

Vedlegg 18.01.05

Sukkertareskogen forsvinner fra Skagerrakkysten

Ekstraordinær overvåkning og analyser i 2005

.....

INNHold

1. **Overvåking og analyser – årsakssammenhenger, kildesporing og ytterligere geografisk omfang.**
 - 1.1. Kan sukkertareskogen komme tilbake?
 - 1.2. Kildesporing
 - 1.3. Er det ytterligere skadeomfang vest og nord for Lindesnes?
2. **Effekter på biologisk mangfold. Hvordan endres sukkertaresamfunnene?**
 - 2.1. Hvilke dyr og alger finnes nå og hvilke dyr og alger har forsvunnet?
 - 2.2. Hvordan påvirker endring i forekomsten av alger større dyr som bruker algene som skjulested, oppholdssted, sted for reproduksjon (egglegging), osv.?
 - 2.3. Hvordan påvirker endring i forekomsten av (iboende) dyr andre større dyr hvor de første er viktige næringsarter?
 - 2.4. Hvordan vil endring i opprinnelig flora og fauna påvirke vekst og etablering av introduserte alger?
3. **Analyser av mulige virkninger av klimaendringer på forekomst av sukkertare.**
 - 3.1. Generell bakgrunn
 - 3.2. Direkte klimavirkninger på sukkertare
 - 3.3. Indirekte klimavirkninger på sukkertare
4. **Tverrfaglige analyser mellom endringer i klima, arealavrenning, arealbruk og andre inngrep.**

1. Overvåking og analyser – årsakssammenhenger, kildesporing og ytterligere geografisk omfang.

1.1. Kan sukkertareskogen komme tilbake?

Det er viktig å belyse om sukkertaren kan forventes å komme tilbake (rekolonisere) på Skagerrakkysten i de områdene der sukkertareskogen er forsvunnet. Vi må da fokusere både på hva som gjør at sukkertaren ikke reetablerer slik forholdene er nå, og om den kan reetablere ved gunstigere forhold.

1.1.1. Hvorfor reetablerer ikke sukkertaren nå – slik forholdene er på Skagerrakkysten?

Kimplantene dør sannsynligvis fordi de ikke finner bart fjell å feste seg på. De kveles av slam eller blir ikke befruktet pga ”forstyrrelser” fra slammet og de algemattene som nå dekker bunnen. Sammensetningen av selve slammet kan ha betydning for dette. Det er f.eks. mulig det finnes giftstoffer (alger/cyster) i algematten/slammet som dreper kimplantene. Sukkertaren er også følsom for høye vanntemperaturer. Man må derfor være åpen for sammensatte årsakssammenhenger her

Aktuelle aktiviteter i 2005:

Feltundersøkelser og laboratorieforsøk som kan vise effekter av slambelastning på sukkertaren (på sporer, kimplanter og større individer). Stasjoner må velges ut fra samme kriterier som for ”gjenvekstforsøk” (se 1.1.2.).

Litteraturstudier vil være viktig for bl.a. å gi svar på hvilke toksiner som eventuelt kan tenkes å gi observerte effekter.

Flere aktiviteter er beskrevet under de påfølgende detaljerte spørsmålene.

a. Hvordan endres slammet (mengde- og strukturmessig) og algematten gjennom året?

Aktuelle aktiviteter i 2005:

Feltundersøkelser gjennom året vil vise dette. Minst 4 områder langs Skagerrakkysten bør velges for å få med mulige geografiske variasjoner.

- J Alle forhold som kan forklare hvorfor vi eventuelt ikke får nødvendig bart fjell igjen må undersøkes. Det er spesielt viktig å finne ut om slammet vaskes bort om vinteren når sukkertaren bunnslår. Sukkertaren har sporer i vannet (nov-mars). Perioden fra januar - mars er den viktigste perioden for jorderosjon. Observasjoner tyder på at slammet som legger seg på bunnen er ”klebrig”. Dette bør undersøkes for å se om konsistensen bidrar til å hindre bortvaskning av slam. I tillegg kan det tenkes at sammensetningen av algematten (se 1.1.1.b) kan ha betydning for slammengden eller strukturen av slammet over året.
- Det er viktig å finne ut hvorvidt tilstanden med nedslamming er en irreversibel utvikling eller ikke. Hvis det er slik at slammet/algematten blir liggende over flere år er det behov for at områdene følges over lengre tid.
- J Vi må også undersøke om tilstedeværelse av eller innholdet i slammet/algematten har betydning for sukkertarens overlevelses- eller gjenvekstmulighet. Valg av noen områder med koplingen mot lokale tilførsler og noen mer påvirket av langtransporterte vannmasser (se også 1.2.2.) kan være nødvendig, i tilfellet slike forhold har betydning for slammet/algematten.

Stasjoner i hvert område bør ligge langs gradienter fra frisk sukkertareskog til øde partier. Det er meget viktig å følge med på hva som skjer i denne grensesonen. Det må være flere stasjoner i hvert område, med duplikater av prøver i hvert område.

Undersøkelsen må koordineres med prøvetaking for slamundersøkelser (se 1.2.2), prøvetaking av algematten (se 1.1.1.b) og undersøkelsene av effekter på biologisk mangfold (se 2.1.).

b. Hva består algematten av – og hvordan påvirker den slammengden?

God oversikt over hvilke arter som vokser i algematten mangler. Analyse av algematten må utføres.

Aktuelle aktiviteter i 2005:

Feltundersøkelser, helst gjennom hele året. Prøver av algematten må tas for laboratorie- og mikroskopiundersøkelser. Sees i sammenheng med effekter på økosystemene (se 2.1.).

- J Det er viktig å finne ut om og eventuelt hvorfor en endring i algematten (undervegetasjonen) skjer. Om dette for eksempel er en endring pga at sukkertaren er borte eller omvendt. Og/eller om forholdene skyldes økt mengde slampartikler i sjøen?
- J Det er også viktig å finne ut hvordan algene fungerer som "slamfeller". Nye algearter ser ut til å erstatte tidligere arter i undervegetasjon. Disse artene ser ut til å ha en annen struktur (mykere enn tidligere arter) og kan fungere som sedimentfeller. Tidligere arter (eks. krusflik) var stivere slik at slam lettere ville vaskes bort.
- J Det kan også være aktuelt å finne ut hvilke dyr som lever i det nye samfunnet. Kan beitetrykk ha noen betydning for hvilke alger som finnes?

1.1.2. Kan sukkertaren komme tilbake i disse "øde" områdene om forholdene blir gunstigere?

Det antas å være nok sporedannende planter innen rimelig nærhet av områdene som nå er "øde" til at reetablering skulle la seg gjøre. Sukkertaren er en opportunistisk art som vokser fort. Det kan derfor være et ekstra faresignal for miljøet om den nå ikke reetablerer seg. Bart fjell synes som en nødvendighet. Vi må derfor eksperimentelt lage gunstige gjenvekstforhold for sukkertaren.

Aktuelle aktiviteter i 2005:

- J Aktuelt feltforsøk vil være å rense bunnområder i "øde" partier for å se på gjenvekst av sukkertare på stedet (in situ). I tillegg kan man sette ut steinplater eller tau for å følge utviklingen av alger/dyr på disse. Det er også mulig å flytte fertile planter langs gradienten fra den friske sukkertareskogen til det "øde" området.
- J Sporespredning fra sukkertaren antas å strekke seg noen hundre meter. Lar dette seg teste i felt?
- J Vi bør også prøve å finne ut hvorfor sukkertaren har overlevd noen steder, mens den er fraværende andre steder. Dette kan muligens forklare for eksempel viktigheten av bart fjell for gjenveksten eller om konkurranse mellom algearter kan ha betydning for gjenveksten. Må sees i sammenheng med effekter på økosystemet (se kap. 2).

Aktiviteter med lenger tidshorisont:

- J I 2006 kan det bli aktuelt å sette ut steinplater eller tau også med utsådde kimplanter samtidig som sporednedslaget skjer ute i felt, for å sammenlikne vekstmulighetene for sukkertaren der vs in situ. Sukkertare er lett å dyrke i laboratoriet. Det gir mulighet for å manipulere med tidspunkt for sporednedslag. Det tar ca 2-3 uker å få planter i laboratoriet til å bli fertile. Det vil ta ca 2-3 mnd. å få steinplater med kimplanter klare til utsetting i sjøen. Det er derfor vi ikke rekker dette i år siden sporespredningen er over i mars.
- J Feltundersøkelser for å finne mulige varige endringer i økosystemet bør også vurderes når en planlegger aktiviteter for 2005. Suksessjonen på minst 4 stasjoner/områder mht gjenvekst for å se på tidsutviklingen kan være aktuelt. Sees i sammenheng med effekter på økosystemet.

1.2. Kildesporing.

Det kan være flere årsaker til at sukkertaren har blitt borte. Forskere vi har hatt kontakt med mener imidlertid at nedslamming sannsynligvis er viktigste årsak. Vi velger derfor å konsentrere vår oppmerksomhet mest om hva som er mulige kilder til partiklene i vannet og i slammet på bunnen.

1.2.1. Hvor kommer partikler og næringssalter i kystvannet fra?

Partikler og næringssalter i vannmassene kommer fra både lokale kilder og kilder i andre land (langtransportert). I tillegg vil tilførsler av næringssalter gi opphav til en (lokal) produksjon av organisk materiale (plankton- og makroalger). Fokus på hendelser – vind, nedbør, temperatur, oppstrømming (upwelling) osv. - er viktig for å vurdere endringer i tilførsler, strømmønstre og andre forhold som kan påvirke sukkertaren.

a. Hvor stor del av partiklene er av lokalt (norsk) opphav og hvor stor andel er langtransportert?

Aktuelle aktiviteter i 2005:

- Analyser av eksisterende nasjonale og internasjonale tilførselsdata, inkl økningen i ferskvannsavrenningen siden begynnelsen av 80-årene.
- Analyser av overvåkingsdata og spesialstudier som er utført på transporten i Skagerrak. Vi har for få målepunkter for å kunne si noe om betydningen av lokale kilder i forhold til langtransporterte. Havforskningens målinger i området Arendal - Hirtshals inkluderer ikke totalt suspendert stoff (SS) som eventuelt kunne belyst andeler av partikler fra ulike vannmasser. Kystovervåkingen har noe data om suspendert stoff.
- Kan satelittdata brukes til å analysere endringer i sedimentkonsentrasjonen i de aktuelle kystområdene og evt. analyse av kilder? I forbindelse med bygging av Øresundbroen ble det observert at mye slam kan gi taredød i løpet av 14 dager. Det er således viktig å avklare hvor mye episoder med masse partikler i vannet kan ha å si for sukkertaren. Fokus på hendelser, som flom, stormer, frost og tining "episoder" osv, blir viktig. Endret nedbørmønster med mer nedbør over kortere tid er også viktig for avrenningen av partikler av næringsstoffer.
- Modellberegninger kan støtte opp om å få svar på hva som skjer.
- Om mulig analyser for å fastslå uorganiske partiklers opphav (isotopanalyser, form, mineralinnhold osv). Det finnes flere måter å analysere partiklenes geologiske opphav på. NGU har datasett om sedimentering. Jordforsk måler i jordbruksområder og ser på forholdet fosfor (P) og suspendert stoff som sier noe om hvilket jordlag partiklene kommer fra.
- Vurdere behov for å legge til nye analyser/parametere i kystovervåkingen.

Ovenstående aktiviteter må ses i sammenheng med analyser av klimaeffekter (se kap. 3).

b. Hvor stor del av næringsstoffene er av lokalt opphav og hvor stor andel er langtransportert?

Det har vært en økning av nitrogentilførslene (tot -N) i kystvannet. Konsentrasjonen av løst uorganisk N har maksimum om våren og det er mer organisk N fra juni og utover (70-80%). Dette har økt betydelig for siste halvår i perioden 90-95. Norge og andre europeiske land har nådd målet om 50% reduksjon i tilførslene av P, men ikke for N. Dette kan ha ført til at ubalansen i forholdet mellom konsentrasjonene N og P har forsterket seg de senere årene.

Periodevis kan det bli oppstrømming av næringsrikt kaldtvann ved Lindesnes og vestover, noe som kan føre til store mengder næringssalter i overflatevannet.

Aktuelle aktiviteter i 2005:

- Analyser av eksisterende nasjonale og internasjonale tilførselsdata, inkl økningen i ferskvannsavrenningen siden begynnelsen av 80-årene.
- Analyser av overvåkingsdata og spesialstudier som er utført på transporten i Skagerrak.
- Modellberegninger kan støtte opp om å få svar på hva som skjer.

c. Hvor stor andel av partiklene i vannmassene er biologisk materiale, lokalt produsert?

Aktuelle aktiviteter i 2005:

- Analyse av partikkelsammensetningen i vannet for å finne hvor mye som er biologisk materiale. Data kan tyde på at marint materiale dominerer partikkelmengden i vannet. Økt mengde næringssalter gir økt mengde organisk materiale. Økt oksygenforbruk i fjorder (Risør) er påvist og støtter også opp om antagelsen om økning i organisk materiale i vannet.
- Analyse av sammensetning av plante- og dyreplankton. Mikroskopering er nødvendig på friskt materiale for å se om planktonsamfunnet endrer seg. Fra 2000 er det observert at dyreplankton er mindre av størrelse. Det er uvisst om dette kan endre beitetrykk og dermed bidra til økt sedimentering på bunnen.

1.2.2. Hvor kommer partiklene i slammet på bunnen fra?

Det er behov for å finne ut hva slammet på bunnen består av til ulike årstider for å få viktig informasjon om opphav og kilder til partiklene i dette. Prøvetakingstidspunktene må sees i sammenheng med dynamikken i biologien/livssykluser (så som vinterstid uten algevekst av betydning, algeoppblomstringer, stormer som river løs vegetasjon osv.).

Aktuelle aktiviteter i 2005:

Innsamling av slamprøver i felt gjennom året, første gang før planktonoppblomstringen, for ulike analyser og mikroskopering:

- Hvilke andeler av partiklene er henholdsvis organiske og uorganiske – mengdemessig? Bestemmelsen kan gjøres ved spesielle analyser (glødetap/askerester osv.)
- Hvilke andeler av partiklene er lokale og langtransporterte? Kan vi anta at de uorganiske partiklene i slammet stammer fra land, eller må vi analysere mer for å skille på opphav? Analyser av uorganiske partikler (mineraler, geologisk form, isotopanalyser, jordlag, osv.) kan si noe om hvor de fysisk kommer fra. Partikkeltransport over lange strekninger kan i noen tilfeller dokumenteres (for eksempel vann fra Tyskebukta). Noe av slammet kan også være resuspendert bunnmateriale fra områder i nærheten
- Hvilke andeler av de organiske partiklene er av henholdsvis terrestrisk eller marint opphav – mengdemessig? Dette kan undersøkes med ulike metoder/analyser, bl.a. isotop-analyser – skiller lett terrestrisk vs phytoplankton, men terrestrisk vs makroalger kan være vanskelig. C/N skiller land vs marint
- Hvilke andeler av partiklene er plankton- eller makroalger (døde) eller som er "levende" deler av slammet/algematta – mengdemessig? Dette kan gjøres med ulike metoder, bl.a. mikroskopi på ferskt materiale og kjemiske analyser: algepigmenter, kromatografi, spektroskopi, osv..

For å skille mellom lokal og langtransportert påvirkning må vi ha noen stasjoner/områder som er knyttet til lokal påvirkning (for eksempel tilknyttet stasjoner i elvetilførselsprogrammet (RID) eller Jord og vannovervåking i landbruket (JOVA) og andre stasjoner/områder som ikke har tydelig lokal påvirkning.

Finnes det klare metoder for prøvetaking av slammet, enten en tar prøver direkte in situ eller har ulike typer slamfeller, for å belyse ovenstående spørsmål?

1.3 Er det ytterligere skadeomfang vest og nord for Lindesnes?

Det har kommet meldinger om forsvunnet og redusert sukkertareskog på kysten lenger vest og nord for Lindesnes. Situasjonen på vestlandet bør derfor trolig klarlegges. Før vi setter i gang feltundersøkelser og bestemmer omfanget av undersøkelsen, bør mer informasjon innhentes og det bør undersøkes hva som finnes av eksisterende informasjon.

Bør vi undersøke områder lenger vest og nord? I tilfellet hvor langt nordover? Og hvorfor?

Mulige aktiviteter

Eventuell feltkartlegging vest for Lindesnes med tilsvarende metoder som ble brukt på Skagerrakkysten. Stasjoner som eventuelt har inngått i andre undersøkelser bør inkluderes.

2. Effekter på biologisk mangfold. Hvordan endres sukkertare-samfunnene?

Tareskogen langs Skagerrakkysten er viktig tilholdssted for mange arter. Sammen med tare finnes andre fastsittende alger, samt fastsittende og frittlevende laverestående dyr som krepsdyr, pigghuder, mosdyr, snegler, skjell, børsteormer og hydroider. Samfunnet på hardbunnsbiotoper i sjøsonen inkluderer også fisk, f. eks. gylter, ulker og torskefisk. Gruntvannsområder og taresonen er viktig som oppvekstområde for krabber og torskefisk. De er også næringsområder for sjøfugl.

2.1. Hvilke dyr og alger finnes nå og hvilke dyr og alger har forsvunnet?

Flere stasjonære arter og arter som i deler av sin livssyklus bruker sukkertareskogen som habitat kan forsvinne fordi sukkertare er borte.

Aktuelle aktiviteter i 2005:

Innsamlingsstasjoner samordnes med stasjonene for undersøkelser i kap. 1.

- **Alger:** Vi kan gå gjennom og katalogisere referansemateriale fra tidligere undersøkelser, samt gå gjennom allerede innsamlet materiale fra algematter. Videre kan vi samle inn og analysere nedslammete algematter og bunnalger fra flere dyp fra frisk tareskog til øde områder for å registrere forskjeller.
- **Dyr:** Innsamling i ruter på ulike dyp fra frisk tareskog til øde områder. Dette må inkludere fastsittende bunndyr og mobile dyr knyttet til alger.

2.2 Hvordan påvirker endring i forekomsten av alger større dyr som bruker algene som skjulested, oppholdssted, sted for reproduksjon (egglegging), osv.?

Aktuelle aktiviteter i 2005:

Gjennomgang av tidligere undersøkelser (som kystovervåkingsdata, data fra undersøkelsen i august og litteraturstudier) for å beskrive tidligere eksisterende fauna. Dette kan kobles mot sesongmessige undersøkelser med strandnot i området ved Flødevigen og Risør (etablerte stasjoner). Videre kan man koble data fra fiskemager med fauna fra bunndyr-undersøkelsene.

2.3 Hvordan påvirker endring i forekomsten av (iboende) dyr andre større dyr hvor de første er viktige næringsarter?

Endringer av forekomst av alger og dyr på lavere nivå kan forårsake effekter på høyere nivå som fisk og sjøfugl.

Aktuelle aktiviteter i 2005:

Analysere og relatere eksisterende data fra overvåking.

Bruk av finmasket trollgarn og ruser for å fange større fisk og fisk fra ulike steder langs gradienten (habitater) fra frisk sukkertareshog til øde områder.

2.4 Hvordan vil endring i opprinnelig flora og fauna påvirke vekst og etablering av introduserte alger?

Ved en endring i opprinnelig stedegen flora og fauna, slik som registrert i sukkertareshog på Skagerrakkysten, kan det gi større muligheter for introduserte arter å etablere seg. Artene Heterosiphonia japonica (japansk sjølyng) og Sargassum muticum (japansk drivtang) er allerede etablert i disse områdene.

Aktuelle aktiviteter i 2005:

Undersøkelser bør rettes mot to arter: Heterosiphonia japonica (japansk strømgarn) og Sargassum muticum (japansk drivtang).

Sesongmessig forekomst av disse og betydning for andre planter og dyr (og eventuelt slammengde – se 1.2.3.b), og spesielt konkurranse mellom sukkertare og japansk drivtang bør undersøkes. Dette sees i sammenheng med aktiviteten under 2.1.1

3 Analyser av mulige virkninger av klimaendringer på forekomst av sukkertare

3.1 Generell bakgrunn

Endringer i klimatiske faktorer kan i utgangspunktet påvirke forekomsten av sukkertare på flere måter. Sukkertare kan påvirkes *direkte* gjennom for eksempel endringer i temperaturen i sjøen. Sukkertare er en kaldtvannsart som er følsom for høye vanntemperaturer. Klimaet i det aktuelle området har endret seg i løpet av de siste 100 år bl.a. ved at det har blitt varmere fra 90-årene og frem til i dag. Det var også en varm periode på 30-tallet og inn på 40-tallet, men ikke så varm som den siste 10-årsperioden. Det kan derfor være interessant å se på om det finnes observasjoner av skader på sukkertare fra tidligere tidsperioder.

Sukkertare kan også påvirkes *indirekte* ved at endringer i klimatiske forhold som nedbør, temperatur etc. påvirker avrenning og utvasking av sedimenter og næringssalter fra land. Klimavariabilitet bl.a. forekomsten og intensiteten av kraftige regnskyll kan også ha betydning for virkningene på tareskog. I utgangspunktet synes det overraskende at en gjennomsnittlig temperaturstigning i luften på om lag en grad skal føre til så store virkninger som er har sett på sukkertaren. Typisk for det aktuelle området er imidlertid at vintertemperaturen ligger omkring null grader. Dermed vil endringer i temperatur ha betydning for om nedbør kommer som regn eller snø og om bakken er frossen eller ikke. Dette kan ha stor betydning for avrenningen av partikler og næringssalter, når på året avrenningen kommer og på intensitet i avrenning over korte perioder. Virkningen på sukkertaren vil kunne avhenge av når på året endrete tilførsler av partikler og næringssalter skjer. Blant annet skjer sporespredning av sukkertare i perioden fra

november til mars, så i denne perioden kan det bl.a. være avgjørende å ha bart fjell på bunnen for å få gjenvekst av sukkertare (se også kap 1.1.).

Sukkertaren kan videre påvirkes gjennom endringer i strømningsforhold som bl.a. endrer transporten av langtransportert tilførsel av sedimenter.

Siden tareskogen kan avhenge av flere klimatiske parameter er det nødvendig å se på klimaendringene ikke bare i det lokale området langs Sørlandskysten, men også i nedbørfeltet og regionale klimaendringer mht. langtransport av sedimenter fra kontinentet. I vurderingen av om sukkertaren kan komme tilbake er det også relevant å se på forventede fremtidige endringer i klimaet. Her finns det en del informasjon i forskningsprogrammet Regclim.

Sammenhengen mellom klimaendringer og mulige virkninger på sukkertare reiser en rekke ulike problemstillinger. Vi har forsøkt å skissere noen i den etterfølgende teksten. På noen områder finnes det allerede en del analyser og data, mens andre områder trenger en mer dyptgående analyse. Målet er at vi får silt ut de problemstillingene som er mest relevante for analyse av skadene på sukkertaren og identifisert kunnskapshull.

3.2 Direkte klimavirkninger på sukkertare

Sukkertare er følsom for høye vanntemperaturer med en terskeltemperatur på om lag 22-23 grader. Det har vært observert vanntemperaturer opp mot tålegrensen for sukkertare enkelte år i Flødevigen. I 1997 og 2002 var en oppe i rundt 22 grader og i 2004 var en oppe i rundt 23 grader. Det har imidlertid også vært høye sommertemperaturer i luften enkelte tidligere år bl.a. på 30-, 40- og 70-tallet. Resultater i kystovervåkingsprogrammet kan indikere at temperatur ikke alene er en faktor for de store endringer som observeres. Friske sukkertareindivider kan påtreffes på små dyp, og også på mer eksponerte stasjoner i de samme geografiske områdene.

Det er så langt ikke observert tilsvarende skade på sukkertare på Bohuslän-kysten hvor det finnes serier for temperaturdata.

Spørsmål som ønskes belyst

Hvilke tidsserier finns for sammenlikning av forekomsten av spesielt høye vanntemperaturer over tid for de aktuelle områdene?

- Finns det tidsserier for vanntemperatur lengre tilbake i tid eller må disse avledes fra lufttemperaturen?
- Kan det være aktuelt å sammenlikne tidsserier for vanntemperatur for de aktuelle områdene på norskekysten med data fra områder hvor det ikke er observert skader på sukkertare (for eksempel Bohuslän-kysten)?

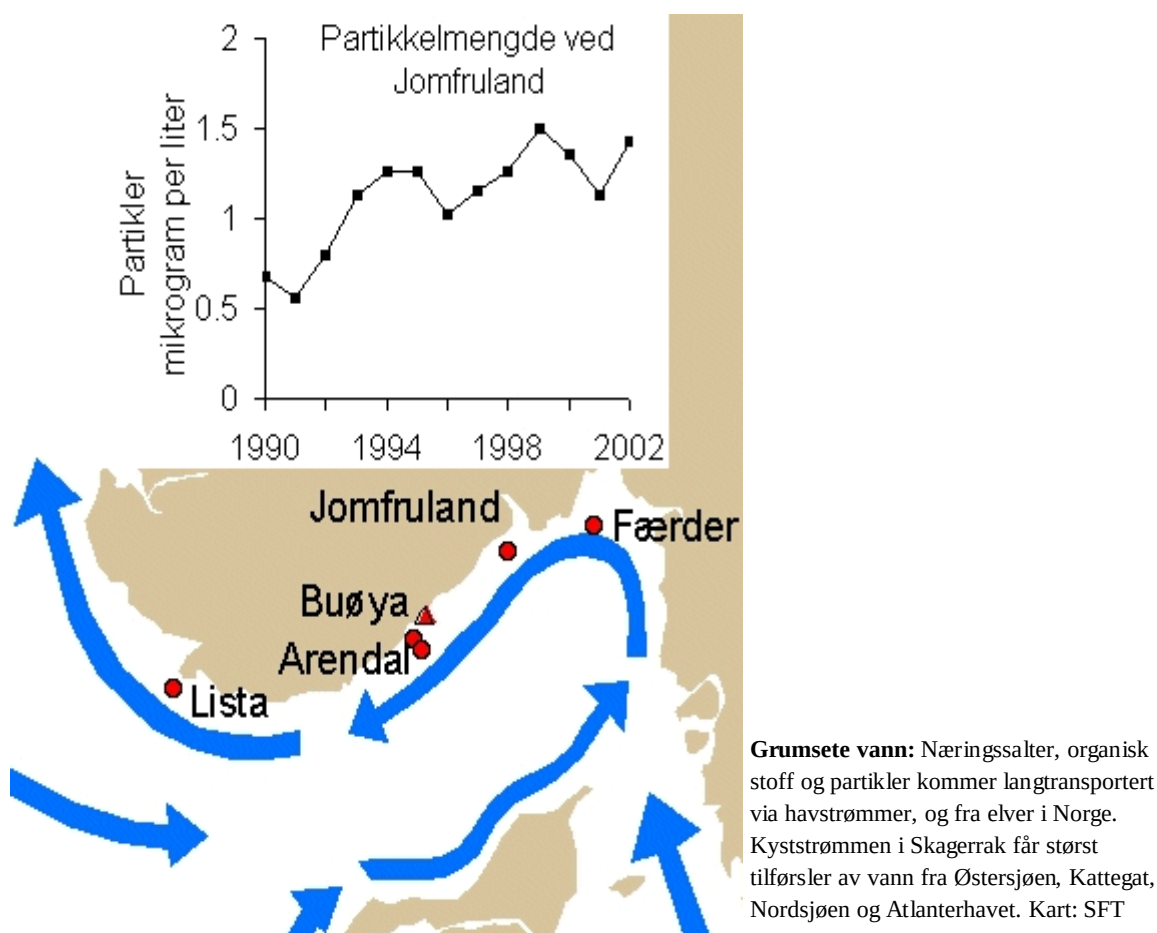
Er det aktuelle samvariasjoner som bør studeres?

- Kan høye sommertemperaturer sammenfalle med mye sol?
- Kan solinnstråling på det marine økosystemet kombinert med høy temperatur ha betydning for partikkelmengden i vannmassene (eks. produksjon av plankton)?
- Flere samvariasjoner?

3.3 Indirekte klimavirkninger på sukkertare

Sukkertareområdene mottar avrenningen fra både små og store vassdrag, diffus avrenning fra land og kyststrømmen. Siden Kystovervåkingsprogrammet startet i 1990 har det vært flest milde vintre med mye nedbør. Det er observert en signifikant økning i partikkelmengden i vannmassene, samt økning i nitrogenkonsentrasjonene. Det er antatt at langtransporterte tilførsler er dominerende om

høsten og vinteren. Om våren og sommeren har lokale norske tilførsler av nitrogen betydning for planteplankton-produksjonen og dermed også partikkelmengden i kystvannet.



De milde vintrene gir økt transport av langtransporterte partikler med vannmassene fra kontinentet mot Norskekysten gjennom økende hyppighet av sørlige vinder. Dessuten har de milde vintrene enkelte år gitt flom både på kontinentet og i norske elver, som igjen fører med seg mer partikler ut i havet. For fosfor har tilførslene vært større i perioden 1999-2002 enn tidligere i perioden (fra 1990). De ekstra store mengdene av nitrogen, karbon og partikler som er målt i vannmassene, sammenfaller periodemessig med tidspunkt for stor vannføring i de dominerende sørnorske elvene (eksempelvis Glomma jfr. årsrapporten for kystovervåkingsprogrammet).

I det etterfølgende er det satt opp en del spørsmålsstillinger det er viktig å få belyst på de ulike områdene.

Endringer i klimaet inklusiv hyppighet av ekstreme værforhold:

Kan spesielle klimatiske endringer (temperatur, nedbør, ekstreme værforhold etc.) forklare det som har skjedd med sukkertaren? Viktige spørsmål her er:

- Hvilke endringer har skjedd i nedbørmønsteret (inkl. hyppighet og styrke på flommer) i de aktuelle områdene over tid?
- Finnes det tidsserier tilbake i tid for relevante faktorer som havstrømmene, kyststrømmen, vanntemperatur etc.?

- Kan endringer i vindforhold og forekomsten av stormflo ha betydning og hvilke tidsserier finnes for slike endringer?

Flere typer samvariasjoner kan ha betydning.

- For eksempel kan det være en sammenheng mellom milde vinter og mye nedbør?
- Kan forholdene for sukkertaren ha endret seg hvis en økende del av nedbøren kommer som regn om vinteren og tidsperioder med frossen mark og isdekke reduseres?

Klimaendringer knyttet til tilførsel fra nedbørfeltet for Skagerrak.

- Har det vært endringer i nedbørsmønsteret; mengde pr tidsenhet, frekvens på intense "nedbørsepisoder"? Er det endret fordeling mellom nedbørsmengde som kommer som regn eller som snø? Se på perioden siden 1990 – 2000 sett mot "normalen" for 1930-1960 eller 1960-1990? Hva finnes av meteorologiske data?
- Har det vært endringer i vannføring (avrenning) i bekker og elver (mengde pr tidsenhet) og endring i "vannføringsmønsteret" over året? Eventuelle forskjeller mellom regulerte og uregulerte vassdrag.
Hydrologer har data som tyder på at vannføringen om sommeren har økt i regulerte vassdrag.
Tidsperiode: 1990 – 2000 i forhold til "normalen" for 1930-1960 eller 1960-1990? Hva sier NVEs data?
- Hva finnes av tidsserier for observerte flommer; antall, vannmengde, tidspunkt på året, spesielle flomår osv? Finnes det statistikk over hvor store arealer som rammes av flomvann og hyppigheten?

Langtransporterte tilførsler fra avrenning på kontinentet.

Klimaendringer kan påvirke langtransporterte tilførsler dels gjennom endret avrenning på kontinentet og dels gjennom at vær-situasjonen påvirker i hvilken grad dette transporteres til Skagerrakkysten.

- Hva finnes av informasjon om tilførsel og transport fra kilder i Sverige, Danmark, Tyskland, Nederland mm.? Tidsserier for relevante data fra dette området på kontinentet, nedbør, temperatur, avrenning, flomsituasjoner etc.? I hvilken grad sammenfaller flomårene på kontinentet med flomårene i Sør-Norge? Tyskerne har trender på økninger i avrenningen av partikler og har publisert data.
- Kan satellittdata brukes til å analysere endringer værforhold og sedimenttransporten til de aktuelle kystområdene og evt. analyse av kilder? Finns det eldre tidsserier som kan brukes? Det kan være tilgjengelige data fra en amerikansk satellitt for perioden siden 1998.

4. Tverrfaglige analyser mellom endringer i klima, arealavrenning, arealbruk og andre inngrep.

Hovedkildene til partikler i sjøvann er i følge rapporten fra Kystovervåkingsprogrammet avrenning fra land, langtransporterte tilførsler og planteproduksjon i vannmassene. Det er tydelig sammenheng mellom partikkelmengde, nitrogenkonsentrasjon og avrenning fra land. Det er stor korrelasjon mellom høye konsentrasjoner av partikler (TMS) i flomårene 1994, 1995 og 1999 og lave konsentrasjoner i 1996 hvor det var lite nedbør. Derfor er det viktig å få mer kunnskap om samvariasjoner med klimaendringer, arealavrenning og inngrep i nedbørfeltene (drenering langs vassdrag, fjerning av våtmarksområder, nydyrking, fjerning av skog og annen vegetasjon som holder tilbake vann og partikler og lignende), både på kontinentet og i Norge. Problemstillingene som går på klimaendringer er omtalt nærmere i pkt. 3.3. Hvilke sammenhenger og

problemstillinger det er mest relevant å studere, vil bli mer avklart når det foreligger resultater fra analysene av hva som er kildene til det slammet som er observert i det aktuelle tareskogområdet.

Det er behov for kunnskap om det har vært endringer i drift og metoder i landbruk og skogbruk, byggeaktivitet av stort omfang, vassdragsreguleringer, kraftutbygging i nedbørfeltet til Skagerrakkysten (Svenskegrensa til Lindesnes) mv. Dette sammen med klima kan være en del av årsaksforklaringen til økt avrenning av partikler og næringssalter. Det kan være aktuelt å undersøke følgende aktiviteter:

Landbruk – endret praksis:

- Har det vært endringer i dyrkingssesong og – metoder som følge av mildere klima (eks. to avlinger pr. sesong, høstvetete etc.)?
- Har det som følge av mildere klima vært gjennomført arealbruksendringer som har gjort de aktuelle områdene mer sårbare for utvasking ved kraftige regnskyll, snøsmelting, overgang fra snø til regn etc.? Endrede produksjonsformer som for eksempel fra gras- til korndyrking mv.?
- Arealer med endret jordarbeiding (arealer i stubb om våren) i forhold til høstpløye arealer? Forholdet mellom erosjonsutsatte arealer, endret jordarbeiding og nedbør?
- Erosjonsforebyggende tiltak som fangdammer, grasdekte vannveier, vegetasjonsbelter ved vassdrag mv.?
- Nydyrking av jordbruksarealer, hva slags arealer?

I JOVA undersøkes avrenningsmønsteret, blandingsprøver - næringsstoffer og pesticider hver 14.dag. De har bl.a. kunnskap om jordlaget og fosforinnholdet i partiklene. Tar også isotopanalyser Be 7. Bøndene skriver dagbok om drift i landbruket – kan bl.a. finne såtid om våren. Høstvetete gir større erosjon – finere partikler kan renne av. Dyrkes helt ned til bekkedanten. Høstpløying gjennomføres på ca 50 % av arealet, men finner ikke igjen dette som redusert avrenning i feltene.

Det finnes for øvrig statistikk om jordbrukspraksis for nedbørfeltet til Skagerrakkysten hos SSB (Kilde: Jordbruk og miljø. Resultatkontroll jordbruk 2004).

Lokal avrenning/tilførsler fra bekker og elver:

Tilgjengelige data finnes i Elvetilførselsprogrammet (RID), overvåking i regi av fylkene og JOVA (program for Jord og vannovervåking fra landbruket), men rapportene er ikke tilpasset denne problemstillingen. Det må derfor gjøres ekstra analyser på eksisterende data for å få tilgang på denne informasjonen. Det finnes data på antall frostdager, temperatur, flere fryse-tine –perioder både hos NVE og hos Jordforsk siden 80-tallet.

Mildere vintre gir generelt stor partikkelavrenning med økende bekkeløpserosjon og økning i suspendert stoff, men ikke i P-mengden. Målinger fra JOVA viser at fra landbruksdominerte felt er det funnet en økning i SS, men ikke i P, noe som kan skyldes at partiklene ikke kommer fra toppjordlaget, men fra bekkeskråninger, eller undergrunnsjord som har et lavere fosforinnhold. Hvordan dette forholdet er når vannet nærmer seg marine områder er ikke dokumentert i JOVA programmet, men en burde prøve å se om en hadde dataserier sammenfallende i tid eller om det framover er mulig å få til en slik prøvetaking.

Er det noen geografiske områder innenfor nedbørfeltet til Skagerrak-kysten som utmerker seg med spesielt høy avrenning/tilførsler?

Skogbruk

Har det vært utført større inngrep i nedbørfeltet som for eksempel;

- Større felt med flatehogst med kjøreskader og lignende
- Drenering og grøfting av større omfang

Byggeaktivitet av større omfang

Graving høst vinter er også partikkelkilder. Eksempel på dette kan være;

- Veibygging. Eksempler; Er bygget ny E6 ny strekning i Østfold og E18 i Agder (det gjøres målinger av partikler i fangdammer). Finnes det informasjon hos Vegdirektoratet og hos Fylkesvegkontorene?
- Større byggeprosjekter som veier, næringseiendommer, hus og hytter mv. Vet NIBR evt. FMVA mer om dette?

Kraftutbygging og vassdragsreguleringer

Har det vært utført større inngrep/reguleringer/driftsendringer/flomsikring og forbygninger i vassdragene tilknyttet nedbørfeltet til Skagerrakkysten?

Endringer mht. akutt forurensning.

Har endringer i nedbørintensitet og vannføring ført til at mer avløpsvann har gått urensset ut i sjøen (kloakk, industriutslipp mv. i overløp)? Eventuelle utslipp som følge av svikt i driften av renseanlegg? Hva slags data finnes knyttet til slike akutte episoder?

Avrenning knyttet til andre aktiviteter?

Kan det være andre inngrep evt. arealbruk som kan ha betydning for avrenning som for eksempel nye pukkverk, masseuttak og lignende? Har det vært utført større muddringsarbeider i havneområder etc?

Vi ber om innspill på andre mulige påvirkningsfaktorer.

Inngrep og arealbruksendringer på kontinentet som kan ha betydning for langtransport av sedimenter:

- Hvilke inngrep og arealbruksendringer har skjedd i de siste 10-15 år? Hva er konsekvensene av utgravinger i elver og havneområder? Hva gjøres med sedimenter som graves ut? Størrelsen på containerskip har økt de siste 5 årene, og elver har måttet graves ut (elveutløp som kunne fungere som partikkelfeller). På kontinentet er det skjedd en utgraving: 5 m økning i dybden på elver. Betyr dette fjerning eller reduksjon av den sedimentfellen en hadde i forhold til partikler og næringssalter – noe som nå gir en økt transport ut i havet?