

# Økosystemtjenester i Nordsjøen – regulerende og støttende økosystemtjenester diskutert gjennom tre naturtyper

Notat fra NIVA til Klif

09.12.2011 – revidert 11.01.2012

## NIVAs fagpersoner på prosjektet:

Trine Bekkby (trine.bekkby@niva.no, tlf: 95 75 13 94)

Wenche Eikrem (wenche.eikrem@niva.no, tlf: 98 22 77 37)

## NIVAs administrative prosjektleder:

Trine Bekkby

## NIVAs kvalitetssikrer:

Mats Walday (mats.walday@niva.no, tlf: 97 15 17 05)

## Innhold

1. Bakgrunn for notatet .....	2
2. Generelt om økosystemtjenester .....	2
3. Kort om økosystemtjenester levert av de tre naturtypene .....	2
3.1. Kort om støttende økosystemtjenester levert av de tre naturtypene .....	2
3.2. Kort om regulerende økosystemtjenester levert av de tre naturtypene.....	3
4. Kort om trusler mot økosystemtjenestene og mulige konsekvenser.....	3
5. Mer detaljer – tjenester, påvirkningsfaktorer, trusler .....	5
5.1. Sukkertareskog – tjenester, påvirkningsfaktorer og trusler i mer detalj.....	5
5.2. Stortareskog – tjenester, påvirkningsfaktorer og trusler i mer detalj.....	6
5.3. Ålegrasenger – tjenester, påvirkningsfaktorer og trusler i mer detalj.....	7
6. Oppsummering .....	8
7. Kilder benyttet under arbeidet .....	8



## 1. Bakgrunn for notatet

I forbindelse med Forvaltningsplan Nordsjøen ble NIVA bedt av Klif om å bidra til en oversikt over marine økosystemtjenester.

Gode rapporter har blitt skrevet om økosystemtjenester tidligere (f.eks. Sweco i Barentshavet/Lofoten, Naturvårdsvrket i Østersjøen/Skagerrak), og mye generell informasjon foreligger dermed allerede. NIVAs fokus vil derfor være å få fram noen gode eksempler som kan illustrere ulike typer økosystemtjenester og påvirkningsfaktorer.

NIVA vil fokusere på de regulerende og støttende økosystemtjenestene og påvirkningsfaktorene, i tillegg til en generell beskrivelse. NIVA vil ikke diskutere de produserende og kulturelle økosystemtjenestene.

Etter avtale med Klif har NIVA fokusert på tre eksempler; tre vanlige og viktige naturtyper langs norskekysten:

1. stortareskog (*Laminaria hyperborea*)
2. sukkertareskog (*Saccharina latissima*)
3. ålegrasenger (*Zostera marina*)

Det er ikke mulig å komme frem til et udiskutabelt anslag for en monetær verdi av økosystemtjenestene, og NIVAs arbeid vil heller bidra til å belyse hvilke verdier som finnes, hvordan annen produksjon er avhengig av disse tjenestene etc.

## 2. Generelt om økosystemtjenester

Økosystemtjenester er varer, tjenester og funksjoner i økosystemet som vi mennesker drar nytte av. Økosystemtjenestene deles inn i fire grupper: produserende (f.eks. sjømat og råvarer til industri), kulturelle (f.eks. rekreasjon, leveområder), regulerende (f.eks. klima, sykdom) og støttende tjenester (f.eks. biodiversitet, primærproduksjon, dvs. de grunnleggende tjenestene som er nødvendige for at alle de andre tjenestene skal kunne opprettholdes). Det er delvis overlapp mellom de regulerende og de støttende økosystemtjenestene som disse tre naturtypene leverer.

## 3. Kort om økosystemtjenester levert av de tre naturtypene

### 3.1. Kort om støttende økosystemtjenester levert av de tre naturtypene

Til sammen dekker de tre naturtypene et estimert areal på 8000 kvadratkilometer og har en samlet estimert biomasse på 79,3 millioner tonn. Sukkertare, stortare og ålegras har stor økologisk betydning, både som primærprodusenter (dvs. produserer plantemateriale) og som habitat (også kalt leveområder) for et stort antall tilhørende planter og dyr. Disse habitatene er artsrike samfunn og opprettholder biogeokjemiske kretsløp og sykluser som f.eks. oksygen-, karbon-, nitrogen-, og fosforkretsløpet. Disse tre habitatene spiller også en stor rolle i forbindelse med binding av karbondioksid (CO<sub>2</sub>) fra atmosfæren.

Alle de tre naturtypene er viktige primærprodusenter, som produserer oksygen, forbruker karbondioksid og bygger biomasse (dvs. vokser). Som andre levende organismer behøver ålegras og tare næringsstoffer i tillegg til karbon, og nitrogen og fosfor er blant de viktigste. Når plantene dør brytes de ned og karbon, fosfor og nitrogen frigis tilbake til havet. De biogeokjemiske prosessene holdes dermed vedlike. Primærproduksjonsnivået er ganske likt for de tre artene, men stortare bidrar mest fordi den har høyest biomasse, dekker størst areal og huser et stort antall tilhørende påvekstalg. Algene, de grønne plantene og blågrønne bakterier produserer oksygenet som nesten alt liv på vår planet er avhengig av.

Ved å danne enger og skoger skaper ålegras og tare **habitater** som gir skjul, substrat (dvs. underlag som andre arter kan vokse på) og mat for en rekke organismer. Ålegras og tareskog opprettholder **næringsnett** med høy **biodiversitet** (mange arter av primær- og sekundærprodusenter, nedbrytere og toppredatorer) og funksjonell diversitet (dvs. mangfoldet av arter som har samme funksjon i næringsnettet) og dynamikk. Disse egenskapene gir også økologisk motstandskraft mot forandring og evne til å hente seg inn/reparere ved belastninger, også kalt **resiliens**. Siden tareskogen og ålegrasengene inneholder mange av de artene som lever i tangbeltet, vil disse kunne fungere som en artsbank når ødelagte strandsamfunn (ødelagt etter oljesøl eller annen habitatforringelse) skal reetableres.

De støttende økosystemtjenestene danner grunnlaget for de andre økosystemtjenestene og det er en høy grad av gjensidig avhengighet og samhandling mellom dem.

### **3.2. Kort om regulerende økosystemtjenester levert av de tre naturtypene**

Tareskog og ålegrasenger er viktige i reguleringen av de **biogeokjemiske prosessene**. De er produsenter av oksygen og forbrukere av karbon, og er dermed med på å regulere atmosfærens innhold av karbondioksid og oksygen, noe som igjen påvirker havets pH og det globale **klima**. Dagens stående biomasse i Norge beregnes å binde ca. 29 millioner tonn karbondioksid. Tare og ålegras fjerner karbon fra havet når de transporteres ut på dypt vann ( gjerne under stormer) og begraves i sedimentene («karbonsluk»). Beregninger viser at dette utgjør ca. 0,9 millioner tonn CO<sub>2</sub> i året. Innholdet av karbondioksid i atmosfæren har direkte effekt på innholdet av karbondioksid i havet, og påvirker dermed havets pH. Ålegras og tare binder karbondioksid i biomasse ettersom de vokser. Det senker karbondioksidnivået i vannet og gir høyere pH, og er derved med på å motvirke forsuringen av havet.

Ålegras og tare binder også nitrogen og fosfor og reduserer derved tilgjengeligheten av disse stoffene i vannmassene og motvirker **eutrofi** (som er ugunstig høy primærproduksjon pga. høyt næringsinnhold) ved å dempe vekst av mikroalger og ettårige makroalger som kan føre til redusert siktedyp pga. høy tetthet av planteplankton, dårlige oksygenforhold, habitatforringelse (som igjen fører til endret/ redusert diversitet) og forverring av oppvekstforholdene for fisk.

Ålegrasenger og tareskog er med å bevare og **stabilisere sedimenter**. Dette gjelder først og fremst ålegrasenger. Ålegrasenger og tareskog fungerer også til en viss grad som feller for **skadelige stoffer** (f.eks. organisk forurensning) som sedimenteres, og har dermed en naturlig renovasjonskapasitet.

## **4. Kort om trusler mot økosystemtjenestene og mulige konsekvenser**

Det er et globalt problem at flerårige vegetasjonssamfunn med høyt biomangfold (som stortare, sukkertare og ålegras) går over til å bli områder bestående av ettårige arter, mattedannende mikroalger og blågrønne bakterier. I mange tilfeller erstattes naturtypene av arter som genererer mindre biomasse og ikke kan skape leveområder for de planter og dyr som lever i tareskog og ålegrasenger. Vi kan også få et helt annet økosystem, med arter som vi ikke er vant til å utnytte til mat eller på annen måte. Økte temperaturer, økt eutrofiering, redusert lystilgang, økt sedimentering, og endringer i beitetrykk antas å være faktorer som ligger bak. Mange av endringene er forbundet med hverandre og har samvirkende årsaker.

Konsekvenser av forringelse er tap av biologisk mangfold, fundamentalt endret økologisk funksjon og redusert økologisk motstandskraft. Dette øker risikoen for økologiske overraskelser av negativ karakter. Forandringer skjer ikke nødvendigvis gradvis, plutselig kan en terskel overskrides («tipping point»), noe som kan føre til i en irreversibel endring der resultatet blir tap av økosystemtjenester.

Hvis ålegraset og taren skulle forsvinne eller mengden av disse naturtypene bli mindre, ville deres rolle som CO<sub>2</sub>-bindende naturtype bli borte eller forringes. Dagens beregnede stående biomasse for de tre naturtypene på nesten 80 millioner tonn dekker et areal på 8 000 km<sup>2</sup> og binder opp 29 millioner tonn CO<sub>2</sub>. Stortare har en beregnet biomasse på 59 millioner tonn. Tilsvarende tall for hhv. sukkertare og ålegras er litt over 20 millioner tonn og 100 000 tonn.

De mest relevante truslene er:

**Eutrofi** - Økt næringstilgang stimulerer veksten av mikroalger og ettårige makroalger (mikro=små, makro=store). Dette kan lede til økt begroing på ålegras og tang og resultere i lavere fotosyntese og dårligere vekst. På samme måten kan en økning av mengden planteplankton redusere siktedyp (mål på vannets gjennomsiktighet) og forringe lysforholdene for naturtypene og dermed presse nedre voksegrense oppover (slik at utbredelsen blir mindre). Økning i eutrofi kan gi dårlige oksygenforhold, habitatforringelse og forverring av oppvekstforholdene for ulike organismer, inkludert fisk. Oksygenmangel som følge av eutrofi (nedbrytning av organisk materiale krever oksygen) leder til at fosfor lekker ut fra sedimentene, noe som er med på å forsterke eutrofi-effekten. Eutrofi kan samtidig gi gode vekstforhold for blåskjell fordi mengden planteplankton (dvs. blåskjellenes mat) øker. Fiskeoppdrett bidrar lokalt med næringsstoffer, og har gitt eutrofi-effekter under og nær anlegg. Men det har ikke blitt vist at mengden som de slipper ut har betydning for eutrofistatus på større skala og lenger vekk fra anleggene.

**Temperatur- og nedbørsøkninger** - Stortare, sukkertare og ålegras har alle et temperaturintervall der de best trives. Store avvik fra dette vil kunne påvirke deres vekst og utbredelse. Med økende temperatur og økt nedbør økes avrenningen fra land, noe som leder til at siktedypet reduseres og gir dårligere lysforhold (og dermed vekstforhold). Med økt næringstilgang (f.eks. fra avrenning fra land) øker produksjonen av planteplankton, noe som medvirker til redusert siktedyp og dårligere lysforhold for tare og ålegras. Mange organismer vokser raskere når temperaturen øker. Dermed vil økt næringstilgang og høyere temperatur gi flere påvekstager som reduserer lystilgangen for tare og ålegrasplantene. Naturtypene påvirkes negativt, f.eks. ved at nedre voksegrense presses oppover, noe som kan få konsekvenser for utbredelse og resiliens.

**Forsuring** - I løpet av de siste tiårene har havet blitt surere, og det forventes en reduksjon i pH på 0,45 i løpet av dette århundret. Når pH i havet synker blir det vanskeligere for marine dyr å danne kalsiumkarbonat, noe som er dramatisk for organismer med kalkstrukturer. I tareskog og ålegrasenger har mange av de viktige organismegruppene, som f.eks. skjell, pigghuder, krepsdyr, snegl og kalkalger, skall som i hovedsak består av kalk. Mange av disse får redusert veksthastighet og størrelse som voksne når pH synker. Dette kan komme til å få store konsekvenser langs norskekysten ved at biodiversiteten og næringsnettdynamikken i naturtypene vil endre seg kraftig. Dette vil også kunne gi større sårbarhet i forhold til introduserte arter. Forsuring vil kunne ha en positiv effekt på vekst av planter pga. økt tilgang til CO<sub>2</sub>, med hvordan dette vil påvirke tareskog og ålegras i samspill med andre arter vet vi ikke.

**Fiskeri og høsting** - Overfiske og fiske påvirker hvilke grupper av arter som er til stede, noe som kan føre til at viktige beitedyr forsvinner fra tareskogene og ålegrasengene. Ved et skifte fra en gruppe med en type matpreferanse til en gruppe med en helt annen matpreferanse, kan vi få endringer i artssammensetningen lenger ned i næringskjeden. Hvis det f. eks. blir høstet for mye av en predatorart (f.eks. torsk) kan det føre til en økning i mengden fisk (f. eks. leppefisk) som spiser arter (f.eks. snegl og krepsdyr) som beiter på fintrådig alger. Det kan resultere i en økende begroing av disse fintrådig algene på tare og ålegrasplantene, noe som hemmer evnen til fotosyntese og dermed deres vekst. Når vi først har fått samfunn uten tare og ålegras, der fintrådig alger dominerer, vil en reetablering av sukkertareskog og ålegrasenger være vanskelig. Stortare tråles enkelte steder fra Rogaland til Trøndelag (ca. 170 000 tonn årlig). Biodiversiteten i tareskogen påvirkes i noen grad negativt av trålingen.

Selve tareplanten vokser raskt tilbake, men alle organismene som lever i tareskogen rekker ikke å reetablere seg før neste tråling. Og selv om det i de fleste områder er en relativt liten andel av tareskogens areal som høstes hvert år, så vil alle områder som har blitt trålt i løpet av de siste 4-5 årene være berørt til en hver tid, noe som gjør påvirket areal større enn trålt areal i et gitt år. Vi har lite kunnskap om effekten av at ikke alle organismene rekker å reetablere seg mellom trålhendelsene. Den biomassen som høstes har liten betydning i karbonregnskapet, da mengden er liten i forhold til stående biomasse.

**Introduserte arter** – Introduserte arter kan forandre næringsnett, selv om konsekvensene av dette er lite kjent. Stillehavsøsters er en introdusert art som kan gjøre om bløtbunnsområder til harde og utilgjengelige østersbanker. Dette vil potensielt kunne ha effekt på ålegrasenger, som gjerne overlapper med bløtbunnsområdene. Varmere temperatur i havet gir stillehavsøstersen bedre kår, da de trenger lengre perioder med varme for å gyte. Av tangarter har det vært mye fokus på den introduserte arten Japansk drivtang, men effektene av denne på de tre naturtypene er ikke kjent.

**Sykdommer** – Sykdommer kan føre til dramatiske forandringer i et økosystem, særlig der en strukturerende art (som danner en tredimensjonalt habitat) blir utsatt for ødeleggende sykdom. For eksempel forsvant ålegrasenger med tilhørende dyr og planter fra store deler av norskekysten på 1930-tallet pga. slimsopp.

**Forurensning** – Ålegrasenger og sukkertareskoger vokser i beskyttede områder med liten vannutskiftning. De vil derfor være mer utsatt for skadelige stoffer og miljøgifter enn stortareskogen, da lav vannutskiftning fører til økt sedimentering, i verste fall fullstendig nedslamming. Dette gjør at det hopper seg opp med forurensning i disse områdene. Mange miljøgifter konsentreres på veien opp i næringskjeden (kalles også bioakkumulering). Dette betyr at organismer høyt oppe i næringskjeden, som f.eks. krabbe og torsk, har høyere innhold av slike miljøgifter enn f.eks. alger og amfipoder (små krepsdyr som beiter på alger). Forurensning påvirker i størst grad dyr som lever i vegetasjonsbeltet og på strender. Det er ikke funnet betydelige effekter på selve tareskoger og ålegrasenger.

## 5. Mer detaljer – tjenester, påvirkningsfaktorer, trusler

### 5.1. Sukkertareskog – tjenester, påvirkningsfaktorer og trusler i mer detalj

Sukkertare vokser langs hele norskekysten, inkludert Svalbard, og 25-50 % av den beregnede europeiske og 5-25 % av den globale bestanden finnes langs norskekysten. Den dekker et areal beregnet til ca. 2 000 kvadratkilometer og estimert biomasse er på 20,2 millioner tonn. Sukkertaren er 1-3 m lang og skaper leveområder for dyr og alger på fjell, stein og skjell (fra ca. 1- 30 m) i beskyttede og moderat bølgeeksponerte områder. Man finner stedvis sukkertare sammen med stortare i eksponerte kystområder, og arten er vanlig på dypere vann hvor stortare er mindre dominerende. Sukkertare er den eneste av tareartene som finnes i rikelige mengder i beskyttede vikar med bløt bunn (der den sitter festet til stein, skjell el.l.). Den bidrar til å stabilisere sedimentene i beskyttede og mindre eksponerte bløtbunnsområder.

Sukkertaren har mange steder vært nedslammet og overgrodd av påvekstalger. Stor nedslamming og stor vekst av hurtigvoksende trådalger er indikasjoner på eutrofi. En betydelig mengde av sukkertaren i Norge har forsvunnet (i 2004-2006 ble bestandsreduksjonen estimert til 90 % i Skagerrak og 40-50 % i Rogaland/Hordaland) og i stor grad blitt erstattet av trådformede alger. Kyststrekningen fra Svenskegrensen og til Møre og Romsdal er dokumentert berørt av denne tilbakegangen (andre områder er ikke undersøkt), og beskyttede områder er mest utsatt. Gjenvekst av sukkertare sees, spesielt på Vestlandet. Redusert siktedyp som følge av eutrofi og avrenning fra land fører til at sukkertaren får mindre lys til fotosyntese og vekst og at den nedre voksegrensen presses oppover. Fiskeoppdrett bidrar lokalt med næringssalter (gjødning), men det har ikke blitt vist at deres utslipp påvirker

sukkertaren. Sukkertaren tåler ikke lange perioder med høy sjøtemperatur (mer enn 19 grader er ugunstig) og i 1997, 2002, 2006 hadde vi henholdsvis 58, 36, og 45 dager med temperaturer over 19 grader i Skagerrak.

Inne i enkelte fjorder i Nordsjøen har også sukkertaren blitt beitet ned av kråkeboller, men omfanget av dette vet vi lite om.

Konsekvensene av at sukkertaren har forsvunnet mange steder er tap av habitat, noe som gjør at planter og dyr som er knyttet til sukkertareskogene blir borte. Sukkertareskogen har mange steder blitt erstattet av trådformede alger som danner et mye mindre stabilt økosystem (da de er ettårige), genererer mye mindre biomasse og har en mye mer beskjeden mengde dyr knyttet til seg. En sammenligning av frisk sukkertareskog med trådalgesamfunn sommerstid viser at antallet arter av smådyr blir redusert med 33 %, mens antall dyr (individer) blir redusert med nesten 75 %. Redusert matfat og skjul for dyr, inkludert fisk, antas å være to viktige konsekvenser av sukkertaredød.

## **5.2. Stortareskog – tjenester, påvirkningsfaktorer og trusler i mer detalj**

Langs norskekysten beregnes et areal tilsvarende 5 900 kvadratkilometer å være bevokst med stortare, og biomassen beregnes til 59 millioner tonn. Dette gjelder fastlands-Norge, da stortare så langt ikke har blitt observert med sikkerhet på Svalbard. Dette er også tall basert på dagens utbredelse, og vil øke etter hvert som taren vokser tilbake i nedbeitede områder. Vel utviklet tareskog i Norge beregnes å binde 3 kg karbon per kvadratmeter per år. Døende stortare akkumuleres utenfor skogen og er gjenstand for nedbrytning av åtseletere og bakterier. Mye av stortarebiomassen transporteres ut på dypere vann hvor den begravnes i sedimentene. Arten bidrar således til å fjerne karbon og regnes som et viktig karbonsluk.

Stortaren skaper leveområder for dyr og alger på hardbunn (fra ca. 1 m – 25 m dyp) i bølgeeksponerte områder. Tareskogene er viktige gyte-, oppvekst- og beiteområder for mange arter av fisk, fugl og sjøpattedyr. Mange av disse er også kommersielle arter og levebrød for mange mennesker. Tare inneholder antibeitestoffer og det er få arter som beiter direkte på tare (unntak er grønn kråkebolle). Derimot er mange organismer indirekte avhengig av karbon som kommer fra tare via nedbrytningsprodukter. Bladkronen («canopien») i stortareskogen dannes i all hovedsak av stortare, selv om sukkertare også bidrar noe, spesielt på dypere vann. Mange arter av alger og dyr vokser på stilk, blad og festeorgan (som fester taren til underlaget). Festeorganet fungerer også som en sedimentfelle og inneholder mye smådyr. Stort antall og mange arter av dyr er knyttet til tares påvekst, f.eks. amfipoder, isopoder, tifotkreps (alle tre er krepsdyr), snegler og skjell. Mengden dyr er beregnet til mer enn 100 000 individer per kvadratmeter. På bunnen mellom tareplantene er det mye dyr og planter (f.eks. små krepsdyr, krabber og fisk).

I de nordligste fylkene (Troms, Finnmark og deler av Nordland) er taren til dels nedbeitet av grønn kråkebolle, særlig på de middels eksponerte og beskyttede områdene. Nedbeitingen har funnet sted i løpet av de siste 40 år. Vi ser nå en tilbakekomst av taren i en del områder. Vi har ikke observert kråkebollebeiting av stortare på kysten av Nordsjøen.

Tareskogen virker bølgedempende og kan dermed være med å hindre sedimentsutvasking i kystområder innenfor skogen, som f.eks. på Jæren, der tareskogen i noen grad beskytter sandstrendene innenfor mot erosjon. Tap av tareskog kan derfor føre til større erosjon av sediment i grunne områder og erosjon av sandstrender.

Der stortaren forsvinner vil også flora og fauna som er knyttet til den forsvinne. Tareskogen erstattes av «barren grounds» (også kaldt marin ørken) i områder som er beitet ned av kråkeboller. Erstatningshabitatene genererer mye mindre biomasse og har en mye færre

planter og dyr knyttet til seg fordi habitatet får en annen struktur med færre vokse- og gjemmesteder (ingen skogfunksjon) og mindre mat.

### 5.3. Ålegrasenger – tjenester, påvirkningsfaktorer og trusler i mer detalj

Ålegras er utbredt langs hele norskekysten (men opptrer mer spredt i nord) og finnes på sand og mudderbunn (0-10 m) i beskyttede områder. Estimert areal dekket med ålegras langs norskekysten er 100 kvadratkilometer og den samlede biomassen er beregnet til 100 000 tonn. Ålegras (*Zostera marina*) regnes som den absolutt vanligste *Zostera*-arten, men to andre arter, *Z. angustifolia* og *Z. noltii*, finnes også hos oss (genetiske analyser vil vise om *Z. angustifolia* virkelig er en egen art). Fravær eller nærvær av ålegras i områder som, ut fra miljøbetingelsene i området, er egnet for ålegras er ikke alltid lett å forklare. Men i noen regioner kan flekkvis fordelingen være et resultat av en ufullstendig og tilfeldig gjenvekst etter at «wasting disease» (forårsaket av en slimsopp) førte til at store ålegrasområder ble utradert på 1930-tallet. I Norge beites ikke ålegras i nevneverdig grad, selv om noen fuglearter, f. eks. svaner, kan ha stor påvirkning i enkelte områder. Ålegras skaper leveområder for dyr og alger.

Ålegrasengene inneholder stor biodiversitet, er gyte- og leveområder for fisk og beite- og leveområder for en del fuglearter. De tilhørende påvekstalgene er mat for dyr. Dyr som gresser på rasktvoksende påvekstalger holder ålegraset rent og bidrar til at det får nok lys og gode vekstvilkår. Bladene kan fornyes flere ganger i året og gjør det vanskeligere for epifytter å etablere seg. Dyrene assosiert med ålegras kan utgjøre så mye som 200 000 individer per kvadratmeter. Dette er mat for fisken. Ålegrasengene er viktige gyte-, oppvekst- og leveområde for fisk som torsk, lyr, hvitting, svartkutling, sandkutling og torskefisk.

Sedimentet inne i en ålegraseng har større tetthet av dyr enn sedimentene utenfor. Dette kan delvis forklares ved at plantenes fysiske nærvær reduserer vannets bevegelse og således økes sedimentasjonsraten av partikler og detritus, noe som er mat for de dyrene som lever i sedimentet. Rotsystemet stabiliserer sedimentet, gir gode leveforhold og en viss beskyttelse mot predasjon. De vanligste dyregruppene i sedimentet (infauna) er børstemark, krepsdyr, snegler og skjell. Ålegrasengene har høy artsdiversitet. Høyt nivå av organisk materiale kan være vanlig i ålegrasenger, noe som tiltrekker seg organismer som lever av organisk materiale i nedbrytning (åtselere). Disse organismene tåler også lavere oksygennivåer enn mange andre.

En viktig trussel mot ålegrasengene er utbygging, utfylling og mudring i strandsonen. F.eks. så truer etablering av marinaer og brygger mange ålegrasenger, i og med at engene ofte ligger i områder som er attraktive for næringsvirksomhet og rekreasjon (f. eks. beskyttede bukter). Denne virksomheten medfører også økt forurensning, økt fysisk forstyrrelse av bunnen (f.eks. ankring) og av og til redusert oksygenivå (pga. endret sirkulasjon). I løpet av de siste 10 årene er det beregnet at ca. 5 % av potensielle ålegras-områder er forsvunnet i Skagerrak og Nordsjøen.

På eutrofe steder (f. eks. hvor det er stor tilførsel av nitrogen) kan ålegraset være overgrodd av påvekstalger, som i stor grad består av rasktvoksende trådformede alger. Disse tar lys fra ålegraset slikt at veksten hemmes. I tillegg kan også redusert siktedyp føre til at ålegraset får mindre lys til fotosyntese og vekst og at den nedre voksegrensen presses oppover. Lave oksygenivåer kan forårsakes av store mengder driftalger og påvekst, og kan føre til at dyrene i sedimentene dør. Når ålegraset forsvinner kan det erstattes av mattedannende mikroalger og løstliggende trådalger. De plantene og dyrene som er knyttet til ålegraset blir da borte og erstattes med et habitat som har helt andre arter, lavere biomangfold, produserer mindre biomasse og har en annen struktur, blant annet med mindre gjemmesteder (ingen engfunksjon). Ofte kan det ende opp med å bli en ren bløtbunn eller en bunn med løstliggende alger eller blågrønnalger. Der oksygenforholdene er dårlige kan vi finne hvite bakteriebelegg som dekker store områder av bunnen.

## 6. Oppsummering

Tareskog og ålegrasenger produserer viktige **økosystemtjenester**, som f.eks. fotosyntese og binding av karbondioksid. Naturtypene har høy biologisk mangfold og opprettholder og vedlikeholder et rikt og robust næringsnett. Dette er leveområder og matfat for mange av våre kommersielle arter (f.eks. krabbe, torsk), toppredatorer som hval og sel, samt et rikt fugleliv.

I korte trekk kan **truslene** mot de tre naturtypene stortareskog, sukkertareskog og ålegrasenger som økosystem oppsummeres som økning i havtemperatur, eutrofi, forsurening av havet, sykdommer og endring i arter (inkl. introduserte arter og endring i mengde av allerede eksisterende arter). Av disse anses økning i eutrofi (økning i næringstilgang som gir økt vekst av mikroalger og ettårige trådalger), økt avrenning fra land (som følge av økt nedbør), økt havtemperatur og utbygging/mudring/dumping i kystsonen å være de største truslene.

**Konsekvensene** er tap av resiliens (evne til å reparere seg etter en belastning) og biodiversitet, samt forandring i artssammensetning. I ytterste konsekvens vil disse naturtypene bli borte og erstattet av andre samfunn med en annen, og muligens dårligere, økologisk funksjon, noe som igjen vil påvirke næringsnettet, naturtypenes evne til å regulere prosessene i havet og den marine naturens stabilitet (inkludert motstandsdyktighet mot introduserte arter). Et tap i mengden av disse naturtypene vil også redusere deres rolle i CO<sub>2</sub>-binding.

Negative effekter på naturtypene vil ha negative konsekvenser for hvilke økosystemtjenester disse vil bidra med. Ved redusert motstandskraft vil vi kunne få helt andre økosystemer, noe som vil kunne påvirke både mengden høstbare arter og forutsigbarheten i høstingsaktiviteten. Hvis vi passerer en terskel («tipping point») vil vi kunne få irreversibel (og uforutsigbare) endringer i økosystemtjenestene. Effekten av multiple stressfaktorer, dvs. at flere faktorer virker sammen, er ikke kjent. Men effektene vil potensielt kunne bli større sammen enn hvis de virker alene.

I følge «Millenium Ecosystem Assessment» er 60 % av verdens økosystemtjenester forringet pga. menneskelig aktivitet. I Norge har lignende beregninger ikke blitt gjort, men truede arter har blitt registrert, og sukkertareskog som naturtype er sårbar (VU) i Nordsjøen og sterkt truet (EN) i Skagerrak (Norsk rødliste for naturtyper 2011). Stortare og vanlig ålegras er ikke på denne rødlisten. Tiltak som reduserer eutrofi, hindrer etablering av introduserte arter og stopper forringelse av leveområdene til ålegras og tare er viktig for at disse naturtypene skal kunne fortsette å produsere økosystemtjenester som vi mennesker nyter godt av og som så langt også har vært helt gratis

## 7. Kilder benyttet under arbeidet

Andersen, G., H. Steen, et al. (2011). "Seasonal Patterns of Sporophyte Growth, Fertility, Fouling, and Mortality of *Saccharina latissima* in Skagerrak, Norway: Implications for Forest Recovery." *Journal of Marine Biology*.

Bekkby, T. and F. Moy (2011). "Developing spatial models of sugar kelp (*Saccharina latissima*) potential distribution under natural conditions and areas of its disappearance in Skagerrak." *Estuarine Coastal and Shelf Science* 95: 477-483.

Bekkby, T., E. Rinde, et al. (2009). "Spatial predictive distribution modelling of the kelp species *Laminaria hyperborea*." *Ices Journal of Marine Science* 66(10): 2106-2115.

Bekkby, T., E. Rinde, et al. (2008). "Spatial probability modelling of eelgrass (*Zostera marina*) distribution on the west coast of Norway." *Ices Journal of Marine Science* 65(7): 1093-1101.

Christie, H., S. Fredriksen, et al. (1998). "Regrowth of kelp and colonization of epiphyte and fauna community after kelp trawling at the coast of Norway." *Hydrobiologia* 375-76: 49-58.



Christie, H., N. Jørgensen, et al. (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.

Christie, H., K. Norderhaug, et al. (2009). "Macrophytes as habitat for fauna." Marine Ecology-Progress Series 396: 221-233.

Direktoratet for naturforvaltning (2007). «Kartlegging av marint biologisk mangfold». DN-håndbok 19-2001 revidert 2007. 51 s.

Environmental Audit Committee, (2007). «Millenium Ecosystem Assessment». House of Commons. London: 68.

Fredriksen, S., H. Christie, et al. (2005). "Species richness in macroalgae and macrofauna assemblages on *Fucus serratus* L. (Phaeophyceae) and *Zostera marina* L. (Angiospermae) in Skagerrak, Norway." Marine Biology Research 1(1): 2-19.

Fredriksen, S., A. De Backer, et al. (2010). "Infauna from *Zostera marina* L. meadows in Norway. Differences in vegetated and unvegetated areas." Marine Biology Research 6(2): 189-200.

Garpe, K. (2008). "Ecosystem services provided by the Baltic Sea and Skagerrak". The Swedish Environmental Protection Agency. Report 5873 December 2008.

Gundersen, H., H. Christie, et al. (2011). «Utredning om CO<sub>2</sub>-opptak i marine naturtyper». NIVA-rapport LNR 6070. ISBN 978-82-577-5805-9. 25 s.

Magnussen, K., L. Lillehammer, et al. (2010). «Marine økosystemtjenester i Barentshavet - Lofoten - Beskrivelse, vurdering og verdsetting», SWECO-rapport 85.

Moy, F. and T. Kroglund (2006). "Sukkertare, *Saccharina latissima*." Artsdatabankens faktaark: 2.

Norderhaug, K. and H. Christie (2011). "Secondary production in *Laminaria hyperborea* kelp forest and variation according to wave exposure." Estuarine Coastal and Shelf Science 95: 135-144.

Norderhaug, K. and H. Christie (2009). "Sea urchin grazing and kelp re-vegetation in the NE Atlantic." Marine Biology Research 5(6): 515-528.

Norderhaug, K., H. Christie, et al. (2005). "Fish-macrofauna interactions in a kelp (*Laminaria hyperborea*) forest." Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 85(5): 1279-1286

Norsk rødliste for naturtyper 2011. Artsdatabanken, Trondheim.

Rapport fra ekspertgruppe oppnevnt av Fiskeri og kystdepartementet i samråd med miljøverndepartementet. 2011. Vurdering av eutrofieringssituasjonen i kystområder med særlig fokus på Hardangerfjorden og Boknafjorden. 83 s.

<http://www.regjeringen.no/nb/dep/fkd/aktuelt/nyheter/2011/naringssalt-i-norske-kystomrader.html?id=665536>

Steen, H. and T. Olsen (2010) «Undersøkelser av tilstand i ålegrasenger etter oljeutslippet fra Full City.» 15 s.