

# Resultater fra fem års undersøkelser av kystområdene i Sør-Norge

Av Are Pedersen

Are Pedersen er prosjektleder ved Norsk Institutt for vannforskning

Innlegg på seminar i  
Norsk vannforening 15. april 1996

## Innledning

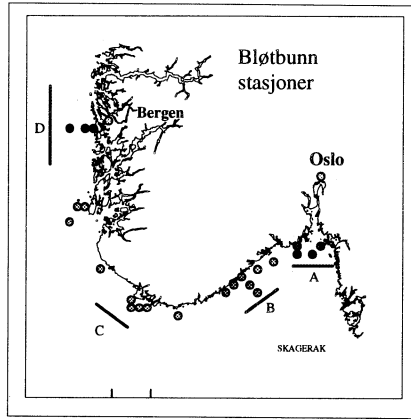
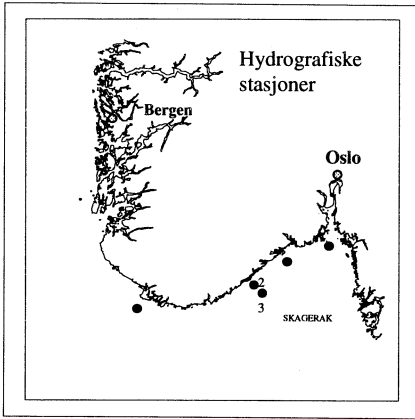
Senere års forskningsresultater tyder på økt næringssaltbelastning og til dels kritiske tilstander på lokaliteter i Kattegat og sydlige del av Nordsjøen (Naturvårdsverket 1988; Rosenberg et al. 1990; Rydberg et al. 1990; Enoksson et al. 1990). Begge områder viser symptomer på eutrofiering; økte nitrogenkonsentrasjoner, et sterkere innslag av flagellater i planktonsamfunn, økt biomasse av bunnfauna samt oksygensvikt på tidligere produktive lokaliteter.

Den aktuelle debatten om eutrofisituasjonen i ytre Oslofjord, og den eventuelle nytten av reduksjoner av næringssalter, spesielt nitrogen, understreker også behovet for langtidsobservasjoner av tilstanden i marine områder for å kunne skille mellom naturlige variasjoner og forurensningsgenererte effekter. Mangelen på historiske langtidsserier av både biologiske og hydrokjemiske data, har i de senere år også aktualisert et slikt kunnskapsbehov - jevnfør manglende beslutningsgrunnlag i nitrogenensdebatten.

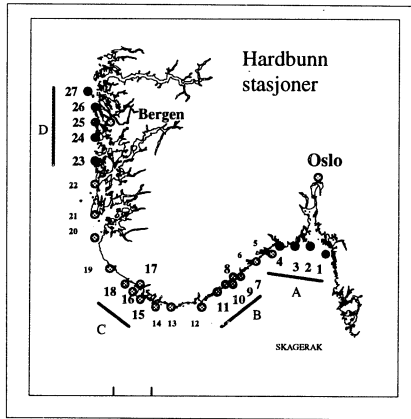
Kystovervåkingsprogrammet ("Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge") er i hovedsak et prosjekt som skal samle inn biologiske og hydrografiske data og vurdere dataene i sammenheng for å bedre kunne forstå de styrende prosesser i våre ytre kystfarvann. Prosjektet ledes av NIVA med Havforskningsinstituttet som samarbeidspartner på hydrografisiden. Samlet bidrar ca. 11 forskere til kontinuiteten av prosjektet ( Se Pedersen et al. 1995a,b). Kystovervåkingsprogrammet skal bidra til å:

- Gi oversikt over miljøtilstanden m.h.p. næringssalter og effektene av disse.
- Identifisere fra hvilke områder ulike næringssaltmengder kommer til norskekysten.
- Kartlegge endringer i næringssaltkonsentrasjonene over tid.
- Kartlegge effekter av næringssalter på utviklingen og tilstanden i hard- og bløtbunnssamfunnene.

Data fra kystovervåkingsprogrammet benyttes også internasjonalt ved at de rapporteres til bl.a. OSPARCOM (Oslo/ Paris kommisjonen) og benyttes av andre forskere i Europa. I tillegg er det



Figur 1. Stasjonsplasseringen for hydrografi, bløt- og hardbunn innen hovedområdene A,B,C og D.



opprettet kontakter mot det svenske og danske kystovervåkingsprogrammet. De data som innsamles under prosjektet vil også danne et viktig datagrunnlag for alle andre marine undersøkelser som utføres i våre fjorder og kystrandområder hovedsakelig i Sør-Norge. Eventuelle endringer påvist under lokale undersøkelser, vil kunne vurderes og jus-

### Tabell 1.

Beregnet tilførsel av næringsalter, suspendert materiale (S,P.M.), biologisk og kjemisk oksygenforbruk (BOD,COD) samt total organisk karbon (TOC) til den norske Skagerrakkysten 1990/93 (Holtan et al. 1994) i tonn/år.

År/ variable	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Tot-N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	S.P.M	COD	BOF	TOC
1990	1236	267	36712	16301		370716			
1991	1155	434	33678	14693		19920	24264	13940	130605
1992	1094	389	35509	18873	8136	408277	281002	14322	197234
1993	1034	391	35092	16953	6234	274282	150174	14092	174301

teres mot eventuelle naturlige endringer i det marine miljø i de nærliggende ytre kystområder.

Undersøkellesområdet strekker seg fra svenskegrensen i øst til Fedje nord for Bergen (Figur 1). Det er primært forholdene øst for Lindesnes som ønskes belyst, men deler av Vestlandet inngår som et referanseområde for deler av undersøkelsene

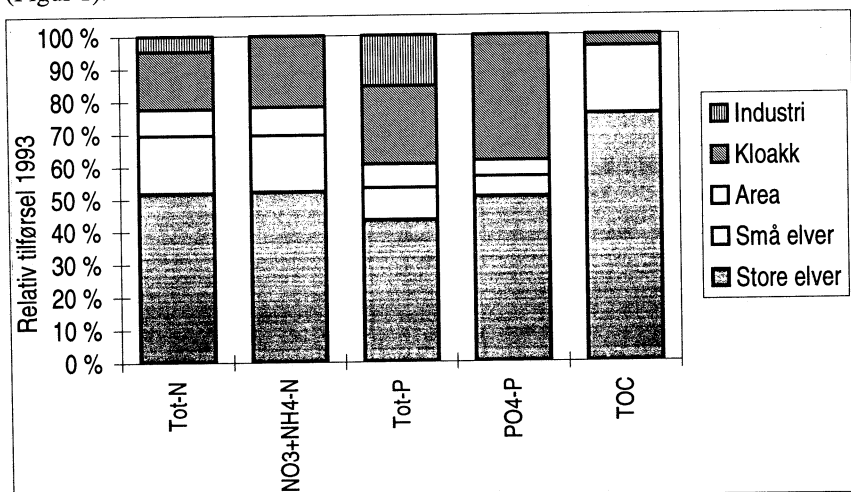
## Program

Programmet omfatter tre ulike fagområder:

**1. Hydrografi- og planteplanktonundersøkelsene** inkluderer målinger av temperatur, saltholdighet, Tot-P,  $PO_4$ -P, partikulært P, Tot-N,  $NO_3$ -N+ $NO_2$ -N,  $NH_4$ -N, partikulært N,  $SiO_2$ , partikulært C, total suspendert materiale, klorophyll-a, Secchi dyp and planteplankton opptil 22 ganger årlig på 5 stasjoner (Figur 1).

**2. Bløtbunnsundersøkelser** hvor en overvåker sedimentlevende organismesamfunn på 50-460m dyp en gang pr. år på opptil 28 stasjoner (Figur 1). Faunaen beskrives gjennom biomassemålinger og andre samfunnsparametre som f.eks. artsmangfold. I tillegg analyseres sedimentets kornstørrelse og innhold av organisk karbon og nitrogen.

**3. Hardbunnsundersøkelser** inkluderer årlig registreringer av organismesamfunn som lever på fast underlag (fjell/stein) på inntil 27 stasjoner langs kysten (Figur 1). På hver stasjon utføres bestemmelser av alle større alger og dyr fra 30m og opp til overflaten, kvantitative og kvalitative analyser av faste kvadrater på visse dyp, tareskogundersøkelser samt undersøkelser i strandlinjen.



Figur 2. Relativ tilførsel til Skagerrakkysten i 1993 fordelt på variable og kilde. Area er arealavrenning. (Uorganisk nitrogen og fosfor fra industri og organisk stoff fra areal er ikke beregnet).

## Resultater

Følgende resultater representerer et sammendrag av en 5-årsrapport 1990-1994 for prosjektet (Pedersen et al. 1995).

### Tilførsler fra Norge

Tilførslene til den norske Skagerrakkysten for tidsrommet 1990-93 er vist i tabell 1 (Holtan et al. 1994).

Den relative tilførselen fra de ulike kildene i 1993 er illustrert i Figur 2.

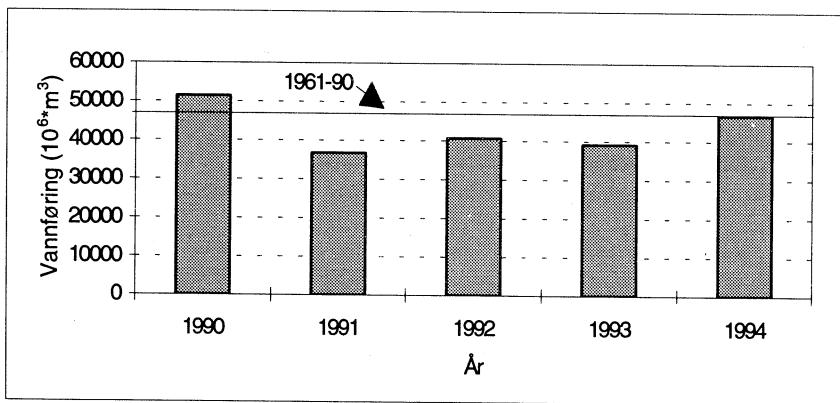
For perioden 1990-93 var det noe avtakende tilførsler for fosfor, mens nitrogentilførslene ikke viste noen slik tendens. På tross av en ekstra stor tilførsel av suspendert materiale i 1992, noe som skulle tyde på større erosjon dette år, avspeiles dette kun i økte tilførsler av nitrogen. Tilførslene beregnet som kjemisk- og biologisk oksygenforbruk er ikke knyttet til vannføringen i elvene, ettersom de er beregnet på direkte utslipp fra kommuner og industri. Ho-

vedparten av ammoniumtilførslene er også beregnet på direkte tilførsler.

Tilførslene varierte mye fra år til år, bl.a. avhengig av varierende ferskvannstilførsel (Figur 3). Det er også av betydning når på året tilførslene skjer. Viktigste variable kilde i denne sammenheng er elvetilførslene. Med eksempel i Glomma var vårfloppen i 1991 og 1992 betydelig mindre enn normalt (1961-90), og vintervannføringen var ekstra stor i 1990 og 1993 (Figur 3).

### Tilførsler til Nordsjøen og Skagerrak fra andre land

Tilførsler av bl.a. næringssalter blir nå beregnet for hvert år av de ulike land som har utslipp til Nordsjøen. Ettersom den norske Skagerrakkysten ligger "nedstrøms" disse utslipp, vil de også kunne ha innflytelse på det norske kystmiljøet. Tilførslene fra England, Belgia, Nederland, Tyskland, Danmark og Sve-



Figur 3. Årsvannføringen ( $10^6 \text{ m}^3$ ) i Glomma, Drammenselva, Numendalslågen, Skienselva og Otra (Data fra NVE). Den horisontale linjen antyder middelvannføringen i perioden 1961-90. Data for 1993 og 1994 kan være noe underestimert (pers.com. NVE)

## Tubell2.

Tilførsler til Nordsjøen i kilotonn fra ulike land i 1992 (OSPARCOM, 1994). For Danmark og Sverige inngår også tilførsler til Kattegat. NB! Frankrike mangler i denne sammenstillingen.

Land/variable	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Tot-N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N
England	3	3	31	10	21
Belgia	3	1	40	22	4
Nederland	20	11	394	281	24
Tyskland	11	3	237	179	13
Danmark	2	1	62	51	mangler
Sverige	0	0	14	6	3
<b>Totalt</b>	<b>39</b>	<b>19</b>	<b>778</b>	<b>549</b>	<b>&gt;65</b>
Norge	1	0.4	35	19	8
Norge/totalt	3	2	4.5	3.5	?

rike i 1992 fremgår av tabell 2. De klart største tilførsler av næringssalter til området kommer fra Nederland og Tyskland. I denne sammenheng utgjør de norske tilførslene mellom 3 og 4 % av landbaserte tilførsler.

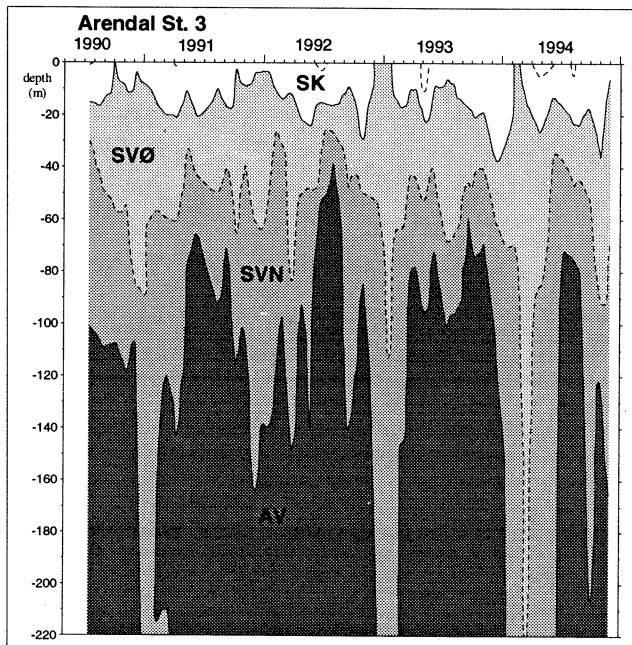
## Hydrografi

Vannmassene i Skagerrak kan deles inn i flere hovedvannmasser (Tabell 3).

Atlantisk vann tilføres Skagerrak fra Norskehavet via nordlige Nordsjøen og lagres inn under det lettere Skagerrakvannet. Langs Sørlandskysten vil den-

**Tabell 3. Inndeling av vannmassene i Skagerrak.**

	Kode	Saltholdighet (PSU)	Temperatur
Brakkvann vann	BV	< 25.0 ‰	
Skagerrak kystvann	SK	25.0-32.0 ‰	0-20 °C
Skagerrak vann	SV	32.0-35.0 ‰	3-16 °C
Skagerrak vann (øvre)	SVØ	32.0-34.5 ‰	3-16 °C
Skagerrak vann (nedre)	SVN	34.5-35.0 ‰	3-16 °C
Atlantisk vann	AV	> 35.0 ‰	5.5-7.5 °C



Figur 4. Vertikal fordeling av vannmassene utenfor Arendal, 1990-94. Vannmassene er definert i Tabell 3

ne vannmassen normalt finnes under ca 100 meters dyp (Figur 4). Skagerrakvann-nedre består hovedsakelig av vann fra de sentrale deler av Nordsjøen, mens Skagerrakvann-øvre har sin opprinnelse i sørlige Nordsjøen, tildels med innblanding av ferskvann fra Østersjøen og lokal ferskvannsavrenning. Langs Sørlandskysten er Skagerrakvannet innlagret mellom Skagerrak - kystvann og det dypere liggende Atlantiske vannet. Skagerrak-kystvann består hovedsakelig av en blanding mellom Østersjøvann, lokalt ellevann og vann med opprinnelse i sørlige og tildels sentrale deler av Nordsjøen, og har normalt en tykkelse på mellom 15 og 20 meter langs Sørlandskysten (Figur 4).

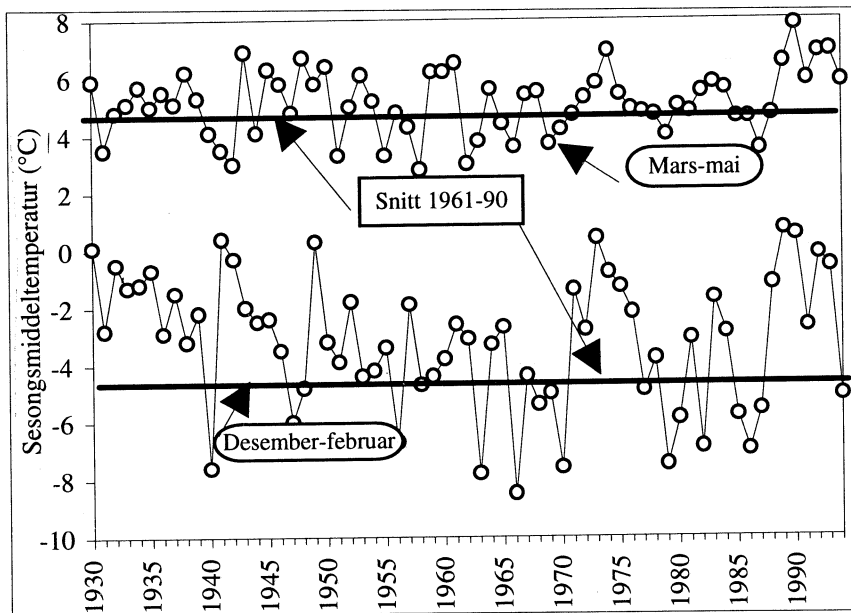
Med stor lokal ferskvannsavrenning fra elver i indre Skagerrak (vår og høstflom) dannes det ofte nær kysten et lokalt brakk-vannslag med saltholdighet under 25‰. I et normalår er midlere vertikalutbredelse av brakkvannet ca. 5m i april og mai.

Generelt sett var innslaget av brakkvann og nivåer av næringsalter avtakende fra øst mot vest. De laveste temperaturene i overflatevann ble registrert i øst og

økte mot vest. Det var milde vintre og vår i 1990-93, men mer normale forhold i 1994. Somrene 1990-92 var tilnærmet normale, mens sommeren 1993 var blant de kaldeste og sommeren 1994 blant de varmeste siden 1924 (Figur 5).

Ekstreme vindforhold vinteren 1993-94, medførte en betydelig økt vertikalutbredelse av Skagerrakvann-øvre, noe som også medførte at Atlantisk vann lå dypere enn normalt. Det var forøvrig et relativt stort innslag av Atlantisk vann i Skagerrak i 1990-93, noe som skyldes økt innstrømning av dette vann til Nordsjøen (Skagerrak).

I sommersesongen kan fosfor ha vært et potensielt begrensende næringsalt



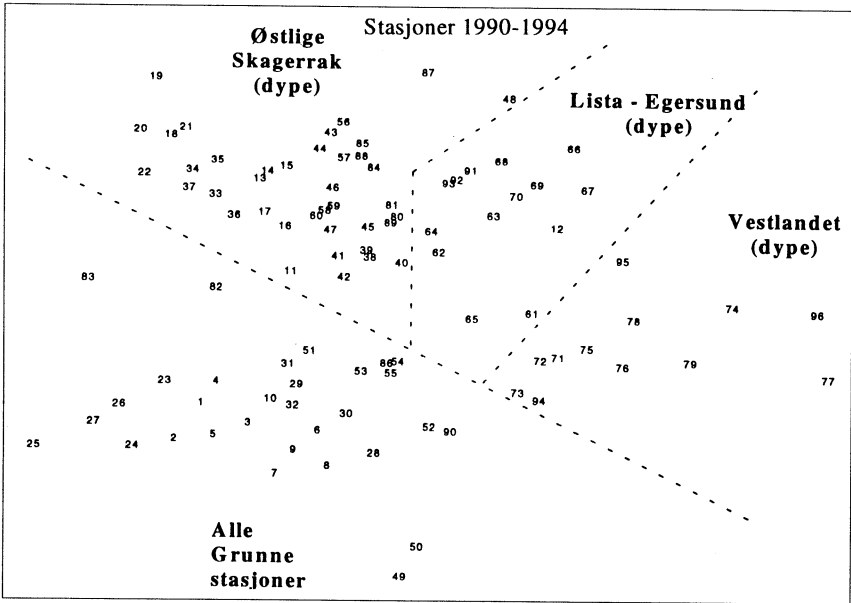
Figur 5. Vinter- og vårsesongtemperatur ved Blindern, Oslo 1930-94. (Data fra Det Norske Meteorologiske Institutt).

ved Jomfruland og Arendal (St. 2), og nitrogen kan ha vært det ved Lista. C/N/P-forhold i planktonalger fra de to områdene gav imidlertid få og svake indikasjoner på at veksten var fysiologisk begrenset av tilgangen på næringssalter. Midlere konsentrasjon av de fleste næringssalter økte fra 1991 til 1994 i de øvre vannlag (data mangler for 1990). For totalfosfor var utviklingen imidlertid omvendt. I henhold til SFTs klassifiseringsystem for miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann var vannkvaliteten stort sett god (tilstandsklasse I) i hele undersøkelsesområdet.

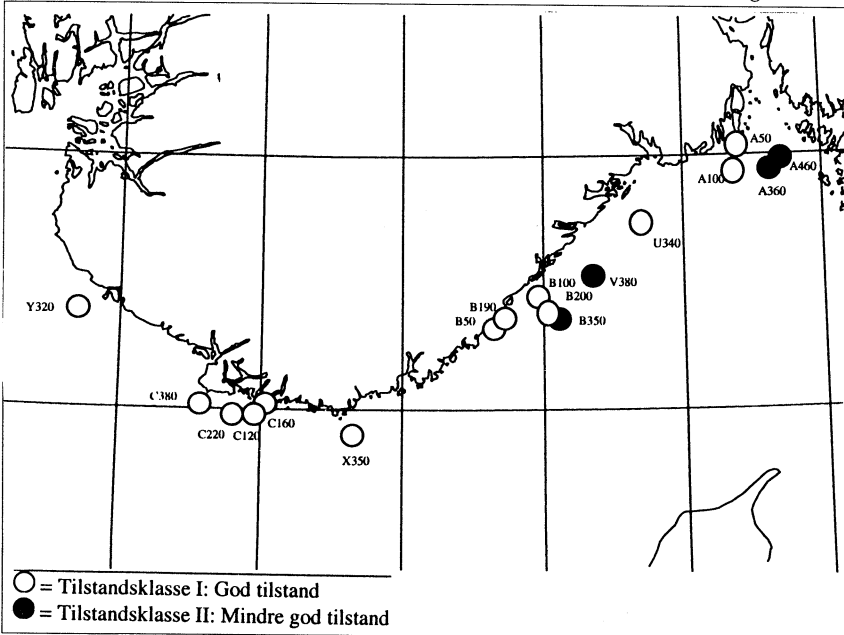
Det har vært en økning i planktonbiomassen (målt som partikulært karbon) i perioden. Generelt viste observasjonene ved Arendal at det har vært noe

mindre "algebiomasse" i perioden, særlig markert om våren (unntatt 1994), når klorofyllobservasjoner i 1990-94 sammenlignes med observasjoner fra 1980-90. De største oppblomstringene har vært om sensommeren/høsten (*Gyrodinium aureolum*).

I 1991 ble det observert forhøyet nitratkonsentrasjon i april måned i Skagerrakvann-øvre og tildels også i de dypeste deler av Skagerrak-kystvann. Dette skyldes sannsynligvis en langttransport av nitratrike vannmasser fra sørlige Nordsjøen (Aure et al. 1993). I april 1994 ble dette påny observert og årsaken er trolig den samme. Observasjoner av relativt kortvarige episoder av vann med forhøyede nitrat/silikat forhold ble registrert hvert år mellom fe-



Figur 6. Gruppering av stasjoner m.h.t. stasjonenes artssammensetning



Figur 7. Klassifisering av tilstand i 1994, basert på artsmangfold



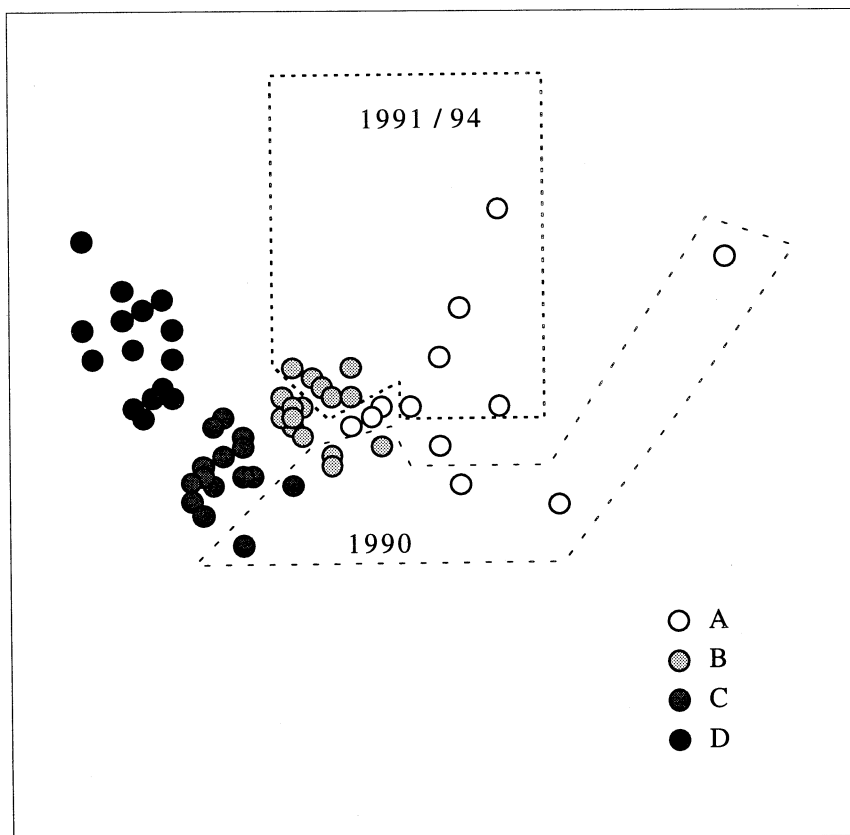
bruar og juni i 1991-94. Saltholdighe- ten og nitrat/silikat -forholdet sannsyn- liggjør årlig tilførsel av vann av varierende kvantitet og kvalitet, fra bl.a. sør- lige Nordsjøen (Tyskebukta) til den norske sørkyst. Dette er også blitt be- kreftet av undersøkelser under flompe- rioden på kontinentet i 1995 (Magnus- son & Nygaard, 1996).

## Biologi

Artssammensetningen på stasjonene

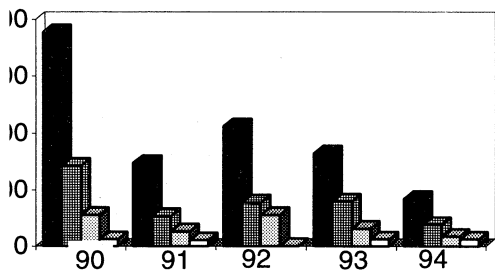
forandret seg fra øst mot vest. Det var også en tendens til et økende antall arter av dyr, både på bløt- og hardbunn, fra øst mot vest. Bløtbunnsfaunaen viste en markert forandring i artsammenset- ning ved Lista og ved Jæren, slik at området mellom disse stedene dannet en overgangssone (Figur 6). Individ- vekt og individantall av tre av de van- ligste bløtbunnsartene økte mot øst.

I Figur 7 er det foretatt en klassifise- ring av tilstand på bløtbunn i 1994,

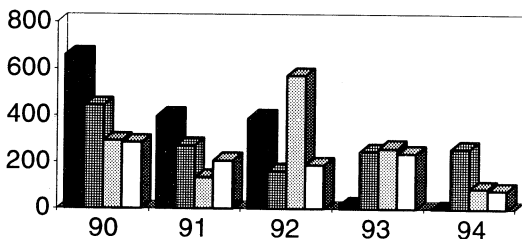


Figur 8.. Grafisk fremstilling av forskjeller mellom stasjonene innen de fire hovedområdene (basert på artssammensetningen av alger).

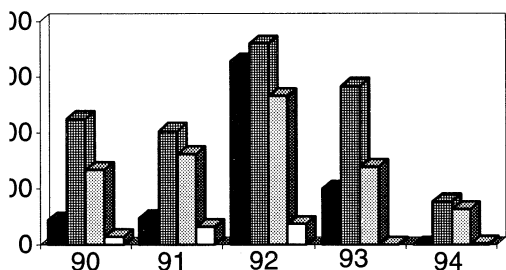
Vanlig rekeklo



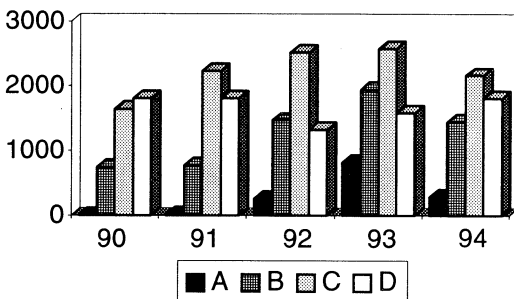
Vanlig havdun



Småfagerving



Stortare



Figur 9. Relativ forekomst (def. se Pedersen et al 1995) av vanlig rekeklo (*Ceranium rubrum*), vanlig havdun (*Pterosiphonia parasittica*), småfagerving (*Apoglossum ruscifolium*) og stortare (*Laminaria hyperborea*) i område A, B, C og D gjennom hele perioden (1990-94). Unge individer av stortare er inkludert i beregningene.

basert på artsmangfold i følge kriterier i SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Rygg & Thelin 1993). Bare de dype stasjonene inne i Skagerrak kan karakteriseres som mindre gode. Alle andre stasjoner kan karakteriseres som å være i god tilstand.

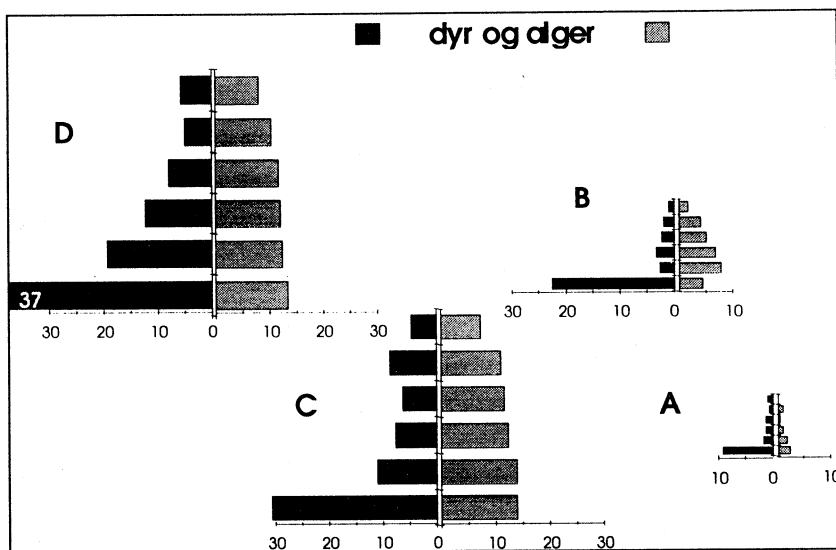
På de grunne stasjonene på bløtbunn og på de vestlige dype stasjonene dominerte ikke de vanligste artene like mye som på de østlige dype stasjonene. Artsmangfoldet ble dermed høyere på de vestlige og grunne stasjonene, selv om ikke artsantallet var nevneverdig høyere.

Alger på hardbunn viste forandring i samfunnsstruktur fra 1990 til 1994 (Figur 8). Samfunnsstrukturen i områdene A, B og C i 1990, var forskjellig fra de andre årene. I 1994 skilte algevegetasjonen i område A og B seg ut fra de andre årene. Dette er sammenfallende med en kald vinter og sen vår i 1994 som ser ut til å ha påvirket området A og B i størst grad. Figur 8 viser også at over årene 1990 til 1994 er algesammensetningen på stasjonene blitt mer lik hverandre. Hos dyresamfunnene på hardbunn kunne det ikke påvises noen entydig utvikling over tid.

Forskjellen i algesamfunn mellom områdene er signifikant ( $p < 0.00$ ). Stasjonene i område A var også innbyrdes meget forskjellige mht. samfunnsstruktur (Figur 8)

Antall arter alger, forekomst og diversitet, økte over perioden 1990-93. Disse kan være et resultat av seneffekter av den giftige algeoppblomstringen i 1988, men kan også skyldes de varme vintrene etter 1988. Først i 1994 kom den første normalt kalde vinteren, og denne ble etterfulgt av en reduksjon i antall arter, forekomst og diversitet (Figur 9). Det har også vist seg at forekomstene av stortare har økt kraftig fram til 1993 hovedsaklig i de østlige

områder, noe som normalt fører til større forekomster av annen vegetasjon og fauna som er assosiert til tareskogen (Figur 9). Stortare er en nøkkelart langs vår ytre kyst og gir mange alger og dyr muligheter for å overleve i tareskogen. Mange arter ville derfor forsvinne i tilfelle tareskogen forsvant. Rekeklo er en rødalge som klarer seg godt uten tareskogen. Den viser opportunistiske trekk og selv om rekeklo fortsatt er vanligst inne i Skagerrakregionen (A og B), er forekomsten siden 1990 betydelig redusert. Det ser ut som tilveksten av tareskog har skjedd på bekostning av rekeklo (Figur 9). Stortaren varierer også betydelig fra inne i Skagerrak hvor



Figur 10. Antall taxa av påvekstorganismer på stortare (*Laminaria hyperborea*,  $n=15$ ) fordelt på festeorgan (hapter) og hver 1/5-del av stilk (stipes, stipes ble kuttet opp i fem like deler som ble registrert hver for seg). Resultatene er vist som gjennomsnitt for hvert område (A-D). Høyden på y-aksen reflekterer gjennomsnittlig stipeslengde.

den har en liten ca. 20cm høy stipes (stilk) til bortimot 2m høye stipes på vestlandet (Figur 10). Antallet arter som vokser på stipes og festeorganet (hapter) øker også fra øst til vest (Figur 10).

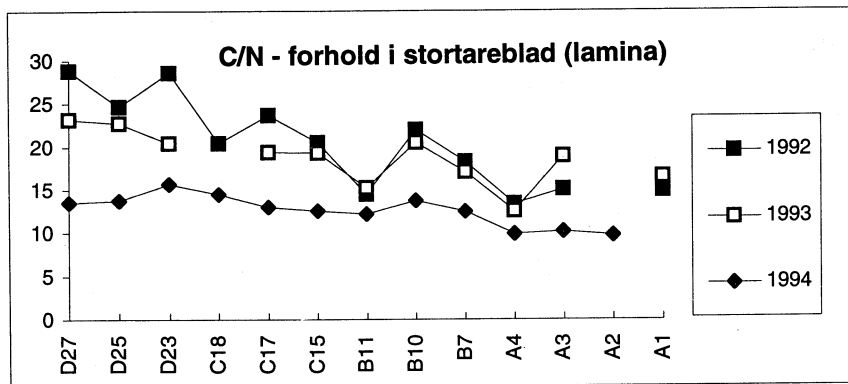
Følgende resultater er indikasjoner på at deler av undersøkelsesområdet kan være moderat påvirket av nærings-salttilførsler:

- Gradienten fra vest mot øst i bløtbunnsamfunnene tyder på større næringstilgang til bløtbunnsfaunaen i det østlige Skagerrak enn i områdene vest for Lista. Næringen stammer hovedsakelig fra sedimentert plankton. Dette sammenfaller med undersøkelsene av partikulært organisk karbon.
- Kystovervåkingen og andre undersøkelser (Fredriksen & Rueness 1990, Karlson 1995) har vist at det har skjedd en reduksjon i artsantall og nedre voksegrense for algene fra 1940/50-årene (Sundene 1942, 1953) og til nå, i østre Skagerrak. Denne reduksjon kan ikke alene skyldes seneffekter av den giftige algeoppblomstringen i 1988. En bidragende årsak til reduksjonen av nedre voksegrense kan være økte partikkeltilførsler fra land grunnet en økt erosjon. Det foreligger også rapporter fra andre store norske undersøkelser som mener å kunne påvise effekter av forurensning i Skagerrak (Johannessen & Sollie, 1994). Store endringer fra 1919 og fram til idag er påvist i fiskebestandene på beskyttete lokaliteter og dette kan

muligens settes i sammenheng med en økende forurensning i disse områdene. Både næringssalter og miljøgifter ansees som aktuelle forurensningsfaktorer.

- Resultatene fra 1992, 1993 og tildels 1994 viste at tareskogen på Vestlandet er mer utsatt for nitrogenbegrensninger enn plantene i Skagerrak. (Figur 11). Våre data tyder på at tilvekst av stortare innen Skagerrakregionen ikke har vært særlig nitrogenbegrenset i mai/juni.
- Mengdeforholdet mellom solitære og kolonidannende dyr, forekomst og artsantall, diversitet- og domnansindekser kan også tyde på en moderat påvirkning (indirekte) av næringssalter i de østlige deler av Skagerrak. De geografiske forskjellene i hydrografi (særlig temperatur) er imidlertid store, og det kan tenkes at disse er av større betydning for de biologiske samfunn enn de hydrokjemiske gradientene er. Det er derfor sannsynlig at mange av de gradientene en kan spore i samfunnsstrukturen hos alger og dyr på hardbunn, tildels kan forklares ut fra tilpasninger til det naturlige hydrofysiske regimet i de forskjellige områdene.

Det må presiseres at 5 år undersøkelser har vært for lite for å kunne fastslå klare utviklingstendenser i området. Dessuten er også andre faktorer enn næringssalter bestemmende for artssammensetningen innen områdene. Bl.a.



Figur 11. Karbon/nitrogen-forhold (C/N) i lamina (blad) av stortare på stasjoner innen hovedområdene.

kan den tydelig reduksjon i de fastsittende algers artsantall, forekomst og diversitet i 1994 sannsynligvis tilskrives temperaturforholdene dette året. Lave temperaturer i luften om våren fører også til en "sen vår" i sjøen som igjen kan forklare endringer i de biologiske samfunn fra ett år til neste.

Kystovervåkningens kartlegging av hvordan artene er utbredt og hvor de forekommer, gir et viktig bidrag til kunnskapen om det biologiske mangfoldet i det marine miljø langs kysten. Med økt press på de kystnære områdene og fare for at lokale bestander, arter og økosystemer kan bli ødelagt som følge av menneskelige handlinger, er dokumentasjon og bevaring av det biologiske mangfoldet svært sentrale temaer i miljøforvaltningen. Omfanget, langtidsperspektivet og regulariteten i kystovervåkningsprogrammet gjør det mulig å følge endringer i det kystnære, marine økosystem på en måte som tidligere ikke har vært mulig. Den løpende overvåkingen er også viktig som referanse

for lokale undersøkelser i mindre fjordområder. Lokale endringer kan sees i sammenheng med de regionale langtidstendenser som er registrert under kystovervåkningsprogrammet. Slik gir kystovervåkningsprogrammet også verdifull bakgrunnsinformasjon for å vurdere lokale resipientforhold.

## Referranser

Aure J., E. Dahl, N. W. Green, J. Magnusson, F. Moy, A. Pedersen, B. Rygg & M. Walday. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1991 og Samlerapport 1990-1991. Statlig program for forurensningsovervåking 510/93. TA914/1993. NIVA-rapport nr. L-2827. 100 s.

Enoksson V, Surensen F, Graneli W, Elmgren R, 1990. Nitrogen transformations in the Kattegat. *Ambio* 19, s.159-166.

Fredriksen S. & J. Rueness. 1990. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord 1989.

- Benthosalger i Ytre Oslofjord. Overvåkingrapport 397/90. Delprosjekt 4.1. NIVA-rapport 2388.63s.
- Johannesen T. & T. Solli. 1994. Overvåking av gruntnvannsfauna på Skagerakkysten- Historiske forandringer i fiskefauna 1919-1993, og ettervirkninger av den giftige algeoppblomstringen i mai 1988. Fisken og havet nr.10, 91.
- Karlsson, J. 1995. Inventering av marina makroalger i Østfold 1994: Området Heia Torbjørnshjør. Tjærnø marinbiologiske laboratorium, Sverige. 21s.
- Magnusson J. & K. Nygaard. 1996. On continental river water in the outer Oslofjord, April 1995. NIVA-rapport nr. 3432-96. 16s.
- Naturvårdsverket 1988. Monitor 1988. Östersjön och Västerhavet - Livsmiljöer i förändring (Bernes, C. ed.). Solna. 207 s.
- Rosenberg R, Elmgren R, Fleischer S, Jonsson P, Persson G, Dahlin H, 1990. Marine eutrophication case studies in Sweden. *Ambio* 19, s. 102-108.
- Rydberg L, Edler L, Floderus S, Granéli W, 1990. Interaction between supply of nutrients, primary production, sedimentation and oxygen consumption in SE Kattegat. *Ambio* 19, s.134-141.
- Rygg B, Thelin I, 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkninger av organiske stoffer. SFT-veiledning nr. 93:05, 16 s.
- Pedersen A., J. Aure, E. Dahl, N. W. Green, T. Johnsen, J. Magnusson, F. Moy, A., B. Rygg & M. Walday. 1995. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Fem års undersøkelser 1990-1994. Hovedrapport. Statlig program for forurensningsovervåking 624a/95.TA-1264/1995. NIVArapport nr L-3332. 115 s.
- Pedersen A., J. Aure, E. Dahl, N. W. Green, T. Johnsen, J. Magnusson, F. Moy, A., B. Rygg & M. Walday. 1995. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Fem års undersøkelser 1990-1994. Vedleggsrapport. Statlig program for forurensningsovervåking 624b/95.TA-1265/1995. NIVArapport nr L-3333. 150 s.
- Sundene O. 1942. En undersøkelse av algevegetasjonen i ytre Oslofjord. - Hovedfagsoppgave UIO.
- Sundene O. 1953. The algal vegetation of the Oslofjord. - *Skr.norske Vidensk. Akad. 1. Mat. Naturvid. klasse. no. 2. s. 1-244.*