

Sukkertaren langs Sørlandskysten forsvinner

Av Frithjof E. Moy og Hartvig Christie

Begge forfattere er forskere ved Norsk institutt for vannforskning, NIVA

Innlegg på møte i Norsk Vannforening i Oslo og Arendal hhv. 23. og 25. mai 2005

Sammendrag

I løpet av de siste 5-10 år har undervannsvegetasjonen i skjærgården langs hele den norske Skagerrak-kysten blitt totalt endret ved at tidligere dominerende sukkertarevegetasjon er erstattet av et nedslammet trådalgesamfunn. Endringen har sannsynlig skjedd mellom 1996 og 2002. Tareskogene skaper rom for et rikt biologisk mangfold og er husly og matfat for krepsdyr og fisk.

Eutrofiering (overgjødning) med overproduksjon av trådformede alger og nedslamming, er sannsynlig årsak til skifte i skjærgårdsvegetasjonen. Målinger har vist signifikant økende konsentrasjoner av partikulært materiale i kystvannet siden målingene startet i 1990 (Kystovervåkingsprogrammet). Grumsete vann svekker lyset i sjøen og gir nedslamming. Avrenning fra land av jord, leire og næringsalter som gir planktonproduksjon, gir grumsete vann. Klimatiske hendelser med milde, ned-

børrike vintre og varme somre, påvirker både avrenning fra land (økning) og vekstvilkårene for sukkertare (dårligere).

Sukkertare har rask vekst og stort formeringspotensiale og vil med stor sannsynlighet kunne reetablere normale undervannsskoger om miljøforholdene blir akseptable. Det er derfor viktig å finne årsakene slik at avbøtende tiltak kan iverksettes.

Sukkertare, hvordan ser den ut?

Sukkertare, *Laminaria saccharina*, har som utvokst et 1-2m langt og 10-20cm bredt brunt, bølget blad festet med en 10-30cm lang stilk på stein og fast fjell fra 1 til 20m dyp. Det lange, brun-olivengrønne, bølgede bladet kan minne om et krokodilleskinn. Både det norske og det latinske navnet er avledet av algens utsondring av et hvit søtaktig stoff når bladet tørker.

Sukkertare tilhører tareslekten *Laminaria* sammen med fingertare og stortare som begge kjennetegnes ved et bredt blad oppslittet i mange fingre. Artene har ulike preferanser for optimale livsbetingelser og vokser derfor på ulike deler av kysten og i ulike

dybdeintervall, men med overlapping og konkurranse om plass. Sukkertare dominerer gjerne i beskyttede og moderat bølge eksponerte områder, typisk skjærgårdsområder, hvor den store algen kan danne tette skoger. På bølge-eksponert kyst dominerer stortare og sukkertare er fortrenget til dypere vann hvor stortareskogen blir glissen.

Den marine vegetasjonen i skjærgården på Sørlandskysten fra vannlinjen og nedover i dypet danner karakteristiske soner kjennetegnet av de store brunalgene. I fjæra dominerer som oftest blæretang øverst, deretter grisestang og sagtang og under 2m dyp dominerer sukkertare ned til nedre voksedyp begrenset av lystilgang og bunnforhold.

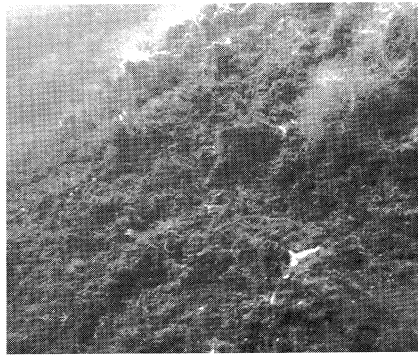
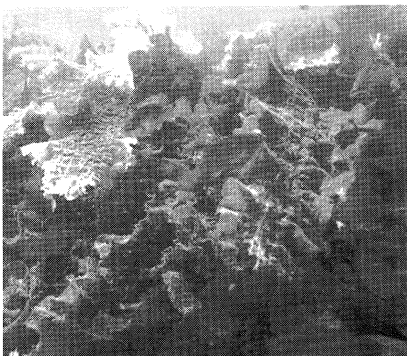
Sukkertaren er en kaldtvannsart og finnes langs hele kysten. Den er flerårig og blir 3 til 5 år gammel. Veksten er sterkest om våren og den slipper spredningssporer om vinteren. Sukkertaren beholder det lange bladet gjennom hele året og danner en permanent skog av lange blad.

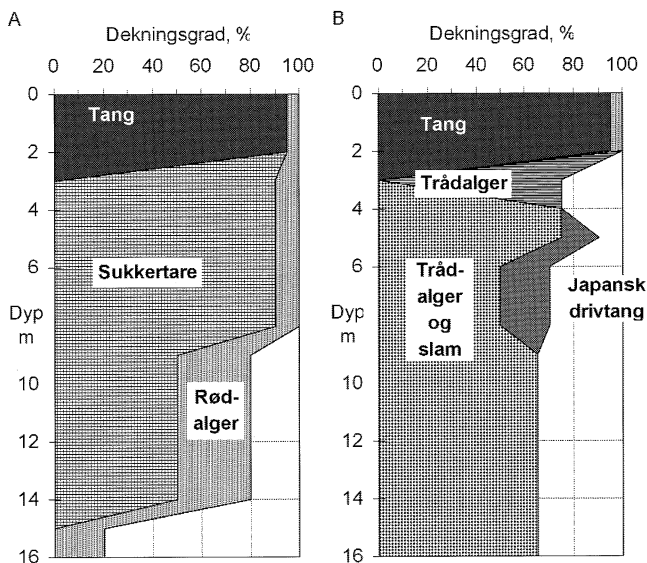
Sukkertaren forsvinner, hva ligger i det?

Under gode forhold danner sukkertaren en tett skog med sine lange tareblader og kan dekke bunnen fullstendig over store strekninger og i flere meters dyp. Hva vi observerte var at disse sukkertareskogene hadde dødd ut og var erstattet med et nedslammet teppe dominert av trådformede alger, som vi populært har gitt betegnelsen 'lurv'. Som en parallell fra land kan vi si at skogen av store trær var blitt erstattet av lyng og kratt. Et og annet individ av sukkertare ble funnet, men det var ikke lenger noen skog av duvende tareblader å se. Fra å være et tredimensjonalt system med et allsidig mangfold over, mellom og i undervegetasjonen under taren, var samfunnsstrukturen nå flat og naken (Figur 1). Med sukkertaredøden var også hele skogsmiljøet med vanlige assosierte arter, blitt borte.

På Terneholmen utenfor Arendal dekket sukkertare bunnen i 1996 nærmest fullstendig (gjennomsnittlig

Figur 1. Foto av undervannsvegetasjon på Buøy ved Arendal i 1992 (venstre bilde) og 2002 (høyre bilde). Sukkertareskogen i 1992 var erstattet av nedslammede trådalger. Foto: F. Møy.





Figur 2. Dekningsgrad (% av bunnen) av dominerende makroalger og algetyper på Terneholmen utenfor Arendal i 1996 (A) og 2004 (B).

90% av bunnen) fra 3 til 8m dyp og deretter ca 50% dekningsgrad ned til 13m dyp (Figur 2A). Vanlige følgearter som rødalgene krusflik, fagerving og krusblekke vokste i undervegetasjonen. I 2004 var dette erstattet med et nedslammet teppe av diverse alger dominert av trådformede rødalger (Figur 2B). Samtidig hadde japansk drivtang etablert seg med en forekomst på 10-20% i 4-8m dyp.

Lurv og nedslamming

Den lurvete algematta som har etablert seg der sukkertare tidligere dominerte, var dominert av trådformede alger som vanlige rødalgedokker (*Polysiphonia* spp.), rekeklo (*Ceramium* spp.), rødlo (*Bonnemaisonia hamifera*), havpryd (*Callithamnion* sp.), brunli (Ectocarpales) og

bruntufs (*Sphacelaria* spp.) sammen med blågrønnbakterier og bentiske diatoméer i kjeder. Overraskende var det at den nylig introduserte trådformede rødalgen japansk sjølyng (*Heterosiphonia japonica*) utgjorde en betydelig andel av algematta på Terneholmen. Sammen med de trådformede algene vokste også tykke læraktige rødalger som krusflik (*Chodrus crispus*), krusblekke (*Phyllophora pseudoceranioides*) og svartkluft (*Furcellaria lumbricalis*), og bladformede alger som fagerving (*Delesseria sanguinea*, rødalge), kransrør (*Chylocladia verticillata*, rødalge), havsalat (*Ulva lactuca*, grønnalge), bleiktuste (*Spermatococcus paradoxus*, brunalge) og vortesmukk (*Asperococcus* sp., brunalge). Kalkrødalgen krasing

(*Corallina officinalis*) utgjorde også en betydelig andel av algematta. De mer flerårige algene så ut til å være i dårlig forfatning siden de i stor grad var overvokst og nedslammet.

Den tette veven dominert av de trådformede algene syntes å fungere som en effektiv sedimentfelle i det bunnen av algematta inneholdt flere mm tykt sedimentlag. Mye av algene også var sterkt nedslammet. I disse algemattene er det observert mark og andre dyr, men vi har ikke undersøkt nøye nok effekter videre oppover i næringskjeden sammenliknet med den opprinnelige sukkertareskogen.

Når?

Sukkertaredøden og erstatningssamfunn av 'lurv' ble oppdaget relativt tilfeldig i 2002 av undertegnede og tilstanden ble bekreftet gjennom å gjenbesøke gamle sukkertarestasjoner samme år og i 2003, blant annet som del av Kystovervåkingsprogrammet (Statlig program for forurensningsovervåking). Funnene ble rapportert direkte til SFT og i Kystovervåkingsrapport for 2002 (Moy med flere 2003) og utdypet i årsrapport for 2003 (Moy med flere 2004).

Endringen var klar og udiskutabel, men når inntraff den? Sukkertarestasjoner i Kystovervåkingsprogrammet var sist blitt undersøkt i 1992 (pga. nedskjæringer i overvåkingen). Lokale undersøkelser og resultater fra forskningsprosjekter i Arendalsområdet viste at det var frodig sukkertareskog i 1996 som på Terneholmen (Figur 2A).

En gang mellom 1996 og 2002 har følgelig endringen inntruffet, men vi

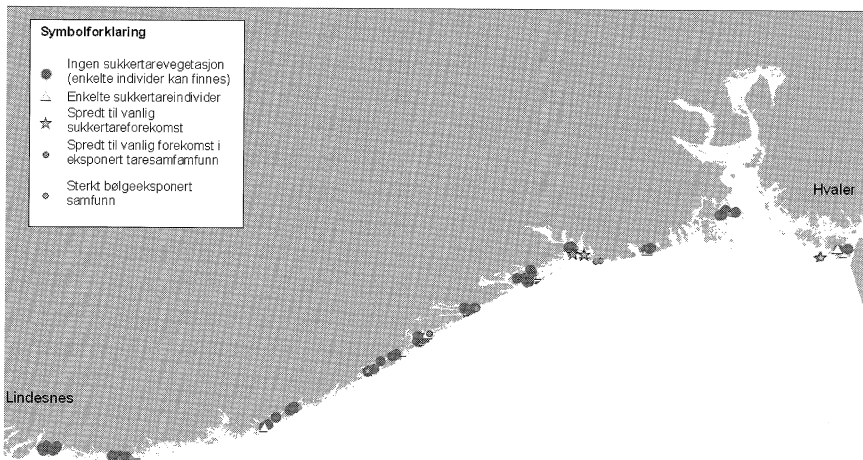
har ikke kunnet fastslå tidspunktet mer nøyaktig eller si om dette har skjedd plutselig eller gradvis i dette tidsrommet.

En av årsakene til at denne dramatiske endringen kunne skje uten at noen oppdaget det før i 2002, skyldes to viktige forhold. For det første er det ingen synlig endring i det frodige tangsamfunnet i fjæra og ned til ca 2m dyp. Det vil si at den synlige delen av undervannsvegetasjonen fra land (over vann) viste ingen tegn til at noe var i ferd med å skje. For det andre utføres det ikke dykkeundersøkelser som fast del av lokale sjøresipientundersøkelser. Biologiske undersøkelser er som regel avgrenset til fjæresamfunnet på grunn av kostnadene som er forbundet med gjennomføring av vitenskapelige dykkeundersøkelser. Siden endringen i undervannsvegetasjonen i dette tilfellet skjedde på dypere vann, ble den ikke fanget opp i noen av de lokale overvåkingsprogram eller resipientundersøkelser.

Dette forhold og eksperimentelle undersøkelser som viser mindre respons på overgjødning i tangsamfunn (Bokn med flere 2003) antyder viktigheten av å bruke dypvannssamfunn dvs. fra 4m og ned til nedre voksegrense for opprette makroalger som indikator på naturens økologiske tilstand.

Omfang

Miljømyndighetene tok meldingen om sukkertaredøden alvorlig og SFT bevilget ekstraordinære midler til en kartlegging av omfanget langs Skagerrakkysten sommeren 2004. Mer enn 140 skjærgårdsstasjoner fra



Figur 3. Status for sukkertarevegetasjonen august 2004. Sirkler indikerer at sukkertarevegetasjon var forventet, men ble ikke observert. Spredte individer og vanlig tetthet er indikert med hhv. trekant og stjerne. Små prikker indikerer bølgeeksponerte lokaliteter hvor sukkertare ble observert sammen med stortare.

Hvaler i øst til Lindesnes i vest ble undersøkt. På 90% av stasjonene hvor sukkertareskog var forventet ut fra vår kunnskap om dens krav til voksested, ble det ikke observert noen eller bare enkeltstående individer av sukkertare i dybdeintervallet 3-10m (sukker-tarens primære voksedyp i skjærgården) (Figur 3). Med andre ord hadde sukkertarevegetasjonen forsvunnet fra den indre skjærgård så og si i hele Skagerrak. Tilstanden syntes å være dårligere i Agderfylkene enn i ytre Oslofjord, men kartleggingen var basert på stikkprøver og representerte ikke alle deler av skjærgården like godt. På mer bølge-eksponerte lokaliteter langs den samme kyststripe vokste sukkertare sammen med stortare i relativt normal fordeling. På halvparten av stasjonene utgjorde den

introduserte tangen japansk drivtang et betydelig innslag i dybdeintervallet der sukkertare var forventet.

Da det ble klart at omfanget gjaldt hele sørlandskysten, innkalte SFT til et arbeidsmøte høsten 2004. Forskere fra ledende fagmiljøer i Norge diskuterte resultatene og ga anbefalinger for oppfølgende undersøkelser.

Mulige årsaker

Det er flere mulige årsaker til at sukkertareskogene har dødd ut og vi vil her drøfte noen av de vi i dag anser som viktige. Et viktig spørsmål er om de endringer som her er dokumentert skyldes naturlige svingninger eller om det skyldes menneskeskapte forhold. Ved det siste vil en ha mulighet til å iverksette avbøtende tiltak.

Sykdom

Det er kjent at sykdom, infeksjoner av parasitter og virus, kan ramme og dramatisk desimere populasjoner. Men vi har ikke observert forhold som tyder på en slik årsakssammenheng. På et flertall av lokalitetene ble det funnet friske sukkertareindivider (i øvre sjøsonen, 1-2m dyp) og det reduserer sannsynligheten for sykdom som en forklaring.

Giftige alger

Etter *Chrysochromulina*-oppblomstringen i 1988 ble det observert negative effekter på både alger og dyr, og tareskogen var i dårlig tilstand flere steder. Giftige alger kan ikke utelukkes som medvirkede årsak, men kan vanskelig forklare en spesifikk negativ effekt på sukkertare.

Miljøgifter

Miljøgifter kan tilsiktet og utilsiktet gripe inn i biologiske prosesser og utradere populasjoner. Avrenning av pesticider og hormonliknende stoffer kan klart ha negative effekter på fjordmiljøet, men vi har foreløpig ikke kjennskap til stoffer som spesielt skulle være skadelig for sukkertare.

Kråkebollebeiting

Det er kjent fra store deler av norskekysten (Trøndelag til Finmark, i fjordene på Vestlandet og Oslofjorden) at oppblomstring av kråkeboller kan nedbeite tareskogen fullstendig. I skjærgården på Sørlandet derimot, er det ikke observert kråkeboller i større mengder som kan forklare nedbeiting som sannsynlig årsak til at taren har forsvunnet.

Endringen som er observert på Sørlandskysten skyldes med største sannsynlighet ikke kråkebollebeiting.

Introduserte arter

I Agderfylkene ble det observert store mengder av de introduserte artene japansk drivtang og japansk sjølyng på lokaliteter hvor sukkertareskog var forventet.

Japansk drivtang, *Sargassum muticum*, er en stor brunalge som utilsiktet ble introdusert til Bretagne-kysten med import av japansk østersyngel på midten av 1970-tallet. Algen etablerte seg raskt på fransk og engelsk side av kanalen og spredte seg videre med havstrømmene. I Norge ble den først oppdaget i 1988 og den har siden etablert seg som et fast innslag i vår sør-norske flora. Japansk drivtang kan likne litt på en einerbærbusk med sin form, grener tett besatt med smale blad og blærer. Den vokser svært godt spesielt i varme somre og kan bli flere meter lang til plage for småbåteiere i båthavner. Det norske navnet hentyder til algens spredningspotensiale ved at grener kan drive av sted og spre algen til nye områder. Japansk drivtang konkurrerer om plass, lys og næringssalter med sukkertare. Men om de store mengder japansk drivtang som stedvis ble observert har fortrenget sukkertare er lite trolig, heller har de utnyttet tomrommet etter at sukkertaren døde ut.

Japansk sjølyng (forslag til norsk navn), *Heterosiphonia japonica* (artssystematikken er fremdeles usikker), er en 10-25 cm stor trådformet rødalge. De første meldinger fra våre farvann kom i 1996 (Lein

1999) og i årene som fulgte ble rødalgen funnet på flere lokaliteter i Hordaland. Algen har sitt opphav fra den asiatiske Stillehavskysten og det er usikkert hvordan algen er blitt transportert til Europa og Norge. Algen ble funnet bl.a. på Terneholmen i 2002 og under befaringen i 2004 var japansk sjølyng vanlig og stedvis dominerende i den tette algematta som erstattet tidligere sukkertarevegetasjon. Som for japansk drivtang, er det fortsatt et spørsmål om japansk sjølyng har utnyttet ledig plass etter som sukkertarevegetasjonen har blitt svekket heller enn å ha vært en av årsakene til at taren har dødd ut.

Overgjødning

Produksjon av alger er avhengig av næringssalter, og overgjødning kan gi seg utslag i overproduksjon av alger. Negative effekter av overgjødning omtales ofte som eutrofiering og er synlig gjennom f.eks. oppblomstring av planteplankton som gir misfarging av vannet og til sist oksygenvinn ved at overproduksjonen dør, faller til bunns og går i forråtnelse. Overgjødning er også i visse tilfeller satt i sammenheng med giftige algeoppblomstringer. For de bunnlevende algene (makroalger) er kunnskapene om effektene av eutrofiering fortsatt dårlige, men det er kjent at større, langlevende alger (som de store tang og tare artene) blir overgrodd eller kan bli utkonkurrert av kortlevde og mer opportunistiske alger. Dette er synlig som overgroing og gjengroing med grønt og brunt sly. Overgjødning er av mange foreslått som den mest sannsynlige årsaken til

at sukkertareskogene har forsvunnet. Målinger fra Kystovervåkingsprogrammet har vist signifikant økning av næringssalter i kystvannet i Skagerrak gjennom de siste tiår (Moy med flere 2004). Det er flere kilder til overgjødning, men det er påvist økt utvasking av næringssalter fra jordbruket som har sammenheng med jordbrukspraksis og klima (Berge 2005, Deelstra med flere 2005).

Algene trenger et balansert forhold mellom de ulike næringssalter og mikrostofer og et skjevt forhold kan føre til ubalansert produksjon, forskyving i det biologiske mangfoldet og tiltagende eutrofiering. I det marine miljøet er et forhold mellom nitrogen (N) og fosfor (P) på 16 til 1 vist å være optimalt for mange alger (Redfield-ratio). En 50% økning i N/P-forhold i forhold til Redfield (dvs. >24) og et overskudd på nitrat, vil øke risikoen for oppblomstring av skadelige planktonalger (OSPAR-retningslinjer). Silisium (Si) er et essensielt stoff for bygging av skallet hos diatoméer vi anser som fordelaktig plankton. Økt forholdstall av N/Si (>2) og P/Si (>0.125) vil i henhold til OSPAR-retningslinjer kunne føre til et skifte fra diatoméer til flagellater som inneholder mange giftige arter. For makroalger har vi ikke samme kunnskap til å kunne sette grenseverdier for oppblomstring av uønskede alger samtidig som forekomst av fastsittende makroalger i langt sterkere grad enn hos planktonalger er avhengig av eksisterende vegetasjon. Blant makroalgene er det sterk konkurranse om plass og andre nødvendige ressurser, samt at kli-

makssamfunnet gjerne er dominert av flerårige arter som opprettholder en kontinuitet i samfunnet. Dette kan bety at det bestående algesamfunnet kan motstå en forstyrrelse som overgjødning over en lengre periode, men når de flerårige artene svikter kan de kortlevde artene raskere utnytte overskuddet av næringssalter og overta dominansen.

Partikkelbelastning

Endring i partikkelbelastning er kjent å medføre store endringer i de samfunn som blir berørt, og det er kjent at de store brunalgene som tang og tare tåler dårlig partikkelbelastning og nedslamming. Målinger fra Kystovervåkingsprogrammet har vist en signifikant økning de siste 10-15 år i partikulært materiale (TSM) i de øvre vannlag av vår kyststrøm langs Skagerrak (Figur 5). Det er også påvist en signifikant økning i partikulært organisk bundet nitrogen (PON) og -karbon (POC), dvs. økt mengde av både mineralske partikler (som sand og leire) og organiske partikler (som plankton og biologiske rester). Det har tilsvarende vært en signifikant økning i total og løst organisk karbon (TOC og DOC, målt som fargetall) i ferskvann på Sørlandet siden 1989 (Liltved, 2004). Det har gitt økte tilførsler av organisk stoff til kystvannet via bekker og elver.

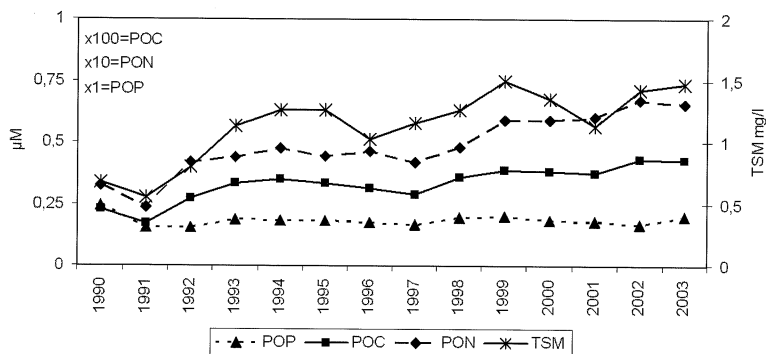
Partikkelbelastning gir grumsete vann og sedimentasjon på bunnen. Grumsete vann reduserer lysmengden som trenger ned i sjøen og det reduserer veksten hos algene samt nedre voksedyp for makroalgene. Det vil si at vegetasjonsutbredelsen i

dypet reduseres og det produktive arealet blir mindre. Økt partikkelmengde i vannmassene fører til økt avsetning av organiske og mineralske partikler på bunnen og reduserer det tilgjengelig substrat for makroalger og fastsittende dyr som er avhengig av fjell og steinbunn. Sedimentasjon fører også til nedslamming av alger og dyr og vi vet at taren vil dø som følge av nedslamming av tarebladet (Lyngby & Mortensen 1996). I tillegg vet vi at nedslamming av bunnen kan ødelegge for spiring og vekst av kimplanter og hemmer rekruttering av ny tare (Burrows 1971 og Norton 1978).

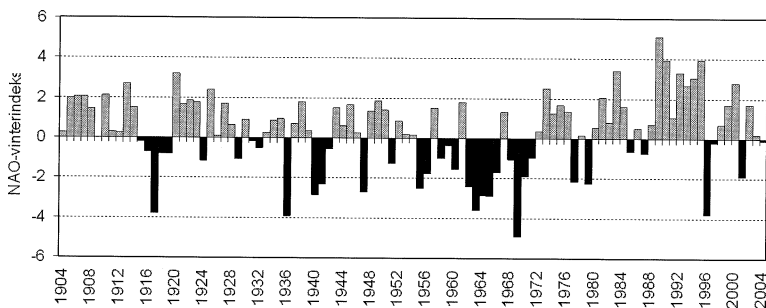
Med utgangspunkt i den signifikante økning av partikler i kyststrømmen de siste 15 år, er det viktig å finne kilder og årsaker til denne økningen. Disse kan være å finne på land via landavrenning, lokale elvetilførsler og havstrømmene, og det kan være marin produksjon dvs. sedimentasjon fra planktonalgeoppblomstringer drevet av overgjødning. SFT har satt i gang et program for måling av sedimentasjonsbelastningen og sporing av partikkelkilder i ulike deler av skjærgården. De første resultater er ventet til høsten (2005).

Klima

Vinterklima har de siste 30 år gjennomgående vært mildt, illustrert ved en overvekt av positive NAO-vinterindekser (North Atlantic Oscillation indeks) i Figur 6. Spesielt i perioden 1988 til 1995 var det sammenhengende høy positiv indeks og det ga seg også utslag i store flommer på kontinentet og i Norge i 1994 og 1995. Flommene ført til signifikant høyere



Figur 4. Partikulært organisk fosfor (POP), -karbon (POC), -nitrogen (PON) og totalt suspendert materiale (TSM) målt siden 1990 i kystvannet utenfor Jomfruland. Kilde: Kystovervåkingsrapport for 2003. Moy m. fl. 2004.



Figur 5. NAO-indeks (desember – mars) 1904-2004 (Kilde: Hurrell, 1995 og oppdateringer fra Hurrell).

partikkelmengde (TSM) i kystvannet i 1994 og 1995 (Figur 5). 1996 var en kald vinter som NAO-indeksen også viser ved klar negativ verdi for vinteren 1996. Dette året ble det målt klart mindre partikler (TSM) i kystvannet og konsentrasjonen av N og P i kystvannet ble også redusert med 50% sammenliknet med året før (Kystovervåkingsrapport, Moy med flere 2004).

Økt temperatur gir generelt økt

veksthastighet og en temperaturøkning de siste årene i overflatevannet (Kystovervåkingsrapport, Moy med flere 2004) har påvirket balansen mellom de ulike artene. En temperaturøkning vil gi et fortrinn til hurtigvoksende alger og spesielt de som kan utnytte rik næringsstoffs tilgang. I tillegg er taren som nevnt en kaldtvannsort som lever opp mot sin temperaturgrense i Skagerrak (ca. 22 °C). Både episodisk hendelser med høy temper-

atur (som sommeren 1997) og den gradvise temperaturøkningen har vært foreslått som en årsak eller medvirkende årsak til endringene i algesamfunnet i Skagerrak.

Klima settes også i sammenheng med økningen i tilførsler av organisk stoff fra jord til vann. En episode med kraftig nedbør i november 2000 ga sterkt forhøyet fargetall i hele det etterfølgende år (Liltved 2004) og økte tilførsler av organisk stoff til kystvannet.

Klimatiske endringer påvirker i høyeste grad viktige miljøfaktorer med betydning for livet i havet, både gjennom gradvise endringer og episodiske hendelser.

Vanskelig livssyklus

På leting etter årsakssammenhenger skal en også være oppmerksom på at sukkertaren har en komplisert livssyklus med mange steg som hver krever suksess. Forstyrrende elementer kan redusere gjenvæksten av taren på flere trinn og svekke reetablering tilstrekkelig til at bestanden til sist dør ut. Siden sukkertare på Skagerrakkysten normalt blir tre år, er den avhengig av hyppig vellykket rekruttering for å opprettholde bestanden. På den annen side har sukkertare opportunistiske egenskaper og kan raskt etablere tette bestander.

Konsekvenser

En kan foreløpig bare spekulere på konsekvenser av sukkertareskogdøden. Som fugl, små- og storvilt er avhengig av skogene på land, er flere av de høstbare ressursene i havet (for eksempel kysttorsk, krabbe og hum-

mer) trolig avhengig av undervannsskogene. Tang og tareskogene skaper rom for et rikt biologisk mangfold (Christie 1995, Christie med flere 2003) og gir en produksjon som går inn i mange næringskjeder (Fredriksen 2003, Norderhaug med flere 2003, 2005). Tang og tareskogene er blant klodens mest produktive systemer og er husly og matfat for krepsdyr, for yngel, småfisk og stor fisk. Utdødning av undervannsvegetasjonen kan derfor få konsekvenser for kystfiske, turistnæringen og for hele kystsamfunnet.

Som et resultatet av sukkertaredøden er det derfor initiert flere samarbeidsprosjekter hvor fagfolk fra NIVA, Havforskningsinstituttet og universitetene i Oslo og Bergen med flere vil kartlegge og utrede sammenhenger og konsekvenser i næringskjeden av de observerte vegetasjonsendringer.

Vi vet at sukkertare under akseptable miljøforhold raskt okkuperer åpne rom hvor for eksempel en stortare har blitt revet bort. Ikke minst var det tydelig på åpen eksponert kyst etter stormene vinteren 2004/05. Vi tror derfor sukkertaren har evne til å kunne reetablere seg og bringe sukkertareskogene tilbake om miljøforholdene i skjærgården blir akseptable. Det er derfor viktig å finne årsakene slik at avbøtende tiltak kan iverksettes.

Referanser

Berge D. 2005. Hva kan gjøres for å bedre innsjøer som er påvirket av jordbruksforurensning? Vann 40: 94-103.

- Bokn TL, Duarte C M., Pedersen M F., Marbà N, Moy F E., Bjerkeng B, Borum J, Christie H., Hoell E E, Karez R, Kersting K, Kraufvelin P, Lindblad C, Olsen M, Sommer U, Sørensen K. 2003. A response of experimental rocky shore communities to nutrient additions. *Ecosystems* 6: 577-594.
- Burrows EM. 1971. Assessment of pollution effects by the use of algae. *Proceedings of the Royal Society of London*. 177: 295-306.
- Christie H. 1995. Kartlegging av faunaen knyttet til tareskogen i Froan; variasjon i en eksponerings-gradient. NINA Oppdragsmelding 368: 1-22
- Christie H, Jorgensen NM, Norderhaug KM, Waage-Nielsen E, 2003. Species distribution and habitat exploitation of fauna associated with kelp (*Laminaria hyperborea*) along the Norwegian coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 83: (4) 687-699.
- Deelstra J, Øygarden L, Eggestad HO, Bechmann M, Ludvigsen GH. 2005. Klimaendringer – endret avrenning fra jordbruksarealer – effekter på forurensning. *Vann* 40: 70-76.
- Fredriksen S. 2003. Food web studies in a Norwegian kelp forest based on stable isotope ¹³C and ¹⁵N analysis. *Marine Ecology Progress Series*, 260: 71-81
- Hurrell, J.W. 1995. Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: regional temperatures and precipitation. *Science*, 269, 676-679.
- Lein TE. 1999. A newly immigrated red alga (*Dasysiphonia*, *Dasyaceae*, *Rhodophyta*) to the Norwegian coast. *Sarsia* 84: 85-88.
- Liltved H. 2004. Endringer i fargetall og organisk stoff i norske drikkevannskilder. Artikkelsamling fra konferansen: Drikkevannsforskning 2000-2005. ISBN 82-91341-87-7. s 77-92.
- Lyngby JE, Mortensen SM. 1996. Effects of dredging activities on growth of *Laminaria saccharina*. *P.S.Z.N.I.: Marine Ecology* 17: 345-354.
- Moy F, Aure J, Dahl E, Green N, Johnsen TM, Lømsland ER, Magnusson J, Omli L, Olsgaard F, Oug E, Pedersen A, Rygg B, Walday M. 2003. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Årsrapport for 2002. SFT-rapport 888/03. TA-1991/2003. NIVA-rapport 4749. 69s.
- Moy F, Aure J, Dahl E, Green N, Johnsen TM, Lømsland ER, Magnusson J, Omli L, Olsgaard F, Oug E, Pedersen A, Rygg B, Walday M. 2004. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Årsrapport for 2003. SFT-rapport 901/04. TA-2025/2003. NIVA-rapport 4841. 79s.
- Norderhaug KM, Fredriksen S, Nygaard K, 2003. Trophic importance

of *Laminaria hyperborea* to kelp forest consumers and the importance of bacterial degradation to food quality. *Marine Ecology Progress Series* 255: 135-144

Norton, TA. 1978. The Factors Influencing the Distribution of *Saccorhiza polyschides* in the Region of Lough Ine. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 58: 527-536.