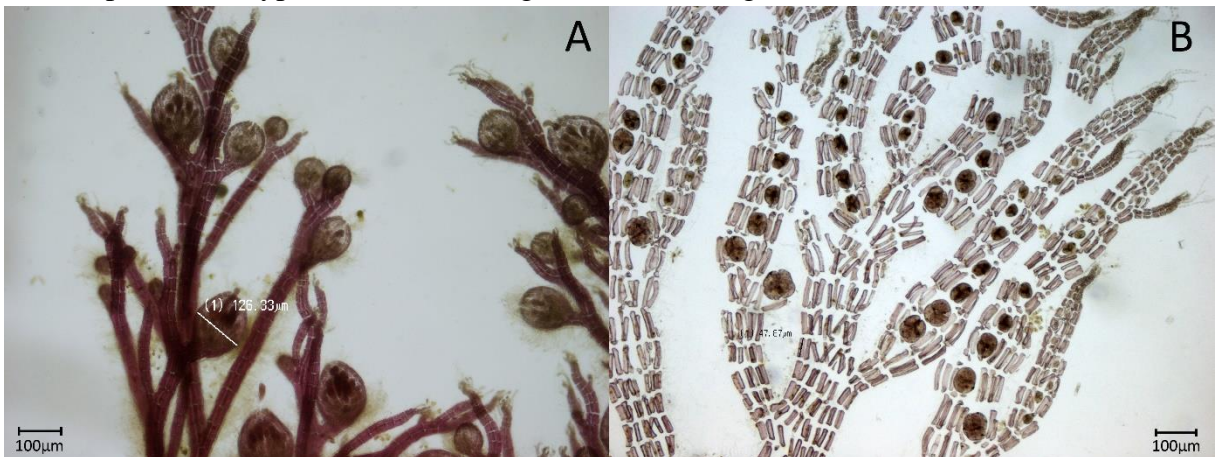
står på Fremmedartslisten 2018, og ble antagelig introdusert i norske farvann en gang på tidlig 90-tall (Bjærke og Fredriksen, 2003).



Figur 3.60: *Melanothamnus harveyi*. A: Plastidene ligger nær sentralaksen, slik at cellene virker gjennomsiktige. Eksemplar funnet ved lokalitet 7 (høst). B: Gametofytt med cystokarper, funnet ved lokalitet 6 (høst). Perikarpen, som utgjør det ytterste laget i cystostokarpen, har celler organisert i rekker. Cellene minner i størrelse mot ostiolen. C: Tetrasporofytt med tetradriske tetrasporangier, funnet ved lokalitet 6 (høst).

Leptosiphonia brodiei (Dillwyn) Savoie & G.W.Saunders 2019

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 5, 6, 7, 9, og 11, og da voksende epilitisk i litoralen. Den opptil 20 cm høye algen er forgrenet, med tydelige, barkkledde hovedgrener, og sidegrener uten bark i små grenknipper. Tallus har en pseudoparenkymatisk uniaksial oppbygning, med 6-8 peraksialceller rundt en aksialcelle. Segmentene er 1-2 ganger så lange som brede. I dette arbeidet er det funnet både individer med cystokarper og tetrasporangier, se figur 3.61a og b. I perikarpen på cystokarpene er cellene uregelmessig arrangert. Tetrasporangiene sitter i spiralserier, typisk i de øverste segmentene av sidegrenene.



Figur 3.61: *Leptosiphonia brodiei* funnet ved lokalitet 4 (høst). A: Gametofytt med cystokarper. B: Tetrasporofytt med tetrasporangier. Segmentene er behandlet med syre for lettere å kunne telle antall peraksialceller. Hvert segment har mellom 6 og 8 peraksialceller

Leptosiphonia fibrillosa (Agardh) Savoie & G.W.Saunders 2019

Denne algen ble funnet på nesten alle lokalitetene, med unntak av lokalitet 3, 6 og 9, og da voksende epilitisk eller epifyttisk på flerårige alger i litoralen og sublitoralen. Algen er en rødbrun busk, som kan bli opptil 20 cm høy. Tallus er pseudoparenkymatisk med uniaksial oppbygning, der 4 peraksialceller omringer én aksialcelle. Hvert segment er 1-5 ganger så langt som bredt, se figur 3.62. Barkvekst i de nedre delene av algen og trichoblaste i skuddspissene er vanlig. I dette arbeidet ble det funnet individer med spermatangier, se figur 3.62, og disse utgår som en gren i den første forgreningen av trichoblastene.



Figur 3.62: *Leptosiphonia fibrillosa* med spermatangier (1), som utgår som en gren ved den første forgreningen av trichoblastene (2). Eksemplaret er funnet ved lokalitet 5 (høst).

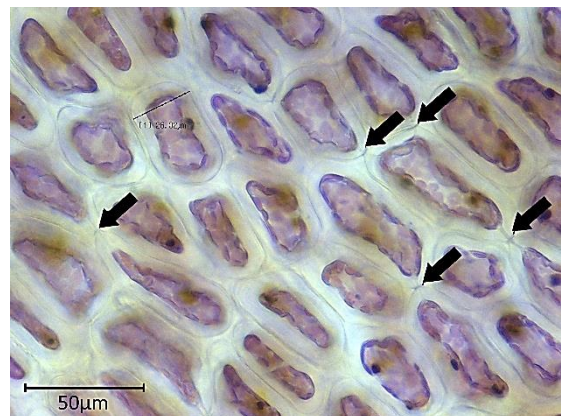
Osmundea truncata

(Kützing) K.W.Nam & Maggs 1994

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 1, 3 og 10, og da ofte voksende som epifytt på *Fucus serratus* i litoralen eller øvre del av sublitoralen. Algen virker brusaktig, og sitter festet til underlaget med en hefteskive. Fargen er rødbrun, se figur 3.63, men kan også være gulaktig på steder med mye lys. Algen har avvekslende tosidig forgrening med butte sidegrener, og en liten nedsenkning i tallus i skuddspissene. *O. truncata* er kraftig barkkledd, og det finnes sekundære poreplugger mellom barkcellene, se figur 3.64. Det har vært mye usikkerhet rundt denne slektens systematikk, og tidligere var *Osmundea* og *Laurencia* slått sammen til én slekt. I 1994 ble de to slektene adskilt, og mye av herbariematerialet i Norge og Danmark som tidligere var bestemt til *Laurencia pinnatifida*, ble nå ombestemt til *Osmundea truncata* (Nielsen og Lundsteen, 2019a). Av denne årsak, er det i dette arbeidet antatt at Røinaas' *L. pinnatifida* i dag kalles *O. truncata*. Algen det hele tiden har vært snakk om, er den såkalte «pepperalgen», som har en skarp pepperaktig smak.



Figur 3.63: *Osmundea truncata* funnet ved lokalitet 3 (høst).



Figur 3.64: Barkceller hos *Osmundea truncata*. Eksemplaret er funnet ved lokalitet 10 (vår). Pilene viser synlige sekundære poreplugger.

Polysiphonia hemisphaerica Areschoug 1875

Denne algen ble funnet på alle de indre lokalitetene, med unntak av lokalitet 16, og da voksende epifyttisk og epilitisk i litoralen og sublitoralen, eller løst på mudderbunn. Ifølge Rueness (1971) liker denne arten seg der vannet blir ekstra varmt om sommeren, og den tåler lave saliniteter, slik som inne i Framvaren og i poller. Algen blir sjelden over 5 cm lang, og den består av et nettverk med krypene grener og noen opprette skudd. Grenene står nesten vinkelrett på hverandre, se figur 3.65. Tallus er pseudoparenkymatisk uniaksialt, og hvert segment består av 6 peraksialceller rundt én aksialcelle. Segmentene er relativt korte, og ofte er de bredere enn de er lange.



Figur 3.65: *Polysiphonia hemisphaerica* med vinkelrette grener, funnet ved lokalitet 14 (vår).

Polysiphonia stricta (Mertens ex Dillwyn) Greville 1824

Denne algen er meget vanlig, og ble funnet på alle lokalitetene, med unntak av lokalitet 13 og 19, og da voksende epilitisk eller epifyttisk på flerårige alger i litoralen og sublitoralen. Algen er en rød, rikt forgrenet busk, som kan bli opptil 20 cm høy. Tallus er pseudoparenkymatisk uniaksialt, med 4 peraksialceller rundt hver aksialcelle. Segmentene er 1-3 ganger så lange som brede, og barkvekst forekommer ikke. Mellom hver aksialcelle sitter det en primær poreplugg, og mellom hver peraksialcelle sitter det en sekundær poreplugg, se figur 3.66a. Algen er diøsis, og i dette arbeidet ble det både funnet individer med spermatangier og cystokarper, se henholdsvis figur 3.66b og c. Spermatangiene sitter i skuddspissene, og har 3 sterile celler i tuppene. Cystokarpene har en perikarp med celler er arrangert i rekker.

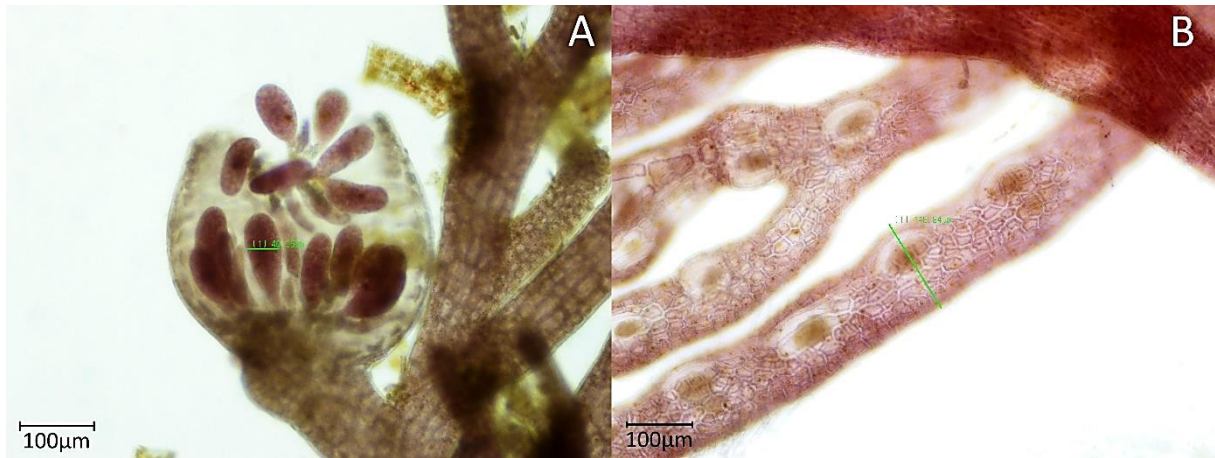


Figur 3.66: *Polysiphonia stricta*. A: 4 peraksialceller og én aksialcelle per segment. Mellom aksialcellene (1), sitter det en primær poreplugg (3). Mellom peraksialcellene (2) sitter det en sekundær poreplugg (4). Eksemplaret er funnet ved lokalitet 4 (vår). B: Gametofytt med spermatangier i skuddspissene, funnet ved lokalitet 4 (vår). C: Gametofytt med cystokarper, funnet ved lokalitet 6 (vår).

Rhodomela confervoides (Hudson) P.C.Silva 1952

Denne algen ble funnet på alle de eksponerte lokalitetene, i tillegg til lokalitet 12, og da voksende epilitisk eller epifyttisk på flerårige alger i litoralen og sublitoralen. Algen er meget formvariabel, og unge individer ligner slett ikke på eldre individer med det blotte øyet. På våren var algen lyserød og nett, mens på høsten bestod algen av tykke, nesten svarte grener. Tallus er pseudoparenkymatisk og har en uniaksial oppbygning. Hvert segment består av én aksialcelle med 5-7 omkringliggende peraksialceller. Rundt peraksialcellene ligger margceller, og ytterst

ligger småcellet bark. Algen fremstår derfor ikke spesielt segmentert, og det er først ved tverrsnitning en kan se de ulike cellene. I dette arbeidet ble det funnet individer med cystokarper og tetrasporangier, se henholdsvis figur 3.67a og b. Tetrasporangiene på figur 3.67b er relativt unge, og ved et senere utviklingsstadium vil sporangiene sitte parvis sammen.



Figur 3.67: *Rhodomela confervoides* funnet ved lokalitet 4 (vår). A: Gametofytt med cystokarp. B: Tetrasporofytt med unge tetrasporangier under barken.

Rhodomela lycopodioides (Linnaeus) C.Agardh 1822

Denne algen ble kun funnet på lokalitet 6, og da voksende epifyttisk på stipesene til *Laminaria hyperborea* i sublitoralen. Den mørkerøde til svarte algen har hovedakser som kan bli opptil 50 cm lange, og som er allsidig forgrenet med tette, korte sidegrener, se figur 3.68. Disse sidegrenene kastes i løpet av vinteren, men hovedgrenene er flerårige. Tallus er pseudoparenkymatisk uniaksialt, og er festet til underlaget med en kraftig hefteskive. *R. lycopodioides* har 5-7 peraksialceller, og som hos *R. confervoides* er disse omgitt av flere lag med både margceller og barkceller, og grenene virker kraftige og usegmenterte.



Figur 3.68: *Rhodomela lycopodioides* funnet ved lokalitet 6 (høst).

Vertebrata byssoides (Goodenough & Woodward) Kuntze 1891

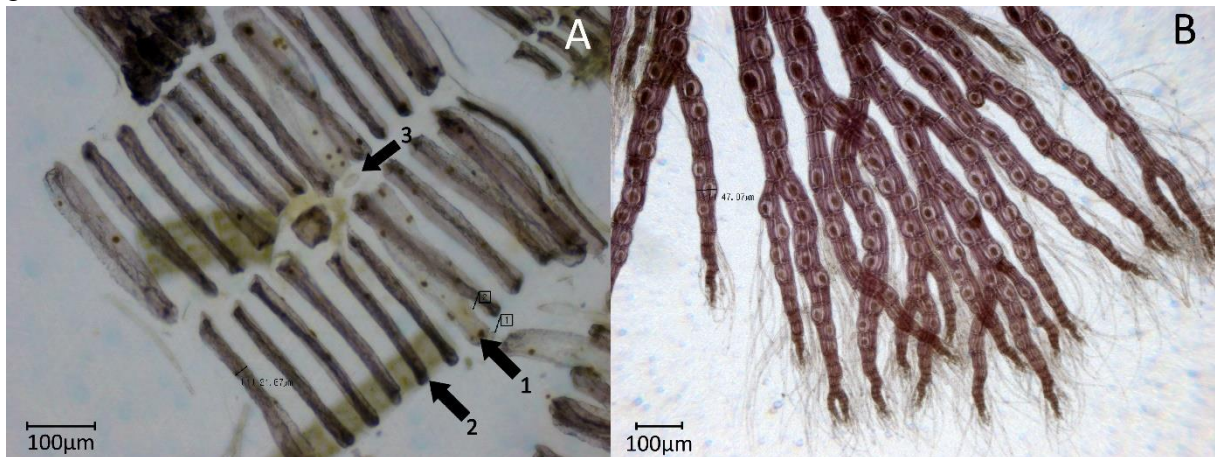
Denne algen ble funnet på lokalitet 1, 7 og 10, og da voksende som epifytt i litoralen og sublitoralen. Algen er buskaktig med en rødbrun farge, og kan bli opptil 23 cm høy. Tallus er avvekslende, allsidig forgrenet, der hovedgrenene består av like store segmenter. Ett segment består av én aksialcelle og dens 6-7 omkringliggende peraksialceller uten bark, se figur 3.69. Sidegrenene er uniseriate, falskt gaffelgrenede røde hårsquid som gir algen et loddent utseende.



Figur 3.69: *Vertebrata byssoides* med falskt gaffelgrenede hårsquid (pil), funnet ved lokalitet 7 (vår).

Vertebrata fucoides (Hudson) Kuntze 1891

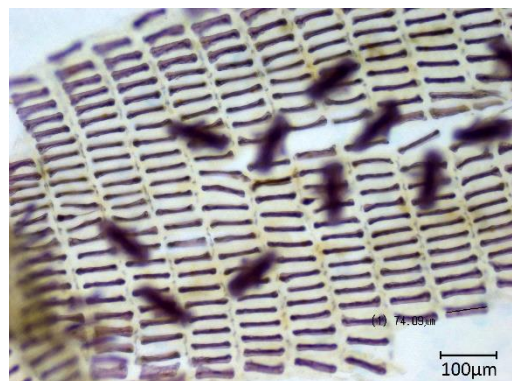
Denne algen ble funnet ved alle de ytre lokalitetene, med unntak av lokalitet 5. Den ble også funnet ved de fleste indre lokalitetene, men ikke inne i Framvaren. *V. fucoides* vokser epifyttisk eller epilitisk i litoralen og sulitoralen. Algen er en rød til svart, allsidig forgrenet busk som kan bli opptil 26 cm høy. Tallus er pseudoparenkymatisk uniaksialt med (10) 12-17 (-20) peraksialceller rundt en aksialcelle i hvert segment, se figur 3.70a. Litt barkvekst i nedre del av grenene er vanlig. Om våren vokser det store mengder falskt gaffelgrenede trichoblaster i skuddspissene. I dette arbeidet er det funnet individer med tetrasporangier. Disse er tetraedrisk delte, og sitter i spiralformede rekker i de yngste grenene, se figur 3.70b. Algen er flerårig, men all vekst stopper nesten opp på vinteren. På våren vokser nye skudd opp, og disse kan ses som lysere grener.



Figur 3.70: *Vertebrata fucoides* funnet ved lokalitet 4 (vår). A: Eksemplar med én aksialcelle (1) og 12 peraksialceller (2) per segment. En primær poreplugg (3) er synlig mellom to aksialceller. Preparatet er behandlet med syre for lettere å kunne telle antall peraksialceller. B: Tetrasporofytt med tetrasporangier og trichoblaster i tuppene.

Vertebrata lanosa (Linnaeus) T.A.Christensen 1967

Denne algen ble funnet ved de ytre lokalitetene 4, 5, 6 og 10, og da alltid voksende som epifytt på *Ascophyllum nodosum* i litoralen. Algen danner 2-7 cm mørkerøde tuster på grenene til *A. nodosum*, og sitter fast ved hjelp av rhizoider som trenger inn i parenkymet til vertsalgen. Skuddene er stive og falskt gaffelgrenede. Tallus består av korte segmenter, med opptil 24 peraksialceller rundt aksialcellen, se figur 3.71. Barkceller er ikke tilstede.

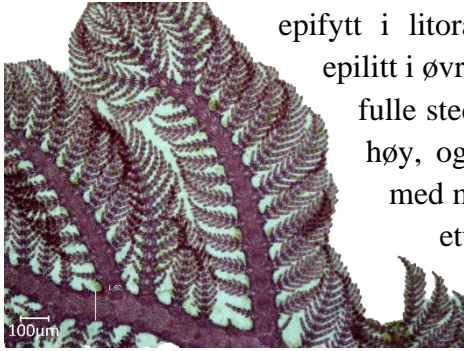


Figur 3.71: *Vertebrata lanosa* med 24 peraksialceller per segment. De uskarpe strukturene i midten er aksialceller på avveie etter syrebehandling av segmentene. Eksemplaret er funnet ved lokalitet 4 (vår).

Familie: Wrangeliaceae

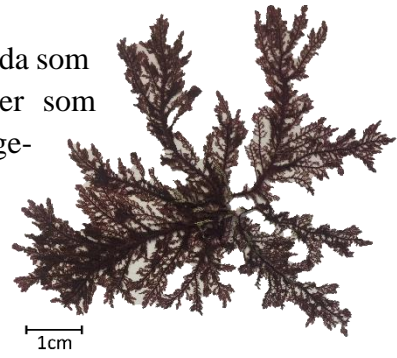
Plumaria plumosa (Hudson) Kuntze 1891

Denne algen ble funnet ved de ytre lokalitetene 4, 9 og 10, og da som epifytt i litoralen og sublitoralen, eller som epilitt i øvre del av litoralen på skyggefulle steder. Algen kan bli 15 cm høy, og består av hovedgrener med motsatt stilte sidegrener i ett plan, slik at algen får en fjærform, se figur 3.72.



Figur 3.72: Nær bilde av *Plumaria plumosa*, funnet ved lokalitet 4 (vår).

De lengste sidegrenene utvikler seg til nye hovedgrener, og tallus virker buskaktig, se figur 3.73.



Figur 3.73: *Plumaria plumosa* har et buskaktig tallus. Eksempel funnet ved lokalitet 4 (vår).

Hovedgrenene utvikler bark, og på de eldre sidegrenene kan barkceller også forekomme. Algen er flerårig, men slites nesten helt ned i løpet av vinteren, og tidlig på våren vokser nye skudd opp. I dette arbeidet ble de mest intakte individene funnet på våren.

Ptilota gunneri P.C.Silva, Maggs & L.M.Irvine 1993

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 6, 7 og 9, og da ofte som epifytt på stipesene til *Laminaria digitata* og *L. hyperborea* i sublitoralen. Algen er mørkerød og fjærformet, og kan bli 15 cm høy. Tallus består av tydelige hovedgrener, med motsatt stilte sidegrener i ett plan, se figur 3.74. Sidegrenene er ulikt utviklet, slik at den ene er lengre enn den andre i et avvekslende mønster, se figur 3.75. Siste ordens sidegrener er også motsatt stilt, men disse er omtrent like lange. Hele algen er dekket av småcellet bark. Algen er flerårig, men mye av tallus slites bort i løpet av vinteren. I dette arbeidet er de best utviklede individene funnet under høstinnsamlingen.

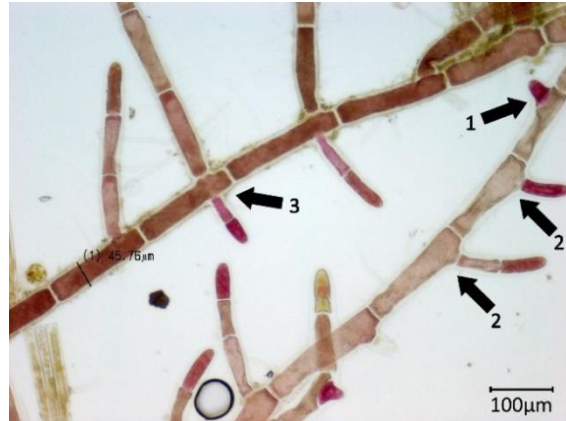


Figur 3.74: *Ptilota gunneri* med tydelige hovedgrener og sidegrener i ett plan. Eksempel funnet ved lokalitet 6 (høst).



Figur 3.75: *Ptilota gunneri* med ulikt utviklede sidegrener (én lang og én kort) i ett plan. Eksempel funnet ved lokalitet 7 (høst).

Spermothamnion repens (Dillwyn) Magnus 1873
Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 5 og 9, og da som epifytt på nedre del av *Furcellaria lumbricalis* i sublitoralen. Algen består av et nettverk krypende grener, som kan bli opptil 2 cm høyt. Tallus er uniseriat, og forgreningen kan være både avvekslende tosidig, ensidig og motsatt, se figur 3.76. Cellene er 30-80 µm brede, og 4-10 ganger så lange som brede. Ved første øyekast kan algen minne om *Bonnemaisonia hamifera*, men *S. repens* har aldri kjertelceller.

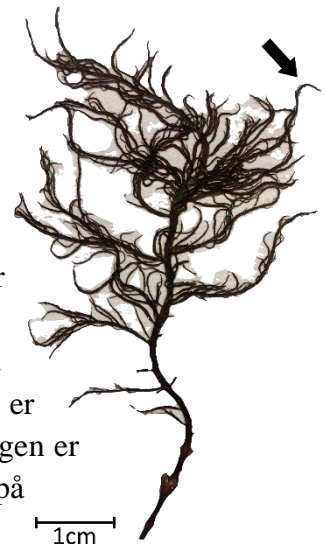


Figur 3.76: *Spermothamnion repens* med avvekslende tosidig (1), ensidig (2) og motsatt forgrening (3). Eksemplar funnet ved lokalitet 9 (høst).

Familie: Cystocloniaceae

Cystoclonium purpureum (Hudson) Batters 1902

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 5, 6, 9, 10, 11 og L, og da voksende epilitisk i den øverste delen av sublitoralen. Algen er rødbrun og buskaktig, og kan bli opptil 50 cm høy. Den er allsidig forgrenet, og sitter festet til underlaget med en hefteskive. Noen grener er spiralsnodde i tuppene, og disse fungerer som slyngtråder, se figur 3.77. Tallus er pseudoparenkymatisk med en uniaksial oppbygning, men sentralaksen er kun synlig i de yngste delene av algen. Rundt aksialcellen ligger noen få peraksialceller, flere margceller og et tykt lag av barkceller. Algen er bruskaktig, og ved tverrsnitting kan det se ut som om den er hul. Når algen er fertil, sitter gonimoblastene i margen og kan ses som løkstrukturer på grenene, derav navnet fiskeløk på norsk.



Figur 3.77: *Cystoclonium purpureum* med slyngtråder (pil), funnet ved lokalitet 4 (vår).

Familie: Dumontiaceae

Dilsea carnosa (Schmidel) Kuntze 1898

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 9 og 11, og da voksende epilitisk i sublitoralen. Algen har tykke, læraktige og mørkerøde blad som ofte er mellom 15 og 40 cm høye, og som sitter festet til underlaget med en kort, stilkaktig del. Tallus er pseudoparenkymatisk med en multiaksial oppbygning, der margcellene er trådformede, og barken består av små, runde celler som blir opptil 5 µm brede, se figur 3.78. Det utvikles korsdelte tetrasporangier i barkcellelaget. *D. carnosa* kan forveksles med eldre individer av *Palmaria palmata*, men margcellene hos *P. palmata* er store og kulerunde.



Figur 3.78: Tverrsnitt av *Dilsea carnosa*, som viser de trådformede margcellene, funnet ved lokalitet 9 (høst).

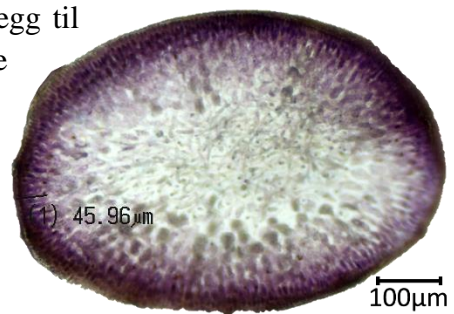
Dumontia contorta (S.G.Gmelin) Ruprecht 1850

Denne algen ble funnet på alle de ytre lokalitetene, og da voksende epilitisk i sublitoralen. Algen kan være mellom 5-50 cm høy, og inntil 1 cm bred. Tallus er multiaksialt pseudoparenkymatisk, hult og ofte noe flattrykt. Algen er forgrenet, men relativt sparsomt. Sekundære sidegrener er sjeldent eller mangler helt. Sidegrenene er lange, og ofte overtopper de den korte hovedgrenen som utgår fra en skorpeformet del ved basis av algen. I dette arbeidet ble alle individene funnet på våren, noe som stemmer bra overens med algens årssyklus: Nye skudd vokser opp sent på høsten, og er mest velutviklet på vinteren og våren. Senere kastes tallus, og det er bare den skorpeformede delen som er å finne på sommeren og tidlig høst.

Familie: Furcellariaceae

Furcellaria lumbricalis (Hudson) J.V.Lamouroux 1813

Denne algen ble funnet på alle de ytre lokalitetene, i tillegg til lokalitet 12, og med unntak av lokalitet 1, og da voksende epilitisk i større assosiasjoner i sublitoralen. Algen er flerårig, og fungerer som substrat for mange epifytter. Den kan bli opptil 28 cm høy og 2 mm bred. *F. lumbricalis* er stiv og falskt gaffelgrenet, og sitter festet til underlaget med en rotlignende struktur bestående av små sideskudd som vokser nedover. Ved tverrsnitt ser man at tallus er multiaksialt, se figur 3.79, og består av margceller gjennomvevd av rhizoider og 1-2 lag med barkceller.

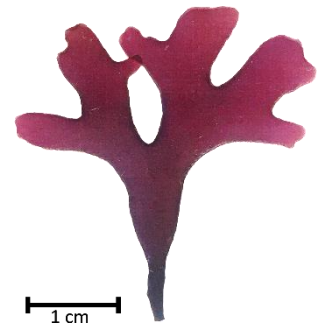


Figur 3.79: Tverrsnitt av *Furcellaria lumbricalis*, som viser at tallus er multiaksialt. Eksemplar funnet ved lokalitet 6 (vår).

Familie: Gigartinaceae

Chondrus crispus Stackhouse 1797

Denne algen ble funnet på alle de ytre lokalitetene, med unntak av lokalitet 1, og da voksende epilitisk i litoralen og sublitoralen. Algen kan bli 17 cm høy, og bredden på bladene varierer veldig. Bladene er avflatet ved basis, og sitter festet til en skorpeformet del. Fra denne kan det utgå mange skudd. Bladene er gjentatt falskt gaffelgrenede og danner en vifteform, se figur 3.80. Tallus er multiaksialt pseudoparenkymatisk og virker brusaktig. Fargen kan variere fra mørkerød til gulgrønn på soleksponerte steder. Under vann vil algen dessuten ofte få et blålig skimmer.



Figur 3.80: *Chondrus crispus* med vifteformet blad.

Familie: Gloiosiphoniaceae

Gloiosiphonia capillaris (Hudson) Carmichael 1833

Denne algen ble kun funnet på lokalitet 11, og da voksende epilitisk i litoralen. Tallus kan bli 10 cm høyt, men i dette arbeidet ble kun et ungt skudd funnet på våren. Algen er rikt og allsidig forgrenet, med en uniaksial oppbygning. Sidegrenene er avsmalnende mot spiss og basis, se figur 3.81. Fargen er rosarød, og konsistensen noe slimet.



Figur 3.81: *Gloiosiphonia capillaris* med avsmalnende spiss. Eksemplar funnet ved lokalitet 11 (vår).

Familie: Phylloporaceae

Coccotylus truncatus (Pallas) M.J.Wynne & J.N.Heine 1992

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 10, 11 og L, og da voksende epilitisk i sublitoralen. Algen kan være meget formvariabel, men blir mellom 5 og 15 cm høy, og unge individer har ofte hjerteformede blad sittende på en stilkaktig del, se figur 3.82. Tallus er pseudoparenkymatisk multiaksialt, og består av store margceller og 2-3 lag av mindre barkceller. En liten hefteskive fester algen til underlaget. Algen er flerårig.



Figur 3.82: *Coccotylus truncatus* med hjerteformede blad.

Mastocarpus stellatus (Stackhouse) Guiry 1984

Denne algen ble funnet på alle de ytre lokalitetene, med unntak av lokalitet 1. Den vokser epilitisk i litoralen, og danner ofte store assosiasjoner. Algen består av falskt gaffelgrenede blader, der nedre del av tallus er renneformet. På bladene vokser vortelignende strukturer som blir 1-2 mm store. Dette er papiller, og inni disse utvikles cystokarper. Tallus består av margceller omgitt av 7-10 lag med barkceller, noe som gir algen en bruskaktig struktur. Algen er flerårig, og vokser mest på våren.

Phyllophora pseudoceranoïdes (S.G.Gmelin) Newroth & A.R.A.Taylor ex P.S.Dixon & L.M.Irvine 1977

Denne algen ble funnet på alle de ytre lokalitetene, med unntak av lokalitet 1, i tillegg til de indre lokalitetene 13 og K. Den vokser epilitisk i litoralen og sublitoralen. Algen er mørkerød og består av en stilkaktig, rund del festet til underlaget med en liten hefteskive. Fra stilkdelen utgår det et vifteformet, fliket blad. Ofte sitter flere stilker festet sammen, slik at algen blir en liten busk. Tallus er pseudoparenkymatisk multiaksialt og består av store margceller omgitt av flere lag med små barkceller. I dette arbeidet ble det på høsten funnet individer med tetrasporer, se figur 3.83. Disse sitter i korsdelte tetrasporangier i mørke sori på bladene. Algen er flerårig, men vokser kun i vår- og sommermånedene (Nielsen og Lundsteen, 2019a).



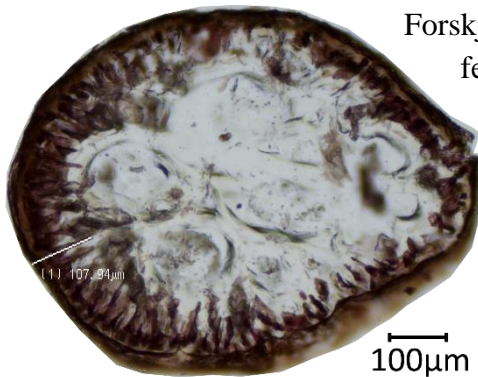
Figur 3.83: Tverrsnitt av *Phyllophora pseudoceranoïdes* med tetrasporangier, funnet ved lokalitet 11 (høst).

Familie: Polyideaceae

Polyides rotunda (Hudson) Gaillon 1828

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 5, 9 og 10, og da voksende epilitisk i litoralen og sublitoralen. Algen kan lett forveksles med *Furcellaria lumbricalis*, da den minner veldig i oppbygning. At *P. rotunda* (rødkluft) er rød og *F. lumbricalis* (svartkluft) er svart, stemmer ikke alltid. Også *P. rotunda* er falskt gaffelgrenet med stive, mørke og 2 mm brede grener.

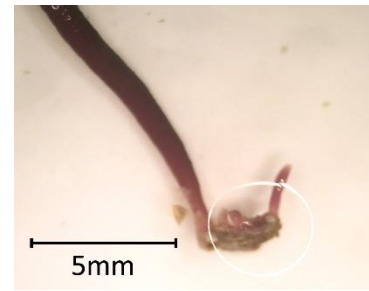
Forskjellen er at *P. rotunda* sitter



Figur 3.85: Tverrsnitt av *Polyides rotunda*, som viser de store margcellene i midten. Eksemplar funnet ved lokalitet 5 (høst).

festet til underlaget med en rund hefteskive, se figur

3.84, og ikke en rotlignende struktur som hos *F. lumbricalis*. *P. rotunda* er også flerårig og fungerer som substrat for mange epifytter, men ifølge Dixon og Irvine (1977) støtter *P. rotunda* færre epifytter enn *F. lumbricalis*. Tallus er pseudoparenkymatisk multiaksialt, og består av store margceller gjennomvevd av rhizoider, og 2-5 lag av mindre barkceller, se figur 3.85.



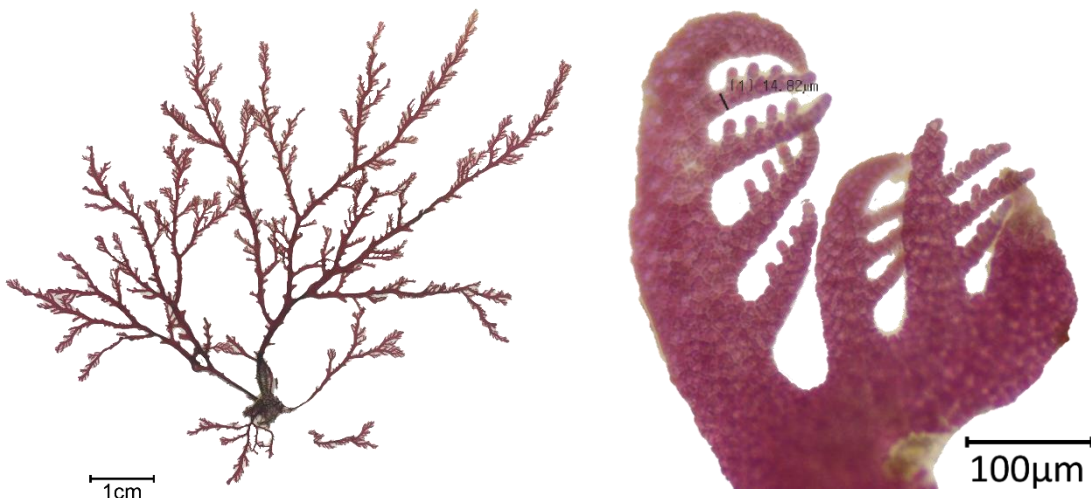
Figur 3.84: *Polyides rotunda* med rund hefteskive.

Orden: Plocamiales

Familie: Plocamiaceae

Plocamium lyngbyanum Kützing 1843

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 6, 7 og 9, og da voksende som epifytt i litoralen og sublitoralen. Algen er rosa, og kan bli opptil 10 cm høy. Den er gjentatt forgrenet i ett plan, og siste ordens sidegrener er ensidig stilt, slik at det dannes en kam ved skuddspissene, se figur 3.86. Det norske navnet «kamskåring» er derfor meget beskrivende. Tallus er pseudo-parenkymatisk uniaksialt, og det er kun småcellet bark som vises på overflaten. Algen er flerårig, men i dette arbeidet er de største eksemplarene funnet på høsten.



Figur 3.86: *Plocamium cartilagineum* der siste ordens sidegrener er ensidig stilt. Figuren til høyre viser "kammene" på nært hold.

Orden: Rhodymeniales

Familie: Champiaceae

Chylocladia verticillata (Lightfoot) Bliding 1928

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 1, 3, 9 og 10, og da voksende epilitisk og epifyttisk i litoralen og sublitoralen. Den sitter festet til underlaget med en liten hefteskive. Algen er lyserosa, mellom 5 og 30 cm høy, og er leddet med tydelige innsnevninger, se figur 3.87. Fra hver innsnevring utgår det sidegrener, som enten er kranstilte eller motsatt stilte. Tallus er hult, og virker saftfylt. Hulrommet deles opp av ett cellelag tykke tverrvegger (diafragma) ved hver innsnevring.



Figur 3.87: *Chylocladia verticillata* med tydelige innsnevninger mellom hvert ledd.

Familie: Lomentariaceae

Lomentaria clavellosa (Lightfoot ex Turner) Gaillon 1828

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4 og 10, og da voksende epilitisk i sublitoralen. Algen er rosarød, kan bli mellom 5 og 18 cm høy, og er allsidig og spredt forgrenet. Grenene er hule, noe flattrykte, myke og avsmalnende mot basis og skuddspiss. Tallus er hult, men i motsetning til hos *Chylocladia verticillata* mangler innsnevringene hos *L. clavellosa* diafragma.

Fylum: OCHROPHYTA

Klasse: PHAEOPHYCEAE

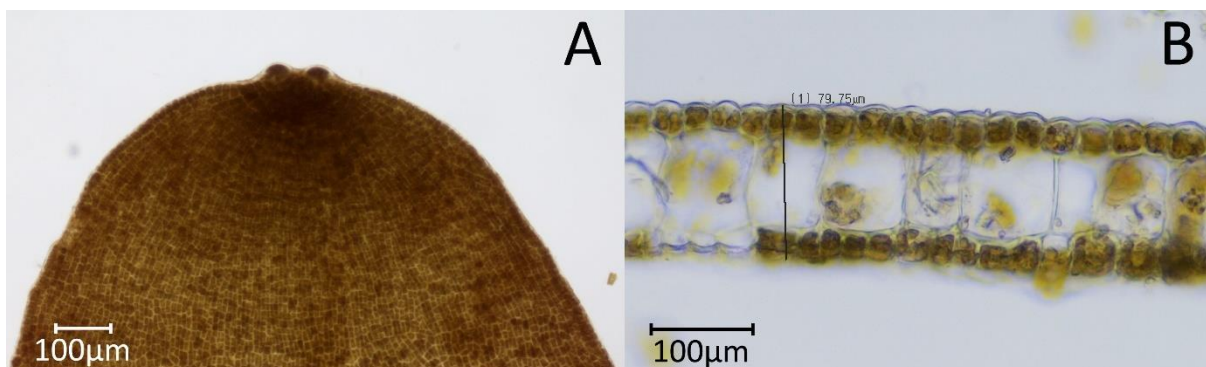
Underklasse: Dictyotophycidae

Orden: Dictyotales

Familie: Dictyotaceae

Dictyota dichotoma (Hudson) J.V.Lamouroux 1809

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 3, 5, 7, 9 og 11, i tillegg til den indre lokaliteten 15, og da voksende epilitisk i sublitoralen. Ofte dannet den også større assosiasjoner i sublitoralen eller i fjærepytter. Algen kan bli opptil 26 cm høy, og er en lysebrun busk bestående av båndformede 5-6 mm brede blader. I toppen av hver skuddspiss sitter det en linseformet apikalcelle, se figur 3.88a, og når algen forgrener seg deler apikalcellen seg i to og fortsetter veksten, slik at forgreningen blir diktom. Tallus er parenkymatisk og 3 cellelag tykt, der det innerste cellelaget består av store, gjennomsiktige margceller, og de ytterste lagene av rekkestilte, små barkceller, se figur 3.88b.

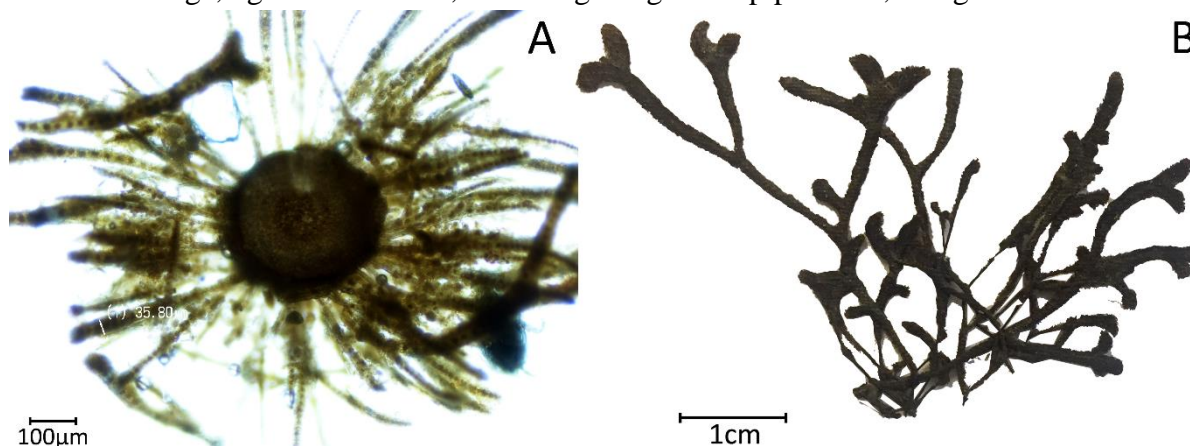


Figur 3.88: *Dictyota dichotoma*. A: To linseformede apikalceller i skuddspissen. Eksemplaret er funnet ved lokalitet 5 (vår). B: Tallus er 3 cellelag tykt. Eksemplaret er funnet ved lokalitet 11 (høst).

Orden: Sphacelariales
Familie: Cladostephaceae

Cladostephus spongiosus (Hudson) C.Agardh 1817

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 7 og 9, og da voksende epilitisk i litoralen og sublitoralen. Algen er en mørkebrun busk, og kan bli opptil 12 cm høy. Tallus er parenkymatisk, med dikotome hovedgrener og kransstilte sidegrener, se figur 3.89a. Sidegrenene blir ikke mer enn 3 mm lange, og sitter tett i tett, slik at algen ligner en piperenser, se figur 3.89b.

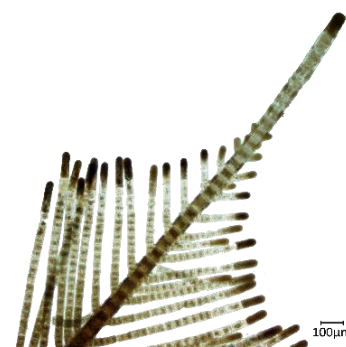


Figur 3.89: *Cladostephus spongiosus* funnet ved lokalitet 7 (vår). A: Tverrsnitt av tallus viser de kransstilte sidegrenene. B: Hovedgrenene har en dikotom forgrening.

Familie: Sphacelariaceae

Chaetopterus plumosa (Lyngbye) Kützing 1843

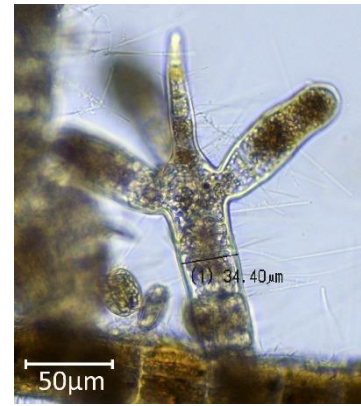
Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 9 og 10, og da voksende epifyttisk på større, flerårige alger som *Fucus serratus* og *Halidrys siliquosa* i sublitoralen. Algen er mørkebrun og kan bli mellom 4 og 10 cm stor. Tallus er parenkymatisk og hovedgrenene har flere lengdedelinger. Sidegrenene er motsatt stilte i ett plan, og like lange på hver side, slik at algen ligner en fjær, se figur 3.90.



Figur 3.90: *Chaetopterus plumosa* med motsatt stilte sidegrener i ett plan. Eksemplar funnet ved lokalitet 4 (vår).

Sphacelaria cirrosa (Roth) C.Agardh 1824

Denne algen er meget vanlig, og ble funnet på alle de undersøkte lokalitetene, med unntak av lokalitet 7. Den vokste som epifytt på mange ulike alger i litoralen og sublitoralen. Makroskopisk danner algen 2-3 cm, brune og stive dotter på vertsalgen. Algen er allsidig forgrenet, med litt tykkere hovedgrener enn sidegrener. Tallus er parenkymatisk med flere lengdedelinger, men uten sekundære tverrvegger. Propaguler forekommer nesten alltid, og kjennetegnes ved at de har tre grener og ett lite hår, se figur 3.91.



Figur 3.91: Propagulum hos *Sphacelaria cirrosa*, funnet ved lokalitet 5 (vår).

Underklasse: Fucofycidae

Orden: Desmarestiales

Familie: Desmarestiaceae

Desmarestia aculeata (Linnaeus) J.V.Lamouroux 1813

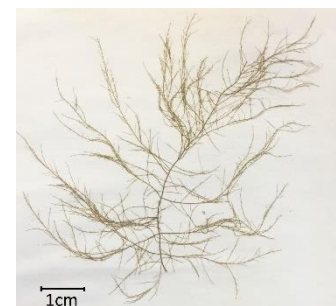
Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 5, 6, 7 og 11, og da voksende epilitisk i litoralen og sublitoralen. Algen består av kraftige, brune og litt flattrykte grener, som kan danne 1 m høye busker. Hovedgrenene er dekket av bark. Sidegrenene er gjentatt grenet i ett plan, og noen steder dekkes også disse av bark. Hvis veksten stopper i noen av sidegrenene, dannes det karakteristiske pigger langs kanten av hovedgrenene. På våren vokser det fine hårskudd ut fra piggene, men i løpet av sommeren kastes disse, se figur 3.92.



Figur 3.92: Eksemplar av *Desmarestia aculeata* der bare piggene står igjen, funnet ved lokalitet 6 (høst).

Desmarestia viridis (O.F.Müller) J.V.Lamouroux 1813

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 1, 3 og 10, og da voksende epilitisk i litoralen. Algen er en lysebrun busk med tydelige hovedgrener, se figur 3.93, og kan bli opptil 45 cm høy. Sidegrenene er tynne og skjøre, og sitter motsatt stilt på hovedgrenene. Cellene inneholder mye svovelsyre, og under feltarbeidet ble individer av denne arten oppbevart på egne flasker for å unngå nedbrytning av andre alger.



Figur 3.93: *Desmarestia viridis* med tynne sidegrener.

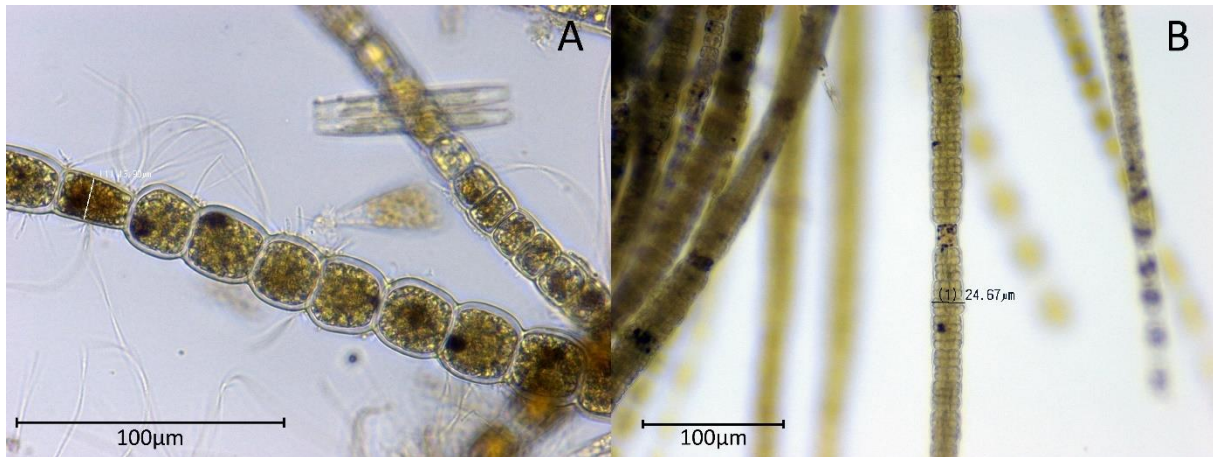
Orden: Ectocarpales

Familie: Acinetosporaceae

Pylaiella littoralis (Linnaeus) Kjellman, nom. cons. 1872

Denne algen er meget vanlig, og ble funnet epifyttisk særlig på flerårige tangarter som *Fucus serratus* og *F. vesiculosus* i litoralen og sublitoralen ved alle de undersøkte lokalitetene, med unntak av lokalitet 16, 18 og K. Algen er bygget opp av uniseriate forgrenede tråder, som kan danne opptil 15 cm store, brune busker på vertsalgen. Cellene er sylindriske og har mange skiveformede kloroplaster. Zooidangiene sitter interkalært, og de unilokulære zooidangiene sitter ofte ved siden av hverandre som perler på en snor, se figur 3.94a. I dette arbeidet er det

funnet individer med både unilokulære og plurilokulære zooidangier, se figur 3.94b. De to zooidangietypene kan også forekomme på samme individ.



Figur 3.94: *Pylaiella littoralis* med interkalære zooidangier. A: Unilokulære zooidangier som perler på en snor. Eksemplaret er funnet ved lokalitet 6 (vår). B: Plurilokulære zooidangier. Eksemplaret er funnet ved lokalitet 12 (vår).

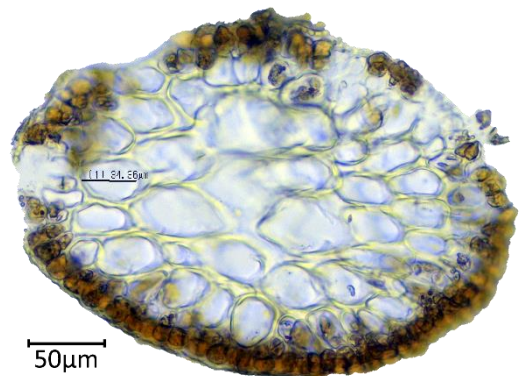
Familie: Chordariaceae

Chordaria flagelliformis (O.F.Müller) C.Agardh 1817

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 5, 6 og 11, i tillegg til lokalitet 12, og da voksende epilitisk og ofte assosiasjonsdannende i sublitoralen. Algen består av tykke grener på 0,5-1,55 mm, og sidegrenene sitter spredt og allsidig på en kort hovedgren. Sidegrenene overtopper hovedgrenen, og buskene kan bli opptil 80 cm høye.

Dictyosiphon foeniculaceus (Hudson) Greville 1830

Denne algen ble kun funnet på lokalitet 11, og da voksende epifyttisk på *Chordaria flagelliformis*. Algen er en gulbrun til mørkebrun busk på ca. 40 cm, som er rikt og allsidig forgrenet. Tallus er parenkymatisk med store, fargeløse margceller og små, runde celler med mange kloroplaster i overflatelaget, se figur 3.95. Sporangiene sitter i overflatelaget og kan ses som mørkebrune flekker på parenkymet. Ekte brunalgehår vokser ut fra grenene flere steder på algen.



Figur 3.95: Tverrsnitt av *Dictyosiphon foeniculaceus*, som viser de fargeløse margcellene og barkcellene med kloroplaster. Eksemplar funnet ved lokalitet 11 (høst).

Elachista fucicola (Vellely) Areschoug 1842

Denne algen ble funnet på nesten alle de ytre lokalitetene, med unntak av lokalitet 4 og 9, og mange av de indre lokalitetene, med unntak av lokalitet 15, 18 og 19. Den vokser epifyttisk som små, brune dotter på Fucoider i litoralen. Algen består av et sett krypende tråder som utgjør en pseudoparenkymatisk basaldel, og fra denne utgår det uniseriate, ugrenete assimilisasjonstråder. Disse assimilisasjonstrådene



Figur 3.96: *Elachista fucicola* med unilokulære zooidangier. Eksemplar funnet ved lokalitet 17 (vår).

kan bli 1-3 cm lange, og de har sylindriske celler med diameter på 15-35 μm . Festet til basalpartiet sitter det ofte dråpeformede unilokulære zooidangier, se figur 3.96.

Elachista stellaris Areschoug 1842

Denne algen ble kun funnet på lokalitet 4, og da voksende som epifytt på *Sargassum muticum* i sublitoralen. Algen ligner *E. fucicola* i oppbygning, men er ofte litt mindre i størrelse. I tillegg til å ha unilokulære zooidangier sittende på basalpartiet, kan *E. stellaris* også ha plurilokulære zooidangier, se figur 3.97.



Figur 3.97: *Elachista stellaris* med plurilokulære zooidangier. Eksemplar funnet ved lokalitet 4 (høst).

Laminariocolax tomentosoides (Farlow) Kylin 1947

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 6, 7 og 11, og da voksende som en filt på lamina til *Laminaria digitata* og *L. hyperborea* i sublitoralen. Algen består av krypene endofyttiske tråder, og fra disse utgår det opprette uniseriate og ugrenete tråder. Plurilokulære zooidangier sitter nesten vinkelrett på de uniseriate trådene.

Spermatochnus paradoxus (Roth) Kützing 1843

Denne algen ble funnet på lokalitet 1 og 14, og da voksende som epifytt på *Fucus vesiculosus* i litoralen. Algen er en gulbrun busk med dikotom forgrening, som kan bli opptil 40 cm høy. Tallus er hult med fargeløse margceller innerst, og flere lag barkceller med kloroplaster ytterst. Grenene kan bli opptil 2 mm brede. Unilokulære zooidangier sitter i sori flere steder langs tallusoverflaten, og kan ses som mørke flekker, se figur 3.98.

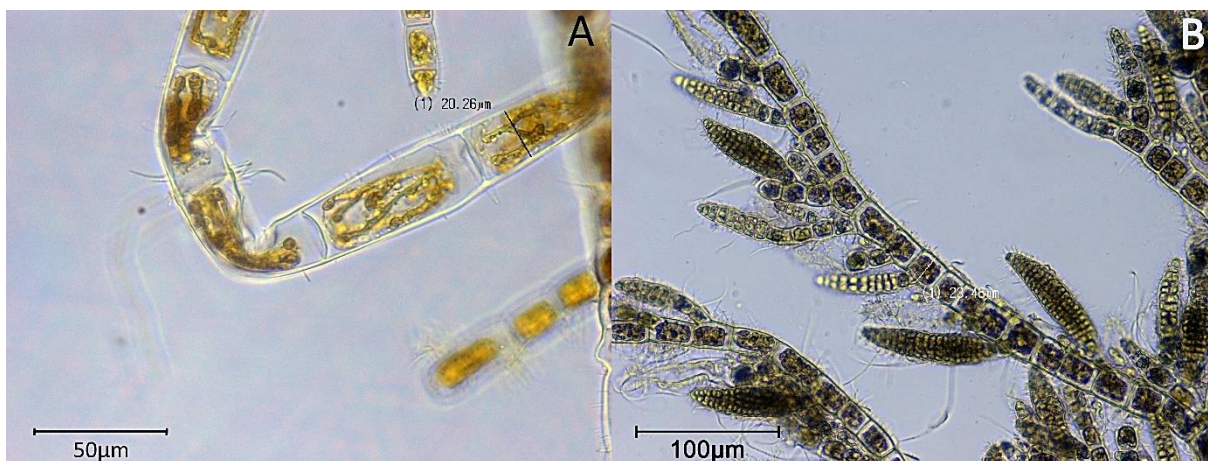


Figur 3.98: *Spermatochnus paradoxus* med mørke sori på tallusoverflaten. Eksemplar funnet ved lokalitet 14 (høst).

Familie: Ectocarpaceae

Ectocarpus fasciculatus Harvey 1841

Denne algen ble funnet på alle de ytre lokalitetene, i tillegg til lokalitet 13, og da voksende som epifytt på større alger i litoralen. Algen er en brun busk med allsidig forgrening, og tynne, sammenvevde grener. Hovedgrenene har en diameter på 30-60 μm og sidegrenene er som regel smalere. Tallus er uniseriat, og cellene er sylindriske med båndformede kloroplaster, se figur 3.99a. Plurilokulære zooidangier sitter i knipper langs de samme sidegrenene i øvre del av tallus, og er 30-130 μm lange, se figur 3.99b. Unilokulære zooidangier er også vanlige, og kan sitte på samme sporofytt som de plurilokulære zooidangiene.



Figur 3.99: *Ectocarpus fasciculatus*. A: Båndformede kloroplaster. Eksemplaret er funnet ved lokalitet 6 (vår). B: Plurilokulære zooidangier i knipper. Eksemplaret er funnet ved lokalitet 4 (høst).

Ectocarpus siliculosus (Dillwyn) Lyngbye 1819

Denne algen ble funnet på alle de ytre lokalitetene, med unntak av lokalitet 6, og på de indre lokalitetene 12, 13, 14, 19 og K, og da voksende som epifytt på større alger i litoralen. *E. siliculosus* ligner *E. fasciculatus* i bygning og har også båndformede kloroplaster, men sidegrenene er som regel like brede som hovedgrenene. Plurilokulære zooidangier sitter i tuppen av sidegrenene langs hele tallus, og ender ofte i et ekte brunalgehår, se figur 3.100. De plurilokulære zooidangiene er lengre enn hos *E. fasciculatus*, og kan bli mellom 85 og 120 μm lange. Unilokulære zooidangier kan også sitte på samme sporofytt som de plurilokulære zooidangiene.



Figur 3.100: *Ectocarpus siliculosus* med plurilokulære zooidangier, som ender i et ekte brunalgehår. Eksemplaret funnet ved lokalitet 1 (vår).

Spongonema tomentosum (Hudson) Kützing 1849

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 6, 7 og 9, og da voksende som epifytt på *Fucus* spp. eller epilitisk i litoralen. Algen kan bli opptil 10 cm lang, og består av sammenfiltrede 8-10 μm brede uniseriate grener. Tallus er uregelmessig og avvekslende grenet, og sidegrenene har ofte en karakteristisk krokform, se figur 3.101.



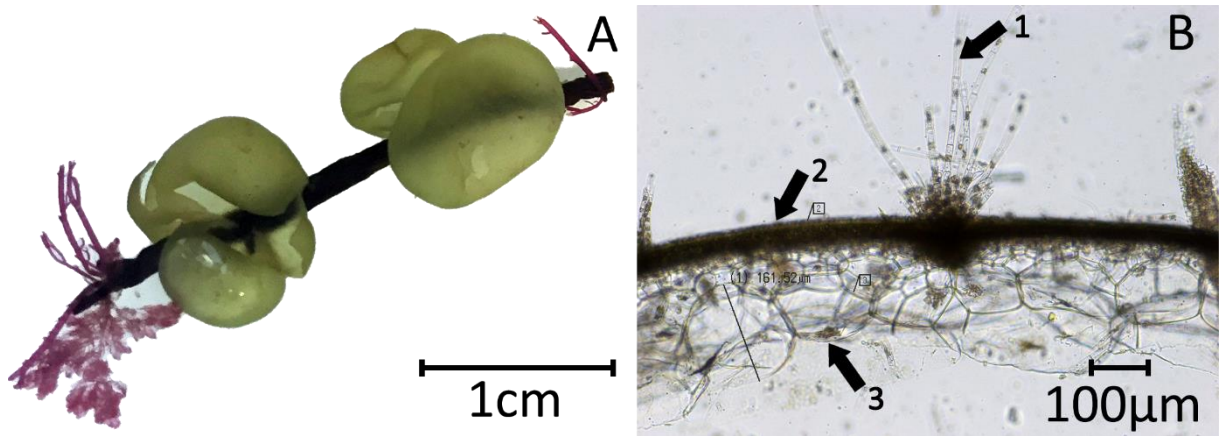
Figur 3.101: *Spongonema tomentosum* med den karakteristiske krokformen på sidegrenene. Eksemplaret funnet ved lokalitet 6 (vår).

Familie: Scytosiphonaceae

Colpomenia peregrina Sauvageau 1927

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 3, 5, 9 og 11, og da voksende epifyttisk på større alger som *Chorda filum* i litoralen og øvre del av sublitoralen. Algen er lysebrun, rund, hul og gassfylt, og har ofte en diameter på 2-5 cm, men kan bli enda større, se figur 3.102a. Tallus er parenkymatisk med flere lag barkceller ytterst, og fargeløse margceller med økende størrelse

inn mot midten. Ekte brunalgehår sitter i knipper på tallusoverflaten, se figur 3.102b. *C. peregrina* står på Fremmedartslisten 2018, og ble observert for første gang i Bergen i 1933, men kom trolig til Norge i begynnelsen av 1900-tallet (Rueness, 1977). Da kom den antagelig flytende med sitt gassfylte hulrom.



Figur 3.102: *Colpomenia peregrina*. A: Algen er rund, hul og gassfylt, og vokser ofte som epifytt på *Chorda* filum. Eksemplaret ble funnet ved lokalitet 9 (høst). B: Tverrsnitt som viser brunalgehår (1) i knipper på tallusoverflaten, barkceller (2) og margceller (3) med økende størrelse. Eksemplaret ble funnet ved lokalitet 11 (vår).

Petalonia fascia (O.F.Müller) Kuntze 1898

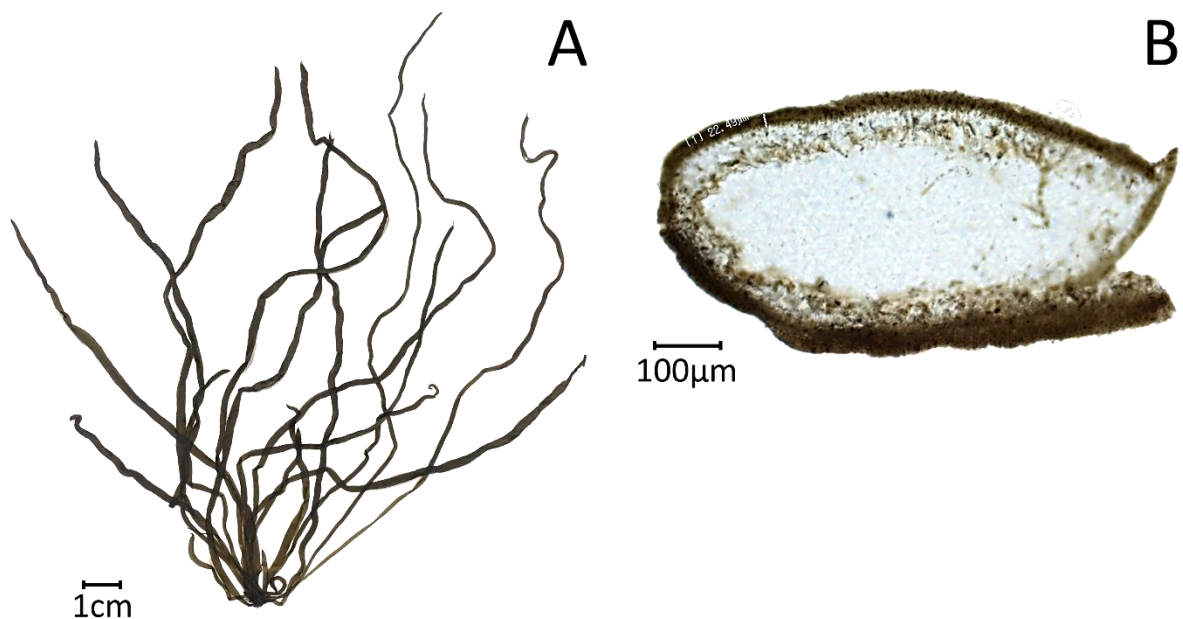
Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 6, 7 og 11, og da voksende epilitisk og ofte assosiasjonsdannende i supralitoralen på våren. Tallus er grønnbrunt, flatt og båndformet, og blir mellom 10-20 cm langt og 1-4 cm bredt, se figur 3.103. Algen sitter festet til underlaget med en liten hefteskive, og fra denne kan det vokse flere bånd.



Figur 3.103: Talluset til *Petalonia fascia* er langt og smalt.

Scytosiphon lomentaria (Lyngbye) Link, nom. cons. 1833

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 6, 7, 10 og 11, og da voksende epilitisk i supralitoralen. Den gulbrune algen kan bli 10-40 cm høy, og består av 0,5-3 mm brede ugrenede snører med karakteristiske innsnevninger, som sitter festet til en skorpeformet basis, se figur 3.104a. Tallus er parenkymatisk og hult, med et 2-3 cellelag tykt barklag, og større gjennom-siktige margceller inn mot hulrommet, se figur 3.104b.



Figur 3.104: *Scytosiphon lomentaria* funnet ved lokalitet 4 (vår). A: Algen består av flere snører som sitter festet til en skorpeformet basis. B: Tverrsnitt som viser at tallus er hult med gjennomsiktige margceller og 2-3 lag barkceller.

Orden: Fucales

Familie: Fucaeeae

Ascophyllum nodosum (Linnaeus) Le Jolis 1863

Denne algen dannet assosiasjoner i både det ytre og det indre området, og vokste epilitisk i litoralen. Den ble funnet på de ytre lokalitetene 1, 3, 5, 6, 9, 10 og L, og de indre lokalitetene 12 og K. Denne algen er en av de vanligste tangartene langs norskekysten, og lett gjenkjennelig med sin lysebrune farge og sine interkalære luftblærer i hovedgrenene. På vinteren og våren utvikles mange blærelignende strukturer på små sidegrener, men dette er reseptakler. Tallus er grovt, stivt og noe avflatet, men mangler midtribbe. Hovedgrenene har en dikotom forgrening, og sitter festet til underlaget med en kraftig hefteskive. *A. nodosum* er ofte mindre overgrodd av epifytter enn andre flerårige arter i samme habitat, og dette skyldes antagelig at algen kan kaste deler av epidermis periodisk, en mekanisme oppdaget av Filion-Myklebust (1981).

Fucus serratus Linnaeus 1753

Denne algen er assosiasjonsdannende i øvre del av sublitoralen, og ble funnet på alle de undersøkte lokalitetene, med unntak av de inne i Framvaren. Algen kan bli opptil 60 cm høy, og er lett gjenkjennelig med sagtenner langs tallusranden. Tallus er avflatet med midtribbe, men mangler flyteblærer. Reseptakler utvikles i skuddspissene, og disse kan observeres store deler av året. Algen er epilitisk, og sitter festet til underlaget med en hefteskive.

Fucus vesiculosus Linnaeus 1753

Denne algen er meget vanlig, og var assosiasjonsdannende i litoralen ved de fleste av lokalitetene både i det ytre og det indre området. På lokalitet 15, 18 og 19 ble den dog ikke funnet. Algen er brun, dikotomt forgrenet, og kan bli opptil 60 cm høy. Langs midtribben sitter flyteblærer parvis, og mengden flyteblærer varierer med de fysiske forholdene. På bølgeksponte steder er antallet blærer betraktelig lavere enn på beskyttede steder, og på de aller

mest eksponerte stedene kan tangen være blæreløs. Denne fenotypiske plastisiteten, i tillegg til at arten er svært euryhalin, bidrar til *F. vesiculosus*' store suksess langs norskekysten. Reseptakler utvikles i skuddspissene, og kan observeres nesten hele året. De er noe oppsvulmede sammenlignet med det øvrige tallus.

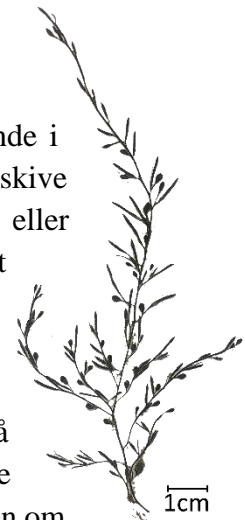
Familie: Sargassaceae

Halidrys siliquosa (Linnaeus) Lyngbye 1819

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 1, 4, 5, 6, 7 og 10, og da voksende epilitisk i sublitoralen. Den var assosiasjonsdannende ved noen av lokalitetene. Algen er brun, rikt grenet og kan bli over én meter høy. Flyteblærene sitter interkalært i korte sidegreiner, og er meget karakteristiske med sin lange, smale form og innvendige skillevegger. Tallus er læraktig og virker robust. Grenene er 1-5 mm brede.

Sargassum muticum (Yendo) Fensholt 1955

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 5, 6 og 9, og da voksende i sublitoralen. Den sitter festet til underlaget med en kraftig, men liten hefteskive (diameter på 2 cm), og vokser ofte på småstein i områder med sandbunn, eller epifyttisk på større alger som *Saccharina latissima*. Algen er gulbrun, rikt grenet og kan bli over 4 m høy. Ved Egersund er det faktisk funnet 8 m lange individer (Fredriksen, personlig kommunikasjon). På grenene vokser smale, 2 cm lange og spatelformede blader og rikelig med små luftblærer, se figur 3.105. Reseptakler kan utvikles over hele algen. *S. muticum* står på Fremmedartslisten 2018, og flytende individer ble observert i Norge for første gang i 1984. 4 år senere ble de første fastvoksende individene funnet. Se delen om fremmede arter i diskusjonen for mer nøyaktig beskrivelse av spredningsmekanismene hos *S. muticum*, og artens spredningssuksess i norske farvann.



Figur 3.105: *Sargassum muticum* med mange små flyteblærer og spatelformede blader.

Orden: Laminariales

Familie: Alariaceae

Alaria esculenta (Linnaeus) Greville 1830

Denne algen ble funnet på de ytre og svært bølgeeksponerte lokalitetene 6 og 7, og da voksende epilitisk i sublitoralen over *Laminaria*-assosiasjonen, men små individer ble også funnet i fjærepytter på rullesteinstranden. Algen sitter festet til underlaget med et hapter og en kort stipes, som blir til midtribbe i øvre del av algen. På stipesen sitter det smale sporofyller. Lamina er 10-20 cm bredt, og ganske skjørt. I løpet av sommeren slites lamina bort, og på høsten ble det kun funnet individer med rester av midtribben og sporofyller. Sundene (1962) viste at *A. esculenta* ikke tåler sommertemperaturer over 16°C, og den finnes derfor kun i områder med relativt kaldt vann. I Oslofjorden finnes den for eksempel ikke, og på Lista kun på de mest eksponerte lokalitetene.

Familie: Chordaceae

Chorda filum (Linnaeus) Stackhouse 1797

Denne algen ble funnet i sublitoralen på de ytre lokalitetene 1, 4, 7, 9, 10 og L, og de indre lokalitetene 12, 13, 14 og K. Den vokste epilitisk på småstein i områder med sand, og på større stein ved noen av de ytre lokalitetene. Algen består av lange og ugrenete snører som sitter festet til underlaget med en liten hefteskive. *C. filum* er en tareart, og snørene kan ses på som lange midtribber. De kan bli 3-4 m lange, og 0,5-3 mm brede. I eldre deler av algen er snørene hule, og skillevegger kan forekomme.

Familie: Laminariaceae

Laminaria digitata (Hudson) J.V.Lamouroux 1813

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 5, 6, 7, 9, 10 og 11, og den indre lokaliteten 12. Den vokste epilitisk i sublitoralen, og dannet ofte assosiasjoner. Ved alle lokalitetene tjente den som viktig substrat for epifyttiske dyr og alger. Graden av epifyttvekst minket med bølgeeksponering, og på de mest eksponerte lokalitetene vokste de fleste epifyttene på hapteret. På de mer beskyttede lokalitetene vokste det epifytter både på lamina og stipes, og diversiteten var høyere, med blant annet *Ceramium virgatum*, *Callithamnion corymbosum*, *Cladophora rupestris*, *Laminariocolax tomentosoides* og *Sphacellaria cirrosa*. *L. digitata* er gulbrun, og virker læraktig og litt slimet. Tallus består av hapter, stipes og et oppsplittet lamina. Stipesen er sylindrisk, men er ofte avflatet i overgangen til lamina. Både lengden og morfologien til *L. digitata* varierer med fysiske forhold, og på lokalitet 12 ble cuculate (skålformede) individer funnet.

Laminaria hyperborea (Gunnerus) Foslie 1885

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 5, 6, 7, 9 og 11, og den indre lokaliteten 12. Den vokste epilitisk i sublitoralen, og var ofte assosiasjonsdannende. I likhet med *L. digitata*, tjener også *L. hyperborea* som et viktig substrat for epifytter, og epifyttveksten avtar med bølgeeksponeringen. Også morfologisk minner *L. hyperborea* om *L. digitata*, men stipesen er rund hele veien opp til lamina. Lengden på lamina og stipes varierer med fysiske forhold. Bekkby et al. (2019) har studert effekten av bølger og strøm på morfologien til *L. hyperborea*, og funnet ut at økt bølgeeksponering fører til lengre stipes og lamina. Det er fordelaktig for taren å være lang og fleksibel i eksponerte områder, slik at stipesen kan følge bølgebevegelsene og redusere de hydrodynamiske kreftene den blir utsatt for. Disse resultatene stemmer bra overens med funnene i denne undersøkelsen av Lista, der de lengste tareindividene på 1,5-2 m ble funnet på de mest bølgeeksponerte lokalitetene 6 og 7.

Saccharina latissima (Linnaeus) C.E.Lane, C.Mayes, Druehl & G.W.Saunders 2006

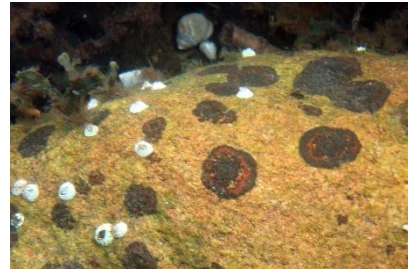
Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 5, 6, 7, 9, 10 og 11, og da voksende epilitisk i sublitoralen over *Laminaria*-assosiasjonene. Algen varierer mye i morfologi, men felles for alle formene er at de består av hapter, en kort, rund stipes og et langt, smalt og ruglete lamina. På de mest eksponerte lokalitetene ble tynne og smale individer funnet, mens grovere og bredere individer ble observert på de mer beskyttede lokalitetene. Lamina kan bli mellom 1-2 m langt, og 10-30 cm bredt. Jo bredere lamina er, jo mer bølgete fremstår randen. I likhet med de andre tareartene, utgjør også *S. latissima* et viktig substrat for epifytter. Mye av epifyttveksten er

begrenset til én side av lamina, og epifyttveksten minker med bølgeeksponeringen. Unge individer funnet i april var helt frie for epifytter.

Familie: Ralfsiaceae

Ralfsia verrucosa (Areschoug) Areschoug 1845

Denne algen ble funnet på lokalitet 3, 11 og 16, og da voksende epilitisk i litoralen. Algen er mørkebrun og oransje, og tallus skorpeformet, se figur 3.106. Skorpene er sirkulære med en diameter på 5-10 cm.

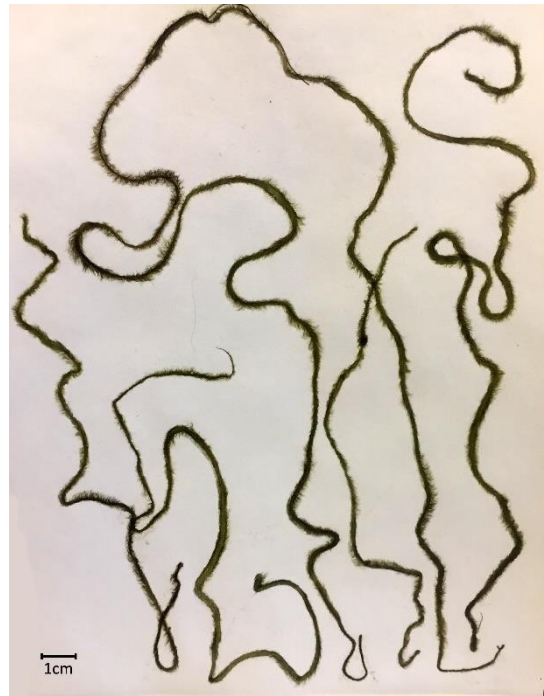


Figur 3.106: *Ralfsia verrucosa* med skorpeformet tallus. Her observert ved lokalitet 16 (høst).

Familie: Halosiphonaceae

Halosiphon tomentosus (Lyngbye) Jaasund 1957

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 6, 7 og 11, og alltid på våren. På høsten var algen borte. Den vokste epilitisk i litoralen og sublitoralen. Algen består av lange, ugrenete snører tett besatt med små assimilasjonstråder, slik at algen får et loddent utseende, se figur 3.107. Nedre del av algen mangler disse assimilasjonstrådene, slik at tallus får en stilkaktig del. Snørene har en diameter på 2-3 mm, og sitter festet til underlaget med en liten hefteskive. Tallus kan bli over 5 m langt (Fredriksen, personlig kommunikasjon), men i dette arbeidet er individer på ca. 20 cm funnet.



Figur 3.107: *Halosiphon tomentosus* har et loddent utseende på grunn av de korte assimilasjonstrådene. Eksemplaret funnet ved lokalitet 6 (vår).

Fylum: CHLOROPHYTA

Klasse: Ulvophyceae

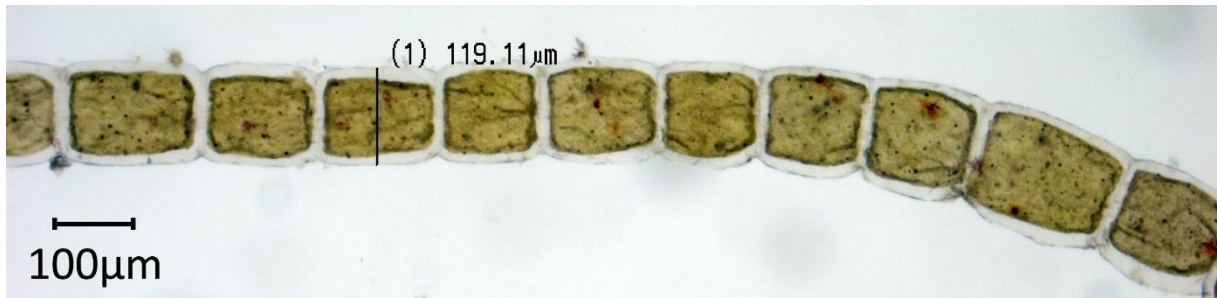
Orden: Cladophorales

Familie: Cladophoraceae

Chaetomorpha aerea (Dillwyn) Kützing 1849

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 3, 6, 7, 9 og 11, og den indre lokaliteten 16, og da voksende epilitisk i litoralen. Algen er lysegrønn, og kan bli opptil 30 cm lang, men er ofte kortere. Tallus er uniseriat ugrenet, og flere tråder sitter festet sammen i knipper fra små

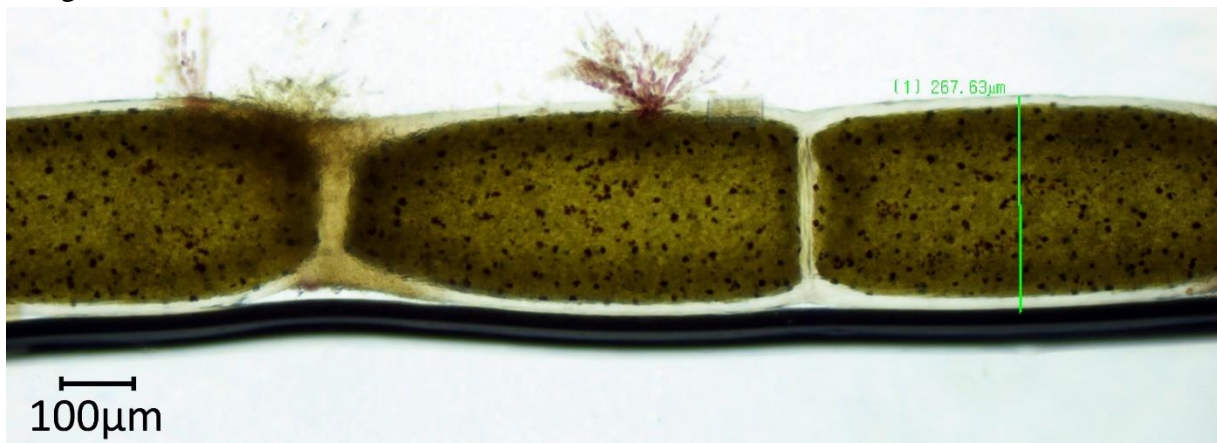
hefteskiver. Cellene kan ses med det blotte øyet, og de er 100-450 μm brede og 0,5-2 ganger så lange som brede, se figur 3.108.



Figur 3.108: *Chaetomorpha aerea* med store, grønne celler. Eksemplar funnet ved lokalitet 6 (høst).

Chaetomorpha melagonium (F.Weber & D.Mohr) Kützing 1845

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 5, 7 og 11, og da voksende epilitisk og epifyttisk i litoralen og sublitoralen. Algen er mørkegrønn og kan bli 10 cm lang. I dette arbeidet er det hovedsakelig funnet individer på 4-5 cm. Tallus er uniseriat ugrenet, og trådene sitter festet enkeltvis til underlaget fra en liten hefteskive. En kan se de store, tønneformede cellene med det blotte øyet. Cellene er mellom 300 og 600 μm brede, og 1-2 ganger så lange som brede, se figur 3.109.



Figur 3.109: *Chaetomorpha melagonium* med store, tønneformede celler, synlige for det blotte øyet. Eksemplar funnet ved lokalitet 4 (vår).

Cladophora rupestris (Linnaeus) Kützing 1843

Denne algen ble funnet på alle de ytre lokalitetene, unntatt 1 og 3, og de indre lokalitetene 12 og 13, og da voksende epilittisk som mørkegrønne dusker hengende ned fra steinblokker og fjellsider i litoralen og sublitoralen. Algen består av stive, grønne grener som kan bli ca. 20 cm lange og 40-50 μm brede. Sidegrenene er omtrent like brede som hovedgrenene. Tallus er falskt gaffelgrenet, der sidegrenene er skulderstilte på hovedgrenene. Flere sidegrener kan utvikles fra samme bærende celle, og figur 3.110 viser et forgreningssted med 3 sidegrener og én hovedgren fra samme celle. Hver celle har flere kjerner og mange kloroplaster. Rundt pyrenoidene ligger det bilentikulære stivelseskorn, som blir synlige ved farging med jod,

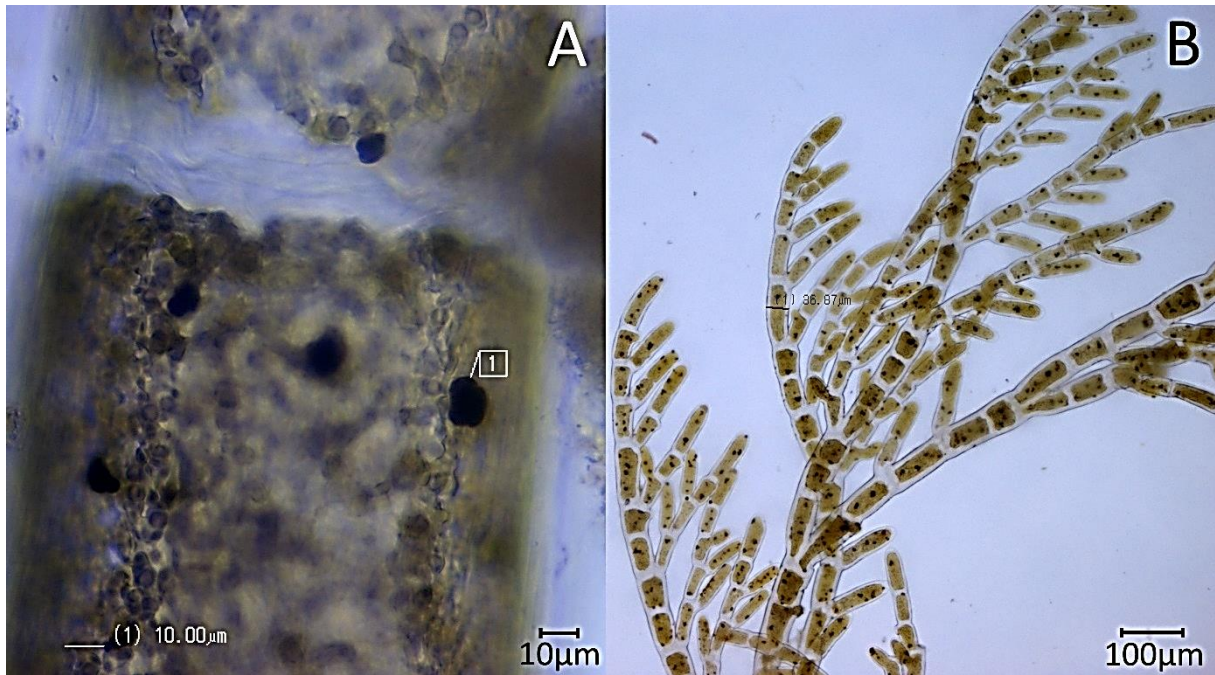


Figur 3.110: *Cladophora rupestris* funnet ved lokalitet 4 (vår). Pilen peker på et forgreningssted med 3 sidegrener og én hovedgren fra samme celle.

se figur 3.111a. Dette karaktertrekket, i tillegg til forgreningsmønsteret, gjør det enkelt å skille *Cladophora* fra *Acrosiphonia*, som slekten kan forveksles med.

Cladophora spp. Kützing, 1843

Ved flere av både de ytre og de indre lokalitetene ble det funnet individer som kun ble identifisert til *Cladophora*, fordi morfologisk artsbestemmelse er vanskelig innenfor denne slekten. Disse er behandlet som *Cladophora* spp., og felles for denne gruppen er de bilentikulære stivelseskornene rundt pyrenoiden, se figur 3.111a, og skulderstilte sidegrener, se figur 3.111b. Fargen er som regel lysegrønn.



Figur 3.111: *Cladophora* spp. A: Markøren viser bilentikulære stivelseskorn rundt pyrenoiden. Preparatet er behandlet med jod. Funnet ved lokalitet 9 (høst). B: Skulderstilte sidegrener. Eksemplaret er funnet ved lokalitet 11 (høst).

Klasse: Bryopsidophyceae

Orden: Bryopsidales

Familie: Bryopsidaceae

Bryopsis plumosa (Hudson) C.Agardh 1823

Denne algen ble kun funnet ved lokalitet 10, og da voksende epifyttisk i litoralen. Algen er lysegrønn, fjærgrenet i ett plan og kan bli mellom 3 og 12 cm høy. Grenene er siphonale, altså uten tverrvegger, og algen kan ses på som én stor celle med mange kjerner og kloroplaster. Organellene ligger rett under celleveggen, og resten av cellen er fylt opp av en vakuole. Algen har derfor en svulstig form, som lett blir flattrykt under press. Sidegrenene er innsnevret i skuddspissene og ved basis, se figur 3.112.



Figur 3.112: *Bryopsis plumosa* med siphonale grener, og innsnevring ved skuddspiss og basis av sidegrenene. Eksemplaret funnet ved lokalitet 10 (vår).

Familie: Codiaceae

Codium fragile (Suringar) Hariot 1889



Denne algen ble kun funnet på de ytre lokalitetene 7 og 9, og da voksende epilittisk i litoralen og sublitoralen. Algen kan bli opptil 50 cm høy, og de runde grenene har en diameter på 3-10 mm. Fargen er lysegrønn til mørkegrønn, og forgreningen dikotom, se figur 3.113. Tallus består av flere siphonale tråder, som tilsammen danner et svampaktig multiaksialt pseudoparenkym. Når en legger press på algen, blir de runde grenene helt flattrykte. *C. fragile* står på Fremmedartslisten 2018, og kom til Norge en gang på 1940-tallet. Siden har den spredd seg langs store deler av norskekysten, fra Østfold til Troms (Rueness, 1977).

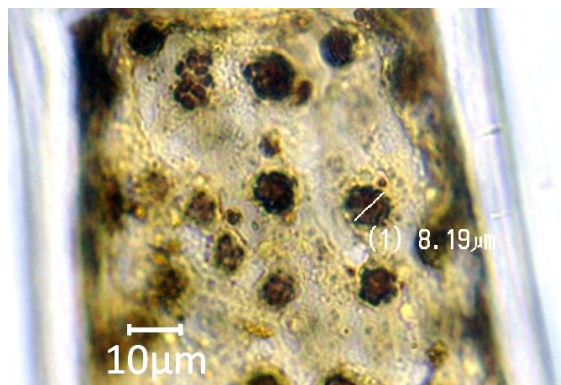
Figur 3.113: *Codium fragile* med dikotom forgrening.

Orden: Ulothricales

Familie: Ulothrichaceae

Acrosiphonia arcta (Dillwyn) Gain 1912

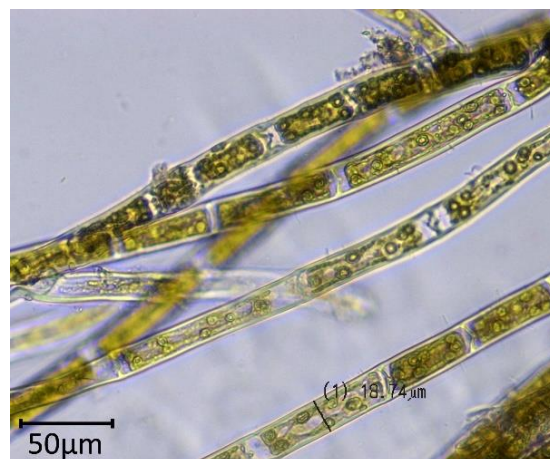
Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 5, 7, 10 og 11, og den indre lokaliteten 14, og da voksende epilittisk i litoralen. Algen er en lysegrønn busk med en diameter på 5-10 cm, og 40-80 μm tykke grener. Forgreningen er spredt og allsidig, og noen av sidegrenene har karakteristiske krokformer. De sylindriske cellene har to kjerner og en nettformet kloroplast med mange pyrenoider rett under celleveggen. Rundt hver pyrenoidene ligger det polypyramidale stivelseskorn, som blir synlige ved farging med jod, se figur 3.114.



Figur 3.114: *Acrosiphonia arcta* med polypyramidale stivelseskorn rundt pyrenoidene. Eksemplaret funnet ved lokalitet 4 (vår).

Spongomorpha aeruginosa (Linnaeus) Hoek 1963

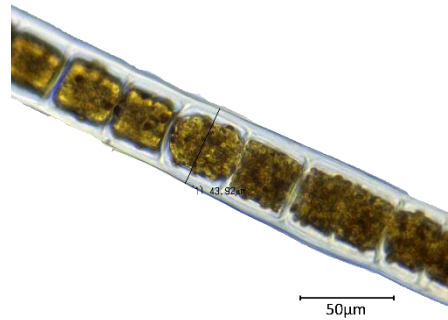
Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 7 og 11, og da voksende epifyttisk og epilittisk i litoralen. Algen er en lysegrønn busk, og kan lett forveksles med *Acrosiphonia* spp, men diameteren til tallus blir sjelden større enn 5 cm. I tillegg er de uniseriate grenene 20-30 μm brede, og overlapper ikke med cellebredden hos *Acrosiphonia* spp. Cellene er sylindriske, og kan bli opptil 5 ganger så lange som brede, se figur 3.115. Hver celle har én kerne og mange kloroplaster.



Figur 3.115: *Spongomorpha aeruginosa* med sylindriske celler og mange kloroplaster i hver celle. Eksemplaret funnet ved lokalitet 7 (vår).

Ulothrix flacca (Dillwyn) Thuret 1863

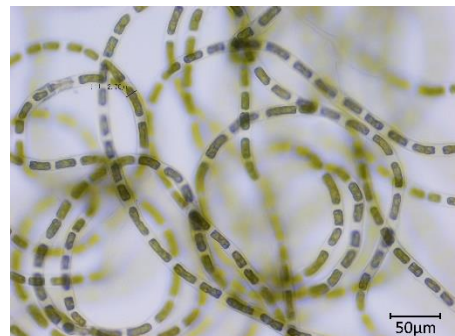
Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 5, 6, 10 og 11, og de indre lokalitetene K og 16. Den danner ofte epilitiske assosiasjoner i supralitoralen sammen med andre *Ulothrix*-arter og *Urospora penicilliformis*, men ble også funnet epifyttisk som en grønn filt på større alger. Tallus består av ugrenede og uniseriate tråder som ligger delvis sammenfiltret. Cellene er 5-44 μm brede, og 0,2-1 ganger så lange som brede. Hver celle har én kloroplast med 1-3 pyrenoider, se figur 3.116.



Figur 3.116: *Ulothrix flacca* med 3 pyrenoider per celle, funnet ved lokalitet 4 (vår).

Ulothrix implexa (Kützing) Kützing 1849

Denne algen ble funnet på nesten alle lokalitetene, med unntak av lokalitet 6 og lokalitetene inne i Framvaren, og da voksende epilitisk og epifyttisk i supralitoralen og litoralen. Tallus består av sammenfiltrede uniseriate og ugrenede celletråder, og danner ofte en tett filt slik figur 3.117 viser. Cellene har en diameter på 3,5-26 μm , og er 0,3-1,5 ganger så lange som brede. Det er én stor kloroplast i hver celle, og denne inneholder 1-4 pyrenoider



Figur 3.117: *Ulothrix implexa* med sammenfiltrede celletråder. Eksemplaret funnet ved lokalitet 9 (høst).

Ulothrix subflaccida Wille 1901

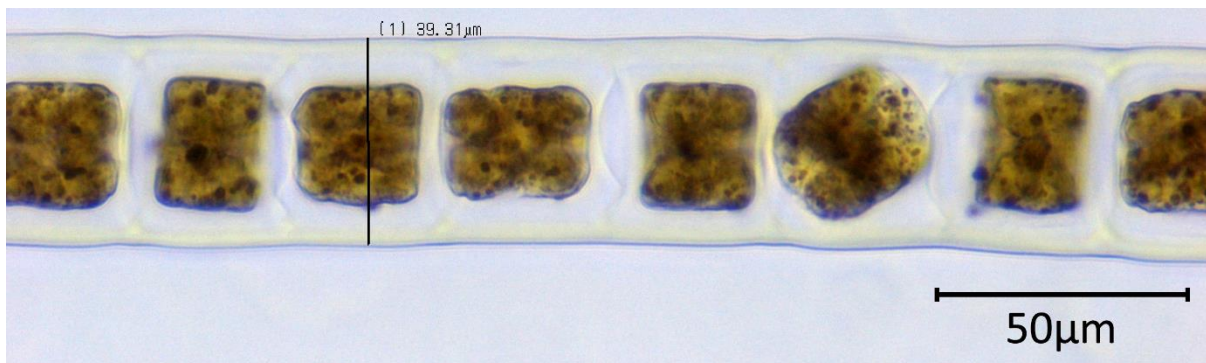
Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 1, 4, 5, 10 og L, og de indre lokalitetene 12, 13, 14, 15, 18 og K. Den vokste epilitisk i supralitoralen og litoralen, ofte i assosiasjon med andre *Ulothrix*-arter, eller epifyttisk på arter i sublitoralen, blant annet på *Zostera marina*. Tallus ligner de andre *Ulothrix*-artene i oppbygning, men de uniseriate trådene blir sjelden bredere enn 12 μm , se figur 3.118. Cellene er 1-1,3 ganger så lange som brede, og inneholder én kloroplast med opptil 1-3(6) pyrenoider.



Figur 3.118: *Ulothrix subflaccida* funnet ved lokalitet 4 (vår).

Urospora penicilliformis (Roth) Areschoug 1866

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 6, 7 og 11, og de indre lokalitetene 13, 17 og K, og da voksende epilitisk i supralitoralen. Ofte var den assosiasjonsdannende med *Ulothrix*-arter. Tallus består av opptil 8 cm lange, uniseriate og ugrenede tråder. Cellene er 25-80 μm brede, og 0,5-4 ganger så lange som brede. Hos unge individer er cellene sylindriske, se figur 3.119, mens hos eldre individer får cellene en karakteristisk tønneform. Cellene er følgelig meget variable, og det kan være vanskelig å skille *Urospora* fra *Ulothrix*. En kan skille de to slektene på kloroplasten, da *Urospora* har én stor nettformet kloroplast med mange pyrenoider, og *Ulothrix* ofte har færre pyrenoider.



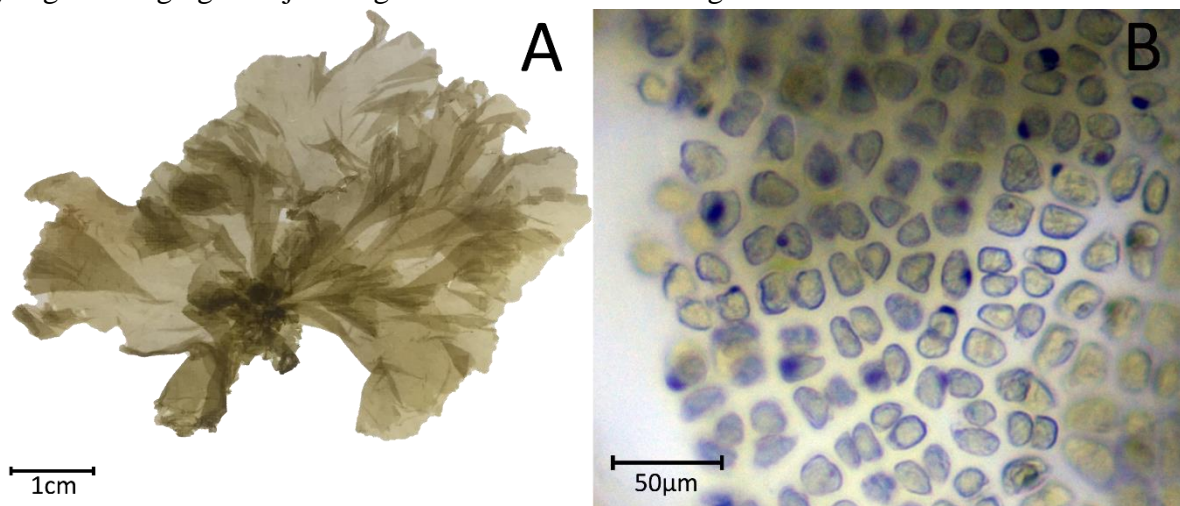
Figur 3.119: Ungt individ med sylindriske celler av *Urospora penicilliformis*. Eksemplaret er funnet ved lokalitet 6 (vår).

Orden: Ulvales

Familie: Gayraliaceae

Protomonostroma undulatum (Wittrock) K.L.Vinogradova 1969

Denne algen ble funnet på lokalitetene 4, 7 og 13, og da voksende epifyttisk eller epilitisk i supralitoral og litoral. Algen er et lysegrønt, ovalt blad med en bølget rand, se figur 3.120a. Tallus er parenkymatisk og ett cellelag tykt. Veksten er diffus, og cellene kan danne grupper på 2-8 celler, se figur 3.120b. Hver celle har én veggstilt kloroplast med en pyrenoide som blir synlig ved farging med jod. Algen sitter festet til underlaget med rhizoider.

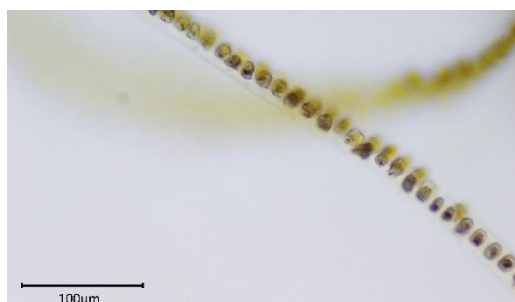


Figur 3.120: *Protomonostroma undulatum* funnet ved lokalitet 7 (vår). A: Bladet er ovalt med bølget rand. B: Cellene kan danne grupper på 2-8, her vises grupper på 2 og 4 celler.

Familie: Gomontiaceae

Monostroma grevillei (Thuret) Wittrock 1866

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 3, 7, 10 og L, og de indre lokalitetene 12, 14, 16, 19 og K. Den vokste epilitisk eller epifyttisk på alger som *F. vesiculosus* i litoral. Som unge individer danner *M. grevillei* små sekker på 2-5 cm, men disse splittes opp av bølger og strøm i løpet av sesongen, og som eldre individer består tallus av flikete blad. Tallus er lysegrønt og kun ett cellelag tykt, se figur 3.121, slik



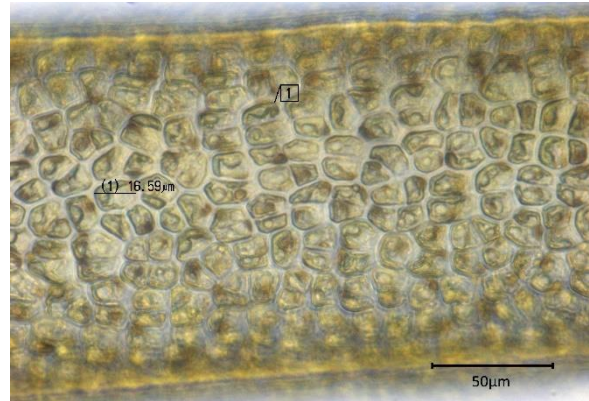
Figur 3.121: Tverrsnitt av *Monostroma grevillei*, som viser at tallus er ett cellelag tykt. Eksemplaret funnet ved lokalitet 10 (vår).

at *M. grevillei* lett kan forveksles med *P. undulatum*. For å skille de to artene kan en se på kloroplasten. Også *M. grevillei* har én kloroplast med én pyrenoide i de fleste cellene, men denne arten har ofte 2-3 pyrenoider i langstrakte celler ved basis. Dette forekommer ikke hos *P. undulatum*.

Familie: Ulvaceae

Ulva compressa Linnaeus 1753

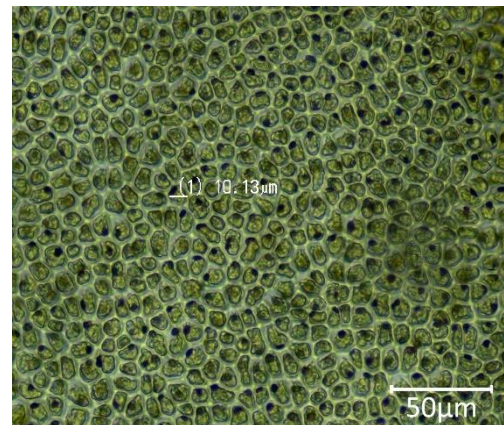
Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 1, 3, 6 og 10, og på alle de indre lokalitetene, med unntak av 16 og 17. Den vokste epilitisk eller epifyttisk i supralitoralen og litoralen, og kunne danne assosiasjon med andre *Ulva*-arter i litoralen ved noen av de indre lokalitetene. Algen er lysegrønn og spredt forgrenet. Tallus er parenkymatisk og tubulært, men ikke hult som hos *U. intestinalis*. Cellene er organisert i korte cellerekker, og hver celle har en karakteristisk hetteformet kloroplast med én pyrenoide, se figur 3.122.



Figur 3.122: *Ulva compressa* funnet ved lokalitet 5 (høst). Markøren viser en hetteformet kloroplast.

Ulva intestinalis Linnaeus 1753

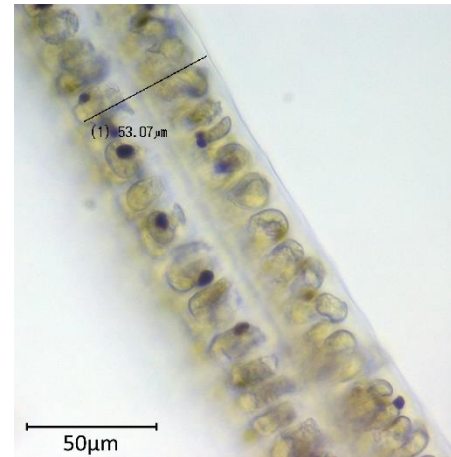
Denne algen ble funnet ved alle de undersøkte lokalitetene, med unntak av lokalitet 18, og da voksende epifyttisk og epilitisk i supralitoralen, litoralen og sublitoralen. I det ytre området var individene ugrenede og store, 2-3 cm brede og 10-15 cm lange, mens i det indre området var individene ofte forgrenede og mindre. Ved noen av de indre lokalitetene dannet *U. intestinalis* assosiasjon med andre *Ulva*-arter i litoralen og sublitoralen, og ved de ytre lokalitetene kunne *U. intestinalis* fylle hele fjæreplytter. Hver celle inneholder én hetteformet kloroplast med én stor pyrenoide. Tallus er grønt, tubulært og luftfylt, og cellene er ikke organisert i rader og rekker, se figur 3.123. På denne måten kan man skille *U. intestinalis* fra *U. compressa*.



Figur 3.123: *Ulva intestinalis* funnet ved lokalitet 11 (vår). Cellene er ikke organisert i rader og rekker hos denne arten.

Ulva lactuca Linnaeus 1753

Denne algen ble funnet på lokalitet 12 og alle de ytre lokalitetene, med unntak av lokalitet 1 og 3, og da voksende epifyttisk og epilitisk i sublitoralen. Algen danner store, grønne blader som kan bli opptil 100 cm lange og 70 cm brede. I dette arbeidet er det funnet mindre individer, men på våren kunne bladene være ca. 40 cm lange. På høsten var mange av individene beitet ned, og betraktelig mer rufsete og oppsplittet. Tallus består av to cellelag og kan bli mellom 50 og 90 μm tykt, se figur 3.124. Cellene er vanligvis arrangert i rekker og rader, og hver celle har én veggstilt kloroplast med én pyrenoide.



Figur 3.124: Tverrsnitt av *Ulva lactuca*, som viser at tallus er to cellelag tykt. Eksemplaret er funnet ved lokalitet 6 (vår).

Ulva prolifera O.F.Müller 1778

Denne algen ble funnet på de ytre lokalitetene 4, 5, 10, 11 og L, og de indre lokalitetene 12, 13, 14, 15 og 16. Den vokste epifyttisk på tangarter, eller dannet store, grønne matter over sand og gjørme med andre *Ulva*-arter i litoralen og sublitoralen. Algen er lysegrønn, og kan ifølge litteraturen variere morfologisk. Individene funnet i denne undersøkelsen var ofte rikt grenet med opptil 1 mm tykke grener. Tallus er tubulært, og cellene er arrangert i tydelige rekker og rader, se figur 3.125.

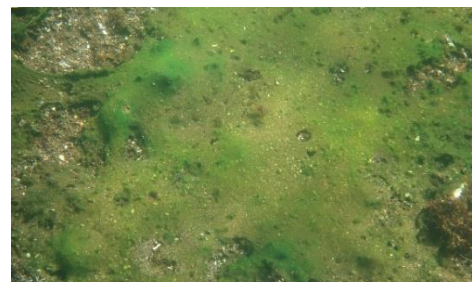


Figur 3.125: *Ulva prolifera* med cellene arrangert i tydelige rekker. Eksemplaret er funnet ved lokalitet 10 (vår).

Fylum: CYANOPHYTA (Prokaryot)

Klasse: Cyanophyceae Schaffner, 1909

Cyanobakterier var tilstede ved mange av de undersøkte lokalitetene, men ble kun bestemt til klasse. Ved flere av de indre lokalitetene ble likevel slekten *Spirulina* identifisert, da den var svært dominerende og dannet store grønne matter, se figur 3.126.



Figur 3.126: *Spirulina*-matte ved lokalitet K (høst).

Fylum: ASCOMYCOTA (Soppriket)

Underrekke: Pezizomycotina

Klasse: Eurotiomycetes

Orden: Verrucariales

Familie: Verrucariaceae

Verrucaria maura Wahlenberg 1803

Denne laven ble funnet ved de fleste av de undersøkte lokalitetene, og markerte ofte øvre del av supralitoralen. Tallus er mørkt og danner tynne store skorper på fjell og stein.

Verrucaria mucosa Wahlenberg 1803

Denne laven ble funnet ved noen av de ytre lokalitetene, og da voksende under *V. maura*. Tallus er grønnlig og danner tykkere skorper enn *V. maura*.

Fylum: TRACHEOPHYTA (Planteriket)

Klasse: Monocots

Underklasse: Alismatidae

Orden: Alismatales

Familie: Ruppiaceae

Ruppia maritima Linnaeus 1753

Dette planten ble funnet på de indre lokalitetene 15, 16 og 18, og da voksende på sandbunn i sublitoralen.

Familie: Zosteraceae

Zostera marina Linnaeus 1753

Denne planten ble funnet på de ytre lokalitetene 5 og 6, og de indre lokalitetene 15 og 18, og da voksende på sandbunn i sublitoralen. Planten består av mørkegrønne, flate blad som vokser ut av et rhizom i sanden.

4 Diskusjon

Det overordnede målet med dette arbeidet har fra begynnelsen av vært å kartlegge algevegetasjonen på Lista, samt å sammenligne resultatene mine med resultatene fra en lignende undersøkelse gjort av Røinaas (1968) for omtrent 50 år siden. I dette arbeidet inngår det derfor ikke bare å finne endringer i algenes artssammensetning og vertikale sonering over 50 år, men like fullt å peke på det som ikke har endret seg i løpet av denne tiden. Denne diskusjonen er bygget opp på en slik måte at den skal prøve å belyse de to aspektene ved algevegetasjonen på Lista i 2019. Hva er likt og hva har endret seg, og ikke minst: hvorfor? Den første delen av diskusjonen beskriver hva som ikke har endret seg på 50 år, og drøfter ulike årsaker til at jeg har funnet de samme artene, algeassosiasjonene, lignende vertikale soneringsprofiler og en horisontal utbredelse tilsvarende den Røinaas fant i perioden 1965-1968. Den andre delen har til hensikt å beskrive det som har endret seg på 50 år, og diskutere ulike former for stress som kan ha ført til disse endringene.

4.1 Hva har ikke endret seg på 50 år og hvorfor?

Den mest påfallende likheten mellom algevegetasjonen på Lista i 1968 og 2019, er det generelle inntrykket en får av å sammenligne de ytre lokalitetene med de indre. Som beskrevet i introduksjonen er Lista et spennende område fykologisk sett, fordi det er en stor kontrast mellom den høyt eksponerte kysten på vestsiden av halvøyen, og komplekset av beskyttede og ferskvannspåvirkede terskelfjorder nord for Farsund, der Framvaren troner som den mest ekstreme av dem alle. Denne kontrasten i eksponering, hydrografi og topografi mellom det ytre og det indre området, speiles i algevegetasjonen. Lokalitetene i det ytre området har de høyeste artsantallene og flere tydeligere og bredere algeassosiasjoner enn lokalitetene i det indre området. Slik figur 3.34 i resultatdelen viser, var høyere artsantall ved de ytre lokalitetene også tilfellet for 50 år siden. I sitt appendiks har Røinaas (1968) tegnet opp profilene fra hver lokalitet han undersøkte, og også da økte utstrekningen av supralitoralene med eksponeringsgrad.

Et annet påfallende resultat fra sammenligningen mellom algevegetasjonen på Lista i 2019 og 1968, er at de ytre lokalitetene har endret seg mye mindre enn de indre. Figur 3.36 i resultatdelen viser at ved de fleste ytre lokalitetene representerer like arter over halvparten av de registrerte artsfunnene i 1968 og 2019. Ved de fleste indre lokalitetene står andelen like arter mellom 1968 og 2019 for under halvparten av de registrerte funnene. Denne forskjellen skyldes antagelig at de indre lokalitetene er mer sårbare for nye stressfaktorer, og vil bli diskutert i kapittel 4.2. At de ytre lokalitetene er forholdsvis like i dag som for 50 år siden, skyldes nok i stor grad de samme faktorene som gjør at de ytre lokalitetene kan støtte en rikere algeflora enn de indre lokalitetene. Disse faktorene vil bli diskutert nedenfor.

4.1.1 Salinitet og temperatur

Algefloraens sammensetning forandrer seg fra lokalitet til lokalitet på Lista, men den største endringen kan observeres når en sammenligner det ytre området (lokalitet 1-11, inkludert L) med det indre området (12-19, inkludert K). Noen arter er likevel å finne i begge områder, og blant disse er *Cladophora rupestris*, *Ascophyllum nodosum*, *Fucus serratus*, *F. vesiculosus*, *Pylaiella littoralis*, *Ceramium virgatum*, *Furcellaria lumbricalis*, *Hildenbrandia rubra*,

Rhodomela confervoides og *Vertebrata fucooides*. For en fullstendig oversikt over alle arter som er funnet i både det ytre og det indre området, kun i det ytre eller kun i det indre området, se appendiks VI. Alle artene listet ovenfor ble også funnet i begge områder av Røinaas (1968). Den avgjørende faktoren for disse algenes horisontale utbredelse innen undersøkelsesområdet ser derfor ut til å være uendret. Går en nøyere inn på de enkelte artenes autøkologi, er det mye som tyder på at å ha euryhaline egenskaper er avgjørende for å kunne vokse i både det ytre og det indre området (Austin, 1960; Malm et al., 2001; Rietema, 1995; Rinne et al., 2011; Russell, 1963). *C. rupestris* for eksempel, er en euryhalin art, og gjennom laboratorieeksperimenter er det vist at britiske populasjoner tåler saliniteter mellom 6 og 34 PSU (Thomas et al., 1990). At kosmopolitten *H. rubra* vokste ved nesten alle de undersøkte lokalitetene både i 2019 og 1968, er heller ingen overraskelse, da arten er euryhalin og euryterm. Ifølge Kim og Garbary (2006) er *H. rubra* den mest fysiologisk tolerante arten overfor svingninger i salinitet, temperatur og tørke, av alle testede algearter. *F. lumbricalis* ble kun funnet ved lokalitet 12 i det indre området, men ved mange av de ytre lokalitetene. Dette stemmer bra med artens autøkologi, fordi den kan tåle saliniteter ned til 4 PSU, men er mest konkurransedyktig i intervallet mellom 25 og 32 PSU (Bird et al., 1991).

Salinitetsgradienten, med minkende salinitetsnivåer innover i Framvaren, er den samme i dag som for 50 år siden. Salinitet har vært avgjørende for om noen arter kan vokse i det indre området, og andre ikke, men også for hvor langt inn i det indre området de kan vokse. Røinaas (1968) fant tangassosiasjoner i det indre området, men hvor langt inn i Framvaren assosiasjonene gikk, var avhengig av art. *A. nodosum* ble funnet inn til lokalitet 13, *F. serratus* inn til lokalitet 16 og *F. vesiculosus* ble funnet helt inn til lokalitet 19. Det samme mønsteret ble observert i 2019, men noe mindre tydelig: *A. nodosum* ble funnet inn til lokalitet K, *F. serratus* til lokalitet 16 og *F. vesiculosus* til lokalitet 17. I 2019 var det ingen nevneverdig forskjell på saliniteten ved lokalitet 16 og 17, slik at *F. vesiculosus* ikke var noe mer utbredt enn *F. serratus* som følge av toleranse for lav salinitet i det indre området. Basert på disse resultatene har *F. vesiculosus* og *F. serratus* en høyere toleranse for lave saliniteter enn *A. nodosum* på Lista. Disse resultatene stemmer bra overens med andre undersøkelser (Breivik, 1958; Rueness, 1966), særlig for *F. vesiculosus* som er kjent for sine euryhaline egenskaper fra Østersjøen (Torn et al., 2006), men også for *F. serratus* som ofte vokser i estuarier, der salinitetssvingninger forekommer hyppig (Tillin og Mainwaring, 2016).

Bryopsis plumosa, *Corallina officinalis*, *Melobesia membranacea*, *Membranoptera alata*, *Palmaria palmata* og *Plumaria plumosa* er blant artene som kun ble funnet i det ytre området både i 2019 og 1968, se appendiks VI. Alle disse artene er halofile, og tåler ikke de lave salinitetsnivåene i det indre området (Coutinho og Seeliger, 1984; Sundene, 1953). Salinitet som den begrensende faktor synes å gjøre seg mest gjeldende for sublitorale alger, da et fellestrekk ved artene over er at de vokser sublitoralt. Mange arter i sublitoralen vokser nettopp der fordi de krever høyere saliniteter enn arter som klarer seg i det ferskere overflatelaget. Røinaas (1968) beskrev salinitet som en av de viktigste faktorene for utbredelsen av algene innen undersøkelsesområdet på Lista, og mange fykologiske arbeider samstemmer i dette (Lewis, 1964; Rueness, 1966; Åsen, 1978). Sjøtun et al. (2015) konstaterer at salinitet og

sjøtemperatur er de to viktigste fysiske faktorene for makroalgens lokale og regionale utbredelse langs kysten.

Ifølge Lewis (1964) er sjøtemperatur den viktigste faktoren når det kommer til den horisontale utbredelsen av marine arter. Dette gjelder hovedsakelig i storskala biogeografi. Noen arter er arktiske, andre er tropiske. Forskjellen i temperatur mellom det indre og det ytre området på Lista, særlig på våren og høsten, er antagelig ikke stor nok til alene å gi de største forskjeller i artssammensetning. Noen unntak finnes likevel, og spesielt på sommeren kan temperaturen i fjorder og poller bli ganske høy. *Polysiphonia hemisphaerica* er kun funnet i det indre området, og årsaken til dette kan være at arten trives i såkalte «pollmiljø», med høye temperaturer om sommeren (Rueness, 1971). Motsatt vil temperaturen i det indre området være for høy for *Alaria esculenta*, som dør i sommertemperaturer over 16°C (Sundene, 1962). Følgelig vokser heller ikke *A. esculenta* øst for Mandal, der sommertemperaturisoklinen for denne arten ligger. Det må dog nevnes at årsaken til fraværet av *A. esculenta* i det indre området heller skyldes lav eksponeringsgrad og salinitet enn høye temperaturer.

4.1.2 Eksponering

Vannmassenes hydrografi henger nøye sammen med eksponeringsgrad, noe som blir tydelig når man sammenligner de ytre lokalitetene med de indre. De fleste av de ytre lokalitetene har høy eller moderat eksponeringsgrad, og det er også ved disse lokalitetene vannmassene er euhaline, se tabell 2.1 i materialer og metoder. Alle de indre lokalitetene ligger beskyttet til, og her er vannmassene poly- og mesohaline. «Overgangslokalitetene» mellom det ytre og det indre området, lokalitet 10, L og 12, skiller seg ut ved at de ligger beskyttet til, men fremdeles karakteriseres av euhaline vannmasser. Trenden er altså; økt eksponering, økt salinitet. Eksponeringsgraden vil sammen med topografien i området styre vannbevegelsen (Rueness, 1966; Røinaas, 1968), og der vannbevegelsen er stor vil tilstrømningen av næringsstoffer og salter øke. Samtidig vil gammelt, oksygenfattig og muligens forurenset vann fraktes bort, slik at forholdene legges til rette for mange alger. Dette kan være mye av årsaken til høyere artsantall i det ytre enn i det indre området.

Eksponeringsgraden ved de undersøkte lokalitetene er den samme i dag som for 50 år siden, og er nok også mye av årsaken til at de ytre lokalitetene har endret seg mindre enn de indre. Tross det høye mekaniske stresset algene utsettes for når bølgene slår hardt inn mot land ved de ytre lokalitetene, vil også den høye bølgeaktiviteten motvirke nye stressfaktorer, som de indre lokalitetene lettere vil påvirkes av, se kapittel 4.2. Fordi det indre området er preget av lav eksponeringsgrad og mange grunne terskeldyp, vil vannmassene lett stagnere her. Den sterkt lagdelte vannkolonnen vil også hindre lokal vind i å drive turbulent miksing av vannmassene (Rueness, 1966). Printz (1942) har vist at stagnerende vannmasser kan virke hemmende på respirasjonen for en del arter, noe som kan forklare at blant annet *Fucus serratus* ikke finnes lenger inn i Framvaren enn til lokalitet 16, som ligger ved det grunne terskeldypet inn til fjorden, der det fortsatt er litt strøm i vannet. Ifølge Øxnevad et al. (2019) har ikke vannet i Framvaren vært skiftet ut på 1000 år, annet enn gjennom diffusjonsprosesser. I slike tilstander vil stressfaktorer lettere kunne påvirke den stedege algevegetasjonen, enn i områder der vannutskiftningen er god.

Algene ved de eksponerte lokalitetene utsettes for høyere bølgeaktivitet enn algene i det indre området, og lokalitetene med lengst strøklengde, lokalitet 6 og 7, er svært bølgeutsatt. I tillegg vil store svell fra Atlanterhavet, upåvirket av lokale vinder, slå innover strendene med en enorm kraft (Lewis, 1964). Algevegetasjonen ved lokalitet 6 og 7 er dominert av *Laminaria*- og *Alaria esculenta*-assosiasjoner nesten helt opp til vannlinjen. Høy eksponering er bra for mange alger, slik det høye artsantallet ved disse lokalitetene viser, men krever også at algene klarer å klamre seg fast til substratet. Som beskrevet i materialer og metoder, var bølgene for høye til at en fullstendig innsamling kunne gjennomføres ved lokalitet 6 på høsten, men de store tarevollene langs strandkanten demonstrerte hvor ofte individer rives løs fra substratet og blir skyldt på land. Slike forhold blir for ekstreme til at fucoideene danner assosiasjoner, og kan forklare hvorfor artsantallet er høyt ved de mest eksponerte lokalitetene, men ikke høyest. Bølgestørrelsen bestemmes ikke bare av strøklengde, men også vindstyrke og vindretning (Lewis, 1964). De dominerende vindretningene på Lista er sørøst og nordvest (Reiersølmoen og Rypestøl, 2007), og kan forklare hvorfor lokalitet 4 er den lokaliteten med høyest artsantall i hele undersøkelsesområdet. Selv om lokaliteten bare er moderat eksponert, kan bølgene slå ganske kraftig inn mot land og sørge for god vannutskiftning. Samtidig er forholdene mindre ekstreme på de mer beskyttede delene av lokaliteten, slik at både *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus*, *F. serratus* og *Saccharina latissima* kan danne velutviklede assosiasjoner her.

Alaria esculenta, *Petalonia fascia*, *Porphyra linearis* og *Scytosiphon lomentaria* er blant algene som kun ble funnet i det ytre området i 1968 og 2019, og dette antagelig som en konsekvens av at eksponeringsgraden er den avgjørende faktoren for disse artenes utbredelse. Det er gjort flere forsøk på å lage en biologisk eksponeringsskala basert på algers økologi ved ulike lokaliteter i Nordsjøen (Dalby et al., 1978; Wright, 1981), og felles for disse er at dersom *P. linearis* og *A. esculenta* dominerer i henholdsvis supralitoral og sublitoral, er lokaliteten ekstremt eller veldig eksponert. Bird (1973) undersøkte økologien til *P. linearis* i Canada, og fant ut at populasjonen trivdes og utviklet seg dersom den vokste på en fuktig film i supralitoral, men ikke hvis den vokste i fjærepytter, helt eller delvis tildekket av vann. For å oppnå optimale forhold, er *P. linearis* derfor avhengig av konstant bølgepåvirkning, og jo høyere bølgene er, jo bredere kan assosiasjonen være. Dette understreker hvorfor *P. linearis* kun er funnet på de mest eksponerte lokalitetene i denne undersøkelsen: Lokalitet 4, 6, 7 og 11.

Algenes vertikale sonering er enda et eksempel på hvordan eksponeringsgraden påvirker algefloraen likt i dag som for 50 år siden: De ytre lokalitetene har, i 2019 som i 1968, fyldigere og bredere assosiasjoner, og de indre lokalitetene har smale assosiasjoner med mye lavere artsantall. Disse profilene er ikke bare like mellom undersøkelsen gjort i 1968 og undersøkelsen gjort i 2019 på Lista, de stemmer også overens med profiler fra hele Skagerrak i perioden 1953-1992 (Oug et al., 1992). Som en generell trend vil supralitoral være bredere på eksponerte steder enn på beskyttede steder, og fucoideene vil innta litoral med minkende eksponeringsgrad. Sublitoral vil være dominert av tare og *Corallina officinalis* på eksponerte steder, og *F. serratus* vil dominere på mer beskyttede steder. I grove trekk virker altså eksponeringsgraden likt inn på algefloraen uavhengig av sted i Skagerrak og årstall, og tidligere er det argumentert for at eksponeringsgrad er den viktigste faktoren for algers utbredelse og mangfold langs kysten

(Dalby et al., 1978). På Lista er bølgeeksponering særlig viktig for å fukte supralitoralen, fordi bidraget fra tidevannet er minimalt, se figur 2.5 og 2.6 i materialer og metoder.

4.1.3 Topografi og substrat

Topografien, og da særlig helningsvinkelen på stranden, er en av flere viktige faktorer for algevegetasjonen i et område (Lewis, 1964). Som beskrevet i materialer og metoder, varierer helningsvinkelen mellom de ulike lokalitetene på Lista, der noen av strendene er langgrunne, mens andre strender består av bratte svaberg. Hvis to lokaliteter har samme eksponeringsgrad, vil den lokaliteten med brattest helningsvinkel ha den bredeste supralitoralen. Bølgene som slår innover strendene mister mer kraft før de når land, dersom helningsvinkelen er slak enn om den er bratt (Lewis, 1964). Området bølgene kan fukte, blir derfor mindre jo slakere helningsvinkelen er. Dette fenomenet er særlig gjeldende der tidevannet ikke spiller så stor rolle, og bølgene er avgjørende for hvor høyt opp supralitoralen kan strekke seg, slik som på Lista. Ser en for eksempel på de to lokalitetene 13 og 14 i det indre området, som begge har lik eksponeringsgrad og ferskvannspåvirkning, vil en se at supralitoralen er bredere ved lokalitet 13 enn ved lokalitet 14, se figur 3.33 i resultatdelen. Som figur 2.10 i materialer og metoder viser, er stranden langgrunn og helningsvinkelen slak ved lokalitet 14, mens den er brattere ved lokalitet 13. Fordi det ytre området har flere lokaliteter med brattere helningsvinkel enn det indre området, kan helningsvinkelen være bidragsytende til at det ytre området har en rikere algeflora i supralitoralen enn i det indre området. Det må likevel nevnes at eksponeringsgrad og hydrografi spiller en mer avgjørende rolle. Rullesteinstranden ved lokalitet 7 er langgrunn, men algefloraen er mye rikere enn algefloraen ved lokalitet 13, der helningsvinkelen er brattere.

Substratet er en annen viktig faktor for algevegetasjonen i et område (Lewis, 1964). Alger foretrekker hovedsakelig harde substrater som stein og svaberg, fremfor mudder- og sandbunn. Dette kan lett observeres ved lokaliteter hovedsakelig preget av sandbunn, som lokalitet 14 og K: Det meste av algevegetasjonen sitter festet til de få steinene som er tilgjengelige ved lokaliteten. Det finnes noen unntak, og *Polysiphonia hemisphaerica*, som foretrekker å ligge løst på mudderbunn, er ett av dem. Dette er også den eneste algen som kun er funnet i det indre området i 2019. Sjøgressartene *Ruppia maritima* og *Zostera marina* danner bare assosiasjoner der det er løs mudderbunn, slik som ved lokalitet 15 og 18 i det indre området, der de erstatter *Fucus serratus*-assosiasjonen. Fordi resten av algevegetasjonen hovedsakelig foretrekker harde substrat, vil det ytre området med sine svaberg og store rullestein, støtte en rikere algevegetasjon enn det indre området.

4.1.4 Biotiske faktorer

Biotiske faktorer bidrar også til å opprettholde algevegetasjonen i et område (Lewis, 1964). De større, flerårige makroalgene er ofte habitatbyggende, og vil fungere som bioingeniører i et økosystem (Cole og McQuaid, 2010). Dersom bioingeniørene er tilstede ved en lokalitet på Lista, vil en rikere algeflora kunne støttes. Eksempelvis er rødalgeepifytten *Spermothamnion repens* bare funnet ved de lokalitetene hvor *Furcellaria lumbricalis* vokser. *Phycodryis rubens* er bare funnet ved lokaliteter med *Laminaria digitata* eller *L. hyperborea*. *Vertebrata lanosa* vokser kun på *Ascophyllum nodosum*, mens *Gaillona seposita* kun er funnet på de lokalitetene med *Mastocarpus stellatus* og/eller *F. lumbricalis*. De fleste av disse artene er bare funnet i det

ytre området, og slik var det også i 1968. At de abiotiske faktorene, som hydrografi, eksponeringsgrad og topografi, støtter en rikere flora av bioingeniører i det ytre området, vil automatisk føre til at flere epifytter og assosierte alger kan vokse der enn i det indre området. Den biotiske faktoren som bioingeniørene utgjør, har altså bidratt til å holde algefloraen rikere i det ytre området enn i det indre, både i 1968 og 2019.

Interspesifikk konkurranse kan også være noe av forklaringen på hvorfor det ytre området har endret seg mindre enn det indre på 50 år (Lewis, 1964). Konkurranse mellom algeartene kan for eksempel forklare hvorfor nedre del av litoralen og sublitoralen ofte domineres av flerårige brunalger, heller enn ettårige, opportunistiske alger. Ved vanlige tilstander vil flerårige, K-selekterte alger være mer konkurransedyktige enn ettårige, r-selekterte alger (Graham et al., 2016). De flerårige algene kan begynne å øke fotosynteseraten sin etter vinteren med en gang, mens ettårige alger først må vokse opp, for deretter å maksimere fotosynteseraten. I begynnelsen av sesongen vil de ettårige algene derfor være underlegne i konkurransen om lys, og dette hindrer dem i å dominere økosystemet på slutten av vekstsesongen. Slik vil tilstanden være så lenge konkurranseforholdet mellom den flerårige og den ettårige arten opprettholdes. Skulle det derimot dukke opp noe som ville øke konkurransedyktigheten til den ene arten, vil dette forholdet kunne forskyves. Fordi det indre området er mer utsatt for flere nye stressfaktorer, som vil bli diskutert nedenfor, er det indre området mer utsatt for forskyvning i konkurranseforholdet mellom arter enn det ytre området. Når konkurranseforholdet ved en lokalitet endres som følge av skiftende forutsetninger, vil også artssammensetningen ved lokaliteten endres.

4.2 Hva har endret seg på 50 år og hvorfor?

Den mest påfallende ulikheten mellom algevegetasjonen på Lista i 1968 og 2019, er den store endringen som har skjedd i det indre området. Og selv om det indre området har gjennomgått flest endringer, er heller ikke det ytre området fritt for endringer. Mye av den observerte endringen skyldes at nye arter har gjort sitt inntog i det indre og det ytre området, slik figur 3.36 i resultatdelen viser. Noen arter er nye for lokaliteten, noen er nye for det indre eller det ytre området, og noen er nye på Lista ifølge de to undersøkelsene gjort med 50 års mellomrom, se tabell 3.1 i resultatdelen. Noen av de nye artene i det ytre området er kjente som fremmede arter i Norge, og disse vil bli diskutert i et eget delkapittel nedenfor.

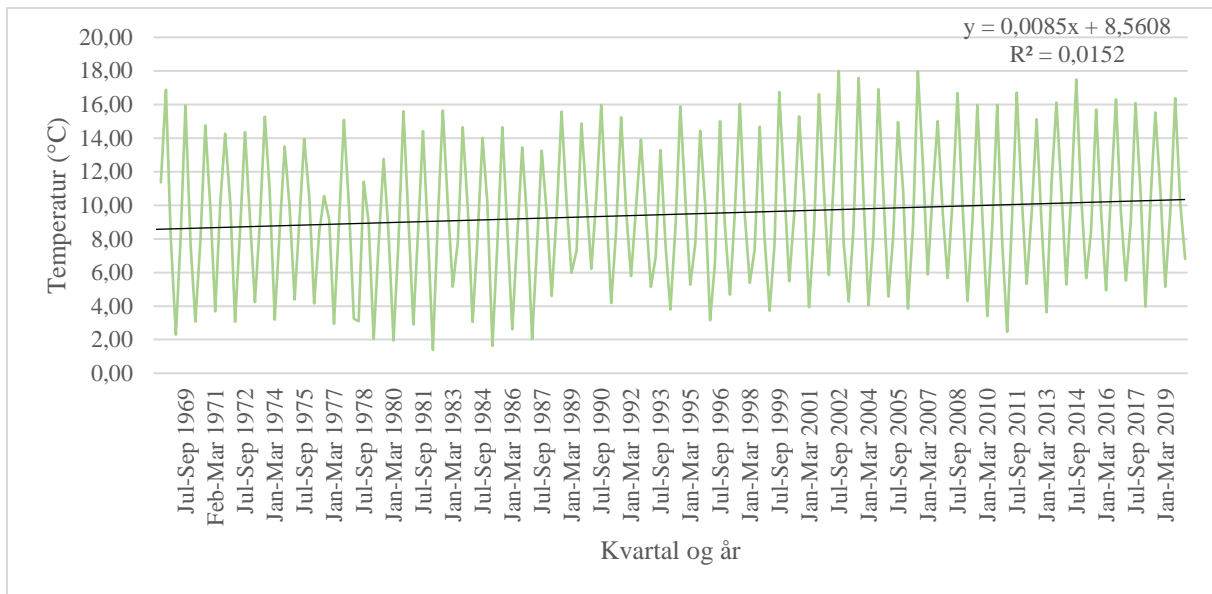
I det indre området ble det ikke funnet noen fremmede arter, slik at de nye artene der ikke er tilstede som følge av at de er introduserte i norske farvann. Det kan være stokastiske hendelser som har ført til en ny algeflora i det indre området, men i denne diskusjonen vil det argumenteres for at disse endringene skyldes stress. Ugunstige faktorer som påvirker vekst, utvikling og produktivitet betegnes som stress (Aarnes, 2011), og nedenfor vil det bli lagt særlig vekt på stressfaktorer som følge av menneskelig påvirkning på det marine miljø: økende sjøtemperatur og eutrofiering. Noen algearter vil ikke kunne tilpasse seg eller akklimatisere til disse stressfaktorene, og vil følgelig forsvinne. Andre arter vil være konkurransedyktige i miljøer med høy grad av eutrofiering, og disse representerer antagelig en stor del av de nye artene observert i det indre området. At oddsen for å finne en sørlig art på Lista har endret seg signifikant fra 1968 til 2019, og at sørlige arter finnes ved flere av de undersøkte lokalitetene i

dag enn for 50 år siden, kan indikere at konkurransedyktigheten til disse artene har økt både i det ytre og i det indre området som følge av økende sjøtemperaturer.

4.2.1 Økende sjøtemperatur

Sjøtemperatur påvirker hvor alger kan leve, vokse og reprodusere (Hoek, 1982; Lüning, 1984). Derfor vil temperaturendringer forventes å kunne endre algevegetasjonen i et område, eller endre den horisontale utbredelsen til enkelte arter (Müller et al., 2009). I Norge kan algene deles inn i ulike utbredelseskategorier, der pansektoriale arter finnes langs hele kystlinjen, mens sørlige arter har sin nordlige utbredelsesgrense langs norskekysten og nordlige arter har sin sørlige utbredelsesgrense langs norskekysten (Husa et al., 2007). Nordlige arter begrenses ofte av høye sommertemperaturer, og vil forsvinne fra Sør-Norge dersom temperaturen blir for høy der. Sørlige arter begrenses av lave sommer- eller vintertemperaturer, og betegnes ofte som «varmekjære». Med økende sjøtemperaturer vil disse artene kunne ekspandere sitt utbredelsesområde nordover, og noen arter vil introduseres til norske farvann for første gang. Alle de fremmede artene funnet i denne undersøkelsen inngår i gruppen av sørlige, varmekjære alger (Husa et al. 2008; Husa et al., 2014).

Økende sjøtemperaturer er et faktum, og i 2017 hadde den gjennomsnittlige temperaturen for alle verdenshavene økt med $1,2 \pm 0,2^\circ\text{C}$ siden preindustriell tid, 1850-1900 (IPCC, 2018). Ifølge data fra Havforskningsinstituttets målestasjon på Lista, har den gjennomsnittlige overflate-temperaturen der økt med $1,77^\circ\text{C}$ siden 1968, se figur 4.1. I sammenligningen mellom algefloraen på Lista i 1968 og 2019, er det flere resultater som peker i retning av at den økende sjøtemperaturen har satt sine spor i algevegetasjonen. Tabell 3.1 i resultatdelen lister blant annet opp arter som kun er funnet i 1968. På denne listen står *Leathesia marina* og *Rhodochorton purpureum*, som begge ble funnet ved flere av de ytre lokalitetene i 1968. Fraværet av disse artene i 2019, kan skyldes at vannet har blitt varmere på 50 år. *L. marina* tåler temperaturer på mellom $-1,5$ og 18°C (Lüning og Freshwater, 1988), og *R. purpureum* tåler ikke temperaturer på over 20°C . De økende sommertemperaturene på Lista, og særlig etter varme somre som i 2018 da overflatetemperaturen i juli ble målt til over 19°C , kan ha ført til dårlige forhold for *L. marina* og *R. purpureum*. Her er det også viktig å poengtere at sommer-temperaturen ved Lista målestasjon, som ligger 3 km sør for Lista fyr ved Borhaug, vil være lavere enn temperaturen i grunnere områder.



Figur 4.1: Gjennomsnittlig sjøtemperaturer målt på 1 m dyp ved Lista målestasjon hvert kvartal i perioden mai 1968 til mars 2020. Det ble foretatt en lineær regresjon av tidsserien, og resultatet av denne vises øverst i høyre hjørne. Perioden omfatter 208 kvartaler, og tilsvarer en temperaturøkning på 1,768°C. Dataene er hentet fra Havforskningsinstituttet (2020).

Algers temperaturisokliner, altså de horisontale, geografiske grensene for hvor algene kan finne seg, bestemmes av deres øvre og nedre temperaturgrense for overlevelse (Hoek, 1982). Kravet for overlevelse er likevel ikke det samme som kravet for trivsel. Tålegrensene til en alge strekker seg langt utenfor den optimale temperaturen for vekst og reproduksjon. At en art befinner seg i et område, betyr ikke nødvendigvis at vekstraten eller reproduksjonsraten er så høy som mulig. Eksempelvis tåler *Saccharina latissima* temperaturer mellom 0 og 20°C (Lüning, 1984), men det er vist at den optimale temperaturen for vekst er 10°C (Fortes og Lüning, 1980). Dette kan være årsaken til at flere arter har minsket utbredelse på Lista i 2019 i forhold til i 1968, eller at de har forsvunnet helt, selv om temperaturisoklinene fremdeles indikerer at artene kan vokse der. De fleste av artene som har forsvunnet helt fra Lista er brunalger, og motsatt er de fleste nye artene rødalger, se tabell 3.1. Vanligvis er rødalger mer varmekjære enn brunalger, og dette er også årsaken til at rødalgeandelen øker jo mer tropiske forholdene blir. I kaldtempererte farvann er forholdet mellom rødalger og brunalger ofte 1:1, mens i tropiske farvann kan forholdet være 5:1 (Lüning, 1990). Det som skjer på Lista nå, kan være et tegn på et nordlig skifte av algesamfunnet: Stedegne arter, ofte brunalger, forflytter seg nordover, og blir erstattet av sørligere arter, der en stor andel er rødalger.

Ifølge Husa et al. (2007) er et nordlig skifte av sørligere arter den mest logiske effekten av økte sjøtemperaturer. I nyere tid er et slikt fenomen blitt observert i Sognefjorden og Hardangerfjorden. I Sognefjorden ble et utvalg stasjoner første gang undersøkt av (Brattenborg, 1997) i 1994-1995, og gjenbesøkt i 2003-2004 av Husa et al. (2008). Stasjonene i Hardangerfjorden ble undersøkt med et enda større tidsmellomrom; første gang i 1955-1960 av Jorde og Klavestad (1963) og andre gang i 2008-2010 av Husa et al. (2014). I begge tilfellene hadde andelen av sørlige arter økt betraktelig med tiden og økte sjøtemperaturer. På Lista kan en observere lignende resultater. Oddsen for å finne en sørlig art i 2019 er ca. 2 ganger oddsen for å finne en sørlig art i 1968, slik resultatene fra Fishers eksakte test viser (tabell 3.2). *Dictyota dichotoma*

var blant de sørlige artene som hadde økt mest i utbredelse siden 1968, i tillegg til at den i 2019 hadde dannet sin egen assosiasjon ved flere av lokalitetene. Lignende funn av den økende utbredelsen til *D. dichotoma* ble også gjort i Sognefjorden (Husa et al., 2008). Fordi resultatene fra undersøkelsene i Hardangerfjorden og Sognefjorden stemmer så bra overens med resultatene i denne undersøkelsen, er det mye som tyder på at den økende sjøtemperaturen er essensiell for det skiftet mot et algesamfunn preget av flere sørlige arter som observeres på Lista nå. Med global oppvarming vil dette skiftet antagelig bli enda tydeligere, og flere sørlige arter vil kunne øke sin geografiske utbredelse, i tillegg til at dagens dørstokkarter kan komme til å etablere seg som fremmede arter i norske farvann.

4.2.2 Fremmede arter

Fremmede arter hører ikke naturlig til i norske farvann. I dette arbeidet defineres arter som fremmede dersom de står på Fremmedartslisten 2018 (Artsdatabanken, 2018). For undersøkelsen gjort i 2019 gjelder dette seks arter: *Bonnemaisonia hamifera*, *Colpomenia peregrina*, *Codium fragile*, *Dasyisiphonia japonica*, *Melanothamnus harveyi* og *Sargassum muticum*, hvorpå de tre førstnevnte også ble funnet i 1968. Av disse er det kun *B. hamifera* som har hatt en signifikant økning i utbredelse på 50 år, slik resultatene fra Fishers eksakte test viser, se tabell 3.3 i resultatdelen. Likevel er tilstedeværelsen av fremmede arter på Lista høyere i dag enn for 50 år siden, *M. harveyi* er funnet ved ni av de ytre lokalitetene, og *D. japonica* og *S. muticum* er funnet ved fire lokaliteter. Risikoen disse artene utgjør for de stedege artene og oppbygningen av algesamfunnene, avgjøres av de fremmede artenes spredningsevne, tilpasningsdyktighet og konkurransevne, og vil bli diskutert nedenfor.

Sargassum muticum er en art som virkelig har etablert seg langs norskekysten, og risikoen for at denne arten skal påvirke naturmangfoldet er klassifisert som svært høy (Husa et al., 2018a). Fra drivende eksemplarer ble funnet ved Skagerrakkysten for første gang i 1984 (Rueness, 1989), er fastvoksende populasjoner i dag å finne fra Østfold til Møre- og Romsdal (Husa et al., 2018a). Norge er ikke enestående når det kommer til utbredelsen av arten, og av denne grunn er det blitt gjort mange studier på spredningsmekanismene til *S. muticum*, og konsekvensene av at denne algen har blitt introdusert i nye økosystemer. En viktig egenskap ved *S. muticum*, er at den kan løsne fra underlaget og la seg drive med havstrømmene til nye områder, der propagulene kan slå seg ned på egnede substrat. Selv om mye av den drivende tangen ender opp med å bli skyldt på land, kan likevel denne mekanismen bidra til å spre propagulene til *S. muticum* lenger vekk fra morplanten enn for andre fucoider (Engelen et al., 2015). *S. muticum* kan bli opptil 8 m lang, og i den fertile perioden vil mesteparten av algen utgjøre propaguler. Selv om *S. muticum* kan bli flere meter høy, er diameteren til hapteret sjelden over 2 cm (Engelen et al., 2015). Sammen vil det store propaguletrykket og evnen til å utnytte de fleste harde substrat, være en viktig årsak til den intense og hissige spredningen av *S. muticum* (Vaz-Pinto et al., 2012).

Ennå har ikke *S. muticum* tatt over noen av de undersøkte lokalitetene på Lista, for algen var aldri dominerende hverken vår eller høst. Likevel skal en være oppmerksom på at med suksessfull spredning og etablering, kan fremmede arter lett utkonkurrere stedege arter, og bli den dominerende arten i området. Dette ble observert i Limfjorden, Danmark (Stæhr et al.,

2000). Der ble *S. muticum* først observert i 1984, og i 1997 dominerte den algefloren i fjorden, og dekket 35 % av all hardbunn i området. På samme tid minket forekomsten av stedegne arter innenfor slektene *Laminaria*, *Fucus* og *Codium*. Lignende resultater er blant annet funnet i USA (Ambrose og Nelson, 1982), Frankrike (Cosson, 1999) og Tyskland (Lang og Buschbaum, 2010). Dette er en naturlig konsekvens av at den rasktvoksende og høyreproduktive *S. muticum* utkonkurrerer de stedegne, mer saktevoksende artene (Steen og Rueness, 2004) i den interspesifikke konkurransen om lys, substrat og næringsstoffer.

Artsdatabanken (2018) klassifiserer også risikoen for at *Bonnemaisonia hamifera*, *Dasysiphonia japonica* og *Codium fragile* skal påvirke naturmangfoldet i Norge som svært høy. Alle tre har høyt invasjonspotensial fordi de kan spre seg ukjønnnet ved fragmentering. Talluset deres er lett og kan flyte over lengre avstander, eller spre seg sekundært med ballastvann og båttrafikk. I tillegg kan de fremmede artene ha stor økologisk effekt på de stedegne artene i et område. *B. hamifera* og *D. japonica* kan særlig påvirke populasjoner av *Saccharina latissima*, fordi deres filamentøse tallus lett binder sedimentet slik at det blir vanskeligere for små sukkertaresporofytter å etablere seg (Husa et al., 2018b). *C. fragile* vokser i øvre del av sublitoralen, den delen som vanligvis okkuperes av *S. latissima* og *F. serratus*. Dersom *C. fragile* tar over deler av denne sonen, vil assosiert flora og fauna også påvirkes, og den økologiske effekten på algesamfunnet være stor (Husa et al., 2018c). Den høye risikoen for at disse tre fremmede artene skal påvirke naturmangfoldet, virker ikke å være fremtredende på Lista basert på resultatene i denne undersøkelsen. Kun små individer av *D. japonica* ble funnet, og *C. fragile* ble bare funnet i spredte forekomster ved to av lokalitetene. Den signifikante spredningen av *B. hamifera* i det ytre området over 50 år, i tillegg til at *B. hamifera* inngår i en egen assosiasjon i 2019, kan derimot synes å svare til høyrisikostatusen Artsdatabanken (2018) har gitt arten.

Colpomenia peregrina og *Melanothamnus harveyi* er klassifisert til å ha en potensielt høy risiko for å påvirke naturmangfoldet i Norge av Artsdatabanken (2018). Dette vil si at artene har høyt invasjonspotensiale, men ingen kjent økologisk effekt på stedegne arter. *C. peregrina* er funnet på to ekstra lokaliteter i 2019, i tillegg til den ene lokaliteten arten også ble funnet ved i 1968. Denne økningen er ikke signifikant, og speiler ikke det invasjonspotensiale *C. peregrina* kan ha. At *C. peregrina* finnes i Europa, er et resultat av akvakultur. Kultivering av stillehavsøsters (*Magallana gigas*) i Frankrike, førte med seg blindpassasjeren *C. peregrina*, som raskt spredde seg til de Britiske øyer (Husa et al., 2018d). *M. harveyi* på sin side, er funnet på ni av ti ytre lokaliteter i 2019, og svarer til det store invasjonspotensiale arten kan ha. Likevel ble den aldri funnet i store mengder på ett sted, og dette samstemmer bra med at den økologiske effekten av arten ikke er så stor.

4.2.3 Eutrofiering

Mye av den observerte endringen ved flere av de indre lokalitetene kan skyldes eutrofiering. I denne undersøkelsen var seks av lokalitetene preget av veldig høy grønnalgeandel (>30 %), mens tre av disse ikke var preget av veldig høye grønnalgeandeler i 1968: lokalitet 14, 15 og 16. Høy grønnalgeandel er ikke nødvendigvis et sikkert tegn på eutrofiering, fordi andelen grønnalger også kan påvirkes av ferskvannstilførsel (Bokn, 1978). Likevel er det grunn til å tro at de observerte endringene heller skyldes forurensning enn lavere salinitet. Røinaas (1968)

foretok også salinitetsmålinger i sine undersøkelser, og ved lokalitet 14, 15 og 16 har ikke saliniteten blitt lavere på 50 år. I tillegg er den økologiske tilstanden i flere av de indre områdene klassifisert som moderat i henhold til Vannforskriften (2007), og årsaken er diffus avrenning fra jordbruk og punktutslipp fra industri (vann-nett.no, 2014, 2018). NIVA driver jevnlig strandsoneundersøkelser i områdene rundt Farsund, og kan rapportere om lignende resultater som i denne undersøkelsen: veldig høye grønnalgeandeler i Kjørrefjordbuktene (Jacobsen og Moy, 1992; Molvær og Jacobsen, 1996) og Framvaren (Øxnevad et al., 2019).

Det er flere funn fra de indre lokalitetene som styrker antagelsen om at forurensning, og følgelig eutrofiering, er mye av årsaken til den observerte endringen i algevegetasjonen over 50 år. Økt hyppighet av opportunistiske arter, høy grad av epifyttisme og redusert artsdiversitet, er noe av det man vanligvis kan forvente å observere i forurensete vannmasser (Fredriksen og Rueness, 1990; Grenager, 1957). Disse forholdene ble i større eller mindre grad observert ved flere av de indre lokalitetene. Opportunistiske arter er alger med stor overflate:volum-ratio, og som kan utnytte økte mengder av nitrogen og fosfor i vannmassene raskere enn andre arter (Fredriksen og Rueness, 1990). De opportunistiske artene vil derfor vinne konkurransen om substrat, og kan fort bli dominerende i et forurenset område. *Ulva*-assosiasjonen observert ved lokalitet 14, er et godt eksempel på dette. Både *U. compressa*, *U. intestinalis* og *U. prolifera* er alger med en opportunistisk livshistoriestrategi (Weinberger et al., 2020), og deres dominerende nærvær kan tyde på næringsberikede vannmasser ved lokalitet 14.

Fordi høy grad av epifyttisme kan ses på som et eutrofitegn, kan tilstanden på flere av de litorale og sublitorale algeassosiasjonene i det indre området tyde på økt næringstilgang. Sammenligner en *F. vesiculosus*-, *A. nodosum*- og *F. serratus*-assosiasjonene i det indre området med de tilsvarende assosiasjonene i det ytre området, vil det være tydelig at mengden av assosierte epifytter er mye høyere i det indre området enn i det ytre, se figur 3.22, 3.23 og 3.25. Epifyttene består stort sett av fint forgrenede arter som *Ceramium tenuicorne*, *Ectocarpus siliculosus*, *Vertebrata fucoides* og cyanobakterier, som alle tidligere er beskrevet som forurensnings-tolerante (Grenager, 1957; Kroglund, 2008; Rinne et al., 2011; Weinberger et al., 2020).

Resultatene presentert ovenfor peker i retning av at det indre området er preget av eutrofiering. Funnene fra de fleste av de indre lokalitetene avviker likevel fra det faktum at næringsberikede vannmasser ofte fører til redusert artsdiversitet. Av alle de undersøkte lokalitetene, er det kun ved lokalitet 15 at det ble registrert færre arter i 2019 enn i 1968. Årsaken til dette er uvisst, men den kan henge sammen med at nye arter ofte står for den største delen av de observerte endringene i algefloraen over 50 år. Arter sårbare for forurensning kan ha forsvunnet, selv om det totale artsantallet ved en lokalitet har gått opp. Her er det hensiktsmessig å gå inn på hvordan tilstedeværelsen av enkeltarter har endret seg, for å kunne følge konsekvensene av forurensning best mulig (Kroglund, 2008). Flere arbeider har bestrebet seg på dette (Grenager, 1957; Åsen, 1988), og noen resultater samstemmer med de i denne undersøkelsen. Åsen (1988) gjenbesøkte flere lokaliteter i Agder han hadde undersøkt 10 år tidligere, og lagde basert på disse undersøkelsene en liste over arter som hadde forsvunnet helt fra området – trolig en konsekvens av økt forurensning i Skagerrak. På denne listen står blant annet *Cladostephus spongiosus* og *Dictyosiphon* sp., to taksa som begge ble funnet i både det ytre og det indre området på Lista i

1968, men som i 2019 var borte fra det indre området. Grenager (1957) undersøkte lokaliteter i Indre Oslofjord med ulik forurensningsgrad, og fant ut at *Chondrus crispus* tålte forurensning dårlig. Dette kan forklare algens fravær i det indre området i 2019, selv om den ble funnet ved flere av de indre lokalitetene i 1968.

4.3 Feilkilder

Et gjennomgående resultat i funnene fra Lista, er at artsrikdommen har økt ved alle lokalitetene på 50 år (unntatt ved lokalitet 15), selv om Røinaas (1968) totalt sett fant flere arter enn det er funnet i 2019. Som beskrevet ovenfor, skyldes antagelig en stor andel av denne endringen den økende sjøtemperaturen, samt introduksjonen og spredningen av fremmede arter. Likevel kan en også argumentere for at den observerte endringen er for stor i forhold til den faktiske endringen på 50 år, fordi innsamlingsmetodene i 1968 og 2019 avviker noe fra hverandre. I 1968 ble artene ved de ulike lokalitetene samlet inn ved hjelp av hagerive, skjellrive og plukk fra land, mens i 2019 ble algematerialet hovedsakelig samlet inn ved hjelp av snorklemetoden og plukk fra land, i tillegg til at en kasterive ble benyttet ved noen av lokalitetene. Snorklemetoden brukt i 2019 er på mange måter mer presis enn metoden benyttet i 1968, fordi en kan se og plukke algene under vann, mens ved rivemetoden er en begrenset til det riven får med seg. Følgelig er det ikke sikkert at en art som kun ble funnet ved en lokalitet i 2019, ikke vokste der i 1968. Fraværet av algen den gang kan like gjerne skyldes at hage- eller skjellriven ikke fikk den med seg.

Når en artsidentifisering gjennomføres ved hjelp av morfologiske undersøkelser, er det alltid en viss fare for at feilidentifiseringer kan forekomme. I dette arbeidet er de to undersøkelsene med 50 års mellomrom foretatt av to forskjellige personer, Røinaas og meg, og dette øker sjansen for at noen av artene har blitt feilidentifisert. Dette er særlig gjeldende i vanskelige rødalgeslekter som *Phymatolithon* og *Lithothamnion*. Feilidentifiseringer kan gi et noe forskjøvet bilde over hvordan algefloreaen innenfor disse gruppene har endret seg på 50 år, og dette må tas i betraktning når en sammenligner resultatene fra 2019 med resultatene fra 1968.

Algeundersøkelsen i 2019 er gjennomført over to perioder, vår og høst, for å fange opp intraårlege svingninger. En mulig feilkilde i sammenligningen mellom Røinaas' undersøkelse og denne, er likevel at det ikke er tatt hensyn til interårlege svingninger i 2019. Røinaas (1968) gjorde sine innsamlinger både i 1965, 1966 og 1967, mens denne undersøkelsen kun ble gjennomført i 2019. En kan derfor argumentere for at funnene fra 2019 strengt tatt bare kan ses på som et øyeblikksbilde av algevegetasjonen på Lista våren og høsten 2019. Likevel tyder lignende undersøkelser gjort i senere tid på at resultatene fra Lista er en del av en større trend, som har blitt observert flere steder på sør- og vestkysten (Husa et al., 2009; Husa et al., 2014; Øxnevad et al., 2019). Følgelig kan resultatene fra Lista 2019 ses på som representative for nyere tid, og sammenligningen mellom undersøkelsen fra 1968 og denne kan antas å gi et riktig bilde på de endringene som har skjedd i algevegetasjonen på 50 år.

5 Konklusjon

Sammenligningen av resultatene fra algeundersøkelsen i 1968 og 2019 viser at det har skjedd endringer i den bentiske makroalgevegetasjonen på Lista i løpet av 50 år. Selv om denne endringen er tydeligere ved noen av lokalitetene, og mindre tydelig ved andre lokaliteter, er det likevel ingen av lokalitetene som ikke har gjennomgått noen form for endring. I nesten hele det undersøkte området skyldes endringen i hovedsak at nye arter har blitt registrert ved lokaliteten, selv om arter som har forsvunnet fra lokaliteten ikke er ubetydelig for den observerte endringen. Derfor kan hypotesen presentert i introduksjonen, om at den bentiske makroalgevegetasjonen på Lista ikke har endret seg på 50 år, forkastes. Det generelle inntrykket av at det ytre området støtter en rikere algevegetasjon enn det indre området på Lista, er fremdeles uendret. I diskusjonen argumenteres det for at faktorene som støtter en rik algevegetasjon i det ytre området; høy salinitet, kaldere vann, høy bølgeeksponering, hardt substrat, mange bioingeniører og stabil konkurransedyktighet, er de samme som har ført til at det ytre området har endret seg mindre enn det indre.

Etter en sammenligning av utbredelsen til sørlige arter i 1968 og 2019, er det tydelig at sørlige arter er mer utbredt på Lista i dag enn for 50 år siden. Utbredelsen av sørlige arter har økt signifikant både i det ytre og i det indre området. Når en sammenligner utbredelsen av fremmede arter på Lista, er situasjonen en litt annen, fordi de fremmede artene bare har økt utbredelsen i det ytre området. Dette skyldes nok at de fremmede artene ikke trives i det indre området, eller at de ikke har spredd seg dit ennå, da det indre området nærmest var fritt for fremmede arter både i 1968 og 2019. Den eksponerte sør- og vestsiden av Lista ligger tross alt veldig tilgjengelig til for dørstokkarter som har krysset Atlanteren, eller som kommer fra sørligere strøk i Europa. Hypotesen om at utbredelsen av sørlige arter og fremmede arter ikke har endret utbredelsen sin på Lista i løpet av 50 år, kan derfor forkastes basert på resultatene fra denne algeundersøkelsen. I diskusjonen over er det argumentert for at hovedårsaken til den økte utbredelsen av sørlige og varmekjære arter på Lista skyldes stadig økende sjøtemperaturer, og at tilskuddet av nye fremmede arter på Lista også skyldes annen menneskelig aktivitet, som bruk av ballastvann, økt båttrafikk og akvakultur.

Eutrofieringstilstanden er ulik i det ytre og i det indre området. Der det ytre området er fritt for eutrofiering, er det flere tegn som tyder på at det indre området er preget av eutrofiering: høye grønnalgeandeler, dominerende *Ulva*-assosiasjoner, overvekt av forgrenede, opportunistiske alger og høy grad av epifyttisme. Derfor kan hypotesen om at lokalitetene på Lista ikke er preget av eutrofiering, beholdes i det ytre området, men forkastes i det indre området. I diskusjonen argumenteres det for at det indre området er mer sårbart for forurensninger og økte mengder næringsalter i vannmassene, fordi vannutskiftningen er dårligere der enn i det ytre området. Der endringen i algevegetasjonen i det ytre området hovedsakelig skyldes økt utbredelse av sørlige og fremmede arter, er mye av endringen i det indre området også forårsaket av eutrofiering.

Flere av funnene gjort i undersøkelsen av den bentiske makroalgevegetasjonen på Lista i 2019 kan minne om resultater fra fykologiske undersøkelser gjort andre steder i Norge (Fredriksen og Rueness, 1990; Husa et al., 2008; Husa et al., 2014; Åsen, 1988). Både den økte utbredelsen

av fremmede og sørlige arter som følge av økende sjøtemperatur, og eutrofieringspåvirkede algesamfunn, kan derfor ses på som en generell trend i norsk algeflora, og ikke som et unikt tilfelle for Lista. Fordi denne trenden i algevegetasjonen kan skape kaskadeeffekter lenger opp i næringskjeden, og påvirke hele kystøkosystemer, foreslår jeg at en jevnlig overvåkning av algevegetasjonen på Lista fortsetter. Det er viktig å forske på hva som skjer i havet, selv om det skulle vise seg at noen kystøkosystemer ikke gjennomgår forandringer. I de kystøkosystemene som har gjennomgått forandringer, bør tiltak som bremser de observerte endringene iverksettes. Det kan være vanskelig, for ikke å si umulig, å bremse den økende sjøtemperaturen og det nordlige skiftet av sørlige arter som er blitt observert på Lista, men eutrofieringstilstanden kan vi gjøre noe med. Ifølge Vannforskriften (2007), er målet at alle vannmasser i Norge skal ha en god økologisk tilstand, og det vil si at de skal være minimalt påvirket av menneskelig aktivitet. Med økt oppmerksomhet bør dette være mulig å oppnå på Lista, da det ikke virker som om noen av de undersøkte lokalitetene har gjennomgått irreversible regimeskifter ennå.

6 Referanser

- Aarnes, H. (2011). Stress. I *Botanisk- og plantefysiologisk leksikon*. Hentet fra <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/s/stress.html>
- Ambrose, R., & Nelson, B.V. (1982). Inhibition of giant kelp recruitment by an introduced brown alga. *Botanica Marina*, 25(6), 265-268.
- Araújo, R., Assis, J., Aguillar, R., Airoidi, L., Bárbara, I., Bartsch, I., Bekkby, T., Christie, H., Davoult & D., Derrien-Courtel, S. (2016). Status, trends and drivers of kelp forests in Europe: an expert assessment. *Biodiversity and Conservation*, 25(7), 1319-1348. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1141-7>
- Artsdatabanken. (2018). *Fremmedartslista 2018*. Hentet fra <https://www.artsdatabanken.no/fremmedartslista2018>
- Arwidsson, T. (1936). Meeressalgan aus Vestagder und Rogaland. *Nytt Magasin for Naturvidenskapene*, Bind 76, 85-149.
- Austin, A. (1960). Observations on *Furcellaria fastigiata* (L.) Lam. forma *aegagropila* Reinke in Danish waters together with a note on other unattached algal forms. *Hydrobiologia*, 14(3-4), 255-277.
- Behrenfeld, M.J., O'Malley, R.T., Siegel, D.A., McClain, C.R., Sarmiento, J.L., Feldman, G.C., Milligan, A.J., Falkowski, P.G., Letelier, R.M. & Boss, E.S. (2006). Climate-driven trends in contemporary ocean productivity. *Nature*, 444(7120), 752-755. <https://doi.org/10.1038/nature05317>
- Bekkby, T., Smit, C., Gundersen, H., Rinde, E., Steen, H., Tveiten, L., Gitmark, J.K., Fredriksen, S., Albretsen, J. & Christie, H. (2019). The abundance of kelp is modified by the combined impact of depth, waves and currents. *Frontiers in Marine Science*, 6(475). <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00475>
- Bennett, E.M., Carpenter, S.R., & Caraco, N.F. (2001). Human impact on erodable phosphorus and eutrophication: a global perspective: increasing accumulation of phosphorus in soil threatens rivers, lakes, and coastal oceans with eutrophication. *BioScience*, 51(3), 227-234. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0227:HIOEPA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0227:HIOEPA]2.0.CO;2)
- Bird, C. (1973). Aspects of the life history and ecology of *Porphyra linearis* (Bangiales, Rhodophyceae) in nature. *Canadian Journal of Botany*, 51(12), 2371-2379. <https://doi.org/10.1139/b73-304>
- Bird, C., Saunders, G., & McLachlan, J. (1991). Biology of *Furcellaria lumbricalis* (Hudson) Lamouroux (Rhodophyta: Gigartinales), a commercial carrageenophyte. *Journal of applied phycology*, 3(1), 61. <https://doi.org/10.1007/BF00003920>
- Bjærke, M.R., & Fredriksen, S. (2003). Epiphytic macroalgae on the introduced brown seaweed *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Phaeophyceae) in Norway. *Sarsia*, 88(5), 353-364. <https://doi.org/10.1080/00364820310002920>
- Bokn, T. (1978). Klasser av fastsittende alger brukt som indikatorer på eutrofiering i estuarine og marine vannmasser. *NIVA årbok*, 1978, 53-59.
- Brattegaard, T., & Holthe, T. (editors) (1997). *Distribution of marine, benthic macro-organisms in Norway*. Research Report for DN 1997-1. Directorate for Nature Management.
- Brattenborg, N. (1997). *Den marine benthosalgevegetasjonen i sublittoralen på middels eksponerte lokaliteter i Sogn og Fjordane* (Candidatus scientiarum). Universitetet i Bergen, Bergen.
- Bray, J.R., & Curtis, J.T. (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological monographs*, 27(4), 325-349. <https://doi.org/10.2307/1942268>
- Breeman, A.M. (1990). Expected effects of changing seawater temperatures on the geographic distribution of seaweed species. I J. J. Beukema, W. J. Wolff, J.J.W.M Brouns (Red.), *Expected Effects of Climatic Change on Marine Coastal Ecosystems. Developments in Hydrobiology* (vol. 57, s. 69-76) Nederland: Springer, Dordrecht.
- Breivik, K. (1958). Observations on the macroscopic algal vegetation in the fjords near Stavanger, Norway. *Nytt Magasin for Botanikk*, 6, 19-37.
- Brodie, J., Maggs, C.A., John, D.M., & Blomster, J. (2007). *Green seaweeds of Britain and Ireland*. London: British Phycological Society.

- Børgesen, F. (1905). *The Algae-vegetation of the Faeröese Coasts: With Remarks on the Phytogeography*. København: HH Thiele.
- Carpenter, R.C. (1990). Competition among marine macroalgae: a physiological perspective. *Journal of Phycology*, 26(1), 6-12. <https://doi.org/10.1111/j.0022-3646.1990.00006.x>
- Clarke, K.R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18(1), 117-143. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>
- Clayden, S.L., & Saunders, G.W. (2014). A study of two *Acrochaetium* complexes in Canada with distinction of *Rhododrewia* gen. nov.(Acrochaetiales, Rhodophyta). *Phycologia*, 53(3), 221-232. <https://doi.org/10.2216/13-224.1>
- Cole, V., & McQuaid, C. (2010). Bioengineers and their associated fauna respond differently to the effects of biogeography and upwelling. *Ecology*, 91(12), 3549-3562. <https://doi.org/10.1890/09-2152.1>
- Conway, E. (1964). Autecological studies of the genus *Porphyra*: I. The species found in Britain. *British Phycological Bulletin*, 2(5), 342-348.
- Coppejans, E. (1998). *Flora van de Noord-Franse en Belgische zeevieren*. Brussel: Nationale Plantentuin van België.
- Cosson, J. (1999). Sur la disparition progressive de *Laminaria digitata* sur les côtes du Calvados (France). *Cryptogamie algologie*, 20(1), 35-42. [https://doi.org/10.1016/S0181-1568\(99\)80005-1](https://doi.org/10.1016/S0181-1568(99)80005-1)
- Coutinho, R., & Seeliger, U. (1984). The horizontal distribution of the benthic algal flora in the Patos Lagoon estuary, Brazil, in relation to salinity, substratum and wave exposure. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 80(3), 247-257. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(84\)90153-9](https://doi.org/10.1016/0022-0981(84)90153-9)
- Dalby, D.H., Cowell, E.B., Syrratt, W.J., & Crothers, J.H. (1978). An exposure scale for marine shores in western Norway. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 58(4), 975-996. <https://doi.org/10.1017/S0025315400056903>
- Den Hartog, C. (1955). A classification system for the epilithic algal communities of the Netherlands' coast. *Acta botanica neerlandica*, 4(1), 126-135.
- Dixon, P.S., & Irvine, L.M. (1977). *Seaweeds of the British Isles: Rhodophyta, pt. 1. Introduction, Nemaliales, Gigartinales*. London: British Museum (Natural History).
- Engelen, A.H., Serebryakova, A., Ang, P., Britton-Simmons, K., Mineur, F., Pedersen, M.F., Arenas, F., Fernández, C., Steen, H., Pavia, H., Toth, G., Viard, F. & Santos, R. (2015). Circumglobal invasion by the brown seaweed *Sargassum muticum*. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 53, 81-126.
- Filbee-Dexter, K., & Wernberg, T. (2018). Rise of turfs: A new battlefront for globally declining kelp forests. *BioScience*, 68(2), 64-76. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix147>
- Filion-Myklebust, C. (1981). Epidermis shedding in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis and its ecological significance. *Mar. Biol. Lett.*, 2, 45-51.
- Finansdepartementet. (2020). *Statsbudsjettet 2020 Marin forskning*. Hentet 8. mai 2020 fra <https://www.statsbudsjettet.no/Statsbudsjettet-2020/Statsbudsjettet-fra-A-til-A/Marin-forskning/>
- Fortes, M., & Lüning, K. (1980). Growth rates of North Sea macroalgae in relation to temperature, irradiance and photoperiod. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 34(1), 15-29. <https://doi.org/10.1007/BF01983538>
- Fredriksen, S. (2003). Food web studies in a Norwegian kelp forest based on stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) analysis. *Marine ecology progress series*, 260, 71-81.
- Fredriksen, S. (2011). *Vurdering av eutrofieringssituasjonen i kystområder, med særlig fokus på Hardangerfjorden og Boknafjorden*. Rapport fra ekspertgruppe oppnevnt av Fiskeri- og kystdepartementet i samråd med Miljøverndepartementet. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fkd/vedlegg/rapporter/2011/eutrofirapporten.pdf>
- Fredriksen, S., & Rueness, J. (1990). *Eutrofisisituasjonen i Ytre Oslofjord 1989. Delprosjekt 4.1: Benthosalger i Ytre Oslofjord* (NIVA-rapport 397/90). Oslo: Norsk institutt for vannforskning.
- Fylkesmannen. (2017). *Kunnskapsstatus Lista*. Hentet fra

- <https://www.fylkesmannen.no/link/2f9ee0e386a24f1d95a615453ee6927c.pdf>
- Gotceitas, V., Fraser, S., & Brown, J.A. (1995). Habitat use by juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the presence of an actively foraging and non-foraging predator. *Marine Biology*, 123(3), 421-430. <https://doi.org/10.1007/BF00349220>
- Graham, L., Graham, J., Wilcox, L., & Cook, M. (2016). *Algae* (3. utg.): LJLM Press.
- Grenager, B. (1957). Algological observations from the polluted area of the Oslofjord. *Nytt Mag. Bot*, 5, 41-60.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2020. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>; søk foretatt 22. mai 2020.
- Harley, C.D., Randall Hughes, A., Hultgren, K.M., Miner, B.G., Sorte, C.J., Thornber, C.S., Rodriguez, L.F., Tomanek, L., Williams, S.L. (2006). The impacts of climate change in coastal marine systems. *Ecology Letters*, 9(2), 228-241. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00871.x>
- Havforskningsinstituttet. (2020). Lista målestasjon. Hentet 30. mars 2020 fra <http://www.imr.no/forskning/forskningsdata/stasjoner/view?station=>
- Hoek, C. v.d. (1982). The distribution of benthic marine algae in relation to the temperature regulation of their life histories. *Biological journal of the Linnean Society*, 18(2), 81-144. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1982.tb02035.x>
- Howarth, R.W. (2008). Coastal nitrogen pollution: a review of sources and trends globally and regionally. *Harmful Algae*, 8(1), 14-20. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2008.08.015>
- Husa, V., Fredriksen, S., & Sjøtun, K. (2018a, 25. mai). *Sargassum muticum*, vurdering av økologisk risiko. Fremmedartslista 2018. Artsdatabanken. Hentet 7. oktober 2020 fra <https://artsdatabanken.no/Fab2018/N/701>
- Husa, V., Fredriksen, S., & Sjøtun, K. (2018b, 5.juni). *Dasyisiphonia japonica*, vurdering av økologisk risiko. Fremmedartslista 2018. Artsdatabanken. Hentet 16. april 2020 fra <https://artsdatabanken.no/Fab2018/N/3308>
- Husa, V., Fredriksen, S., & Sjøtun, K. (2018c, 5.juni). *Codium fragile*, vurdering av økologisk risiko. Fremmedartslista 2018. Artsdatabanken. Hentet 16. april 2020 fra <https://artsdatabanken.no/Fab2018/N/738>
- Husa, V., Fredriksen, S., & Sjøtun, K. (2018d, 30. mai). *Colpomenia peregrina*, vurdering av økologisk risiko. Fremmedartslista 2018. Artsdatabanken. Hentet 16. april 2020 fra <https://artsdatabanken.no/fremmedarter/2018/N/1>
- Husa, V., Sjøtun, K., Brattenborg, N., & Eiliv Lein, T. (2008). Changes of macroalgal biodiversity in sublittoral sites in southwest Norway: impact of an introduced species or higher temperature? *Marine Biology Research*, 4(6), 414-428. <https://doi.org/10.1080/17451000802232874>
- Husa, V., Steen, H., & Sjøtun, K. (2014). Historical changes in macroalgal communities in Hardangerfjord (Norway). *Marine Biology Research*, 10(3), 226-240. <https://doi.org/10.1080/17451000.2013.810751>
- Husa, V., Steen, H., & Åsen, P.A. (2007). Hvordan vil makroalgemangfoldet langs norskekysten påvirkes av økt sjøtemperatur? *Kyst og havbruk*, 23-27. Hentet fra https://www.academia.edu/1174669/Hvordan_vil_makroalgemangfoldet_langs_norskekysten_p%C3%A5virkes_av_%C3%B8kt_sj%C3%B8temperatur
- IPCC (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (Red.)]. In Press. Hentet fra <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- Irvine, L.M. (1983). *Seaweeds of the British Isles: Rhodophyta. Part 2A, Cryptonemiales (sensu Stricto), Palmariales, Rhodymeniales*: British Museum (Natural History).
- Jacobsen, T., & Moy, F. (1992). *Strandsoneundersøkelse i fjordområdet ved Farsund* (NIVA-rapport;2741). Farsund: Norsk institutt for vannforskning.
- Jensen, I., Eriksen, T., & Skålin, R. (2019). Lista fyr Historikk. Hentet fra <https://www.yr.no/nb/historikk/graf/1-224/Norge/Agder/Farsund/Lista%20fyr?q=siste-13-m%C3%A5neder>

- Jorde, I., & Klavestad, N. (1963). The natural history of the Hardangerfjord: 4. The benthonic algal vegetation. *Sarsia*, 9(1), 1-99. <https://doi.org/10.1080/00364827.1963.10410270>
- Kartverket. (2019a). *Tidevannstabeller Tide Tables for den norske kyst med Svalbard samt Dover, England* (82.årgang). Stavanger: Kartverket. Hentet fra <https://www.kartverket.no/globalassets/nautiske-publikasjoner/tidevannstabeller-norske-kyst-svalbard-2019.pdf>
- Kartverket. (2019b, 5. april). Vannstands- og tidevannsinformasjon Farsund (Agder). Hentet fra <https://www.kartverket.no/sehavniva/sehavniva-lokasjonside/?cityid=648&city=Farsund#tab1>
- Kartverket. (2019c, 20. september). Vannstands- og tidevannsinformasjon Farsund (Agder). Hentet fra <https://www.kartverket.no/sehavniva/sehavniva-lokasjonside/?cityid=648&city=Farsund#tab1>
- Kim, K.Y., & Garbary, D.J. (2006). Fluorescence responses of photosynthesis to extremes of hyposalinity, freezing and desiccation in the intertidal crust *Hildenbrandia rubra* (Hildenbrandiales, Rhodophyta). *Phycologia*, 45(6), 680-686. <https://doi.org/10.2216/05-43.1>
- Kjellman, F.R. (1878). *Über Algenregionen und Algenformationen im östlichen Skager Rack: nebst einigen Bemerkungen über das Verhältniss der Bohuslän'schen Meeresalgenvegetation zu der norwegischen: mit einer Karte*. Stockholm: PA Norstedt & Söner.
- Koch, W. (1950). Entwicklungsgeschichtliche und physiologische Untersuchungen an Laboratoriumskulturen der Rotalge *Trilliella intricata* Batters. *Archives of Microbiology*, 14(4), 635-660. <https://doi.org/10.1007/BF00509258>
- Kolstad, S. (1973). *Vurdering av fjordresipienter i Farsund kommune* (NIVA-rapport;0531). Farsund: Norsk institutt for vannforskning.
- Krause-Jensen, D., & Duarte, C.M. (2016). Substantial role of macroalgae in marine carbon sequestration. *Nature Geoscience*, 9(10), 737-742. <https://doi.org/10.1038/ngeo2790>
- Kroglund, T. (2008). *Overvåking av sjøområdet utenfor Elkem Aluminium, Lista. PAH i strandsnegl og strandsonundersøkelser, 2004-2007* (NIVA-rapport;5653). Grimstad: Norsk institutt for vannforskning.
- Lang, A.C., & Buschbaum, C. (2010). Facilitative effects of introduced Pacific oysters on native macroalgae are limited by a secondary invader, the seaweed *Sargassum muticum*. *Journal of sea research*, 63(2), 119-128. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2009.11.002>
- Lewis, J. R. (1964). *The ecology of rocky shores*. London: English Universities Press.
- Lüning, K. (1984). Temperature tolerance and biogeography of seaweeds: the marine algal flora of Helgoland (North Sea) as an example. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 38(2), 305-317. <https://doi.org/10.1007/BF01997486>
- Lüning, K. (1990). *Seaweeds: their environment, biogeography, and ecophysiology*. New York: John Wiley & Sons.
- Lüning, K., & Freshwater, W. (1988). Temperature tolerance of Northeast Pacific Marine Algae. *Journal of Phycology*, 24(3), 310-315. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.1988.tb04471.x>
- Maggs, C., & Hommersand, M. (1993). *Seaweeds of the British Isles Volume 1 Rhodophyta Part 3A Ceramiales*. London: British Museum (Natural History).
- Magnus, P. (1873). Über die botanischen Ergebnisse der Expedition der Pommerania vom 16. Juni bis 2. August 1871. *Jahresbericht der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel für die Jahre 181*. I Jahrgang, 65-83.
- Malm, T., Kautsky, L., & Engkvist, R. (2001). Reproduction, recruitment and geographical distribution of *Fucus serratus* L. in the Baltic Sea. *Botanica Marina*, 44(2), 101-108. <https://doi.org/10.1515/BOT.2001.014>
- Molvær, J. (1998). *Lyngdalsfjorden. Vurdering av oksygenforholdene*. (NIVA-rapport;3811). Oslo: Norsk institutt for vannforskning.
- Molvær, J., & Jacobsen, T. (1996). *Farsund 1995. Undersøkelser av flora og fauna i strandsonen ved Østhasselneset og i Byfjorden.(Farsund 1995. Studies of littoral and fauna at Osthasselneset and the Byfjord)* (NIVA-rapport;3500). Oslo: Norsk institutt for vannforskning.
- Moy, F. (2004). *Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Årsrapport for 2003 (TA-2025)*. Oslo: Norsk institutt for vannforskning.
- Moy, F., & Christie, H. (2012). Large-scale shift from sugar kelp (*Saccharina latissima*) to ephemeral algae along the south and west coast of Norway. *Marine Biology Research*, 8(4), 309-321. <https://doi.org/10.1080/17451000.2011.637561>

- Müller, R., Laepple, T., Bartsch, I., & Wiencke, C. (2009). Impact of oceanic warming on the distribution of seaweeds in polar and cold-temperate waters. *Botanica Marina*, 52(6), 617-638. <https://doi.org/10.1515/BOT.2009.080>
- Nicastro, K.R., Zardi, G.I., Teixeira, S., Neiva, J., Serrão, E.A., & Pearson, G.A. (2013). Shift happens: trailing edge contraction associated with recent warming trends threatens a distinct genetic lineage in the marine macroalga *Fucus vesiculosus*. *BMC biology*, 11(1), 6. <https://doi.org/10.1186/1741-7007-11-6>
- Nielsen, R., & Lundsteen, S. (2019a). *Danmarks Havalger Bind 1 Rødalger (Rhodophyta)* (Scientia Danica. Series B, Biologica 7). København: Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab.
- Nielsen, R., & Lundsteen, S. (2019b). *Danmarks Havalger Bind 2 Brunalger (Phaeophyceae) og Grønalger (Chlorophyta)* (Scientia Danica. Series B, Biologica 8). København: Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab.
- Oug, E., Jacobsen, T., & Åsen, P. (1992). *Strandsonen i Skagerrak. Organismer i fjæra og vurderinger av sårbarhet på organismeresamfunn ved oljeforurensning* (NIVA-rapport;2829). Grimstad: Norsk institutt for vannforskning.
- Page, H.M., Dugan, J.E., Culver, C.S., & Hoesterey, J.C. (2006). Exotic invertebrate species on offshore oil platforms. *Marine ecology progress series*, 325, 101-107.
- Pedersen, P.M. (2011). *Grønlands havalger*. Forlaget Epsilon.
- Printz, H. (1942). *Algenphysiologische Untersuchungen: Über Wundreiz bei den Meeresalgen. Über die Bedeutung der Wasserbewegung für den Gaswechsel der Meeresalgen. I. II: I kommisjon hos J. Dybwad*.
- Reiersølmoen, T.A., & Rypestøl, O.-M. (2007). *Ressurskartlegging av vindkraftlokasjoner*. Trondheim: NTNU.
- Rietema, H. (1995). Ecoclinal variation in *Rhodomela confervoides* along a salinity gradient in the North Sea and Baltic Sea. *Botanica Marina*, 38(1-6), 475-480. <https://doi.org/10.1515/botm.1995.38.1-6.475>
- Rinne, H., Salovius-Laurén, S., & Mattila, J. (2011). The occurrence and depth penetration of macroalgae along environmental gradients in the northern Baltic Sea. *Estuarine, coastal and shelf science*, 94(2), 182-191. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2011.06.010>
- Rodríguez, G., & Suárez, H. (2001). Anthropogenic dispersal of decapod crustaceans in aquatic environments. *Interciencia*, 26(7), 282-288.
- Rueness, J. (1966). *Algevegetasjonen i Høvåg, Aust-Agder* (Hovedfagsoppgave). Universitetet i Oslo, Oslo.
- Rueness, J. (1971). *Polysiphonia hemisphaerica* Aresch. in Scandinavia. Hentet fra https://www.researchgate.net/profile/Jan_Rueness/publication/262971980_Rueness_J_1971_Polysiphonia_hemisphaerica_Aresch_in_Scandinavia_-_Norwegian_Journal_of_Botany_18_65-74/links/54f70b6d0cf210398e90d3c4/Rueness-J-1971-Polysiphonia-hemisphaerica-Aresch-in-Scandinavia-Norwegian-Journal-of-Botany-18-65-74.pdf
- Rueness, J. (1977). *Norsk algeflora*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Rueness, J. (1989). *Sargassum muticum* and other introduced Japanese macroalgae: biological pollution of European coasts. *Marine Pollution Bulletin*, 20(4), 173-176. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(89\)90488-8](https://doi.org/10.1016/0025-326X(89)90488-8)
- Russell, G. (1963). A study in populations of *Pylaiella littoralis*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 43(2), 469-483. <https://doi.org/10.1017/S002531540000045X>
- Røinaas, G. (1968). *En undersøkelse av algevegetasjonen på Lista* (Hovedfagsoppgave). Universitetet i Oslo, Oslo.
- Sjøtun, K., Husa, V., Asplin, L., & Sandvik, A.D. (2015). Climatic and environmental factors influencing occurrence and distribution of macroalgae a fjord gradient revisited. *Marine ecology progress series*, 532, 73-88. <https://doi.org/10.3354/meps11341>
- Steen, H., & Rueness, J. (2004). Comparison of survival and growth in germlings of six furoid species (Fucales, Phaeophyceae) at two different temperature and nutrient levels. *Sarsia*, 89(3), 175-183. <https://doi.org/10.1080/00364820410005818>

- Strøm, K.M. (1936). *Land-locked Waters: Hydrography and Bottom Deposits in Badly-ventilated Norwegian Fjords, with Remarks Upon Sedimentation Under Anaërobic Conditions*. Oslo: I kommisjon hos Jacob Dybwad.
- 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*. Oslo: I kommisjon hos Jacob Dybwad.
- Sundene, O. (1962). The implications of transplant and culture experiments on the growth and distribution of *Alaria esculenta*. *Nytt Mag. Bot*, 9, 155-174.
- Sætre, R., & Ljøen, R. (1972). The Norwegian coastal current. In: ANON (ed) Proceeding of the first international Conferanse on Port and Ocean Engening under Arctic Conditions, Vol. II. Norwegian Institute of Technology, Trondheim, pp. 514–535.
- Talbot, C., & Hole, R. (1994). Fish diets and the control of eutrophication resulting from aquaculture. *Journal of Applied Ichthyology*, 10(4), 258-270. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.1994.tb00165.x>
- Thomas, D., Collins, J., & Russell, G. (1990). Interpopulation differences in the salt tolerance of two *Cladophora* species. *Estuarine, coastal and shelf science*, 30(2), 201-206. [https://doi.org/10.1016/0272-7714\(90\)90064-X](https://doi.org/10.1016/0272-7714(90)90064-X)
- Tillin, H., & Mainwaring, K. (2016). *Fucus serratus and large Mytilus edulis on variable salinity lower eulittoral rock*. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. <https://dx.doi.org/10.17031/marlinhab.110.1>
- Torn, K., Krause-Jensen, D., & Martin, G. (2006). Present and past depth distribution of bladderwrack (*Fucus vesiculosus*) in the Baltic Sea. *Aquatic Botany*, 84(1), 53-62. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2005.07.011>
- vann-nett.no. (2013). Indre Spindsfjorden - Farsund. Hentet fra <https://vannnett.no/portal/#/waterbody/0201010700-2-C>
- vann-nett.no. (2014). Helvikfjorden. Hentet fra <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/0201011200-C>
- vann-nett.no. (2018). Framvaren. Hentet fra <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/0201011300-C>
- vann-nett.no. (2019). Lindesnes-Lista bekkefelt. Hentet fra <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/024-487-R>
- vann-nett.no. (2020). Lindesnes - Lista. Hentet fra <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/0201000030-3-C>
- Vannforskriften. (2007). Forskrift om rammer for vannforvaltningen (FOR-2006-12-15-1446). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446>
- Vaz-Pinto, F., Olabarria, C., & Arenas, F. (2012). Propagule pressure and functional diversity: interactive effects on a macroalgal invasion process. *Marine ecology progress series*, 471, 51-60. <https://doi.org/10.3354/meps10024>
- Weinberger, F., Paalme, T., & Wikström, S. A. (2020). Seaweed resources of the Baltic Sea, Kattegat and German and Danish North Sea coasts. 63(1), 61. <https://doi.org/10.1515/bot-2019-0019>
- Wright, R.A.D. (1981). *Wave exposure studies on rocky shores in Shetland* (Doktorgradsavhandling). University of London, Berkshire.
- Øxnevad, S., Beylich, B., Gitmark, J.K., Håvardstun, J., Moy, S.R., & Eikeland, S.A. (2019). *Overvåking av miljøtilstand i Lyngdalsfjorden, Åptaffjorden og Framvaren i 2018* (NIVA-rapport;7336). Grimstad: Norsk institutt for vannforskning.
- Åsen, P.A. (1978). *Marine benthosalger i Vest-Agder* (Hovedfagsoppgave). Universitetet i Bergen, Bergen.
- Åsen, P.A. (1988). *Registrering av marin fastsittende algevegetasjon og skadevirkninger forårsaket av Chrysochromulina polylepis på utvalgte lokaliteter i Agder* (Rapport nr. 9-1988). Arendal: Miljøvernnavdelingen, Fylkesmannen i Aust-Agder.

Appendiks I – VI

Appendiks I: Tabeller med artslister over lokalitetene i det ytre og det indre området, samt en oversikt over hvilke arter som er sørlige (S), og hvilke arter som er pansektorale (X).

Appendiks II: Utregning av andel like, nye og forsvunne arter i litoralen og øvre del av sublitoralen ved alle de undersøkte lokalitetene mellom 1968 og 2019.

Appendiks III: Utregning av oddsen for å finne fremmede og sørlige arter på Lista, samt R-skript til Fishers eksakte test for fremmede og sørlige arter.

Appendiks IV: Utregning av Rødalge:Brunalge:Grønnalge-ratio ved alle de undersøkte lokalitetene i 1968 og 2019.

Appendiks V: Detaljert sammenligning over antall rød-, brun- og grønnalger på Lista i 1968 og 2019.

Appendiks VI: Oversikt over arter funnet i både det ytre og det indre området, arter funnet kun i det ytre eller kun i det indre området.

Appendiks I

Tabell A1.1: Artsliste over de ytre lokalitetene, både i 1968 og 2019, samt lokalitet L i 2019. U = Utbredelse (S = sørlig art, X = pansektorial art) etter Brattegård og Holthe (1997).

| Rhodophyta | U | Lokalitet (ytre) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| | | 1_68 | 1_19 | 3_68 | 3_19 | 4_68 | 4_19 | 5_68 | 5_19 | 6_68 | 6_19 | 7_68 | 7_19 | 9_68 | 9_19 | 10_68 | 10_19 | 11_68 | 11_19 | L_19 |
| <i>Acrochaetium</i> spp. | X | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Aglaothamnion tenuissimum</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ahnfeltia plicata</i> | X | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Bangia fuscopurpurea</i> | X | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Bonnemaisonia hamifera</i> | S | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Callithamnion corymbosum</i> | S | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Callithamnion tetragonum</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Carradoriella elongata</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Ceramium penicillatum</i> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ceramium secundatum</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Ceramium tenuicorne</i> | X | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Ceramium virgatum</i> | X | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Chondrus crispus</i> | X | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Chylocladia verticillata</i> | S | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Coccotylus brodiei</i> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Coccotylus truncatus</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Colaconema daviesii</i> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Corallina officinalis</i> | X | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Cruoria pellita</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cystoclonium purpureum</i> | X | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Dasysiphonia japonica</i> | S | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Delesseria sanguinea</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Dilsea carnosa</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Dumontia contorta</i> | X | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Furcellaria lumbricalis</i> | X | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Gaillona seposita</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Gloiosiphonia capillaris</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Hildenbrandia rubra</i> | X | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Leptosiphonia brodiei</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Leptosiphonia fibrillosa</i> | S | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Lithothamnion granii</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lomentaria clavellosa</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Mastocarpus stellatus</i> | X | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Melanothamnus harveyi</i> | S | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Melobesia membranacea</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Rhodophyta | U | Lokalitet (ytre) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 1_68 | 1_19 | 3_68 | 3_19 | 4_68 | 4_19 | 5_68 | 5_19 | 6_68 | 6_19 | 7_68 | 7_19 | 9_68 | 9_19 | 10_68 | 10_19 | 11_68 | 11_19 | L_19 |
| <i>Membranoptera alata</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Osmundea truncata</i> | S | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Palmaria palmata</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Phycodrys rubens</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Phyllophora pseudoceranoïdes</i> | S | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Phymatolithon lenormandii</i> | X | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Phymatolithon purpureum</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Phymatolithon spp.</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Plocamium lyngbyanum</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Plumaria plumosa</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Polyides rotunda</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Polysiphonia hemisphaerica</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Polysiphonia stricta</i> | X | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Porphyra linearis</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Porphyra purpurea</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Porphyra sp.</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Porphyra umbilicalis</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Ptilota gunneri</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Rhodochorton purpureum</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Rhodomela confervoides</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Rhodomela lycopodioides</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Rubrointrusa membranacea</i> | X | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Scagelia pylaisaei</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Scagelothamnion pusillum</i> | X | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Spermothamnion repens</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Vertebrata byssoides</i> | S | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Vertebrata fucoides</i> | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Vertebrata lanosa</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Totalt antall rødalger: | | 3 | 17 | 11 | 19 | 26 | 38 | 21 | 28 | 31 | 32 | 20 | 26 | 18 | 33 | 21 | 36 | 25 | 35 | 23 |
| Phaeophyceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Alaria esculenta</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ascophyllum nodosum</i> | X | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Asperococcus fistulosus</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Asperococcus tortilis</i> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Chaetopteris plumosa</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Chorda filum</i> | X | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Chordaria flagelliformis</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Cladostephus spongiosum</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Phaeophyceae | U | Lokalitet (ytre) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| | | 1_68 | 1_19 | 3_68 | 3_19 | 4_68 | 4_19 | 5_68 | 5_19 | 6_68 | 6_19 | 7_68 | 7_19 | 9_68 | 9_19 | 10_68 | 10_19 | 11_68 | 11_19 | L_19 |
| <i>Sphaceloderma caespitulum</i> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Spongonema tomentosum</i> | X | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Stilophora tenella</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Totalt antall brunalger | | 7 | 12 | 12 | 12 | 18 | 20 | 12 | 16 | 8 | 22 | 19 | 22 | 13 | 18 | 22 | 15 | 11 | 20 | 8 |
| Chlorophyta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Acrosiphonia arcta</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Bryopsis plumosa</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Chaetomorpha aerea</i> | S | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Chaetomorpha linum</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Chaetomorpha melagonium</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Cladophora rupestris</i> | S | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Cladophora</i> spp. | X | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Codium fragile</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Epicladia flustrae</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Epicladia perforans</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Monostroma grevillei</i> | X | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Monostroma</i> sp. | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Percursaria percursa</i> | X | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Phaeophila dendroides</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Prasiola stipitata</i> | X | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Protomonostroma undulatum</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Spongomorpha aeruginosa</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Ulothrix flacca</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Ulothrix implexa</i> | X | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Ulothrix</i> spp. | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ulothrix subflaccida</i> | X | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Ulva compressa</i> | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ulva intestinalis</i> | | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Ulva lactuca</i> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Ulva prolifera</i> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Ulva</i> spp. | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Ulvella repens</i> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ulvella scutata</i> | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ulvella viridis</i> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Urospora penicilliformis</i> | X | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Totalt antall grønnalger | | 2 | 5 | 4 | 6 | 10 | 14 | 6 | 9 | 4 | 8 | 5 | 13 | 9 | 7 | 7 | 12 | 9 | 13 | 8 |

| Ascomycota | U | Lokalitet (ytre) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 1_68 | 1_19 | 3_68 | 3_19 | 4_68 | 4_19 | 5_68 | 5_19 | 6_68 | 6_19 | 7_68 | 7_19 | 9_68 | 9_19 | 10_68 | 10_19 | 11_68 | 11_19 | L_19 |
| <i>Verrucaria maura</i> | | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Verrucaria mucosa</i> | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Cyanophyta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cyanophyceae | | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Tracheophyta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ruppia maritima</i> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Zostera marina</i> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Totalt antall arter funnet ved de ytre lokalitetene: | | 14 | 35 | 30 | 37 | 56 | 74 | 41 | 56 | 44 | 65 | 44 | 62 | 42 | 58 | 52 | 66 | 48 | 69 | 42 |

Tabell A1.2: Artsliste over de indre lokalitetene, både i 1968 og 2019, samt lokalitet K i 2019. U = Utbredelse (S = sørlig art, X = pansektorial art) etter Brattegaard og Holthe (1997).

| Rhodophyta | U | Lokalitet (indre) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | | 12_68 | 12_19 | 13_68 | 13_19 | 14_68 | 14_19 | 15_68 | 15_19 | 16_68 | 16_19 | 17_68 | 17_19 | 18_68 | 18_19 | 19_68 | 19_19 | K_19 |
| <i>Acrochaetium</i> spp. | X | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Aglaothamnion tenuissimum</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ahnfeltia plicata</i> | X | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Bangia fuscopurpurea</i> | X | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Bonnemaisonia hamifera</i> | S | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Callithamnion corymbosum</i> | S | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Callithamnion tetragonum</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Carradoriella elongata</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ceramium penicillatum</i> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ceramium secundatum</i> | X | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ceramium tenuicorne</i> | X | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Ceramium virgatum</i> | X | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Chondrus crispus</i> | X | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Chylocladia verticillata</i> | S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Coccotylus brodiei</i> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Coccotylus truncatus</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Colaconema daviesii</i> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Corallina officinalis</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cruoria pellita</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cystoclonium purpueum</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Dasysiphonia japonica</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Delesseria sanguinea</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Dilsea carnosa</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Dumontia contorta</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Furcellaria lumbicalis</i> | X | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Gaillona seposita</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Gloiosiphonia capillaris</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Hildenbrandia rubra</i> | X | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Leptosiphonia brodiei</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Leptosiphonia fibrillosa</i> | S | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Lithothamnion granii</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lomentaria clavellosa</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Mastocarpus stellatus</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Melanothamnus harveyi</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Melobesia membranacea</i> | S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Membranoptera alata</i> | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Cyanophyta | U | Lokalitet (indre) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| | | 12_68 | 12_19 | 13_68 | 13_19 | 14_68 | 14_19 | 15_68 | 15_19 | 16_68 | 16_19 | 17_68 | 17_19 | 18_68 | 18_19 | 19_68 | 19_19 | K_19 |
| Cyanophyceae | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Tracheophyta | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ruppia maritima</i> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Zostera marina</i> | | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Totalt antall arter ved de indre lokalitetene: | | 32 | 40 | 15 | 29 | 17 | 25 | 24 | 21 | 9 | 19 | 5 | 15 | 5 | 12 | 2 | 13 | 26 |

Appendiks II: Utregning av andel like, nye og forsvunne arter i litoralen og øvre del av sublitoralen mellom 1968 og 2019.

Andel nye arter = (#Nye arter) / (Totalt # funn i 1968 og 2019)

Andel forsvunne arter = (#Forsvunne arter) / (Totalt # funn i 1968 og 2019)

Andel like arter = (#Like arter) *2 / (Totalt # funn i 1968 og 2019)

Totalt # funn i 1968 og 2019 = (# Nye arter) + (#Forsvunne arter) + (# Like arter) *2

Tabell A2.1: Antall og andel nye, forsvunne og like arter ved alle lokalitetene. «Nye arter» er arter som kun er registrert i 2019. «Forsvunne arter» er arter som kun er registrert i 1968. «Like arter» er arter som er registrert i både 1968 og 2019.

| Lokalitet | # Nye arter | # Forsvunne arter | # Like arter | Totalt # funn i 1968 og 2019 | Andel nye arter | Andel forsvunne arter | Andel like arter |
|-----------|-------------|-------------------|--------------|------------------------------|-----------------|-----------------------|------------------|
| 1 | 25 | 4 | 10 | 49 | 0,510 | 0,082 | 0,408 |
| 3 | 23 | 16 | 13 | 65 | 0,354 | 0,246 | 0,400 |
| 4 | 35 | 16 | 40 | 131 | 0,267 | 0,122 | 0,611 |
| 5 | 25 | 10 | 31 | 97 | 0,258 | 0,103 | 0,639 |
| 6 | 40 | 19 | 23 | 105 | 0,381 | 0,181 | 0,438 |
| 7 | 26 | 8 | 35 | 104 | 0,250 | 0,077 | 0,673 |
| 9 | 32 | 16 | 25 | 98 | 0,327 | 0,163 | 0,510 |
| 10 | 34 | 20 | 32 | 118 | 0,288 | 0,169 | 0,542 |
| 11 | 35 | 13 | 35 | 118 | 0,297 | 0,110 | 0,593 |
| 12 | 21 | 13 | 19 | 72 | 0,292 | 0,181 | 0,528 |
| 13 | 20 | 6 | 9 | 44 | 0,455 | 0,136 | 0,409 |
| 14 | 16 | 8 | 9 | 42 | 0,381 | 0,190 | 0,429 |
| 15 | 14 | 17 | 7 | 45 | 0,311 | 0,378 | 0,311 |
| 16 | 13 | 4 | 6 | 29 | 0,448 | 0,138 | 0,414 |
| 17 | 11 | 1 | 4 | 20 | 0,550 | 0,050 | 0,400 |
| 18 | 11 | 4 | 1 | 17 | 0,647 | 0,235 | 0,118 |
| 19 | 13 | 2 | 0 | 15 | 0,867 | 0,133 | 0,000 |

Appendiks III

Fremmede arter:

Odds for å finne en fremmed art

= (sannsynligheten for å finne en fremmed art) / (Sannsynligheten for ikke å finne en fremmed art)

= $p / (1-p)$

p = Antall lokaliteter den fremmede arten ble funnet på / Totalt antall undersøkte lokaliteter

Totalt antall undersøkte lokaliteter = 17

Tabell A3.1 viser odds for å finne de tre fremmede artene på Lista, som både ble funnet i 2019 og 1968.

Tabell A3.1: Odds for å finne en fremmed art på Lista i 2019 og 1968. Odds er regnet ut basert på hvor mange av de 17 undersøkte lokalitetene den fremmede arten ble funnet på.

| Art | År | Funnet ved # lok. | Odds | Forklaring |
|-------------------------------|------|-------------------|-----------------|--|
| <i>Bonnemaisonia hamifera</i> | 2019 | 10 | 1,4286 = 1:0,7 | Sannsynligheten for ikke å finne <i>B. hamifera</i> er 0,7 ganger sannsynligheten for å finne <i>B. hamifera</i> * |
| <i>Bonnemaisonia hamifera</i> | 1968 | 3 | 0,2143 = 1:4,67 | Sannsynligheten for ikke å finne <i>B. hamifera</i> er 4,67 ganger større enn sannsynligheten for å finne <i>B. hamifera</i> |
| <i>Codium fragile</i> | 2019 | 2 | 0,1333 = 1:7,5 | Sannsynligheten for ikke å finne <i>C. fragile</i> er 7,5 ganger større enn sannsynligheten for å finne <i>C. fragile</i> |
| <i>Codium fragile</i> | 1968 | 2 | 0,1333 = 1:7,5 | Sannsynligheten for ikke å finne <i>C. fragile</i> er 7,5 ganger større enn sannsynligheten for å finne <i>C. fragile</i> |
| <i>Colpomenia peregrina</i> | 2019 | 4 | 0,3077 = 1:3,25 | Sannsynligheten for ikke å finne <i>C. peregrina</i> er 3,25 ganger større enn sannsynligheten for å finne <i>C. peregrina</i> |
| <i>Colpomenia peregrina</i> | 1968 | 1 | 0,0625 = 1:16 | Sannsynligheten for ikke å finne <i>C. peregrina</i> er 16 ganger større enn sannsynligheten for å finne <i>C. peregrina</i> |

*Dette tilsvarer at sannsynligheten for å finne *B. hamifera* er 4,67 ganger større enn sannsynligheten for ikke å finne *B. hamifera*.

Sørlige arter:

Over hele Lista

Antall sørlige arter registrert på Lista: 37

Antall undersøkte lokaliteter: 17

Antall søk foretatt etter sørlige arter: $37 * 17 = 629$

Odds for å finne en sørlig art

= (sannsynligheten for å finne en sørlig art) / (Sannsynligheten for ikke å finne en sørlig art) = $p / (1 - p)$

p = Antall søk med positivt resultat på sørlig art / Totalt antall søk

Tabell A3.2 viser odds for å finne en sørlig art på Lista i 2019 og 1968.

Tabell A3.2: Odds for å finne en sørlig art på Lista i 2019 og 1968. Odds er regnet ut basert på hvor mange av de 629 søkene etter en sørlig art det ble funnet en sørlig art.

| År | # søk m/ positivt resultat på sørlig art | Odds | Forklaring |
|------|--|-----------------|--|
| 2019 | 130 | 0,2605 = 1:3,84 | Sannsynligheten for ikke å finne en sørlig art er 3,84 ganger større enn sannsynligheten for å finne en sørlig art |
| 1968 | 66 | 0,1172 = 1:8,53 | Sannsynligheten for ikke å finne en sørlig art er 8,53 ganger større enn sannsynligheten for å finne en sørlig art |

I det ytre området separat

Antall sørlige arter registrert i det ytre området: 34

Antall undersøkte lokaliteter: 9

Antall søk foretatt etter sørlige arter: $34 * 9 = 306$

Odds for å finne en sørlig art

$= (\text{sannsynligheten for å finne en sørlig art}) / (\text{Sannsynligheten for ikke å finne en sørlig art}) = p / (1 - p)$

$p = \text{Antall søk med positivt resultat på sørlig art} / \text{Totalt antall søk}$

Tabell A3.3 viser odds for å finne en sørlig art i det ytre området i 2019 og 1968.

Tabell A3.3: Odds for å finne en sørlig art i det ytre området i 2019 og 1968. Odds er regnet ut basert på hvor mange av de 306 søkene etter en sørlig art det ble funnet en sørlig art.

| År | # søk m/ positivt resultat på sørlig art | Odds | Forklaring |
|------|--|--------------------|--|
| 2019 | 109 | 0,5533 = 1:1,81 | Sannsynligheten for ikke å finne en sørlig art er 1,81 ganger større enn sannsynligheten for å finne en sørlig art |
| 1968 | 57 | 0,2289 = 1:4,37 | Sannsynligheten for ikke å finne en sørlig art er 4,37 ganger større enn sannsynligheten for å finne en sørlig art |

I det indre området separat

Antall sørlige arter registrert i det indre området: 14

Antall undersøkte lokaliteter: 8

Antall søk foretatt etter sørlige arter: $14 * 8 = 112$

Odds for å finne en sørlig art

$= (\text{sannsynligheten for å finne en sørlig art}) / (\text{Sannsynligheten for ikke å finne en sørlig art}) = p / (1 - p)$

$p = \text{Antall søk med positivt resultat på sørlig art} / \text{Totalt antall søk}$

Tabell A3.4 viser odds for å finne en sørlig art i det indre området i 2019 og 1968.

Tabell A3.4: Odds for å finne en sørlig art i det indre området i 2019 og 1968. Odds er regnet ut basert på hvor mange av de 112 søkene etter en sørlig art det ble funnet en sørlig art.

| År | # søk m/ positivt resultat på sørlig art | Odds | Forklaring |
|------|--|---------------------|---|
| 2019 | 22 | 0,2444 = 1:4,09 | Sannsynligheten for ikke å finne en sørlig art er 4,09 ganger større enn sannsynligheten for å finne en sørlig art |
| 1968 | 9 | 0,0874 = 1:11,44 | Sannsynligheten for ikke å finne en sørlig art er 11,44 ganger større enn sannsynligheten for å finne en sørlig art |

Skript til Fishers eksakte test – Hvor signifikant er endringen i odds?

#Har odds for å finne *Bonnemaisonia hamifera* endret seg signifikant på 50 år?

```
B.hamifera <- matrix(c(10, 17 - 10, 3, 17 - 3), ncol=2)
```

```
rownames(B.hamifera) <- c("present", "absent")
```

```
colnames(B.hamifera) <- c("2019", "1968")
```

```
B.hamifera
```

```
fisher.test(B.hamifera)
```

#Har odds for å finne *Codium fragile* endret seg signifikant på 50 år?

```
C.fragile <- matrix(c(2, 17-2, 2, 17-2), ncol=2)
```

```
rownames(C.fragile) <- c("present", "absent")
```

```
colnames(C.fragile) <- c("2019", "1968")
```

```
C.fragile
```

```
fisher.test(C.fragile)
```

```
#Har oddsen for å finne Colpomenia peregrina endret seg signifikant på 50 år?  
C.peregrina <- matrix(c(4, 17 - 4, 1, 17 - 1), ncol=2)  
rownames(C.peregrina) <- c("present", "absent")  
colnames(C.peregrina) <- c("2019", "1968")  
C.peregrina  
fisher.test(C.peregrina)
```

```
#Har oddsen for å finne 'sørlige arter' på Lista (etter Brattegaard og Holthe, 1997) endret seg  
signifikant på 50 år?  
SA <- matrix(c(130, 629 - 130, 66, 629 - 66), ncol=2)  
rownames(SA) <- c("present", "absent")  
colnames(SA) <- c("2019", "1968")  
SA  
fisher.test(SA)
```

```
#Har oddsen for å finne 'sørlige arter' i det ytre området (etter Brattegaard og Holthe, 1997) endret seg  
signifikant på 50 år?  
SA <- matrix(c(109, 306 - 109, 57, 306 - 57), ncol=2)  
rownames(SA) <- c("present", "absent")  
colnames(SA) <- c("2019", "1968")  
SA  
fisher.test(SA)
```

```
#Har oddsen for å finne 'sørlige arter' i det indre området (etter Brattegaard og Holthe, 1997) endret  
seg signifikant på 50 år?  
SA <- matrix(c(22, 112 - 22, 9, 112 - 9), ncol=2)  
rownames(SA) <- c("present", "absent")  
colnames(SA) <- c("2019", "1968")  
SA  
fisher.test(SA)
```

Appendiks IV: Utregning av Rødalge:Brunalge:Grønnalge-ratio

R:B:G = #Rødalger/(#Rødalger+#Brunalger+#Grønnalger) : #Brunalger/(#Rødalger+#Brunalger+#Grønnalger) : #Grønnalger/(#Rødalger+#Brunalger+#Grønnalger)

Tabell A4.1: Antall og andel rødalger, brunalger og grønnalger ved de undersøkte lokalitetene.

| | | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1_19 | 1_68 | 3_19 | 3_68 | 4_19 | 4_68 | 5_19 | 5_68 | 6_19 | 6_68 |
| #Rødalger | 17 | 3 | 19 | 11 | 38 | 26 | 28 | 21 | 32 | 31 |
| #Brunalger | 12 | 7 | 12 | 12 | 20 | 18 | 16 | 12 | 22 | 8 |
| #Grønnalger | 5 | 2 | 6 | 4 | 14 | 10 | 9 | 6 | 8 | 4 |
| Rødalgeandel | 0,50 | 0,25 | 0,51 | 0,41 | 0,53 | 0,48 | 0,53 | 0,54 | 0,52 | 0,72 |
| Brunalgeandel | 0,35 | 0,58 | 0,32 | 0,44 | 0,28 | 0,33 | 0,30 | 0,31 | 0,35 | 0,19 |
| Grønnalgeandel | 0,15 | 0,17 | 0,16 | 0,15 | 0,19 | 0,19 | 0,17 | 0,15 | 0,13 | 0,09 |
| | 7_19 | 7_68 | 9_19 | 9_68 | 10_19 | 10_68 | 11_19 | 11_68 | 12_19 | 12_68 |
| #Rødalger | 26 | 20 | 33 | 18 | 36 | 21 | 35 | 25 | 17 | 11 |
| #Brunalger | 22 | 19 | 18 | 13 | 15 | 22 | 20 | 11 | 11 | 12 |
| #Grønnalger | 13 | 5 | 7 | 9 | 12 | 7 | 13 | 9 | 9 | 7 |
| Rødalgeandel | 0,43 | 0,45 | 0,57 | 0,45 | 0,57 | 0,42 | 0,51 | 0,56 | 0,46 | 0,37 |
| Brunalgeandel | 0,36 | 0,43 | 0,31 | 0,33 | 0,24 | 0,44 | 0,29 | 0,24 | 0,30 | 0,40 |
| Grønnalgeandel | 0,21 | 0,11 | 0,12 | 0,23 | 0,19 | 0,14 | 0,19 | 0,20 | 0,24 | 0,23 |
| | 13_19 | 13_68 | 14_19 | 14_68 | 15_19 | 15_68 | 16_19 | 16_68 | 17_19 | 17_68 |
| #Rødalger | 11 | 2 | 7 | 5 | 8 | 12 | 6 | 2 | 6 | 1 |
| #Brunalger | 8 | 6 | 8 | 6 | 4 | 6 | 5 | 5 | 4 | 3 |
| #Grønnalger | 9 | 4 | 8 | 3 | 6 | 3 | 6 | 2 | 3 | 1 |
| Rødalgeandel | 0,39 | 0,17 | 0,30 | 0,36 | 0,44 | 0,57 | 0,35 | 0,22 | 0,46 | 0,20 |
| Brunalgeandel | 0,29 | 0,50 | 0,35 | 0,43 | 0,22 | 0,29 | 0,29 | 0,56 | 0,31 | 0,60 |
| Grønnalgeandel | 0,32 | 0,33 | 0,35 | 0,21 | 0,33 | 0,14 | 0,35 | 0,22 | 0,23 | 0,20 |
| | 18_19 | 18_68 | 19_19 | 19_68 | K_19 | L_19 | | | | |
| #Rødalger | 5 | 1 | 5 | 0 | 9 | 23 | | | | |
| #Brunalger | 1 | 2 | 3 | 1 | 8 | 8 | | | | |
| #Grønnalger | 3 | 2 | 4 | 1 | 8 | 8 | | | | |
| Rødalgeandel | 0,56 | 0,20 | 0,42 | 0,00 | 0,36 | 0,59 | | | | |
| Brunalgeandel | 0,11 | 0,40 | 0,25 | 0,50 | 0,32 | 0,21 | | | | |
| Grønnalgeandel | 0,33 | 0,40 | 0,33 | 0,50 | 0,32 | 0,21 | | | | |

Appendiks V

Detaljert sammenligning over antall rød-, brun- og grønnalger på Lista i 1968 og 2019. Prosentandelen av gamle, nye og forsvunne arter er hentet fra appendiks II, og er rundet opp til nærmeste hele prosent.

Lokalitet 1

Som tabell A5.1 viser, er det funnet flere arter i 2019 enn i 1968 ved lokalitet 1. I 2019 ble det totalt funnet 34 algearter: 17 rødalger, 12 brunalger og 5 grønnalger, mens det i 1968 totalt ble funnet 12 algearter: 3 rødalger, 7 brunalger og 2 grønnalger. Av alle artsfunnene registrert ved lokalitet 1, ble 41 % registrert i både 1968 og 2019, mens 8 % kun ble funnet i 1968, og 51 % kun i 2019. De nye rødalgene for 2019 representerer hovedsakelig epifytter, både små uniseriate alger som *Acrochaetium* spp. og *Callithamnion corymbosum*, og noen større, pseudoparenkymatiske alger som *Leptosiphonia fibrillosa* og *Polysiphonia stricta*. De nye brunalgene er representert ved filamentøse epifytter, som *Sphacellaria cirrosa* og *Ectocarpus siliculosus*, men også større fucoider, som *Halidrys siliquosa* og *Ascophyllum nodosum*. *Fucus spiralis* har på sin side forsvunnet siden 1968. Mindre, opportunistiske epifytter, som *Ulothrix implexa*, *U. subflaccida* og *Ulva compressa* representerer de nye grønnalgene for 2019. Den ene opportunistiske grønnalgen som ble identifisert i 1968, *Percursaria percursa*, er dog ikke funnet. Blant de nye algene for 2019 står også to rødalgearter på Fremmedartslisten 2018: *Bonnemaisonia hamifera* og *Melanothamnus harveyi*.

Lokalitet 3

Som tabell A5.2 viser, er det funnet flere arter i 2019 enn i 1968 ved lokalitet 3. I 2019 ble det funnet 37 algearter: 19 rødalger, 12 brunalger og 6 grønnalger, mens det i 1968 ble funnet 27 arter: 11 rødalger, 12 brunalger og 4 grønnalger. Av alle artsfunnene registrert ved lokalitet 3, ble 40 % registrert i både 1968 og 2019, mens 25 % kun ble funnet i 1968, og 35 % kun i 2019. Noen større rødalger, som *Chondrus crispus*, *Phyllophora pseudoceranooides* og *Osmundea truncata* ble ikke registrert i 1968, men ellers er de nye rødalgene for 2019 representert ved uniseriate og pseudoparenkymatiske epifytter. Blant de nye brunalgene representert er filamentøse epifytter, som *Ectocarpus siliculosus* og *Sphacellaria cirrosa*, i tillegg til noen større parenkymatiske brunalger, som *Dictyota dichotoma* og *Desmarestia viridis*. I 1968 ble det registrert tre tarearter: *Saccharina latissima*, *Laminaria digitata* og *L. hyperborea*. Alle tre var borte i 2019.

Tabell A5.1: Oversikt over antall arter funnet ved lokalitet 1 kun i 1968, kun i 2019 eller i både 1968 og 2019. R = Rhodophyta, P = Phaeophyceae og C = Chlorophyta.

| Lokalitet 1 | | | |
|-------------|--------------|------|------|
| Gruppe | Antall arter | 1968 | 2019 |
| R | 3 | ■ | ■ |
| R | 14 | ■ | ■ |
| P | 5 | ■ | ■ |
| P | 2 | ■ | ■ |
| P | 7 | ■ | ■ |
| C | 1 | ■ | ■ |
| C | 1 | ■ | ■ |
| C | 4 | ■ | ■ |

Tabell A5.2: Oversikt over antall arter funnet ved lokalitet 3 kun i 1968, kun i 2019 eller i både 1968 og 2019. R = Rhodophyta, P = Phaeophyceae og C = Chlorophyta.

| Lokalitet 3 | | | |
|-------------|--------------|------|------|
| Gruppe | Antall arter | 1968 | 2019 |
| R | 6 | ■ | ■ |
| R | 5 | ■ | ■ |
| R | 13 | ■ | ■ |
| P | 8 | ■ | ■ |
| P | 4 | ■ | ■ |
| P | 4 | ■ | ■ |
| C | 4 | ■ | ■ |
| C | 6 | ■ | ■ |

Grønnalgefloraen bestod av små, opportunistiske arter både i 1968 og 2019, men artene var ikke de samme. Av alle artene funnet ved lokalitet 3 i 2019 står *Bonnemaisonia hamifera*, *Colpomenia peregrina*, *Dasyisiphonia japonica* og *Melanothamnus harveyi* på Fremmedartslisten 2018. Ingen av dem ble funnet ved denne lokaliteten i 1968.

Lokalitet 4

Som tabell A5.3 viser, er det funnet flere arter i 2019 enn i 1968 ved lokalitet 4. I 2019 ble det funnet 72 arter: 38 rødalger, 20 brunalger og 14 grønnalger, og i 1968 ble det funnet 54 arter: 26 rødalger, 18 brunalger og 10 grønnalger. Av alle artsfunnene registrert ved lokalitet 4, ble 61 % registrert i både 1968 og 2019, mens 12 % kun ble funnet i 1968, og 27% kun i 2019. 20 rødalger er kun funnet i 2019, og blant disse er *Delesseria sanguinea*, *Phycodrys rubens*, *Porphyra linearis*, *P. purpurea*, *P. umbilicalis* og *Vertebrata lanosa*. Sistnevnte ble ikke observert noe sted på Lista i 1968. På listen over de 7 nye brunalgene for 2019

står blant annet *Chorda filum* og *Elachista stellaris*, der sistnevnte heller ikke ble registrert på Lista i 1968. Blant de 8 nye grønnalgene for 2019 er *Ulothrix flacca*, *U. implexa*, *U. subflaccida* og *Urospora penicilliformis*. Av artene funnet i 2019, står *Bonnemaisonia hamifera*, *Melanothamnus harveyi* og *Sargassum muticum* på Fremmedartslisten 2018. *B. hamifera* er den eneste som også ble funnet ved lokalitet 4 i 1968.

Lokalitet 5

Som tabell A5.4 viser, er det funnet flere arter i 2019 enn i 1968 ved lokalitet 5. I 2019 ble det funnet 53 arter: 28 rødalger, 16 brunalger og 9 grønnalger, og i 1968 ble det funnet 39 arter: 21 rødalger, 12 brunalger og 6 grønnalger. Av alle artsfunnene registrert ved lokalitet 5, ble 64 % registrert i både 1968 og 2019, mens 10 % kun ble funnet i 1968, og 26 % kun i 2019. Blant de nye artene for 2019, står 4 arter på Fremmedartslisten 2018; *Bonnemaisonia hamifera*, *Colpomenia peregrina*, *Melanothamnus harveyi* og *Sargassum muticum*. Som figur 37 i resultatdelen viser, er R:B:G-ratioen nesten lik i 1968 og 2019, og begge årene er grønnalge- og rødalgeratioen innenfor normalen. Tilskuddet av *Ulva*- og *Ulothrix*-arter i 2019 ser derfor ut til å ha blitt «jevnet ut» av flere nye rødalger, deriblant store og flerårige alger som *Chondrus crispus* og *Mastocarpus stellatus*. *Ascophyllum nodosum* med den epifyttiske rødalgen *Vertebrata lanosa* utgjorde en tydelig assosiasjon ved lokalitet 5 i

Tabell A5.3: Oversikt over antall arter funnet ved lokalitet 4 kun i 1968, kun i 2019 eller i både 1968 og 2019. R = Rhodophyta, P = Phaeophyceae og C = Chlorophyta.

| Lokalitet 4 | | | |
|-------------|--------------|------|------|
| Gruppe | Antall arter | 1968 | 2019 |
| R | 18 | | |
| R | 8 | | |
| R | 20 | | |
| P | 13 | | |
| P | 5 | | |
| P | 7 | | |
| C | 7 | | |
| C | 3 | | |
| C | 7 | | |

Tabell A5.4: Oversikt over antall arter funnet ved lokalitet 5 kun i 1968, kun i 2019 eller i både 1968 og 2019. R = Rhodophyta, P = Phaeophyceae og C = Chlorophyta.

| Lokalitet 5 | | | |
|-------------|--------------|------|------|
| Gruppe | Antall arter | 1968 | 2019 |
| R | 16 | | |
| R | 5 | | |
| R | 12 | | |
| P | 10 | | |
| P | 2 | | |
| P | 6 | | |
| C | 4 | | |
| C | 2 | | |
| C | 5 | | |

2019, men ble ikke funnet her i 1968. *V. lanosa* ble heller ikke funnet ved noen av de andre lokalitetene på Lista i 1968.

Lokalitet 6

Som tabell A5.5 viser, er det funnet flere alger ved lokalitet 6 i 2019 enn i 1968. I 2019 ble det funnet 62 arter: 32 rødalger, 22 brunalger og 8 grønnalger, og i 1968 ble det funnet 43 arter: 31 rødalger, 8 brunalger og 4 grønnalger. Av alle artsfunnene registrert ved lokalitet 6, ble 44 % registrert i både 1968 og 2019, mens 18 % kun ble funnet i 1968, og 38 % kun i 2019. To av de nye artene ved lokaliteten, *Melanothamnus harveyi* og *Sargassum muticum*, står på Fremmedartslisten 2018.

Lokalitet 7

Som tabell A5.6 viser, er det funnet flere alger ved lokalitet 7 i 2019 enn i 1968. I 2019 ble det funnet 61 arter: 26 rødalger, 22 brunalger og 13 grønnalger, og i 1968 ble det funnet 44 arter: 20 rødalger, 19 brunalger og 5 grønnalger. Av alle artsfunnene registrert ved lokalitet 7, ble 67 % registrert i både 1968 og 2019, mens 8 % kun ble funnet i 1968, og 25 % kun i 2019. To av de nye artene ved lokaliteten, *Bonnemaisonia hamifera* og *Codium fragile*, står på Fremmedartslisten 2018.

Tabell A5.5: Oversikt over antall arter funnet ved lokalitet 6 kun i 1968, kun i 2019 eller i både 1968 og 2019. R = Rhodophyta, P = Phaeophyceae og C = Chlorophyta.

| Lokalitet 6 | | | |
|-------------|--------------|------|------|
| Gruppe | Antall arter | 1968 | 2019 |
| R | 19 | 19 | 0 |
| R | 12 | 12 | 0 |
| R | 13 | 0 | 13 |
| P | 5 | 5 | 0 |
| P | 3 | 0 | 3 |
| P | 17 | 0 | 17 |
| C | 1 | 1 | 0 |
| C | 3 | 3 | 0 |
| C | 7 | 0 | 7 |

Tabell A5.6: Oversikt over antall arter funnet ved lokalitet 7 kun i 1968, kun i 2019 eller i både 1968 og 2019. R = Rhodophyta, P = Phaeophyceae og C = Chlorophyta.

| Lokalitet 7 | | | |
|-------------|--------------|------|------|
| Gruppe | Antall arter | 1968 | 2019 |
| R | 16 | 16 | 0 |
| R | 4 | 4 | 0 |
| R | 10 | 0 | 10 |
| P | 15 | 15 | 0 |
| P | 4 | 0 | 4 |
| P | 7 | 0 | 7 |
| C | 5 | 5 | 0 |
| C | 8 | 0 | 8 |

Lokalitet 9

Som tabell A5.7 viser, er det funnet flere alger ved lokalitet 9 i 2019 enn i 1968. I 2019 ble det funnet 58 arter: 33 rødalger, 18 brunalger og 7 grønnalger, og i 1968 ble det funnet 40 arter: 18 rødalger, 13 brunalger og 9 grønnalger. Av alle artsfunnene registrert ved lokalitet 9, ble 51 % registrert i både 1968 og 2019, mens 16 % kun ble funnet i 1968, og 33 % kun i 2019. To av de nye artene ved lokaliteten, *Dasysiphonia japonica* og *Sargassum muticum*, står på Fremmedartslisten 2018.

Lokalitet 10

Som tabell A5.8 viser, er det funnet flere alger ved lokalitet 10 i 2019 enn i 1968. I 2019 ble det funnet 63 arter: 36 rødalger, 15 brunalger og 12 grønnalger, og i 1968 ble det funnet 50 arter: 21 rødalger, 22 brunalger og 7 grønnalger. Av alle artsfunnene registrert ved lokalitet 10, ble 54 % registrert i både 1968 og 2019, mens 17 % kun ble funnet i 1968, og 29 % kun i 2019. Én av de nye artene ved lokaliteten, *Dasysiphonia japonica*, står på Fremmedartslisten 2018.

Lokalitet 11

Som tabell A5.9 viser, er det funnet flere alger ved lokalitet 11 i 2019 enn i 1968. I 2019 ble det funnet 68 arter: 35 rødalger, 20 brunalger og 13 grønnalger, og i 1968 ble det funnet 45 arter: 25 rødalger, 11 brunalger og 9 grønnalger. Av alle artsfunnene registrert ved lokalitet 11, ble 59 % registrert i både 1968 og 2019, mens 11 % kun ble funnet i 1968, og 30 % kun i 2019. Tre av de nye artene ved lokaliteten, *Bonnemaisonia hamifera*, *Colpomenia peregrina* og *Melanothamnus harveyi*, står på Fremmedartslisten 2018.

Tabell A5.7: Oversikt over antall arter funnet ved lokalitet 9 kun i 1968, kun i 2019 eller i både 1968 og 2019. R = Rhodophyta, P = Phaeophyceae og C = Chlorophyta.

| Lokalitet 9 | | | |
|-------------|--------------|------|------|
| Gruppe | Antall arter | 1968 | 2019 |
| R | 14 | ■ | ■ |
| R | 4 | ■ | |
| R | 19 | | ■ |
| P | 8 | ■ | ■ |
| P | 5 | ■ | |
| P | 10 | | ■ |
| C | 3 | ■ | ■ |
| C | 6 | ■ | |
| C | 4 | | ■ |

Tabell A5.8: Oversikt over antall arter funnet ved lokalitet 10 kun i 1968, kun i 2019 eller i både 1968 og 2019. R = Rhodophyta, P = Phaeophyceae og C = Chlorophyta.

| Lokalitet 10 | | | |
|--------------|--------------|------|------|
| Gruppe | Antall arter | 1968 | 2019 |
| R | 18 | ■ | ■ |
| R | 3 | ■ | |
| R | 18 | | ■ |
| P | 10 | ■ | ■ |
| P | 12 | ■ | |
| P | 5 | | ■ |
| C | 2 | ■ | ■ |
| C | 5 | ■ | |
| C | 10 | | ■ |

Tabell A5.9: Oversikt over antall arter funnet ved lokalitet 11 kun i 1968, kun i 2019 eller i både 1968 og 2019. R = Rhodophyta, P = Phaeophyceae og C = Chlorophyta.

| Lokalitet 11 | | | |
|--------------|--------------|------|------|
| Gruppe | Antall arter | 1968 | 2019 |
| R | 17 | ■ | ■ |
| R | 8 | ■ | |
| R | 18 | | ■ |
| P | 11 | ■ | ■ |
| P | 9 | ■ | |
| C | 6 | ■ | ■ |
| C | 3 | ■ | |
| C | 7 | | ■ |

Lokalitet 12

Som tabell A5.10 viser, er det funnet flere alger ved lokalitet 12 i 2019 enn i 1968. I 2019 ble det funnet 37 arter: 17 rødalger, 11 brunalger og 9 grønnalger, og i 1968 ble det funnet 30 arter: 11 rødalger, 12 brunalger og 7 grønnalger. Av alle artsfunnene registrert ved lokalitet 12, ble 53 % registrert i både 1968 og 2019, mens 18 % kun ble funnet i 1968, og 29 % kun i 2019. Én av de nye artene ved lokaliteten, *Bonnemaisonia hamifera*, står på Fremmedartslisten 2018.

Lokalitet 13

Som tabell A5.11 viser, er det funnet flere alger ved lokalitet 13 i 2019 enn i 1968. I 2019 ble det funnet 28 arter: 11 rødalger, 8 brunalger og 9 grønnalger, og i 1968 ble det funnet 12 arter: 2 rødalger, 6 brunalger og 4 grønnalger. Av alle artsfunnene registrert ved lokalitet 13, ble 41 % registrert i både 1968 og 2019, mens 14 % kun ble funnet i 1968, og 46 % kun i 2019. Det er ingen fremmede arter ved denne lokaliteten.

Lokalitet 14

Som tabell A5.12 viser, er det funnet flere alger ved lokalitet 14 i 2019 enn i 1968. I 2019 ble det funnet 23 arter: 7 rødalger, 8 brunalger og 8 grønnalger, og i 1968 ble det funnet 14 arter: 5 rødalger, 6 brunalger og 3 grønnalger. Av alle artsfunnene registrert ved lokalitet 14, ble 43 % registrert i både 1968 og 2019, mens 19 % kun ble funnet i 1968, og 38 % kun i 2019. Grønnalger representerer en stor andel av de nye artene for 2019. Det er ingen fremmede arter ved denne lokaliteten.

Tabell A5.10: Oversikt over antall arter funnet ved lokalitet 12 kun i 1968, kun i 2019 eller i både 1968 og 2019. R = Rhodophyta, P = Phaeophyceae og C = Chlorophyta.

| Lokalitet 12 | | | |
|--------------|--------------|------|------|
| Gruppe | Antall arter | 1968 | 2019 |
| R | 7 | ■ | ■ |
| R | 4 | ■ | |
| R | 10 | | ■ |
| P | 7 | ■ | ■ |
| P | 5 | ■ | |
| P | 4 | | ■ |
| C | 3 | ■ | ■ |
| C | 4 | ■ | |
| C | 6 | | ■ |

Tabell A5.11: Oversikt over antall arter funnet ved lokalitet 13 kun i 1968, kun i 2019 eller i både 1968 og 2019. R = Rhodophyta, P = Phaeophyceae og C = Chlorophyta.

| Lokalitet 13 | | | |
|--------------|--------------|------|------|
| Gruppe | Antall arter | 1968 | 2019 |
| R | 2 | ■ | ■ |
| R | 9 | | ■ |
| P | 4 | ■ | ■ |
| P | 2 | ■ | |
| P | 4 | | ■ |
| C | 2 | ■ | ■ |
| C | 2 | ■ | |
| C | 6 | | ■ |

Tabell A5.12: Oversikt over antall arter funnet ved lokalitet 14 kun i 1968, kun i 2019 eller i både 1968 og 2019. R = Rhodophyta, P = Phaeophyceae og C = Chlorophyta.

| Lokalitet 14 | | | |
|--------------|--------------|------|------|
| Gruppe | Antall arter | 1968 | 2019 |
| R | 2 | ■ | ■ |
| R | 3 | ■ | |
| R | 5 | | ■ |
| P | 5 | ■ | ■ |
| P | 1 | ■ | |
| P | 3 | | ■ |
| C | 3 | ■ | |
| C | 8 | | ■ |

Lokalitet 15

Som tabell A5.13 viser, er det funnet færre alger ved lokalitet 15 i 2019 enn i 1968. I 2019 ble det funnet 18 arter: 8 rødalger, 4 brunalger og 6 grønnalger, og i 1968 ble det funnet 21 arter: 12 rødalger, 6 brunalger og 3 grønnalger. Av alle artsfunnene registrert ved lokalitet 15, ble 31 % registrert i både 1968 og 2019, mens 38 % kun ble funnet i 1968, og 31 % kun i 2019. Grønnalger representerer en stor andel av de nye artene for 2019. Det er ingen fremmede arter ved denne lokaliteten.

Lokalitet 16

Som tabell A5.14 viser, er det funnet flere alger ved lokalitet 16 i 2019 enn i 1968. I 2019 ble det funnet 17 arter: 6 rødalger, 5 brunalger og 6 grønnalger, og i 1968 ble det funnet 9 arter: 2 rødalger, 5 brunalger og 2 grønnalger. Av alle artsfunnene registrert ved lokalitet 16, ble 41 % registrert i både 1968 og 2019, mens 14 % kun ble funnet i 1968, og 45 % kun i 2019. Grønnalger representerer en stor andel av de nye artene for 2019. Det er ingen fremmede arter ved denne lokaliteten.

Lokalitet 17

Som tabell A5.15 viser, er det funnet flere alger ved lokalitet 17 i 2019 enn i 1968. I 2019 ble det funnet 13 arter: 6 rødalger, 4 brunalger og 3 grønnalger, og i 1968 ble det funnet 5 arter: 1 rødalger, 3 brunalger og 1 grønnalger. Av alle artsfunnene registrert ved lokalitet 17, ble 40 % registrert i både 1968 og 2019, mens 5 % kun ble funnet i 1968, og 55 % kun i 2019. Det er ingen fremmede arter ved denne lokaliteten.

Tabell A5.13: Oversikt over antall arter funnet ved lokalitet 15 kun i 1968, kun i 2019 eller i både 1968 og 2019. R = Rhodophyta, P = Phaeophyceae og C = Chlorophyta.

| Lokalitet 15 | | | |
|--------------|--------------|------|------|
| Gruppe | Antall arter | 1968 | 2019 |
| R | 2 | ■ | ■ |
| R | 10 | ■ | ■ |
| R | 6 | ■ | ■ |
| P | 2 | ■ | ■ |
| P | 4 | ■ | ■ |
| P | 2 | ■ | ■ |
| C | 1 | ■ | ■ |
| C | 2 | ■ | ■ |
| C | 5 | ■ | ■ |

Tabell A5.14: Oversikt over antall arter funnet ved lokalitet 16 kun i 1968, kun i 2019 eller i både 1968 og 2019. R = Rhodophyta, P = Phaeophyceae og C = Chlorophyta.

| Lokalitet 16 | | | |
|--------------|--------------|------|------|
| Gruppe | Antall arter | 1968 | 2019 |
| R | 2 | ■ | ■ |
| R | 4 | ■ | ■ |
| P | 3 | ■ | ■ |
| P | 2 | ■ | ■ |
| P | 2 | ■ | ■ |
| C | 1 | ■ | ■ |
| C | 1 | ■ | ■ |
| C | 5 | ■ | ■ |

Tabell A5.15: Oversikt over antall arter funnet ved lokalitet 17 kun i 1968, kun i 2019 eller i både 1968 og 2019. R = Rhodophyta, P = Phaeophyceae og C = Chlorophyta.

| Lokalitet 17 | | | |
|--------------|--------------|------|------|
| Gruppe | Antall arter | 1968 | 2019 |
| R | 1 | ■ | ■ |
| R | 5 | ■ | ■ |
| P | 3 | ■ | ■ |
| P | 1 | ■ | ■ |
| C | 1 | ■ | ■ |
| C | 3 | ■ | ■ |

Lokalitet 18

Som tabell A5.16 viser, er det funnet flere alger ved lokalitet 18 i 2019 enn i 1968. I 2019 ble det funnet 9 arter: 5 rødalger, 1 brunalge og 3 grønnalger, og i 1968 ble det funnet 5 arter: 1 rødalge, 2 brunalger og 2 grønnalger. Av alle artsfunnene registrert ved lokalitet 18, ble 12 % registrert i både 1968 og 2019, mens 24 % kun ble funnet i 1968, og 65 % kun i 2019. Det er ingen fremmede arter ved denne lokaliteten.

Lokalitet 19

Som tabell A5.17 viser, er det funnet flere alger ved lokalitet 19 i 2019 enn i 1968. I 2019 ble det funnet 12 arter: 5 rødalger, 3 brunalger og 4 grønnalger, og i 1968 ble det funnet 2 arter: 0 rødalger, 1 brunalge og 1 grønnalge. Av alle artsfunnene registrert ved lokalitet 19, ble 87 % registrert i 2019, mens 13 % kun ble funnet i 1968. Det var ingen arter ved denne lokaliteten som ble registrert i både 1968 og 2019, og algesamfunnet ved lokalitet 19 har derfor gått gjennom en stor endring på 50 år. Det er ingen fremmede arter ved denne lokaliteten.

Tabell A5.16: Oversikt over antall arter funnet ved lokalitet 18 kun i 1968, kun i 2019 eller i både 1968 og 2019. R = Rhodophyta, P = Phaeophyceae og C = Chlorophyta.

| Lokalitet 18 | | | |
|--------------|--------------|------|------|
| Gruppe | Antall arter | 1968 | 2019 |
| R | 1 | ■ | |
| R | 5 | | ■ |
| P | 2 | ■ | |
| P | 1 | | ■ |
| C | 1 | ■ | ■ |
| C | 1 | ■ | |
| C | 2 | | ■ |

Tabell A5.17: Oversikt over antall arter funnet ved lokalitet 19 kun i 1968, kun i 2019 eller i både 1968 og 2019. R = Rhodophyta, P = Phaeophyceae og C = Chlorophyta.

| Lokalitet 19 | | | |
|--------------|--------------|------|------|
| Gruppe | Antall arter | 1968 | 2019 |
| R | 5 | | ■ |
| P | 1 | ■ | |
| P | 3 | | ■ |
| C | 1 | ■ | |
| C | 4 | | ■ |

Appendiks VI

Oversikt over arter funnet i både det ytre og det indre området, arter funnet kun i det ytre eller kun i det indre området.

Forklaring:

Uthevet skrift: Resultatet stemmer overens med Røinaas' resultat i 1968.

Markert med *: Resultatet avviker fra Røinaas' resultat i 1968.

Ingen markering: Røinaas fant ikke denne arten.

A = Ascomycota (lav), C = Chlorophyta (grønnalge), P = Phaeophyceae (brunalge), R = Rhodophyta (rødalge)

Arter funnet i det ytre og det indre området:

Verrucaria maura (A)

Verrucaria mucosa (A)

Acrosiphonia arcta (C)* Røinaas fant denne kun i det ytre området

Chaetomorpha melagonium (C)

Chaetomorpha aerea (C)* Røinaas fant denne kun i det ytre området

Cladophora rupestris (C)

Cladophora spp. (C)

Monostroma grevillei (C)

Protomonostroma undulatum (C)

Ulothrix flacca (C)

Ulothrix implexa (C)

Ulothrix subflaccida (C)

Ulva compressa (C)

Ulva intestinalis (C)

Ulva lactuca (C)

Ulva prolifera (C)

Urospora penicilliformis (C)

Ascophyllum nodosum (P)

Chorda filum (P)* Røinaas fant denne kun i det ytre området

Chordaria flagelliformis (P)* Røinaas fant denne kun i det ytre området

Dictyota dichotoma (P)* Røinaas fant denne kun i det ytre området

Ectocarpus fasciculatus (P)

Ectocarpus siliquulosus (P)

Elachista fucicola (P)

Fucus serratus (P)

Fucus vesiculosus (P)

Laminaria digitata (P)

Laminaria hyperborea (P)* Røinaas fant denne kun i det ytre området

Pylaiella littoralis

Ralfsia verrucosa (P)* Røinaas fant denne kun i det ytre området

Spermatochnus paradoxus (P)

Sphacellaria cirrosa (P)

Acrochaetium spp. (R)

Ahnfeltia plicata (R)

Bangia fuscopurpurea (R)* Røinaas fant denne kun i det ytre området

Bonnemaisonia hamifera (R)* Røinaas fant denne kun i det ytre området

Callithamnion corymbosum (R)

Carradoriella elongata (R)* Røinaas fant denne kun i det ytre området

Ceramium secundatum (R)* Røinaas fant denne kun i det ytre området

Ceramium tenuicorne (R)* Røinaas fant denne kun i det indre området
***Ceramium virgatum* (R)**
***Furcellaria lumbricalis* (R)**
***Hildenbrandia rubra* (R)**
Leptosiphonia fibrillosa (R)* Røinaas fant denne kun i det ytre området
Phyllophora pseudoceranoïdes (R)* Røinaas fant denne kun i det ytre området
Polysiphonia stricta (R)* Røinaas fant denne kun i det ytre området
Porphyra purpurea (R)
Porphyra umbilicalis (R)* Røinaas fant denne kun i det ytre området
***Rhodomela confervoides* (R)**
Scagelia pylaisaei (R)
***Vertebrata fucoïdes* (R)**

Arter kun funnet i det ytre området:

***Bryopsis plumosa* (C)**
***Codium fragile* (C)**
***Alaria esculenta* (P)**
Chaetopterus plumosa (P)* Røinaas fant denne i begge områder
Cladostephus spongiosum (P)* Røinaas fant denne kun i det indre området
***Colpomenia peregrina* (P)**
***Desmarestia aculeata* (P)**
***Desmarestia viridis* (P)**
Dictyosiphon foeniculaceus (P)* Røinaas fant denne i begge områder
Elachista stellaris (P)
***Halidrys siliquosa* (P)**
***Laminariocolax tomentosoides* (P)**
***Halosiphon tomentosus* (P)**
***Petalonia fascia* (P)**
***Saccharina latissima* (P)**
Sargassum muticum (P)
***Seytosiphon lomentaria* (P)**
Spongonema tomentosum (P)* Røinaas fant denne i begge områder
Callithamnion tetragonum (R)
Chondrus crispus (R) Røinaas fant denne i begge områder
Chylocladia verticillata (R) Røinaas fant denne i begge områder
Coccotylus truncatus (R)
***Corallina officinalis* (R)**
***Cystoclonium purpureum* (R)**
Dasyisiphonia japonica (R)
Delesseria sanguinea (R)
***Dilsea carnosa* (R)**
Dumontia contorta (R)* Røinaas fant denne i begge områder
***Gaillona seposita* (R)**
Gloiosiphonia capillaris (R)
***Leptosiphonia brodiei* (R)**
***Lomentaria clavellosa* (R)**
***Mastocarpus stellatus* (R)**
Melanothamnus harveyi (R)
***Melobesia membranacea* (R)**
***Membranoptera alata* (R)**
***Osmundea truncata* (R)**
***Palmaria palmata* (R)**

***Phycodrys rubens* (R)**

Phymatolithon lenormandii (R)* Røinaas fant denne i begge områder

***Phymatolithon purpureum* (R)**

***Plocanium lyngbyanum* (R)**

***Plumaria plumose* (R)**

Polyides rotunda (R)* Røinaas fant denne i begge områder

***Porphyra linearis* (R)**

***Ptilota gunneri* (R)**

***Rhodomela lycopodioides* (R)**

Rubrointrusa membranacea (R)* Røinaas fant denne i begge områder

***Scagelothamnion pusillum* (R)**

***Spermothamnion repens* (R)**

Vertebrata byssoides (R)* Røinaas fant denne i begge områder

Vertebrata lanosa (R)

Arter kun funnet i det indre området:

Polysiphonia hemisphaerica (R)