

3 Kystvann (bunn og pelagisk)

Forfattere: Eivind Oug¹, Hartvig Christie¹, Wenche Eikrem¹, Gro I. van der Meeren², Kjell Tormod Nilssen², Svein-Håkon Lorentsen³

¹Norsk institutt for vannforskning, Gaustadalléen 21, NO- 0349 Oslo

²Havforskningsinstituttet, Postboks 1870 Nordnes, NO- 5817 Bergen

³Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685 Sluppen, NO- 7485 Trondheim

Norge har en kystlinje på ca. 2500 km målt langs den såkalte grunnlinjen fra svenskegrensen til Grense Jakobselv. Grunnlinjen trekkes mellom ytterpunktene på landformasjoner som stikker opp over vannflaten. Målt langs land inkludert øyer, fjorder og bukter er kystlinjen mer enn 80 000 km, som tilsvarer to ganger jordens omkrets ved ekvator. Som kystvann regnes i denne forbindelse alle indre farvann og sjøområdene innenfor en nautisk mil (1852 m) utenfor grunnlinjen. Denne avgrensningen er en praktisk grense som er definert i forbindelse med EUs vanddirektiv og som derfor vil bli benyttet i framtidig miljøovervåking av norsk kystvann.

Kystvannet omfatter et spekter av naturtyper fra fjæresonen til store dyp (1301 m dyp i Sognefjorden). Vannmassene utgjøres i hovedsak av den norske kyststrømmen som strømmer nordover langs hele kysten, og Atlanterhavsvann utenfor og under denne (Brattegard & Holthe 1995; Rinde *et al.* 1998). Vannet i kyststrømmen oppblandes med tilført ellevann og har lavere saltinnhold enn Atlanterhavsvannet. Inne i fjordene kan vannmassene være markert sjiktet med et ferskvannspreget overflatelag som kan bli betydelig oppvarmet om sommeren, og et betydelig salttere dypvann som holder lav temperatur året rundt. Organismesamfunnene i de frie vannmassene er preget av forholdsvis korte næringskjeder fra planteplankton og dyreplankton til fisk, sjøfugl og sjøpattedyr. Produksjonen i vannmassene står i nær forbindelse med havområdene omkring, men er generelt høyere i kystvannet på grunn av tilførsler av næringsemner fra land.

Bunnsystemene i kystvannet kan grovt inndeles i hardbunn (fjell og stein) og bløtbunn (leire, mudder, sand, grus). Utformingen bestemmes av lokale

strømforhold og bølgepåvirkning. I tillegg til bunnforholdene er faktorer som lys, oksygentilgang, saltholdighet og temperatur avgjørende for hvilke organismer som forekommer. I norske farvann er det tilstrekkelig lys for plantevekst ned til 30-40 meter dyp. Hardbunn på grunt vann domineres av tang, tare og andre fastsittende alger, mens bløtbunn kan ha tett vegetasjon av sjøgress. Bunnområder med velutviklet vegetasjon av tare eller sjøgress har stor biologisk produksjon og er ofte svært artsrike. I fjorder og indre kystområder hvor det tilføres ferskvann er saltholdigheten ofte nedsatt i de øverste vannlagene. Disse systemene kan ha helt spesielle organismsamfunn. I brakkevann med permanent nedsatt saltholdighet kan få arter klare seg, men disse er gjerne spesialiserte og finnes ikke andre steder.

Det foreligger ikke sikre tall for antall arter i kystvannet, men overslag antyder opp mot 10 000 arter. Disse inkluderer mer enn 1000 encellede alger, hvorav drøyt 700 lever fritt i vannmassene, og 1000-2000 encellede dyr, omkring 500 fastsittende flercellede alger og opp mot 5000 flercellede virvelløse dyr (Brattegard & Holthe 2001; Bakken *et al.* 2005). Av fisk forekommer omkring 150 arter i kystvannet, hvorav riktignok en god del er tilfeldige gjester fra mer sydlige farvann. Av fugl er det omkring 60 arter som i større eller mindre grad er knyttet til kysten, mens det for pattedyr kan regnes et titall arter av sel, hval og landpattedyr (oter, mink).

Kystsonen har stor betydning for produksjon av marint materiale, for rekreasjon og opplevelse og for produksjon av oppdrettsorganismer. Samtidig er kystsonen utsatt for en rekke påvirkninger fra menneskelig virksomhet. De viktigste påvirkningene utgjøres av forurensninger, overgjødning av næringssalter (eutrofi), ødeleggelse av arters leveområder og overbeskatning av bestander. I senere år er man blitt klar over at ødeleggelse av leveområder er viktigere enn tidligere antatt og rammer både arter i spesielle miljøer og vanlig forekommende arter som i deler av sin livssyklus er knyttet til visse naturtyper. I tillegg er kystvannet i endring som følge av stigende temperatur og mulig framtidig forsuring. Nye trusler kommer også fra fremmede arter som i økende grad finner innpass i kystsonen. Kystsonen er utsatt både for langtransporterte påvirkninger som forurensning og næringssalter som tilføres med havstrømmer og fra lokale kilder ved utslipp til sjø.



Fig 3.1 Brunalger i tidevannssonen.

Foto: Trine Bekkby

3.1 Generelle utviklingstrekk

3.1.1 De frie vannmasser i kystsonen

De frie vannmasser i kystsonen er representert ved i alt 29 indikatorer. Disse omfatter planteplankton, dyreplankton biomasse, maneter, fisk, sjøfugl og sjøpattedyr. Fugl er den mest omfattende gruppen med i alt 20 arter (inkludert to underarter), mens fisk og sjøpattedyr er representert ved henholdsvis tre og to arter. Flere arter har overlappende utbredelse med hav pelagisk og noen få arter overlapper med bunnområder i kystsonen. Artene som overlapper med hav er havhest, havsule, storjo, alke, lomvi, polarlomvi, lunde og spekkhogger. Artene som også forekommer i bunnhabitater i kystsonen er rognkjeks/rognkall, tobis, havert og steinkobbe. Flere sjøfugl er også knyttet til terrestrisk miljø. Dette gjelder spesielt måker hvor fiskemåke, gråmåke og svartbak har lik andel for kystvann og åpent landskap. Alle artene som overlapper med andre hovednaturtyper teller med redusert vekt i indeksen for vannmasser i kystsonen.

Ved beregning av indeksverdiene for kystvann er planteplankton og dyreplankton biomasse valgt ut som nøkkelementer blant indikatorene. Dette er fordi disse representerer lave trofiske nivåer samtidig som de sammenfatter samlet utvikling for mange arter. Imidlertid har ingen av disse data for hele kysten. Dyreplankton registreres på noen få faste lokaliteter som må benyttes som representative for lengre kyststrekninger. Planteplankton har tettere nett av målinger, men det foreligger bare data for større deler av norskekysten etter 2006 etter at automatisert registrering fra skip i rutefart ble satt i verk. Også for indikatorene for fisk og fugl er det flere som bare har data for deler av norskekysten. Manglende data for fylker og kyststrekninger gjenspeiler langt på vei overvåkningsvirksomheten i kystvannet, som i stor grad har vært preget av lokale eller regionale problemstillinger.

Dagens tilstand i vannmassene i kystsonen er i hovedsak god med små eller moderate avvik fra forventet naturtilstand (Fig. 3.2). Det er litt nedsatt kvalitet i Sør-Norge og i nordre Nordland, mens det

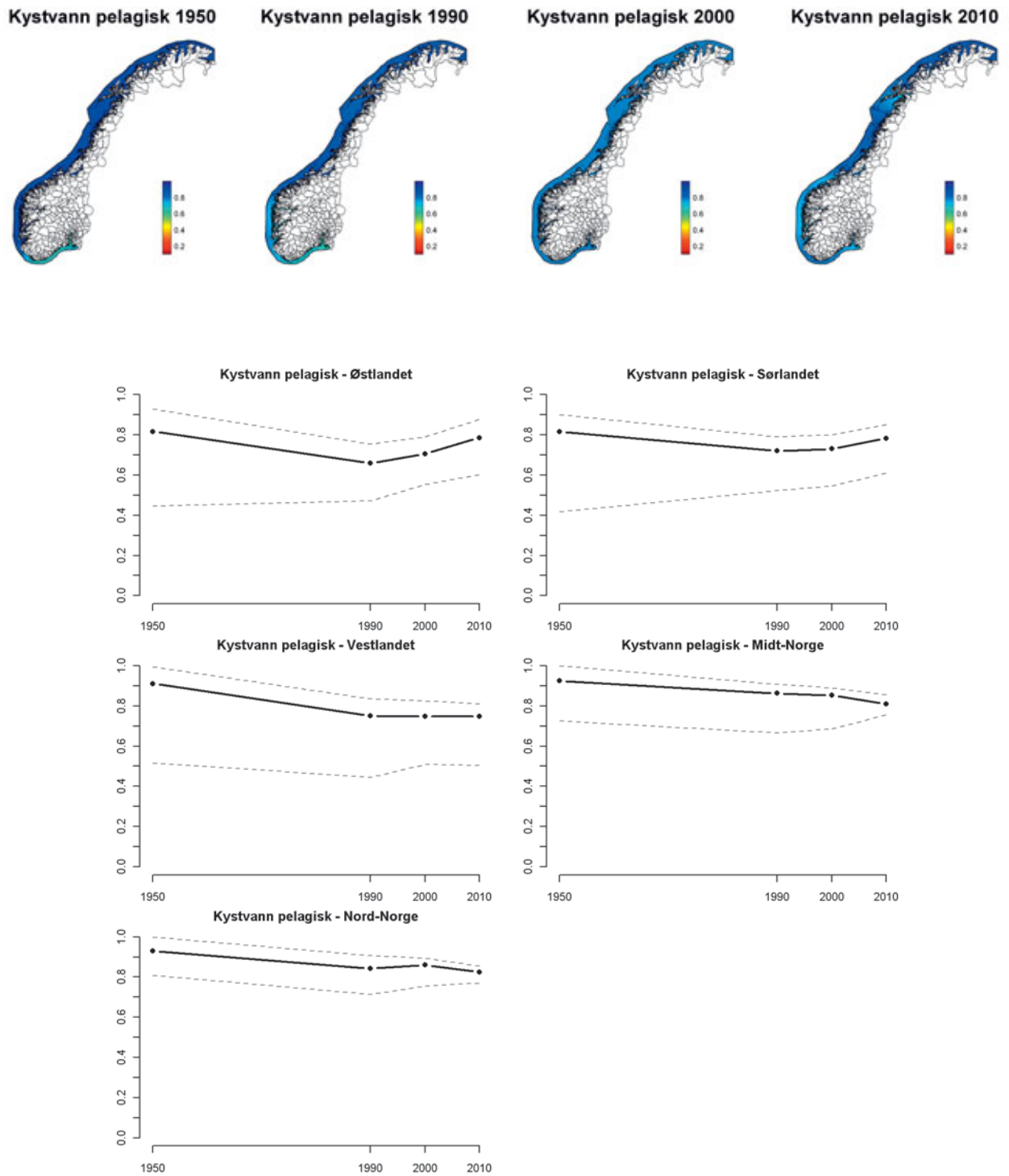
er lite avvik fra naturtilstanden i Midt-Norge, Troms og Finnmark. Det må i denne sammenheng presiseres at vurderingen for de fleste områder av landet gjelder for ytre kystsoner. Tilstanden i lokale indre kystområder og innover i fjordene kan avvike ganske meget fra det generelle bildet. I Sør-Norge er det eutrofiering (overgjødning) som er hovedgrunnen til avvik i naturtilstanden, mens det i nordre Nordland er nedgang i bestander for kystfisk og sjøfugl.

I 1950 ble tilstanden vurdert som god for hele kyststrekningen. Denne vurderingen er imidlertid usikker og bygger på få indikatorer. I 1990 og 2000 var det tydelig avvik fra naturtilstanden i indre Skagerrak og Oslofjorden som følge av eutrofiering. Dette skyldes både lokale tilførsler av næringssalter fra kommunale avløpsanlegg, avrenningsvann fra landbruksområder og langtransporterte næringssalter fra Østersjøen og sydlige Nordsjøen. Etter at myndighetene på 1980- og 1990-tallet stilte strengere krav til rensing, har tilførselene til sjøområdene avtatt. Spesielt har tiltakene hatt positiv effekt i områdene omkring Oslofjorden. Dette vises tydelig på utviklingen for planteplankton (se nedenfor) og har ført til en generell forbedring av vannkvaliteten. Langtransporterte tilførsler av næringssalter fra sydlige Nordsjøen har dessuten avtatt i perioden 2000-2007 (Norderhaug *et al.* 2010). Dette reflekteres i en økning av indeksverdiene både for Østlandet og Skagerrak fra 1990 til 2010 (Fig. 3.2). Pågående overvåking i de ytre kystområdene viser imidlertid at forholdene er komplekse og at responsene for ulike vannkvalitetsparametre er varierende (Norderhaug *et al.* 2010). Det kan synes som om naturindeksen, som for dette kystområdet er basert på få indikatorer (Kap. 3.3), gir et for positivt inntrykk av endringene i vannkvaliteten.

I Midt-Norge og i Nord-Norge har det vært en nedgang i naturindeksen for de frie vannmassene fra 1990 til 2010. I disse områdene gjenspeiler dette nedgang for flere arter av kystfisk og sjøfugl. Spesielt har det vært sterk nedgang for pelagisk beitende sjøfugl som lomvi og lunde og overflatespisende sjøfugl som sildemåke og krykkje, mens fiskespisende kystbundne arter som storskarv og toppskarv har holdt seg stabile. Lomvi har gått kraftig tilbake i de siste 30-40 årene. Hekkebestandene i de største fuglefjellene på Hjelmsøya, Vedøy (Røst) og Runde er nå på et nivå som tilsvarer 1-5 % av bestandene

på slutten av 1980-tallet. Dette kan ha flere årsaker som næringsmangel, drukning i garn og klimaendringer. Hekkebestanden av lunde gikk tilbake etter kollapsen i den atlantiskandiske sildestammen på slutten av 1960-tallet, men har i de siste 10 årene vært relativt stabil på rundt en tredel av bestanden i 1979. Også den nordnorske underarten av sildemåke (*Larus fuscus fuscus*) er kraftig redusert (85 % reduksjon) siden tidlig på 1970-tallet og er nå nesten utryddet. Situasjonen ser ut til å ha stabilisert seg de siste 10-årene, men det er ennå ingen tegn til økning i bestanden. For krykkje er hekkebestandene 15-30 % av hva de var på begynnelsen av 1980-tallet. Den negative bestandsutviklingen er observert i hele Nord-Atlanteren, noe som tyder på at årsakene til endringene er relatert til store og omfattende økosystemendringer, muligens knyttet til klimaendringer. Selv om nedgangen for arter som lomvi og lunde er betydelige, blir endringene i naturindeksen ikke tilsvarende store fordi disse artene overlapper med hav og teller med lavere vekt for kystvann (30 % andel i kystvann). For disse artene vil derfor de synlige endringene i kystsonen i stor grad representere hva som skjer i havområdene.

Sett på kommunenivå har indeksverdien falt i et flertall av kommunene (Fig. 3.3). Gjennomsnittet over kystkommunene på landsbasis viser en nedgang på 2,4 % i perioden 1990-2010. Nedgangen har vært størst på Nord-Vestlandet og i nordre Nordland, mens det på Vestlandet sør for Stad ikke har vært endring. På Østlandet og Skagerrak-kysten har det vært en økning i indeksverdien med henholdsvis 19,7 % på Østlandet og 8,3 % på Sørlandet.



Figur 3.2 Tilstand i de frie vannmassene i kystsonen, beregnet for periodene 1950 og 1990-2010. Øverst: Integreerte verdier som viser indeksverdi i forhold til forventet naturtilstand. Nederst: trenddiagrammer for regioner i Norge som viser gjennomsnittlig indeksverdi (95 % konfidensintervall) for periodene 1950, 1990, 2000 og 2010.

Gjennomsnittlig endring mellom 1990-2010

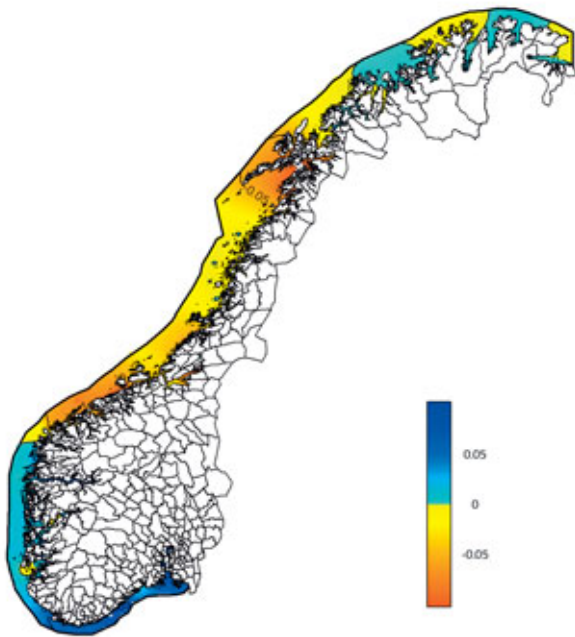


Fig 3.3 Endring i naturindeks per kommune i perioden 1990-2010 i de frie vannmassene i kystsonen. Blå farge viser positiv utvikling, rød-gul farge viser negativ utvikling.

3.1.2 Bunnsystemer i kystsonen

Bunnsystemene i kystsonen er representert ved i alt 36 indikatorer. Disse omfatter fastsittende alger, karplanter (dvergsivaks og ålegras), koralldyr, skjell, krepsdyr, kråkeboller, fisk, sjøfugl og pattedyr. Fisk er den mest omfattende gruppen med i alt ti arter, fulgt av sjøfugl med fem og alger og bløtdyr med fire. Noen arter av fisk og sjøfugl overlapper med andre naturtyper. Dette gjelder ål, sjøorre og svartand som overlapper med ferskvann, pigghå og lyr som overlapper med hav bunn, og teist og ærfugl som har en andel i åpent lavland.

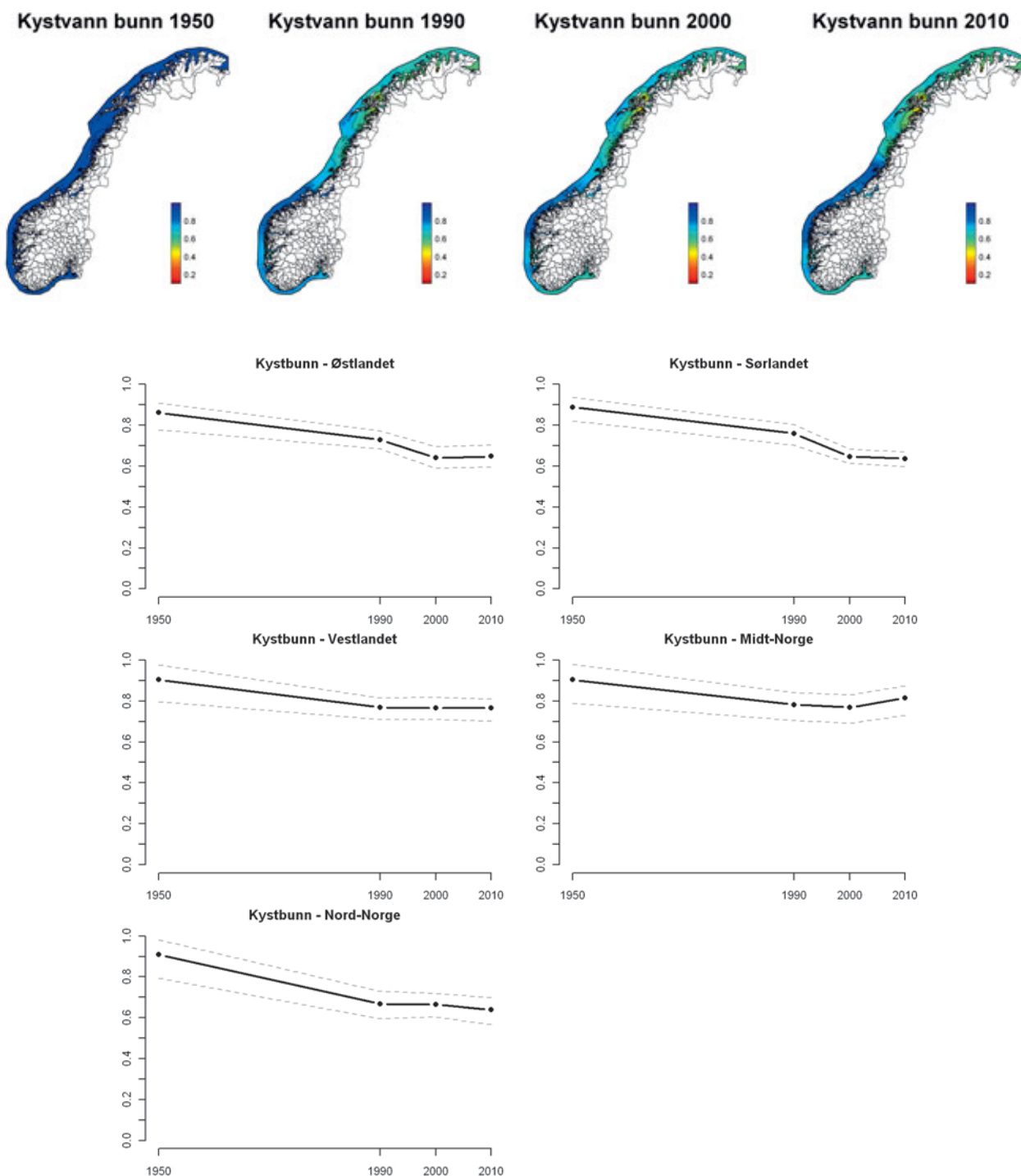
Ved beregning av indeksverdiene for bunnsystemer i kystsonen er indikatorer som representerer arts- mangfold i organismesamfunn og indikatorer for arter som utgjør habitat for andre arter, definert som nøkkelementer. Til den første gruppen hører arts- mangfold på bløtbunn, vegetasjonsindeks for fastsittende alger og nedre voksegrense for fastsittende alger. Til den andre gruppen regnes habitatdannende arter som dypvannkorall, stortare, sukkertare og svamp. Disse artene er store og vokser opprett fra

bunnen og danner derved et tredimensjonalt miljø som gir levested for en rekke småarter. I indre kyst- områder er spesielt tareskogen viktig som system ved at den huser et rikt samfunn av smådyr, har høy produksjon og utgjør viktige beite- og oppvekst- områder for fisk og sjøfugl.

Litt mer enn halvparten av indikatorene har data fra alle hovedregioner i Norge. Det er imidlertid ikke lagt inn verdier for alle fylker, som er tilfelle for flere av indikatorene for arts- mangfold. Disse indikatorene er punktmålinger som strengt talt bare har gyldighet for lokaliteten der registreringen er foretatt. Det innebærer derfor en grad av usikkerhet dersom enkeltobservasjoner gjøres gjeldende for større geografiske områder enn kommunen. Det er også flere indikatorer som bare har gyldighet for ytre kyst og hvor det ikke er gitt verdier for indre fjordområder. Av nøkkelementene er det bare arts- mangfold bløtbunn og stortare som har verdier for hele kysten. Indikatorene for algevegetasjon omfan- ter kyststrekningen Rogaland – Troms, mens nedre voksegrense bare omfatter Skagerrak. Sukkertare har verdier for Skagerrak og spredt på Vestlandet, mens svamp har noen få verdier på Vestlandet.

Dagens tilstand i bunnsystemene er god på nordre Vestlandet og i midt-Norge, mens det er avvik fra naturtilstanden i Skagerrak, sørlige Vestlandet og i Nord-Norge (Fig. 3.4). Som nevnt ovenfor må det presiseres at vurderingen for de fleste områder av landet gjelder for ytre kystsonen. Avvikene i Skager- rak og på sørlige Vestlandet skyldes mindre god tilstand for mange indikatorer, for eksempel sukker- tare, sandskjell, hummer og kystfisk. Årsakene er i mange tilfeller ikke klarlagt, men det synes som om eutrofiering, arealinngrep i sensitive kystom- råder og beskatning er viktige faktorer. I de senere årene har det også vært økt sjøtemperatur (som- mertemperatur) og økt partikkelavrenning fra land. Fra Nord-Vestlandet og nordover er det spesielt tilstanden for stortare som slår ut. Denne arten er i indre kystområder sterkt nedbeitet av kråkeboller. Beitingen har meget stort utslag for arts- mangfoldet i disse områdene (se nedenfor).

I 1950 ble tilstanden vurdert som god for hele kyst- strekningen. Denne vurderingen er imidlertid noe usikker og bygger på lavere antall indikatorer enn fra 1990 og utover. I alle fall er vurderingen tvilsom for Østlandsområdet hvor Oslofjorden og mange andre fjordområder allerede var betydelig påvirket av forurensninger fra befolkning og industri. I Nord-



Figur 3.4 Tilstand i bunnsystemene i kystsonen, beregnet for periodene 1950 og 1990-2010. Øverst: Integreerte verdier som viser indeksverdi i forhold til forventet naturtilstand. Nederst: trenddiagrammer for regioner i Norge som viser gjennomsnittlig indeksverdi (95 % konfidensintervall) for periodene 1950, 1990, 2000 og 2010.

Norge er endringen fra 1950 til 1990 mer realistisk med sikte på at nedbeitingen av tareskogen startet først på 1970-tallet. I perioden fra 1990 til 2010 har det vært en generell nedgang for alle områder av landet med unntak for midt-Norge hvor tilstanden

er blitt bedre. Denne bedringen har sammenheng med gjenvekst av tareskogen i de områdene som tidlig ble nedbeitet. Gjenveksten startet på slutten av 1980-tallet i Midt-Norge og har gradvis bredt seg nordover til Nordland.

I en rekke fjorder hvor det har vært tungindustri som smelteverk og gruvedrift over lengre tid, er bunn-økosystemene lokalt sterkt påvirket av miljøgifter, avgangsmasse og andre forurensninger (Miljøstatus 2010). I nyere tid har det vært gjennomført omfattende rensetiltak som har redusert utslippene til et minimum av hva de var, men forurensningene har ikke avtatt i takt med utslippsreduksjonene. I mange områder er dette en følge av at miljøgifter fra tidligere utlipp ligger lagret i bunnsedimentene og gradvis lekker ut, såkalte "gamle synder". Dette fører til en sekundær forurensning som synes å kunne vedvare lenge. Mange områder har kostholdsråd som følge av dette. I naturindeksen er det ikke lagt inn indikatorer for de mest forurensede områdene. Dette er primært fordi tungt forurensede områder er små i utstrekning og lett ville få en overrepresentasjon for de kommunene det gjelder for. Generelt er imidlertid bildet at de fjordene det gjelder for, har en dårligere tilstand enn kystområdene utenfor.

Sett på kommunenivå har indeksverdien falt i et flertall av kommunene (Fig. 3.5). Gjennomsnittet over kystkommunene på landsbasis viser en nedgang på 2,8 % i perioden 1990-2010. Forandringene

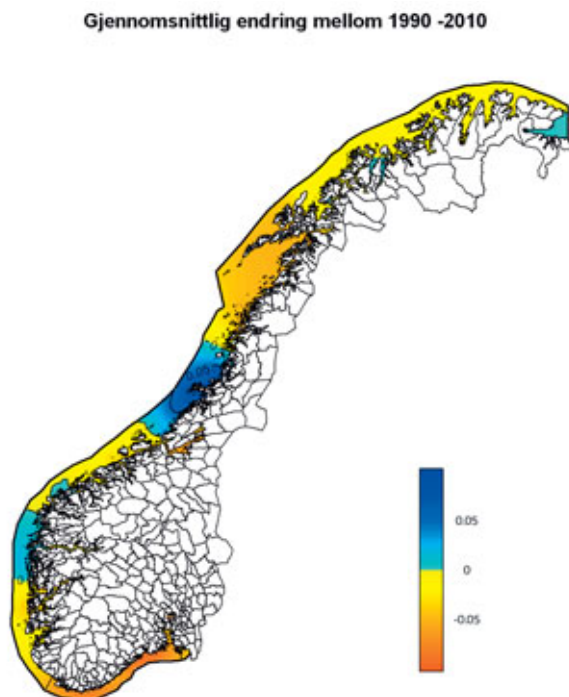


Fig. 3.5 Endring i naturindeks for perioden 1990-2010 for bunnsystemene i kystsonen. Blå farge viser positiv utvikling, rød-gul farge viser negativ utvikling.

har vært størst på Sørlandet (15.8 % nedgang) og Østlandet (11 % nedgang), mens det har vært en mindre nedgang i Nord-Norge (4,5 % nedgang). På Vestlandet har det ikke vært endring, mens det i Midt-Norge har vært en forbedring på 5 %.

3.2 Temaindeks med tilhørende historier

3.2.1 Påvirkninger i vannmasser - overgjødning og planteplankton i Oslofjord-området

Mange fjorder og kystområder i Norge som ligger nær til befolkningssentra og landbruksområder har over mange år vært preget av overgjødning (eutrofiering) fra forhøyde tilførsler av næringsalter. De direkte virkningene er økt vekst av planteplankton i vannmassene og sterk begroing av hurtigvoksende trådformede alger i strandsonen og på grunt vann (Miljøstatus 2010). Indirekte fører dette til nedsett lysgjennomgang i vannmassene, forandring av bunnmiljøet i strandsonen og økt nedfall av organisk materiale til dypere vannlag. Forandringene på grunt vann gir dårligere levetilstand for mange tilknyttede organismer, som videre påvirker næringsgrunnlag og oppvekstområder for fisk og sjøfugl. I dypere vannlag blir det ofte oksygenvikt som følge av at oksygenforbruket øker ved nedbrytningen av det organiske materialet som faller ned.

Tilstanden i Oslofjorden og tilgrensende områder har vært dårlig over mange år. I tillegg til lokale kilder tilføres langtransporterte næringsalter med havstrømmer fra sydlige Nordsjøen og Østersjøen. I de senere årene har tilstanden blitt bedre, i indre Oslofjord betydelig bedre, som en følge av tiltak for å redusere tilførslene av næringsalter (Kap 3.1). I figur 3.6 er forandringene i naturindeksen for kystvann pelagisk vist på kommunenivå for området. Endringene er størst i indre og midtre Oslofjord. Indeksen reflekterer i stor grad nedgangen i vekst av planteplankton (klorofyll), som er definert som nøkkelelement for kystvann pelagisk.

I figur 3.7 er utviklingen i indre Oslofjord vist mer i detalj. Tilførslene av næringsalter var lave tidlig på 1900-tallet, men økte etter hvert som en følge av voksende befolkning og utbygging av kommunale avløpssystemer. Tilførslene var på det høyeste omkring 1970, men avtok deretter som en følge av rensing av kommunalt avløpsvann. Reduksjonen gjaldt først bare for fosfor, men etter at det også ble stilt

Kystvann - pelagisk Oslofjord

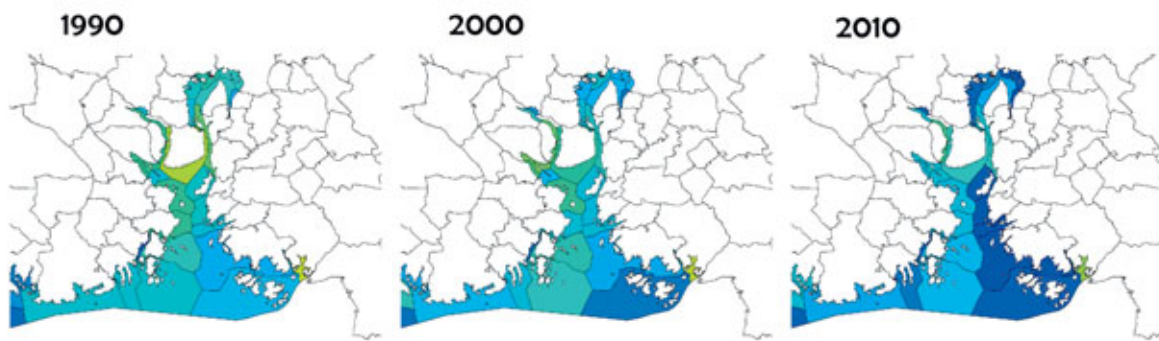
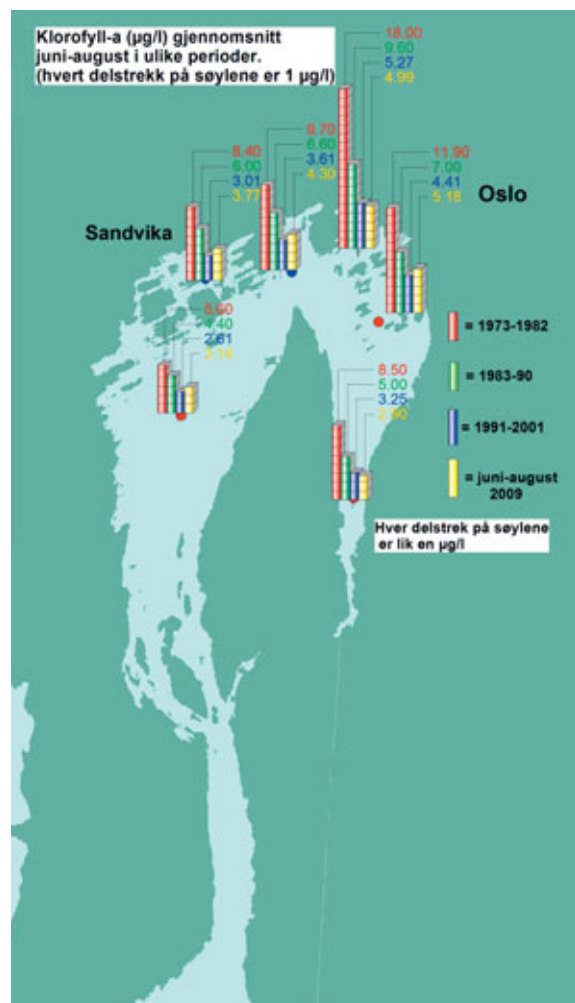
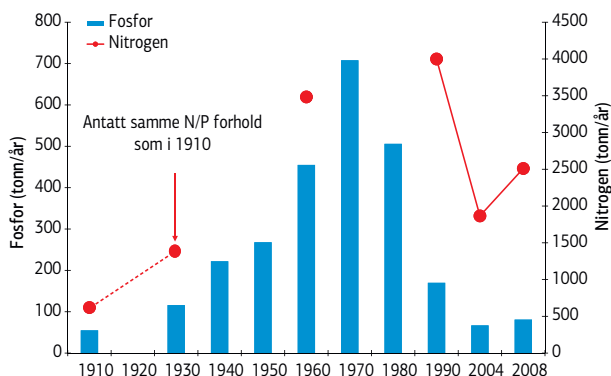


Fig 3.6 Tilstand i kystvann-pelagisk i kommuner ved Oslofjorden og nære kystområder.

krav om rensing av nitrogen på 90-tallet, har nitrogentilførslene falt betydelig. Etter 2004 er det igjen en svak økning, som settes i forbindelse med stadig økende befolkning i Oslo. Parallelt med økningen i næringssalter utover 1900-tallet var det en økt vekst av planteplankton i hele fjorden samtidig som miljøtilstanden generelt ble dårligere. Etter hvert som rensing av avløpsvannet førte til at tilførslene av fosfor og nitrogen ble redusert, har veksten av planteplankton avtatt. Dette er spesielt markert nær Oslo havn hvor mengden av algeklorofyll i sommermånedene har blitt redusert med omkring to tredeler fra 70-tallet. Samtidig med reduksjonen i planteplankton har oksygenforholdene blitt bedre i deler av indre Oslofjord. Dette har hatt positive effekter, blant annet har bestanden av reker tatt seg noe opp på tradisjonelle rekefelt i fjorden (Berge *et al.* 2010). På tidlig 1900-tall var det imidlertid et rikt fiske etter reker i indre Oslofjord. Dette er et tegn på at tilstanden for omkring hundre år siden var

klart bedre enn hva den er i dag. Det er nok derfor et stykke igjen, og vil kanskje kreve spesielle tiltak, å bringe fjorden tilbake til den tilstand den hadde før utbyggingen av moderne avløpssystemer tok til.



Figur 3.7 Venstre figur: Beregnede tilførsler av næringssalter til indre Oslofjord i perioden 1910-2008. Høyre figur: gjennomsnittlig biomasse av planteplankton målt ved konsentrasjon av klorofyll (chl a) på prøvetakingsstasjoner i indre Oslofjord i perioden 1973-2009. Fra Berge *et al.* (2010).

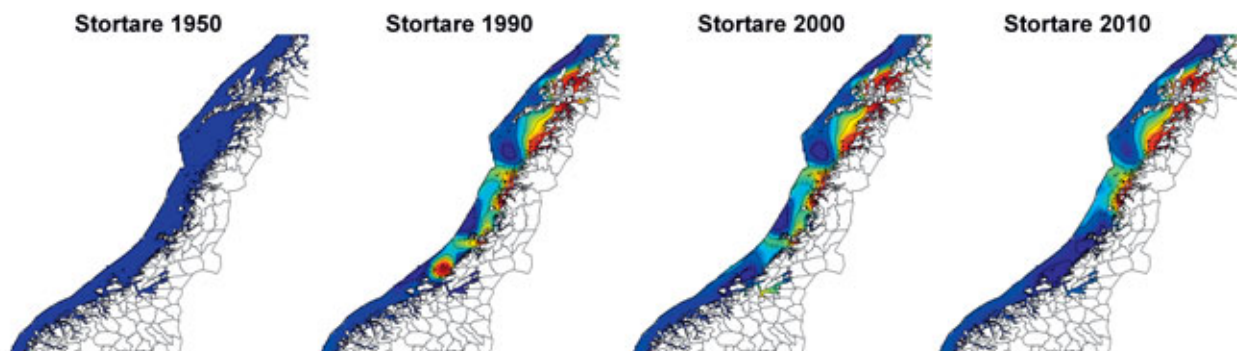
3.2.2 Tareskog og økosystemet på hardbunn

Hardbunn fra og med tidevannssonen og ned til ca 30 m dyp er normalt dominert av fastsittende alger som omfatter en artsrik sammensetning fra store arter som tang og tare til små brun-, grønn- og rødalger av ulik form. Disse algesystemene er beregnet å dekke et areal på størrelse med dyrket mark i Norge, ca 10 000 km². Den viktigste arten er stortare som danner tette skoger fra like under nivået for lavvann til omkring 20 meter dyp og dekker rundt halvparten av det ovennevnte arealet. Stortareskogene er svært produktive og kan årlig produsere langt over 10 kg plantemateriale pr m². Samtidig er tareskogene leveområde for et rikt dyreliv hvor for eksempel krepsdyr, snegl og andre smådyr kan finnes i tettheter på over 100 000 individer pr m². Smådyrene utnyttes som næringsdyr av større krepsdyr, fisk og andre topp predatorer langs kysten. Tareskogene er viktige oppvekstområder for yngel av lyr, sei og kysttorsk. På grunt vann kan andre arter som sukkertare og tang (grisetang, sagtang) ha tilsvarende funksjon som stortare og danne sammenhengende skoger eller belter. I tillegg til å være habitat for et stort antall arter eksporterer tareskogene næring til nærliggende økosystemer ved direkte eksport av organisk materiale opp til stranda eller ut på dypet, eller ved at dyr fra andre systemer kommer inn og henter ut næring fra tareskogene.

Tareskogene har vært utsatt for nedbeiting av kråkeboller langs hele kysten fra Midt-Norge og nordover. Nedbeitingen er forårsaket av den grønne kråkebolla (drøbak-kråkebolle) som forekommer i svært høye tettheter og spiser opp alt av vegetasjon og fastsittende dyr den kommer over. Når tareskogen er

beitet ned, medfører det at alle andre planter og dyr blir borte og bunnområdene forvandles til undervannsørkener der nesten ingen andre organismer enn kråkeboller finnes. Årsakene til nedbeiting er ikke kjent. I andre områder av verden hvor tilsvarende nedbeiting har funnet sted, har dette vært forklart ved overbeskatning på predatorer som kan holde kråkebollene i sjakk, men liknende forklaringer har bare vært spekulasjoner i Norge. Det kan tenkes at det er et sett av faktorer som ved sammentreff påvirker ulike stadier i kråkebollens livssyklus, og som det i så fall er vanskelig å påvise så mange år etter. På de nedbeitete områdene har kråkebollene dominert i rundt 40 år, og det kan synes som om det varige og stabile tareskogsystemet har tippet over til et nytt stabilt system der det kan være andre faktorer som opprettholder kråkebollenes dominans enn de som førte til at kråkebollene tok over.

Langs hele kyststrekningen der kråkebollebeiting foregår, er nedbeitingen sterkest på beskyttede områder i skjærgården og innover i fjordene (Fig. 3.8). Det antas at vannbevegelsen i ytre kystområder er for sterk til at kråkebollene klarer å holde seg der og at nedbeitingen derfor er mindre. Det kan også tenkes at tareskogene i de ytre strøk inneholder flere av kråkebollenes fiender. Nedbeitingen startet omkring 1970 og skjedde langs hele kysten av Midt-Norge og Nord-Norge. Rundt 1990 ble det oppdaget gjenvekst av tareskog i sør ved Hitra og Frøya. Senere har det vært gradvis gjenvekst nordover til et godt stykke opp på Helgelandskysten (2009). Denne gjenveksten synes å være noe flekkvis og den ser ut til å starte i bølgeutsatte farvann mens kråkeboller fortsatt dominerer i beskyttede strøk.



Figur 3.8 Utvikling og tilstand for tareskog i Midt-Norge og Nordland.

Forekomstene av stortare er beregnet med en modell basert på digitale sjøkart (georeferert informasjon om dybde) og GIS modellering. Modellen benytter ikke-biologiske faktorer som dyp, helning, bunnformasjoner og eksponering til å beregne sannsynlig forekomst av stortare. Modellen har oppløsning på 25 x 25 m og beregnet forekomstene i hver kommune (Rinde *et al.* 2009). Feltvalidering av modellen har vist at treffprosenten er høy (70-80 %). Graden av nedbeiting er også modellert med utgangspunkt i feltdata for forekomst av kråkeboller. I tillegg er det lagt inn en faktor for høsting i de områdene hvor det foregår taretråling.

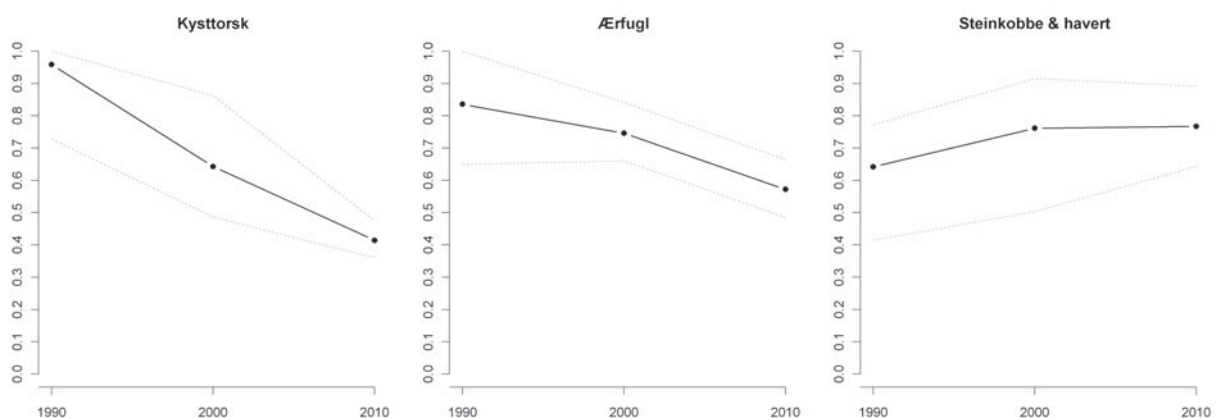
3.2.3 Fisk, fugl og pattedyr - har nedbeiting av tareskogen følger for arter på høyere nivå i økosystemet?

Når tareskogen nedbeites blir et av de mest artsrike og produktive miljøer i kystøkosystemet borte. Spørsmålet er derfor hvordan nedbeitingen kan påvirke arter på høyere nivåer i næringskjedene. Dette vil gjelde for mange arter av fisk som benytter tareskogen som næringsområde samtidig som de finner skjul for rovdyr, for sjøfugl som beiter på bunndyr, og sjøpattedyr som spiser fisk på grunt vann. I figur 3.9 er utviklingstrender for kysttorsk, ærfugl og steinkobbe, som er tre aktuelle arter som kan bli negativt påvirket når tareskogen nedbeites, vist for Midt-Norge og Nord-Norge. Kysttorsken, som tradisjonelt har vært en svært viktig ressurs, har gått sterkt tilbake og ble i 2006 ført opp på den norske rødlista. I motsetning til nordøstarktisk torsk (skrei) er kysttorsken svært stedbundet og prisgitt forholdene der den vokser opp. Torsken har

pelagiske egg, men etter klekking søker yngelen mot bunnen på grunt vann. Ved feltforsøk i nedbeitede områder i Porsangerfjorden i Finnmark er det nylig påvist at på arealer hvor kråkebollene fjernes og taren kommer tilbake, er det rike ansamlinger av torskeyngel mellom tareplantene. Samtidig viser kartlegging av fisk i fjorden at det er en sammenheng mellom forekomst av tare og fordelingen av ungtorsk (Bjørge *et al.* 2010). Selv om nedgangen i torskebestanden nok kan skyldes flere forhold, gir disse undersøkelsene klare signaler om betydningen av tareskogen for å opprettholde bestanden av kysttorsk. Til sammenligning er det for hyse, hvor yngelen vokser opp på dypere vann, ikke samme nedgang i bestanden som for kysttorsk.

Hekkebestanden av ærfugl har også gått tilbake i Midt- og Nord-Norge. Dette er spesielt tydelig i fjordene som overvåkes (Trondheimsfjorden og Ranafjorden). Ærfugl spiser skjell, muslinger, krabber og andre arter som gjerne finnes i tareskogsområder. Den spiser også mye kråkeboller, men om dette kan redusere bestanden av kråkeboller er usikkert.

Steinkobbe og havert har ikke hatt nedgang og har heller hatt en liten økning innen det aktuelle området. Steinkobben har imidlertid hatt nedgang på landsbasis i senere år. Begge artene er oppført på Rødlista 2006. Artene beskattes i kvoteregulert jakt. I tillegg omkommer et ukjent antall dyr som følge av bifangst i fiskeredskaper. Nedgangen for steinkobben er mest sannsynlig en følge av at den samlede beskatningen er for høy (HI 2010). Selene tar for det mest fisk som føde, særlig sei, sild, øyepål, torsk og steinbit. Observasjoner av steinkobben viser at den ofte oppholder seg i nærheten av frisk



Figur 3.9 Utviklingstrender for kysttorsk, ærfugl og steinkobbe i Midt-Norge og Nord-Norge.

tareskog og fanger fisk der. Den kan imidlertid dykke svært dypt og hente næring også andre steder. Resultatene viser ingen sammenheng mellom nedbeitingen av tareskogen og bestanden av selene, men trolig er beskatningstrykket så vidt høyt at dette vil overskygge eventuelle effekter som har med endringer i selenes næringstilbud eller økologiske forhold å gjøre.

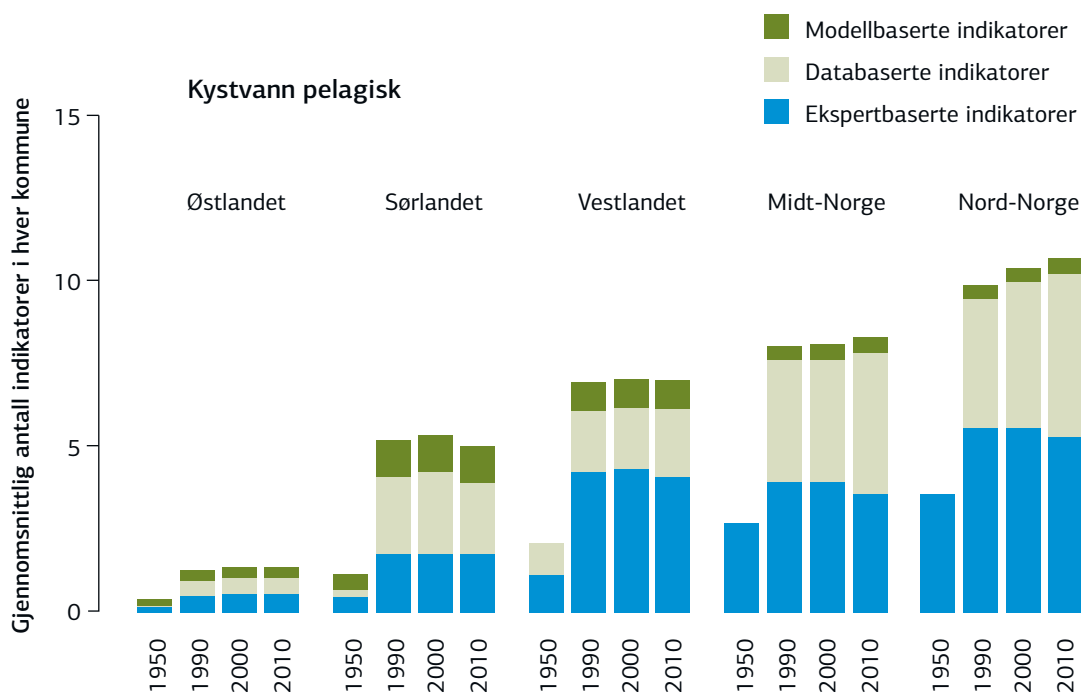
3.3 Datagrunnlaget og kunnskapsmangler

Datagrunnlaget for kystsonen er ikke tilfredsstillende. Dels er det få indikatorer, dels er utvalget av arter og organismegrupper taksonomisk ubalansert, og dels er det svært få indikatorer som har data fra lengre kyststrekninger i Norge. Sammenlignet med de andre hovednaturtypene er gjennomsnittlig antall indikatorer per kommune lavest for kystvann (Kap 1). Situasjonen er dårligst for pelagisk miljø hvor det er få indikatorer og betydelig overvekt av sjøfugl sammenholdt med andre grupper. Planteplankton, dyreplankton og fisk er bare representert ved noen få indikatorer. Bare et fåtall av indikatorene har landsdekkende verdier. Dette kommer til uttrykk i figur 3.10 som viser at de aller fleste kommunene har færre enn 10 indikatorer. Det er færrest indikatorer i indre Skagerrak, mens det er noen flere nordover langs kysten. Dette har nok sammenheng med at forholdsvis mange sjøfugl rapporteres i Nord-Norge.

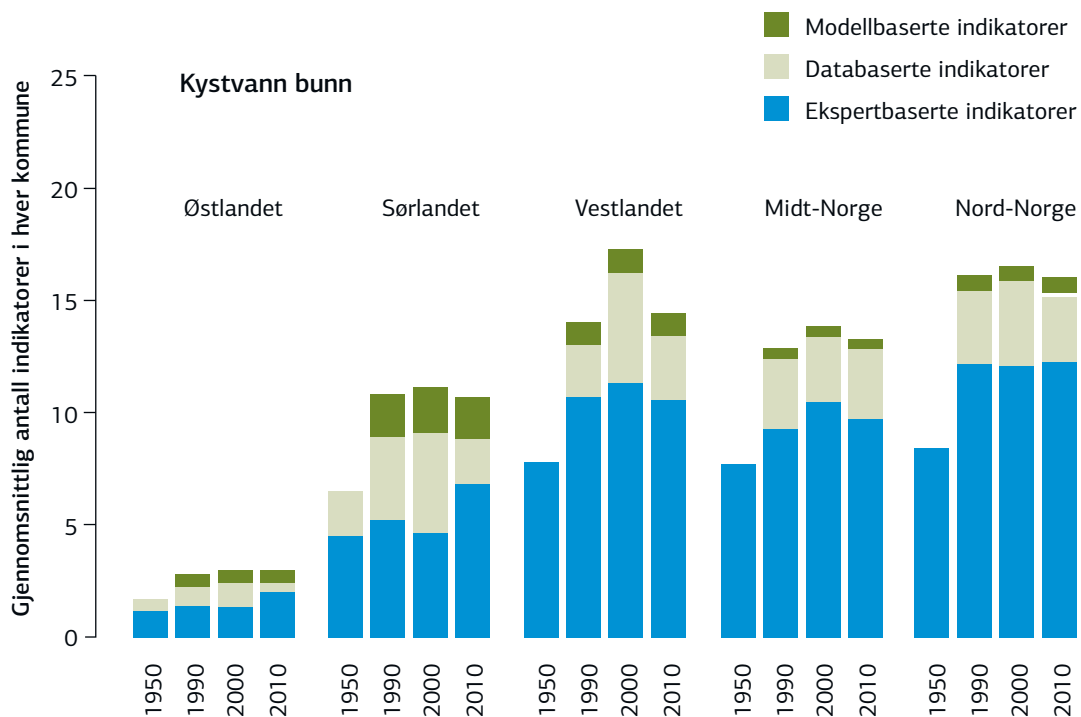
Både for planteplankton og dyreplankton drives det regelmessig overvåking bare på et fåtall stasjoner. Et hovedproblem er at korttidsvariasjonene i plankton er svært store. Det må derfor gjennomføres hyppig prøvetaking gjennom et fastlagt tidsrom for å få beregne representative dataverdier som kan benyttes i tidsserier for overvåking av endringer. Noe prøvetaking kan automatiseres, men med unntak for biomasse av planteplankton (klorofyll a), er automatisert prøvetaking til nå ikke gjennomført i noen skala i norske farvann. For flere mulige indikatorer, spesielt indikatorer som representerer artssammensetning, vil det også være nødvendig å gjennomføre et utviklingsarbeid for å fastsette referansetilstand. Dette var ikke mulig å få til under det foreliggende prosjektarbeidet, men bør kunne gjennomføres til framtidige oppdateringer av naturindeksen.

For bunnsystemer er det bedre taksonomisk balanse, men det er relativt mange indikatorer for fisk og relativt få indikatorer for fastsittende alger og virvelløse dyr. For alger og virvelløse dyr er det imidlertid benyttet flere mål for artsmangfold som i naturindeksen er definert som nøkkelparametre og som derfor vektet opp i beregningene. Figur 3.11 viser at den geografiske dekningen heller ikke for bunnsystemer er særlig god. Dette gjenspeiler at bare noen få av indikatorene er landsdekkende. Også for bunnsystemer er faste overvåkingsprogrammer i stor grad begrenset til enkelte regioner av kysten, men det foregår en rekke miljøundersøkelser som gir grunnlag for å beregne indikatorer. Heller ikke for bunnsystemer har det vært mulig å fastsette referansetilstand for alle ønskelige indikatorer.

Geografisk representativitet innebærer særlige utfordringer i kystsonen fordi naturforholdene er så sterkt varierende. Indikatorer som representerer artsmangfold for alger og virvelløse dyr, foreligger som punktmålinger på faste stasjoner. Dette er data som er spesielt innsamlet for å overvåke miljøtilstand eller tidstrender, men som er usikre med hensyn til hvilke sjøarealer de representerer. Problemet følger av at habitater og naturtyper i kystsonen er svært mangelfullt kartlagt (se nedenfor). Slike data er i utgangspunktet representative for vannforekomsten eller kommunen hvor prøvene er tatt, men i naturindeksen har de i noen tilfeller vært gjort gjeldende også for nærliggende kommuner. Dette vil innebære en grad av usikkerhet som ikke kan kontrolleres, men som må avveies mot ønsket om å øke antall indikatorer for kommunene.



Figur 3.10 Kystvann pelagisk. Gjennomsnittlig antall indikatorer som er ekspertvurdert, basert på overvåkingsdata, eller basert på modeller for hver kommune i de fem regionene på ulike tidspunkter.



Figur 3.11 Gjennomsnittlig antall indikatorer for bunnlevende organismer i kystvann der verdiene er ekspertvurdert, basert på overvåkingsdata, eller basert på modeller for hver kommune i de fem regionene på ulike tidspunkter.

3.4 Egne tema

3.4.1 Kartlegging av naturtyper i kystsonen

I forbindelse med overvåking av økologisk tilstand som skal gjennomføres under EUs vanndirektiv, og som også vil gi data til Naturindeksen, er det nødvendig å kjenne til hvilke naturtyper som finnes i vannforekomstene som skal overvåkes. Foreløpig er kartlegging av marine naturtyper kommet svært kort sammenlignet med tilsvarende kartlegging på land. Dette har selvfølgelig å gjøre med at undersjøisk natur er lite tilgjengelig og ikke kan observeres på samme måte som på land. Behovet for kunnskap om marine naturtyper er imidlertid like fullt tilstede med sikte på bruk og forvaltning av sjøområdene. Dette omfatter både naturtyper som er viktige for biomangfold og biologisk produksjon og naturtyper som er habitater for kommersielle arter.

Over flere år har det foregått et arbeid med utvikling av egnet og kostnadseffektiv kartleggingsmetodikk. Dette har vært gjennomført som del av "Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold" som er en tverrdepartemental flerårig virksomhet. I programmet tas det sikte på at kommuner og faginstusjoner skal gå sammen om å utføre kartlegging av utvalgte naturtyper (og også forekomster av utvalgte arter) som har særlig betydning for biologisk mangfold. Kartleggingen omfatter tre hovedvirksomheter: 1) utvikling av kart med sannsynlig forekomst av ulike naturtyper basert på modellering, 2) registrering av "enkle" naturtyper som ikke krever spesiell fagkunnskap og som kan gjennomføres lokalt, og 3) registrering av naturtyper som krever avansert metodikk eller spesialkunnskap og må gjennomføres med faglig bistand. Modellene er basert på digitale kart og kunnskap om fysiske faktorer som bestemmer naturtypenes forekomst. Et eksempel på modellerte naturtyper er tareskog (stortare) som beskrevet ovenfor. Til nå har det vært gjennomført kartlegging i kommuner i Østlandsområdet, Agder-fylkene, Hordaland, Nordland, Troms og Finnmark, men det er ennå et godt stykke fram til tilfredsstillende dekning. Kartleggingen vil være grunnleggende for å velge nye indikatorer til naturindeksen, som over tid vil kunne bli landsdekkende, og samtidig karakterisere referansetilstand som basis for å overvåke utviklingen i valgte indikatorer.

3.4.2 Miljøovervåking – fra parametre og indikatorer til forvaltning

Innen miljøovervåking i kystvann har det over mange år vært benyttet biologiske elementer for å karakterisere miljøtilstand. Analyser av organismesamfunn i bunnsystemer er mest brukt fordi organismene sitter i ro og må være tilpasset forholdene på stedet. Spesielt har dette vært benyttet for å undersøke effekter av kommunalt avløpsvann, industriutslipp og tilførsler av næringssalter. På 1990-tallet ble det utviklet et klassifikasjonssystem for miljøkvalitet hvor artsmangfold for bunnfauna på bløtbunn ble benyttet som parameter (Molvær *et al.* 1997). Systemet opererer med fem tilstandsklasser fra meget god til meget dårlig tilstand. Systemet har vært mye brukt, men i mange tilfeller har det vist seg nødvendig å supplere med generell artskunnskap for å gi en tilfredsstillende vurdering av tilstanden i et undersøkelsesområde.

Ved innføringen av EUs vanndirektiv blir miljøovervåking i kystvannet mer økosystembasert og helhetlig. Vanndirektivet krever at det utarbeides et klassifikasjonssystem med konkrete klassegrenser for biologiske og kjemiske kvalitetselementer (parametre) som skal inngå i faste overvåkingsprogrammer. De biologiske elementene omfatter planteplankton, fastsittende alger på hardbunn og bunnfauna på bløtbunn (Veileder 01:2009). Klassene løper fra svært god økologisk tilstand til svært dårlig økologisk tilstand. Klassegrensene fastsettes ut fra avvik fra såkalt naturtilstand (referansetilstand) som må bestemmes for hvert element. På mange måter er vanndirektivet en videreføring av de tidligere klassifikasjonssystemene.

Prinsippet i vanndirektivet med å bedømme kvalitets-elementene mot en fastsatt naturtilstand er svært nær det som ligger til grunn for naturindeksen. Biologiske kvalitetselementer fra vanndirektivet kan derfor benyttes direkte i naturindeksen. Foreløpig finnes det bare data og klassifikasjonssystemer for noen få elementer. Flere av systemene utvikles gjennom internasjonal interkalibrering som tar tid. Med sikte på framtidige beregninger av naturindeksen vil det imidlertid etter hvert foreligge flere elementer som kan benyttes.

Den geografiske enheten i vanndirektivet er en såkalt "vannforekomst" som vil være en naturlig avgrenset fjord, del av fjord eller avgrenset kyststrekning. Kystvannet inndeles i vanntyper fra ytre kyst til indre fjord etter grad av eksponering og ferskvannspåvirkning, hvor en vannforekomst vil tilhøre en vanntype (Moy *et al.* 2003). I prinsippet skal naturtilstanden for hvert kvalitetselement fastsettes separat for hver vanntype. Denne geografiske inndelingen er svært forskjellig fra inndelingen i naturindeksen som har kommune som geografisk enhet. I vanndirektivet vil en kommune ofte ha flere vannforekomster og tilhøre flere vanntyper. Dette kan kreve tilpasninger når parametre fra vanndirektivet skal representere arealer i naturindeksen.

3.4.3 Brakkvann – små forekomster i Norge, men likevel viktige

Brakkvann er sjøvann som er oppblandet med ferskvann og har nedsatt saltinnhold. Brakkvann er ingen utbredt naturtype i Norge, men finnes i poller og fjorder som mottar ferskvann, ved store elveutløp og i innsjøer nær havet som tidvis mottar saltvann. Brakkvann er generelt artsfattige miljøer. I brakkvann finnes enkelte marine arter som kan tåle lav saltholdighet og noen få "ekte" brakkvannsformer som er spesielt tilpasset og bare finnes der. Ved lav saltholdighet finnes også enkelte ferskvannsarter som kan tåle svakt saltvann. Brakkvann blir betraktet som sensitive for miljøpåvirkninger fordi artsmangfoldet er lavt. Mange steder er brakkvannslokalitetene truet fordi disse ofte finnes nær byer og industristeder som påvirker miljøet.

Brakkvannsområdene har spesielle naturkvaliteter. Mange av artene som bare forekommer i brakkvann er rødlistet. Dette er fordi brakkvannsområdene er isolerte miljøer med små muligheter for nyrekrutering i tilfelle bestandene ødelegges. For fisk som vandrer mellom hav og ferskvann er de nødvendige overgangssoner hvor de kan tilpasse seg endringene i saltholdighetsregime. Samtidig er brakkvann ofte en inngangsport for fremmede arter. Mange fremmede arter, spesielt arter som overføres i ballastvann med skip, tåler lav saltholdighet og kan fort finne fotfeste i brakkvann hvor det er liten konkurranse fra stedegne arter.

I Norge foregår det i dag bare spredt overvåking i brakkvannsystemer. Det er derfor generelt lite tilgjengelig informasjon som kan benyttes i naturindeksen. Under vanndirektivet vil det bli utviklet egen overvåkingsmetodikk for brakkvannssystemer, såkalt overgangsvann eller "transitional waters", men det er foreløpig ikke avklart i hvilken grad dette vil bli gjort gjeldende for Norge.