



Statlig program for forurensningsovervåking

SUKKERTAREPROSJEKTET STATUSRAPPORT NR. 3

1020

2008



UNIVERSITETET
I OSLO



NIVA



s ft:

Statlig program for forurensningsovervåking
Sukkertareprosjektet

SPFO-rapport: 1020/2008
TA-2398/2008
ISBN 82-577-5320-7

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn SFT
Utførende institusjon: Norsk institutt for vannforskning NIVA

- **Sukkertareprosjektet**
- **Statusrapport nr. 3**

**Rapport
1020/08**

Statusrapport nr. 3 fra Sukkertareprosjektet.



Samarbeidsparter:
Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo
Havforskningsinstituttets Forskningsstasjon Flødevigen
Norsk institutt for vannforskning

Utgivende institusjon:
Norsk institutt for vannforskning
NIVA-prosjektnr.: O-27046
NIVA-rapport: 5585-2008

FORORD

Da omfanget av sukkertaredøden langs kyst av Skagerrak ble kjent høsten 2004, opprettet Miljøverndepartementet Sukkertareprosjektet for å kartlegge omfanget og identifisere årsaker, mulige konsekvenser og tiltak. Sukkertareprosjektet ledes av Statens forurensningstilsyn (SFT) i samarbeid med Direktoratet for naturforvaltning (DN).

Sukkertareprosjektet har bestått av mange aktiviteter og aktører. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Havforskningsinstituttet, Meteorologisk institutt, Universitetene i Oslo og Bergen, Agder Naturmuseum, Bioforsk og Nansensenteret m.fl. har alle bidratt med viktig kunnskap og innsats for måloppnåelse i prosjektet. Rapporter fra Sukkertareprosjektet er publisert jevnlig på SFTs hjemmeside for prosjektet.


Statusrapport nr 1 (TA-2193, 2006) ga en oversikt over igangsatte aktiviteter og hovedkonklusjoner som kunne trekkes innledningsvis. Prøveinnsamling og analysearbeidet fortsatte for å styrke konklusjonsgrunnlaget. Våren 2007 kom Statusrapport nr 2 (TA-2232) og sommeren 2007 ble det publisert en klimafokusert rapport fra Sukkertareprosjektet (TA-2279). I herværende rapport, statusrapport nr 3, gis en status fra undersøkelser som har vært ledet av NIVA. Den gir en oppsummering av kunnskapsstatus i sukkertareprosjektet med vurderinger av årsakssammenhenger og av mulige tiltak.

Flere har bidratt direkte til det som rapporteres her. Elisabeth Alve ved Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo, har hatt ansvar for mineralogiske analyser. Henning Steen fra Havforskningsinstituttets Forskningsstasjon Flødevigen har hatt ansvar for klimabidraget fra endringer i sjøtemperatur samt vekstforsøk med sukkertare. Institutt for Energiteknikk (IFE) har utført isotopanalyser på karbon og nitrogen. Fra NIVAs seksjon for biologisk mangfold har Hartvig Christie, Lise Tveiten, Janne Gitmark, Christine Olseng, Torbjørn Johnsen og Wenche Eikrem bidratt med hhv. dykkeundersøkelser, faunaanalyser og økosystemvurderinger; innsamlinger og ansvar for prøvelogistikk; taksonomisk opparbeidelse av floraprøver og biomassemålinger; felt og artsanalyse på Vestlandet; og taksonomiske analyse av mikroalger i bunnslam.

Frithjof E. Moy har vært prosjektleder for sukkertareprosjektet på NIVA siden oppstart i 2002 og har hatt ansvar for feltundersøkelser, sukkertareforsøk og dataanalyser, foruten hovedansvaret for denne rapporten.

Alle takkes for et godt samarbeid.

Grimstad, 26. mars 2008



Frithjof Moy

Rapporten skal refereres som følger:

Moy FE, Christie H, Alve E, Steen H, 2008. Statusrapport nr 3 fra Sukkertareprosjektet. SFT-rapport TA-2398/2008. NIVArapport 5585. s 67.

INNHold

1. Sammendrag.....	3
2. Innledning.....	7
2.1 Aktiviteter i Sukkertareprosjektet	7
2.2 Rapporter i Sukkertareprosjektet.....	8
3. Tilstand.....	10
3.1 Skagerrak.....	10
3.2 Rogaland.....	14
3.3 Hordaland.....	16
3.3.1 Hardangerfjorden	19
3.4 Situasjonen i andre land	23
3.4.1 Sverige.....	23
3.4.2 Danmark	25
3.4.3 Andre land	26
4. Årsakssammenhenger.....	27
4.1 Økosystemet	27
4.2 Artssammensetning	35
4.2.1 Alger i sukkertarevegetasjon og algematter	35
4.2.2 Fauna i sukkertarevegetasjon og algematter	37
4.2.3 Fiskefauna i sukkertare- og andre vegetasjonstyper	39
4.3 Næringssalter, klima og vekst og fertilitet hos sukkertare	42
4.3.1 Sjøtemperatur og næringssalter	42
4.3.2 Vekst og fertilitet hos sukkertare	46
4.4 Slam og partikler	49
4.4.1 Mengde.....	50
4.4.2 Mineralsk innhold	51
5. Tiltak	55
6. Hva betyr tapet av sukkertareskogen?.....	58
7. Referanser.....	61
Vedleggstabeller	63

1. Sammendrag

Tilstand

Tilstanden for sukkertare i Skagerrak har generelt vært dårlig i hele undersøkelsesperioden 2004 til 2007. Kartleggingen sommeren 2007 endret ikke på denne tilstandsstatusen. Likevel, høsten 2007 ble det observert nye, småplanter av sukkertare på 3 av de 10 faste overvåkingsstasjonene, hvor taren til nå har vært sparsom eller fraværende. Videre vekst og utvikling av disse i 2008 vil gi oss god indikasjon på sukkertarens mulighet til gjenvekst på beskyttet kyst av Skagerrak. Lave næringssaltkonsentrasjoner, sammen med normal sommertemperatur, ga mindre mengder med trådalger og medvirket til økt overlevelse av sukkertarespirer gjennom sommeren. De varme somrene i 2004 og 2006 var sterkt dominert av ulike trådalger og ingen sukkertarespirer ble funnet påfølgende høst.

I Rogaland er tilstanden for sukkertare fortsatt generelt dårlig unntatt på lokaliteter med stor vannbevegelse (bølgeeksponert eller strøm). Tilstandsutviklingen for sukkertare har vært fulgt i perioden 2005 - 2007 på stasjoner i søndre del av Boknafjorden og Høgsfjorden. Om sommeren vokser det store mengder av trådalger på sjøbunnen og på gjenlevende tareplanter. De dominerende trådalgene, som bleiktuste og martaum, visner om høsten og vinterstid er sjøbunnen naken med lite vegetasjon. Det er noe slam til stede, men ikke så mye som i Skagerrak og det meste er kalk- og skjellfragmenter. I november 2007 ble det observert tett med små, unge sukkertarerekrutter på 4 av de 18 undersøkte stasjonene. Videre vekst og utvikling av disse i 2008 vil gi oss god indikasjon på muligheten for gjenvekst av sukkertare i fjordområder i Rogaland.

Sukkertaretilstanden i Hordaland viste store geografiske variasjoner. I 2005-2006 ble det observert god forekomst av sukkertare på ca 2/3-deler av lokalitetene, men på ca. halvparten av disse vokste det også tett trådalgevegetasjon. Tilstanden ble derfor vurdert som god (normal tareskog), moderat (tare, men dominerende trådalger) og dårlig (ingen eller lite tare og dominerende trådalger) på hhv. en 1/3-part hver av stasjonene. Tilstanden er fulgt opp på utvalgte stasjoner i Raunefjorden og Fanafjorden i 2006-2007. I 2006 ble tilstanden dårligere med tap av sukkertare og økt dominans av trådalger i begge fjordene, men høsten 2007 ble det observert en forbedring med gjenvekst av sukkertare, spesielt i Fanafjorden.

En befaring i Hardangerfjorden viste at sukkertarevegetasjonen hadde gått markert tilbake sammenliknet med tidligere undersøkelse fra 1963. Det ble funnet at indre grense for sukkertarevegetasjon er flyttet ca 40 km utover i fjorden. Bunnvegetasjonen i store deler av fjorden var i dag dominert av de samme trådalgene som dominerer på andre berørte områder av Vestlandet.

På svensk og dansk side av Skagerrak/Kattegat har sukkertaren også hatt en markert tilbakegang. Det er her observert en tilsvarende endring i bunnvegetasjonen som på vår side av Skagerrak. På ytre svensk vestkyst og på stenrev i nordre Kattegat er det bare funnet mindre variasjon i sukkertarebestanden, og tilstanden her betegnes som normal, på lik linje med vår ytre kyst. Disse stenrevene eller utsjøbankene, ligger i strømrrike og bølgeeksponerte områder hvor det fysiske miljøet er svært forskjellig fra fjorder og norsk og svensk skjærgård. Både i Norge, Sverige og Danmark har forekomsten av sukkertare blitt kraftig redusert i områder med næringssaltbelastning og lav vannbevegelse. De svenske og danske undersøkelser er utført med finansiell støtte fra Nordisk Ministerråd (MiFi). I andre Nordsjøland har det vært enkelte undersøkelser hvor status på sukkertare kan avledes. På Helgoland, Tyskland, er sukkertarebestanden gått tilbake, men her har stortare økt i forekomst

og overtatt de områder som sukkertare tidligere dekket. Fra kysten av Irland og Sør-England er det rapportert om tilbakegang i bestanden av flere tarearter. På kysten av Skottland er det ikke observert tilbakegang i sukkertarebestandene. Kysten av Skottland har stor tidevannsforskjell slik at det her er stor vannutskiftning. Tilsvarende ser vi også god tilstand på Vestlandet i områder med god vannutveksling.

Økosystemet

Sukkertareøkosystemet er strukturert av den store og flerårige sukkertaren som skaper et stabilt skogsmiljø på sjøbunnen. Økosystemet av store tareplanter, små alger (undervegetasjon), mikroorganismer, krepsdyr, snegl og fisk, fungerer gjennom interaksjoner mellom artene og med det fysiske og kjemiske miljøet de lever i. Sukkertaren huser mange av disse artene, men er også avhengig i mange av dem arter som for eksempel enkelte snegl.

Sukkertaren er tilpasset og indirekte avhengig av den naturlige variasjonen i konsentrasjonen av næringssalter i havet, med høye konsentrasjoner i vinterhalvåret og lave konsentrasjoner i sommerhalvåret (bundet opp i biomasse). Sukkertaren tar opp og lagrer næringssalter i vinterhalvåret og bruker dette til sin vekst utover vår og sommer. De hurtigvoksende trådalgene som blomstrer sommerstid, er hele tiden avhengig av tilførte næringssalter til sin vekst. Økte tilførsler av næringssalter vil derfor gi grunnlag for økt vekst av hurtigvoksende trådalger.

Små krepsdyr og snegl er viktige beitere på alger i økosystemet og spiser blant annet påvekst-alger på tarebladene og hjelper til med å holde taren ren. Disse dyrene er igjen føde for lokal småfisk og større omstreifende rovfisk. Nedgang i rovfisk (for eksempel torsk) kan redusere bestanden av disse viktige algespiserne fordi redusert topp-predasjon kan føre til økte mengder av lokale småfisk som igjen gir økt predasjonen på krepsdyr og snegl.

Trådalgesamfunnet som mange steder har erstattet sukkertareskogen, tilbyr et annet og mer ustabil miljø med sterke årstidsvariasjoner. Trådalgesamfunnet har sommerstid ofte høyere artsdiversitet av makroalger enn sukkertaresamfunnet, men likevel vurderer vi økosystemet uten sukkertare som fattigere fordi trådalgesamfunnet inneholder færre funksjonelle roller og etterlater en naken sjøbunn gjennom vinterhalvåret. Det har konsekvenser for flerårige arter og for fisk som trenger tilgang på både skjul og mat hele året.

Det er stor forskjell i artssammensetningen av både alger og dyr i en sukkertareskog og trådalgesamfunnet som har erstattet denne. Vi finner generelt samme arter i begge samfunnene, men mengden av de ulike artene er høyst forskjellig. Forekomsten av trådalger og andre hurtigvoksende opportunister er lav i sukkertaresamfunnet, men disse algene dominerer i trådalgesamfunnet. "Tretoppvegetasjonen" (canopyvegetasjon) av flerårige sukkertare er erstattet av hurtigvoksende, kortlevde sommeralger som martaum og tuste. Skifte i vegetasjon har ført til at antall små dyr i sjøvegetasjonen er redusert med omtrent $\frac{3}{4}$ -deler. Spesielt er antallet av viktige beitere som snegl sterkt redusert.

Ulike vegetasjonstyper synes å være oppvekstområde for ulike typer av fisk. Rovfisk som torsk, besøker alle vegetasjonstyper, også trådalgesamfunnet, på sin jakt etter føde. Det betyr større beitetrykk på byttedyr i vegetasjonstyper som gir lite skjul for rovfisk.

Både fysiske/kjemiske faktorer som næringssalter og temperatur, og biologiske faktorer som konkurranse, algespisere og bestand av rovfisk, er viktige faktorer som i et samspill regulerer balansen i økosystemet.

Verdisetting

Et skifte fra helårs sukkertareskog til et sommersamfunn av trådalger betyr tap av primærproduksjon og tap av et stabilt habitat for evertebrater og fisk. Dette innebærer tap av biologisk mangfold som til sammen har konsekvenser for samfunnet gjennom flere kanaler. Verditap knyttet til tap av naturtype og biologisk mangfold, redusert rekreasjonsverdi (fritidsfiske, fangst og bading) og tapt potensiell produksjon av fisk og andre ressurser til næringsvirksomhet, utgjør store beløp selv om det er knyttet store usikkerheter til beregningen. Tap av tareskog utgjør i tillegg et betydelig tap av CO₂-binding. Verdisetting er ikke kartlagt fullt ut i denne rapporten og det jobbes derfor videre mot en mer helhetlig verdsetting basert på et bredere datagrunnlag som også tar hensyn til alle typer verdikomponenter.

Årsakssammenhenger

Årsakene til bortfallet av sukkertare i Sør-Norge er mange, sammenhengende og komplekse, og få kan sies å være ferdig utforsket. Fram til 2010 løper et Forskningsrådfinansiert prosjekt som tester hypoteser på sammenhenger mellom sukkertare, trådalger, næringsalter og temperatur. Det vil gi verdifull kunnskap som utfyller den kunnskap som til nå er samlet gjennom et mangfold av undersøkelser utført med målsetning å finne årsakssammenhenger med sikte på mulige tiltak.

Vi vet at:

- sukkertare er erstattet av opportunistiske trådalger på store deler av beskyttet kyst på Sørlandet (anslagsvis 90 %) og Vestlandet (anslagsvis 50 %).
- trådalger øker sin forekomst der sukkertare går tilbake
- reduksjon i sukkertarevegetasjonen har ført til mindre skjul og oppvekstområder for fisk.
- antall små dyr, hvorav mange er viktige føde for fisk, er redusert med 75 % i trådalgesamfunn sammenliknet med sukkertareskog.
- kråkebollebeiting er ikke årsak til bortfall av sukkertare i Sør-Norge, slik som kråkeboller er årsak til at tareskogene i store deler av Nord-Norge har blitt borte.
- Skagerrak har vært utsatt for en langvarig overgjødning, spesielt av nitrogen, fra både lokale og langtransporterte kilder. Langtransporterte tilførsler er redusert siste 10-år og gjør lokale tilførsler relativt sett mer viktige.
- basert på teoretiske beregninger (TEOTIL), har menneskeskapt tilførsler av næringsalter økt betydelig på Vestlandet siste 10-år, spesielt om sommer og høst hvor naturlige bakgrunnskonsentrasjoner normalt er lave.
- overgjødning (eutrofiering) har i følge referanselitteratur, en negativ innvirkning på sjøvegetasjonen ved å forårsake økt vekst av hurtigvoksende, opportunistiske alger og tap av langsomtvoksende, strukturerende arter som sukkertare.
- sukkertaren er tilpasset og indirekte avhengig av den naturlige variasjonen i konsentrasjonen av næringsalter i havet, som varierer mellom høye konsentrasjoner i vinterhalvåret og lave konsentrasjoner i sommerhalvåret. Taren tar opp og lagrer næringsalter i vinterhalvåret og bruker dette til sin vekst utover vår og sommer.
- de hurtigvoksende trådalgene som blomstrer sommerstid, hele tiden er avhengig av tilførsler av næringsalter til sin vekst.
- økte tilførsler av næringsalter i sommerhalvåret gir økt vekst av hurtigvoksende trådalger, mens sukkertaren ikke kan utnytte næringsalttilskuddet. Det gir en konkurranse-dreining til fordel for trådalgene.
- klimaendringer har gitt økt frekvens av varme år med høye sommertemperaturer og milde vintre med store avrenninger fra land.

- sjøtemperaturen somrene 1997, 2002 og 2006 var kritisk høye for sukkertaren i Skagerrak og deler av Vestlandet. Det har med stor sannsynlighet ført til reduksjoner i bestanden.
- veksthastigheten hos trådalger generelt øker med økt temperatur. Veksthastigheten hos sukkertare er ikke tilsvarende stimulert.
- økt nedbør om høst og vinter har gitt økt transport av næringsstoffer, organisk stoff, slam og annet til kystområdene.
- nedslamming av gruntvannsområder er et problem på Skagerrakkysten som har oppstått de siste 20 årene. Mest slam er målt i vinterhalvåret når sukkertaren skal rekruttere.
- nedslamming er ikke et tilsvarende problem i undersøkte områder av Vestlandet.
- bunnslam reduserer kimplantenes spiringssuksess betydelig og kan svekke sukkertarens behov for godt feste til fast underlag for å kunne bære den 1-3 m store algen.
- bunnslammet har et høyt organisk innhold og ca. 75 % stammer fra marin produksjon, hvorav trådalger, planktonalger og bentiske mikroalger utgjør en betydelig andel.
- leirmineralene (den mineralske delen) i bunnslammet kommer hovedsakelig fra lokale kilder og de store østlandske elvene er sannsynlig de dominerende kildene.
- leirmineralanalysene viser at de sørvestre deler av Skagerrak også mottar langtransporterte tilførsler av finpartikulært, uorganisk sediment fra sydlige kilder i Nordsjøen. Det stemmer med at havstrømmene leder Nordsjøvann inn til denne del av kysten.
- Da sukkertaren har gått generelt tilbake på hele kyststrekningen, er det ingen umiddelbar sammenheng mellom fordelingen av leirmineraler og sukkertaretilstand.

Vi mener at

- eutrofi sammen med økt sommertemperatur er direkte årsaker til bortfall av sukkertaren. Ulike miljøforhold på Sørlandet og Vestlandet gir ulik artssammensetning, men den sterke veksten av trådalger begge steder forutsetter næringssalttilførsler i sommerhalvåret.
- reduksjon i overkonsentrasjoner av næringsalter er en nødvendig forutsetning for mulig gjenvekst av sukkertareskog. Tiltak mot lokale tilførselskilder er nødvendig i områder hvor det er høye eller økende lokale næringssalttilførsler.
- tiltak som reduserer avrenning av organisk materiale, også i lys av klimaendringer, synes viktig med hensyn på å redusere nedslamming av bunnsområdene på indre kyst som har negativ effekt på spiring av sukkertarekimplanter.
- høy bestand av leppefisk kan bidra til opprettholdelse av trådalgesamfunnet blant annet gjennom for høyt beitepress på snegl og andre algespisere som har en viktig funksjonell rolle i sukkertareøkosystemet.
- topp-predatorer og nøkkelorganismer i økosystemet er med og bestemmer utviklingen i sjøvegetasjonen. Vi erkjenner å ha for liten kunnskap om denne type årsakssammenhenger.
- mikroorganismer, miljøgifter, sykdom etc. kan ha betydning for sukkertarens helse, men er ikke blitt studert nærmere da vi ikke er observert direkte tegn til slike sammenhenger.
- etablering av ”grønne oaser” gjennom utsåing og utplantning av sukkertare i kombinasjon med kunstige rev øker sjansen for gjenvekst av sukkertare og revitalisering av sukkertareøkosystemet med dets potensiale for rik og mangfoldig produksjon.
- revitalisering av kystsonen med gjenvekst av sukkertareskogene og tarevegetasjonen generelt, kan gi samfunnsøkonomisk avkastning langt ut over tiltakskostnader.

2. Innledning

I denne statusrapport nr 3 fra Sukkertareprosjektet rapporteres hovedkonklusjoner og kunnskapsstatus med hensyn til tilstand og årsakssammenhenger avdekket så langt. Det er mange personer og institusjoner som Havforskningsinstituttet, Meteorologisk institutt, Universitetene i Oslo og Bergen, Bioforsk og flere, som har vært involvert i Sukkertareprosjektet og deler æren for at det har vært mulig å fremskaffe mye og god kunnskap i løpet av relativt kort tid. Forskningen knyttet til sukkertareproblematikken fortsetter og nytt i den sammenheng er et forskningsrådfinansiert sukkertareprosjekt som med vitenskapelige metoder skal etterprøve mange av hypotesene. Forskningsprosjektet ledes av NIVA i samarbeid med HI og Universitetene i Oslo og Bergen og forskningen vil være godt integrert med det øvrige arbeidet finansiert av Miljøverndepartementet. Denne foreliggende rapporten er skrevet av NIVA i samarbeid med Havforskningsinstituttet og Institutt for Geofag, UiO.

2.1 Aktiviteter i Sukkertareprosjektet

I det følgende gis her en kort punktvis oversikt over aktiviteter gjennomført i sukkertareprosjektet.

Aktivitetsoversikt for 2007

1. Aktiviteter videreført fra 2006
 - a. Tilstandsundersøkelser i Skagerrak gjennomført vinter, vår, sommer og høst for studere sesongvariasjoner og følge utviklingen i sjøvegetasjon og bunnslam.
 - b. Tilstandsundersøkelser i Rogaland. Undersøkelsen er utvidet til vinter, vår, sommer og høst for studere sesongvariasjoner og følge utviklingen i sjøvegetasjon og bunnslam.
 - c. Tilstandsundersøkelser i Hordaland. Undersøkelsen er utvidet til vinter, vår, sommer og høst for studere sesongvariasjoner og følge utviklingen i sjøvegetasjon og bunnslam.
 - d. Videreføring av vekst og fertilitetsstudier av sukkertare
 - e. Utplanting av mer sukkertare i feltene på Terneholmen, Arendal.
2. Nye kartleggingsaktiviteter
 - a. Undersøkelser av tilstanden i sjøvegetasjonen i Hardangerfjorden (midtre del av fjorden)
 - b. Undersøkelser av tilstanden i sjøvegetasjonen på svensk og dansk side av Skagerrak/Kattegat. Arbeidet var finansiert av Nordisk Ministerråd.
3. Tiltaksrettede arbeider
 - a. Etablering av ”grønne oaser” med utplanting og utsåing av sukkertare, samt utsetting av steinbrikker med sukkertarespirer på stasjoner i Arendal og Grimstad
 - b. ”Grønn grus” pilot for å studere en mulige kostnadseffektiv metode for utsåing av sukkertare. Arbeidet er medfinansiert av Aust-Agder Kompetanse og Utviklingsfond.
4. Fiske i ulike vegetasjonstyper for økt kunnskap om næringsnett og økosystemkonsekvenser av skifte i sjøvegetasjonen.
5. Oppstart av 4-årig forskningsrådsprosjektet på sukkertare finansiert av Norges forskningsråd.

Aktivitetsoversikt for 2006

1. Aktiviteter videreført fra 2005
 - a. Vinter, vår, sommer og høstundersøkelser av faste stasjoner i Skagerrak for studere sesongvariasjoner og følge utviklingen i sjøvegetasjon og bunnslam.
 - b. Sommer og høstundersøkelser av stasjoner i Rogaland for å følge utviklingen i sjøvegetasjon og bunnslam.
 - c. Sommer og høstundersøkelser av stasjoner i Hordaland for å følge utviklingen i sjøvegetasjon og bunnslam.
2. Nye kartleggingsaktiviteter
 - a. Kartlegging av tilstanden i Sogn og Fjordane (sommertilstand)
 - b. Kartlegging av tilstanden i Møre og Romsdal (sommertilstand).
3. Innledende sukkertarestudier
 - a. Vekst og fertilitetsstudier av sukkertare på tau i Flødeviga
 - b. Labforsøk med bunnslam og sukkertaresporer for å studere effekter av bunnslam på sporer og spiring.
 - c. Feltforsøk med utplantning av sukkertare til berørte områder.
4. Klimatiske analyser av langtidsdaserier med utgangspunkt i Kystovervåkingsdata, hydrografiske data, JOVA-data, elveavrenningsdata (RID og Sur nedbør) og meteorologiske data med mulig betydning for sukkertaren. Fase 2 av aktiviteten ble gjennomført i 2006 og rapportert i 2007 (TA-2279). Fase 2 var en mer inngående analyse av utvalgte daserier innsamlet og systematisert i fase 1 i 2005.

Aktiviteter gjennomført i 2005:

1. Sediment, bunnslam og biologiske undersøkelser på utvalgte stasjoner og etablering av 10 stasjoner for rutinemessig innsamling i Skagerrak.
2. Tilstandsundersøkelser i Skagerrak og i Rogaland og Hordaland.
3. Oppdykking av PA Åsens gamle stasjoner i Vest-Agder.
4. Målinger av partikkeltransport i Numedalslågen.
5. Dekke av bunnslam på hardbunn vurdert ut fra analyse av stereofoto og undervannsvideo blant annet fra Kystovervåkingsprogrammet.
6. Vegetasjonsendringer på strandnotstasjoner og undersøkelser av sammenheng med variasjoner i forekomst av fisk langs Skagerrakkysten.
7. Sammenstilling av relevante langtidsserier for analyse av klimatiske endringer med betydning for sukkertaren (fase 1, jfr. punkt 4 i 2006 ovenfor).

2.2 Rapporter i Sukkertareprosjektet**2007**

Statusrapport nr. 2 fra Sukkertareprosjektet, SPFO-rapport: 978/2007, TA-2232/2007
Skagerrak, Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal

Sukkertareprosjektet: Analyse av klima- og miljøovervåkingsdata med betydning for sukkertare. TA-2279/2007

2006

Statusrapport nr. 1 fra Sukkertareprosjektet, SPFO-rapport: 961/2006, TA-2193/2006

Vegetasjonsendringer på utvalgte strandnotstasjoner i perioden 1989-2005 og sammenheng med variasjoner i forekomster av fisk. TA-2178/2006

Gjennomgang av historiske strandnotdata. Sammenheng mellom utbredelse av sukkertare og annen makrovegetasjon og forekomst av fisk. TA-2177/2006

Prosjektrapporteringsnotat: Sukkertare langs norske kysten: Klima, langtransporterte og lokale tilførsler. Fase 1: Analyse av overvåkings- og klimadata, 9. mars 2006.

Åsen PA. 2006. Marin benthosalgevegetasjon i Vest-Agder (Hidra-Kristiansand) 2005. Oppdykking av 11 stasjoner fra 1976-1988 med spesiell referanse til sukkertare. Natur i Sør, Agder naturmuseum rapport 2006-1.

Åsen PA. 2006. Utviklingen av marin benthosalgevegetasjon i Vest-Agder 1975-2005 med spesiell referanse til sukkertare. Natur i Sør, Agder naturmuseum rapport 2006-2.

2005

Undersøkelser av tilstanden i sukkertaresamfunn på Vestlandet i 2005.
<http://www.sft.no/publikasjoner/overvaking/2131/ta2131.pdf>

Undersøkelser av tilstanden i sukkertaresamfunn på Skagerrak sommeren 2005
Delrapport: *Biologiske analyser*. <http://www.sft.no/publikasjoner/overvaking/2122/ta2122.pdf>

Undersøkelser av tilstanden i sukkertaresamfunn på Skagerrak sommeren 2005
Delrapport: *Sedimentanalyser*. <http://www.sft.no/publikasjoner/overvaking/2135/ta2135.pdf>

Sukkertareskogen forsvinner fra Skagerrakkysten. Ekstraordinær overvåkning og analyser i 2005. http://www.sft.no/nyheter/dokumenter/sukkertareskogen_notat180105.pdf

Sedimentasjon på hardbunn i Skagerrak – en screening av undervannsbilder og film fra perioden 1990-2004. NIVA-notat, mai 2005. 11 s.

2004

Omfang av sukkertaredød på Skagerrakkysten: Toktrapport fra undersøkelser august 2004
<http://www.sft.no/publikasjoner/overvaking/2049/ta2049.pdf>

Kystovervåkingsprogrammet. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Årsrapport for 2003. <http://www.sft.no/publikasjoner/overvaking/2025/ta2025.pdf>

Se også

Miljøstatus i Norge: http://www.miljostatus.no/templates/themepage_5355.aspx

SFT: http://www.sft.no/tema_41897.aspx

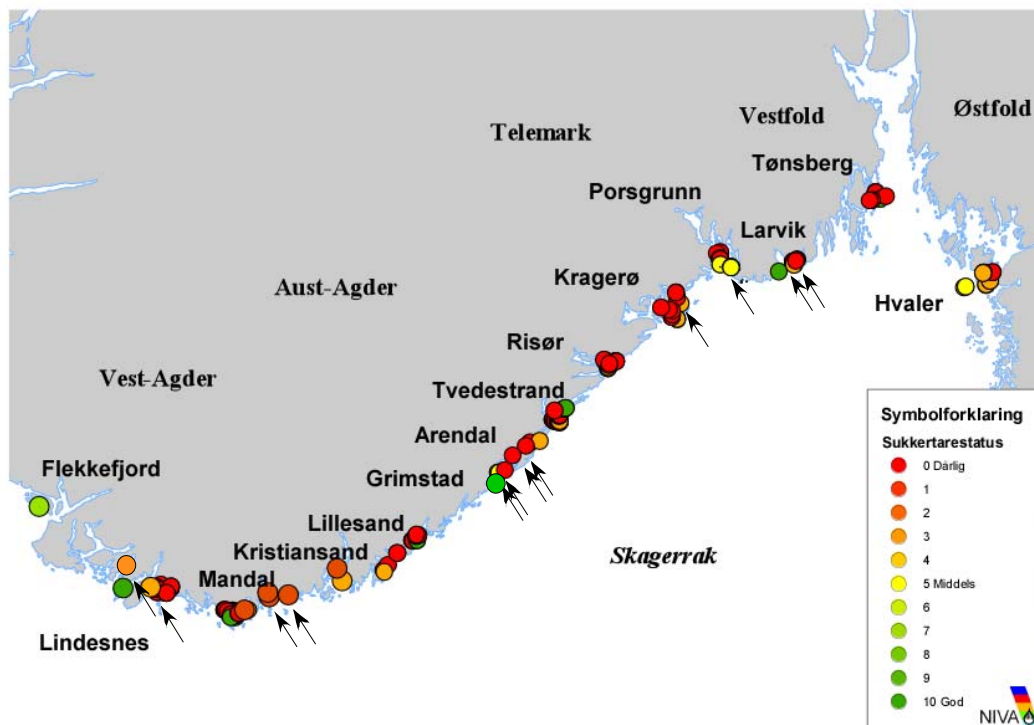
NIVAs temaside på www.niva.no/tareskog

3. Tilstand

3.1 Skagerrak

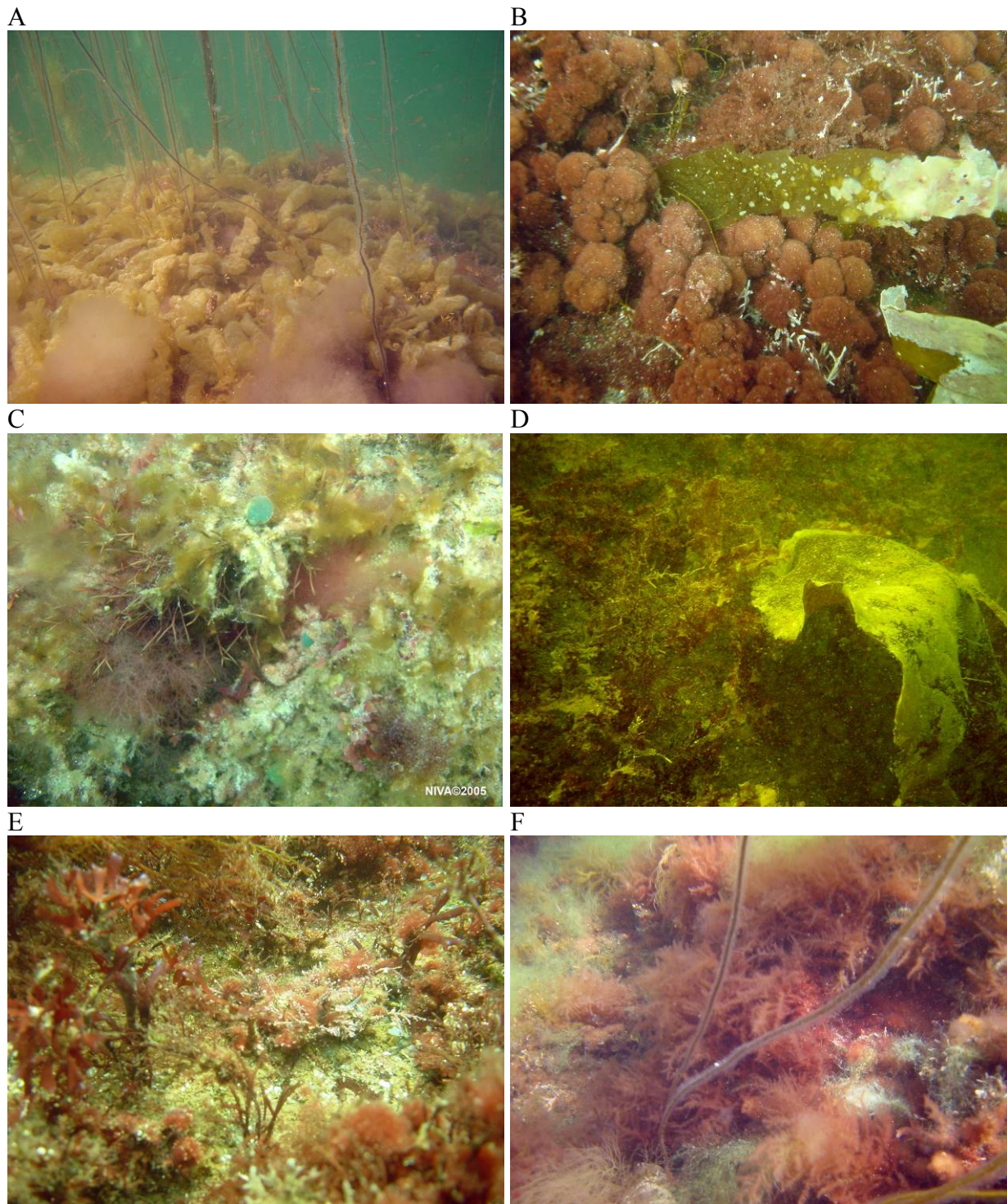
I Skagerrak har tilstanden for sukkertare vært generelt dårlig i hele undersøkelsesperioden 2004 til 2007. Kartleggingen sommeren 2007 endret ikke på tilstandsstatus. Høsten 2007 ble det imidlertid observert unge, småplanter av sukkertare på 3 av de 10 overvåkingsstasjonene. Videre vekst og utvikling av disse i 2008 vil gi oss god indikasjon på muligheten for gjenvekst av sukkertare på beskyttet kyst av Skagerrak.

Resultatene viser at mengde av trådalger og vekst av små sukkertareplanter, varierer fra år til år. Lavere næringssaltbelastning og normal sjøtemperatur sommeren 2007 ga mindre mengde med trådalger og økt overlevelse av sukkertarespirer gjennom sommeren. Den varme sommeren 2006 dominerte de ulike trådalger fullstendig og ingen sukkertarespirer ble funnet påfølgende høst/vinter.



Figur 3.1 Tilstandstatus for sukkertare i Skagerrak basert på resultater fra undersøkelser i perioden 2004-2007. Dykkeundersøkelser utført i 2007 er merket med pil.

Tilstandskartleggingen sommeren 2007 på indre kyst langs strekningen Vestfold - Vest-Agder i Skagerrak, viste at tilstanden i sjøvegetasjonen fortsatt var generelt dårlig (Figur 3.1). Trådalger dominerte vegetasjonen og et ble ikke funnet tegn til gjenvekst av sukkertare på beskyttet kyst. I perioden 2004-2007 er det stedvis og tidvis observert sukkertare rekrutter, men så langt har ikke disse klart å vokse opp til voksne, fertile individer annet enn på ytre kyst. Vi konkluderer derfor med at situasjonen på indre kyst i skjærgård og fjorder, fortsatt har samme dårlige tilstand som tidligere rapportert (TA-2049, 2193, 2293).



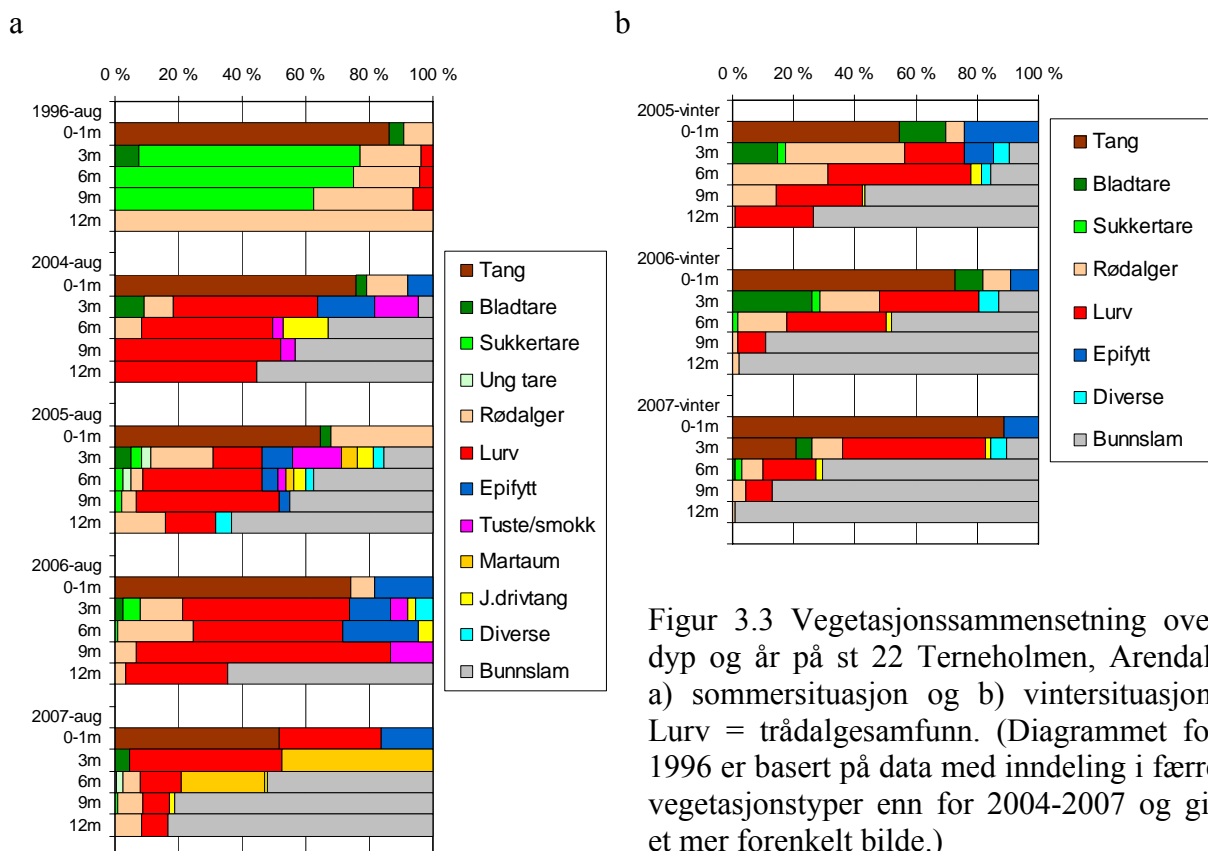
Figur 3.2 Bilder fra Sørlandsstasjoner.

A) Bunnvegetasjonen er dominert av de brune sommeralgene vortesmokk og martaum (vanlig på mange av stasjonene). B) En liten sukkertareplante i et tett teppe av rødalgen rødlo (stasjon 33 Måkeholmen, Grimstad). C) Bunnvegetasjonen, dominert av svartkluft og krusflik, er nedslammet og overgrodd av blågrønnalger og bentsiske diatoméer (stasjon 32 Tvillingholmen ved Grimstad). D) En stortareplante overgrodd av mosdyr. Bunnvegetasjonen er dominert av fagerving, krusblekke, krusflik og dokkearter (stasjon 11 Agnes ved Larvik). E) Vanlige flerårige arter som krusflik, svartkluft og krasing. F) Sommeren 2007 dominerte fagerdokka på mange av stasjoner i Skagerrak (Lys rød alge i senter av bildet).

Sommeren 2007 var alle de undersøkte stasjonene dominert av trådformede, hurtigvoksende sommeralger. På enkelte stasjoner ble det observert spredte individer av sukkertare, men disse var nedgrodd av trådalger og aldri i tettheter slik at de dannet en skog. Dette er klart forskjellig fra gammel tilstand hvor sukkertare dominerte sjøvegetasjonen på beskyttet kyst. Sukkertare-overvåkingen har vist at mengden av trådalger varierer fra år til år. Det ble registrert store forekomster av disse trådalgerne i 2004 og 2006 sammenliknet med 2005 og 2007. Mengden av disse sommeralgene synes ut fra dette å samvariere med sjøtemperaturen i det både 2004 og 2006 var begge varme, mens 2005 og 2007 hadde gjennomsnittlig sommertemperatur.

Utvikling på stasjon 22 Terneholmen, Arendal, fra et sukkertaresamfunn i 1996 til dagens trådalgedominerte samfunn er vist i Figur 3.3. Utviklingen på Terneholmen er representativ for tilstandsutviklingen på Sørlandskysten. Bunnvegetasjonen på 5-9 m dyp (dvs. i optimal sukkertaresone) i august 2004-7 var dominert av trådformede alger som stilkdokka, teinebusk, rødlo (rødalger), martaum, bruntufs, brunslie (brunalger) og bleik grønndusk (grønnalge). Sammen med disse vokste også flerårige alger med grovere struktur som svartkluft, krusflik, krus-(hummer-) blekke, krasing og fagerving. Mengden av trådalger var noe høyere i 2006 som kan ha sammenheng med en varm sommer. Mindre bunnslam i Figur 3.3a i 2006 skyldes bare at det tykke teppet av trådalger dekket bunnen fullstendig og kamuflerte bunnslammet. Rødalgen fagerdokka var mer vanlig i 2007 enn i tidligere år. Det er en naturlig variasjon. (Se bilder av noen av disse artene i Figur 3.2.)

Sesongundersøkelsene viser at bunnen vinterstid, det vil si i den perioden hvor sukkertaren slipper sine sporer og nye sukkertarekimplanter spirer, er preget av stor nedslamming (Figur 3.3 b, Figur 4.13). Et slamlag på bunnen hemmer eller hindrer sukkertarespirene i å få nødvendig feste i fjell og stein og innvirker derfor negativt på gjenvekst av sukkertare. Mengden



av bunnslam i vintersesongen (januar-februar) var stor i 2005 og 2006, men lavere i 2007 (se kap 4.6). Bunnslammet dekket også vinteren 2007 det meste av bunnen, men slamprøvene indikerer at slamlaget var tynnere. Mengde slam, innhold av mineraler, organisk materiale og slammets opprinnelse omtales senere (se kap 4.4), men slammet består hovedsakelig av lokal marin produksjon som f.eks. nedbrytning av trådalger. På Vestlandet finner vi ikke tilsvarende nedslamming av bunnen.

I november 2007, når alle sommeralgene hadde visnet og forsvunnet, ble det funnet relativt tett med små, unge sukkertareplanter, ca 10-20 cm lange, i et belte rundt 3-6 m dyp på stasjoner ved Larvik (st 12 Viksfjord) Arendal (st 22 Terneholmen) og Grimstad (st 33 Måkeholmen). Tettheten av de unge plantene varierte fra ca 1 til 100 pr m². På stasjon Viksfjord og Måkeholmen fantes det hhv. enkelte og mange voksne morplanter, men på Terneholmen er det sannsynlig at de unge sukkertareplantene stammer fra de ca 60 sukkertareplantene som ble plantet ut på holmen i 2006. Størrelsen på de unge tareplantene, på alle tre stasjoner, tyder på at de små spirene har sittet skjult av trådalgene gjennom vår og sommer og har begynt å vokse ut på høsten samtidig med at sommeralgene visnet bort. Mindre mengde trådalger sommeren 2007 og normal sommertemperatur blant flere faktorer, har sannsynlig vært avgjørende for at sukkertarekruttene har overlevd godt denne sommeren.

Sukkertaren har god vekst i vinterhalvåret, spesielt utover våren kan de vokse flere cm om dagen. Imidlertid satt de små sukkertarekruttene generelt dårlig festet på skjell-fragmenter i bunnslammet eller på andre alger som krasing. Det er avgjørende for videre overlevelse at sukkertaren klarer å gro sine festerøtter (hapterer) ned til fast fjell for sikker forankring. Det gjenstår derfor å se om denne positive utviklingen avdekket i høst, gir tilstrekkelig tett gjenvekst av sukkertare og nye, levedyktige populasjoner.

I området ved Lindesnes ble det ikke funnet tilsvarende unge sukkertarekrutter. Her ble det bare funnet spredte sukkertarekrutter på helt grunt vann (1-2 m dyp). Slike sukkertarespirer på grunt vann er også observert tidligere på flere stasjoner, men de synes å ha naturlig lav overlevelse i det sukkertare ikke er særlig godt tilpasset miljøforholdene (lys, temperatur) på så grunt vann. På flere måter skiller Lindesnes seg fra de andre overvåkingsområdene i Skagerrak. Lindesnes er et overgangsområdet mellom Skagerrak og Vestlandet med spesielle hydrografiske forhold. Kartleggingen har vist spesielt stor mengder med trådalger om sommeren dominert av bleiktuste og lys grønndusk, som på Vestlandet, samtidig som stortare- og sukkertarevegetasjon har gått gradvis tilbake. Tilbakegangen kan sannsynlig skyldes de store mengdene med trådalger som sommertid fullstendig dekket over taren. Vinterstid, når sommeralgene har forsvunnet, ligger bunnen i dag naken tilbake fra ca 3 m dyp og dypere. Det er generelt mindre bunnslam her sammenliknet med de andre stasjonene i Skagerrak, slik at sjansen for tarekimplanter skulle være bedre. Men mangelen på tilvekst av tare er ukjent.

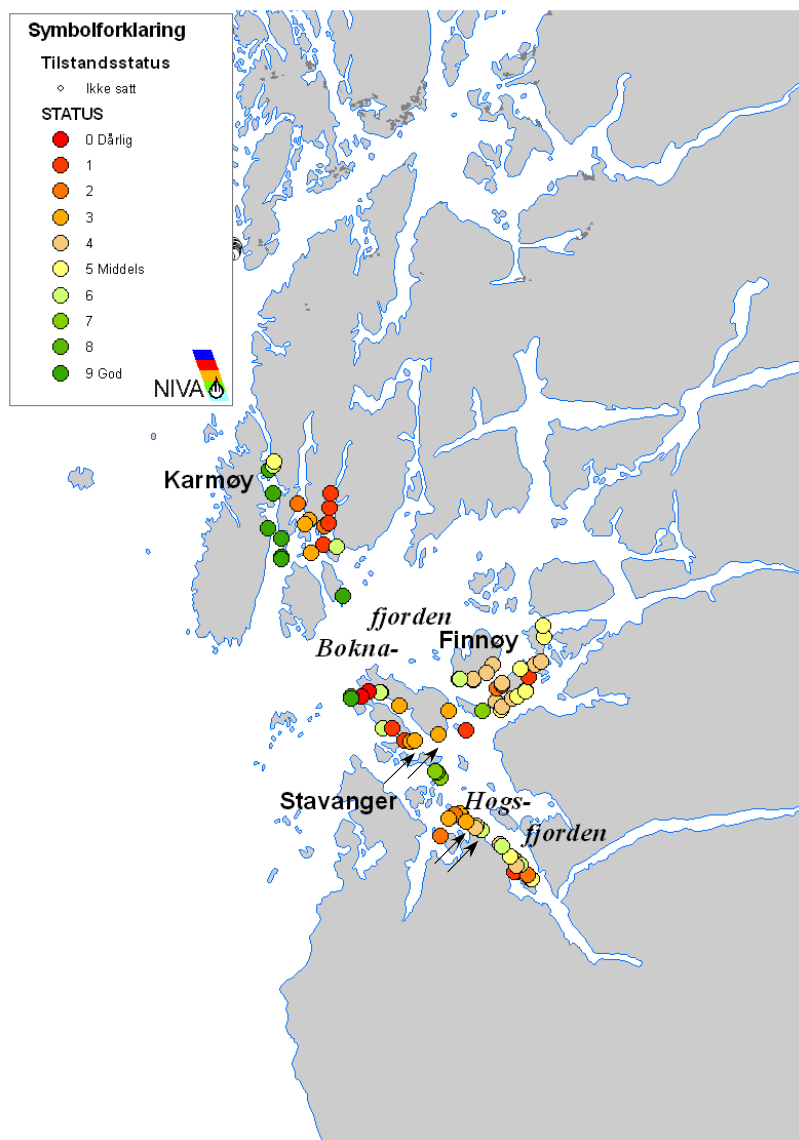
Gjenvekst av sukkertareskoger og reetablering av skogenes økologiske funksjon, er avhengig av at sukkertaren klarer å etablere seg i tilstrekkelig tetthet over et større dypinterval (for eksempel 3-9m dyp) og gjenerobrer de områder som i dag er dominert av ulike små, kortlevde trådalger. Undersøkellesperioden (2004-07) er for kort til å kunne gjøre en sannsynlighetsanalyse på naturlig gjenvekst av sukkertare, men til nå med unntak av november-observasjonene, er det lite som tyder på snarlig gjenvekst av sukkertare på Skagerrakkysten. Tiltak, som for eksempel sukkertareplanting prøvet ut på Terneholmen, vil kunne øke sjansene for gjenvekst.

3.2 Rogaland

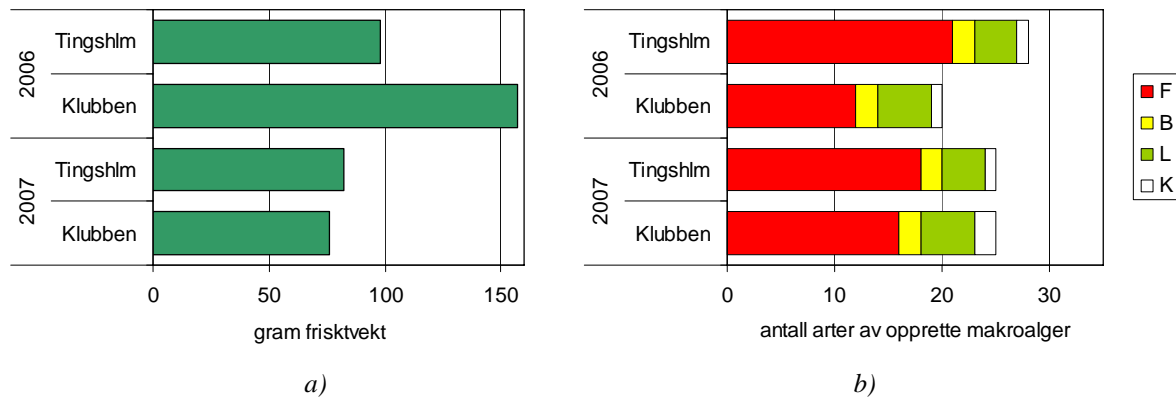
I Rogaland er tilstanden for sukkertare generelt dårlig unntatt på lokaliteter med stor vannbevegelse (bølgeeksponert eller strøm). Tilstandsutviklingen for sukkertare har vært fulgt i perioden 2005 - 2007 på stasjoner i søndre del av Boknafjorden og Høgsfjorden. Om sommeren vokser det store mengder av trådalger på sjøbunnen og på gjenlevende tareplanter og på dyr. De dominerende trådalgene, som bleiktuste og martaum, visner om høsten og vinterstid er sjøbunnen naken med lite vegetasjon. Det er noe slam på hardbunn, men ikke så mye som er målt i Skagerrak. I november 2007 ble det observert tett med små, unge sukkertarerekrutter på 4 av de 18 undersøkte stasjonene. Videre vekst og utvikling av disse i 2008 vil gi indikasjon på muligheten for gjenvekst av sukkertare i fjordområder i Rogaland.

Tilstanden for sukkertare i søndre del av Boknafjorden (Stavanger-Finnøy) og i Høgsfjorden er fortsatt generelt dårlig (Figur 3.4). Sukkertare mangler i store deler av dette fjordområdet hvor den tentativt skulle ha vokst i tette bestander. Sommerstid er bunnvegetasjonen fullstendig dominert av trådalger som danner en tett vev som dekker sjøbunnen, gjenlevende tareplanter og dyr (Figur 3.5). Det var vært lite endring i situasjonen i og tilstand er i dag generelt den samme som ble rapportert første gang i 2005.

Likevel, i november 2007, etter at det meste av sommeralgene hadde visnet og forsvunnet, ble det observert tett forekomst av små, unge sukkertarerekrutter på 4 av 18 besøkte stasjoner. I Åmøy-fjorden utenfor Stavanger ble det observert tett med rekrutter av både stortare og sukkertare på stasjoner hvor det ble observert taredød den varme høsten i 2006. At taren raskt vokser opp igjen til nye tareskoger (hvilket gjenstår å se i 2008) etter en hendelse med stor taredød,



Figur 3.4 Tilstandstatus for sukkertare i Rogaland basert på resultater fra undersøkelser i 2005 til 2007. Dykkeundersøkelser utført i 2007 er merket med pil. I tillegg ble tilstanden sjekket undervannskamera på ca ti lokaliteter.



Figur 3.5 a) Biomasse av bunnvegetasjon innsamlet på 20x20 cm bunnareal på 6 m dyp og b) fordeling av bunnvegetasjonen på ulike algegrupper. F = trådalger, B = blad og rørformete alger, L = tykke læraktige alger, K = kalkalger.

indikerer gode miljøforhold for taren i dette området. På Nausterholmen i Høgsfjorden ble det også observert flekkvis tett med små, unge sukkertarerekrutter i 5 til 9 m dyp (dvs. i optimalt dyp for sukkertareskog). Tettheten kunne variere fra 1 til 100 pr m^2 . Stedvis og tidvis er det tidligere observert sukkertarespirer på grunt vann (1-2 m dyp), men disse synes aldri å vokse opp til voksne individer (trolig på grunn av at dette er for grunt for sukkertare). Det har derfor i overvåkingsperioden ikke tidligere blitt observert tilsvarende vekst av sukkertarerekrutter. Dette gir håp om mulig gjenvekst av sukkertare i deler av fjordområdet. Om de unge sukkertareplantene, spesielt på Nausterholmen i Høgsfjorden, klarer å vokse opp og ta dominansen over bunnvegetasjonen i 2008 gjenstår å se. Mange av rekruttene hadde dårlig feste i den gamle "lurvebunnen" og er avhengig av å få et godt feste til fast bunn i løpet av vinteren for å kunne bære det voksne sukkertarebladet utover vår og sommer. I sør-østre del av Boknafjorden (Finnøy-området) ble det imidlertid ikke observert tilsvarende vekst sukkertarerekrutter.

Som i Skagerrak var mengden av alger (dominert av trådalger) lavere sommeren 2007 enn sommeren 2006 (Figur 3.5). Det kan ha sammenheng med at 2006 var et varmere år enn 2007 og varme, sammen med næringssalter, gir grobunn for god vekst av disse algene. Vanlig til dominerende alger var brunalgene bleiktuste og martaum sammen med rødlo og påvekstalger som lys grønndusk og ulike sli-arter (se bildene under). Artsantallet var høyere enn hva som normalt blir funnet i en sukkertareskog, men de fleste av disse artene er kortlevde sommeralger som etterlater en naken bunn i vinterhalvåret, i motsetning til sukkertareskogen som er flerårig. Derfor vurderes denne vegetasjonen å ha mindre verdi for økosystemet.



Bilder: Bunnvegetasjon dominert av lys grønndusk (venstre) og bleiktuste (høyre).

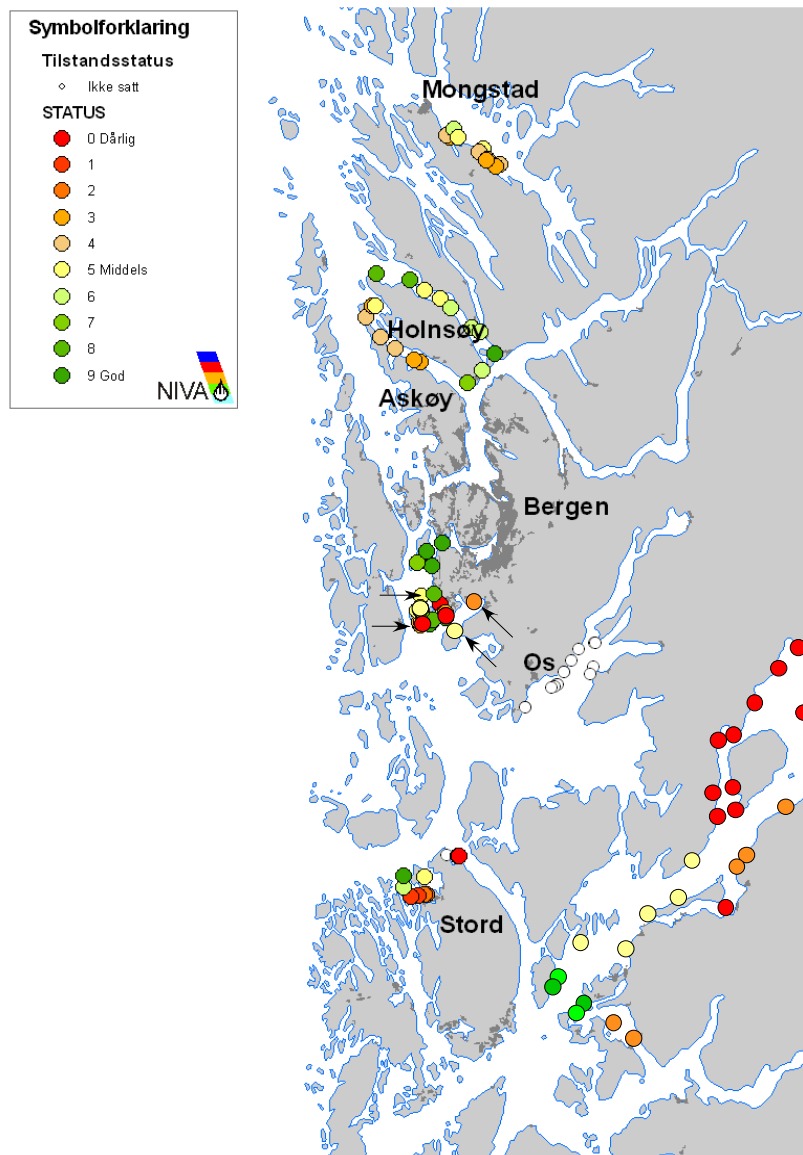
3.3 Hordaland

Sukkertaretilstanden i Hordaland viste store geografiske variasjoner og det ble i 2005-2006 observert god forekomst av sukkertare på ca 2/3-deler av lokalitetene. På ca. halvparten av disse vokste det også tett trådalgevegetasjon. Tilstanden ble derfor vurdert som hhv. god (normal tareskog), moderat (tare og dominerende trådalger) og dårlig (ingen eller lite tare og dominerende trådalger) på hhv. en 1/3-part hver av undersøke stasjoner. Tilstanden er fulgt opp på utvalgte stasjoner i Raunefjorden og Fanafjorden i 2006-2007. I 2006 ble tilstanden dårligere med tap av sukkertare og økt dominans av trådalger i begge fjordene, men høsten 2007 ble det observert en forbedring med gjenvekst av sukkertare, spesielt i Fanafjorden. En befaring i Hardangerfjorden viste at sukkertarevegetasjonen hadde gått markert tilbake sammenliknet med tidligere undersøkelser fra 1963. Bunnvegetasjonen i store deler av fjorden var dominert av de samme trådalgene som dominerer på andre berørte områder av Vestlandet.

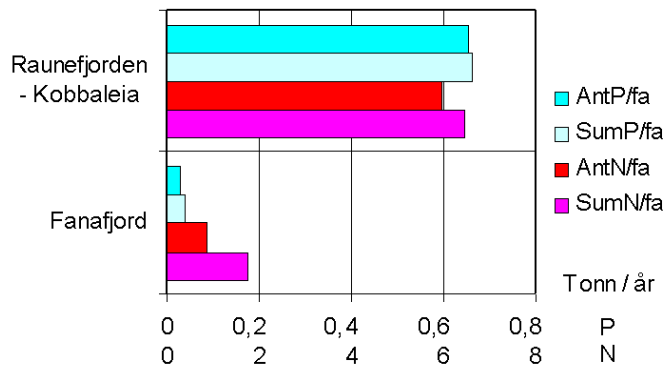
Tilstanden i Hordaland er ikke vesentlig endret siden første undersøkelse i 2005. Tilstanden den gang viste store variasjoner og god forekomst av sukkertare ble funnet på ca 2/3-deler av de undersøkte lokalitetene. Men samtidig ble det også funnet sterk groe av trådalger på mange av disse stasjonene som medførte at tilstanden ble vurdert til god, moderat og dårlig på hhv. en 1/3-del hver av stasjonene.

I 2006-2007 er utviklingen fulgt opp på utvalgte stasjoner med og uten sukkertare i Raunefjorden og Fanafjorden (Figur 3.6). I tillegg ble det sommeren 2007 også gjort en befaring i Hardangerfjorden.

Overvåking av stasjoner i Raune- og Fanafjorden ble valgt på bakgrunn av fjordenes nærhet til hverandre og samtidig stor forskjell i beregnede tilførsler av næringsalter (Figur 3.7). I Raunefjorden forelå det også gamle sukkertarestasjoner det var ønskelig å følge opp.



Figur 3.6 Tilstandstatus for sukkertare i Hordaland basert på resultater fra undersøkelser i 2005 til 2007. Dykkeundersøkelser utført i 2007 er merket med pil (Raune- og Fanafj.).



Figur 3.7 Beregnede tilførsler av fosfor (SumP/fa), antropogent fosfor (AntP/fa), nitrogen (SumN/fa) og antropogent tilført nitrogen (AntN/fa) til Raunefjorden/Kobbaleia og Fanafjorden i 2005. (Kilde: TEOTIL 2006).

Tilstanden i Raune- og Fanafjorden gikk generelt tilbake i 2006, med nedgang i forekomst av sukkertare på flere av stasjonene. Dominansen av trådalger økte på de stasjonene hvor sukkertaren gikk tilbake. Tilbakegangen syntes lik i begge fjorder slik at resultatet ikke harmonerte med forventningene ut fra forskjeller i beregnet næringsbelastning (Figur 3.7). Sannsynligvis hadde den varme sommeren 2006 en overveiende betydning for tilstand og utvikling med negativ effekt på sukkertare og positiv effekt på hurtigvoksende opportunistiske trådalger. (Det foreligger ikke målinger av vannparametre fra de to fjordene som kan understøtte dette ytterligere.) Artssammensetningen endret seg ikke mye sommeren 2007, men mengden trådalger var, som i Rogaland, mindre i 2007 enn i 2006. Sjøtemperaturen var også lavere i 2007 enn i 2006 og har sannsynligvis innvirkning på hvor mye trådalgene vokser.

I november 2007 ble det observert flekkvis tettheter med små, unge sukkertarerekrutter i dypintervallet fra 3 til 9 m dyp på 2 av 5 stasjoner i Raunefjorden og på 3 av 4 stasjoner i Fanafjorden. Flere av disse stasjonene hadde mistet mye av sin sukkertare i 2006. Større gjenvekst av sukkertare i Fanafjorden (3 av 4 stasjoner) kan ha sammenheng med lavere beregnet N- og P-tilførsler, sammenliknet med Raunefjorden. Svingningene er store og observasjonene er derfor for få til å ekstrahere generelle konklusjoner på nåværende tidspunkt.

Observasjoner av nye sukkertarerekrutter tyder på mulig gjenvekst av sukkertare etter tapet i 2006. Sukkertarerekruttene synes generelt å være for store (10-15 cm lange) til å kunne stamme fra sporenedslag høsten 2007 og må sannsynligvis være fra nedslag i vintersesongen 2006/07. De små spirene har så oversomret under et teppe av trådalger og er nå synlige og i full vekst etter at sommeralgene har visnet bort. Om disse unge sukkertareplantene klarer å vokse opp og ta tilbake sin dominerende og strukturerende rolle gjenstår å se i 2008. Mange av rekruttene hadde dårlig feste i den gamle "lurvebunnen" av flerårige arter som krasing, svartkluff, blekke og krusflik. Sukkertaren er avhengig av et godt feste til fast bunn for å kunne bære en voksen sukkertare med et 2-4 meter langt blad og tiden vil vise hvor mange som har klart å få tilstrekkelig feste.

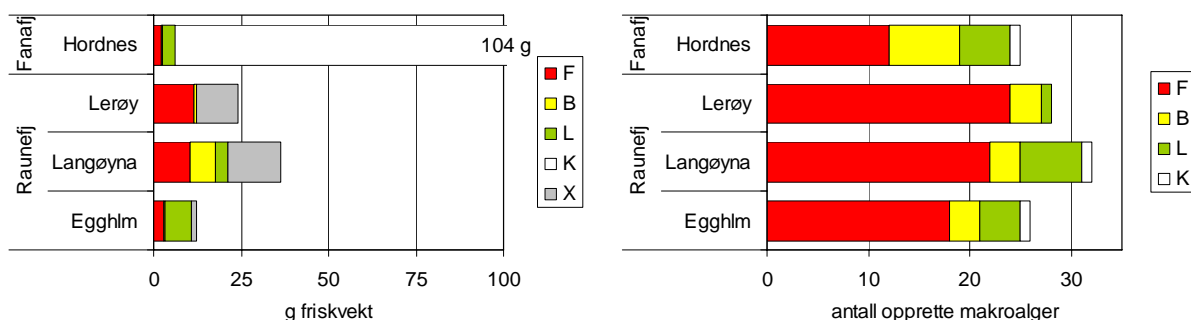
Antall opprette makroalgearter (skorpeformede alger er ikke tatt med) i bunnvegetasjonen varierte fra 25 og 32 arter sommeren 2007 (Figur 3.8). Lavt artsantall (26) og lav biomasse (13 g friskvekt/4 dm²) av makroalger i undervegetasjonen (hvor artssammensetningen har stor likhet med trådalgesamfunnet) ble registrert på Eggholmene (Raunefjorden) hvor det vokser tett sukkertareskog. Medregnet sukkertaren var biomassen høy (ca 1,3 kg friskvekt/m²). Høyt artsantall (32) og høy biomasse av makroalger i bunnvegetasjonen ble funnet på Langøyna (Raunefjorden). Denne stasjonen hadde god forekomst av sukkertare tidligere, men mistet nesten alt den varme høsten i 2006. Sommeren 2007 var det derfor lite sukkertare igjen og i

fravær av sukkertare, dominerte trådalgene. Det har sammenheng med mer lys og plass til vekst av alle opportunistiske alger. Dominerende arter var rødlo, brunli og større forgrenete alger som japansk sjølyng, bleiktuste og fiskeløk. Vi vurderer likevel dette økosystemet uten sukkertare som fattigere, fordi det er dominert av kortlevde trådalger hvorav en stor del er kun sommeralger (jfr. Figur 3.8: kategori F og kategori X): Samfunnet inneholder færre funksjonelle roller og det etterlater en relativt naken sjøbunn gjennom vinterhalvåret som gir lite skjul for fisk og andre dyr. På Eggholmene ble det i sukkertarevegetasjonen funnet mindre mengde trådformede alger og relativt sett mer av tykke læraktige alger inklusiv unge sukkertareplanter (jfr. Figur 3.8: g frisksvekt).

På Langøyna i Raunefjorden, ble det i november 2007, når trådalgesamfunnet av kortlevde sommeralger hadde visnet bort, observert rik forekomst av små, 10-15 cm lange, unge sukkertareplanter i dypintervallet fra 3 til 9 m. Tettheten var fra 1 til 100 individer pr. m². Dette indikerer at sukkertaren i dette området av Raunefjorden er livskraftig og har evnen til å danne ny sukkertareskog etter et dårlig år. Videre vekst og utvikling vil bli fulgt opp i 2008.

Stasjon Lerøy i Raunefjorden (28 makroalgearter) hadde tidligere god sukkertareskog (1985-86), men i dag er bunnvegetasjonen dominert av små, trådformede rødalger som fiskeløk, stilk-dokke, teinebusk og japansk sjølyng, trådformede brunalger som brunli og trådformede grøninalger, samt pollpyrd. Undersøkelsene har vist at bunnen er da naken fra like under fjæresonene og nedover i vinterhalvåret, når sommeralgene har visnet og forsvunnet. Det er lite til intet bunnslam og slik sett burde det være gode forhold for rekruttering av ny sukkertare. Stasjonen ligger bare ca 100 m fra mer bølgeeksponerte områder med sukkertare, slik at rekruttering via sporespredning skulle være mulig. Men i november 2007 ble det ikke observert sukkertare rekrutterer her, i motsetning til Eggholmene og Langøyna.

I Fanafjorden, gikk som nevnt over i likhet med Raunefjorden, forekomsten av sukkertare tilbake i 2006 og trådalger sammen med kalkalgen krasing var dominerende (se stasjon Hordnes i Figur 3.8). Sommevegetasjonen var dominert av krusflik og svartkluft foruten krasing og av opportunistene bleiktuste, vortesmokk og brunli. I november ble det observert godt med sukkertare rekrutterer på 3 av de 4 stasjonene som ble undersøkt. Det lover godt for tilstanden i sjøvegetasjonen i Fanafjorden. Tilstanden i Fanafjorden og Raunefjorden vil bli fulgt opp og vurdert blant annet med bakgrunn i den ulike belastningen av menneskeskapte tilførsler (Figur 3.7).



Figur 3.8 Mengde (g frisksvekt) og antall arter opprette makroalger i bunnvegetasjonen på 3 stasjoner i Raunefjorden og en stasjon i Fanafjorden sommeren 2007. Algegruppene: F = trådalger, B = blad og rørformede alger, L = tykke læraktige alger, K = kalkalger (krasing), X = diverse, restprøve som inneholdt mye fragmenter av trådalger.

3.3.1 Hardangerfjorden

På oppdrag fra SFT foretok NIVA en undervannsinnspeksjon av sjøvegetasjonen i midtre deler av Hardangerfjorden den 2-3. juli 2007 på bakgrunn av lokale bekymringsmeldinger om dårlig tilstand og tegn til overgjødning i fjorden. Målsetningen var å kartlegge vegetasjonstilstanden i disse deler av Hardangerfjorden. Resultatet er publisert i egen rapport (TA 2344) men hovedkonklusjonene gjengis også her for å få en bedre samlet oversikt over sukkertaretilstanden i Hordaland. Siden det har Hardangerfjorden Fiskehelselag (gjennom HI) levert temperaturdata som understøtter vurderingene av årsakssammenhenger.

Fra lokalt hold fortelles det om en stadig økende tilgroing av den naturlige fjordbunnen gjennom de siste ti-femten årene og spesielt ille i 2007. Det som tidligere var frisk, ren havbunn og sandbunn med stein, grisetang og tare, ser nå ut som et sammenhengende høyfloss-teppe av sleipe trådalger som dekker alt – både sjøbunn og det som er av tang og tare, og garna ser ut som de reneste kamuflasjenett når de kommer opp, fulle av sly-alger, sies det i meldinger fra Hardangerfjorden.

I følge opptegetninger av Jorde & Klavestad (1963) (Jorde I, Klavestad N, 1963. The natural history of the Hardangerfjord. 4. The benthonic algal vegetation. Sarsia 1963:1-102) var sukkertare vanlig til dominerende i den midtre delen av Hardangerfjorden (Figur 3.9). Det ble i alt foretatt ca. 60 undervannsinnspeksjoner med utgangspunkt i stasjonsnettet til Jorde og Klavestad 1963, i midtre del av Hardangerfjorden fra Strandebarm og Hissfjorden, via Øynefjorden og Sildafjorden rundt Varaldsøy, Kvinnheradsfjorden, Husnesfjorden og ut til Holsnøy i Klosterfjorden (Figur 3.10). Det ble samlet inn prøver av bunnvegetasjonen ved Løfallstrand (st 212, Figur 3.10) omtrent midt i det undersøkte fjordavsnittet.

Resultatet viste at sjøvegetasjonen er i dårlig tilstand i området ved Varaldsøy slik det ble beskrevet i lokal bekymringsmelding. Videre vurderes sjøvegetasjonen å være i dårlig tilstand med store mengder trådalger og bortfall av sukkertare i store deler av Hardangerfjorden (Figur 3.10). I figuren er tilstanden vist som gjennomsnittlig forekomst av sukkertare, stortare, martaum, trådalger (både grønne, røde og brune), kråkeboller og bart fjell (dvs. kråkebollebeitet) basert på undervannsinnspeksjon fra overflaten og til ca 15 m dyp. Basert på tilstand og artssammensetning ble fjorden delt i 6 relativt ensartede områder og en vegetasjonsprofil for hvert av de 6 områdene vist i Figur 3.11.

Indre grense for tett sukkertarevegetasjon er i dag ca 40 km lenger ut i Hardangerfjorden enn hva som ble funnet for 50 år siden (Jorde og Klavestad, 1963). Store mengder hurtigvoksende trådalger og sterk groe av påvekstlger (som grønndusk og brunsl), samt tap av sukkertare i store deler av fjorden, indikerer at overgjødning, eventuelt også i kombinasjon med høy sjøtemperatur, høyst sannsynlig er årsak til den dårlige tilstanden i sjøvegetasjonen. Det er ikke foretatt målinger av salt, temperatur eller næringsalter som del av denne undersøkelsen, men temperaturmålinger fra akvakulturanleggene viser at sommertemperaturen i august 2006 var høy i Hardangerfjorden (Figur 3.12) i likhet med resten av Sør-Norge. Selv om det ikke ble målt dødlige sjøtemperaturer, kan høy sjøtemperatur ha svekket sukkertaren. Varm sommertemperatur sammen med høye næringsalltilførsler (beregnete verdier, Figur 3.13) har sannsynlig gitt ekstra sterk vekst av trådalger sommeren 2006 som har hatt negativ effekt på sukkertaren og hemmet vekst av ny tare. Tilførselsberegningene viser markert økning i menneskeskapt tilførsel av nitrogen og fosfor til Hardangerfjorden og støtter sannsynligheten for at overgjødning sammen med høy sjøtemperatur, er årsak til den dårlige vegetasjonstilstanden i Hardangerfjorden. Store mengder trådalger og spesielt sterke groe av

grønne og brune påvekstsalger er som regel en indikasjon på overgjødning. Overgjødning, eventuelt også i kombinasjon med høy sjøtemperatur, er således den mest sannsynlig årsaken til bortfallet av sukkertare i Hardangerfjorden, som på den øvrige berørte kysten av Vest- og Sør-Norge.

Sukkertare

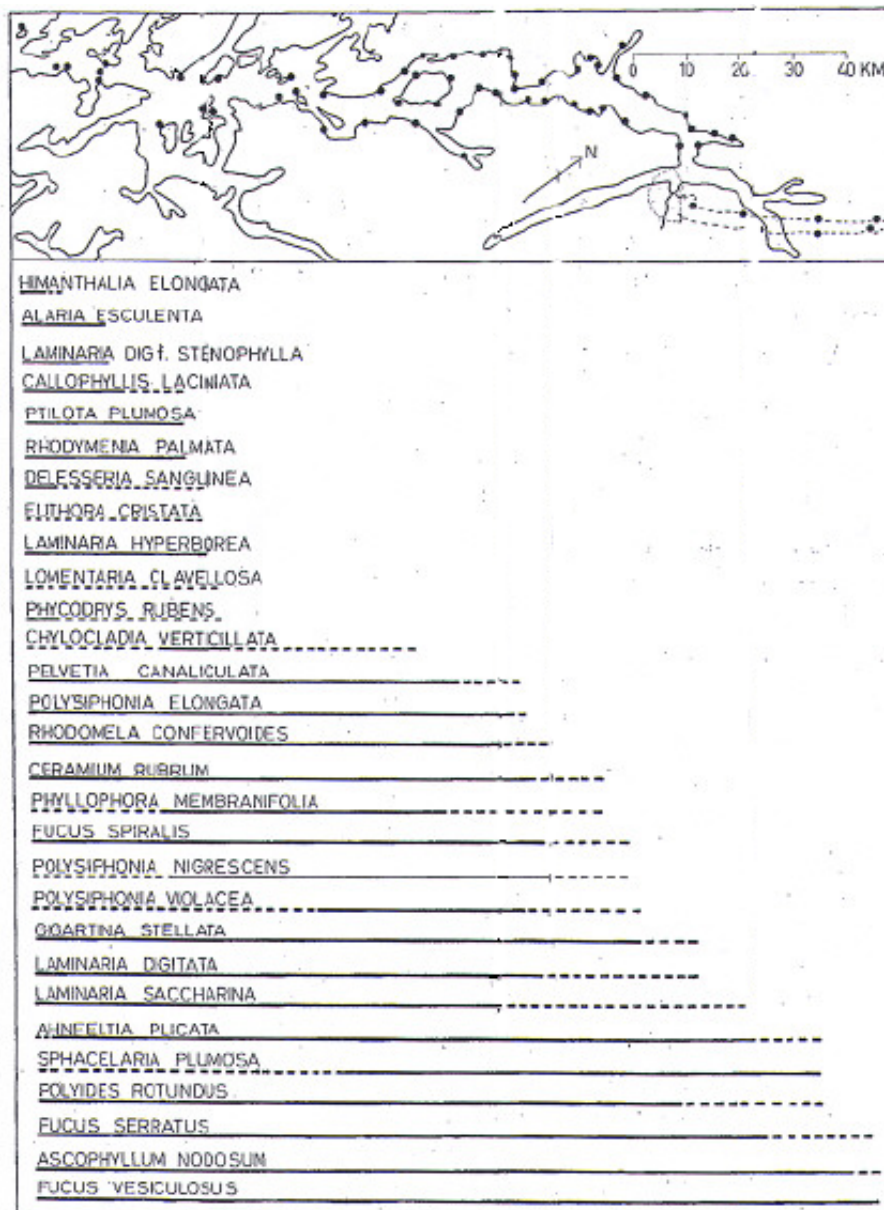
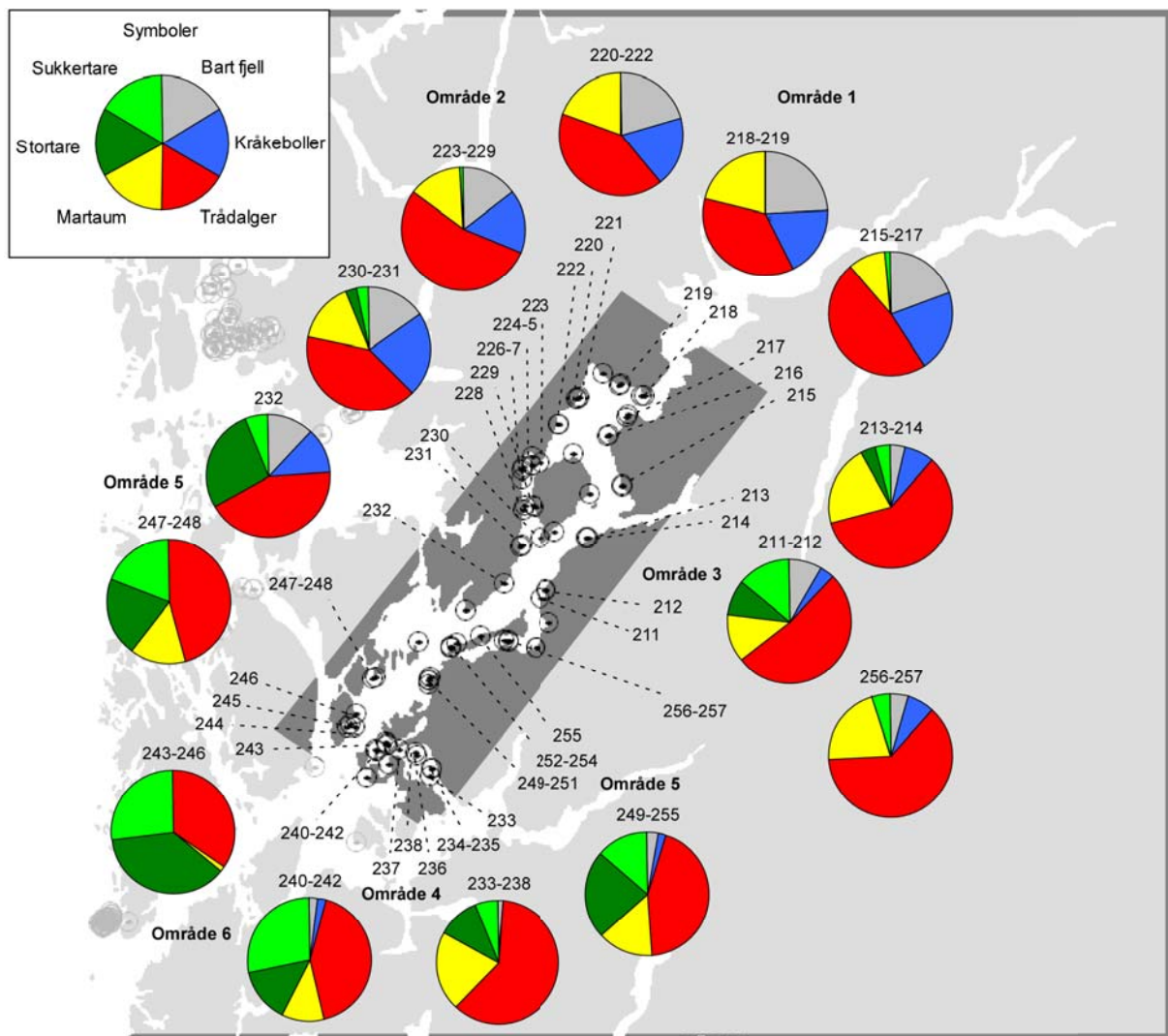


Fig. 21. Horizontal distribution of selected species in the Hardangerfjord and the Sörfjord. (The stippled line shows the Sörfjord turned to the right.) For each species, solid lines indicate common and broken lines scattered occurrence.

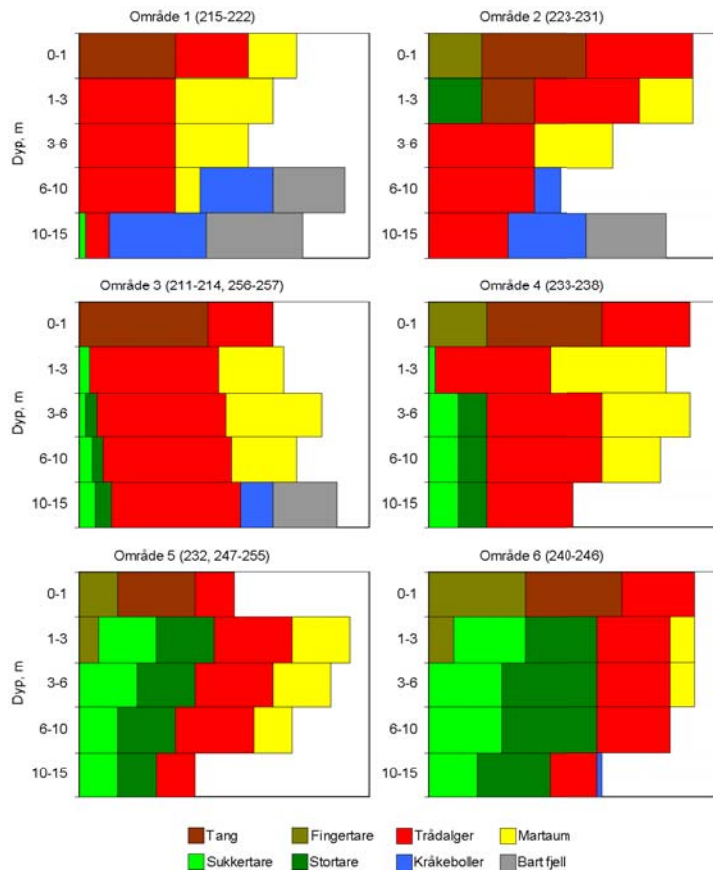
Figur 3.9 Faksimile side 54 med figur 21 i Jorde & Klavestad (1963) som viser forekomst og utbredelse av vanlige makroalger i Hardangerfjorden. Heltrukket og stiplede linje betyr henholdsvis vanlig og spredt forekomst. Sukkertarens (*Laminaria saccharina* i faksimilen) forekomst er gjengitt over figuren for å lette avlesing av dens forekomst og utbredelse i 1955-1960.

Kråkeboller er ansvarlig for nedbeiting av vegetasjonen på dypere vann og opp mot 6-10 m dyp på stasjoner i indre del av det undersøkte fjordområdet. Jorde og Klavestad (1963) fant også store forekomster av kråkeboller på rundt 10 m dyp i indre del av Hardangerfjorden, men samtidig også bestander av sukkertare fra dette dypet og opp mot tangbeltet. Det er derfor ikke sannsynlig at kråkebollebeiting er årsaken til bortfallet av sukkertare og dagens tilstand med sterk groe av sleipe trådalger.

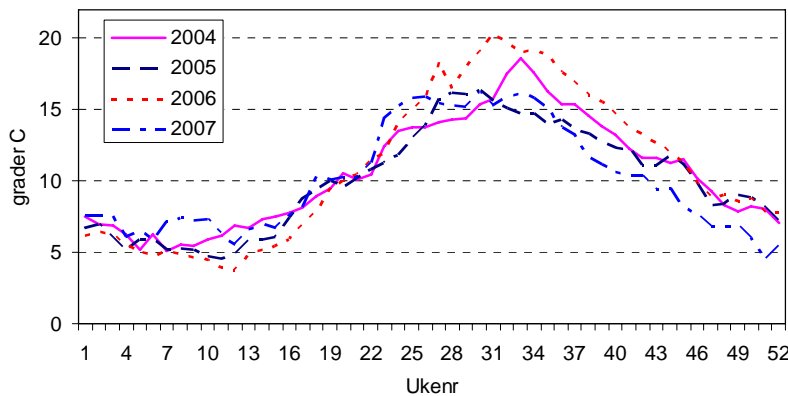
Sjøvegetasjonen i Hardangerfjorden har stor likhet med det som er observert i mange fjorder på Vestlandet. Det indikerer at endringene i Hardangerfjorden ikke kun er et lokalt problem og at årsakene har sammenheng med storskala endringer i sjøvegetasjonen langs kysten, som sannsynlig er forårsaket av overgjødning i kombinasjon med temperaturøkning. Ut fra de endringer som her er funnet anbefaler vi oppfølgende undersøkelser av sjøvegetasjonen i Hardangerfjorden med innsamlinger som kan sammenliknes mer utførlig med Jorde og Klavestad (1963). Det er også mulig at sukkertare rekrutter kan ha sittet gjemt i den tette vegetasjonen av trådalger slik vi antar har skjedd på andre Vestlandsstasjoner ut fra november observasjonene, og dette må sjekkes opp for å konsolidere tilstandsstatusen fra årets sommerbefaring.



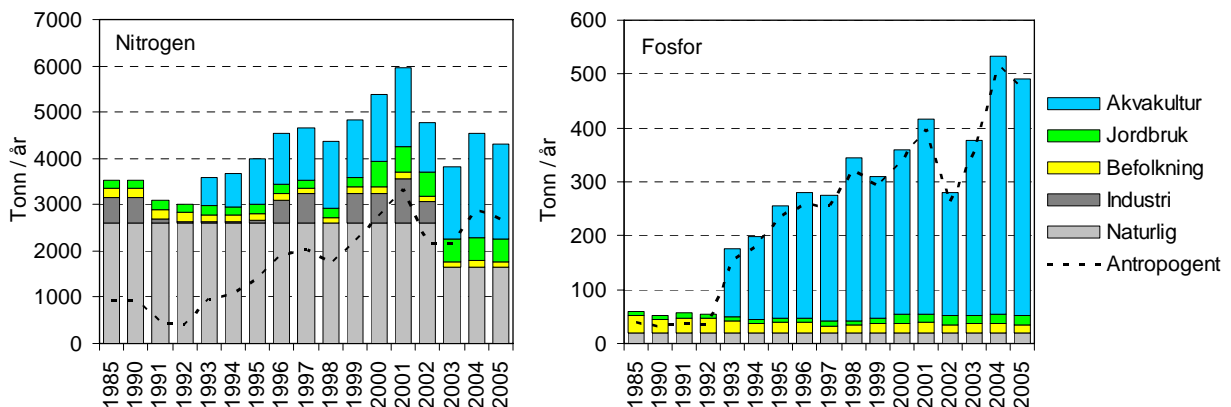
Figur 3.10 Vegetasjonssammensetning i Hardangerfjorden basert på undervannsinspeksjon av dypintervallet ca. 1-20 m dyp, den 2. og 3. juli 2007. Kakediagrammene reflekterer gjennomsnittlig mengde av utvalgte dominerende artsgrupper på stasjonene.



Figur 3.11 Vertikalprofil for seks områder av Hardangerfjorden (jfr. Figur 3.10). Figurene for hvert delområde viser forekomst av alger og kråkebolles i dypintervall fra overflaten og ned til 15 m dyp. Beregning er basert på dataene fra videoinspeksjonen 2-3. juli 2007.



Figur 3.12 Sjøtemperatur på 3 m dyp i Hardangerfjorden ved Varaldsøy i 2004-2007. (Kilde: Hardangerfjorden Fiskehelsenett).



Figur 3.13 Beregnede tilførsler av nitrogen og fosfor fra ulike kilder til Hardangerfjorden. Verdiene er beregnet med TEOTIL. Det har i perioden vært brukt 3 ulike Teotil-modeller (1: 1985-1992, 2: 1993-2002, 3: 2003-2005). Verdier for akvakultur mangler i 1985-1992..

3.4 Situasjonen i andre land

Sukkertare har hatt en markert tilbakegang på Svensk Vestkyst unntatt på ytre kyst er det bare funnet mindre variasjon i sukkertarebestanden, med en endring i bunnvegetasjonen tilsvarende det som er observert på norsk side av Skagerrak. På dansk side av Skagerrak og i Kattegat er det funnet betydelige årsvariasjoner. I 2006-07-data er det en markert nedgang i funn av sukkertare i fjorder og i beskyttede sjøområder som Belthavet. På stenrev i nordre Kattegat er sukkertarebestandene som normale eller har vist en mindre reduksjon. Mange av de danske stenrevene ligger i strømrrike områder midt i Kattegat hvor det fysiske miljøet er svært forskjellig fra norsk og svensk skjærgård. Både i Norge, Sverige og Danmark har forekomsten av sukkertare blitt kraftig redusert i områder med næringssaltbelastning og lav vannbevegelse. De svenske og danske undersøkelser er utført med finansiell støtte fra Nordisk Ministerråd (MiFi).

På Helgoland, Tyskland, er sukkertarebestanden gått tilbake, men her har stortare økt i forekomst og overtatt de områder hvor sukkertare tidligere dekket. På kysten av Skottland er det ikke observert tilbakegang i sukkertarebestandene. På kysten av Irland og Sør-England er det også rapportert om reduserte tareforekomster. Kysten av Skottland har stor tidevannsforskjell slik at det her er stor vannutskiftning. Tilsvarende ser vi også god tilstand på Vestlandet i områder med god vannutveksling.

Undersøkelser av sukkertaretilstanden i Sverige og Danmark er utført i 2007 med finansiell støtte fra Nordisk Ministerråd (MiFi) og er rapportert i deres rapportserie (in prep). Her gis en oppsummering av hovedresultatene.

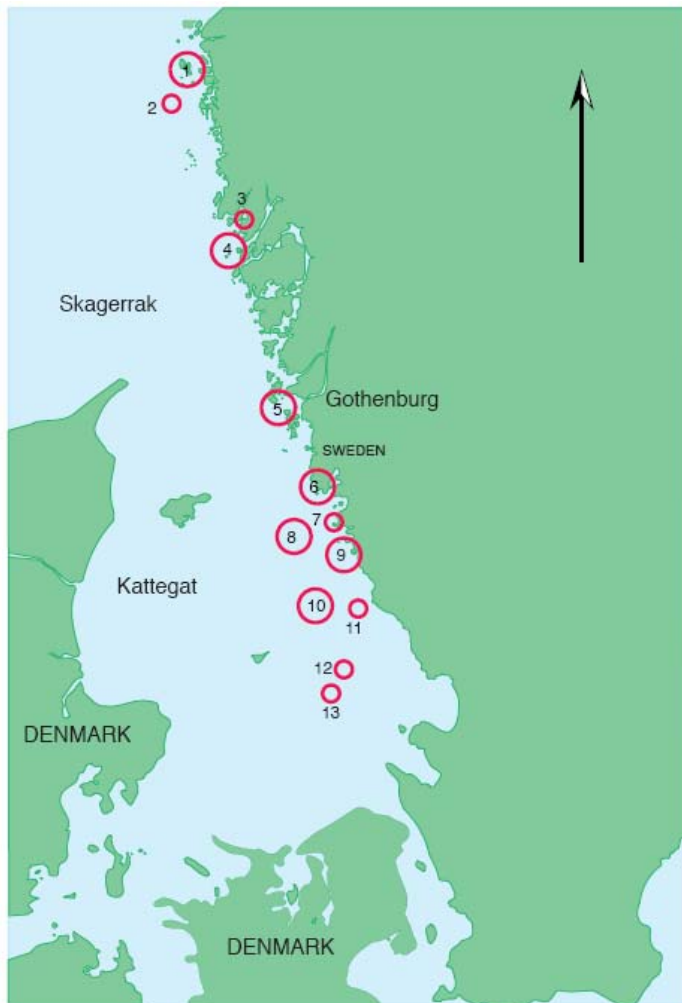
3.4.1 Sverige

Sukkertare eller skrappetare på svensk, forekommer langs hele den svenske vestkysten og inn i Øresund (Figur 3.14). Mellom den norske grensen og Gøteborgs søndre skjærgård skaper sukkertare normalt et distinkt belte i midtre skjærgården på dyp mellom ca 2 til 8 m. Sør for Gøteborg er forekomsten mer glissen og øvre voksegrense ligger dypere, trolig som følge av ferskvannsutstrømmingen gjennom Øresund.

Svensk sammenstilling (J. Karlsson, Tjärnö Marinbiologiske stasjon) viser at det de siste to årene har skjedd en kraftig nedgang i forekomsten av sukkertare langs den svenske Skagerrakkysten (Tabell 3.1). Nedgangen har skjedd i alle skjærgårdstyper (ytre-, mellom- og indre skjærgård). I det svenske nasjonale miljøovervåkningsprogrammet ved Gullmarens munning er det funnet en signifikant reduksjon i nedre voksedyp for sukkertare (Figur 3.15) og i 2007 viser undersøkelsene at forekomsten av sukkertare i Gullmarsområdet er redusert til neglisjerbare forekomster i alle dyp og skjærgårdstyper.

I ytre skjærgård og på utsjøbanker i Kattegat er det ikke observert tilsvarende negativ utvikling. I 2006-2007 var forholdene her å betrakte som normale for denne delen av Vesterhavet (Tabell 3.1).

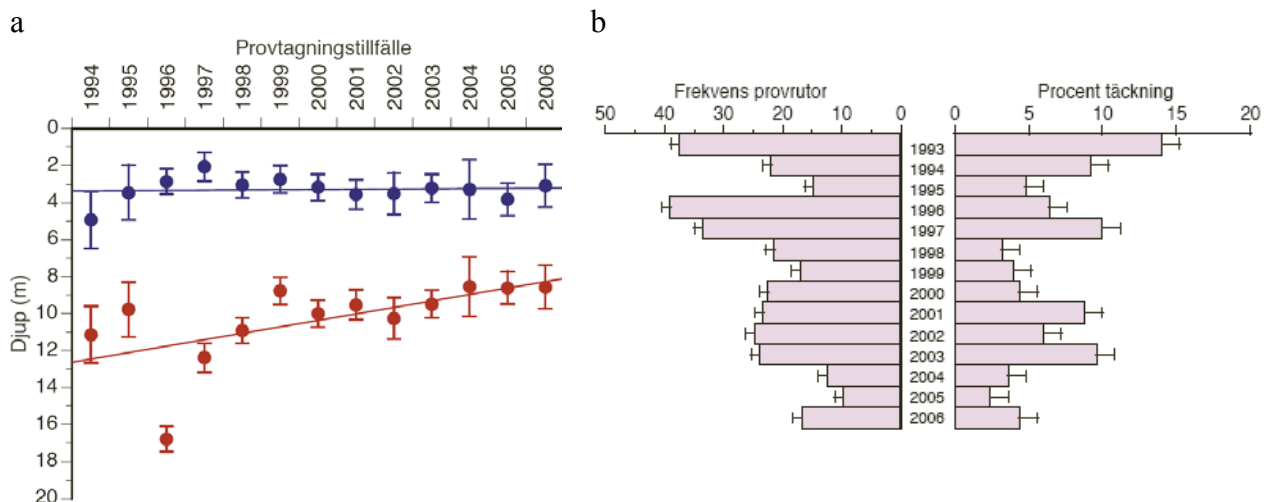
Som på norsk Skagerrakkyst dominerer en heldekkende matte av trådalger der hvor sukkertaren har forsvunnet. I 2007 var matten dominert av rødalgene fagerdokke (*Brongniartella byssoides*) og rødlo (*Bonnemaisonia hamifera*) som også var vanlige til dominerende på norsk Skagerrakkyst.



Tabell 3.1 Status for sukkertare på svensk vestkyst

No.	Område	Antall stasjoner	Status for sukkertare
1	Koster	226	Kraftig reduksjon, enkeltfunn, savnes
2	Persgrund	24	Normal
3	Brofjorden	3/år	Reduksjon, glissen til enkeltfunn
4	Ytre Gullmaren	6/år	Kraftig reduksjon, enkeltfunn, savnes
5	Vinga	12	Normal/god rekruttering
6	W Onsala	6/år	Normal
7	Vendelsö	18	Normal
8	Fladen	32	Normal
9	Balgö	20	Normal
10	La Middelgrund	42	Normal
11	Morups Bank	14	Normal
12	Röde Bank	12	Normal
13	Store Middelgrund	20	Normal

Figur 3.14 Undersøkellesområder for sukkertare på svensk vestkyst i perioden 2004-2007.



Figur 3.15 Sukkertare på midtre Bohuslänkysten i august i 1993-2006.

- a) Endringer i nedre (rødt) og øvre (blått) vertikale utbredelsesgrenser for sukkertare i Ikke-transformerede data. Spredning = 95% C.I.
- b) Frekvens forekomst og dekningsgrad av sukkertare (1993: 4 st, 1994-2006: 6 st). Middelerverdi og spredning = SE.

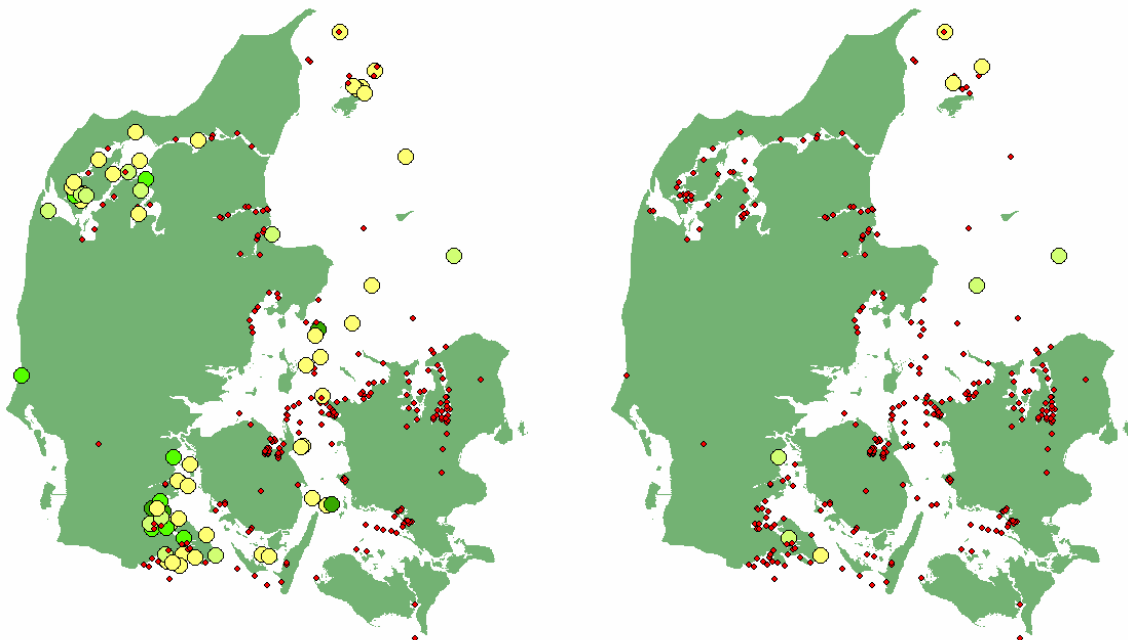
3.4.2 Danmark

Danmark savner hardbunn til sammenlikning med svensk og norsk Skagerrakkyst. I Danmark vokser sukkertare og andre makroalger på stein og ”stenrev” på sandbunn. Tangskogene på stenrevene og i de stenede kystnære områder skaper unike habitater med høy artsdiversitet. Substratets stabilitet er avhengig av steinenes størrelse kombinert med lokalitetens eksponering og den aktuelle dybde. Stabilt og ustabilt substrat er forskjellige typer hardbunn som har egne algesamfunn under ellers like fysisk-kjemiske vilkår.

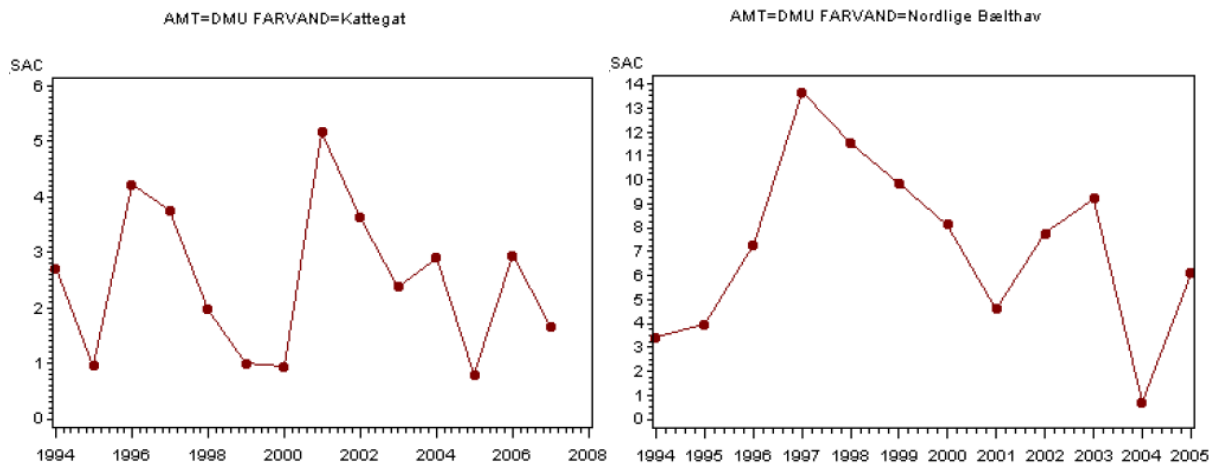
I denne studien ledet av K. Dahl, Danmarks Miljøundersøgelser, er det benyttet historiske data fra det nasjonale overvåkingsprogrammet til å vurdere status for sukkertare i de danske farvann. Stasjonsnettet dekker over fjorder og åpent hav med svært ulike hydrografiske miljøforhold, spesielt i vannbevegelse (bølger og strøm). Forskjell i vannbevegelse har som resultatene også viser, stor betydning for tilstand og status for sukkertarevegetasjonen i Danmark.

Forekomsten av sukkertare har generelt sett gått markert tilbake i de danske farvann (Figur 3.16), spesielt i områder med mindre vannbevegelse (som fjorder og belthavet), mens forekomsten på de strømrike stenrev i nordre Kattegat er normal. Det er imidlertid en store variasjoner i forekomst av sukkertare fra år til år (Figur 3.17). Med disse store variasjoner er det ikke mulig å beregne noen trender, men bare anslå at dagens tilstand i nordre Kattegat er omtrent som normalt.

I Limfjorden, Bjørnholm bugt, Åbenrå fjord, Als fjord, Flensborg fjord med flere og i Bælthav er tidligere spredte forekomster av sukkertare omtrent helt vekk (Figur 3.16).



Figur 3.16 Sukkertareobservasjoner i 1996 (venstre) og 2006/07 (høyre). Rød = ingen sukkertare, Gul til Grønn = spredt til vanlig forekomst av sukkertare. Kilde: DMU, fra det danske nasjonale overvåkingsprogram. (Datsett er ikke korrigeret for posisjonsfeil og enkelte stasjoner kan være plottet galt på kartet.)



Figur 3.17 År til år variasjon i dekningsgrad av sukkertare i Kattegat og Nordlige Bælthav.

3.4.3 Andre land

På Helgoland, i Tyskebukta i Tyskland, har sukkertarebestanden (i 2006) gått tilbake sammenliknet med gamle registreringer fra 1960. Men til forskjell fra norsk og svensk Skagerrakkyst har stortare (Skagerrakformen av stortare, ofte kalt skinnbroktare) økt sin forekomst og overtatt de områder hvor sukkertare tidligere dekket. Helgoland ligger i et strømrict område med stor tidevannsforskjell. Dette skaper andre fysiske forhold sammenliknet med vår beskyttede skjærgård. En nedgang i sukkertare her er likevel svært interessant sett ut fra vurdering av mulige årsaker til nedgang i bestanden av sukkertare. De tyske undersøkelsene pågår ennå og er foreløpig bare presentert på det 42. EMBS i Kiel i 2007.

På kysten av Skottland er det ikke observert tilbakegang i sukkertarebestandene. Igjen er det sannsynlig at kysten av Skottland med stor vannbevegelse knyttet til stor tidevannsforskjell gir bedre fysiske betingelser for tarevegetasjonen. Trolig kan vi sammenlikne dette med våre observasjoner fra strømrict område på Vestlandet hvor vi tilsvarende også fant god tilstand for sukkertaren. Undersøkelser fra Irland og syd England viser imidlertid at bestanden av flere av tareartene (butare, sukkertare og stortare) har gått tilbake på en rekke lokaliteter de siste årene og også helt forsvunnet fra enkelte steder (Hiscock et al. 2004, Steinbeck et al. 2005).

4. Årsakssammenhenger

4.1 Økosystemet

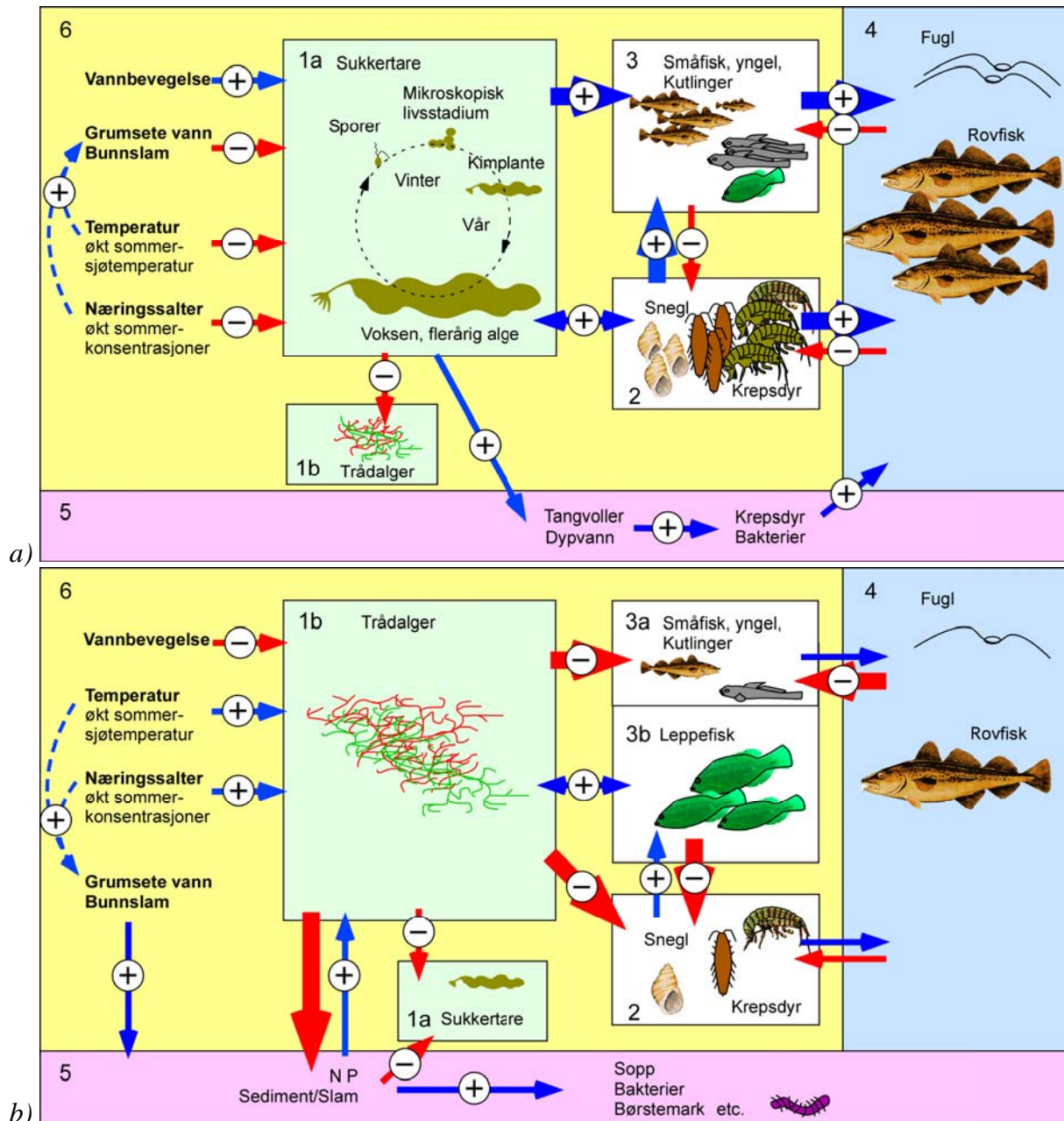
Årsaker til observerte endringer fra sukkertare til trådalgesamfunn er forankret i hvordan økosystemet fungerer. Det er viktig å ha best mulig forståelse av dette systemet for å kunne forklare direkte og indirekte årsakssammenhenger. Sukkertareøkosystemet er et skogsmiljø av store tareplanter hvor det bor, vokser og lever mange små alger, krepsdyr, snegl og fisk blant flere. Tareskogens produksjon og skjul danner grunnlag for en næringskjede opp til fisk og mennesker. Økosystemet fungerer gjennom interaksjoner både oppover og nedover i næringskjeden og med det omgivende fysiske og kjemiske miljøet. Sukkertaren utnytter de naturlige sesongvariasjonene i næringssaltkonsentrasjonene, mens trådalgene er avhengig av kontinuerlig næringssalttilgang til sin vekst. Næringssalttilførsler favoriserer derfor trådalger på bekostning av sukkertaren. Små krepsdyr og snegl er viktige beitere av påvekstalger på tarebladene og er igjen føde for lokal småfisk og større omstreifende rovfisk. Nedgang i rovfisk (for eksempel torsk) kan føre til endringer i balansen mellom rovdyr og byttedyr og føre til nedgang i forekomsten av viktige smådyr som følge av økt beitetrykk fra leppefisk. Det er således et komplekst system av flere faktorer som sammen bidrar til endringer i sukkertare-trådalgesystemet.

For bedre å forstå de komplekse årsakssammenhenger i kystøkosystemet knyttet til sukkertaresamfunnet, de ulike arters funksjon og rolle og mulige konsekvenser av endringer i miljøforhold og i økosystemet, har vi satt opp en konseptuell økosystemmodell. Figur 4.1 viser de viktigste leddene i et sukkertareøkosystem (a) og et trådalgeøkosystem (b) med tykke og tynne piler som illustrerer stor eller liten positiv og negativ påvirkning.

Boks 6 i Figur 4.1 illustrerer det fysiske-kjemiske miljøet som omgir gruntvannssamfunnet, altså de ytre miljøfaktorer som påvirker økosystemet, ikke minst vekst og konkurranseforhold mellom de ulike grupper av makroalger. Sol, næringssalter, temperatur, partikler etc. er sentrale faktorer. Figuren fokuserer på de faktorer vi i sukkertareprosjektet har funnet å være viktigst med hensyn til årsakssammenhenger.

Vannbevegelse gjennom bølgeeksponering og strøm har vist seg å være viktig for balansen mellom biomasse av trådalger og sukkertare. Trådformete alger klarer seg ikke under for sterk vannbevegelse, da de rives lett av og transporteres ut av systemet (negativ pil i Fig. 4.1b). Sukkertaren derimot og i større grad stortaren, har egenskaper som gjør at den trives med og tåler vannbevegelse godt. Derfor kan sukkertaren opprettholde en god vegetasjon i overgjødelse farvann hvor det samtidig er god vannbevegelse (positiv pil i Fig. 4.1a). Men siden sukkertare er en plante som også er tilpasset moderate eksponeringsforhold, vil den være spesielt utsatt for konkurranse fra trådformete alger som klarer seg best under slike betingelsene. Dette passer bra med våre observasjoner som viser gjenlevende forekomster av sukkertare på de mest eksponerte områdene av sukkertarens utbredelsesområde, enten lengst opp mot fjæra, i strømrrike sund eller lengst ut mot stortareskogen i havgapet. Disse observasjonene viser også at temperatur alene ikke kan være årsak til at sukkertaren har forsvunnet.

Grumsete vann og nedslamming av sjøbunnen ble tidlig vurdert som viktige årsaker til tap av sukkertare. Preliminære forsøksresultater viste med tydelighet at et lag bunnslam hindret sporespiring og vekst av kimplanter. Grumsete vann (økt partikkelmengde i kystvannet) og nedslamming er følgelig illustrert som en negativ vektor mhp sukkertaren (boks 1a), men er funnet å ha liten eller ingen effekt på trådalgesamfunnet (boks 1b).



Figur 4.1 Økosystemsskisse over sukkertaresamfunnet (a) og trådalgesamfunnet (b). De viktigste faktorer er vist. Deres påvirkning er illustrert med tykke og tynne piler som indikerer stor eller liten positiv og negativ påvirkning. "Generelle" faktorer eller faktorer med ukjent virkning er ikke tatt med i figuren.

Temperatur er en viktig faktor som kan begrense kaldtvannsalgen sukkertare i dens forekomst og utbredelse gjennom for høy sommertemperatur. Det er også dokumentert en gradvis økning av temperatur i norske havområder og enkelte sommere de siste årene har hatt maksimumstemperaturer som ligger på grensen av hva som er rapportert at sukkertare kan tåle. Sukkertaren tåler ikke temperaturer over 23 grader og vokser generelt i farvann med gjennomsnittlige sommertemperatur lavere enn 19 grader. De varme somrene 1997, 2002, 2006 har klart hatt negativ effekt på sukkertarebestandene, men våre observasjoner av gjenlevende frisk sukkertare helt øverst opp mot fjæra samtidig som sukkertaren har

forsvunnet fra dypere (og kaldere) vann, tyder på at temperatur alene ikke kan være årsak til skifte i vegetasjon fra sukkertare til trådalger. År til år variasjoner i tarebestanden varierer naturlig med kalde og varme sommere, som også er observert her med taredød i 2006 og gjenvekst i 2007. Økte sommertemperaturer er positivt for trådalgene hvor økt temperatur gir økt veksthastighet. De siste års temperaturøkning har begunstiget vekst av trådalger og andre opportunistiske arter som grønnalger og enkelte blågrønnalger, samt varmekjære sydlige arter.

Næringssalter er en nødvendig forutsetning for både vekst av sukkertare og trådalger, men økte sommerkonsentrasjoner er indirekte negativt for sukkertaren og direkte positivt for de hurtigvoksende, opportunistiske trådalgene (hhv. negativ og positiv pil i Fig. 4.1 a og b). I sjøvann er næringssaltkonsentrasjonene normalt høye i vinterhalvåret og lave i sommerhalvåret (bundet opp i biomasse). Det er et regime sukkertaren utnytter og profiterer på ved å ta opp og lagre næringssalter i vinterhalvåret og bruke dette til sin vekst utover vår og sommer. Til motsetning er trådalgene avhengig av næringssalttilgangen hele tiden og spesielt i sommerhalvåret når deres vekst kan bli stor. Det er en vel dokumentert effekt fra flere steder verden rundt (Valiela et al. 1998) at økte tilførsler av næringssalter medfører økt vekst av og til sist dominans av hurtigvoksende trådalger på bekostning av tang, tare og ålegras. Sukkertare øker sitt næringssaltopptak opp til ca 10 μM nitrogen, som er omtrent likt med naturlige vinterkonsentrasjoner, men kan i liten grad utnytte høyere konsentrasjoner. Det kan trådalgene ved å øke tilveksten. Økt temperatur og næringssalter sammen kan også føre til grumsete vann og nedslamming av bunnen, som igjen er ugunstig for sukkertaren.

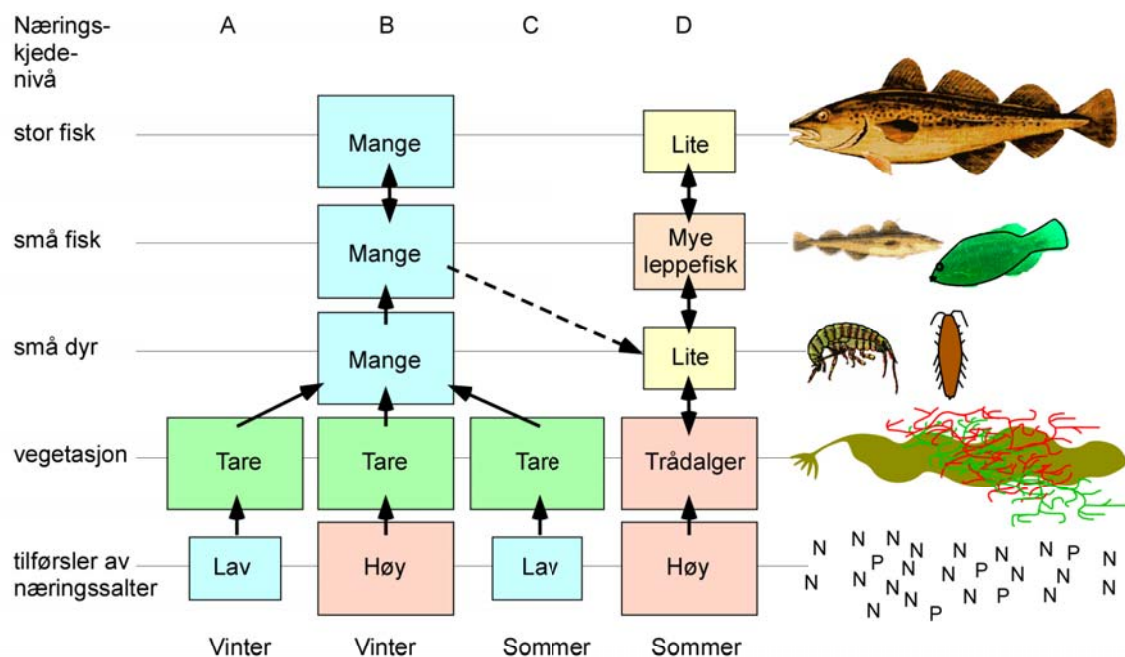
Mange av observasjonene fra sukkertareundersøkelsen og funn gjort av andre, tyder på at skjev sesongfordeling av næringssalter gir en "bottom up" effekt som driver sukkertare-systemet mot et trådalgesamfunn og befester dette. Tilførsler av næringssalter som det mest viktige for framvekst av trådalger, er også illustrert i Figur 4.2. hvor effekten av sesongvariasjoner i næringssaltkonsentrasjoner er vist. Ifg. alternativ B vil ikke høye vinterkonsentrasjoner ha negativ innvirkning på sukkertaren, i motsetning til høye sommerkonsentrasjoner.

Boks 1 (a og b) i Figur 4.1 inneholder de bentiske primærprodusenter som sukkertare og trådalger (hhv. a og b). I utgangspunktet har sukkertare vært den dominerende arten som har strukturert samfunnet. Konkurransen mellom sukkertare, kimplanter av sukkertare og andre alger (trådalger) bestemmer i stor grad samfunnsutviklingen. Denne konkurransen er styrt av artsspesifikke egenskaper med hensyn på de ytre miljøfaktorer (boks 6).

Sukkertaren (boks 1a) utnytter og profiterer som nevnt på normalt høye næringssaltkonsentrasjoner i sjøvannet vinterstid ved å ta opp og lagre disse til vekst utover vår og sommer, når næringssaltkonsentrasjonene i sjøvannet normalt er lave (Figur 4.9). Sukkertaren har liten nytte av forhøyede næringssalter sommerstid, men som nevnt mer indirekte negative følger. Sukkertaren har en komplisert livssyklus hvor sporene først gir opphav til et mikroskopisk gametofyttstadium som etter en kjønnlig formering gir opphav til en sukkertarekimplante ut på våren. Denne mikroskopiske fasen av livssyklusen er spesielt følsom for nedslamming. Voksen sukkertare virker negativt inn på forekomsten av trådalger gjennom å sveipe over bunnen med de store bladene og ta alt lyset. Voksen tare som dør eller rives løs, blir slynget opp i tangvoller eller transportert ut på dypt vann hvor de tjener som næringsgrunnlag for nye organismer (bakterier, krepsdyr). I sukkertareskogen er det rik liv av en mengde krepsdyr, snegl og børstemarkar med flere grupper (boks 2 i figur 4.1). Disse er igjen viktig føde for småfisk og yngel som lever i tareskogen og for større fisk på næringssøk. Tareskogen gir godt skjul for yngel av fisk (boks 3) mot predasjon fra rovfisk (boks 4) som

for eksempel stor torsk. Samtidig er det vist at dette rike livet av smådyr er en forutsetning for en frisk tareskog. Dette omtales mer nedenfor.

Trådalgene (boks 1b) er avhengig av god nærings盐tilgang hele tiden til sin vekst siden de ikke kan lagre nærings盐ter. Økte nærings盐tilførsler i sommerhalvåret vil derfor først og fremst medføre økt vekst av slike hurtigvoksende opportunistiske alger, noe som er illustrert i Figur 4.2 D. Trådalgesamfunnet som mange steder har erstattet sukkertareskogen, tilbyr et annet og mer ustabil miljø med sterke årstidsvariasjoner. Trådalgesamfunnet kan sommerstid ha høyere diversitet av alger enn sukkertaresamfunnet, men de fleste artene tilhører samme funksjonelle gruppe (opportunistiske, kortlevde, små alger) og tilbyr mindre skjul for større dyr. Undersøkelsene har vist at antall små dyr er redusert med $\frac{3}{4}$ -deler som følge av skifte i vegetasjon fra sukkertare til trådalger og antall arter er redusert med ca $\frac{1}{3}$ -del. Artssammensetningen har endret seg fra typiske tareskogarter til mer generalister og bunnlevende dyr (se kap. 4.2.2) Om høsten visner og dør trådalgene og etterlater en naken sjøbunn gjennom vinterhalvåret. Vi vurderer derfor økosystemet uten sukkertare som fattigere. Trådalgesamfunnets negativ påvirkning på små dyr, som snegl og krepsdyr (boks 2), er markert med en negativ pil i Figur 4.1b. Likeledes er tap av skjul for yngel av fisk markert med en negativ pil fra 1b til 3a. Det har konsekvenser for flerårige arter og for fisk som trenger tilgang på både skjul og mat gjennom hele året. Leppefisk synes å like seg i trådalge samfunnet og det er mulig de også positivt påvirker trådalgesamfunnet (3b). Dette er markert med en positiv pil i begge retninger.



Figur 4.2 Næringsnettsammenhenger i sukkertaresamfunn og trådalgesamfunn.

Figurforklaring: Høy eller lave tilførsler av nærings盐ter vinterstid har liten innflytelse på tarevegetasjonen og får få konsekvenser for tareskogøkosystemet (A og B). Sukkertare og stortare har en vekststrategi som gjør at de vokser godt utover våren selv om tilgjengelige nærings盐ter da er naturlig lave. Tareskogen og produksjonen i tareskogen opprettholdes (C). Høye tilførsler av nærings盐ter sommerstid kan i liten grad utnyttes av taren, men gir hurtigvoksende, opportunistiske trådalger en konkurransefordel. Biomassen av trådalger blir høy og trådalgesamfunnet erstatter taresamfunnet. Trådalgesamfunnet inneholder et lavt antall smådyr, mye leppefisk, gir lite skjul for yngel og et dårlig grunnlag for stor fisk (D). Pilene viser de viktigste retninger av påvirkninger oppover eller nedover i næringskjeden basert på våre undersøkelser og referanselitteratur.

Et mangfold av *evertebrater* (i boks 2 i Figur 4.1) som i høyt antall er assosiert til makroalgene i boks 1 og som i en eller annen form ernærer seg av disse. Disse dyrene vil i en stabil situasjon ikke beite ned taren, men vil ernære seg av overskuddet i plantesamfunnet. I boks nr 3 finner vi også *stasjonære fisk* som mer eller mindre holder seg i disse algesamfunnene. Kutlinger og leppefisk er vanlige, men også unge stadier av flere arter av våre viktigste torskefisk oppholder seg i denne sonen. De beiter på små krepsdyr, snegl og annet som produseres i boks 2. I følge de undersøkelser som er foretatt i våre og tilgrensende farvann vil disse fiskene i stor grad leve av de evertebrater som er assosiert i taresamfunnet. Krabbe og hummer kan også sies å ha samme funksjon som de stasjonære fiskene i vår økosystemmodell siden de bor i og lever av det som produseres her. I trådalgesamfunnene hvor vegetasjonen visner om høsten og etterlater en naken sjøbunn vinterstid, ser vi at de lokale leppefisk og kutlinger søker tilflukt inn under stein og annet for å finne skjul. Det skjer da i konkurranse med de arter som normalt lever i sprekker inn under stein, som for eksempel krabbe og hummer. Mindre skjul vil også føre til økt fare for å bli spist av rovfisk på næringsssøk, som er markert med en negativ pil fra boks 4 til 3.

Topp-predatorer i næringskjeden er gruppert i boks 4. Hit tilhører større fisk etc. som kommer på næringsssøk til gruntvannsområdene, men som ikke bor her. Bestanden av rovfisk vil være avhengig av mattilgang, av deres gyteforhold og oppvekstvilkårene for yngel. For mange fiskearter er yngelfasen knyttet til vegetasjonen i gruntvannsområdene. Sukkertare gir mat og skjul til sterke yngelklasser som markeres med positiv pil opp til voksen fisk (Figur 4.1a). Bortfall av sukkertare og skifte til trådalgesamfunn gir mindre mat og skjul til yngelen, økt beitepress på yngelen og mindre rekruttering til bestanden av stor fisk. Disse sammenhegner er markert med negativ pil i Figur 4.1b.

Nedgang i rovfisk (for eksempel torsk) kan føre til økt forekomst av småfisk i sjøvegetasjonen som følge av redusert beitetrykk. Økt småfiskbestand av for eksempel leppefisk gir økt beitepress og kan føre til redusert forekomst av små krepsdyr og snegl. Som nevnt er disse små krepsdyr og snegl er viktige beitere på trådalger. Nedgang i forekomst kan virke negativt på sukkertaren og favorisere trådalgene. Det betyr at pilene mellom boksene i figur 4.2 kan peke nedover og at forekomst av ulike typer fisk kan indirekte favorisere sukkertare eller trådalger og bidra til systemendringer.

Flere av våre bentiske plantesamfunn, slik som tang, tare og ålegras, er regnet blant de med høyest primærproduksjon på kloden, og i tareskoger er det funnet at taren står for den klart største delen av denne produksjonen, mens dyrene lever av gamle tarerester (partikkulært organisk materiale) som har fått høyere næringsverdi enn frisk tare ved at tarepartiklene er assosiert med påvekst og mikroorganismer. Det er også påvist andre steder at flere av disse dyregruppene som lever i bunnalgesamfunnet har en viktig funksjon i å holde bladene rene slik at de ikke helt overgroes av epifyttiske alger og skadelige mikroorganismer. Mens taren og alle de andre algene fungerer som leveområde og næring for et stort mangfold små dyr, vil dette mangfoldet av små dyr opprettholde et variert planteliv ved en "balansert" beiting på de ulike komponenter av algesamfunnet. I internasjonal faglitteratur snakker man om "functional redundancy" der mangfoldet innen ulike funksjonelle grupper er en forutsetning for et stabilt samfunn med høyt mangfold innen de ulike trofiske nivåene. Et bestående taresamfunn med sitt mangfold av planter og dyr er avhengig av et balansert forhold mellom et mangfold både innen primærprodusentene og beiterne og mellom beitere og høyere predatorer. Forrykking i ett eller flere av disse forholdene kan føre til at man kommer over et "tipping point" som kan føre til at taren vil overgroes hvis faunaen ikke er i stand til å begrense epifyttveksten eller at taren beites ned hvis herbivore dyr øker og forekommer i for store antall. I det tilfelle vi ser i

dag i de tidligere sukkertaresamfunn, kan mulige scenarier ha vært enten at epifyttalger har fått gode vekstvilkår og vokst fortere enn herbivore dyr kunne kontrollere, eller at herbivore har blitt redusert slik at de ikke lenger klarer å kontrollere trådalger og annen påvekst, eller at begge disse faktorer sammen har vært medvirkende i prosessen. (Det motsatte, at herbivore kommer i for store antall er kjent fra kråkebollenes nedbeiting av tare, men vi har også funnet at snegl som forekommer i store tettheter at de beiter ned ålegrasenger). I figur 4.2 betyr det at både høye næringsalter og lite små dyr vil favorisere/virke positivt inn på trådalgevekst.

Boks 5 i figur 4.1 illustrerer prosesser knyttet til nedbryting av organisk materiale og transport av materiale tilbake til systemet eller vekk fra systemet. Vi har funnet at bunnslammet som utgjør et sannsynlig problem på Skagerrakkysten, inneholder mye organisk stoff som vesentlig stammer fra marin produksjon, og spesielt fra trådalger og planteplankton. Det organisk rike bunnslammet gir høy mikrobiologisk aktivitet knyttet til nedbrytning av det organiske materialet. Slammet blir derfor "klebrig" og klistrer seg fast til underlaget på en annen måte enn leirminerale eller skjellsand. Det får innvirkning på de arter som lever knyttet til bunnen og det er funnet å ha særlig negativ innvirkning for sukkertaresporer og andre organismer som er avhengig av å feste seg til fast bunn for å vokse opp. Bunnslammets negative effekt på sukkertaren er markert med pil fra 5 til 1a i Figur 4.1b. Tap av sukkertare fører også til mindre tare som kastes opp i tangvoller eller føres ut på dypt vann, med konsekvens for de dyr som lever i og av disse tilførselene. Preliminære resultater fra bløtbunnsediment utenfor Arendal indikerer at N:P:C-forholdet i bløtbunnen nå avviker fra det naturlige, som mulig følge av mindre tilførsler av tare. Flere prøver må imidlertid tas før vi kan si dette med sikkerhet.

Økosystemskissene (Figur 4.1 og 4.2) viser at systemet kan påvirkes nedenfra av næringsalter, temperatur og vannbevegelse og at det er en flyt av produsert materiale opp gjennom næringsnettet i økosystemet. Men forholdene for sukkertaren og trådalgene påvirkes også ovenfra gjennom endret press fra nivå til nivå, dvs. endret beitetrykk ovenfra får konsekvenser for trinnet under. Som nevnt kan endringer i fiskesammensetning medføre endringer i beitere som påvirker framvekst av trådalger og epifyttvekst på tarebladene. Det er rapportert om redusert forekomst av kysttorsk og andre store fiskeslag (de som utgjør boks 4 i figuren). Dette kan føre til økt forekomst av leppefisk som spiser de arter (snegl) som holder sukkertaren ren og forekomsten av tråd- og mikroalger nede. Ofte er det også flere faktorer som virker sammen og en ekstra belastning kan være det som får et økosystem til å tippe, uten at denne faktoren alene ville hatt samme konsekvens.

Det er dokumentert at det siden 1980 tallet har vært tilført økte mengde næringsalter til våre farvann, og man vet at dette gir konkurransefortrinn til trådalger. Ved tilførsler av næringsalter gjennom sommersesongen vil opportunistiske trådformete alger være raske til å utnytte dette. De vil profitere på dette og respondere med økt vekst. Flere slike trådformete alger kan konkurrere med sukkertaren, enten ved at de gror på tarens blad og muligens "kveler" taren, eller at de utkonkurrerer tarens rekrutter. Vi kan ikke si sikkert at sukkertaren er borte pga overgroing, men på flere av våre lokaliteter for eksempel i Lindesnesområdet, har tarevegetasjon i flere år vært kraftig begrodd med epifytter og har samtidig gått markert tilbake og gjenværende tareblader har vært i dårlig forfatning pga kraftig påvekst av makro- og mikrovegetasjon. Det er også rapportert fra våre nærliggende farvann (blant annet Sverige og Danmark) at både de store flerårige brunalgene og ålegras har forsvunnet etter å ha blitt overgrodd av trådalger. Dette har i de fleste tilfeller blitt satt i sammenheng med eutrofiering, men noen studier har vist at endring i fiskefauna og endret beitetrykk av gressere (plante-spisere) også har hatt negativ innvirkning på tangvegetasjonen i Østersjøen.

Selv om det er dårlig med historiske data for fisk i ulike habitatene, viser resultatet av våre fiskefangster spesielt høye tettheter av leppefisk (bergnebb og gylder) i alle habitater bortsett fra i ålegras, mens små torskefisk er sjeldne. Leppefisk spiser smådyr og særlig snegl og muslinger i tare og algevegetasjon (analyser av mageprøver vil gi bedre data på dette senere). Våre data fra faunaanalysen i 2006 og 2007 viser også en redusert faunatetthet av smådyr og bortfall av flere arter som normalt lever oppe i tareskog og er potensielt viktige i å redusere påvekst. En endring i fiskefaunaen til kraftig framvekst av leppefisk kan således være negativt for sukkertaren, men vi vil komme med bedre dokumentasjon på dette når mer data på mageanalyser foreligger i 2008.

De ulike hypotesene nevnt over fins det støtte for i internasjonal litteratur og støttes også av våre observasjoner og registreringer gjennom sukkertareprosjektene de siste årene. I vårt system er det sannsynlig at flere prosesser virker sammen og forsterker hverandre. Problemet er å kunne påvise hvilken eller hvilke prosesser som er viktigst med tanke på tiltak. Økosystembetraktningene her viser at både eutrofiering, temperaturøkning og endringer i fiskeforekomster og beitetrykk, alle vil virke i samme retning, dvs. de vil favorisere trådalger og påvekst og dermed virke negativt for sukkertaren. Når et trådalgesamfunn er etablert, er det samtidig sannsynlig at disse faktorene vil virke stabiliserende for opprettholdelse av trådalgesystemet.

Eutrofiering vil i tillegg til økt vekst av trådalger, også føre til økte partikkelmengder som sedimenterer på bunnen, både fra planteplankton og stadig erodering av trådalger. Vi har observert økt tilslamming av våre bunnområder i Skagerrak og har vist at dette har negativ effekt på kimplantespining. Bunnslam fra overgjødning kan således føre til sterkt redusert rekruttering med påfølgende tap av sukkertare. Vi har imidlertid ikke data som viser at nedslammingen har vært direkte årsak til bortfall av sukkertare, men vi vet at den hindrer gjenvekst av sukkertaren og på det sett er viktig med tanke på tiltak. Sukkertareprosjektet har også vist at nedslamming dels skyldes mildere klima og mer avrenning fra land. Målingene som ble foretatt i Numedalslågen viste stor partikkeltransport i løpet av kort tid og spesielt om høsten i situasjoner med mye nedbør. Larviksfjorden (hvor Numedalslågen munner ut) var imidlertid ikke noen naturlig god lokalitet for sukkertare, slik at effekten av den store partikkeltransporten ikke kunne undersøkes. Elveundersøkelsen viste imidlertid et mønster som også gjelder for andre fjordområder. Stor avrenning fra land vil vinterstid kunne medføre stor transport av jord, organisk materiale og næringssalter til kystvannet. Det vil ha negativ innvirkning på sukkertarekimplantenes oppvekstvilkår.

En annen og selvforsterkende effekt er trådalgenes rolle som habitat for fauna. De store forekomstene med variert tareskogsfauna er redusert til en mer detritusspisende del av tareskogsfaunaen. Også de gjenstående flekkene av sukkertarevegetasjon som er funnet inneholder ikke lenger den samme rike faunaen som tidligere er funnet på sukkertare eller andre liknende habitater. I dag er det en lavere forekomst av beitere som holder tarebladene rene eller som bidrar til å redusere trådalgene. Det skyldes dels at sukkertarevegetasjonen er for glissen eller utgjør for små arealer slik at faunaen har endret seg. Det kan også se ut som om trådalgesamfunnene er mer attraktive for leppefisk enn mange andre fiskeslag. Hvis høy bestand av leppefisk og deres næringsvalg bidrar til å holde viktige beitere nede, vil dette også være blant de selvforsterkende effektene som holder tareskogen borte når først økosystemet har tippet over fra sukkertareskog til trådalgesamfunn. Men her har vi så langt mindre datagrunnlag å støtte oss til. Eksperimentell utplanting av sukkertare vil vise om ny tare kan vokse opp i disse berørte områdene og bidra til å studere effekter av de ulike mulige faktorer.

En alternativ økosystemtankegang er å sammenlikne relativt like økosystemer som blir berørt av de samme forhold. Stortare og ålegras er to habitatformende og produktive planter som lever sublittoralt på samme kyststrekning som der sukkertaren har forsvunnet. Forskjellen mellom sukkertare og stortare er først og fremst at stortare lever mer eksponert. Det er som nevnt ovenfor kjent at trådformete alger ikke klarer å holde seg fast når det blir for kraftig vannbevegelse, og dette er en mulig forklaring på hvorfor stortare og andre planter som lever på bølgeeksponerte lokaliteter ikke er utkonkurrert av trådalger. Det kan også forklare at vi finner rester av sukkertareforekomster i grensesonen ut mot stortarevegetasjon, dvs. i den mest bølgeeksponerte delen av sukkertarens leveområde. Ålegras lever på beskyttede lokaliteter, og man har observert at ålegras har dødd ut der de er blitt overgrodd av trådalger. Vi har også observert kraftig begrodd ålegras på Skagerrakkysten, men plantene har kommet tilbake. Dette kan skyldes at sukkertare er mer følsom for slik tilgroing hvis vekstsonen på bladet blir skadet, mens ålegraset kan gro opp igjen fra røttene nede i sedimentet selv om den grønne delen av planten tidvis forsvinner. (Ålegraset kan imidlertid dø om røttene blir skadet av dårlige sedimentforhold, for eksempel oksygenvinn). Imidlertid synes det som om ålegraset er mindre begrodd enn det man finner i de tilsvarende "sukkertareområdene". Våre fiskeundersøkelser viser også at ålegras-engene hadde lav eller så godt som ingen forekomst av leppefisk, mens tidligere undersøkelser (Fredriksen et al. 2005) og årets observasjoner viser at ålegrasbladene er assosiert med relativt store tettheter av sneglen *Rissoa membranacea*. Dette er en observasjon som kan understøtte at det forekommer viktige "top-down" effekter i våre systemer og som det kan være viktig å få bedre dokumentasjon på.

Vi har funnet forekomster av mikroorganismer inkludert cyanobakterier på sukkertarebladene, særlig i år med varme sommere (mer i 2006 enn i 2007). Disse vil på samme måte som trådalgene favoriseres av næringssalter og høye temperaturer. Blant disse organismene var det flere med toksiske substanser. Det er således mulig at disse kan virke negativt inn på sukkertaren som en del av trådalgesamfunnet som gror på tarebladene.

Nordsjøen og Skagerrak er blant verdens mest påvirkede havområder fra menneskelige aktiviteter og stadig nye miljøgifter påvises i vårt kystvann. Foreløpig har vi ikke funnet noen miljøgift som virker negativt bare på sukkertare, slik at miljøgifter synes lite sannsynlig som en direkte årsak. Miljøgifter er likevel en faktor som kan gi alvorlige konsekvenser for økosystemet.

Vi har her gitt en detaljert diskusjon av økosystemet og sannsynlige årsaks-sammenhenger og har forsøkt å vise hvor komplisert et slikt økosystem er med påvirkninger fra både miljøfaktorer og biologiske interaksjoner oppover og nedover i næringskjedene. Imidlertid tyder alle de registreringer som vi har gjort at et sett av faktorer vil forsterke de primære effektene av eutrofiering. Dette understøttes av undersøkelser gjort over hele verden der det er problemer med utlipp av store mengder næringssalter.

4.2 Artssammensetning

Det er stor forskjell i artssammensetningen både av alger og dyr i en sukkertareskog og i trådalgesamfunnet som har erstattet denne. Det er grovt sett de samme artene som utgjør samfunnene, men mengden av de ulike artene er høyst forskjellig. Canopyvegetasjonen ("tre"-toppvegetasjon) av flerårig sukkertare har gått sterkt tilbake, mens antall og mengde av kortlevd sommeralger har økt som følge av mer lys og plass i fravær av sukkertare. Antall arter av dyr er gått tilbake med ca 1/3-del og artssammensetningen har skiftet fra typiske tareskogarter (av snegl og krepsdyr) til mer generalister, rørbyggende og bunnlevende dyr. Antall individer av små dyr er redusert med omtrent 3/4-deler, spesielt er antallet av viktige beitere som snegl, sterkt redusert. Ulike vegetasjonstyper synes å være oppvekstområde for ulike typer av fisk. Rovfisk som torsk, besøker alle vegetasjonstyper, også trådalgesamfunn, på sin jakt etter føde. Det betyr større beitetrykk på småfisk i vegetasjonstyper som gir lite skjul for rovfisk.

Alger og dyr funnet i sukkertareskog og i algematta som har erstattet sukkertaren er beskrevet i tidligere rapporter fra Sukkertareprosjektet. Artslister for 2007 er vist i vedlegg. Her skal vi fokusere på artenes funksjon og rolle i økosystemet for å belyse konsekvensene av skifte i vegetasjon.

4.2.1 Alger i sukkertarevegetasjon og algematter

For å belyse forskjeller i disse typer av samfunn har vi spesielt inkludert lokaliteter der sukkertare fortsatt danner assosiasjoner eller tette forekomster som kan kalles sukkertareskog. På Eggholmane ved Bergen og ved Homborsund fyr på Skagerrakkysten har vi foretatt undersøkelser av både flora og fauna for sammenlikning med de trådalgedominerte samfunnene.

I sukkertareskog

Sukkertaren har en stor produksjon med kraftig vekst gjennom vinter/vår (se kap. 4.3.2). Bladet vokser i overgangen mellom stilk og blad slik at den gamle delen av bladet skyves utover. De eldste delene av bladet slites samtidig av slik at sukkertaren har en relativt stabil lengde. Målinger på Eggholmane ved Bergen og ved Homborsund fyr ved Grimstad, viste at sukkertaren generelt var større med både lengre og bredere blader på Vestlandet enn i Skagerrak. Gjennomsnittlig tetthet av store sukkertareplanter var likt på Eggholmane og på Homborsund med hhv. 31 og 32 planter pr m². Bladlengden kunne være over 2,5 m ved Bergen, mens plantene på Skagerrakkysten var mindre og sjelden over 1,5 m. Dette medfører en mindre biomasse i sukkertareskogen på Skagerrakkysten. Gjennomsnittlig biomasse (friskvekt tare) ved Homborsund lå på 6 kg pr m², mens det på Eggholmane var 22 kg pr m². Siden blad fornyes hvert år indikerer disse tallene sukkertareproduksjonen (antall kg plantebiomasse produsert pr m² og år). I tillegg produserer sukkertaren organisk stoff (DOC) som kontinuerlig skilles ut i vekstperioden og som også inngår i næringskjedene.

Sukkertaresamfunnet har også en fysisk funksjon gjennom å skape en tydelig romlig og stabil struktur. Dette oppholdsrommet har betydning for de arter som lever i og av dette samfunnet, ikke minst yngel av fisk. Sukkertaren tar ikke mye plass av bunnen, i det den store algen bare er festet til bunnen med små festerøtter (hapterer). Men det store tarebladet tar opp det meste av lyset slik at undervegetasjonen normalt er fattig og består av skyggetolerante rødalger. Generelt er selve bunnen under sukkertareskog ren fjellbunn uten slam og begrodd med rosa skorpeformede kalkalger (*Coralliniacea indet.*). Vegetasjonen i en tareskog kalles for undervegetasjon og undervegetasjonen består av tuer med oppreiste (mer stive) flerårige

rødalger som krusflik (*Chondrus crispus*), svartkluft (*Furcellaria fastigiata*), krasing (*Corallina officinalis*) og fagerving (*Delesseria sanguinea*). På Skagerrak- og Vestlandskysten er også hhv. krusblekke (*Phyllophora pseudoceranoides*) og hummerblekke (*P. truncata*) vanlig. Dette er alle flerårige, grovt forgrenede rødalger, fra 5 til 15 cm store. Om sommeren vokser det i tillegg spredt med de trådalger som i dag dominerer de trefrie områder sommerstid. Undervegetasjonens funksjon eller rolle er lite kjent, men siden de fleste er flerårige, skaper de et relativt stabilt miljø og rom for mange små mobile dyr (se neste kapittel og Moy et al. 2006). Vegetasjonen er relativt lik sommer og vinter og mye av produksjonen lagres i flerårig biomasse.

Sjøbunnen eller rommet under sukkertaren er viktig for rekruttering av ny sukkertare. Antall kimplanter kan variere stort fra år til år, men normalt sitter det klynger av små tareplanter klare til å ta over dominansen når eldre planter dør eller rives bort. I undersøkelsesrutene på Eggholmane ble det observert relativt lite kimplanter, mens det i rutene på Homborsund ble estimert en gjennomsnittlig tetthet på 136 kimplanter pr m². Overslagsberegninger fra novemberundersøkelsene viste at det ble funnet mellom 1 og 100 småplanter per m² på stasjoner både på Skagerrakkysten og på Vestlandet. Det kan være spesielle og kanskje ubetydelige årsaker, for eksempel dårlig lystilgang til sukkertarekruttene, til at det ikke ble funnet høyt antall kimplanter i rutene på Eggholmene denne gangen.

Sukkertaren synes å ha stor betydning for å holde bunnen ren for slam og trådalger. Det skyldes sannsynligvis at sukkertaren tar opp det meste av lyset og fysisk sveiper over bunnen med de store bladene. Bladene kan også ha en paraplyeffekt som hindrer partikler i å sedimentere til bunnen i en sukkertareskog. Disse effektene ble observert i forsøkene med å flytte sukkertare inn i områder dominert av trådalger. Etter kort tid var bunnen under sukkertaren ren for slam og trådalger. I disse områdene med transplantert sukkertare ble det første våren også observert noen få kimplanter av sukkertare, men levetiden på disse var begrenset. Forsøket ble utvidet med flere planter og i 2007 (november) ble det observert spredt med små sukkertareplanter i nærområdet til plantefeltene. Det ser således ut til at sukkertaren er i stand til å overleve og rekruttere i trådalgeområder, men kan trenge en form for starthjelp.

Uten sukkertareskog

Der hvor sukkertaren har forsvunnet, finner vi fremdeles god forekomst av de arter som var vanlige i sukkertarens undervegetasjon, som rødlo, krasing, krusflik og svartkluft. I fravær av sukkertare synes det som flere av disse har økt i forekomst. Det er trolig som følge av bedre plass og lystilgang. Den største endringen er likevel først og fremst den kraftige tilveksten sommerstid av hurtigvoksende, trådformede alger, hvorav mange bare forekommer i synlige former om sommeren. Vanlige arter på Skagerrakkysten (utenom Lindesnes) er stilkdokka, teinebusk og japansk sjølyng sammen med brunslirarter og tidvis også fagerdokka (*Brongniartella byssoides*). På Lindesnes og på Vestlandet er det i tillegg til disse først og fremst stor forekomst av brunalgene bleiktuste og vortesmökk som sammen med lys grønnalge (grønnalge) har størst forekomst. Disse lager tykke, luftige, men monotone matter som dekker bunnen fullstendig sommerstid. Om høsten visner sommeralgene og går i forråtnelse på bunnen eller i nærliggende groper hvor de har falt ned. I vinterhalvåret er bunnen relativt naken avhengig av forekomsten av tuer med de flerårige svartkluft, krusflik og krasing. Mange steder er bunnen fra 3 m og dypere omtrent helt bar vinterstid. På Skagerrakkysten er det også et slamlag som dekker bunnen, men tilsvarende slam har vi ikke observert (annet enn på større dyp) på Vestlandet. På Vestlandet danner skjell- og

skallfragmenter flekkvis sedimentasjon, men det er forskjellig fra det organisk rike slammet på Skagerrakkysten.

Selv om det er forskjell i algeartene på Sørlandet og Vestlandet vil den store forekomsten av trådalger om sommeren være en respons på god næringstilgang i sommersesongen på begge steder. Alle trådalgeartene vil således ha samme funksjon i økosystemet. Det er særlig i forskjellen mellom få og mange økologiske funksjoner i hhv. trådalger og sukkertareskog som forårsaker de økologiske konsekvenser av skifte i artssammensetningen. Sukkertaren skaper et rikt og helårig økosystem, mens trådalgene et mer fattig samfunn som stort sett forekommer i sommerhalvåret.

Produksjon, biomasse og funksjon i samfunn med og uten sukkertare kan summeres slik:

		Primærproduksjon	Algebiomasse	Rom med skjul
Med sukkertare	Sommer	+++	+++	+++
	Vinter	++	+++	+++
Uten sukkertare	Sommer	+++	++	+
	Vinter	-	+	-

+++ stor, ++ middels, + liten, - ingenting

4.2.2 Fauna i sukkertarevegetasjon og algematter

Faunaanalyser fra to sukkertarelokalteter, Eggholmane ved Bergen og Homborsund fyr ved Grimstad, og fra matter med trådformete alger på utvalgte lokaliteter langs kysten fra Grimstad til Bergen, er vist i Tabell 4.1. Enkeltplanter av sukkertaren ble samlet i finnmaskete poser og assosiert fauna ble vasket ut for analyse på lab. Også 20x20 cm ruter i undervegetasjonen i sukkertareskogen ble innsamlet og analysert for alger og fauna på samme måte som 20x20 cm ruter av algemattene ble samlet inn og analysert for alge- og faunasammensetning.

Ut fra våre tidligere undersøkelser på fauna knyttet til tang, tare, trådalger og ålegras kan vi gjøre en vurdering av tettheter og artssammensetning av denne faunaen. Faunaen i rutene er multiplisert opp til å angi estimerer på tetthet pr arealenheter på 1 m², mens som i tidligere undersøkelser er det også estimert tetthet av fauna på sukkertareplanter ved en beregnet tetthet på en sukkertareplante pr 20x20 cm, dvs 25 planter pr m².

Bortsett fra undervegetasjonen i tett sukkertareskog ved Bergen hadde de fleste algehabitater en faunetetthet på flere titalls tusen dyr pr m². Lave tettheter av fauna i Bergen synes å være naturlig i den sparsomme undervegetasjonen som det blir i tette sukkertareskoger. Det er trolig først og fremst sterk skygge under bladdekket i tareskogen som er årsak til sparsom undervegetasjon. Sukkertarevegetasjonen på det undersøkte området i Bergen var spesielt tett og hadde en biomasse på over tre ganger så mye som den i Homborsund. Høye tettheter av fauna i prøvene fra Skagerrakkysten, både i undervegetasjonen i tare og i algematter, skyldes at disse prøvene hadde tettheter på 20-40 000 små blåskjell pr m², mens tettheten av små blåskjell var betydelig lavere fra og med Lindesnes og videre opp langs Vestlandet. Ved å fjerne blåskjell fra prøvene i tabell 4.1, viser resultatene en mer jevn tetthet som varierer rundt 15-20 tusen per m². Blåskjell-larver slår seg ned i store tettheter i juni og vil i løpet av sensommeren og tidlig høst reduseres til en mer moderat forekomst. Det kan forventes at faunetetthet og særlig tetthet av små snegl og krepsdyr vil øke fra innsamlingstidspunktet som var tidlig juli og utover mot et maksimum på sensommer/tidlig høst. Imidlertid viser resultater på både antall arter og individtetthet som er presentert her og sammen med det vi har funnet i

Tabell 4.1 Fauna i sukkertare, undervegetasjon til sukkertare og i algematter som har erstattet sukkertare. Alle prøvene er innsamlet i løpet av en kort tidsperiode juli 2007. Prøver merket med * inneholdt betydelige tettheter juvenile blåskjell (se også tekst).

Alge	sted	Ant arter	Ant individer pr m ²	Ant ind. ekskl. blåskjell	Friskvekt algeprøve (gram)
sukkertare	Bergen (Egghl)	43	22 650	21 275	1180
sukkertare	Bergen (Egghl)	39	18 050	16 700	580
undervegetasjon	Bergen (Egghl)	18	3 225	1 925	14
undervegetasjon	Bergen (Egghl)	28	3 825	2 925	13
sukkertare	Homborsund	27	47 525*	7 800	366
sukkertare	Homborsund	37	56 025*	18 975	303
sukkertare	Homborsund	33	70 050*	13 225	519
undervegetasjon	Homborsund	31	55 150*	7 350	14
algematte	Grimstad (Tvillinghl)	38	45 250*	22 025	15
algematte	Lindesnes (Midtfjhl)	27	39 925	14 000	29
algematte	Ryfylke (Tingshl)	43	20 375	19 575	77
algematte	Bergen (Langøy)	44	35 775	33 925	41
algematte	Bergen (Lerøy)	39	21 450	21 250	31
algematte	Hardanger (Løfallstr)	44	36 775	27 800	63

prøver fra trådalgeomatter rapportert tidligere (Moy et al 2006, 2007) lavere verdier enn det vi har funnet tidligere. Både i sukkertare, stortare, tang og ålegras har vi funnet tettheter på mellom 60 000 og 200 000 individer pr m² (Christie 1997, Christie et al. 2003, Fredriksen et al. 2003). Siden vi finner store variasjoner mellom de ulike prøvene både i det nåværende og tidligere materialet er det vanskelig å angi et eksakt tall for tapet i individtetthet, men tapet er i alle fall i størrelsesorden 50 % eller mer. Dette er tall for sommersesongen når individtettheten er høyest, men om vinteren vil forskjellene være mer tydelige siden det er sannsynlig at all mobilfaunaen forsvinner når trådalgene forsvinner i denne sesongen. Også artsantallet er noe lavere enn hva som er funnet i tang, tare og ålegras (Christie 1997, Christie et al. 2003, Fredriksen et al. 2005). Også her vil store variasjoner mellom ulike prøver gjøre det vanskelig å angi tapet nøyaktig, men Christie (1997) fant høyere artsantall pr prøve i sukkertare enn i nærliggende trådalger og undervegetasjon, og tapet kan beregnes til en reduksjon på 25-40 % i antall arter pr prøve fra sukkertare (1997) til trådalger både for 1997, 2006 og 2007. En sukkertareskog med undervegetasjon vil til sammen være et mer variert substrat for fauna og dermed til sammen tilby større og mer variert habitat enn trådalgesamfunnene. Selve artsantallet vil også øke med antall prøver i en innsamlingsserie. Vi har både i stortare-, sagtang- og ålegras-undersøkelser funnet mellom 100 og 250 arter mobilfauna, rundt 30 fastsittende dyr, og over 100 arter epifyttiske alger. Det vil si at slike større bladformete og habitatformende alger representerer et stabilt økosystem med større mangfold enn trådalgesamfunnene. Mer direkte sammenliknende studier vil mulig kunne gi mer og bedre kvantitative data på tap av individtetthet og artsmangfold.

I denne analysen viser også de prøvene tatt av sukkertare lavere tetthet og diversitet av fauna enn tidligere (Christie 1997, se også fjorårets rapport, Moy et al. 2007). Dette kan skyldes at det nå bare er begrensede flekker igjen av sukkertare og at det trengs større arealer med skog for å opprettholde et friskt og tett sukkertarefaunasamfunn. En annen årsak kan være endringer i predasjon. Vi har observert store tettheter av både tangkutling og leppefisk i disse

systemene under våre undersøkelser, og garnfangstene i Skagerrak (se kap. 4.2.3) viste store tettheter av flere fiskeslag og i særdeleshet leppefisk som bergnebb, berggyllt og grønngyllt, som kan ha vært med på å redusere faunaforekomst. Det er også slik at faunatetthet kan være underestimert i tabellen siden det ble funnet over 30 sukkertareplanter pr m² både ved Bergen og ved Homborsund, men siden materialet og forekomster av sukkertare er sparsomt knytter det seg usikkerheter til resultatene. Siden vi har observert bedre gjenvekst av sukkertare under høsten 2007, vil det bli bedre mulighet til å forbedre estimater på fauna i sukkertare i løpet av sensommeren 2008.

Algemattene viser i størrelsesorden samme nivå mht individtetthet og artsantall som undersøkelser som ble presentert i fjor (Moy et al. 2007). Skiftingen fra sukkertare til trådformete alger har medført en endring i fauna. En del arter som er typiske for tareskog er borte (f eks mysider, andre krepsdyr, børstemark, snegl som lever høyt oppe og på glatte overflater), dvs flere spesialister er forsvunnet eller blitt mer sjeldne. De artene som nå er mest vanlige i trådalgemattene er dyr som også er vanlige i tareskog, men dette er mer allestedsnærværende generalister og rørbyggende dyr eller andre som trives best der det er høyere forekomst av partikler eller sediment, dvs arter som lever nær bunnen.

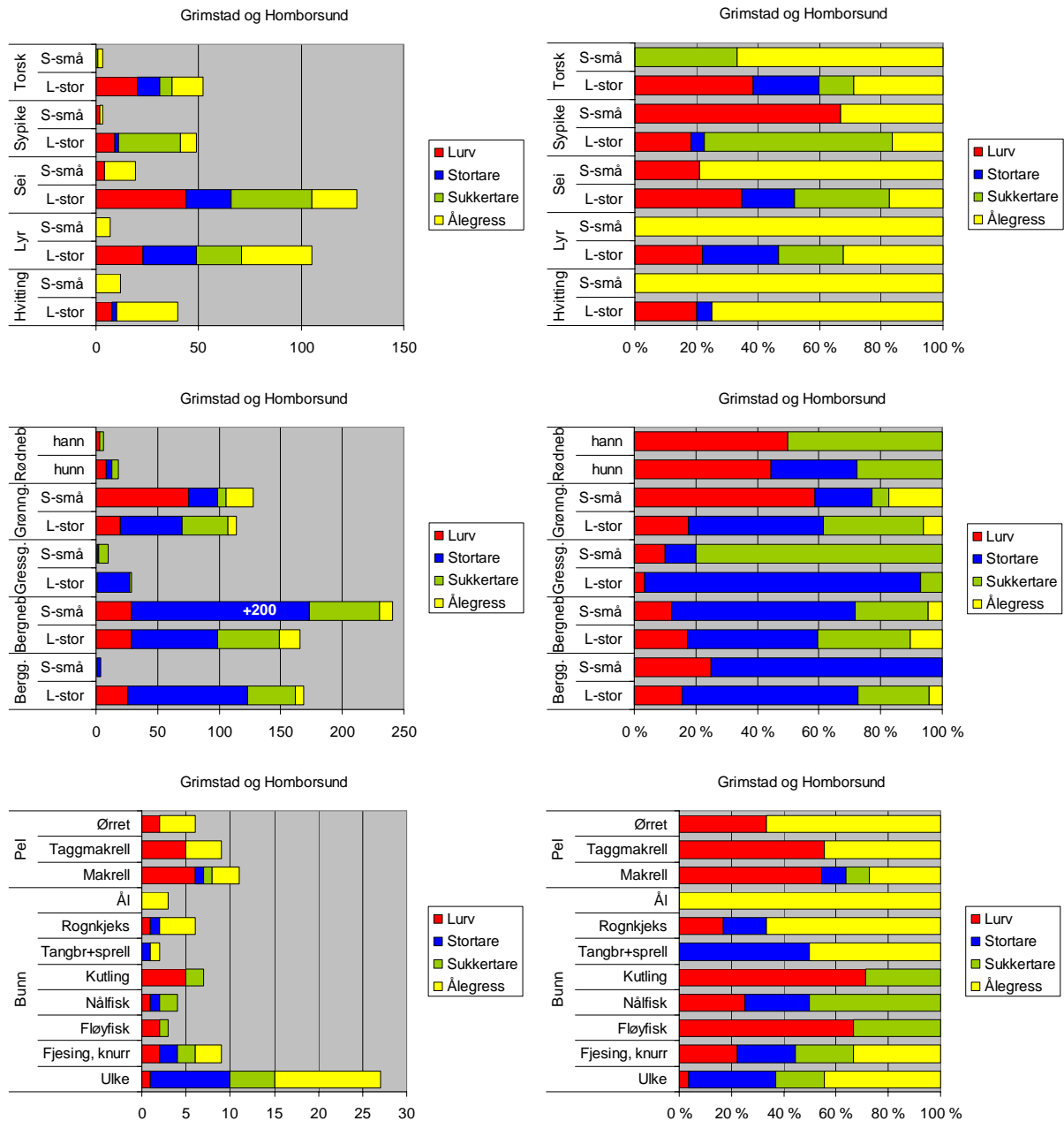
Bortsett fra en liten andel svømmende og meget mobile små krepsdyr, kan faunaen i de trådformete algene synes mindre fysisk tilgjengelig som næring for fisk siden faunaen består av mer rørbyggere som i stor grad er gjemt i algemattene. Faunatettheten er også lavere og mattilbudet blir således lavere. Dette vil vi imidlertid få mer belyst når vi får opparbeidet mageprøvene fra fisk.

4.2.3 Fiskefauna i sukkertare- og andre vegetasjonstyper

Fiskefauna kan påvirke sitt miljø gjennom beitepress. De artene som lever i våre kystsystemer er rovfisk og beiter på småfisk og invertebrater som lever planktonisk eller i tilknytning til bunnvegetasjonen. Når det gjelder fisk som er knyttet til makroalge eller makrofyttssystemer har vi ingen herbivore fisk i våre farvann, men noen fiskeslag er generalister og får i seg en del alger gjennom variert næringssøk. Det er snegl, kråkeboller, krepsdyr og andre invertebrater som kan forårsake signifikant beiting på makroalger. Når det gjelder fiskefauna og deres betydning i makroalgesamfunn er det lite sammenliknende datamateriale, men Norderhaug et al. (2005) fant at leppefisk og torskefisk var de dominerende fiskefamiliene i tareskog og at de levde av tareskogsfauna. De omfattende strandnotundersøkelsene til Havforskningsinstituttet viser en sammenheng mellom vegetasjon og fiskeforekomster, men disse foretaes fortrinnsvis på bløtbunn i ålegraslokaliteter. Imidlertid foretar Havforskningsinstituttet noen trekk på lokaliteter med blandet bunn, og det er ikke sett spesielle effekter av reduserte forekomster av sukkertare på analyserte data av disse fiskefangstene (Steen et al. 2006 a, b). Disse undersøkelsene viser derimot at sukkertare er gått tilbake, at torskefisk har gått tilbake, og at leppefisk og kutlinger har økt på disse lokalitetene.

Forekomst av fisk som potensielt kan beite på de dyrene som igjen beiter på sukkertarebladene og kan holde epifytter og mikroorganismer i sjakk, kan ha betydning for begroing og tilstanden til taren. Vi har utført fiskeundersøkelser i habitatene stortare, sukkertare, trådalger og ålegras, for å se på fiskefaunaens tetthet, artsammensetning og potensielle betydning. Vi har satt ut trollgarn, nordisk garn (ulike maskevidder på samme garn) og doble åluser eksponert ca 10 timer dag og natt på stortare, sukkertare, trådalger og ålegraslokaliteter i Grimstadorrådet og i Homborsundområdet. Fiskene ble bestemt til art, lengdemålt, og mageprøve er blitt tatt fra et visst antall individer av de mest tallrike artene. Fisket ble foretatt

i september (2007) og gjentatt i oktober, bortsett fra at ålerusener ikke ble benyttet i oktober fordi de fanget meget lite i forhold til garnene. Figur 4.3 viser fordeling av fisk fanget i ulike vegetasjonstyper, med særlig vekt på de mest tallrike artene innen fiskefamiliene leppefisk og torskefisk. Dataene er basert på 16 garntrekk totalt på hver lokalitet.



Figur 4.3 Antall og prosentandel av torskefisk, leppefisk og andre arter fanget i trådalgesamfunn (Lurv), stortareskog, sukkertareskog og i ålegresenger. For flere arter er fangsten delt på små fisk (yngel) og stor fisk. Bergg. = berggylt, Gressg. = gressgylt, Grønnng. = grønngylt, Rødnebb = rødnebb/blåstål, Pel = pelagisk fisk, Bunn = fisk som lever knyttet til bunnen. NB, skalaen for antall varierer mellom grafene.

Undersøkelsene tyder på stor aktivitet av leppefisk dag og natt, mens torskefisk er mest aktive om natten. Denne undersøkelsen viser særdeles høye tettheter av leppefisk (både store og små) i stortare, men også i sukkertare og trådalger (Figur 4.3). Resultatene tyder på at leppefiskene er typiske for hardbunn og makroalger, mens veldig få ble fanget i ålegras, og de få vi fant der synes å forekomme der garnene ble satt i nærheten av steinmoloer eller brygger. I dette fisket ble derimot små torskefisk fanget i størst antall i ålegrassamfunn, men tettheten av slike fisker var relativt lav sammenliknet med leppefiskene på hardbunn og de ulike arter torskefisk fordelte seg noe ujevnt mellom ålegras, sukkertare og trådalger. Små torsk ble bare fanget i sukkertare og i ålegras, men antallet fanget er for lite til å si noe om habitatbruk. Større individer av flere arter torskefisk synes å komme inn i alle habitattyper om nettene, og fordeling av slike omstreifende fisk kan muligens være mer tilfeldig og fangstene varierer i større grad enn for stasjonær fisk.

Så langt ser det ut som om beitepresset i Skagerrak på snegl og krepsdyr av stasjonær fisk er særlig høyt i stortareskog og dernest i sukkertare og trådalger, mens beitepresset er lite i ålegraset. Beitepresset utgjøres av leppefiskene bergnebb, berggylt og grønnngylt. Dette er også omtalt i avsnittet om årsakssammenhenger og økosystembetraktninger (kap. 4.1). Imidlertid vil nærmere analyser og særlig opparbeiding av mageprøver avsløre mer om betydning og hvilke påvirkninger (top down) de ulike stasjonære og besøkende fiskeartene kan ha for de ulike økosystemene vi har undersøkt. Dette vil også kunne settes i bredere perspektiv sammen med våre undersøkelser av flora og fauna i de samme lokalitetene undersøkt i forbindelse med disse undersøkelsene eller tidligere undersøkelser i tareskog, sukkertare og ålegras. Våre observasjoner under dykkeundersøkelsene tyder også på store forekomster av leppefisk og tangkutling i de tidligere sukkertarelokalitetene, og disse observasjonene sammen med våre fiskefangster kan harmonere med Havforskningsinstituttets strandnotserier som viser at torskefisk har gått tilbake, mens leppefisk og kutlinger øker. Disse fiskedataene understøtter de utredninger som er utført under økosystemforståelse og årsakssammenhenger foran i kap.4.

4.3 Næringsalter, klima og vekst og fertilitet hos sukkertare

Skagerrak har vært utsatt for en langvarig overgjødning, spesielt av nitrogen, som har hatt en negativ innvirkning på sjøvegetasjonen gjennom økt vekst av hurtigvoksende, opportunistiske alger. Dette har ført til en degradering av sjøvegetasjonen og har med høy sannsynlighet lagt grunnlag for et skifte i vegetasjonen fra flerårig sukkertarevegetasjon til sesongbetont trådalgesamfunn. Endring i klima, spesielt hyppigheten av år med høy sjøtemperatur siste 10-år, er sammen med eutrofi ansett for å være direkte årsaker til bortfall av sukkertare. Nedgang i overkonsentrasjoner av næringsalter i Skagerrak er en positiv utvikling, men økte tilførsler til Vestlandskysten, spesielt sommer og høst hvor bakgrunnsverdier normalt er lave, er negativt for sukkertaren. Normal vekst og sporeproduksjon i forsøk med sukkertare viser at det ikke er noe galt med vannkvaliteten i Skagerrak i så måte. Forsøket viste også at sukkertaren døde etter den varme sommeren 2006.

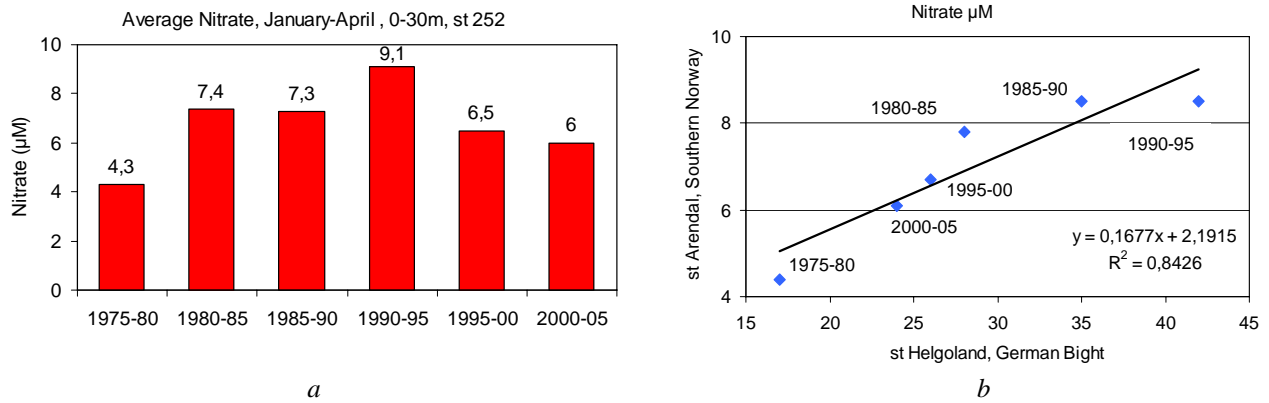
4.3.1 Sjøtemperatur og næringsalter

Skagerrakkysten

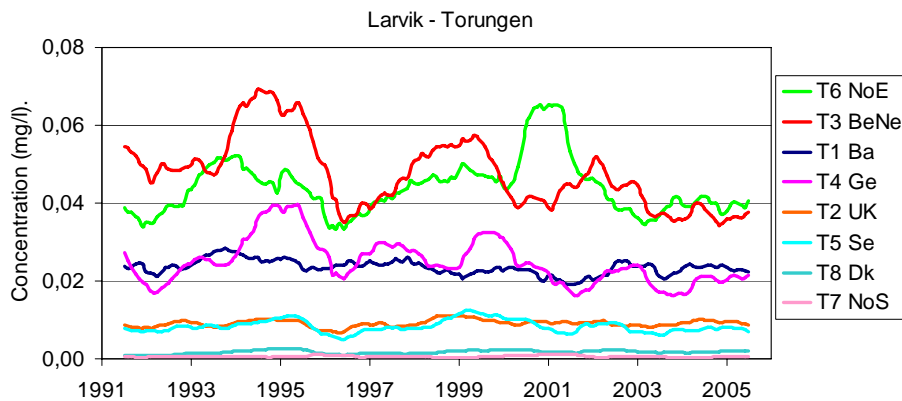
Som vist i Statusrapport nr 2 (Moy et al. 2007) og i Klimarapporten fra Sukkertareprosjektet (Moy & Stålnacke 2007) har næringssaltkonsentrasjonen økt betydelig i perioden 1975 til 1995 langs Skagerrakkysten. Dagens tilstand for sukkertare er derfor resultat av en langvarig overgjødning med en dobling i nitratverdiene (Figur 4.4 a) som høyst sannsynlig har hatt negativ innvirkning på bunnvegetasjonen med økt produksjon av hurtigvoksende, opportunistiske alger, nedslamming og til sist ført til bortfall av sukkertare. Som vist i klimarapporten fra sukkertareprosjektet har nitrogentilførslene stor sammenheng med langtransporterte tilførsler (Figur 4.4 b). En nedgang i overkonsentrasjoner av nitrat i Skagerrak er en positiv utvikling og kanskje helt nødvendig forutsetning med tanke på mulig gjenvekst av sukkertareskog i Sør-Norge. En tilførselsmodell viser at avrenning fra de norske elvene relativt sett er blitt mer viktige ettersom langtransporterte tilførsler har gått ned etter dominerende tilførsler i 1994-95 (Figur 4.5). Det er beregnet spesielt store tilførsler fra østnorske elver den regnfulle høsten 2001.

Temperaturobservasjonene sommeren 2007 viste høy sjøtemperatur på 1 m dyp i juni, men lav temperatur i juli og august (Figur 4.6). Gjennomsnittstemperaturen for perioden juni-september (de fire varmeste månedene i sjøen) var klart kjøligere for 2007 enn i 2006 og omtrent som 30-års normalen. Juni var dog den 3 varmeste i perioden 1960-2007 (på 1m dyp). Observasjonene fra 19 meters dyp viser omtrent samme forløp og gjennomsnittstemperaturen for perioden juni-september var kjøligere i 2007 enn i 2006. Temperaturforskjellene mellom sommermånedene i 2006 og 2007 var mindre på 19 meters dyp, enn på 1 meters dyp.

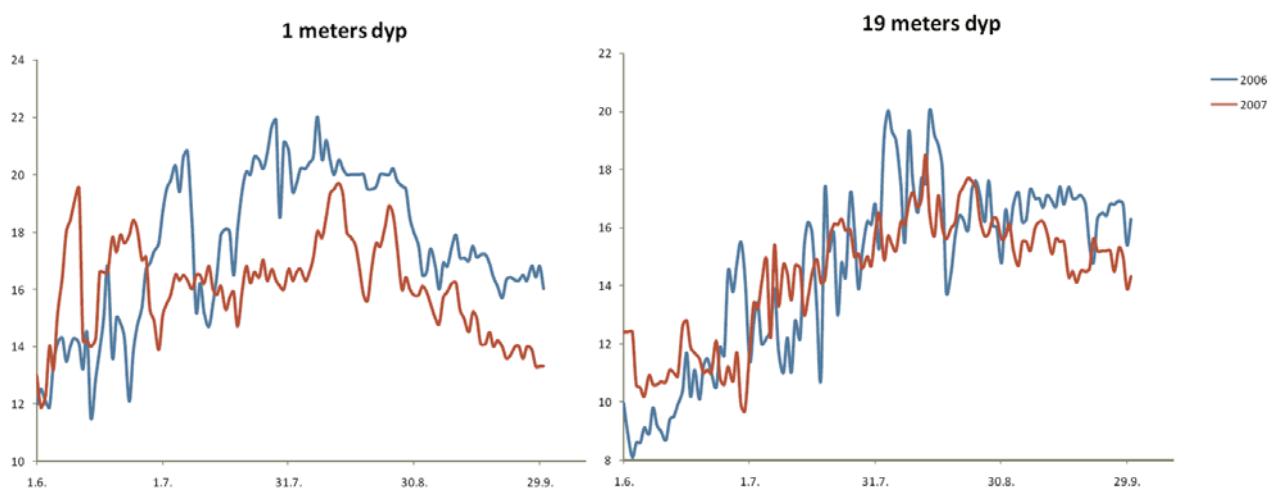
En gjennomgang av utviklingen i sjøtemperaturen fra 1960 og fram til 2005 er gitt i klimarapporten fra Sukkertareprosjektet (TA 2279)



Figur 4.4 a) Nitratkonsentrasjoner (middelverdier) i kystvannet (0-30 m) målt vinter-vår i kyststrømmen utenfor Arendal. b) Nitratkonsentrasjoner i kyststrømmen utenfor Arendal og ved Helgoland i Tyskebukta i perioden 1975-2005 (Kilde: Moy et al 2007b, Aure og Magnusson 2008)



Figur 4.5. Modellerte konsentrasjoner av et inert stoff i overflatevannet (0-20m) på Skagerakkysten (Larvik-Arendal) med utspring fra 6 langtransporterte og 2 lokale kilder. Startkonsentrasjonene er satt lik nitrogenavrenningen fra de aktuelle elvene/elvedistriktene: T1=Østersjøen, T2=UK, T3=Belgia-Nederland, T4=Tyskland (Weser og Elbe), T5=Sverige, T6=Østlandselver, T7=Sørlandselver, T8=Danmark. Kurvene viser 12 mnd glidende middel. Kilde: met.no og Moy & Stålnacke 2007.



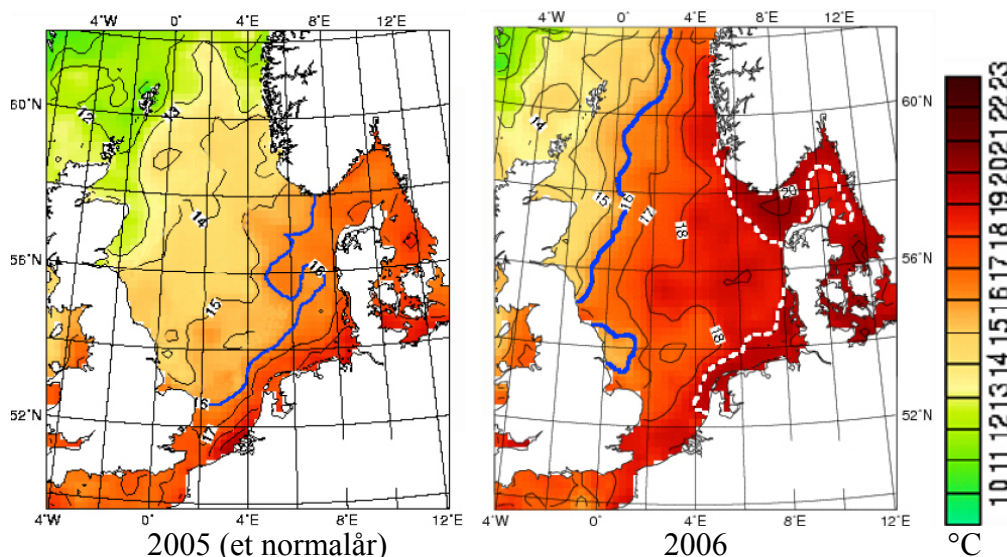
Figur 4.6 Sjøtemperatur målt i Flødevigen ved Havforskningsinstituttets Forskningsstasjon.

Vestlandet

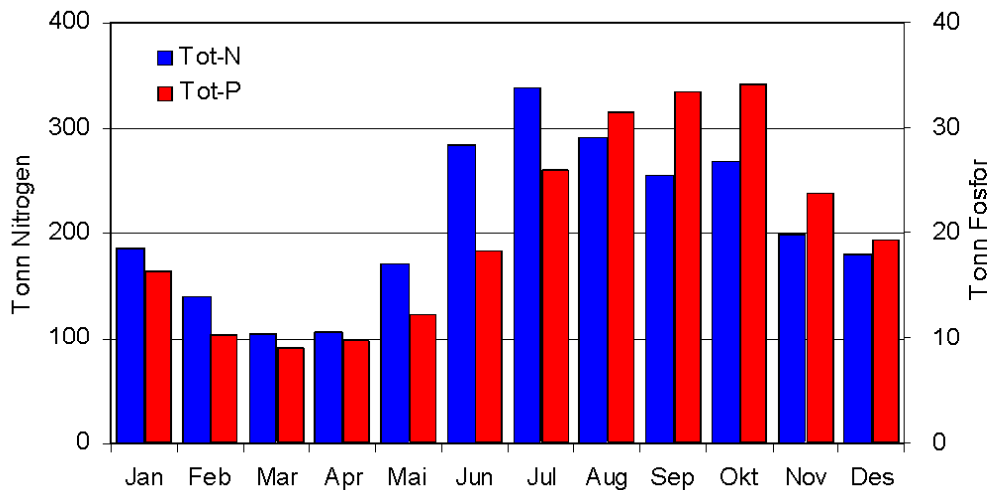
På Vestlandet er sjøtemperaturene generelt lavere enn i Skagerrak, men likevel ble det høsten 2006 observert taredød i Rogaland som kunne settes i sammenheng med langvarig, høy sjøtemperatur i august 2006. Figur 4.7 viser at 19°C isotermen som er tradisjonell temperaturgrense for utbredelse av sukkertare i 2006 strakte seg nordover langs kysten av Vestlandet. I Raunefjorden ble det målt opptil 18,8 °C på 4m dyp i august (Ferryboxdata). I 2007 var sjøtemperaturen, som i Skagerrak, vesentlig lavere enn i 2006 (2-3 grader) og høsten 2007 ble det observert god rekruttering av sukkertare flere steder. Svingninger i tarebestanden og god tilvekst med ny tare etter tap av gammel tare, er en naturlig del av dette økosystemet. Så lenge ny tare klarer å etablere seg og vokse til nye tette skoger, vil korte svingninger i tarebestanden ha lite å si for økosystemet. Disse observasjoner av naturlig gjenvekst har betydning for vurderingen av faktorenes betydning. Det gjenstår derfor å se om dagens rekruttering gir opphav til ny tareskog.

Økte tilførsler av næringssalter til Vestlandet, spesielt gjennom sommer og høst (Figur 4.8) hvor bakgrunnsverdier normalt er lave (Figur 4.9), har sannsynlig negativ innvirkning på sukkertaren ved økt groe av hurtigvoksende, opportunistiske alger. Eksempler på dette er stor biomasse av bleiktuste og vortesmökk, samt sterk påvekst av lys grønn dusk og sly, som observert i våre undersøkelser.

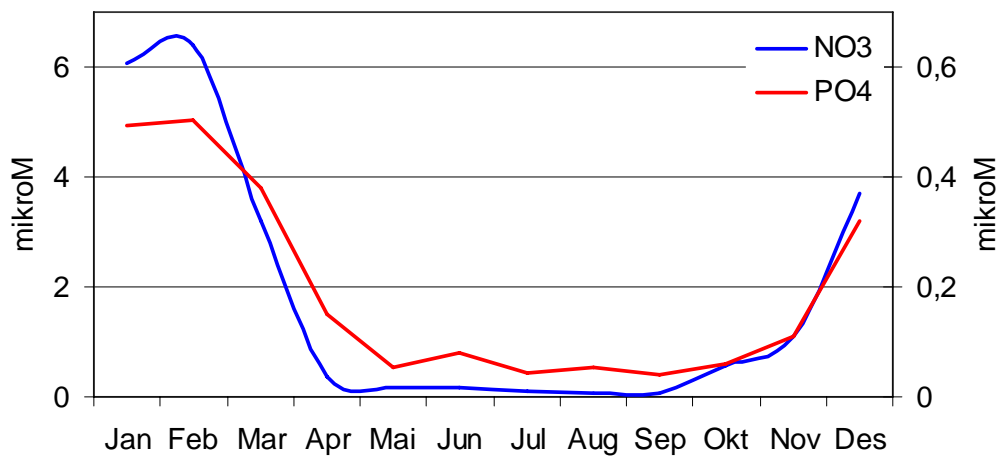
På både Sørlandet og Vestlandet må en se på kilder til næringssalttilførsler og vurdere mulige tiltak for å begrense utslipp som kan ha negativ innvirkning på sjøvegetasjonen. Beregninger av sektorvise tilførselskilder er rapportert fra TEOTIL-programmet (se: http://www.sft.no/program_37065.aspx).



Figur 4.7 Sjøtemperatur (gjennomsnittlige havoverflatetemperaturer) i august 2005 (en normal sommer) og i august 2006. Blå prikket linje = isotermen som indikerer grensen for vannmasser med temperaturer < eller > 16°C (tradisjonell utbredelse av butare). Hvit linje = isotermen som indikerer grensen for vannmasser med temperaturer < eller > 19°C (tradisjonell utbredelse av sukkertare). Kilde: Husa et al. 2007, Kyst og havbruk 2007.



Figur 4.8 Beregnet månedsfordeling i tilførsler av nitrogen og fosfor til en Vestlandsfjord (Hardangerfjorden i 2005). Tilførslene er beregnet av TEOTIL-programmet.



Figur 4.9 Bakgrunnverdier av nitrat (NO₃) og fosfat (PO₄) målt i 5 m dyp ved Utsira, Vestlandet. Kilde: Kystovervåkingsprogrammet.

4.3.2 Vekst og fertilitet hos sukkertare



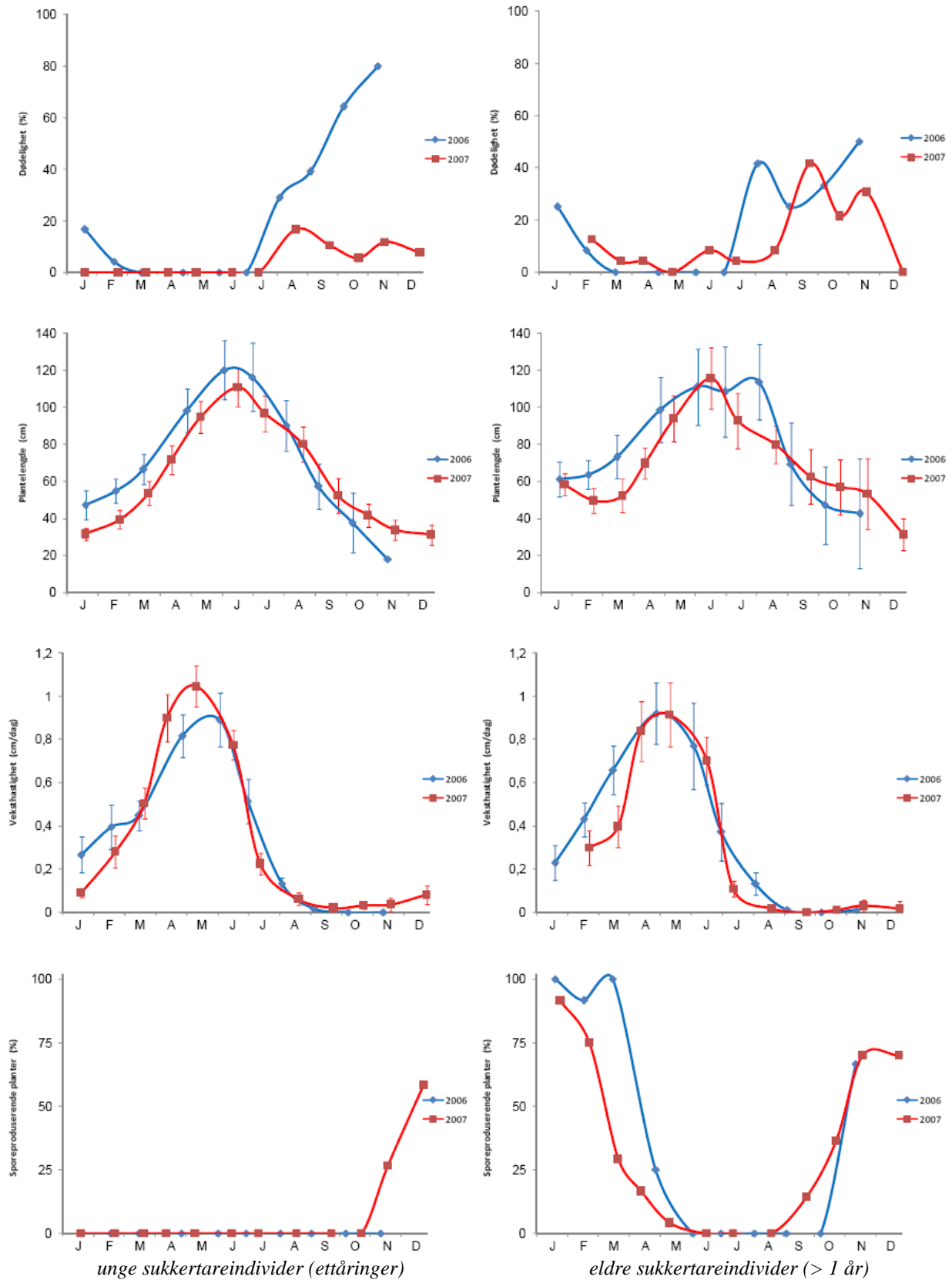
Figur 4.10 Sukkertare med fertile bladpartier (mørke felter). Foto: Øystein Paulsen, HI

Sukkertare innsamlet fra populasjoner på mer bølgeeksponerte lokaliteter i Arendal/Grimstad-området, ble montert på tau og hengt ut på brygga ved Havforskningsinstituttets forskningsstasjon i Flødevigen (i 0,5m, 3m og 5,5m dyp), for å undersøke vekst og utvikling under omgivende miljøbetingelser der hvor sukkertaren har gått sterkt tilbake. Unge tareplanter ble hentet fra sørspissen av Ærøy i 2005/2006 og fra Hove-området (på yttersiden av Tromøy) i 2006/2007. Eldre tareplanter ble hentet fra sørspissen av Ærøy i 2005/2006 og fra Grimstadskjærgården i 2006/2007.

Målinger av overlevelse, vekst, lengde og reproduksjonsutvikling er utført månedlig siden vinteren 2005/06 og ut 2007. Sukkertareplantene har interkalær vekst (vekstsonen sitter i overgangen mellom stilk og blad), som måles ved å observere endringer i avstanden mellom stilk og et hull som påføres bladet 10 cm over stilken ved hvert måletidspunkt. Plantene ble klassifisert som døde når meristemet (vekstsonen) var borte.

Reproduksjonen måles ved visuell inspeksjon, der sporebærende (fertile) bladpartier framtrer som mørkere enn vegetative bladpartier (Figur 4.10). I tillegg tas det vevsprøver fra de fertile bladpartiene for å teste ut eventuelle sporens funksjonalitet og spiringsdyktighet.

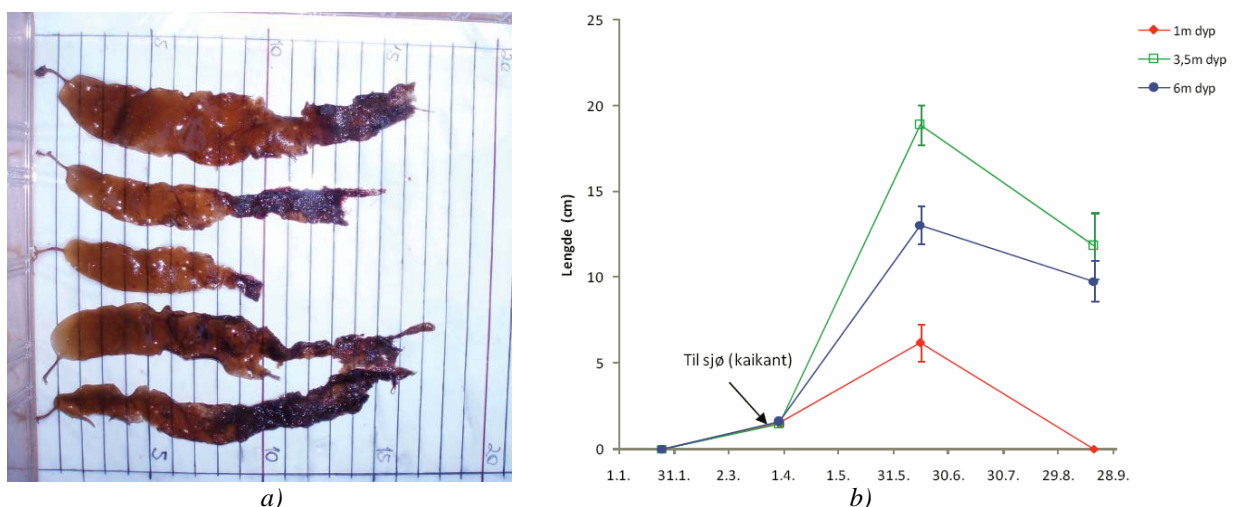
Resultatene fra forsøkene med voksne sukkertareplanter (Figur 4.11, høyre side) viser lav (<25%) dødelighet i perioden januar –juni både i 2006 og 2007. Utover sommeren og høsten økte dødeligheten, som i denne perioden var høyere i 2006 enn i 2007. Veksten var god og lik begge årene. Best veksthastighet ble målt i april-mai og plantene nådde sin maksimale lengde rundt midtsommer. Veksten reduseres naturlig på sommeren (en langdagsrespons), da plantene på denne årstiden investerer fotosynteseproduktene i opplagsnæring og reproduksjon. Under normale omstendigheter skal imidlertid sukkertareplantene gjenoppta veksten i løpet av høsten, men i 2006 stoppet veksten hos sukkertareplantene helt opp og plantene døde. Dette trolig som følge av den høye sommertemperaturen i 2006 (jfr. Figur 4.6). Også i 2007 har veksten vært minimal i perioden august-september og tilstanden til plantene må karakteriseres som dårlig. I perioden september-desember, har imidlertid flesteparten av disse plantene gjenopptatt veksten, noe som tyder på at vekstsonen fortsatt er funksjonell. De unge sukkertareplantene som var under ett år gamle ved forsøkets start (Figur 4.11, venstre side) viste høy dødelighet høsten 2006, men lav dødelighet i 2007. Henholdsvis høy og lav dødelighet høsten 2006 og høsten 2007 har sannsynlig sammenheng med lang periode med høy sjøtemperatur sommeren 2006 og normal sjøtemperatur sommeren 2007 (Figur 4.6). Stor dødelighet hos de voksne sukkertareplantene både i 2006 og 2007 har også sammenheng med at plantene stort sett ikke blir eldre enn 3 år gammel og således hadde oppnådd en naturlig livslengde.



Figur 4.11 Dødelighet, plantelengde, veksthastighet og fertilitet av unge planter (ettåringer, til venstre) og eldre (>1 år) planter (til høyre) av sukkertare på kaikanten ved Havforskningsinstituttets forskningsstasjon i Flødevigen. (Data fra de tre dypene er slått sammen (pooled), $n = 24$. konfidensintervall= 95%)

De unge sukkertareplantene som ble satt ut vinteren 2006/2007 ble fertile (utviklet sporeproduserende vev) i løpet av november-desember (Figur 4.10), mens de unge plantene som hang ute i 2006 sesongen døde ut før de ble reproduksjonsdyktige. Det viser at flere sammenhengende år med ugusntige miljøforhold for sukkertaren kan gi alvorlige knekk i bestanden. De eldre sukkertareplantene ble fertile i september-oktober og var fertile fram til mai med et maksimum i januar-mars. I perioden juni-august, ble det ikke observert fertile planter. Disse observasjonene tyder på at sukkertare langs denne delen av kysten, i vesentlig grad reproducerer i vinterhalvåret.

Sukkertarekimplanter sådd i lab (25.01.2007) på små granittheller (10x10cm) ble satt ut i sjøen på tau (i 3 ulike dyp: 1m, 3,5m, og 6m) langs kaikanten i Flødevigen den 30.03.2007. Tetthet og lengde av planter ble målt 30.03.2007 (før utsetting), 15.06.2007 (etter ca 2,5 måneder i sjøen), og 18.09.2007 (etter ca 5,5 måneder i sjøen). Granittplatene og plantene på 1m dyp ble overgrodd av blåskjell i løpet av sommeren som en følge av et uvanlig godt nedslag av blåskjellyngel denne sommeren (jfr. kap. 4.2.2), og følgelig ble disse platene kassert. Plantene på 3,5m dyp hadde best tilvekst og tilveksten var best på våren, dvs. i første 2,5 måneder etter utplassering i sjøen. Tilsvarende ble også funnet på 6m dyp (Figur 4.12). Lengdeutviklingen for plantene som overlevde over sommeren var negativ i samtlige dyp. Dette skyldes sannsynligvis apikal erosjon (bladet vokser ut ved stilken og slites av i tuppen), da vekstsonen (det interkalære meristemet) virket frisk og var lite begrodd (Figur 4.12 a), samt at det var tilvekst i vekstsonen. Forsøkene med kimplanter, unge og eldre sukkertareplanter viser at sukkertaren vokser normalt og utvikler normal fertilitet i dagens vannmasser ved brygga i Flødevigen. Det er altså ingen ting som tyder på at det er noe galt med vannkvaliteten med hensyn til vekst og utvikling hos sukkertare som skulle hindre sukkertaren fra å reetablere seg her. Forsøket viste også at sommertemperaturen kan bli for høy og føre til økt dødelighet, slik det ble observert på forsøksplantene høsten 2006. Observasjonene fra de ”hengende hager” av plantede sukkertarer i felt på 6m dyp på Terneholmen, viste også at sukkertaren var i dårlig forfatning og mange døde denne høsten. Ingen av forsøkene på 0,5-1m dyp viste gode resultater. Det indikerer at miljøbetingelsene på så grunt vann ikke er optimale for sukkertare. At veksten var dårlig på 6m dyp henger trolig sammen med at det var dårligere lysforhold her inne ved bryggekannten enn naturlig er på 3,5m dyp.



Figur 4.12 a) Juvenile sukkertareplanter satt ut i sjøen som centimeter store kimplanter i mars og høstet september. b) Lengdeutvikling hos sukkertarekimplanter sådd ut på granittplater i lab (25/01-07) og plassert på tau i tre ulike dyp (1m, 3,5m, og 6m) i sjøen langs kaikanten i Flødevigen (30/03-07). 95% konfidensintervall er tegnet inn. N = 4.

4.4 Slam og partikler

Nedslamming er et problem på Skagerrakkysten som har oppstått de siste 10-20 årene og det er ikke observert tilsvarende nedslamming i undersøkte områder med tap av sukkertare på Vestlandet. Sukkertare er en stor alge som trenger et godt feste til underlaget samtidig som slammet er vist å redusere kimplantenes spiringssuksess. Mest slam er målt i vinterhalvåret når sukkertaren rekrutterer. Bunnslammet har et høyt organisk innhold og ca. 75 % stammer fra marin produksjon, men andelen er avhengig av avstand fra elveutløp. Leiremineralene i slammet stammer overveiende fra lokale kilder, men de vestlige kyststrekningene mottar relativt sett mer langtransportert materiale enn de østlige. Vi ser likevel ingen sammenheng med fordelingen av leirmineraler og sukkertaretilstanden.



Figur 4.13 Et grått slamlag dekker bunnen mellom rødalgebusker og sekkedyr. Terneholmen, Arendal, i april 2005. Foto: F Moy, NIVA

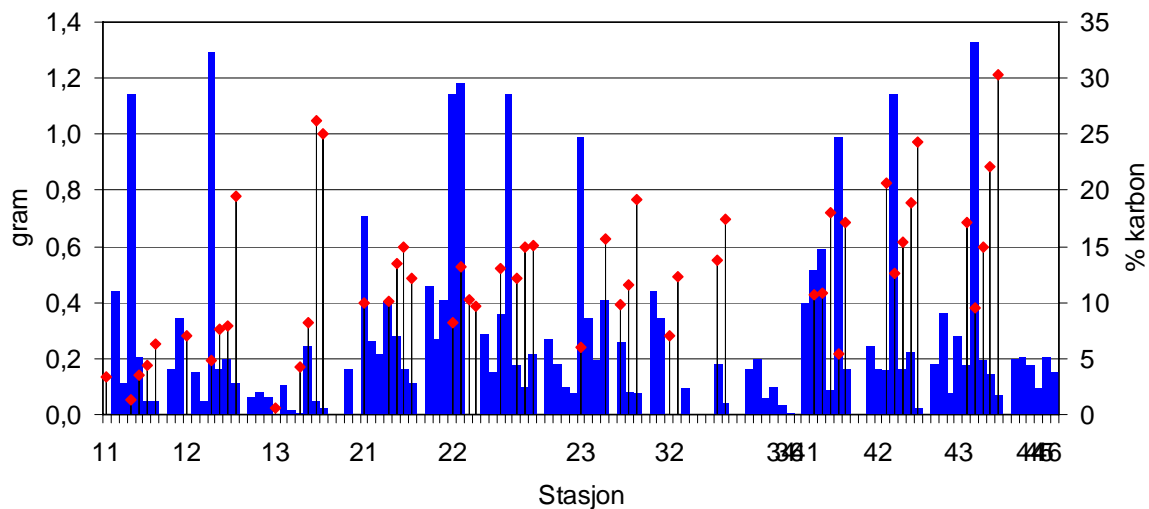
Nedslamming er et problem som er registrert på Skagerrakkysten. Det er ikke observert tilsvarende nedslamming i undersøkte områder på Vestlandet, unntatt på enkelte lokaliteter i Rogaland. Nedslamming av steinbunn gir dårlig feste for sukkertaren og uten godt feste vil algen lett rives løs. Det er kjent fra litteraturen at sedimentasjon og nedslamming har negativ effekt på skogdannende arter og i tillegg viser både våre og andres studier at de små mikroskopiske stadiene av sukkertare også er sårbare for nedslamming (Burrows 1971, Seapy & Littler 1982, Vogt & Schramm 1991, Eriksson et al. 2002, Airoidi 2003, Schiel et al. 2006). Sedimentasjon og nedslamming av hardbunn har derfor vært studert spesielt i dette sukkertareprosjektet. Vi har spesielt vært interessert i mengde og omfang av nedslamming og kilder til dette slammet. Kildesporingen har vært utført på den mineralske og den organiske delen av bunnslammet.

I tillegg til tradisjonelle metoder med analyser av karbon- og nitrogenisotoper og leirmineralsammensetning, har også en nyutviklet metode med svovel-isotoper vært utprøvet på prøver fra Larviksområdet. Preliminære resultater med analyse av svovel (organisk bundet svovel) viser en fin gradient av ferskvannspåvirkning på stasjonene i Larviksområdet. Slam fra Numedalslågen (innsamlet ved jernbanebrua) hadde 100% ferskvannskarakter. Bunnslammet på stasjonene i Larviksfjorden fra Numedalslågen og ut til kyststrømmen (st: Agnes, Viksfjord, Svenner) viste stor og avtagende mengde organisk stoff med opphav fra ferskvann (hhv. 83, 50 og 10 %). Disse tallene styrker de øvrige analyser som viser stor tilførsel av ferskvannsmateriale nær elveutløp og rundt 50:50 i midtre fjord og skjærgårdsområdet. Dette betyr også at bunnslammet i de berørte kystområdene i hovedsak stammer fra lokale kilder og at lokale tiltak vil ha gunstig effekt. Som det vises nedenfor har slammet et høyt organisk innhold og det har sammenheng med overgjødning som gir økt marin produksjon og avrenning av organisk stoff fra land eller virksomhet.

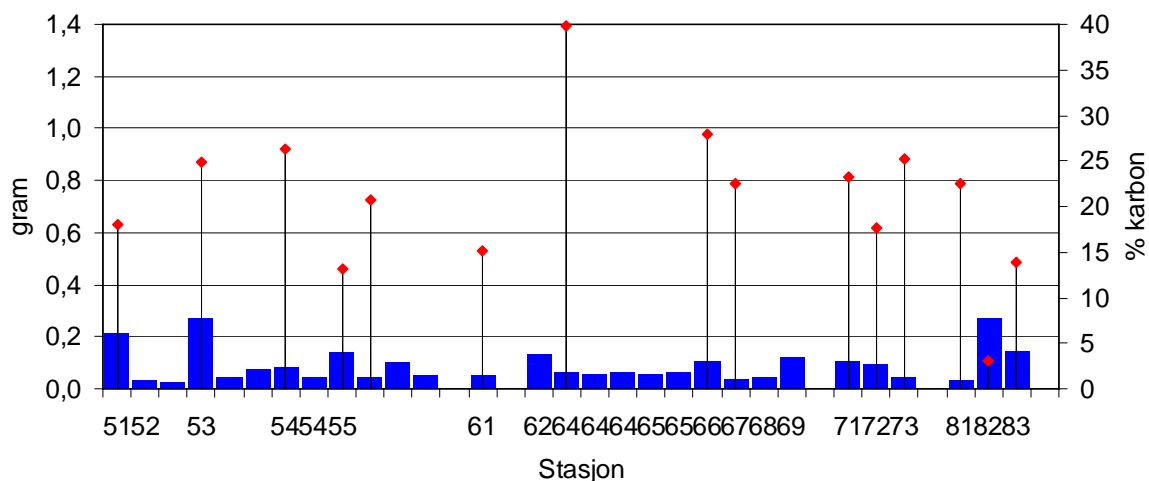
4.4.1 Mengde

Mengde bunnslam er svært forskjellig på kysten av Skagerrak (Figur 4.14) og på Vestlandet (Figur 4.15). Mengde bunnslam på Skagerrakkysten varierer sterkt gjennom året med de høyeste verdier vinterstid, unntatt på st 41 ved utløpet av Audna hvor sommerprøvene var de høyeste.

Mengde av organisk innhold, målt som % karbon, er relativt likt på Skagerrak og Vestlandet. På Skagerrak hvor vi har analyseresultater fra alle årstider, ser vi at det organiske innholdet varierer med årstiden og høyest organisk andel finner vi i august. Det er tidligere vist at brorparten av det organiske materialet i bunnslammet stammer fra marin produksjon og det indikerer at det organiske materialet stammer fra den høye sommerproduksjonen av blant annet trådalger.



Figur 4.14 Mengde bunnslam (gram tørrvekt, søyler) og % karboninnhold i bunnslam (spiker) på stasjoner i Skagerrak. 11=Agnes, 12=Viksfjord, 13=Svenner, 21=Bastua/Asper, 22=Ternehlm, 23=Stølsviga, 32=Tvillinghlm, 34=Måkehl, 36=Homborsnd, 41=Underøy, 42=Midtfj-skj, 43=Svinør, 44, 45 og 46=Søgne-Tregde



Figur 4.15 Mengde bunnslam (gram tørrvekt, søyler) og % karboninnhold i bunnslam (spiker) på stasjoner i på Vestlandet. 51-55=Rogaland, 61-69=Hordaland, 71-73=Sogn og Fjordane, 81-83=Møre og Romsdal.

4.4.2 Mineralisk innhold

Leirmineraler har en kjemisk motstandsdyktighet ved transport og avsetning i det marine miljø som gjør dem godt egnet til sporing av sediment-transport over lange avstander (Zöllmer & Irion, 1993). Det er de meget finkornede mineralpartiklene som fraktes i suspensjon med havstrømmene og disse har vist seg å fungere som gode indikatorer på sporing av sedimentkilder. Fordelingen av leirmineraler har gitt nyttig informasjon om sporing av sedimentkilder blant annet i nordøstlige Nordsjøen (Zöllmer & Irion, 1993), østlige deler av Skagerrak og Kattegat (Bengtson & Stevens, 1998) samt i den sydvestre del av Østersjøen (Gingele & Leipe, 2001). Dette er bakgrunnen for at leirmineralogiske analyser har vært foretatt i sukkertareprosjektet i et forsøk på å spore kilder for de finpartikulære (<2 µm), uorganiske komponentene som sedimenterer i undersøkelsesområdet. Forekomstene av *smektitt* og *kaolinitt* i Skagerrak/ Kattegat stammer primært fra mesozoiske avsetninger i sydlige deler av Nordsjøen, Danmark og sydlige deler av Sverige (Bengtson & Stevens, 1998). På den annen side karakteriseres glasiale skandinaviske avsetninger av umoden mineralogi med høyt innhold av *illitt* og *kloritt* og de er meget fattige på *kaolinitt* og *smektitt* (Rosenqvist, 1985; Pederstad et al., 1993).

Totalt har 135 prøver av bunnslam-mineraler blitt analysert i sukkertareprosjektet. Tilgjengelig materiale har gjennomgående vært på grensen av det som må til for å få gode XRD-opptak, men resultatene fra 114 prøver virker rimelig pålitelige. Et visst sprik i dataene er uansett å forvente da prøvene er samlet inn på grunne, relativt bølgeutsatte lokaliteter hvor forholdene ofte ikke oppfyller kravene for sedimentasjon av finpartikulært materiale. Bortsett fra tre sedimentfelle-prøver samlet inn i 2003-2004, en bunnslamsprøve fra danske farvann (referanseprøve) og en fra Bastua/Asper ved Arendal samlet inn i 2007, representerer dataene prøver fra tidsrommet mars 2005 - august 2006. Dataene gir et semikvantitativt bilde av den relative forekomsten av de fire nevnte hovedgrupper av leirmineraler i området. De avspeiler følgelig ikke absolutte akkumulasjons- eller flux-rater.

Resultatene viser at bunnslammet på hardbunn langs kyststrekningen jevnt over er:

- dominert av *illitt* (Figur 4.16)
- at *kaolinitt*/*kloritt*-forholdet varierer fra øst til vest (Figur 4.17),
- og at innholdet av *smektitt* stort sett er ubetydelig

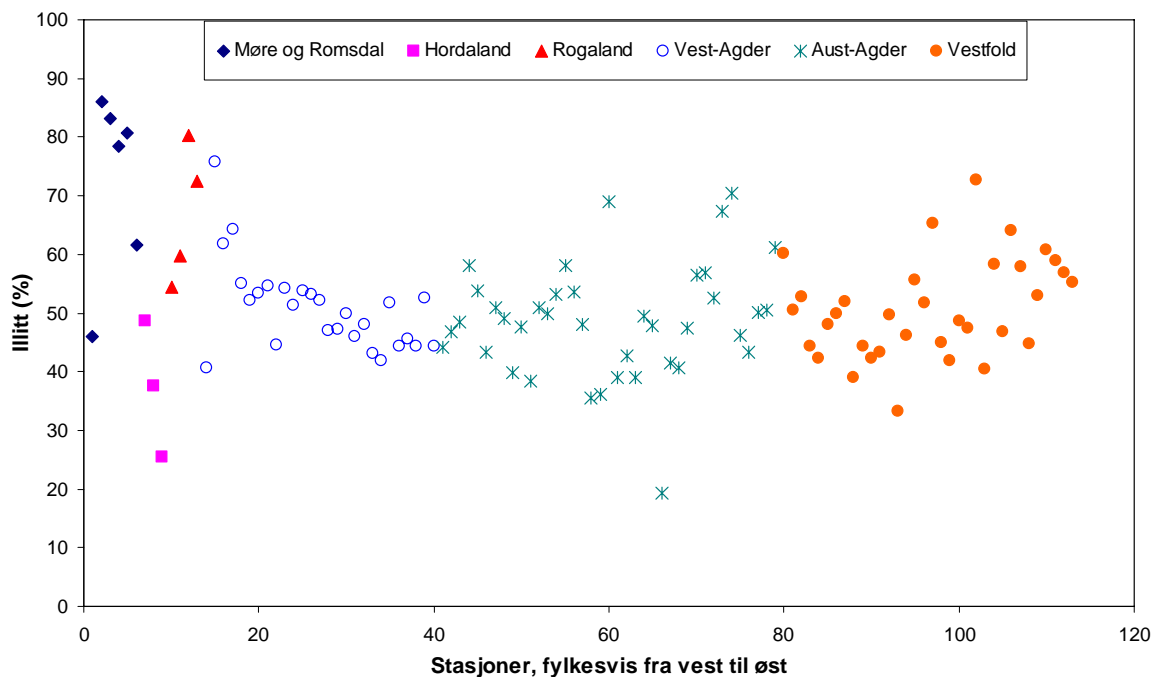
Dominansen av *illitt* viser at den mineralske delen av bunnslammet i hovedsak stammer fra skandinaviske glasiale avsetninger.

Den klare øst-vest-trenden i *kaolinitt*/*kloritt*-forholdet indikerer at dette reflekterer vannmassenes regionale sirkulasjonsmønster i gruntvannsområdene langs den norske Skagerrak-kysten. På sammen måte reflekterer utbredelsen av leirmineralene i stor grad vannmassenes sirkulasjonsmønster i de mer åpne deler av NØ Nordsjøen, Skagerrak og Norskerenna (Zöllmer & Irion, 1993). *Kaolinitt* og *smektitt* transporteres nordover i de østlige deler av Skagerrak fra de sydlige deler av Nordsjøen og fra sydlige Kattegat og inkorporeres i den norske kyststrømmen. På veien nordover ser det ut til at *smektitt* anrikes i områder med meget lav turbulens, spesielt i de dypere deler av Skagerrakbassenget (Bengtson & Stevens, 1998). *Smektitt*'s lave synkehastighet er nok en medvirkende årsak til de ekstremt lave verdiene vi finner for dette mineralet i de relativt eksponerte, turbulente sukkertare-lokalitetene. De eneste prøvene med *smektitt*-verdier på $\geq 10\%$ er fra bunnslam ved Svinør (Lindesnes) og fra den danske lokaliteten Hertas i Jyllandsstrømmen utenfor Hirtshals.

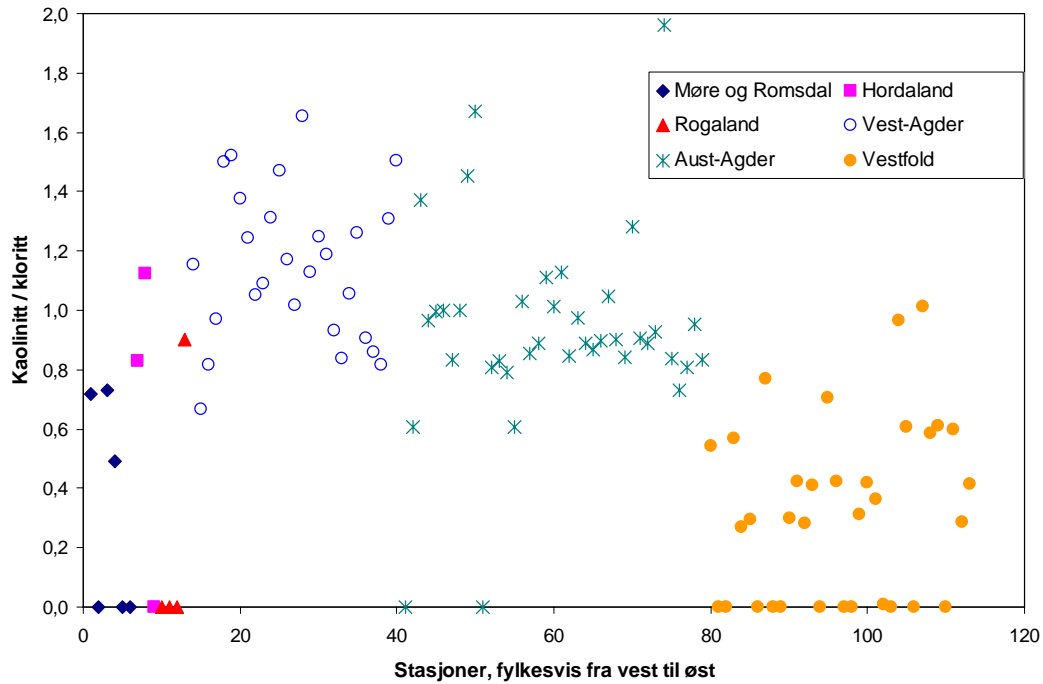
Stasjonene Svinør og Midt fjordskjæra i Lindesnes-området er de lokalitetene som gjennomgående har det høyeste kaolinit/kloritt-forholdet (dvs. mye kaolinit, Figur 4.18). Dette antyder at de sørvestre delene av den norske Skagerrakkysten har en relativt sett større tilførsel av finpartikulært, uorganisk sediment fra sydlige kilder enn de østre deler av Skagerrakkysten.

Det lave kaolinit/kloritt-forholdet i østlige deler kan være et resultat av større tilførsel av klorittholdige, glasialt deriverte sedimenter fra elvene på østlandsområdet og fra vestkysten av Sverige. Disse verdiene er lavere enn verdiene Gingele og Leipe (2001) presenterte for farvannene utenfor Vestfold ($> 1,5$) og stemmer mer med deres verdier på rundt 0,5 - 0,6 som karakteriserer glasiale avsetninger langs den svenske Kattegat-kysten. Dette kan skyldes at prøvene fra sukkertarestasjonene i større grad er påvirket av lokale kilder enn de mer kystfjerne stasjonene analysert av de nevnte forfattere. Spesielt gjelder det for stasjonene Agnes og Viksfjord i Larviksområdet som ligger svært nær munningen av Numedalslågen.

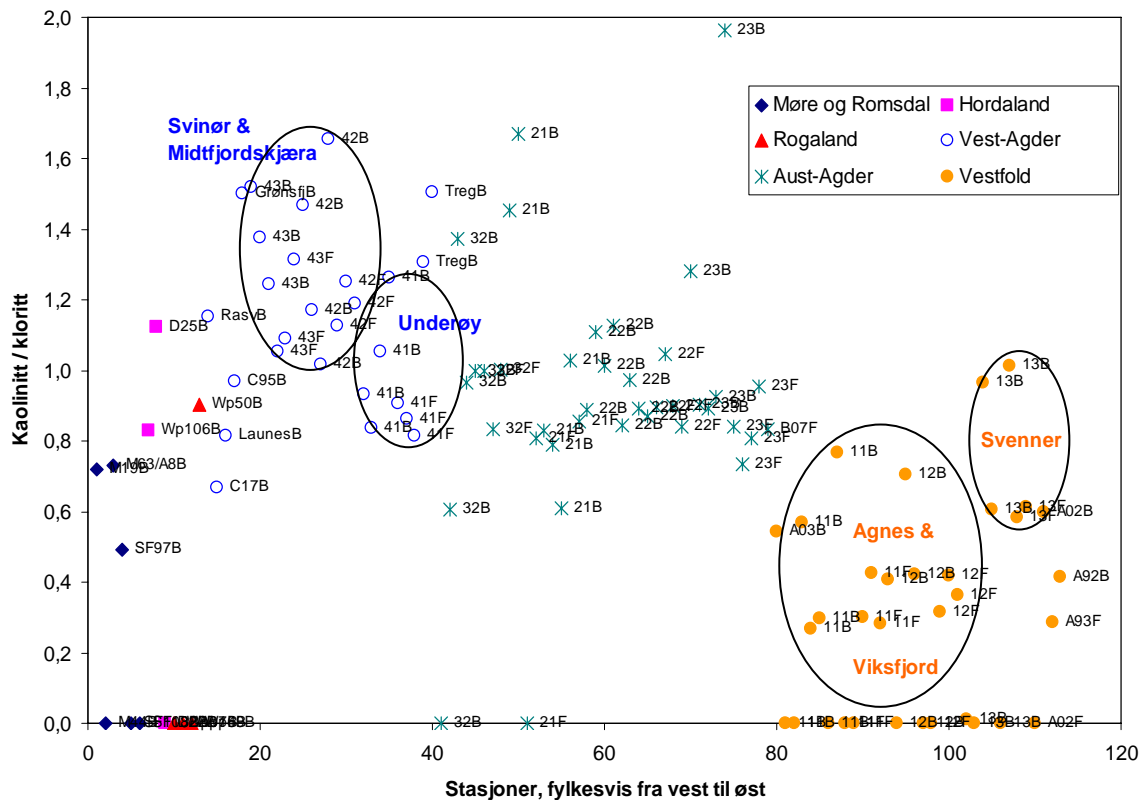
Økningen i kaolinit/kloritt-forholdet vestover kan avspeile redusert påvirkning av elvene som påvirker NØ Skagerrak. Innen hvert av fylkene nedover Skagerrak-kysten ser vi imidlertid tegn til lokale variasjoner som sannsynlig har sammenheng med lokale elvetilførsler.



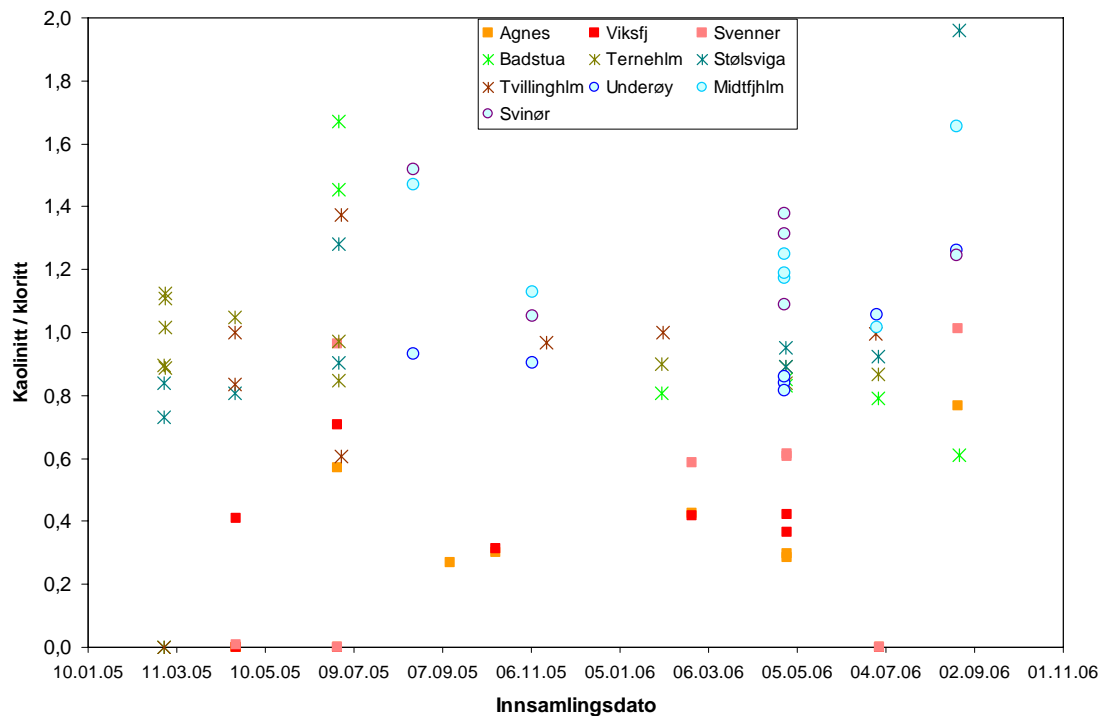
Figur 4.16. Relativ forekomst av illitt i sedimentfeller og bunnslam nær fellene i perioden 2/3-05 t.o.m. 23/8-06. Prøvene er arrangert fylkesvis, fra vest (venstre) til øst (høyre).



Figur 4.17. Forholdet mellom kaolinit og kloritt i sedimentfeller og bunnsлам nær fellene i perioden 2/3-05 t.o.m. 23/8-06. Prøvene er arrangert fylkesvis, fra vest (venstre) til øst (høyre).



Figur 4.18. Forholdet mellom kaolinit og kloritt i sedimentfeller og bunnsлам nær fellene i perioden 2/3-05 t.o.m. 23/8-06. Prøvene er arrangert fylkesvis, fra vest (venstre) til øst (høyre). Tidsseriedata fra stasjoner påvirket av lokale elver (Agnes, Viksfjord, Underøy) har et lavere kaolinit/kloritt-forhold enn tidsseriedata fra mer distale stasjoner i samme fylke.



Figur 4.19. Sesongmessig fordeling av forholdet mellom kaolinitt og kloritt i sedimentfeller og bunnslam nær fellene på ti stasjoner langs den norske Skagerrakkysten i perioden 2/3-05 t.o.m. 23/8-06. Stasjoner med data for ≥ 4 prøvetakningstidspunkt er inkludert.

I Vestfold som nevnt, viser et lavere kaolinitt/kloritt-forhold ved Agnes og Viksfjord enn ved Svenner, at Agnes og Viksfjord er lokalt påvirket av Numedalslågen (Figur 4.18), mens Svenner påvirkes av kyststrømmen. En tilsvarende lokal elvepåvirkning sees også på Underøy som ligger ved utløpet til Audna (Lindenes-området i Vest-Agder) sammenliknet med Svinør og Midtfjordsskjæra som ligger i kystvannmasser. Det er flere faktorer som påvirker sukkertaren, men nedslamming av bunnen er en faktor som negativt påvirker sukkertarekimplantenes spiringssuksess. Resultatene tyder på at bunnslam med høyt organisk innhold har større negativ effekt enn bunnslam med lavt organisk innhold.

For ti av stasjonene foreligger det data fra 4-8 innsamlingstidspunkt i tidsrommet mars 2005 til august 2006 (Figur 4.19). Disse viser sesongvariasjoner i mengde sediment, men ingen sesongmessig trend i fordelingen mellom de ulike leirmineralene. Det vil si at det var lite sesongvariasjon mellom kilder som påvirket stasjonene.

Leirmineralanalysene viser en øst-vest trend i tilførselen av uorganisk, finpartikulært ($< 2 \mu\text{m}$) sediment til gruntvannsområdene langs den norske Skagerrakkysten. I Skagerrak avtar påvirkningen av lokal sedimenttilførsel fra øst mot vest som har sammenheng med dominerende tilførsler fra store østlandske elvene. Innen områdene Larvik, Arendal/Grimstad og Lindenes er det mindre lokale variasjoner knyttet til elveutløp, men den overordnede øst-vest-trenden er bevart. Dette indikerer at de grunne, østlige kyststrekningene har størst tilførsel av lokalt derivert sediment (dvs fra dreneringsområdet rundt NØ del av Skagerrak) og at de vestlige strekningene, relativt sett, mottar mer langtransportert materiale enn de østlige. Det kan bety at valg av tiltak vil variere med hensyn til målområdet.

5. Tiltak

Framvekst av store mengder trådformete alger er satt i sammenheng med klimaendringer og økende mengder næringsalter, og selv om vi i denne rapporten har satt fram hypoteser om sammensatt årsakssammenhenger, vil det være nærliggende å foreslå tiltak relatert til reduksjon av næringsalter. Tiltak mot lokale tilførsler av næringsalter er aktuelt i områder hvor det er økende lokale tilførsler. Avbøtende tiltak mot klimarelaterte hendelser, som for eksempel økt avrenning fra land som følge av økt vinterregn, må også vurderes. Utsåing og utplanting av sukkertare, i mulig kombinasjon med kunstige rev, er foreslått som starttiltak for å øke sjansen for gjenvekst av tareskog. Forskjeller på kysten av Sørlandet og Vestlandet gjør at man må tenke på forskjellige tiltak tilpasset de regionale og lokale forholdene.

Bakgrunn for tiltak

Dominans av kortlevende trådformete alger på bekostning av de langlivede, store brunalgene, er en karakteristisk effekt av eutrofiering beskrevet fra mange steder i verden. Den kraftige framveksten av trådalger om våren og hele sommersesongen, krever stadige tilførsler av næringsalter i en periode av året som tradisjonelt har vært ansett som næringsbegrenset i våre farvann. Med utgangspunkt i de årsakssammenhenger og økosystembetragtninger som er skissert foran, synes de mest nærliggende forklaringsmodellene at økosystemskiftet fra sukkertare til trådalger har blitt stimulert av eutrofiering (særlig høyt innhold av næringsalter i sommersesongen). Det må presiseres at det ikke er tilstrekkelige kunnskaper om årsakssammenhenger og tilførsler, men denne rapporten antyder at det er forskjeller mellom Skagerrak og Vestlandet. Tilgjengelige beregninger tyder på at Skagerrak er berørt av både langtransporterte og lokale menneskeskapt tilførsler, mens Vestlandet sannsynligvis er berørt av lokale tilførsler. Det foreligger så langt vi vet ingen målinger som tyder på at bakgrunnsnivået av næringsalter i havet har økt (Kystovervåkingsprogrammets målinger i Atlantisk vann).

Det er av andre og av oss gjort funn som tyder på at næringsalter i en kombinasjon med andre faktorer driver økosystemet i samme retning og er med på å opprettholde økosystemet dominert av trådalger. Økte sjøtemperaturer er en faktor som vil stimulere vekst av de trådformete sommeralgene, likesom næringsalter. Det er også lansert en hypotese om at økende mengde leppefisk vil stimulere til en endring av økosystemet i samme retning ved at de beiter ned de dyrene (f. eks. snegl) som skal holde trådalger og annen påvekst på sukkertaren i sjakk. I tillegg kommer faktorer som f. eks. nedslamming av bunnen som gjør det vanskelig for sukkertaren å reetablere seg og som således er med på å opprettholde den nye tilstanden. For å snu utviklingen tilbake fra trådalgedominans til sukkertareskog, synes det vanskelig å skulle sette inn tiltak som omfatter forbedring på alle disse punkter. Imidlertid kan det være nærliggende å foreslå tiltak som for eksempel å redusere utslipp av næringsalter sammen med tiltak som øker habitatdiversiteten for at økosystemendringen kan reverseres uten at alle andre sannsynlig medvirkende faktorer også må endres. Det utføres nå ulike forsøk som tar sikte på å kunne si hvilke tiltak som alene eller sammen vil virke.

Lokale forskjeller gjør at tiltak må vurderes ulikt, bl. a. er det funnet forskjeller på Sørlandet og Vestlandet. Fra Lindesnes og vestover/nordover synes det ikke å være nedslamming som hindrer gjenvekst av sukkertarerekrutter, og det kan se ut som om sukkertaren har problemer med å både vokse og rekruttere i de store og frodige mattene av trådalger som etablerer seg hver sommer. En annen forskjell ser ut til å være at beregnede antropogene tilførsler av næringsalter i større grad er langtransporterte på sørlandskysten (selv om det er funnet vesentlige og relativt sett økende, lokale tilførsler), mens de lokale antropogene tilførslene dominerer på Vestlandet. Den nye tilstanden ser ut til å være mer stabil på Sørlandet i og med

at nedslammingen synes betydelig og vedvarende og vil gjøre det vanskelig for sukkertaren å reetablere seg. Det kan se ut som om det vil være mer effektivt å foreta tiltak på Vestlandet der tilførsler lettere kan identifiseres, samtidig som at det er godt med tilgjengelig bunnsubstrat for sukkertarereetablering i vinterhalvåret, i den perioden sukkertare sprer sine sporer.

Det har vært gjennomført mindre eksperimenter for å teste ut både økologiske sammenhenger og mulige praktiske tiltak. Et eksempel er et av våre små forsøk med utplanting av små og store tareplanter på Terneholmen ved Arendal. Utplanting av små planter på granittfliser viste dårlige resultater. Småtaren ble overgrodd av trådalger og døde. Derimot viste tre felt med ”hengende hager” der vi satte ut 16 til 25 voksne planter at de store sukkertareplantene sveipet bunnen ren for trådalger og slam og således positivt modifiserte bunnen for nyrekruttering. Dessverre ga ikke 2006-forsøket tilfredsstillende rekruttering i det de små kimplantene døde ut i løpet av sommeren. Denne sommeren var det spesielt sterk groe av trådalger og det kunne synes som om kimplantene tapte i konkurranse med trådalgene, samtidig som høy sommertemperatur var ugunstig for taren. Forsøket fortsatte i 2007 og denne høsten ble det observert en god del unge sukkertareplanter. En kunstig etablering av store planter vil kunne tilrettelegge for nyetablering hvis de andre forutsetningene er tilstede. En viktig faktor er tilfredsstillende oppvekstforhold for rekruttene og sannsynligvis er reduserte næringssalttilførsler en viktig forutsetning for at de nye tarerekruttene ikke skal bli overgrodd. Det er satt i gang nye forsøk som har til hensikt å belyse dette nærmere.

Vannbevegelse eller bølgeeksponering er en faktor som synes negativ for de algene som konkurrerer med sukkertaren. Dette kan utnyttes ved å transplantere eller reetablere sukkertaren først og fremst på slike områder (rett under tidevannssonen, områder med strøm, de områdene som ligger lengst ut mot bølgeeksponert kyst). Vi har under undersøkelsene i siste halvdel av 2007 sett reetablering av sukkertarerekrutter på de aller mest eksponerte områdene av sukkertarens leveområder i Skagerrak og på flere lokaliteter med variert eksponering på Vestlandet. Erkjennelse av at sukkertare tåler vannbevegelse bedre enn trådalger kan også utnyttes ved at reetablering av sukkertare til områder i Skagerrak kan gjøres ved å få den til å etablere seg på strukturer som står litt opp fra bunnen (dvs. lokalt mer vannbevegelse).

Reduserte næringssalttilførsler

Våre resultater tyder på at et viktig tiltak bør være å redusere tilførsler av næringssalter, og særlig i sommersesongen da de trådformete algene profiterer på sommertilførsler. Særlig i de områder hvor det er høye sommertilførsler av næringssalter fra lokale kilder er det mulig å iverksette utslippsforebyggende tiltak. Det kan være tiltak som reduserer selve utslippet (rensing, oppfangning) eller tiltak som tar opp næringssaltene (f.eks. algekulturer) før de spres i resipienten. I teorien vil en næringsbegrensing gjennom sommeren hindre stor vekst av trådalger samtidig som den favoriserer vekst av tare som klarer seg gjennom sommeren på opplagrete næringsalter.

Skogplanting og utsåing

Skogplanting vil si å plante ut voksne sukkertarer i et område for å øke sjansen for gjenvekst av sukkertareskog i områder der sukkertaren har forsvunnet. Innledende forsøk har vist at dette er en mulig metode, men tekniske kostnadseffektive løsninger må utredes. Voksne sukkertareplanter sveiper bunnen ren for slam og trådalger og skaper således godt grunnlag for sukkertaresporene. De vil også fungere som spredningssentra for sporer og områdene bør ha en viss størrelse for å bli selvreproduserende. Imidlertid må det være forutsetninger tilstede for at ny tare kan vokse opp. En viktig forutsetning er at næringssaltnivået ikke er så høyt at alle planter blir nedgrodd og utkonkurrert eller at sommertemperaturen overskrider dødelig

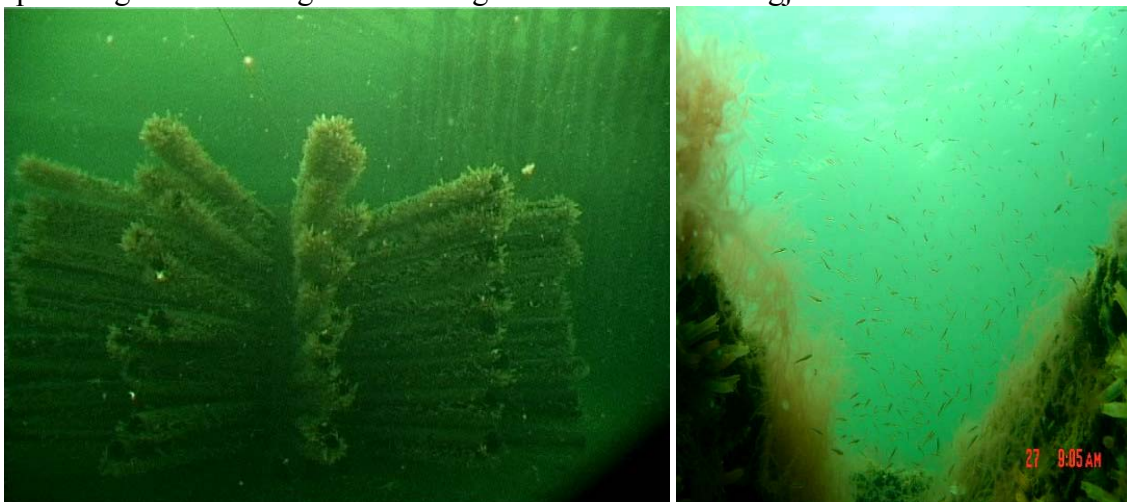
grense for taren. Etablering av grønne oaser gjennom skogplanting kan være en effektiv måte å gi førstehjelp til kystmiljøet.

Utsåing av sukkertaresporer kan være en alternativ metode for å etablere grønne oaser. Dette vil bli prøvet ut i løpet av vinteren 2007/2008. Fordelen med denne metoden er at en slipper å bruke resurser på å flytte hele planter, men det er usikkert i hvilken grad de nye rekrutter vil vokse opp uten et skogsmiljø av eldre tareplanter og hvis ikke andre forutsetninger (som f eks høye næringssaltnivåer) endres.

Et annet alternativ til skogplanting er forsøk med såkalt ”grønn grus”. Sukkertare såes ut på grus av passende størrelse i lab, og grus med hundrevis av små kimplanter spres så ut i ønsket område. Bakgrunn for dette forsøket som utføres av HI og NIVA i 2007/2008 er blant flere forhold knyttet til relativt lave arbeidskostnader sammen med høy sannsynlighet for at et tilstrekkelig antall sukkertarespirer klarer å vokse opp til voksne planter. Effekten av dette gjenstår å se, men som nevnt over vil suksessen være avhengig av at oppvekstvilkårene for sukkertaren er til stede og ikke med en gang bli overvokst av trådalger. Skal sukkertareplantene bli store må tares festeorgan også finne fast bunn å feste seg til ved siden av grusen, og for mye trådalger og slam vil hindre dette.

Kunstige rev

Et svekket økosystem med skjev balanse mellom arter kan rettes opp ved å øke habitatdiversiteten, det vil si å øke tilbud av varierte habitater/leveområder. Teorien er at økt habitatdiversitet vil gi økt biodiversitet og eksempler på dette er beskrevet i litteraturen. Utplassering av kunstige rev kan bryte en negativ og selvforsterkende utvikling i kystøkosystemet. NIVA i samarbeid med produsenten Reef Systems, tester ut effekten av en type kunstige rev som vist i Figur 5.1. Slike system er utplassert både i Risør og i Hammerfest, og i Hammerfest har øvre deler av revet blitt raskt begrodd med sukkertare som har vist en meget god vekst. Utplassering av kunstige rev kan også kombineres med utplanting av sukkertare for å skyve prosessen i den retningen. Utformingen av kunstige rev må tilpasses målsetningen og flere typer er kjent fra litteraturen. Kunstige rev vil også bidra til å heve ny sukkertarevegetasjon opp fra bunnen og gi nytt substrat til sukkertare samt gi et miljø med mindre konkurranse fra trådalger og noe mer vannbevegelse som favoriserer sukkertare. Som for de andre foreslåtte tiltakene nevnt over vil de kunstige revene fort kunne bli oaser med sukkertare, men spredning blir vanskelig hvis de øvrige forhold ikke tillater gjenvekst.



Figur 5.1 Eksempel på kunstig rev utplassert i Risør. Bildet til høyre viser at et stort antall småfisk bruker revet som bolig og oppvekstområde.

6. Hva betyr tapet av sukkertareskogen?

Et skifte fra helårs sukkertareskog til et sesongbetont trådalgesamfunn betyr tap av primærproduksjon og tap av et stabilt habitat for evertebrater og fisk. Dette innebærer tap av biologisk mangfold som til sammen har konsekvenser for samfunnet gjennom flere kanaler. Vi har gjort et forsøk på å si noe om, og litt på vei verdsette, hva bortfallet av sukkertareskog vil bety for samfunnet som helhet og det er utvilsomt knyttet store verdier til bortfallet av tareskog. Verditap knyttet til tap av naturtype, reduserte rekreasjonsmuligheter (fritidsfiske, fangst og bading) og tap av biologisk mangfold er betydelig og likeledes utgjør tapt produksjon av fisk og andre ressurser til næringsvirksomhet store beløp. I tillegg utgjør tapt CO₂-binding 350 millioner kroner med en CO₂-pris på kr 300,- pr tonn. Verdisetting er ikke kartlagt fullt ut i denne rapporten og det må derfor jobbes videre mot en mer helhetlig verdsetting som tar hensyn til alle typer verdikomponenter og med et bredere datagrunnlag.

Et skifte fra sukkertare til trådalger betyr et dramatisk skifte fra en flerårig skog som danner et stabilt og tredimensjonalt habitat gjennom hele året til en tett matte av alger med varighet fra april til oktober (Figur 6.1). Dette betyr at et habitat med stort mangfold av assosierte planter og dyr forsvinner og erstattes av et system som reetableres hver vår og som forsvinner om høsten.

Våre undersøkelser har vist at dette har konsekvenser for mangfold og tetthet av assosiert dyreliv, og produksjon av plantemateriale og dyreliv vil få konsekvenser oppover i næringskjeden (jfr. kap. 4.1). Vi har også observert dårlige bunnforhold på grunt vann som følge av store mengder råtnende sommeralger om høsten. Lokalt kan dette synes som betydelig, imidlertid har vi ikke data på omfang (biomasse) og til hvilke dyp de døde algene transporteres.

For Skagerrak er tapet av sukkertare estimert til 90 % og på Vestlandet (Rogaland og Hordaland) til 50 %. Tapet av smådyr, hvorav mange er gode fôr-organismer for fisk, er funnet å være ca 75 % for trådalgevegetasjon sammenliknet med sukkertareskog. En kan derfor anslå at skifte fra sukkertare- til trådalgevegetasjon på kyststrekningen har gitt en rundt regnet halvering i bestanden av smådyr. Det er følgelig et betydelig tap både i stående algebiomasse og i årlig produksjon av planter og dyr.

Vår bekymring for sukkertareforekomster på landsbasis kommer av at det i tillegg til denne tilbakegangen vi har registrert i Sør-Norge, kommer en ukjent tilbakegang grunnet kråkebollebeiting fra Trøndelagskysten og nordover. Det reelle nasjonale produksjons- og verditapet er derfor langt større enn det konservative anslaget på 15-30 % meldt til Artsdatabanken basert på dokumentert tilbakegang siste 10 år i henhold til interasjonale regler for rødlisting.

Den endringen av økosystemet som vi har påvist på Skagerrakkysten og på Vestlandet og delvis også opp til Nordmøre, vil medføre at samfunnet berøres av ulike typer verditap. Denne delen av kysten er blant de tettest befolkete områdene i landet og utgjør områder med høy



Figur 6.1 Sjøbunnvegetasjon med (øverst) og uten sukkertare (over)

verdi i fritids- og rekreasjonssammenheng. Endringer fra sukkertareskoger til mer slimete og nedgrodde bunnområder, havner og badestrender, vil i dag og i framtiden være negativt i brukersammenheng. Redusert produksjon av plante og dyreliv og reduksjon i skjulesteder på sjøbunnen vil også virke negativt inn på både yrkesfiske og fritidsfiske av både fisk og skalldyr. Det regnes også som tapte verdier at naturtyper og biologisk mangfold går tapt, særlig hvis dette blir et varig fenomen og har negativ innvirkning også for kommende generasjoner.

Vi har gjort et forsøk på å verdsette noen av verdikomponentene til sukkertareskogen i Sør-Norge selv om vi foreløpig har usikre bakgrunnstall og økosystemkoblinger som utgangspunkt. Stående biomasse i sukkertareskogen er høy (6-22 kg/m², jfr kap 4.2.1), mens stående biomasse i trådalgevegetasjonen som har erstattet sukkertareskogen, bare utgjør ca 5 % av sukkertareskogens. Skifte i vegetasjonen medfører derfor et betydelig tap i stående biomasse og sannsynligvis primærproduksjon. Et foreløpig anslag av tapet er basert på følgende forutsetninger: det totale arealet av makroalgebevokst bunn er anslått til 10 000 km², og at sukkertaren dekker 10 % av dette arealet. Sukkertare vil da totalt potensielt dekke 1000 km² i Norge. Tar vi utgangspunkt i verdiene ovenfor for vekt per arealenhet av sukkertare og justere for variasjon i dybde og breddegrad vil en gjennomsnittsverdi på 10 kg pr m² være et forsiktig anslag for biomasseproduksjonen i sukkertareskogen. Mulig stående biomasse av sukkertare i Norge kan da anslås til å bli rundt 10 millioner tonn. Så langt vet vi at ca 40 % av kysten er berørt (opp til Mørkekysten) og at rundt regnet 70 % av sukkertareskogen er borte innen det berørte området. En foreløpig beregning skulle da gi at det observerte bortfallet av sukkertare til nå omfatter en biomasse på 2,8 millioner tonn. I motsetning til stortare som betales med 160 kr pr tonn, har ikke sukkertare noen kommersiell utnyttelse, men tapet av biomasse betyr tap av en stående skog som binder opp CO₂. Av biomassen er ca 1/3 tørrstoff, og av tørrstoffet er ca 1/3 rent karbon (C), dvs. at tapet kan beregnes til 310 000 tonn karbon. Med bakgrunn i molekylvekter på karbon og oksygen vil dette medføre at den sukkertaren som er borte i Sør-Norge ville kunnet binde opp 1,15 mill tonn CO₂. Om man tar utgangspunkt i en CO₂-pris på 300 kroner/tonn, vil dagens bortfall av sukkertare kunne tilskrives (ytterligere) 350 millioner kroner i verditap. Et ytterligere tap av tare vil frigjøre enda mer CO₂, mens gjenvekst av mistet tareskog vil binde opp den nevnte mengden. Gjenvekst av en permanent tareskog vil en gang for alle binde opp CO₂, mens trådalgesamfunnet binder opp noe CO₂ om sommeren (beregnet til 5 % av hva sukkertaren ville ha gjort), men siden dette er en sesong-algematte vil CO₂-en frigjøres igjen når algene brytes ned om høsten.

Tareskoger er regnet blant de mest produktive systemer i naturen, og primærproduksjonen (tilskuddet til første ledd i næringskjeden) av tare er omtrent likt biomassen, dvs. at bidraget fra sukkertaren kan ligge på 10 kg pr m² hvert år. En beregning av hvor mye sukkertareskog som alt har forsvunnet er vist ovenfor og det kan på bakgrunn av dette anslås at 2,8 mill tonn sukkertareproduksjon går tapt hvert år så lenge taren er borte. De trådalgene som har overtatt vil også bidra til primærproduksjonen, og produksjonsraten per biomasseenhet per år vil sannsynligvis være noe høyere enn for sukkertare. Tapt primærproduksjon vil derfor ligge noe lavere, rundt 2,5 millioner tonn plantebiomasse per år. Denne plantebiomassen er funnet å gå inn i en næringskjede som består av mark, snegl og krepsdyr mm i første ledd, og dernest fisk som ernærer seg av disse, blant annet yngel av torskefisk. Dersom denne næringskjeden er effektiv og energitapet er på 80 % i hvert ledd i næringskjeden, vil en tapt produksjon på 2,5 mill tonn tare gi et tap på 500 000 tonn smådyr, og dernest 100 000 tonn fisk (og skalldyr som krabbe og hummer). Dersom en antar en førstehåndspris på fisk på 20 kroner per kilo, vil disse anslagene gi et årlig tap på 2 milliarder kroner. Næringskjedene er mer komplekse og mindre effektive enn beskrevet ovenfor, prisen på fisk varierer med type fisk og sesong, og i

tillegg er mange av fiskene i tareskogen ikke kommersielle. Disse 100 000 tonnene går derfor langt fra i sin helhet til konsum, salg (beitefisk) eller rekreasjonsfiske, så dette anslaget er svært grovt, men kan gi en pekepinn på hva tapet av fiskebestand kan være verdt i kroner.

NIVA er involvert i flere prosjekter knyttet til det å verdsette miljø- og naturressurser, blant annet med opprensning av Grenlandsfjordene og DN-prosjektet om ”Verdisetting av naturtyper.” Arbeidet med verdisseting av sukkertaren vil føres videre.

7. Referanser

- Airoidi L. 2003. The effects of sedimentation on rocky coast assemblages. *Oceanogr. Mar. Biol.* 41:161-236
- Aure J, Magnusson J. 2008. Mindre tilførsel av næringssalter til Skagerrak. *Kyst og Havbruk* 2008. 28-30.
- Bengtsson, H. and Stevens, R.L., 1998. Source and grain-size influences upon the clay mineral distribution in the Skagerrak and northern Kattegat. *Clay Minerals* 33: 3-13.
- Burrows EM. 1971. Assessment of pollution effects by the use of algae. *Proceedings of the Royal Society of London.* 177:295-306.
- Christie H. 1997. Mangfold i faunasamfunn tilknyttet ulike bunnalgehabitater på Skagerrakkysten. NINA Oppdragsmelding 483: 1-18.
- Christie H., Jørgensen N.M., Norderhaug, K.M. & Waage-Nielsen, E. 2003. Species distribution and habitat exploitation of fauna associated with kelp (*Laminaria hyperborea*) along the Norwegian coast. *Journal Marine Biological Association UK*, 83: 687-699.
- Eriksson BK, Johansson G, Snoeijs P. 2002. Long-term changes in the macroalgal vegetation of the inner Gullmar Fjord, Swedish Skagerrak coast. *Journal of Phycology* 38, 284-296.
- Fredriksen S, Christie H, Sæthre BA, 2005. Species richness in macroalgae and macrofauna assemblages on *Fucus serratus* L. (Phaeophyceae) and *Zostera marina* L. (Angiospermae) in Skagerrak, Norway. *Marine Biology Research*, Volume 1, Issue 1, pages 2 - 19
- Fredriksen S. 2003 Food web studies in a Norwegian kelp forest based on stable isotope ($\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$) analysis. *Marine Ecology Progress Series* 260:71-81
- Gingele, F.X. and Leipe, T., 2001. Southwestern Baltic Sea – sink for suspended matter from the North Sea? *Geology* 29: 215-218.
- Hiscock K, Southward A, Tittley I, Hawkins S. 2004. Effects of changing temperature on benthic marine life in Britain and Ireland. *Aquatic Conservation-Marine and freshwater Ecosystems* 14:333-362.
- Husa V, Steen H, Åsen PA, 2007. Hvordan vil økte sjøtemperaturer påvirke makroalgesamfunnene langs norskekysten? *Kyst og havbruk* 2007.
- Jorde I, Klavestad N, 1963. The natural history of the Hardangerfjord. 4. The benthonic algal vegetation. *Sarsia* 1963:1-102
- Moy F, Alve E, Bogen J, Christie H, Green N, Helland A, Steen H, Skarbøvik E, Stålnacke P. 2006a. Statusrapport nr. 1-2006 fra Sukkertareprosjektet. SFT-rapport TA-2193/2006. NIVA-rapport 5265. 36s
- Moy F, J Aure, E Dahl, T Falkenhaus, N Green, T Johnsen, E Lømsland, J Magnusson, A Pedersen, B Rygg, M Walday og H Nilsson. 2006b. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet. Årsrapport for 2005. TA-2196/2006. NIVA-rapport 5286.
- Moy F, Alve E, Christie H, Helland A, Magnusson J, Steen H, Tveiten L, Åsen PA. 2007. Statusrapport nr.2 fra Sukkertareprosjektet SFT-rapport TA-2232/2007. NIVA-rapport 5344. 60s
- Moy F, J Aure, T Falkenhaus, T Johnsen, E Lømsland, J Magnusson, KM Norderhaug, A Pedersen, B Rygg, 2007b. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet. Årsrapport for 2006. TA-2286/2007. NIVA-rapport 5455.
- Moy F, Stålnacke P (eds) 2007. Sukkertareprosjektet Analyse av klima- og miljøovervåkingsdata med betydning for sukkertare. SFT-rapport TA-2279/2007. NIVA-rapport 5454. 210s.
- Norderhaug, KM; Christie, H; Fossa, JH; Fredriksen, S, 2005. Fish-macrofauna interactions in a kelp (*Laminaria hyperborea*) forest. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* Vol. 85, no. 5, pp. 1279-1286.
- Pederstad, K., Roaldset, E., and Rønningsland, T.M., 1993. Sedimentation and environmental conditions in the inner Skagerrak-outer Oslofjord. *Marine Geology*, 111: 245-268.
- Rosenqvist, I.Th., 1985. Mineralogy of material from the Upper Quaternary Skagerrak sediment core GIK 15530-4. In: B. Stabell and J. Thiede (Eds.), *Upper Quaternary Marine Skagerrak (NE North Sea) Deposits: Stratigraphy and Depositional Environment*. *Nor. Geol. Tidsskr.*, 65: 73-75.
- Schiel DR, Wood SA, Dunmore RA, Taylor DI. 2006. Sediment on rocky intertidal reefs: Effects on early post-settlement stages of habitat-forming seaweeds. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 331(2):158-172
- Seapy RR, Littler MM. 1982. Population and species diversity fluctuations in a rocky intertidal community relative to severe aerial exposure and sediment burial. *Marine Biology* 71, 87-96.
- Steen et al. 2006 a Vegetasjonsendringer på utvalgte strandnotstasjoner i perioden 1989-2005 og sammenheng med variasjoner i forekomst av fisk. TA-2178/2006
- Steen et al. 2006 b Gjennomgang av historiske strandnotdata. Sammenheng mellom utbredelse av sukkertare og annen makrovegetasjon og forekomst av fisk. TA-2177/2006
- Steinbeck JR, Schiel DR, Foster MS. 2005. Detecting long-term change in complex communities: A case study from the rocky intertidal zone. *Ecological Applications* 15:1813-1832.
- Vogt H, Schramm W. 1991. Conspicuous decline of *Fucus* in Kiel Bay (Western Baltic): what are the causes? *Marine Ecology Progress Series* 69, 189-194.

- Zöllmer, V. and Irion, G., 1993. Clay mineral and heavy metal distribution in the northeastern North Sea. *Marine Geology* 111: 223-230.
- Åsen PA. 1978. Marine benthosalger i Vest-Agder. Hovedfagsarbeid i marinbotanikk, UiB, 190s.
- Åsen PA. 2005. Marine benthosalgevegetasjon i Vest-Agder – artslister 1976. Agder Naturmuseums rapportserie 2005-1. 105s.
- Åsen PA. 2006. Trekk fra den marine benthosalgevegetasjon fra Kristiansandsfjorden til Jøssingfjorden - med spesiell referanse til sukkertare (*Laminaria saccharina*) og butare (*Alaria esculenta*). Agder naturmuseums rapportserie 2006-4. 35s.

VEDLEGG: Artstabeller

Tabell 7.1 Makroalger i 20 x 20 cm prøveruter av bunnvegetasjonen (= trådalgematta eller undervegetasjonen i sukkertareskog) på overvåkningsstasjoner i august 2007.

Mengde er oppgitt som %-forekomst i prøvene (anslått mengde) og gram friskvekt (ww(g)). 3 prøveruter er analysert pr. stasjon. Fragmenter, arter med liten forekomst og små arter som vanskelig kan plukkes ut, er samlet opp og veiet sammen i en restprøve (Rest).

Resultatene er listet fortløpende for Skagerrak, Rogaland og Hordaland.

Skagerrak

Stasjon: GRUPPE	LARVIK TYPE	12, Viksfjord ART	ANSLÅTT %			ww(g)		
			1	2	3	1	2	3
RØD	Kalk	Corallina officinalis	8	20	35	5,76	3,70	7,42
	Blad/rør	Delesseria sanguinea	-	65	52	-	12,88	10,90
	Tykk læraktig	Ahnfeltia plicata	<1	-	<1	64,80	-	1,23
		Chondrus crispus	1	2	2	-	2,41	-
		Dilsea carnosa	7	-	-	-	-	-
		Furcellaria lumbricalis	80	1	-	-	-	-
		Phyllophora pseudoceranoides	1	10	3	-	-	-
		Polydides rotundus	-	-	1	-	-	-
	Grov filament	Brongniartella byssoides	<1	-	-	0,91	-	-
		Ceramium virgatum	<1	-	-	-	-	-
Cystoclonium purpureum		1	-	-	-	-	-	
Polysiphonia fucoides		<1	-	<1	-	-	0,43	
Rhodomela confervoides		<1	-	2	-	-	-	
BRUN	Tykk læraktig	Halidrys siliquosa	<1	<1	1	0,28	0,09	0,15
	Grov filament	Desmarestia aculeata	<1	-	-	0,38	-	-
		Sphacelaria plumosa	-	-	1	-	-	0,18
Rest			<1	1	2	0,30	0,23	0,53
RØD	Blad/rør	cf Delesseria sanguinea	e	-	-	-	-	-
	Grov filament	Ceramium virgatum	-	s	s	-	-	-
		Cystoclonium purpureum	-	e	e	-	-	-
		Polysiphonia elongata	s	s	s	-	-	-
		Polysiphonia fucoides	-	e	-	-	-	-
		Polysiphonia stricta	s	s	-	-	-	-
Filament	Pterothamnion plumula	e	e	-	-	-	-	
	Trailiella intricata	v	v	v	-	-	-	
	cf Aspercoccus sp	-	-	e	-	-	-	
BRUN	Blad/rør	cf Aspercoccus sp	-	-	e	-	-	
	Tykk læraktig	Laminaria sp, kimplanter	e	-	e	-	-	
	Grov filament	Desmarestia aculeata	-	-	e	-	-	
Filament	Sphacelaria cf cirrosa	s	e	s	-	-	-	
	Rhizoclonium riparium	-	s	-	-	-	-	
Total			100	100	100	72,43	19,31	20,84

Annet: Electra pilosa - s, Scrupocellaria sp - s, Crisia sp - v, Musculus discors - s (10), Spirorbis sp - v, cf Lacuna vineta - e, Hiatella arctica - e, Nematoda indet - e

Stasjon: GRUPPE	ARENDAL TYPE	22 Ternehlv ART	ANSLÅTT %			ww(g)		
			1	2	3	1	2	3
RØD	Kalk	Corallina officinalis	1	<1	4	0,22	0,08	0,72
	Blad/rør	Chylocladia verticillata	-	-	<1	-	-	6,71
		Delesseria sanguinea	2	2	40	0,67	0,39	-
	Tykk læraktig	Chondrus crispus	5	15	3	1,26	2,60	1,64
		Furcellaria lumbricalis	<1	-	3	-	-	-
		Phyllophora pseudoceranoides	-	-	3	-	-	-
	Grov filament	Ceramium virgatum	-	-	<1	-	-	1,07
		Heterosiphonia plumosa	-	-	<1	-	-	-
		Rhodomela confervoides	40	10	5	9,82	1,65	-
	BRUN	Tykk læraktig	Chorda filum	20	35	2	5,13	6,30
Grov filament		Sphacelaria plumosa	2	3	1	0,50	0,53	0,15
Rest			30	35	37	7,33	6,03	6,24
RØD	Grov filament	Brongniartella byssoides	s	s	-	-	-	-
		Ceramium virgatum	s	s	-	-	-	-
		Plumaria plumosa	e	-	-	-	-	-
		Polysiphonia elongata	s	s	s	-	-	-
	Filament	Ceramium cf tenuicorne	s	s	s	-	-	-
		Polysiphonia stricta	s	s	-	-	-	-
		Trailiella intricata	d	d	d	-	-	-

BRUN	Blad/rør	Asperococcus bullosus	e	-	e			
	Tykk læraktig	Laminaria sp, kimplante	e	-	e			
		cf Laminaria sp, bit cf Sargassum muticum, bit	-	-	-			
Filament	Ectocarpus fasciculatus	-	s	-				
	Sphacelaria cf cirrosa	-	s	e				
GRØNN	Grov filament	Cladophora rupestris	-	e	-			
Total			100	100	98	24,93	17,58	16,85

Annet: Musculus discors - v (200), Gastrophoda indet - s (10), Nematoda indet - s (10), cf Laomedea sp - s, cf Crisia sp - s, Hiatella arctica - s (10), Ostracoda - s (10), Ubest, leddet ctenostome bryozoa - s, cf Electra pilosa - s, Dynamena pumila - s

Stasjon: GRUPPE	GRIMSTAD TYPE	32 Tvillinghlm ART	ANSLÅTT %			ww(g)		
			1	2	3	1	2	3
RØD	Kalk	Corallina officinalis	15	4	7	2,67	0,69	3,13
	Tykk læraktig	Chondrus crispus	40	45	10	7,95	8,12	29,85
		Furcellaria lumbricalis	7	-	55	-	-	-
	Grov filament	Bronginartella byssoides	1	3	5	0,16	3,13	2,43
		Ceramium virgatum	-	1	-	-	-	-
		Cystoclonium purpureum	-	-	<1	-	-	-
		Heterosiphonia japonica	-	1	-	-	-	-
Polysiphonia elongata		-	13	-	-	-	-	
Filament	Ceramium cimbricum	<1	-	-	0,10	-	-	
BRUN	Blad/rør	Asperococcus turneri	2	13	2	0,43	2,31	1,40
	Tykk læraktig	Dictyota dichotoma	<1	-	1	-	-	-
		Saccharina latissima	-	4	-	-	0,65	-
Grov filament	Chordaria flagelliformis	4	-	-	0,62	-	-	
Rest			30	16	20	4,94	2,82	9,03
RØD	Blad/rør	Chylocladia verticillata	-	s	s			
		Delesseria sanguinea	-	-	e			
	Tykk læraktig	Furcellaria lumbricalis	-	e	-			
		cf Phyllophora crispa	-	e	e			
	Grov filament	Ceramium sp (rubrum type)	s	-	-			
		Ceramium virgatum	-	-	s			
		Heterosiphonia japonica	-	-	s			
		Polysiphonia elongata	e	-	s			
	Filament	Callithamnion corymbosum	-	-	e			
		Ceramium cimbricum	-	s	s			
Polysiphonia stricta		s	s	-				
Trilliella intricata		d	v	v				
BRUN	Tykk læraktig	Halidrys siliquosa	-	-	e			
		Cutleria multifida, aglazonia stadiet	-	e	-			
		Sargassum muticum	-	s	e			
Grov filament	Chordaria flagelliformis	-	e	-				
	Dictyosiphon cf foeniculaceus	-	-	s				
Filament	Sphacelaria cirrosa	s	v	s				
GRØNN	Filament	Cladophora albida	s	s	s			
		Rhizoclonium riparium	-	-	s			
CYANO	Filament	cf Phormidium sp	-	s	s			
Total			100	100	100	16,87	17,72	45,84

Annet: Gammaridae - s, Crisia sp. - s, Scrupocellaria sp - s, Electra pilosa - s, Musculus discors - v (100), Hiatella arctica - s (10), Nematoda indet - s (10), Ostracoda - s (10), Hydroidea - s, Gastropoda indet - s (10)

Stasjon: GRUPPE	GRIMSTAD TYPE	33 Måghlm, Sukkertarestasjon ART	ANSLÅTT %			ww(g)		
			1	2	3	1	2	3
RØD	Kalk	Corallina officinalis	42	45	52	4,41	7,28	12,99
		Lithothamnion sp	5	<1	-	-	-	-
	Tykk læraktig	Chondrus crispus	47	28	30	4,47	4,76	8,05
		Furcellaria lumbricalis	-	2	1	-	-	-
		Phyllophora pseudoceranoides	-	<1	-	-	-	-
Grov filament	Ceramium cf secundatum	-	-	3	-	-	0,62	
BRUN		Saccharina latissima, juvenil	5	22	12	0,59	3,42	3,11
Rest			1	2	2	0,05	0,26	0,60
RØD	Blad/rør	Lomentaria clavellosa	s	e	-			
	Grov filament	Brogniartella byssoides	-	e	e			
		Ceramium rubrum	-	e	-			
		Plumaria plumosa	-	-	e			
	Filament	Callithamnion corymbosum	-	e	s			
		Colaenema daviesii	-	e	-			
Polysiphonia stricta		s	s	e				
BRUN	Tykk læraktig	Trilliella intricata	-	s	s			
		cf Sargassum muticum	-	e	-			
Grov filament	Desmarestia aculeata	-	-	e				

		Sphacelaria plumosa	-	-	s			
	Filament	cf Myriactula sp	-	-	s			
		Sphacelaria cirrosa	v	s	v			
GRØNN	Filament	Cladophora sp	-	e	-			
CYANO	Filament	cf Phormidium sp	-	s	-			
		Total	100	100	100	9,52	15,72	25,37

Annet: Electra pilosa - v, Membranipora membranacea - e, Spirorbis sp - v
Ostracoda sp - e, Scrupocellaria sp - s, Musculus discors - v (100), Nematoda - e

Juvenil sukkertare: 5-14 individer pr 20x20cm av lengde 3-12 cm

Merknad: Undervegetasjon i sukkertareskog

Stasjon GRUPPE	LINDESNES TYPE	42 Midtjordskj. ART	ANSLÅTT			1 ww(g)_1	2 ww(g)_2	3 ww(g)_3
			%_1	%_2	%_3			
RØD	Kalk	Corallina officinalis	2	1	5	0,84	0,22	0,56
	Blad/rør	Chylocladia verticillata	15	20		8,44	11,07	
		Delesseria sanguinea	5	20				
	Tykk læraktig	Chondrus crispus	40	5	3	19,44	4,17	4,11
		cf Callophyllis cristata		3				
		Phyllophora crispa			7			
		Phyllophora pseudoceranoides	8	2	30			
	Grov filament	Polyides rotundus		4				
		Brongniartella byssoides	2	2	2	0,79	1,59	0,25
		Ceramium secundatum		<1				
Heterosiphonia japonica			1					
Heterosiphonia plumosa			<1					
BRUN	Blad/rør	Rhodomela confervoides		2				
		Asperococcus bullosus	<1	7	6	1,89	4,05	0,70
		Spermatochnus paradoxus	5	7	<1			
	Tykk læraktig	Chorda filum			3			0,34
	Grov filament	Desmarestia aculeata			<1			1,04
		Desmarestia viridis		5			1,46	
Mesogloia vermiculata		<1			1,23			
GRØNN	Filament	Sphacelaria plumosa	3	<1	10			
		Cladophora cf albida	5	<1	3	2,29	0,48	0,32
		Cladophora cf sericea		1				
Rest RØD	Grov filament	Ceramium virgatum	15	20	30	6,22	5,64	3,30
		Ceramium sp (rubrum type)	s					
		Heterosiphonia plumosa						
		Rhodomela confervoides	s		s			
	Filament	Antithamnion sp						e
		Callithamnion sp			e			
		Ceramium cf cimbricum			e			
		Ceramium sp (strictum type)	s					
		cf Chroodactylon ornatum	s					
		Polysiphonia stricta		s		e		
BRUN	Grov filament	Trailiella intricata	s		s			s
		cf Stictyosiphon sp	e					
	Filament	Sphacelaria cirrosa	s	s	s			
GRØNN	Grov filament	cf Pylaiella littoralis						s
		Cladophora rupestris						e
	Filament	Rhizoclonium riparium	s	s	s			
Total			100	100	100	41,14	28,68	10,62

Annet: Nematoda indet - 4, Musculus discors - 35, cf Crisia sp - s, Scrupocellaria sp - s, Spirorbis sp - s, Ubest, leddet ctenostome bryozoa - s

Rogaland

Stasjon: GRUPPE	HØGSFJ. TYPE	TINGSHOLMEN ART	ANSLÅTT			1 ww(g) 1	2 ww(g) 2	3 ww(g) 3	
			% 1	% 2	% 3				
RØD	Kalk	Corallina officinalis	2	3	5	1,50	2,80	3,11	
		Chylocladia verticillata							
	Blad/rør	Rhodophyllis divaricata	1	2	3	0,67	2,03	1,78	
		Chondrus crispus	20	3	7	14,33	4,05	4,99	
	Tykk læraktig	Polyides rotundus		2	2				
Grov filament		Polysiphonia elongata	1	5	4	0,97	4,85	4,56	
BRUN	Blad/rør	Rhodomela confervoides	<1	1	4				
		Asperococcus bullosus	2	<1	<1	48,89	60,86	31,74	
		Dictyota dichotoma	10	3	3				
	Tykk læraktig	Spermatocchnus paradoxus	50	65	50				
		Fucus vesiculosus		1	1		1,23	1,05	
		Sargassum muticum			<1				
Rest			13	15	20	10,32	12,28	12,31	
RØD	Blad/rør	Rhodophyllis divaricata		s	s				
	Tykk læraktig	Polyides rotundus	e						
	Grov filament	Ceramium secundatum			s				
		Ceramium virgatum		s	s				
		Ceramium cf virgatum	s						
		Gloiosiphonia capillaris		e					
		Polysiphonia fucoides	e		e				
	Filament	Bangia fuscopurpurea			e				
		Callithamnion sp	s	s					
		Ceramium sp (strictum type)			s				
		Pterothamnion cf plumula	e						
		Stylonema alsidii	s						
		Trailliella intricata	v	s	d				
BRUN		Grov filament	Mesogloia vermiculata	e	e				
			Sphacelaria plumosa		e				
	Filament	Ectocarpales	s	s	s				
Ectocarpus fasciculatus				s					
Sphacelaria cirrosa			s	s					
Grov filament		Cladophora rupestris			s				
GRØNN	Filament	Rhizoclonium riparium	s	s	s				
CYANO		Calothrix sp	v	s	v				
		cf Phormidium sp	v	s	v				
KISEL		cf Lichmophora sp		s					
		Fragillaria sp			s				
		Tabellaria sp		s					
	Total		100	100	100	76,68	88,10	59,54	

Annet: Spirorbis spp - s, Nematoda indet - 2, Hiatella arctica - 3, Musculus discors - 1, Scrupocellaria sp - s, cf Crisia sp - s, Ubest, leddet ctenostome bryozoa - s, Phthisica marina - 2, Gammaridae indet - 2, Bittium reticulatum - 1, Oligochaetae - 1, Copepodae indet - 1, Ostracoda - s, Nereis pelagica - 2, Nematoda indet - 15

Stasjon GRUPPE	HØGSFJ. TYPE	NAUSTERHOLMENE ART	ANSLÅTT			1 ww(g) 1	2 ww(g) 2	3 ww(g) 3
			% 1	% 2	% 3			
RØD	Kalk	Corallina officinalis	35	12	18	26,90	7,75	16,18
		Lithothamnion sp	<1	<1	<1			
	Tykk læraktig	Chondrus crispus	5	10	<1	3,68	6,39	0,18
	Grov filament	Polysiphonia elongata		<1			0,08	
BRUN	Tykk læraktig	Fucus sp	<1			0,36		
		Halidrys siliquosa			<1			0,09
		Laminaria sp		5			4,22	
		Laminaria sp, kimplanter	<1					
	Blad/rør	Saccharina latissima		2				
		Asperococcus bullosus	2	8	1	26,37	30,37	54,03
		Dictyota dichotoma	1	3	2			
	Grov filament	Spermatocchnus paradoxus	32	38	57			
		Mesogloia vermiculata	<1			0,24		
	Filament	Sphacelaria plumosa		<1			0,30	
Ectocarpus fasciculatus			<1			1,19		
Ectocarpales			<1					
		cf Pylaiella littoralis		1				
Rest			24	20	22	18,22	12,53	20,45
RØD	Blad/rør	Delesseria sanguinea	e					
		Rhodophyllis divaricata		e				
	Grov filament	Brongniartella byssoides	s					
		Ceramium virgatum		s				
		Heterosiphonia japonica			e			
		Polysiphonia elongata	e		s			

		Polysiphonia fucoides			s			
	Filament	Callithamnion sp			s			
		Ceramium sp (strictum type)			e			s
		Polysiphonia stricta	e					
		Trilliella intricata	d		s			d
BRUN	Grov filament	Sphacelaria plumosa	e					
	Filament	Ectocarpales	s		s			
		Ectocarpus fasciculatus						s
		Pylaiella littoralis	s					
		Sphacelaria cirrosa	s		s			
		Sphacelaria radicans	s					
		Sphacelaria cf radicans						s
GRØNN	Grov filament	Cladophora rupestris	e		s			
	Filament	Rhizoclonium riparium			s			
CYANO		Calothrix sp	v		s			e
		cf Phormidium sp	s		s			s
Total			100		100		100	75,77 62,83 90,93

Annet: Nematoda indet - 6, Spirorbis sp - s, Ubest, leddet ctenostome bryozoa - s, cf Crisia sp - s, Scrupocellaria sp - s, Gammaridae - 1, Hiatella arctica - 1, Ostracoda - s, Bittium reticulatum - 1, Flat bryozo - s, Electra sp - s, Musculus discors - 1

Stasjon GRUPPE	Rennesøy: TYPE	ROSSHOLMEN ART	ANSLÅTT			1 ww(g)_1	2 ww(g)_2	3 ww(g)_3
			%_1	%_2	%_3			
RØD	Kalk	Corallina officinalis	30	45	50	31,82	24,69	42,94
		Jania rubens			1			
		Lithothamnion sp		1				
	Tykk læraktig	Chondrus crispus	20	15	3	18,70	7,83	3,31
		Furcellaria lumbricalis		<1	<1			
Grov filament	Ceramium cf secundatum	<1			0,36			
Filament	Polysiphonia stricta		<1			0,10		
BRUN	Blad/rør	Asperococcus bullosus	2	1	1	26,48	14,64	28,81
		Asperococcus fistulosus						
		Dictyota dichotoma	10	2	1			
		Leathesia difformis		1				
		Spermatocchnus paradoxus	15	25	30			
	Tykk læraktig	Chorda filum	2	<1	<1	4,27	0,30	0,50
		Laminaria sp	2					
	Grov filament	Chordaria flagelliformis	<1	1	3	0,61	0,99	2,79
Mesogloia vermiculata		<1	<1	<1				
Filament	Ectocarpales		1			0,52		
	Ectocarpus fasciculatus			<1			0,27	
GRØNN	Filament	Acrosiphonia centralis			<1		0,37	
Rest			19	7	10	17,45	3,85	9,36
RØD	Blad/rør	Rhodophyllis divaricata		e	s			
		cf Gelidium spinosum			e			
	Grov filament	Ceramium sp (rubrum type)	e	e				
		Polysiphonia elongata			e			
	Filament	Callithamnion cf corymbosum			e			
		Ceramium sp (strictum type)	s					
Polysiphonia stricta		e		e				
BRUN	Blad/rør	Trilliella intricata	s	v	s			
		Leathesia difformis			e			
		Laminaria sp			e			
		Desmarestia aculeata			e			
		cf Acrothrix gracilis			e			
		Ectocarpus fasciculatus	v					
		Ectocarpus siliculosus	s					
		Ectocarpales			s			
Feldmannia cf globifera	s							
cf Myriactulata stellulata			s					
Sphacelaria cirrosa	v	v	s					
GRØNN	Filament	Acrosiphonia centralis	s					
		Rhizoclonium tortuosum	s					
CYANO		Calothrix sp	s	v	s			
		cf Phormidium sp	v		s			
Total			100	100	100	99,69	52,92	88,35

Annet: Spirorbis sp - s, Crisia sp - s, Ubest, leddet ctenostome bryozoa - s, cf Electra sp - s, tomme kalkrør - v, Nematoda indet - 2, Ostracoda - s, cf Scrupocellaria sp - s

Hordaland

Stasjon:	RAUNEFJ	EGGHOLMANE Sukkertarestasjon	ANSLÅTT			1 ww(g)_1	2 ww(g)_2	3 ww(g)_3	
			GRUPPE	TYPE	ART				%_1
RØD	Kalk	Corallina officinalis			5			0,50	
		Tykk læraktig	Chondrus crispus	2		20	0,66		3,02
			Furcellaria lumbricalis	2		12			
	Grovt filament	Cystoclonium purpureum		14	15				1,94
		Heterosiphonia japonica	9	5		2,00	4,66		
		Polysiphonia elongata	<1		1				
		Polysiphonia fibrillosa		<1					
		Polysiphonia fucoides		<1					
Rhodomela confervoides	5	15	5						
BRUN	Blad/rør	Dictyota dichotoma			10			0,82	
	Tykk læraktig	Laminaria sp			12			1,11	
		Saccharina latissima	80	52		11,18	6,90		
Rest RØD	Blad/rør	Rhodophyllis divaricata	2	14	20	0,28	1,81	1,93	
		Grovt filament	Ceramium sp (rubrum type)						
			Heterosiphonia japonica						
	Filament	Callithamnion sp		s	s				
		Ceramium cf cimbricum			e				
		Polysiphonia stricta	s	s	e				
		Trailiella intricata	s	s	s				
		BRUN	Blad/rør	Cutleria multifida (aglazonia)		v	s		
		Dictyota dichotoma			e				
	Grovt filament	Sphacelaria plumosa			s				
	Filament	Ectocarpus fasciculatus	s	s	s				
		cf Pylaiella littoralis			e				
		Sphacelaria cirrosa	s	s	s				
	GRØNN	Filament	Cladophora sericea	e					
			Cladophora cf sericea						
Rhizoclonium riparium			s	s	s				
Total			100	100	100	14,12	13,37	9,32	

Annet: Spirorbis sp - s, Membranipora membranacea - v, Ubest, leddet ctenostome bryozoa - s, Scrupocellaria sp - s, Electra sp - s, cf Crisia sp - s, Nematoda indet - 1

Merknad: Undervegetasjon i sukkertareskog

Stasjon	RAUNEFJ	LANGØYNA	ANSLÅTT			1 ww(g)_1	2 ww(g)_2	3 ww(g)_3
			GRUPPE	TYPE	ART			
RØD	Kalk	Corallina officinalis			1			0,42
		Blad/rør	Delesseria sanguinea			<1		
	Tykk læraktig	Chondrus crispus	4	2	5	1,64		2,56
		Grovt filament	Brongniartella byssoides	2	1			15,35
		Ceramium virgatum		1				
		Cystoclonium purpureum		10				
		Heterosiphonia japonica	20	8	10	7,45		
		Heterosiphonia plumosa		8	5			
	Polysiphonia elongata		1					
	Rhodomela confervoides		15					
BRUN	Blad/rør	Dictyota dichotoma	<1	2	10	14,01	0,78	6,40
		Spermatocchnus paradoxus	30		10			
	Tykk læraktig	Halidrys siliquosa			10			5,54
		Laminaria sp		1			0,17	
		Saccharina latissima	1			0,13		
Grovt filament	Saccharina latissima, juv			5				
	Sphacelaria plumosa		5	3		1,71	1,20	
Rest RØD	Kalk	Corallina officinalis	s					
		Tykk læraktig	Furcellaria lumbricalis			e		
	Grovt filament	Rhodomela confervoides			e			
		Filament	Acrochaetium savianum	s				
		Ceramium sp (strictum type)			e			
		Ceramium tenuicorne			s			
		Polysiphonia stricta			e			
		Styolonema alsidii			e			
		Trailiella intricata	v	v	v			
	BRUN	Blad/rør	Spermatocchnus paradoxus			s		
Tykk læraktig		Sargassum muticum			e			
Filament		cf Acinetospora crinita	s					
	Ectocarpales	s	v	s				
	Sphacelaria cirrosa	s	s	s				
GRØNN	Grovt filament	Cladophora rupestris	s	e	e			

	Filament	Cladophora sericea	s				
		Rhizoclonium riparium		s			
		Rhizoclonium tortuosum			e		
		Ulothrix sp	s				
CYANO		Calothrix sp	s	s	s		
		cf Phormidium sp	v	s	s		
KISEL		cf Berkeleya sp			s		
		Cocconeis sp	s				
		cf Fragillaria sp			s		
		Tabellaria sp			s		
DINOFL		Ceratium longipes			e		
Total			100	100	100	40,51	33,13

Annet Mye skjellrester – v, cf Crisia sp - v, Nereis pelagica - 6, Phthisica marina -7, Jaera albifrons - 1, Gibbula sp - 1, Mytilus edulis - 4, Nematoda indet - 105, Polychaetae indet - 2, Spirorbis sp - v, Skjellfragmenter – v, Bittium reticulatum - 4 Copepoda indet - 2, cf Scrupocellaria sp - s

Stasjon: GRUPPE	RAUNEFJ TYPE	LERØY ART	ANSLÅTT			1 ww(g) 1	2 ww(g) 2	3 ww(g) 3
			% 1	% 2	% 3			
RØD	Blad/rør	Chylocladia verticillata		1			0,32	
	Grov filament	Cystoclonium purpureum	43	<1		20,37	10,15	
		Heterosiphonia japonica	23	2				
		Polysiphonia elongata		22				
		Polysiphonia harveyi	<1					
		Rhodomela confervoides		18				
	Filament	Polysiphonia stricta	<1			0,22		
BRUN	Blad/rør	Asperococcus bullosus		<1			0,12	
		Spermatocchnus paradoxus	2		3	0,51		0,53
	Grov filament	Sphacelaria plumosa		1	<1		0,26	3,80
		Stictyosiphon soriferus			6			
		Stictyosiphon tortilis	<1		16	0,05		
Rest RØD	Grov filament	Heterosiphonia japonica	31	55	75	9,42	13,70	12,43
		Polysiphonia elongata	s		s			
		Polysiphonia cf harveyi			e			
		Rhodomela confervoides			e			
	Filament	Callithamnion corymbosum			s			
		Ceramium sp (strictum type)		s	s			
		Polysiphonia stricta		s				
		Pterothamnion plumula	s					
		Trailliella intricata		s				
BRUN	Blad/rør	Asperococcus bullosus			e			
		Spermatocchnus paradoxus			e			
	Tykk læraktig	Chorda filum			e			
	Grov filament	Cladostephus spongiosus			e			
		Sphacelaria plumosa	e					
		Stictyosiphon soriferus			e			
	Filament	Ectocarpus siliculosus	s	v	s			
		Elachista fucicola			e			
		Sphacelaria cirrosa	s	v				
		Spongonema tomentosum			s			
GRØNN	Filament	Chaetomorpha cf linum	e	s				
		Cladophora cf albida	s		s			
		Cladophora cf sericea	s	v				
		Rhizoclonium riparium	s	s	s			
		Ulothrix sp	s	s	s			
CYANO		Calothrix sp	s	v	v			
		cf Phormidium sp	s	v	v			
KISEL		Fragillaria sp	s					
Total			100	100	100	30,57	24,02	16,76

Annet: Nematoda indet - 71, Hiattella arctica - 11, Copapoda indet - 8, Musculus discors - 1, Spirorbis sp - s, Ubest, leddet ctenostome bryozoa - s, Ostracoda - s

Stasjon GRUPPE	FANAFJ TYPE	HORDNES ART	ANSLÅTT			1 ww(g)_1	2 ww(g)_2	3 ww(g)_3
			%_1	%_2	%_3			
RØD	Kalk	<i>Corallina officinalis</i>	80	65	70	120,51	69,04	124,29
	Tykk læraktig	<i>Chondrus crispus</i> <i>Furcellaria lumbricalis</i>		1 1	3		2,48	6,07
BRUN	Tykk læraktig	<i>Chorda filum</i> <i>Laminaria</i> sp, kimplanter	<1 <1	<1 <1	<1	0,73	0,28	0,93
	Blad/rør	<i>Asperococcus fistulosus</i> <i>Dictyota dichotoma</i>	<1 <1		<1	0,33		0,91
	Grov filament	<i>Sphacelaria plumosa</i>	<1	4	<1	0,83	4,65	0,86
Rest RØD	Blad/rør	<i>Chylocladia verticillata</i>	e		e			
		<i>Lomentaria clavellosa</i>			e			
		<i>Rhodophyllis divaricata</i>	s	s	e			
	Tykk læraktig	<i>Ahnfeltia plicata</i>			e			
		<i>Furcellaria lumbricalis</i>	e	e				
	Grov filament	<i>Ceramium</i> sp (rubrum type)	e					
		<i>Polysiphonia elongata</i>			e			
		<i>Polysiphonia fucoides</i>			e			
		<i>Rhodomela confervoides</i>	e					
	Filament	<i>Trailiella intricata</i>	s	s	s			
BRUN	Blad/rør	<i>Asperococcus bullosus</i>			s			
		<i>Spermatochnus paradoxus</i>	e		e			
	Tykk læraktig	<i>Laminaria</i> sp kimplanter			s			
	Grov filament	<i>Stictyosiphon soriferus</i>		s	s			
	Filament	<i>Ectocarpus fasciculatus</i> <i>Ectocarpales</i> <i>Sphacelaria cirrosa</i>	v v s	v d s	v d s			
GRØNN	Grov filament	<i>Cladophora rupestris</i>			e			
	Filament	<i>Rhizoclonium riparium</i>			s			
KISEL		cf <i>Berkeleya</i> sp			s			
		<i>Cocconeis</i> sp	s	s				
Total			100	100	100	152,60	106,60	174,42

Annet: Noe *C. officinalis* og veldig mye brunt filament, cf *Crisia* sp - s, Ubest, leddet ctenostome bryozoa - s

Stasjon GRUPPE	Hardangerfj TYPE	LØFALLSTRAND ART	ANSLÅTT			ww(g)_1	ww(g)_2	ww(g)_3
			%_1	%_2	%_3			
RØD	Blad/rør	<i>Chylocladia verticillata</i>	12		1	3,98		1,43
		<i>Phycodrys rubens</i>			<1			
		<i>Rhodophyllis divaricata</i>			1			
	Tykk læraktig	<i>Chondrus crispus</i>	2	7	<1	0,43	1,83	0,10
	Grov filament	<i>Brongniartella byssoides</i>	2	1	<1	11,53	10,77	43,61
		<i>Ceramium virgatum</i>			<1			
		<i>Cystoclonium purpureum</i>	2	35	<1			
		<i>Heterosiphonia japonica</i>			3			
		<i>Polysiphonia elongata</i> <i>Rhodomela confervoides</i>	30 3	2 1	65			
	BRUN	Blad/rør	<i>Asperococcus bullosus</i>		1		1,11	5,54
<i>Spermatochnus paradoxus</i>			3	20	1			
Tykk læraktig		<i>Chorda filum</i>	12	<1	3	4,16	0,95	1,74
		<i>Fucus</i> sp (små biter)		<1				
		<i>Laminaria</i> sp (bit av lamina) <i>Saccharina latissima</i> (biter)		1 1				
Grov filament	<i>Cladostephus spongiosus</i>	<1	1		0,18	0,65	0,59	
	<i>Sphacelaria plumosa</i>		2	1				
Filament	<i>Sphacelaria cirrosa</i>		2	<1		0,45	0,16	
Rest			37	23	23	12,75	5,95	14,64
RØD	Kalk	<i>Corallina officinalis</i>	e	e	e			
	Tykk læraktig	<i>Polyides rotundus</i>		e				
	Grov filament	<i>Ceramium virgatum</i>	e	s				
		<i>Heterosiphonia japonica</i>	v	s				
		<i>Polysiphonia fibrillosa</i>		s				
	Filament	<i>Acrochaetium savianum</i>		s				
<i>Callithamnion</i> sp				s				
<i>Ceramium</i> cf <i>cimbricum</i>				e				

		<i>Ceramium</i> sp (strictum type)		e	s			
		<i>Polysiphonia stricta</i>	s	e	s			
		<i>Trailliella intricata</i>	v	s	s			
BRUN	Blad/rør	<i>Dictyota dichotoma</i>	s					
		<i>Asperococcus fistulosus</i>			e			
		<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>			e	s		
	Filament	<i>Ectocarpus fasciculatus</i>	s	s				
		<i>Ectocarpus siliculosus</i>	s					
		cf <i>Hincksia ovata</i>			e			
<i>Haplospora globosa</i>					s			
		<i>Sphacelaria cirrosa</i>	s					
GRØNN	Filament	<i>Chaetomorpha melagonium</i>	e					
		<i>Cladophora albida</i>	e			s		
		<i>Rhizoclonium riparium</i>				s		
CYANO	Filament	<i>Calothrix</i> sp	s	s	s			
		cf <i>Phormidium</i> sp				s		
Total			100	100	100	34,14	26,14	62,77

Tabell 7.2 En karkaterisering av bunnslammet basert på en visuell gjennomgang. Mengde materiale, mengde av mikroalger og annet organisk (fnokk), mengde (skjell-) sand.

+ = registrert, ++ = lite, +++ = moderate mengder, ++++ = mye, +++++ = svært mye

Dato	Stasjon	Navn	Område	Mengde materiale	Mengde "fnokk"	Sand
23.10.06	32	Tvillingholmen	Grimstad	+++	++++	+
24.10.06	21	Asper	Arendal	+++	++++	+
24.10.06	22	Terneholmen	Arendal	+++	++++	+
24.10.06	23	Stølsviga	Arendal	+++	+++	+
25.10.06	11	Agnes	Larvik	++	++	+++
25.10.06	12	Viksfjord	Larvik	++	++	++
25.10.06	13	Svenne	Larvik	+++	+++	
29.10.06	41	Underøy	Lindesnes	+++	++++	
29.10.06	42	Midtfjord	Lindesnes	+++	++++	
29.10.06	43	Svinør	Lindesnes	++	++	+
27.10.06	106	Sauarnes	Rogaland	++++	+++	+
28.10.06	16	Tingholmen	Rogaland	++	+	++
22.01.07	11	Agnes	Larvik	++	+	++++
22.01.07	42	Viksfjord	Larvik	++	+	+
24.01.07	42	Midtfjord	Lindesnes	++++	++++	+
24.01.07	43	Svinør	Lindesnes	+++	+++	+++
23.01.07	21	Asper	Arendal	++++	++++	++
23.01.07	22	Terneholmen	Arendal	+++++	+++++	+
23.01.07	23	Stølsviga	Arendal	++++	++++	+
25.01.07	32	Tvillingholmen	Grimstad	+++++	++++	+
15.03.07	wp238	Breivika	Hordaland	+++	++	
15.03.07	st04	Langøy (Langøyna)	Hordaland	+++	++	
16.03.07	st05	Lerøy	Hordaland	+++	++	
17.03.07	wp244	Skogholm	Rogaland	+++	++	
17.03.07	wp49	Klubben, Rennesøy Ø.	Rogaland	+++	++	+
18.03.07	wp16	Tingholmen	Rogaland	+++	++	
18.03.07	w246	Nausterholmen	Rogaland	++	++	
16.04.07	11	Agnes	Larvik	+++	+++++	++++
16.04.07	12	Viksfjord	Larvik	++++	+++++	+++
16.04.07	13	Svenne	Larvik	++++	++++	++
17.04.07	41	Underøy	Lindesnes	++++	+++++	+
17.04.07	42	Midtfjord	Lindesnes	++++	++++	+
17.04.07	43	Svinør	Lindesnes	++++	++++	+++
18.04.07	21	Asper	Arendal	++++	+++++	
18.04.07	22	Terneholmen	Arendal	++++	+++++	
18.04.07	23	Stølsviga	Arendal	++++	++++	
18.04.07	32	Tvillingholmen	Grimstad	++++	++++	
23.05.07	22	Terneholmen	Arendal	++++	+++	

02.07.07	wp212	Løfallstrandi	Hardangerfjorden	++++				++	++
07.07.07	wp84	Lerøy	Bergen	++++				+++	+
07.07.07	st04	Langøy (Langøyyna)	Bergen	++				+	
08.07.07	wp270	Fanafjorden	Bergen	+++				++	
09.07.07	wp16	Tingholmen	Rogaland	+++				++	
09.07.07	w246	Nausterholmen	Rogaland	+++				+	
10.07.07	wp50	Rossholmen	Rogaland	+++				+	
12.07.07	wp309	Landøy (Trægde)	Vest-Agder	+++				+++	
12.07.07	42	Midtfjord	Lindesnes	+++				+++	
13.07.07		Hoborsund	Grimstad	+					
13.07.07	32	Tvillingholmen	Grimstad	++				+++	
13.08.07	191DK	Løstrup rødgr.	Danmark-O-27049	++				++	
20.08.07	wp317	Mågeholmen	Grimstad	++				+	
20.08.07	32	Tvillingholmen	Grimstad	+++				++	
21.08.07	wp326	Svenskholmen	Kragerø	++++				+++	+
21.08.07	wp322	Arø	Kragerø	++				++	
22.08.07	12	Viksfjord	Larvik	++				++	
22.08.07	wp343	Store Arø	Helgeroa	+++				+	
23.08.07	21	Asper	Arendal	++++				++++	+
23.08.07	22	Terneholmen	Arendal	+++				++	

Tabell 7.3 Forekomst av makroalger (stort sett fragmenter av rød-, grønn- og brunalger), blågrønnalger, kolonidannende diatoméer (kolo) og solitære diatoméer (solit) i prøver av bunnslam. +=registrert, ++=lite, +++=moderate mengder, ++++=mye, +++++=svært mye

Dato	Stasjon	Navn	Område	Algemengde					
				Rød	Grøn	Brun	Blå-grønn	Diatome kolo.	Diatome solit.
23.10.06	32	Tvillingholmen	Grimstad	+++		+	+++++	+	+++
24.10.06	21	Asper	Arendal	+++		++	++	+	++
24.10.06	22	Terneholmen	Arendal	+		+	++		+++
24.10.06	23	Stølsviga	Arendal	++	+	+	++		++
25.10.06	11	Agnes	Larvik	+		+			+
25.10.06	12	Viksfjord	Larvik	+					+
25.10.06	13	Svenne	Larvik	+	+		+		
29.10.06	41	Underøy	Lindesnes	+		++	+++		++
29.10.06	42	Midtfjord	Lindesnes	+	++	+	+	+	++++
29.10.06	43	Svinør	Lindesnes	+			+		++
27.10.06	106	Sauarnes	Rogaland	+++	+++	+++	+++++		+
28.10.06	16	Tingholmen	Rogaland	+			+++		+
22.01.07	11	Agnes	Larvik	+		+	+		+
22.01.07	42	Viksfjord	Larvik						+
24.01.07	42	Midtfjord	Lindesnes	+	+	++	++		+++
24.01.07	43	Svinør	Lindesnes	+	+		++		++++
23.01.07	21	Asper	Arendal	+++			++		+++
23.01.07	22	Terneholmen	Arendal	++			++		++
23.01.07	23	Stølsviga	Arendal	++			++		++
25.01.07	32	Tvillingholmen	Grimstad	+++		+	++		++
15.03.07	wp238	Breivika	Hordaland	+++	++	+	+	++	+++++
15.03.07	st04	Langøy (Langøyyna)	Hordaland	++++	+++	+			+++
16.03.07	st05	Lerøy	Hordaland	++	++	++++	+	+++	+++
17.03.07	wp244	Skogholm Klubben,	Rogaland	++	+	++++	+	+	+++++
17.03.07	wp49	Rennesøy Ø.	Rogaland	+++	+	+	++	+	+++++
18.03.07	wp16	Tingholmen	Rogaland	++	+		++	++	+++++
18.03.07	w246	Nausterholmen	Rogaland	+	+		++	+	+++++
16.04.07	11	Agnes	Larvik	++	+	++		++	++
16.04.07	12	Viksfjord	Larvik	++	++	++	+	++	+++++
16.04.07	13	Svenne	Larvik	+++	++	++		+++++	+++++
17.04.07	41	Underøy	Lindesnes	+++		++	+	++	+++
17.04.07	42	Midtfjord	Lindesnes	+	+		+	++	++++
17.04.07	43	Svinør	Lindesnes	++++	++	+	++	++	++++

16.04.07	12	Viksfjord	Larvik	+	+	+	++		++	++
16.04.07	13	Svenne	Larvik	++					+++	+
17.04.07	41	Underøy	Lindenes			+			++	+
17.04.07	42	Midtfjord	Lindenes	+		+		+	++++	++
17.04.07	43	Svinør	Lindenes	+		+		+	+++	+++
18.04.07	21	Asper	Arendal						++	+
18.04.07	22	Terneholmen	Arendal			+		+	++++	+
18.04.07	23	Stølsviga	Arendal							+
18.04.07	32	Tvillingholmen	Grimstad			+	+		+++	
23.05.07	22	Terneholmen	Arendal						+++	+
02.07.07	wp212	Løfallstrandi	Hardangerfjorden	++	+++	+++	+	+	++	++
07.07.07	wp84	Lerøy	Bergen	+	+	++		++	++++	++
07.07.07	st04,	Langøyna	Bergen			++			++	++
08.07.07	wp270	Fanafjorden	Bergen			+			++	+++
09.07.07	wp16	Tingholmen	Rogaland	+	++	+++		+	++	+++
09.07.07	w246	Nausterholmen	Rogaland		+	++		+	++	+++
10.07.07	wp50	Rossholmen	Rogaland	+	++	++			++	+++
12.07.07	wp309	Trægde	Vest-Agder			+		+	++	++
12.07.07	42	Midtfjord	Lindenes	++	+	++			+++	++
13.07.07		Hoborsund	Grimstad	+		+			+	+
13.07.07	32	Tvillingholmen	Grimstad			++		+	++	++
13.08.07	191DK	Løstrup rødgr.	Danmark-O-27049			++		+	+++	+
20.08.07	wp317	Mågeholmen	Grimstad			+			+++	++
20.08.07	32	Tvillingholmen	Grimstad	+	+	++	+	+	++	++
21.08.07	wp326	Svenskholmen	Kragerø	+		+	+		++	+++
21.08.07	wp322	Arø	Kragerø	+	+	++	+	+	++	++
22.08.07	12	Viksfjord	Larvik	+		+		+	++	++
22.08.07	wp343	Store Arø	Helgeroa	+	+	+++			++	++
23.08.07	21	Asper	Arendal	+		++			+	+
23.08.07	22	Terneholmen	Arendal	+	++	+++		+	+++	+++



Statlig program for forurensningsovervåking
Sukkertareprosjektet



Statens forurensningstilsyn (SFT)
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo - Besøksadresse: Strømsveien 96
Telefon: 22 57 34 00 - Telefaks: 22 67 67 06
E-post: postmottak@sft.no - Internett: www.sft.no

Utførende institusjon Norsk institutt for vannforskning - NIVA	ISBN-nummer 82-577-5320-7
---	------------------------------

Oppdragstakers prosjektansvarlig Frithjof Moy	Kontaktperson SFT Karen Fjøsne	TA-nummer 2398/2008
--	-----------------------------------	------------------------

	År 2008	Sidetall 74	SFTs kontraktnummer 5007149
--	------------	----------------	--------------------------------

Utgiver Norsk institutt for vannforskning NIVA-rapport 5585-2008	Prosjektet er finansiert av Statens forurensningstilsyn
--	--

Forfattere: Frithjof Moy, Hartvig Christie, Elisabeth Alve (UiO), Henning Steen (HI)

Tittel Statusrapport nr.3 fra Sukkertareprosjektet. . Status report no. 3 from the Sugar Kelp Project.
--

Sammendrag I 2002-2004 ble det påvist bortfall av sukkertare på store deler av indre kyst av Skagerrak. Miljøverndepartementet bevilget midler til et Sukkertareprosjekt ledet av Statens forurensningstilsyn (SFT) og Direktoratet for naturforvaltning (DN) med formål å undersøke omfang og årsaker til bortfall av sukkertare. Tilstandsundersøkelsene i 2007 viser generelt dårlig tilstand med redusert til ingen sukkertarevegetasjon på kysten av Skagerrak og i deler av Rogaland og Hordaland. Klimaendring med høy sjøtemperatur kan ha vært årsak til plutselig, regional sukkertaredød, mens eutrofi med nedslamming og stor produksjon av trådalger er en viktig årsak til manglende gjenvekst av sukkertare vedvarende dårlig tilstand. Verditapet knyttet til tap av naturtype og biologisk mangfold, redusert rekreasjonsverdi (fritidsfiske, fangst og bading) og tapt produksjon av fisk og andre ressurser til næringsvirksomhet, utgjør store beløp. Tap av skjul og redusert matfat for fisk, antas å være de to viktige konsekvenser av sukkertaredøden. Høsten 2007 ble det observert ny tilvekst av små sukkertareplanter på lokaliteter hvor det ble observert taredød den varme sommeren 2006. Det viser en klimatisk betinget svingning i tarebestanden. I andre områder ble det ikke observert tilvekst av ny tare og det settes i sammenheng med andre og vedvarende negative miljøforhold for sukkertaren. Bunnslam er en viktig årsak til manglende gjenvekst av sukkertare på Skagerakkysten. Tilførsler av næringssalter om sommeren, når de naturlig er lite tilgjengelig (bundet opp i biomasse), forskyver balansen mellom sukkertare og trådalger i favør av trådalger og stor biomasse av trådalger hemmer levevilkårene for taren. Stort antall leppefisk som lever i trådalgesamfunnet bidrar til å opprettholde trådalgesamfunnet ved høyt beitepress på viktige snegl og andre beitere i sukkertareøkosystemet. Tiltak som reduserer tilførsler av næringssalter og organisk materiale, sammen med utplantning av sukkertare i kombinasjon med kunstige rev for å øke habitatdiversiteten, mener vi kan skape "grønne oaser" i sterkt berørte områder som øker sjansene for reetablering av sukkertareøkosystemet og revitalisering av kystsonen.

4 emneord Sukkertare Eutrofiering Klima Sør-Norge	4 subject words Sugar kelp Eutrophication Climate Southern Norway
---	---

Statens forurensningstilsyn

Postboks 8100 Dep,

0032 Oslo

Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00

Telefaks: 22 67 67 06

E-post: postmottak@sft.no

www.sft.no

Statlig program for forurensningsovervåking omfatter
overvåking av forurensningsforholdene i luft og nedbør,
skog, vassdrag, fjorder og havområder.
Overvåkingsprogrammet dekker langsiktige undersøkelser
av:

- overgjødsling
- forsuring (sur nedbør)
- ozon (ved bakken og i stratosfæren)
- klimagasser
- miljøgifter

Overvåkingsprogrammet skal gi informasjon om
tilstanden og utviklingen av forurensningssituasjonen, og
påvise eventuell uheldig utvikling på et tidlig tidspunkt.
Programmet skal dekke myndighetenes
informasjonsbehov om forurensningsforholdene, registrere
virkningen av iverksatte tiltak for å redusere
forurensningen, og danne grunnlag for vurdering av nye
tiltak. SFT er ansvarlig for gjennomføringen av
overvåkingsprogrammet.

TA-2398/2008

ISBN 82-577-5320-7