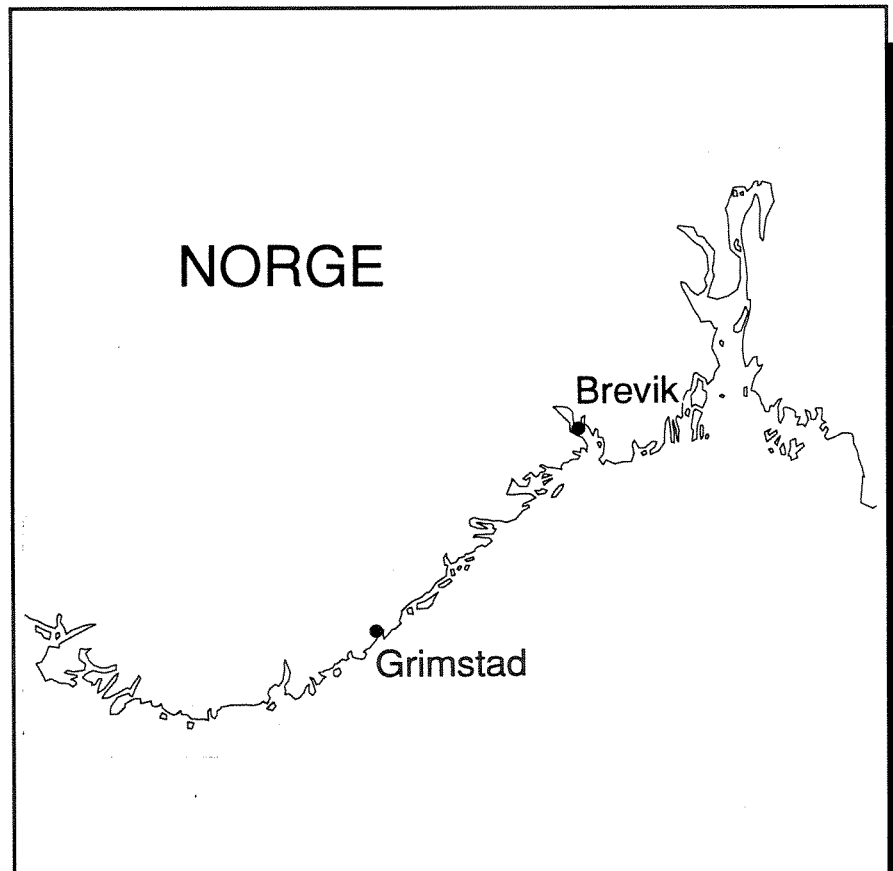


0-90071

STRANDSONEN I SKAGERRAK

Organismer i fjæra og vurderinger av
sårbarhet på organismesamfunn
ved oljeforurensning



Arbeidsgruppen for
konsekvensutredninger
av petroleumsvirksomhet

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.: O - 90071	Undernr.:
Løpenr.: 2829	Begr. distrib.:

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47 2) 18 51 00 Telefax (47 2) 18 52 00	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 76 653	Vestlandsavdelingen Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47 5) 32 56 40 Telefax (47 5) 32 88 33	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: STRANDSONEN I SKAGERRAK. ORGANISMER I FJÆRA OG VURDERINGER AV SÅRBARHET PÅ ORGANISMESAMFUNN VED OLJEFORURENSNING	Dato: 10.12.1992 Trykket: NIVA 1992
Forfatter(e): Eivind Oug Tone Jacobsen Per Arvid Åsen	Faggruppe: Olje og gass
	Geografisk område: Skagerrak
	Antall sider: 61 Opplag: 100

Oppdragsgiver: Olje- og energidepartementet, ved Arbeidsgruppen for konsekvensutredninger av petroleumsvirksomhet (AKUP).	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.): Prosjektnr. 20
--	---

Ekstrakt: Rapporten gir en oversikt over undersøkelser av alger og dyr i strandsonen på kyststrekningen fra Lista til svenskegrensen. Typiske organismesamfunn på fem biotoper på hardbunn er karakterisert: åpen kyst - eksponert; åpen kyst/skjærgård - moderat eksponert; skjærgård - beskyttet; skjærgård - ferskvannspåvirket; indre fjord/skjærgård - beskyttet/ferskvannspåvirket. Erfaringer fra oljehell og eksperimenter fra kysten (Grenlandsfjordene, Presterødkilen) og andre områder relevante for forholdene i Skagerrak er beskrevet. Forventet skadeomfang og restitusjonstid for ulike biotoper (sterkt bølgeutsatte, middels bølgeutsatte og beskyttede lokaliteter) er vurdert med utgangspunkt i organismesamfunnenes sammensetning, kunnskap om virkning av olje på organismer og erfaringer fra oljehell/eksperimenter. Trolig vil skadene bli omfattende ved oljesøl i kombinasjon med høytrykk og lav vannstand. Restitusjonstiden vil kunne variere fra 2-3 år på bølgeutsatte områder til mer enn 10 år i beskyttede områder.
--

4 emneord, norske

1. Strandsonen
2. Organismesamfunn
3. Sammenstilling av litteratur
4. Virkninger av olje

4 emneord, engelske

1. Littoral zone
2. Communities of organisms
3. Literature survey
4. Effects of oil

Prosjektleder

Eivind Oug

For administrasjonen

ISBN 82-577-2230-8

O - 90071

Strandsonen i Skagerrak

**Organismer i fjæra og vurdering av sårbarhet på organismsamfunn ved
oljeforurensning.**

Grimstad, 10. desember 1992

Prosjektleder: Eivind Oug

Medarbeidere: Tone Jacobsen

Per Arvid Åsen

Torgeir Bakke

John Arthur Berge

FORORD

Dette prosjektet inngår som et ledd i de samlede konsekvensvurderingene for Skagerrak som utføres med sikte på en mulig åpning for oljevirkosomhet i området. Arbeidet er utført som en del av Olje- og energidepartementets utredningsprogram for Skagerrak (Nordsjøen øst for 7° Ø) under Arbeidsgruppen for konsekvensutredninger av petroleumsvirksomhet (AKUP). Prosjektet inngår som 'Prosjekt 20 - Sårbarhetsvurdering strandsonen' i utredningsprogrammet.

NIVA-Sørlandsavdelingen har vært ansvarlig for utførelsen av prosjektet med Kristiansand museum som samarbeidende institusjon. Per Arvid Åsen, Kristiansand museum, har sammenstilt eksisterende litteratur om arter og organismesamfunn på hardbunn. Tone Jacobsen og Eivind Oug har foretatt beskrivelsene av organismesamfunn, erfaringer fra oljehell/eksperimenter og sårbarhet. Torgeir Bakke og John Arthur Berge, NIVA-Oslo, har tatt del i prosjektplanlegging, vurderinger og bidratt ved beskrivelsene av erfaringer.

Vurderingene basert på erfaringer fra oljesøl og fastsettelse av verdier for en sårbarhetsindeks er utført som et fellesarbeid i AKUP hvor følgende har deltatt: Tor Eiliv Lein og Staffan Hjøhlman, Institutt for fiskeri- og marinbiologi ved Universitetet i Bergen; Kjell Moe, Cooperating Marine Scientists A/S (CMS); Tone Jacobsen og John Arthur Berge, NIVA.

Kart med lokaliteter for undersøkelser på hardbunn er fremstilt av CMS.

Kontaktperson til AKUP har vært Kjell Moe (CMS), sekretær for styringsgruppen for prosjektene i Skagerrak. Styringsgruppen ved Kjell Moe og leder Gunn Karin Karlsen takkes for hyggelig samarbeid under utførelsen av prosjektet.

Grimstad 10. desember 1992


Eivind Oug

INNHold

1. SAMMENDRAG	5
2. INNLEDNING	8
2.1. Bakgrunn for arbeidet.....	8
2.2. Generelt om Skagerrak-kysten	9
2.2.1. Beliggenhet	9
2.2.2. Temperatur, klima.....	9
2.2.3. Kystsonens karakter	9
2.2.4. Bruk av kystsonen.....	9
2.2.5. Avstand til utvinningsområde	10
2.3. Eksisterende kunnskap om strandsonen på Skagerrak-kysten	10
3. PROBLEMSTILLINGER OG FREMGANGSMÅTER	11
3.1. Målsetting	11
3.1.1. Sammenstilling av eksisterende litteratur.....	11
3.1.2. Beskrivelse av organismesamfunn.....	11
3.1.3. Relevante erfaringer	12
3.1.4. Vurdering av sårbarhet og restitusjon.....	12
3.2. Geografisk avgrensning	12
3.3. Metodikk.....	12
3.3.1. Tabeller	12
3.3.2. Kart.....	13
3.3.3. Biotopbeskrivelser.....	13
4. LITTERATUR OG MILJØDATA	14
4.1. Alger og dyr i hardbunnsfjæra på Skagerrak-kysten.	14
4.2. Alger og dyr i bløtbunnsfjæra på Skagerrak-kysten	24
4.3. Klimatiske og hydrografiske forhold i Skagerrak.....	24
4.3.1. Temperatur og saltholdighet	24
4.3.2. Is i Skagerrak.....	25
4.3.3. Vind i Skagerrak	26
4.3.4. Vannstand.....	27
4.4. Strandsonens fysiografiske utforming.....	27
5. BESKRIVELSE AV ORGANISMESAMFUNN	29
5.1. Alger og dyr på hardbunn	29
5.1.1. Åpen kyst, eksponert	30
5.1.2. Åpen kyst/skjærgård - moderat eksponert.....	32
5.1.3. Skjærgård, beskyttet.....	33
5.1.4. Skjærgård, ferskvannspåvirket - beskyttet/moderat eksponert	34

5.1.5. Fjord, ferskvannspåvirket - beskyttet	35
5.1.6. Mengdevurdering av utvalgte arter.....	36
5.2. Alger og dyr på bløtbunn.....	39
6. ERFARINGER FRA OLJEUHELL OG EKSPERIMENTER.....	40
6.1 Skagerrak-kysten.....	40
6.2. Andre relevante erfaringer	41
6.2.1. Oljeuhell	41
6.2.2. Eksperimenter	43
6.2.3. Sammenfatning av erfaringene.....	44
7. VURDERING AV SÅRBARHET OG RESTITUSJONSTID.....	45
7.1 Oljedrift og selvrensning.....	45
7.1.1. Avstand fra utslippssted	46
7.1.2. Oljedrift i skjærgårdsområder	46
7.1.3. Oljepåslag i strandsonen.....	46
7.1.4. Selvrensning ved bølger og tidevann	47
7.1.5. Langtidsvirkning fra oljeholdige sedimenter	47
7.1.6. Olje i is.....	48
7.2 Oljens virkning på organismer og organismsamfunn	48
7.3 Forventet skade og restitusjonstid ved oljesøl i Skagerrak.....	49
7.3.1 Åpen kyst - eksponert.....	50
7.3.2. Åpen kyst og skjærgård - moderat eksponert.....	50
7.3.3. Skjærgård og fjord - beskyttet.....	51
7.3.4 Sand- og mudderstrender	52
7.4 Sårbarhetsindeks	53
8. LITTERATUR	54

1. SAMMENDRAG

Denne rapporten inngår som et ledd i de samlede konsekvensvurderinger som utføres før en mulig åpning av Skagerrak for oljevirksomhet. Programmet for utredningene er utarbeidet av *Arbeidsgruppen for konsekvensutredninger av petroleumsvirksomhet (AKUP)* som er et rådgivende organ for Olje- og energidepartementet. Rapporten gir en beskrivelse av organismsamfunn i strandsonen og vurderer miljøeffekter ved stranding av olje i strandsonen.

Prosjektets hovedmål har vært:

- sammenstille eksisterende litteratur
- beskrive typiske organismsamfunn i strandsonen
- beskrive eksperimenter og erfaringer fra oljesøl relevante for Skagerrak
- vurdere ulike organismsamfunn og strandtypers sårbarhet og miljøets restitusjonsevne

Området som er behandlet omfatter kyststrekningen fra Farsund til svenskegrensen, med unntak for indre Oslofjord. Skagerrak er karakterisert ved liten tidevannsforskjell (< 25 cm), uregelmessige vannstandsendringer styrt av vind og lufttrykk, stor variasjon i temperatur mellom sommer og vinter, nedsatt saltholdighet og tidvis islegging av kysten.

De fleste undersøkelser av strandorganismer i Skagerrak er kvalitative og semi-kvantitative registreringer av alger, i noen grad også dyr, på hardbunn (fast fjell og stein). I denne rapporten listes tilsammen 63 undersøkelser (titler) på hardbunn. Undersøkte lokaliteter er også vist på oversiktskart. For løsmassestrender foreligger det bare en større undersøkelse (Presterødkilen ved Tønsberg) og enkelte spredte observasjoner. Det synes ikke å foreligge informasjon om faunaen i sandstrender på kyststrekningen.

Organismesamfunn på hardbunn er beskrevet for fem kategorier (biotoper):

- *Åpen kyst - eksponert* (lokaliteter ytterst i skjærgården).
- *Åpen kyst/skjærgård - moderat eksponert* (åpen kyst med lokal beskyttelse og indre skjærgård).
- *Skjærgård - beskyttet* (bukter og vikler).
- *Skjærgård - ferskvannspåvirket* (utløp av elver og fjorder).
- *Fjord - ferskvannspåvirket og beskyttet* (indre fjorder og poller).

På bølgeutsatte steder er sprut- og fjæresonen dominert av småvokste ettårige arter. Mange er rødalger. I sjøsonen finnes skolmetang og stortare, i vestlige områder også fingertare, butare og remtang.

Moderat eksponerte lokaliteter har mange felles arter med sterkt eksponerte områder, men mindre sprutsone. I tillegg kan flerårige tangarter (blæretang, sagtang), strandsnegl og rur være vanlige. Der tang mangler kan strandtagl dominere. På beskyttede steder er sprutsonen svært smal og dominert av marbek. Fjæresonen og sjøsonen er dominert av blæretang og sagtang, stedvis også grisetang. Fjærerur, strandsnegl, blåskjell og korstroll er vanlige. Det er en mer varierende algeflora fra sted til sted med mindre tydelige assosiasjoner på beskyttede enn på eksponerte lokaliteter. I ferskvannspåvirkede områder og i indre fjorder finnes i hovedsak de samme arter som på beskyttede lokaliteter, men antall dominerende og vanlige arter er redusert. Grisetang er mindre vanlig, mens det er mer av brunli og grønnalger.

Faunaen på mudderflater (eks. Presterødkilen ved Tønsberg) er artsfattig, men individrik og dominert av børstemark og små krepserdyr. Det er store sesongvariasjoner i samfunnet, med høy dødelighet av enkelte større arter om vinteren pga frost. Lange perioder med lav vannstand og milde vintre kan føre til store forskjeller fra år til år.

På Skagerrak-kysten har det vært flere utslipp av olje, men bare i Grenlandsfjordene ('Bayard'-uhellet) har det vært undersøkelser av biologiske effekter i fjæra. I Presterødkilen er det utført eksperimentelle undersøkelser av oljens virkninger på faunaen på mudderflatene. Generelt for Skagerrak er det derfor svært lite erfaringer om virkningene på hardbunn, mens det er gode data for mudderstrenger. Erfaringer annet steds fra, og som er relevante for Skagerrak, er å finne fra oljeuhell i områder med liten tidevannsforskjell (f.eks. Østersjøen), områder med periodevis isdannelse og områder med liknende artssammensetning i strandsonen (f.eks. Bretagne, deler av norskekysten).

Ved oljespill i åpent hav i Skagerrak vil oljen kunne nå land i løpet av 6-48 timer ved de fremherskende vindretninger (SV). Skjærgården er smal og oljen kan derfor også nå fram til indre kystområder, men trolig vil mye av oljen fanges inn i lokalt beskyttede områder i ytre skjærgård. Ved oljesøl i perioder med høy vannstand, slik som ved lavtrykk og sterk sørvestlig vind, kan oljen avsettes over det nivå i stranden hvor de fleste arter finnes, mens i perioder med høytrykk og pent vær kan oljen bli liggende midt i fjæresonen. Det vil derfor være svært væravhengig i hvor stor grad organismene blir eksponert for olje. Oljesøl i perioder med isdekke kan føre til forlenget eksponering for olje, men isen kan også beskytte mot oljedrift til indre fjordområder.

Forventet skade og restitusjonstid:

Generelt synes det å være fattigere organismsamfunn på hardbunn i Skagerrak enn nordover på norskekysten. Trolig fører dette til et mindre komplekst samfunn som raskere gjenoppbygges etter ødeleggelse. På den annen side kan skadene bli relativt større, og utviklingen på kort sikt vanskeligere å forutse, dersom oljehell inntreffer samtidig med spesielle hydrografiske eller meteorologiske forhold.

Åpen kyst - eksponert. Oljen vil sannsynligvis bli vasket vekk etter kort tid, men selvrensningsevnen i Skagerrak er trolig lavere enn ellers på kysten på grunn av generelt færre lavtrykk og mindre vind. I stille perioder med tørke og lav vannstand vil ventelig de direkte skadene bli svært store. På den annen side kan det ta forholdvis kort tid å gjenetablere et nytt organismsamfunn fordi samfunnet normalt består av mange ettårige alger. Fullstendig restitusjon av et ødelagt samfunn vil ventelig ta 2-3 år fra oljen er borte.

Åpen kyst og skjærgård - moderat eksponert. Skadebildet kan variere sterkt med aktuelle værforhold, men forekomst av større tangformer kan i noen grad beskytte og avgrense skadene på mindre alger og dyr. Restitusjonen kan bli svært påvirket av vintre med is og sommerperioder med høytrykk og lav vannstand. Restitusjonstiden for et ødelagt organismsamfunn kan ta fra tre år og oppover til anslagsvis 6-7 år.

Skjærgård og fjord - beskyttet. De beskyttede lokalitetene har svært liten selvrensningsevne. Den lave tidevannsvekslingen fører dessuten til redusert selvrensningsevne sammenlignet med andre kystområder i landet. Trolig kan oljen bli liggende i flere år etter større oljesøl. Restitusjonstiden kan variere meget og vil avhenge av vær, vannstandsendringer og isskuring, men vil være spesielt lang (10-15 år ?) i samfunn dominert av grisetang som etablerer seg sent og vokser langsomt. Det er imidlertid vanskelig å sette en norm for hva som vil være et restituert samfunn.

For AKUP-prosjektene er det utviklet en sårbarhetsindeks som tar verdier mellom 0 (ingen skade) og 1 (alle arter dør og restitusjonstiden overstiger 20 år). Indeksverdiene for Skagerrak er satt til 0.05 for eksponerte lokaliteter, 0.1 for middels eksponerte og 0.3-0.6 for beskyttede lokaliteter.

2. INNLEDNING

2.1. Bakgrunn for arbeidet

I henhold til Petroleumsloven av 22.3.85 skal det gjennomføres konsekvensutredninger før et sjøområde på norsk sokkel kan åpnes for petroleumsvirksomhet. Utredningene skal omfatte vurderinger av de miljømessige virkningene og mulige farer for forurensninger, samt økonomiske og sosiale virkninger som virksomheten kan ha for andre næringer og berørte distrikter. Ansvar for å gjennomføre utredningene ligger hos Olje- og energidepartementet.

I 1989/1990 ble det igangsatt et utredningsprogram for Skagerrak. Utredningene vil utgjøre et sentralt beslutningsgrunnlag for Stortinget ved en vurdering av om petroleumsvirksomhet kan igangsettes eller ikke. Samtidig er det igangsatt konsekvensutredninger for midt-norsk sokkel (Trøndelag I Øst og Nordland IV, V, VI og VII), Barentshavet Nord og Vøringplataet.

Utredningsprogrammet for Skagerrak er utarbeidet av Arbeidsgruppen for konsekvensutredninger av petroleumsvirksomhet (AKUP), som er et rådgivende interdepartementalt organ for Olje- og energidepartementet. Programmet har følgende elementer (AKUP 1990):

- Oljevern (drivbanestatistikk)
- Biologiske miljøutredninger
 - Fisk /fiskeri
 - Sjøfugl
 - Andre miljøutredninger (havbunn, strandsoner, havstrand og ressurskartlegging)
- Samfunnsmessige virkninger
 - Friluftsliv/turisme
 - Sosioøkonomiske virkninger

Denne rapporten gir en beskrivelse av organismesamfunn i den marine del av strandsonen og vurderer miljøeffekter ved stranding av olje i strandsonen.

2.2. Generelt om Skagerrak-kysten

2.2.1. Beliggenhet

Skagerrak er havområdet mellom Jylland, den svenske vestkysten, norskekysten og Nordsjøen. Skagerrak kan i miljø- og ressursammenheng betraktes som et overgangsområde mellom Østersjøen og Nordsjøen.

2.2.2. Temperatur, klima.

Skagerrak-kysten skiller seg miljømessig fra andre deler av kysten ved relativt store variasjoner gjennom året i temperatur og saltholdighet. I enkelte år forekommer omfattende islegging. Tidevannsvariasjonene er svært lave og kan overskygges av ikke-periodiske meteorologiske vannstandsendringer. Dette har betydning for hvilke arter som finnes i Skagerrak og hvilke konsekvenser oljeforurensning kan ha. Hovedstrømmene i overflatevannet går fra øst mot vest og drives av utstrømmende brakkvannsmasser fra Østersjøen.

2.2.3. Kystsonens karakter

Kystsonen har en skjærgårdslinje med mange holmer og skjær. Det aller meste av kystlinjen utgjøres av fast fjell (sva og klipper). Spredt langs hele kysten finnes det løsmassestrender (sandstrender og mudderflater), noe mer i øst enn i vestlige områder. Mudderflatene finnes i sterkt beskyttede områder, fortrinnsvis i indre fjordområder.

2.2.4. Bruk av kystsonen

Skagerrak-kysten er i rekreasjonssammenheng enestående i Norge på grunn av klima, topografi og tilgjengelighet. Dette gjenspeiles i et stort antall brukere og store nedlagte verdier i form av bl.a. hytter, fritidsbåter, allment tilgjengelige og opparbeidede friluftsområder og serviceanlegg for turister. Området er lett tilgjengelig for noen av landets største befolkningskonsentrasjoner. Nesten halvparten av landets befolkning bor i kystbyene fra Svenskegrensen til Vest-Agder. I mange kystkommuner tredobles folketallet om sommeren. Skagerrak-kysten er også naturlig innfallsport for turister fra Sverige, Danmark og kontinentet.

På Skagerrak-kysten foregår det et kommersielt fiske etter ål, torsk, sild, pigghå, vassild, reker, hummer, makrell og flere flyndrearter. Havbruksvirksomhet er hovedsakelig knyttet til området vest for Lista.

2.2.5. Avstand til utvinningsområde

Avstanden til et eventuelt leteområde er kort. Fremherskende vindretninger (sørvest) gjør at fare for stranding av olje etter et uhell er stor. Det er beregnet av ved et eventuelt oljesøl i Skagerrak vil oljen kunne komme inn til kysten innen to døgn.

2.3. Eksisterende kunnskap om strandsonen på Skagerrak-kysten

Organismesamfunn i sjøen på hardbunn (fast fjell og stein) er relativt godt undersøkt langs Skagerrak-kysten. Det meste av den biologiske informasjonen foreligger i form av resipientundersøkelser og oppdragsrapporter. Større kartleggingsundersøkelser er gjennomført i ytre Oslofjord-området inklusive Hvaler, Grenlandsfjordene, Arendalsområdet og Kristiansandsfjorden. Etter oppblomstringen av den giftige planktonalgen *Chysochromulina polylepis* sommeren 1988 ble det foretatt registreringer av strandorgansimer en rekke steder langs kysten fra Østfold til vest i Rogaland. Andre arbeider omfatter hovedfagsoppgaver og publiserte artikler, spesielt i botanikk (makroalger). Under Statlig program for forurensningsovervåking ble det sommeren 1990 startet et eget program for langtidsovervåking av Skagerrak som årlig gir data for sammensetning av organismesamfunn i strandsonen og på grunt vann på faste lokaliteter i ytre skjærgård.

På bløtbunn i strandsonen (sandstrender og mudderflater) er det derimot gjort svært få undersøkelser. Generelt er fauna og flora på sand- og mudderstrender langs Skagerrak-kysten dårlig kjent.

På kyststrekningen har det vært ett oljeuhell hvor det er blitt foretatt undersøkelser av virkningene i strandsonen, nemlig utslippet fra M/S "Bayard" i Grenlandsfjordene i 1982 (Christie & Bokn 1983). Det er foretatt eksperimentelle undersøkelser av oljens virkninger på bløtbunnsstrender i Presterødskilen ved Tønsberg (Leinaas & Christie 1991). For øvrig må mulige konsekvenser av oljesøl utledes på bakgrunn av erfaringer fra andre områder i Norge og utlandet.

3. PROBLEMSTILLINGER OG FREMGANGSMÅTER

3.1. Målsetting

Prosjektets hovedmål har vært å vurdere mulige konsekvenser for strandsonen på Skagerrak-kysten ved oljesøl gjennom

- sammenstilling av eksisterende litteratur
- beskrive typiske organismsamfunn
- beskrive eksperimenter og erfaringer fra oljesøl relevante for Skagerrak
- vurdere ulike organismsamfunn og strandtypers sårbarhet og miljøets restitusjonsevne.

Prosjektet har ikke omfattet egne felt- eller eksperimentelle undersøkelser.

3.1.1. Sammenstilling av eksisterende litteratur

Prosjektet søker å gi en samlet oversikt over undersøkelser av organismsamfunn i strandsonen som er gjort langs Skagerrak-kysten frem til idag (sommeren 1992). Grunnlagsmaterialet omfatter med få unntak undersøkelser på hardbunn. De fleste undersøkelsene er kvalitative og semikvantitative (subjektiv mengdefordeling med en fire- eller fem-delt skala). Flere arbeider, særlig hovedfagsoppgaver, er rene kvalitative undersøkelser. Generelt er arbeider som omfatter enkeltarter ikke tatt med.

Videre har det vært et mål å gi en oversikt over hydrografiske, klimatiske og fysiske forhold i Skagerrak som temperatur, saltholdighet, is, vind, tidevann og grunnforhold. Disse forholdene er avgjørende for hvilke organismer som finnes i stranden, og også oljens grad av påvirkning.

3.1.2. Beskrivelse av organismsamfunn

Et utvalg undersøkelser, spesielt oppdragsrapporter og hovedfagsoppgaver (hardbunn), er gjennomgått for å beskrive typiske organismsamfunn med hensyn på artssammensetning, mengder og sesong-/årsvariasjoner. Beskrivelsene er gitt som en generell oversikt for hele kyststrekningen, men er inndelt etter bølgeeksponering og ferskvannspåvirkning.

3.1.3. Relevante erfaringer

Det er gitt en kort oppsummering av erfaringer fra eksperimenter og oljeuhell på Skagerrak-kysten. I forbindelse med det samlede utredningsarbeidet i AKUP er det laget en fellesrapport på erfaringer, sårbarhet og restitusjonstid som dekker både Nord-Norsk, Midt-Norsk og Sør-Norsk sokkel (Lein et al. 1992). Utvalgte deler av fellesrapporten er tatt inn i denne rapporten ved omtalen av relevante erfaringer.

3.1.4. Vurdering av sårbarhet og restitusjon

Fellesrapporten (Lein et al. 1992) gir også beskrivelser av effekter av olje på ulike arter og organismegrupper (hardbunn). Det er også gjort vurderinger av restitusjonstid hos ulike samfunn som grunnlag for en sårbarhetsindeks for hardbunnsfjæra. Forhold som angår Skagerrak-kysten spesielt er her gjengitt. Fellesrapporten utgjør det sentrale grunnlaget for vurderingene for Skagerrak.

3.2. Geografisk avgrensning

Utredningsområdet omfatter kyststrekningen fra svenskegrensen til lengdegraden 7° Ø som passerer ved Lindesnes (AKUP 1990). Av praktiske hensyn er grensen for beskrivelse av organismsamfunn og innhenting av litteraturdata i dette prosjektet satt til Farsund, litt vest for 7° Ø. Indre deler av Oslofjorden (innenfor Drøbak) er ikke tatt med idet området ikke regnes som spesielt utsatt for oljesøl fra Skagerrak.

3.3. Metodikk

Prosjektet er utført ved innhenting av relevant litteratur, sammenstilling og gjennomgang av eksisterende data.

3.3.1. Tabeller

I prosjektets første fase ble det utarbeidet en litteraturliste over eksisterende litteratur om fastsittende makroalger i Skagerrak. Denne ble publisert i AKUPs årsrapport for 1990 (Åsen 1991). Det meste av litteraturen inneholder også informasjon om dyrelivet i hardbunnsfjæra. Listen omfatter

vitenskapelige artikler, rapporter, hovedfagsoppgaver og annet, så langt det har vært praktisk mulig å få tak i. Informasjonen (med senere tillegg) er sammenfattende vist i Tabell 1. Undersøkelsene er gruppert etter fylke, og for hver undersøkelse er det gitt opplysninger om forfatter(e), årstall, område som er undersøkt og informasjon om undersøkelsestype (kvantitativ og/eller kvalitativ, flora og/eller fauna, antall stasjoner, eksponeringsgrad og årstid for undersøkelsen).

3.3.2. Kart

Undersøkte lokaliteter er vist på oversiktskart for å indikere hvor og hva slags undersøkelser som er utført regionalt langs kysten. Kartene er fremstilt som elektroniske kart (GIS). For dette er alle stasjonene gitt UTM-koordinater. På kartene er det brukt ulike symboler for ulike typer undersøkelser (se eksempelvis figur 1).

3.3.3. Biotopbeskrivelser

For beskrivelsene av organismsamfunn var det hensiktsmessig å inndele strandsonen (hardbunn) i fem kategorier (biotoper). Disse er delt inn etter grad av bølgeeksponering og ferskvannspåvirkning som generelt er de viktigste naturlige miljøfaktorer i strandsonen. Kategoriene er:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| - Åpen kyst | eksponert. |
| - Åpen kyst/skjærgård | moderat eksponert |
| - Skjærgård | beskyttet |
| - Skjærgård, ferskvannspåvirket | beskyttet/moderat eksponert |
| - Fjord, ferskvannspåvirket | beskyttet. |

For hver biotop er det laget liste over hvilke arter som kan være dominerende og/eller vanlige, og rekkefølgen av artene fra øverst i strandsonen til ned under fjærenivå (se eksempelvis figur 8). Sonene over og under tidevannssonen er også inkludert, av hensyn til ekstremperioder hvor vannstanden kan være vesentlig høyere eller lavere enn normalt. Biotopbeskrivelsene bygger på 19 rapporter og hovedfagsoppgaver som dekker kysten fra Østfold til Vest-Agder.

Ved beskrivelsene er artene mengdeangitt ved: 1) enkeltfunn, 2) spredt, 3) vanlig og 4) dominerende. Samme eller tilsvarende mengdeangivelser er benyttet i de enkelte undersøkelsene.

4. LITTERATUR OG MILJØDATA

4.1. Alger og dyr i hardbunnsfjæra på Skagerrak-kysten.

Tabell 1 viser en oversikt over eksisterende litteratur om alger og dyr i hardbunnsfjæra på Skagerrak-kysten. Arbeidene er ordnet etter fylke og forfatter.

Kart over lokaliteter hvor alger og dyr i hardbunnsfjæra er undersøkt er vist i Figurene 1-4. Tallene refererer til rapporter/arbeider i Tabell 1.

Tabell 1. Oversikt over litteratur om organismesamfunn på Skagerrak-kysten. 'Chryso.-oppblomstringen*' refererer til undersøkelser som er gjort i forbindelse med oppblomstringen av giftalgen *Chrysochromulina polylepis* i 1988. Rapporter merket med Kystovervåking inngår i prosjektet "Langtidsovervåking av trofuitviklingen i kystvannet langs Sør-Norge". SFT/NIVA.

VEST-AGDER				
Nr	OMRÅDE	FORFATTER	FLORA/ FAUNA	UNDERSØKELSESTYPE
1	Lista	Knutzen 1981	Flora	(Kvalitativt), semi-kvantitativt. September. 5 stasjoner. Eksponert og semi-eksponert. Strandsonen.
2	Lista	Knutzen 1991	Flora	Kvalitativt, semi-kvantitativt. 5 stasjoner. Eksponert og semiekspont. Strandsonen.
3	Farsund	Oug et al. 1991	Flora/fauna	Kvalitativt, semikvantitativt. August. 7 stasjoner. Semi-eksponert og beskyttet. Strandsonen. Resipientundersøkelse.
3b	Farsund	Jacobsen et Moy 1992	Flora/fauna	Kvalitativt, semikvantitativt. Oktober. 10 stasjoner. Semi-eksponert og beskyttet. Strandsonundersøkelse.
4	Lindesnes	Åsen 1983b	Flora (fauna)	Kvalitativt. November. 10 stasjoner. Beskyttet og semi-eksponert. Organismesamfunn i fjord.
5	Fedafjorden, Rosfjorden, Mannefjorden	Haugen og Molvær 1982	Flora/fauna	Befaring i området. Noen få alger og dyr nevnt. Ingen faste stasjoner. september. Semi-eksponert.
6	Lindesnes, Mandal, Søgne, Kristiansand	Åsen 1978	Flora	Systematisk oversikt over artene i området. Alle årstider. 74 stasjoner. Ingen artslister fra stasjonene eller samlet for området. Beskyttede, semi-, og ekstremt eksponerte lokaliteter.
7	Lindesnes, Mandal, Søgne, Kristiansand	Åsen 1991 (in prep.)	Flora	Vegetasjonsbeskrivelse, artslister. 0-24 m. Ikke sett.
8	Lindesnes, Mandal Søgne, Kristiansand	Åsen 1988	Flora	Kvalitativt, sonering. Juni. 8 stasjoner. Sammenligninger med tidligere år. Semi-eksponerte og eksponerte lokaliteter. Chryso.-oppblomstringen*

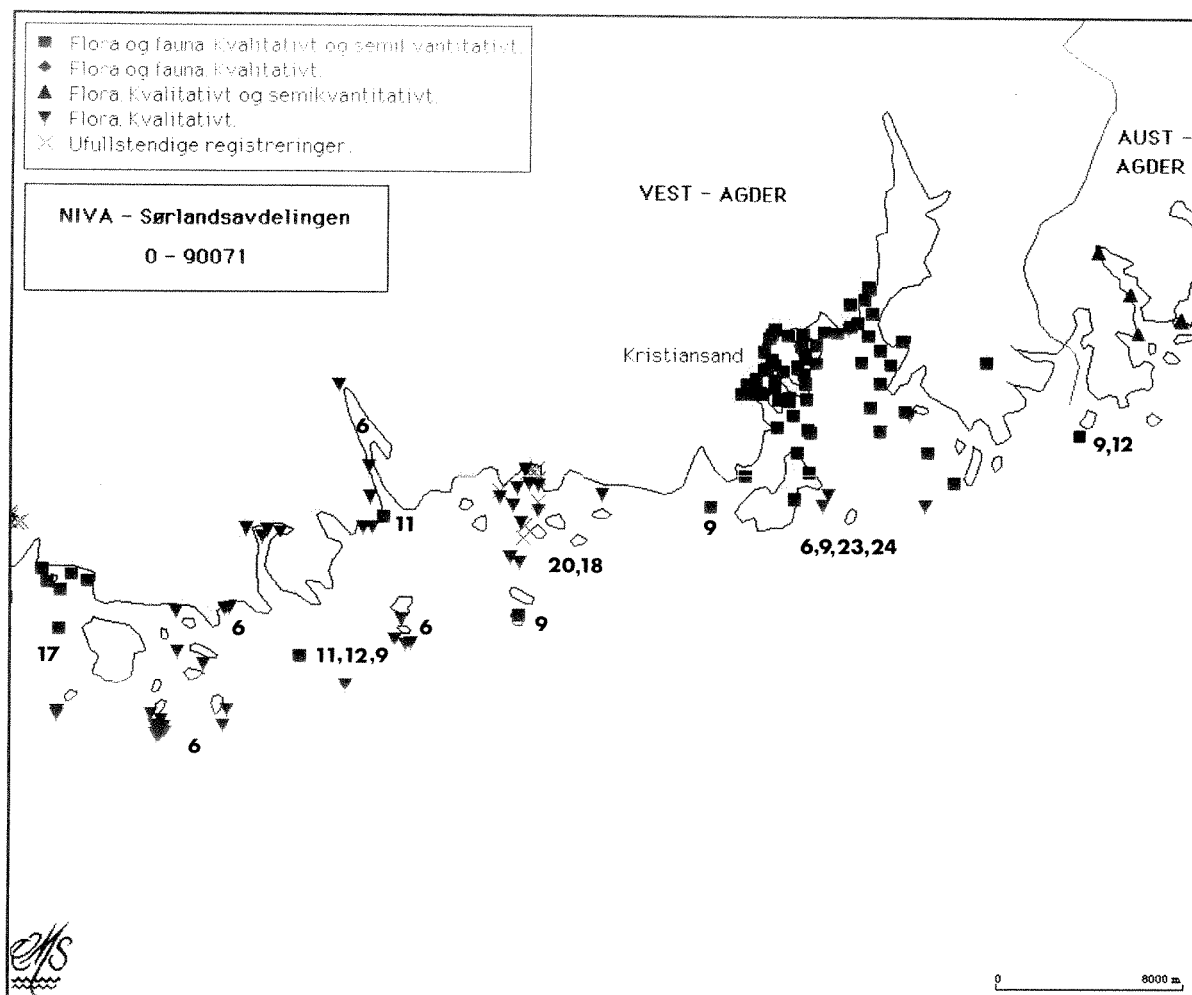
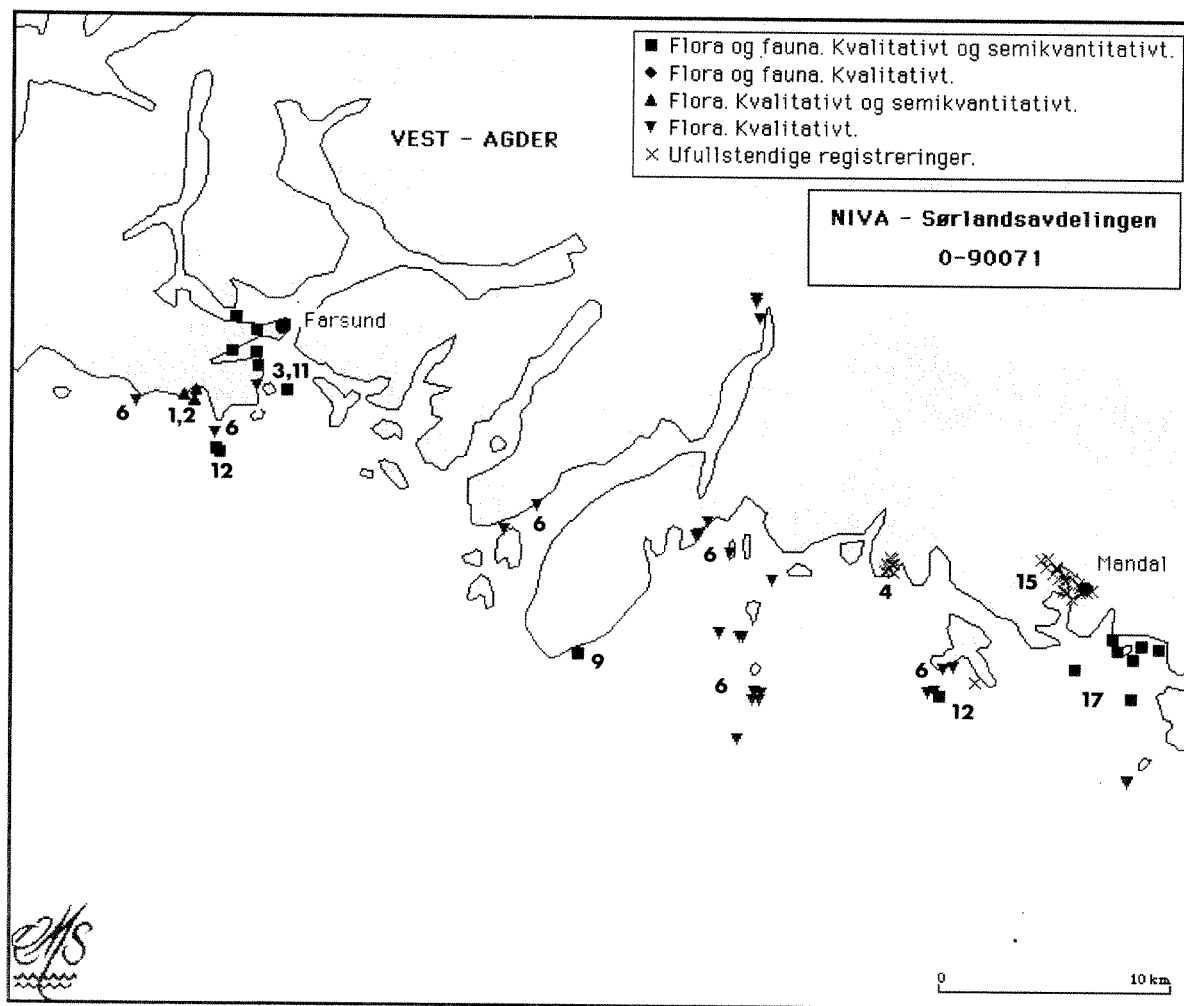
9	Lindesnes, Mandal Søgne, Kristiansand	Berge et al. 1988	Flora/fauna	Delvis beskrivelse av algevegetasjonen. Vertikalutbredelse. Chryso.-oppblomstringen*. Juni. Ingen artslister. 10 stasjoner. Eksponerte og semieksponeerte stasjoner.
10	Flekkefjord - Søgne	Pedersen et al. 1989b	Flora/fauna	Kvalitativt, semikvantitativt. 6 stasjoner. Juni. Profiler. 0-25 m. Likhetsanalyser. Sterkt, semi- og svakt eksponerte stasjoner. Chryso.-oppblomstringen*
11	Flekkefjord - Søgne	Pedersen et al. 1989a	Flora/fauna	Kvalitativt, semikvantitativt. Chryso.-oppblomstringen*. 6 stasjoner. November. 0-30 m. Profiler. Sterkt, semi- og svakt eksponert.
12	Kristiansand, Mandal, (Farsund, Lista)	Pedersen et al. 1991	Flora/fauna	Kvalitativt (0-30 m), semi-kvantitativt (0-30 m) og kvantitativt (ca. 5-10 m). Kystovervåking. (Transekt, ruteanalyser, fotografering, registrering av tareskog). Mai-juni. Sterkt - semi eksponert. 2(4) stasjoner.
13	Mandal(Stjernøy) - Kristiansand (Odderøy)	Arwidsson 1937	Flora	Kvalitativt. Systematisk oversikt. Juni - august. Hovedområde ved Stjernøy. Ingen faste stasjoner. Eksponerte og middels eksponerte stasjoner? Inkluderer også andres arbeider.
14	Mandal (Hille)	Adey 1971	Flora	Kalkalger registrert. En stasjon. Ned til 61 m. Eksponert? August.
15	Mandal	Åsen 1987	Flora	Organismesamfunn 0-5 m. Mai. Fjord. 29 stasjoner.
16	Mandal	Magnus 1875		Endel alger nevnt. Juli. Ikke sett.
17	Mandal	Oug et al. 1990	Flora/fauna	Kvalitativt, semikvantitativt. Strand- og dykkerundersøkelser. Juni. Svak, middels og sterk bølge-eksponering.
18	Søgne	Kvalvågnes et al. 1978	Flora/fauna	Generell vurdering av lokalitetens tilstand. Hydrografi. Enkelte arter nevnt. Juli. Relativt beskyttet av øyer og grunnområder.
19	Søgne	Åsen 1983a	Flora (fauna)	Algevegetasjon. Kvalitativt (artslister) Mai. 8 stasjoner.
20	Søgne	Åsen 1989	Flora (fauna)	Algevegetasjon. Kvalitativt. Juni. 8 stasjoner
21	Kristiansand, Søgne	Stene-Johansen 1971	Flora	Organismesamfunn, oversikt. September. Ikke sett.
22	Kristiansandsfjord -en	Åsen 1973	Flora/fauna	Registreringer. 13 stasjoner. Mest sublittoralt. Juli-august
23	Kristiansand (Flekkerøy- Kr.sand fjorden- Kalvøy)	Green et al. 1985	Flora/fauna	Kvalitativt. Semikvantitativt. Basisunders. 39 stasjoner i fjæra (0-3 m), 13 dykker-stasjoner (0-30 m). Juni-august (september). Vertikalutbredelse. Èn eksponert stasjon, resten semi-eksponerte og beskyttede.
24	Kristiansand	Oug & Moy 1991	Flora/fauna	Kvalitativt, semi-kvantitativt. 8 strandsone-stasjoner og to dykke-stasjoner. August. Semi-eksponerte og beskyttede stasjoner.
25	Vest-Agder	Kristiansand Museum	Flora	Systematisk innsamling i Kristiansand Museum.

AUST-AGDER				
26	Aust-Agder	Wikander 1986	Flora/fauna	Oversikt over alle undersøkelsesstasjoner i fylket.
9	Lillesand, Grimstad, Arendal, Risør.	Berge et al. 1988	Flora/fauna	Chryso.-oppblomstringen*. 12 stasjoner. Få alger nevnt. Kvantitativt på de som er nevnt. Skadede organismer. Vertikalutbr. Juni. Sterkt eksponerte - svakt eksponerte stasjoner.
11	Lillesand, Grimstad og Tromøy	Pedersen et al. 1989a	Flora/fauna	Kvalitativt og semikvantitativt. Chryso.-oppblomstringen*. 3 stasjoner. November. 0-30 m. Profiler. Middels og svakt eksponerte stasjoner.
10	Lillesand, Grimstad og Tromøy	Pedersen et al. 1989b	Flora/fauna	Kvalitativt og semikvantitativt. Chryso.-oppblomstringen*. 4 stasjoner. Juni. Profiler. 0-25 m. Svak -middels eksponering
12	Lillesand, Grimstad, Arendal, Tromøy, Risør.	Pedersen et al. 1991	Flora/fauna	Kvalitativt (0-30 m), semi-kvantitativt og kvantitativt (ca. 5-10 m). (Transekt, ruteanalyser, fotografering, registrering av tareskog). Kystovervåking. Mai-juni. Sterkt, middels og svakt eksponert. 6 stasjoner.
27	Lillesand (Høvåg)	Rueness 1966	Flora	Kvalitativt og semi-kvantitativt (0-2,5 m.). Vertikalprofiler. Innsamling ved rive og trekantskrape. Sterkt - svakt eksponert. Isefjærfjorden: eksponert - svært beskyttet. 7 stasjoner + 7 spesielle biotoper undersøkt. Juni-august.
25	Lillesand (Høvåg)	(Kristiansand Museum)	Flora	Sprede innsamlinger i herbarium (Kristiansand Museum)
28	Grimstad, Hisøy, Øyestad, Tromøy	Moy & Wikander 1990	Flora/fauna	Registreringer 0-20 m. Transekt-analyser. Kvalitativt og semikvantitativt (ruteanalyse i strandsonen, ikke publ.) Juli / august. 12 stasjoner. Eksponert og beskyttet.
29	Tromøysund	Næs et al. 1991	Flora/fauna	Registreringer (6 stasjoner) 0-2 m. Vertikaltransekt (3 stasjoner) 0-15 m. Kvalitativt og semi-kvantitativt. August.
30	Arendal	Magnus 1873	Flora	Enkelte alger er nevnt. Ikke sett.
31	Lyngør	Rueness 1969	Flora	Sammenstilling (artslister) fra eldre innsamlinger på Botanisk Museum i Oslo (1907 og 1939). Juni-august. Ingen nærmere stedsangivelser. Ingen mengdeangivelser.
32	Tvedestrand, Risør	Edvardsen et al. 1988	Flora/fauna	Delvis beskrivelse av algevegetasjonen. Chryso.-oppblomstringen*. Juni. Ingen artslister. 5 stasjoner. Beskyttet - sterk eksponering.
33	Risør (Søndeledfjorden)	Nilssen 1975	Flora	Kvalitativt. Juli. 30 stasjoner. Mengdeangivelse for enkelte arter (algeprofiler)

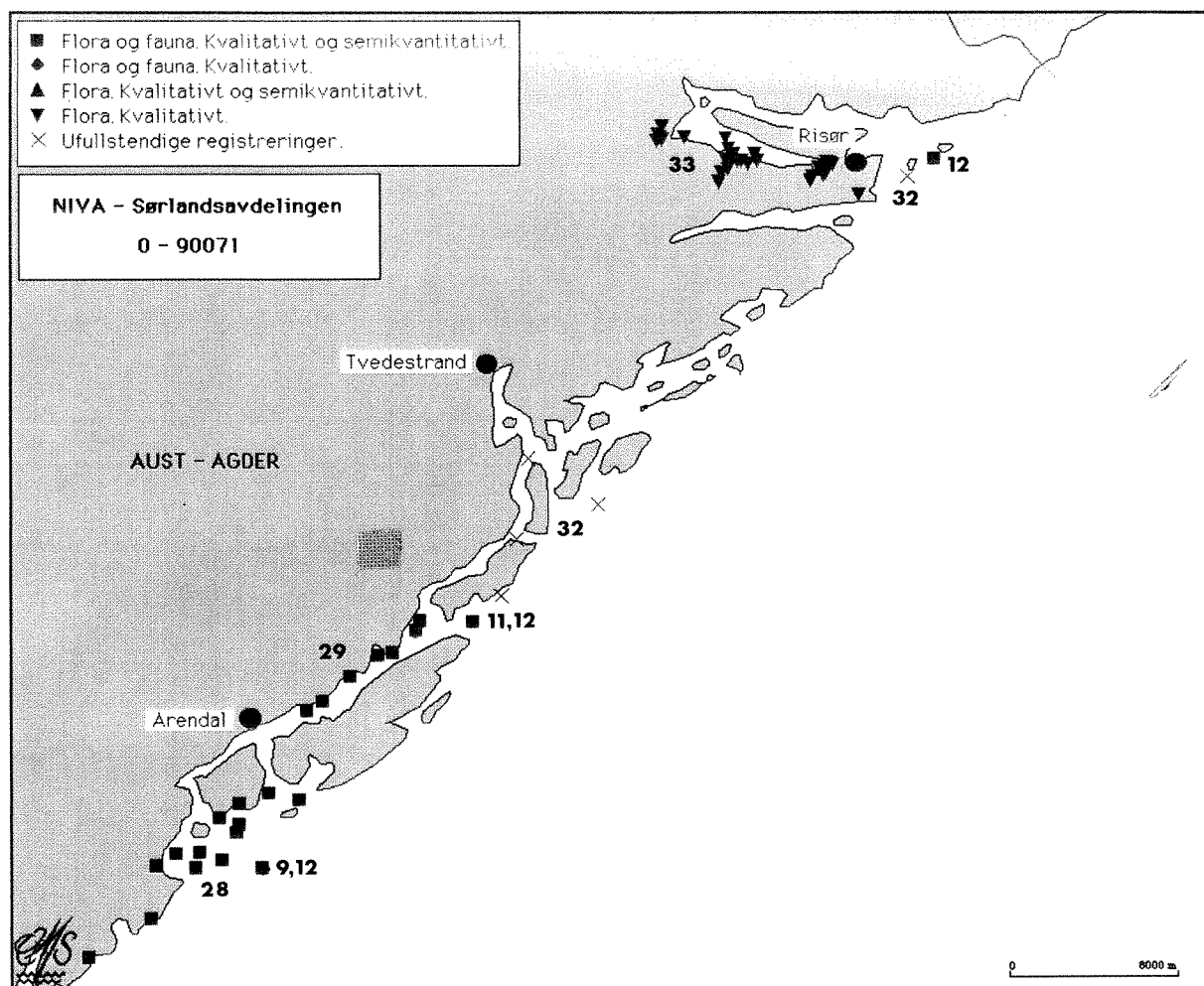
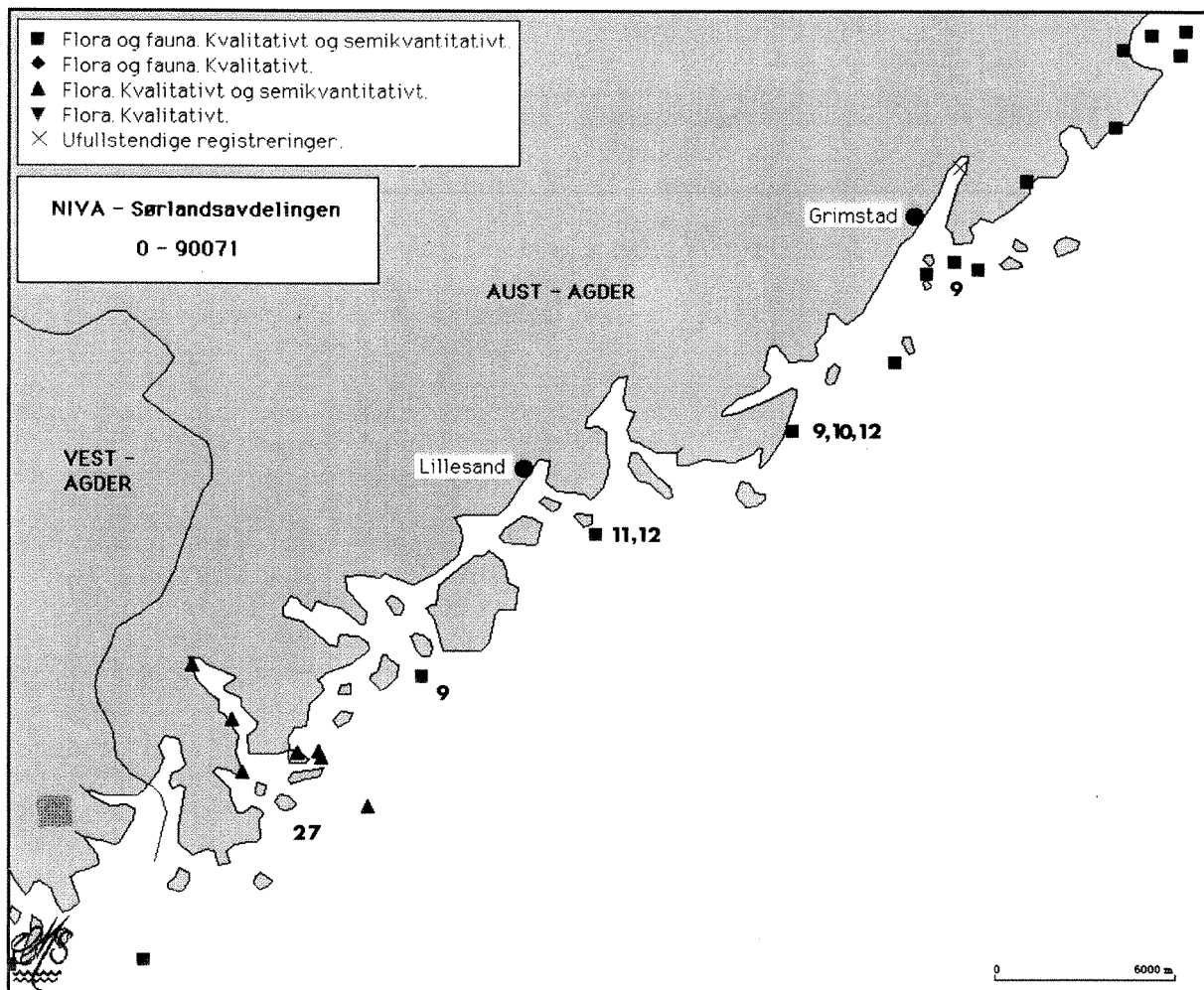
TELEMARK				
34	Kragerø (Hellefjorden)	Molvær 1978	Flora/fauna	Subjektiv vurdering av dominerende arter. Semi-kvantitativt på disse. Strandsonen. Juli-august. 6 stasjoner. Innelukket bukt, beskyttet.
12	Arøy	Pedersen et al. 1991	Flora/fauna	Kvalitativt (0-30 m.), semi-kvantitativt og kvantitativt (ca. 5-10 m.). (Transekt, ruteanalyser, fotografering, registrering av tarekog). Kystovervåking. Mai-juni. Sterkt-middels eksponert. 1 stasjon.
35	Grenland (Frierfjorden- Langesundbukta).	Molvær et al. 1979	Flora/fauna	Kvalitativt og semi-kvantitativt. 18 stasjoner. Likhetsindeks. Mai-august. Eksponerte og beskyttede stasjoner.
36	Grenland	Holt 1976	Flora	Kvalitativt. Sonering, utbredelse av ulike assosiasjoner. Bentiske diatomeer. 64 stasjoner. Eksponert og beskyttet. Alle årstider.
37	Grenland	Molvær 1977	Flora	Omtale av algevegetasjonen. Ikke sett.
38	Grenland	Knutzen et al. 1982	Flora (fauna)	Kvalitativt, semi-kvantitativt. 8 stasjoner. August. Semi-eksponerte og beskyttede stasjoner.
39	Grenland	Knutzen 1990	Flora/fauna	Kvalitativt, semikvantitativt. 0-2 m. 12 stasjoner. Omtale av algevegetasjonen. Likhetsanalyser. August. Eksponerte og beskyttede stasjoner.
32	Langesund/Jomfru land	Edvardsen et al. 1988	Flora/fauna	Delvis beskrivelse av algevegetasjonen. Chryso.-oppblomstringen*. Ingen artslister. 5 stasjoner. Juni. Eksponert - middels beskyttet.
VESTFOLD				
32	Langesund	Edvardsen et al. 1988	Flora/fauna	Delvis beskrivelse av algevegetasjonen. Chryso.-oppblomstringen*. Juni. Ingen artslister. 2 stasjoner. Beskyttet - eksponerte stasjoner.
40	Larvikdistriktet	Røsjorde 1970	Flora	Assosiasjoner, profiler. Fullstendig, systematisk artsinventar (men ingen oversiktlig artsliste). 16 stasjoner (Eksponerte - beskyttede?). Dykking, skraping. Alle årstider.
41	Tjølling	Iversen 1981	Flora	Algevegetasjon. Sonering, forekomst. 5 stasjoner. April, august. Ikke sett.
41	Sandefjord	Iversen 1981	Flora	23 stasjoner. Sonering, forekomst.
12	Færder, Lyngholmen, Oddaneskjær	Pedersen et al. 1991	Flora/fauna	Kvalitativt (0-30 m.), semi-kvantitativt og kvantitativt (ca. 5-10 m.). (Transekt, ruteanalyser, fotografering, registrering av tarekog). Kystovervåking. Mai-juni. Sterkt-middels eksponert. 3 stasjoner.
42	Vrengensundet	Bokn 1986	Flora	Kvalitativt, semi-kvantitativt. Registreringer ned til 0,5 m. 9 stasjoner. August. Relativt beskyttet område.

43	Nøtterøy, Stokke, Sem	Bokn et al. 1978 (1)	Flora/fauna	Kvalitativt, semi-kvantitativt. Vertikalutbredelse. 9 stasjoner Juli- august. Hovedtrekkene i vegetasjonen knyttet til hardbunn. Moderat eksponering.
44	Nøtterøy, Stokke, Sem	Kvalvågnes & Rygg 1979 (2)	Flora/fauna	Biologiske samfunn. 0-30 m. Juli. Sammenligninger med 1975, før og etter utslipp av kloakk. Mest fauna. Moderat eksponering. Ingen artslister.
45	Nøtterøy, Stokke, Sem	Bokn et. al 1982 (3)	Flora/fauna	Kvalitativt, semikvantitativt. 8 stasjoner, som over. Vertikalutbredelse, sammenligninger. Moderat eksponering
46	Tønsbergfj.	Gran 1893	Flora	Kvalitativt. Juli- august. Ikke sett.
47	Nøtterøy, Sem	Badski 1971	Flora	Algeassosiasjoner. Profiler. Skrapetrekk. 15 stasjoner. Mai-februar. Ikke sett.
48	Våle, Holmestrand	Bokn 1987	Flora/fauna	Artsoversikt. Semikvantitativt. 0 - 0,5 m. 9 stasjoner.
9	Færder	Berge et al. 1988	Flora	Chryso.-oppblomstringen*. 1 stasjon. Få alger nevnt. Kvantitativt på de som er nevnt. Skadete organismer. Vertikalutbredelse. Juni. Sterkt eksponert.
10	Færder	Pedersen et al. 1989b	Flora/fauna	Kvalitativt, semikvantitativt. Chryso.-oppblomstringen*. Profiler. 1 stasjoner. Juni. 0-25 m. Sterk eksponering.
14	Færder	Adey 1971	Flora	Kalkalger registrert. En stasjon. August. Eksponert? Mest sublittoralt.
49	Ytre Oslofjord	Sundene 1953	Flora	Kvalitativt fra skrapeprøver. 5 - 40 m. Ulike dyp. Algeassosiasjoner. Mars - nov. 18 skrapestasjoner, 8 stasjoner med strandprofiler.
50	Ytre Oslofjord	Fredriksen & Rueness 1990	Flora/ (Fauna)	Semikvantitativt og kvalitativt. Mai, september. Skrap og dykking (1-25 m). Vegetasjonsbeskrivelser, profiler. 3 stasjoner. Eksponerte og semi-eksponerte stasjoner.
ØSTFOLD				
51	Ytre Oslofjord	Magnusson & Rygg 1988	Flora/fauna	Sammenstilling av tidligere forurensnings-undersøkelser. Kort om dagens tilstand. Flora og fauna ikke spesielt nevnt, mest om utslipp etc. Kart med stasjonsnett over Sundene's observasjoner.
50	Ytre Oslofjord	Fredriksen & Rueness 1990	Flora/ (Fauna)	Semikvantitativt, kvalitativt. Mai, september. Skrap og dykking (1-25 m). Vegetasjonsbeskrivelser, profiler. 4 stasjoner. Eksponerte og semi-eksponerte stasjoner.
49	Ytre Oslofjord	Sundene 1953	Flora	Kvalitativt fra skrapeprøver. 5 - 40 m. Ulike dyp. Algeassosiasjoner. Mars - november. 14 skrapestasjoner og 3 stasjoner med strandprofiler.

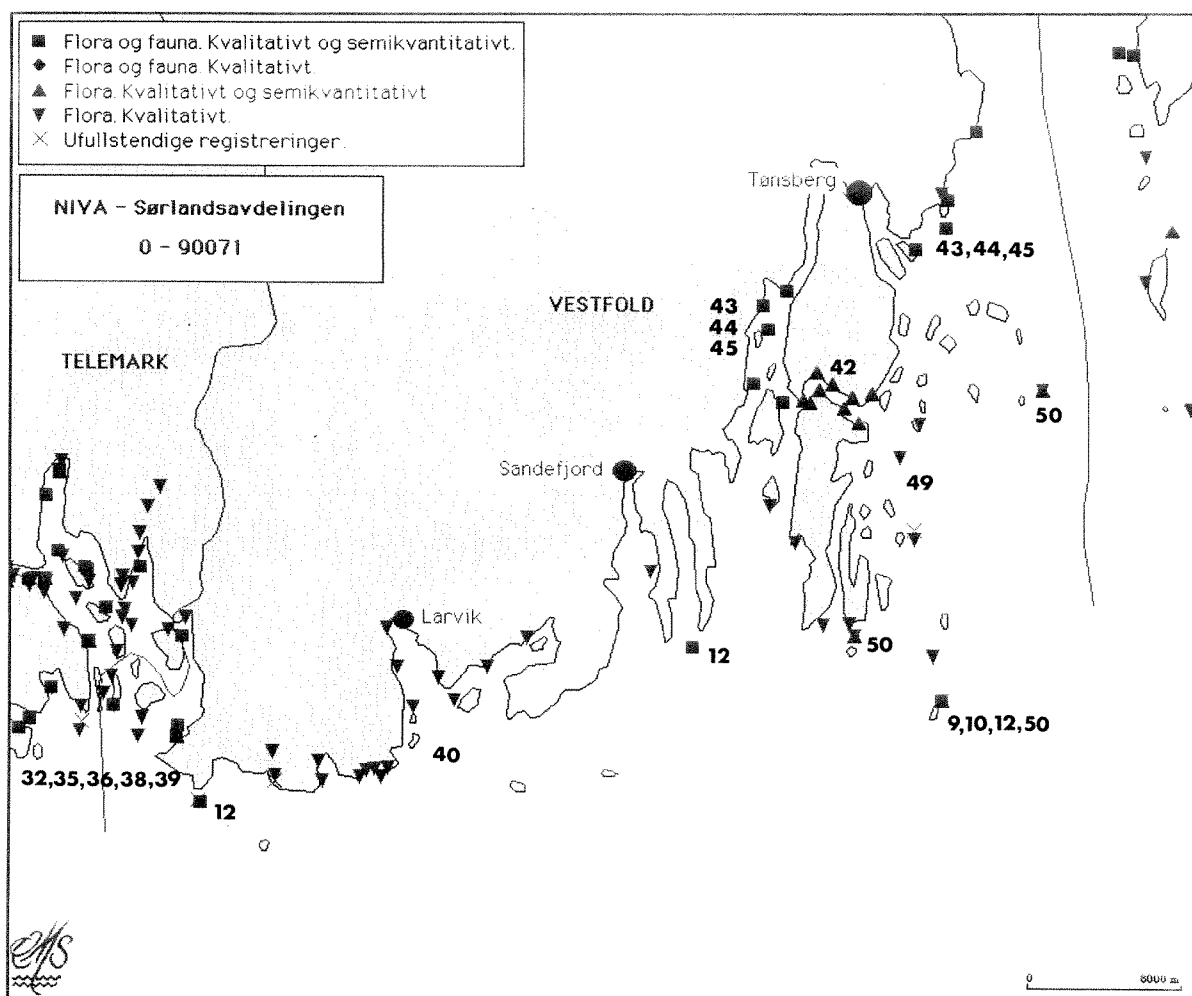
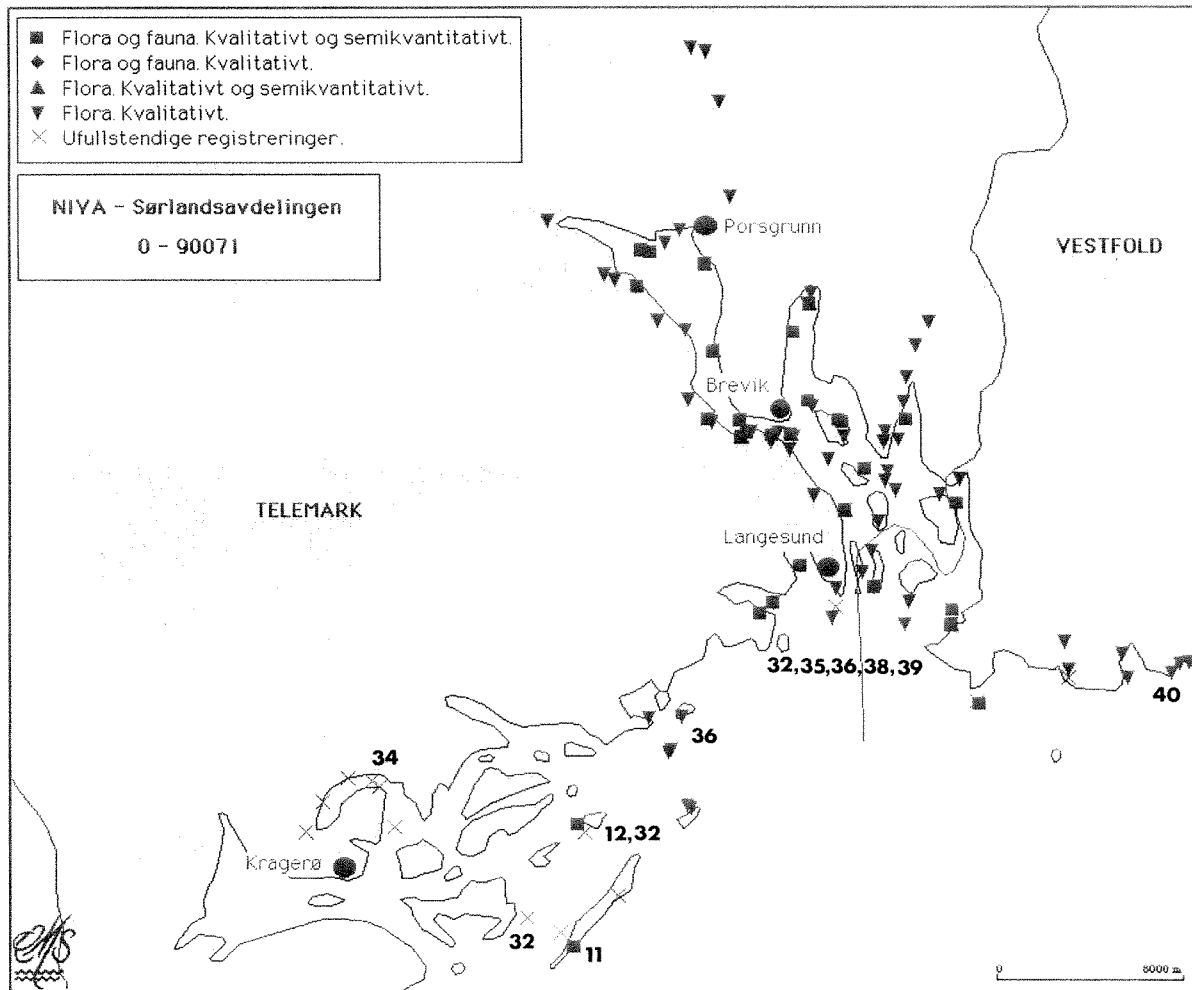
52	Moss - Fredrikstad	Haugen & Nilsen 1973	Flora/fauna	Kvalitativt og semikvantitativt. 10 dykkerstasjoner. Profiler fra alle stasjonene.
53	Hurum, Vestby, Hvaler	Nilsen 1974	Flora/fauna	Gruntvannsorganismer. Ikke sett.
54	Mossesundet	Baalsrud et al. 1989	Flora/fauna	Befaring, enkle registreringer ned til 1/2 m. Frekvens av enkelt arter. Oktober. 18 stasjoner. Beskyttet stasjoner.
9	Onsøy - Koster	Berge et al. 1988	Flora/fauna	Chryso.-oppblomstringen*. 4 stasjoner. Få alger nevnt. Kvantitativt på de som er nevnt. Skadete organismer. Vertikalutbredelse. Mai - juni. Eksponerte, semieksponeerte stasjoner.
11	Søstrene(Hvaler)	Pedersen et al. 1989a	Flora/fauna	Kvalitativt, semikvantitativt. Chryso.-oppblomstringen*. Registreringer. November. Profil. 0-30 m. En stasjon. Sterkt eksponert.
10	Hvaler	Pedersen et al. 1989 b	flora/fauna	Kvalitativt, semikvantitativt. Chryso.-oppblomstringen*. Registreringer. En stasjon. Juni. Profiler. 0-25 m. Sterkt eksponert.
12	Hvaler (Tisler)	Pedersen et al. 1991	Flora/fauna	Kvalitativt (0-30m), semi-kvantitativt og kvantitativt (ca.2-3 m). (Transekt, ruteanalyser, fotografering, registrering av tareskog). Kystovervåking. Mai-juni. Sterkt eksponert. En stasjon.
55	Hvaler	Gran 1897	Flora	Registreringer, systematisk oversikt. Sommer.
56	Onsøy, Kråkerøy, Borge, Hvaler	Knutzen, Bokn & Rygg 1974	Flora/fauna	Kvalitativt. Vertikalutbredelse av noen arter. Registreringer ned til nedre grense for alger. 8 stasjoner. September. Semi- eksponerte stasjoner?
57	Hvaler, Singlefjorden	Bokn 1984	Flora/fauna	Semikvantitativt. Generell artsliste for området. Basisundersøkelse av gruntvannsorganismer (0-2 m) på 75 stasjoner. Dykking (5-25 m) på 16 stasjoner. Juli - oktober. Ingen stasjonsbeskrivelser.
58	Hunnebben	Klavestad 1957	Flora	Økologisk studie av algevegetasjonen. 13 stasjoner. Sonering, assosiasjoner, artsliste (samlet for hele pollen).
59	Hunnebben	Klavestad 1964	Flora	Kvalitativt. Mars, august, september. 15 stasjoner. Ikke sett.
60	Iddefjorden	Efraimssen et al. 1982 (2)	Flora	Kvalitativt, semi-kvantitativt. Oversikt over arter i strandsonen. Juli og november. 14 stasjoner. Meget få alger.
61	Iddefjorden	Magnusson et al 1982 (1)	Flora/fauna	Kvalitativt, semikvantitativt. Oversikt over arter i strandsonen. 11 stasjoner. Horisontal utbredelse. Oktober. Få alger. Beskyttede stasjoner.
62	Iddefjorden	Magnusson et al. 1983	Flora, fauna	Horisontale utbredelsesgrenser for utvalgte alger. Oktober. Fauna registrert under tidevannssonen.
63	Iddefjorden, Singlefjorden, Tisler	Lein et al. 1974	Flora	Kvalitativt. Kartlagte forekomster. Mai - september. 16 stasjoner. Vegetasjonsprofiler (3 stasjoner).



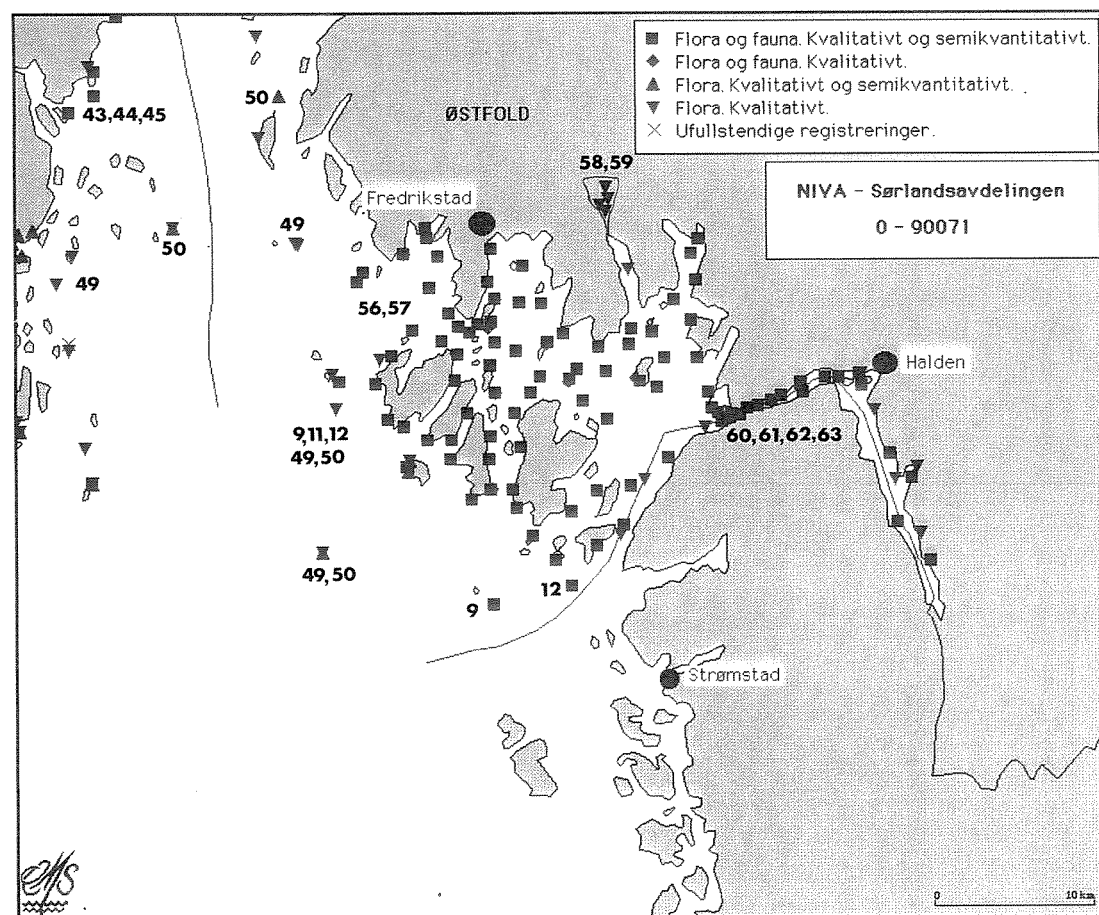
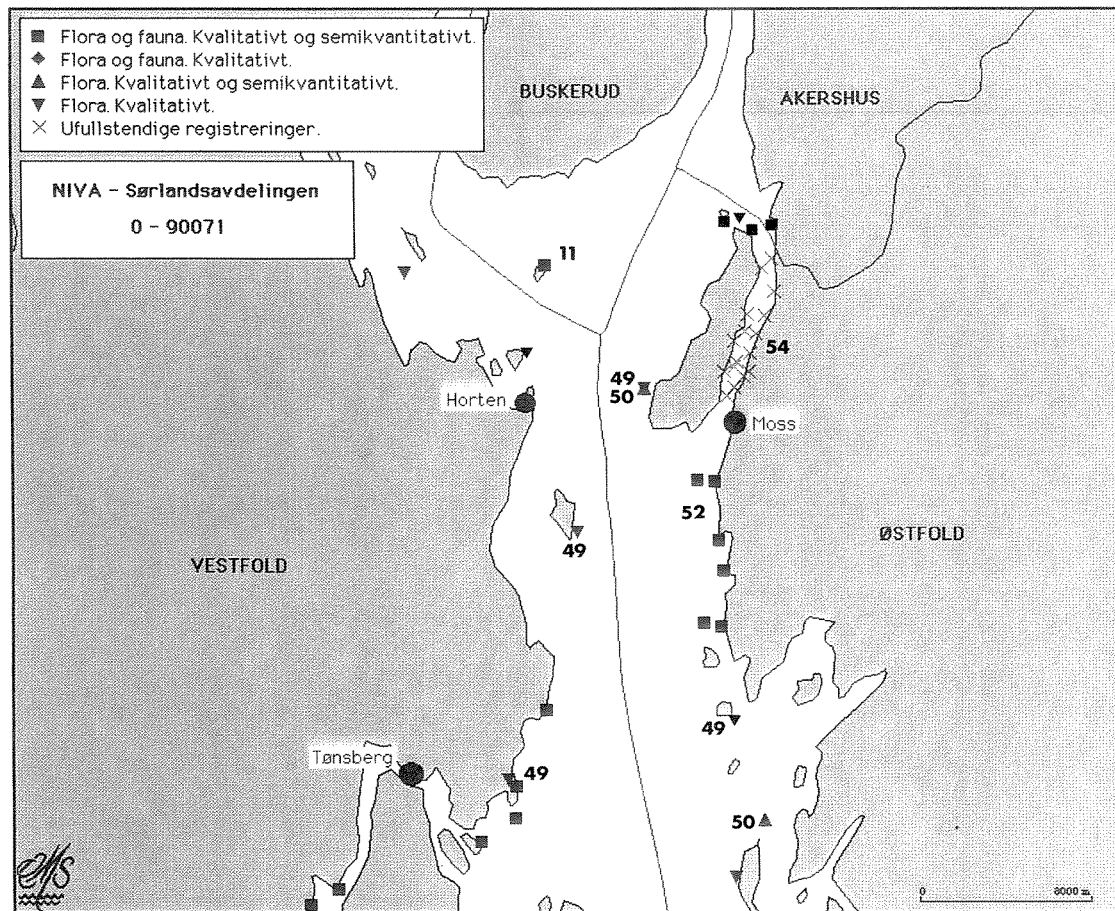
Figur 1. Stasjonskart over undersøkte lokaliteter i VEST-AGDER. Ulike symboler er brukt for ulike typer undersøkelser, se tegnforklaring på selve kartet. Tallene refererer til ulike undersøkelser som er listet opp i Tabell 1.



Figur 2. Stasjonskart over undersøkte lokaliteter i AUST-AGDER. Ulike symboler er brukt for ulike typer undersøkelser, se tegnforklaring på selve kartet. Tallene refererer til ulike undersøkelser som er listet opp i Tabell 1.



Figur 3. Stasjonskart over undersøkte lokaliteter i TELEMARK og VESTFOLD. Ulike symboler er brukt for ulike typer undersøkelser, se tegnforklaring på selve kartet. Tallene refererer til ulike undersøkelser som er listet opp i Tabell 1.



Figur 4. Stasjonskart over undersøkte lokaliteter i midtre og ytre OSLOFJORD (Vestfold og Østfold). Ulike symboler er brukt for ulike typer undersøkelser, se tegnforklaring på selve kartet. Tallene refererer til ulike undersøkelser som er listet opp i Tabell 1.

4.2. Alger og dyr i bløtbunnsfjæra på Skagerrak-kysten

I tilknytning til eksperimentelle undersøkelser i Presterødkilen ved Tønsberg er det også gitt en beskrivelse av organismesamfunnet i bløtbunnsfjæra (Leinaas & Christie 1991). Dette er den eneste større undersøkelse av bløtbunn i fjæra på Skagerrak-kysten. Kilen er lang og grunn med høyt innhold av fine partikler i sedimentet (50-60 % silt og leire). Normalt er kilen islagt flere måneder hver vinter.

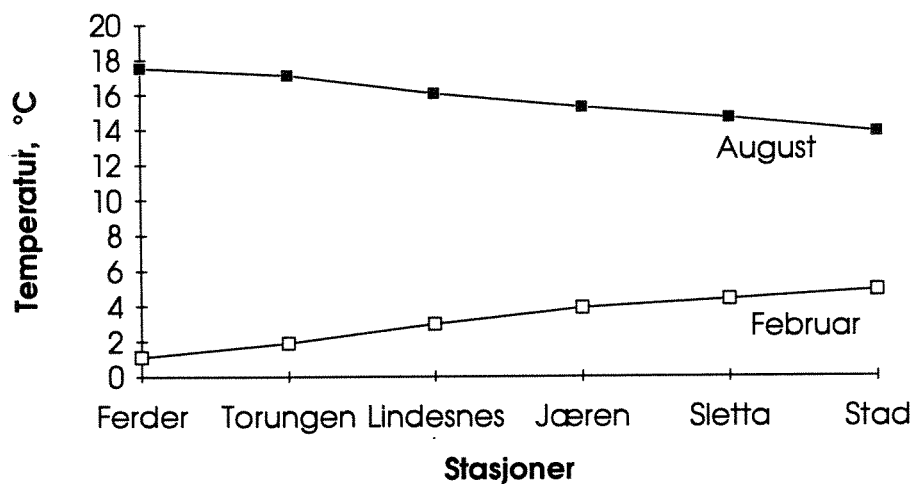
Etter algeoppblomstringen sommeren 1988 ble det foretatt prøvetaking i bløtbunnsfjæra i Hummerbakkfjorden ved Langesund og på Jomfruland (Edwardsen et al. 1988). Spredte observasjoner fra bløtbunnsområder ved Risør, Tvedestrand, Kristiansand og Flekkefjord er gitt av Johannessen & Gjørseter (1990).

Det foreligger lite informasjon om faunaen i sandstrender på Skagerrak-kysten. Generelt er sandstrender arts- og individfattige. Jødal (1985) har beskrevet små krepsdyr (harpacticoide copepoder) fra Langesund i Telemark. Spredte observasjoner av mollusker (snegl og skjell) er gitt av Wikander (1990).

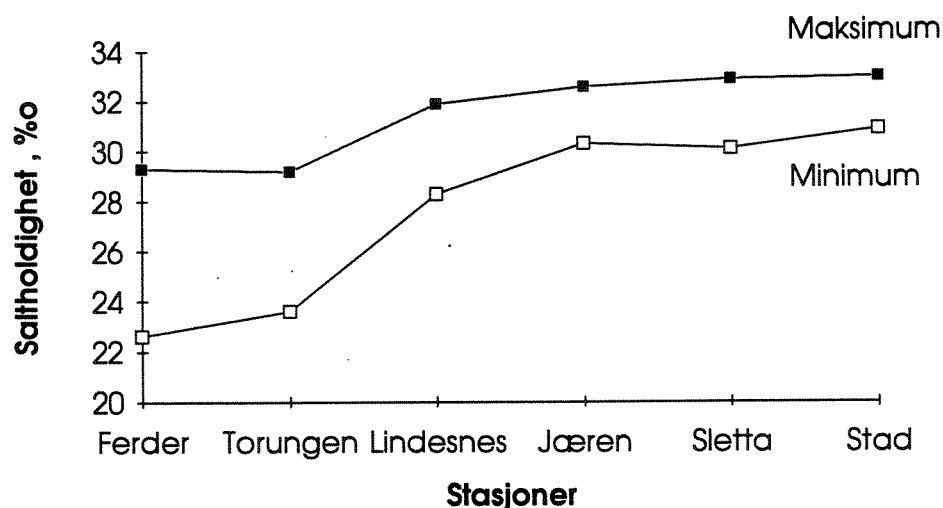
4.3. Klimatiske og hydrografiske forhold i Skagerrak

4.3.1. Temperatur og saltholdighet

Skagerrak er det sjøområdet langs norskekysten hvor sjøtemperaturen varierer mest og saltholdigheten blir lavest (Figur 5, 6). Ettersom de fleste marine organismer er tilpasset relativt små temperaturforskjeller og høye saltholdigheter, gir disse forholdene økt stress for mange planter og dyr, spesielt i tidevannssonen. Ved Færder er sjøtemperaturens månedsmiddel i februar og august hhv. 1,1°C og 17,5°C, ved Torungen hhv. 1,9°C og 17,1°C og ved Lindesnes hhv. 3,0°C og 16,1°C. Saltholdighetsnormaler i Skagerrak for perioden 1936-1970 ligger mellom 23⁰/oo og 32⁰/oo (Sætre 1973).



Figur 5. Gjennomsnittlig sjøtemperatur i Sør-Norge (Etter Sætre 1973).



Figur 6. Maksimum og minimum saltholdigheter i Sør-Norge (Etter Sætre 1973).

4.3.2. Is i Skagerrak

Den lave vintertemperaturen og saltholdigheten i Skagerrak gjør at kysten isdekkes enkelte år, som det eneste stedet i landet utenom fjordene. I særlig kalde år kan det være is langt ut i åpent hav, som i 1941 hvor det var fast is over 1/2 nautisk mil SØ for lille Torungen (Dannevig 1943). Det er allikevel mer normalt med isfrie vintre enn med is-vintre i Skagerrak. Siste periode med utbredt is langs kysten var i 1986 og 1987.

Tall basert på perioden 1963-1979 (16 sesonger) viser at sannsynligheten for isdannelse langs Skagerrak-kysten i denne perioden lå på over 25% (mellom 25 og 50%) i januar, februar og mars. Middeldato for islegging var 21. januar og for isløsing 1. mars. Dette gjelder området Kristiansand - Svenskegrensa. Medregnet alle 16 sesongene var det gjennomsnittlig 20 dager med is i året. Gjennomsnittlig antall isdager for sesonger med is var 50 dager. Det var jevn is og pakk-is som var de dominerende istypene på Skagerrak-kysten. Is-tykkelsen i februar varierte mellom 5 og 7cm i gjennomsnitt (Janèrus & Jansson 1982). Selv om tallene kun er basert på en 16 års periode kan de gi en indikasjon på isforholdene langs Skagerrak-kysten.

Fra vinteren 1971 til 1991 har det vært is langs kysten følgende år:

1979 - Åpen pakk-is fra Arendal til Hvaler. Fast is ved Kragerø, Larvik, Tønsberg og i Hvaler.

1980 - Fast is langs kysten fra Kristiansand til Hvaler i deler av februar.

1982 - Åpen is (drivis) fra Kristiansand til Larvik. Tett drivis i Hvaler området.

1985 - Nyis og tett drivis fra Larvik til Hvaler.

1986 - Fast is fra Kristiansand til Hvaler. Nyis i området utenfor skjærgården.

1987 - Fast is fra Kristiansand til Hvaler. Nyis i området utenfor skjærgården.

(Fra Sjøfartsverket / SMHI - rapporter 1989/90 og 1990/91 samt Sjøkartverkets meddelande 1980-1984)

Statistisk sett er det is langs Skagerrak-kysten hvert fjerde år. Men isvintrene kommer sjeldent jevnt fordelt. Det kan gå mange år uten is, for så å bli etterfulgt av flere isvintre etter hverandre. Selv om det ikke dannes is kan lufttemperaturen være lav, og lave luft-temperaturer kombinert med lavvann vil ha innvirkning på overlevelse av planter og dyr i fjæresonen.

4.3.3. Vind i Skagerrak

Det er de sørvestlige vindene som er dominerende i Skagerrak, men om vinteren er det i tillegg endel nordøstlige vinder. Februar har flest vindstille perioder (12 % av tiden er vindstille) mens september har færrest (kun 2% av tiden er vindstille).

Månedsmiddelet for vindhastighet i Skagerrak basert på perioden 1966 - 1981 er mellom 5,3 m/s (lett bris) og 8,9 m/s (frisk bris). Juli har lavest månedsmiddel mens desember har høyest. Gjennomsnitt for hele året er 7,0 m/s (labbri bris). Nær land er midlere vindhastighet for hele året 4-5 m/s (svak vind).

Antall stormdager (minimum 10 minutters periode med vind over 20,7 m/s) for strekningen Ferder til Lindesnes er 3-5 dager/år. Gjennomsnittlig varighet for storm er under 10 timer. Til sammenligning er antall stormdager på Vestlandet opp til Stadt 10 - 20 dager/år og ved Stadt 60 dager/år (Børresen 1987).

Tåbell 2. Antall stormdager, gjennomsnittlig vindhastighet og andel vindstille tid i Skagerrak og på Vestlandet.

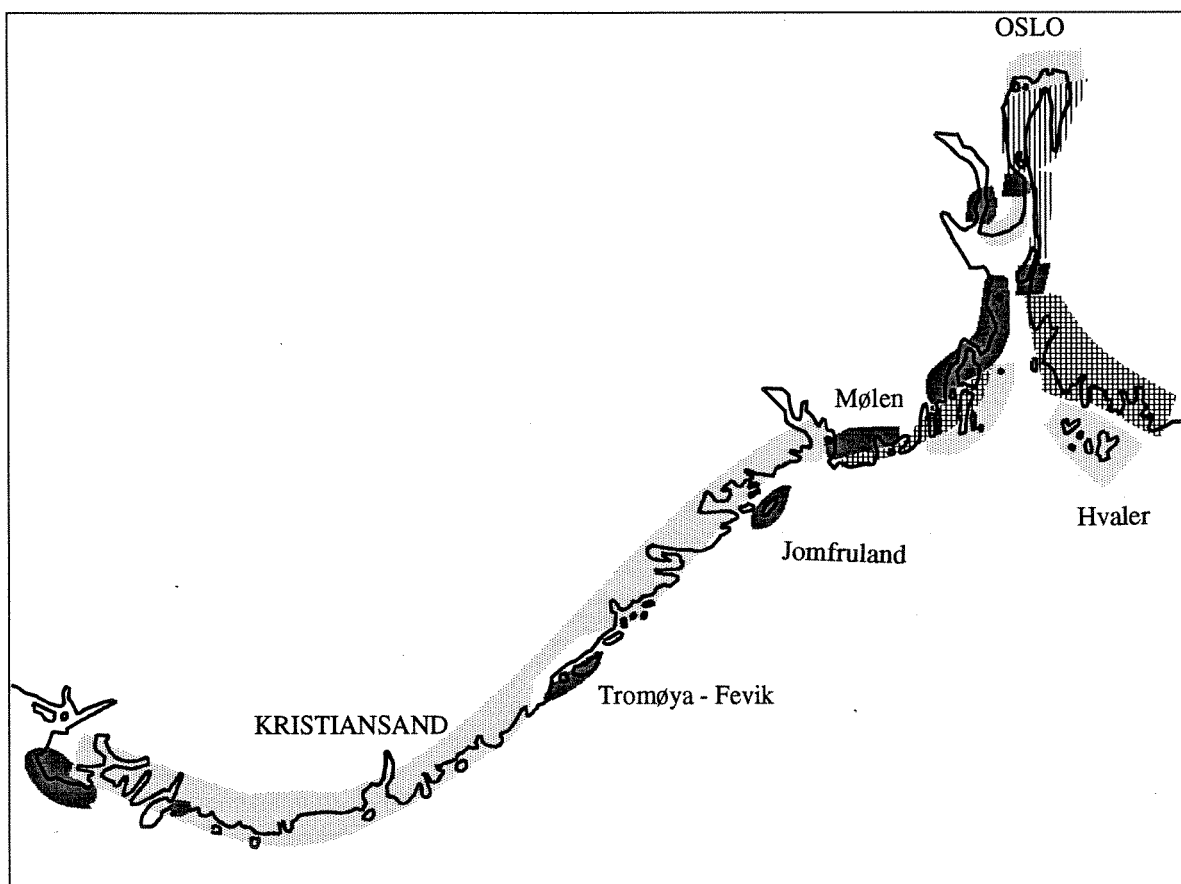
	Skagerrak	Vestlandet (Bergen)
Antall stormdager	3-5 dager	10-20 dager
Gj. snittlig vindhastighet	7	8,1
Vindstille (% av tiden)		
februar	12	2
juni	6	4
år	4	1





4.3.4. Vannstand

Tidevannsforskjellen i Skagerrak er liten (< 25 cm) slik at lufttrykk og vindforhold er mer bestemmende for vannstanden. Det medfører at det kan være lange perioder med lavvann eller høyvann avhengig av værforholdene. Dette øker stresset for fjæreorganismer, særlig arter som er tilpasset regelmessig tørrlegging og neddykking. Sautang (*Pelvetia canaliculata*) er en art som ikke tåler langvarig neddykking (Lüning 1990, s. 348), og dette, sammen med klimatiske forhold, er trolig årsaken til at den ikke vokser i Skagerrak. Lav vannstand over flere dager kombinert med høy temperatur sommerstid eller lav temperatur venterstid fører regelmessig til massedød av blåskjell (*Mytilus edulis*) i de øvre deler av fjæresonen. Liten tidevannsforskjell medfører også at fjæresonen er smal, slik at det blir økt konkurranse mellom artene i denne sonen.

4.4. Strandsonens fysiografiske utforming

Strandsonens fysiografiske utforming langs Skagerrak-kysten er tidligere kartlagt (Senstad & Sindre 1981, SINTEF-rapport), med inntegning av ulike strandtyper på 1:50 000 kart (klippestrand, sva, blokkstrand, steinstrand, sandstrand og leirstrand/våtmark). Et oversiktskart over strandsonetyperne er vist i Figur 7 og viser at Skagerrak-kysten består for det meste av svaberg men med noe stein- og sandstrender innimellom. I de østlige deler, fra Langesund til Hvaler, er det endel kombinasjonstrender med sva og større vikar, fjordarmer og kiler med sammenhengende leirstrender. Det store innslaget av fast fjell gjør at det meste av kyststrekningen er dekket av tang og tare med tilhørende mindre alger og dyr.



-  Sva, stedvis med små lokale løsmasseavsetninger i vikene. Mindre blokk- og steinstrender kan forekomme.
-  Klipper
-  Overveiende blokk-, stein- og sandstrender i forbindelse med bretrandavsetninger eller som abrasjonsterrasser i større mengder av løsmasser.
-  Kombinasjonsstrender av sva og større vikene, fjordarmer og kiler med sammenhengende leirstrender.

Figur 7. Utbredelse av ulike strandtyper langs Skagerrak-kysten (Etter Sendstad og Sindre 1981)

5. BESKRIVELSE AV ORGANISMESAMFUNN

Skagerrak-kysten har en skjærgårdssone med mange små øyer og skjær, samt flere mindre fjorder. Det gir mange varierte voksesteder for fjæreorganismer, både bølge-eksponerte og beskyttede og med varierende grad av ferskvannspåvirkning. På grunn av liten tidevannsveksling (< 25 cm) har fjæresonen liten vertikal utstrekning og det blir hard konkurranse om substratet. De ustabile vannstandsvekslingene, stor temperaturforskjell mellom sommer og vinter og periodevis isskuring gjør at mange organismer som vokser ellers langs kysten ikke klarer seg på Skagerrak-kysten (Rueness et al. 1990). De ustabile forholdene medfører dessuten at fjæresamfunnet er mer variabelt og ikke så stabilt som på Vestlandet og nordover. I ekstremperiodene vil noen arter forsvinner eller blir sterkt redusert, mens andre blir mer vanlige.

5.1. Alger og dyr på hardbunn

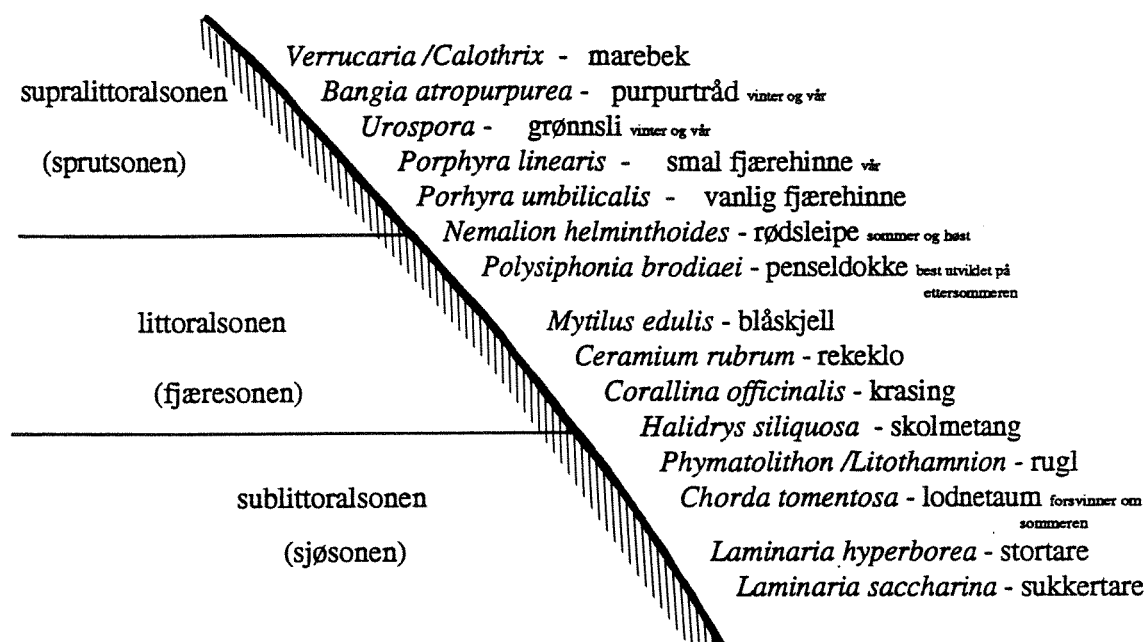
De skjematiske profilene nedenfor viser eksempler på sonering av dominerende alger på ulike biotoper langs Skagerrak-kysten. Blåskjell er tatt med i profilene, men ellers er de vanligste dyrene kun kommentert i teksten.

Marebek (*Verrucaria maura* og *Calothrix crustacea*) er ikke registrert i flere rapporter, men er likevel satt opp som vanlig på alle biotoper ettersom den synes å finnes de fleste steder. De fleste undersøkelser går bare fra høyvannsmarket og nedover, og får dermed ikke med marebek-beltet som vokser i sprutsonen (over høyvannsmarket).

Arter som vokser over flere soner er kun ført opp i den hvor den er vanligst. Dette gjelder for eksempel vanlig rekeklo, *Ceramium rubrum*.

Opplysningene er hentet fra: Bokn 1984, Fredriksen & Rueness 1990, Green et al. 1985, Holt 1976, Knutzen 1990, Moy & Wikander 1990, Næs et al 1991, Oug et al. 1990, Oug & Moy 1991, Pedersen et al. 1991, Rueness 1966, Røsjorde 1970, Åsen 1978, 1983a, 1987, 1988, 1989.

5.1.1. Åpen kyst, eksponert



Figur 8. Skjematisert strandprofil på eksponert lokalitet. Algene er plassert i det nivå de forekommer hyppigst (fjæresone = tidevannssone).

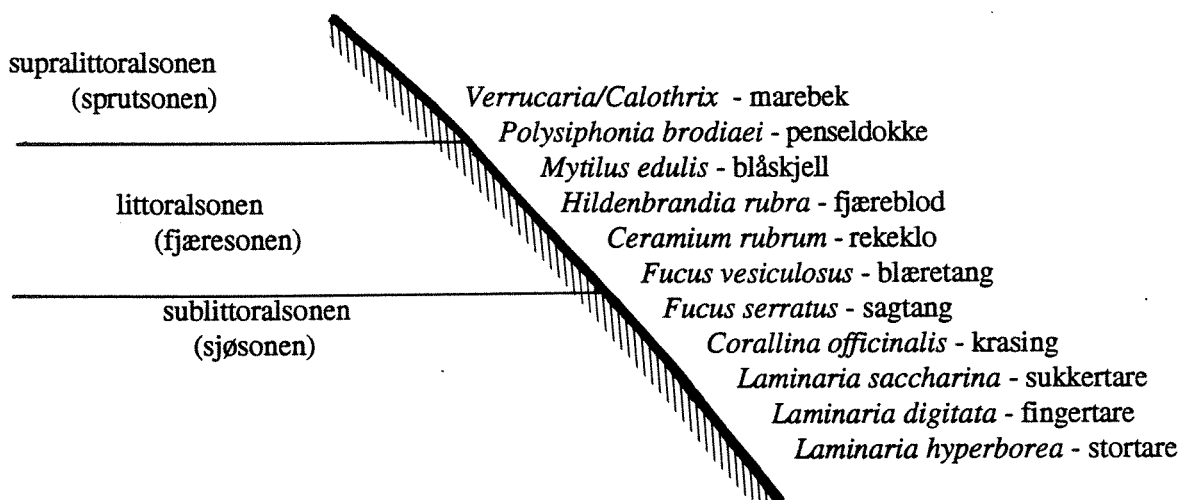
Det er særlig ytterst i skjærgården at man finner de eksponerte lokalitetene, med liten eller ingen beskyttelse mot bølger.

Sterkt eksponerte steder (Figur 8) er ofte karakterisert ved at det vokser mange arter i sprutsonen og øvre fjæresonen. På grunn av eksponeringen er disse sonene bredere enn på beskyttede steder med samme helningsvinkel. Hvilke arter som vokser i sonene varierer med årstiden, men mange av dem er små rødalger. F.eks. er smal fjærehinne (*Porphyra linearis*) og purpurtråd (*Bangia atropurpurea*) dominerende nedenfor marebekbeltet (*Verrucaria/Calothrix*) om vinteren og våren, men blir erstattet av bl.a. rødsleipe (*Nemalion helminthoides*) og penseldokke (*Polysiphonia brodiaei*) utover sommeren. Andre arter som også forekommer i fjæresonen kun om våren er lodnetaum (*Chorda tomentosa*), fjæreslo (*Scytosiphon lomentaria*) og brunbånd (*Petalonia fascia*).

Det er lite eller ingen tang på sterkt eksponerte steder. De vanlige tangartene som grisetang (*Ascophyllum nodosum*), blæretang (*Fucus vesiculosus*) og sagtang (*Fucus serratus*) klarer seg ikke på så eksponerte steder, men skolmetang (*Halidrys siliquosa*) er ofte vanlig eller dominerende i sjøsonen. Fjæresonen på sterkt eksponerte steder er istedenfor dominert av mindre arter. Rødalgene rekeklo (*Ceramium rubrum*), vanlig fjærehinne (*Porphyra umbilicalis*) og penseldokke er

dominerende sammen med blåskjell (*Mytilus edulis*), mens korstroll (*Asterias rubens*), rur (*Balanus* spp.) og stor strandsnegl (*Littorina littorea*) er vanlig eller spredt. Av tarer er det særlig stortare (*Laminaria hyperborea*) som blir dominerende på sterkt eksponerte steder, men den blir likevel sparsom i østlige deler av Skagerrak. Sukkertare (*Laminaria saccharina*) og fingertare (*Laminaria digitata*) er også registrert som dominerende. Remtang (*Himanthalia elongata*), butare (*Alaria esculenta*) og vorteflik (*Mastocarpus stellatus*) er registrert som vanlige / dominerende på eksponerte steder i deler av Vest-Agder, men ikke videre inn i Skagerrak. De har alle østgrense på Skagerrak-kysten (Rueness 1977). Krusflik (*Chondrus crispus*), brunslie (*Ectocarpus* sp.), fagerving (*Delesseria sanguinea*), eikeving (*Phycodrys rubens*), sleipfleck (*Cruoria pellita*), røddokke (*Polysiphonia urceolata*), rødsleipe og bendelsleipe (*Dumontia contorta*) og laksesnøre (*Chaetomorpha melagonium*) er registrert som vanlige arter på eksponerte steder.

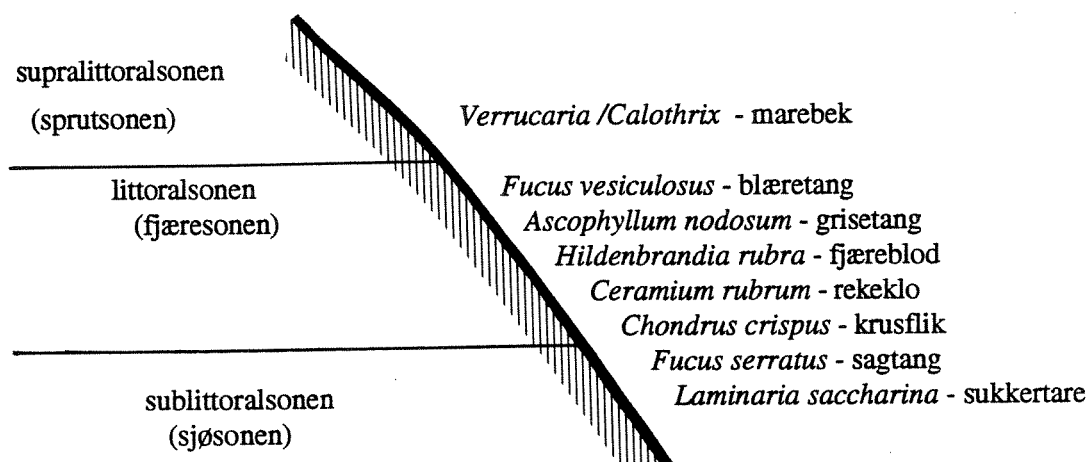
5.1.2. Åpen kyst/skjærgård - moderat eksponert



Figur 9. Skjematisert strandprofil av semi-eksponert lokalitet. Algene er plassert i det nivå de forekommer hyppigst.

Semi-eksponerte steder finner man både på åpen kyst med lokal beskyttelse og i indre skjærgård. Algesamfunnet på semi-eksponerte lokaliteter inneholder mange av de samme artene som på eksponert kyst, men noen arter forsvinner mens andre kommer til. Sprutsonen er som regel mindre, og det resulterer i færre arter og smalere assosiasjoner. Dette gjelder bl.a. vanlig og smal fjærehinne og purpurtråd som er mindre dominerende i sprutsonen på semi-eksponerte steder. Penseldokke og rødsleipe er fremdeles dominerende enkelte steder sommer og høst. Stor strandsnegl, rur (fjærerur og steinrur) og korstroll er vanlige. Når eksponeringen avtar vil tangartene komme inn. Blæretang og sagtang er flere ganger registrert som dominerende på semi-eksponerte steder, mens skolmetang er vanlig enkelte steder. Grisetang er registrert som vanlig kun noen få steder. Der tangartene mangler vil ofte strandtagl (*Chordaria flagelliformis*) dominere. I fjære- og sjøsonen vil små fastsittende alger som bendelsleipe, tarmgrønske (*Enteromorpha intestinalis*), røddokke, fjæreblood (*Hildenbrandia rubra*), rekeklo, krusflik, krasing, fagerving og brunslis samt blåskjell være vanlige eller dominerende blant tangen. Fiskeløk (*Cystoclonium purpureum*) er registrert som vanlig flere steder. Nedenfor tangen vil fingertare, sukkertare og stortare dominere.

5.1.3. Skjærgård, beskyttet



Figur 10. Skjematisert strandprofil av beskyttet lokalitet. Algene er plassert i det nivå de forekommer hyppigst.

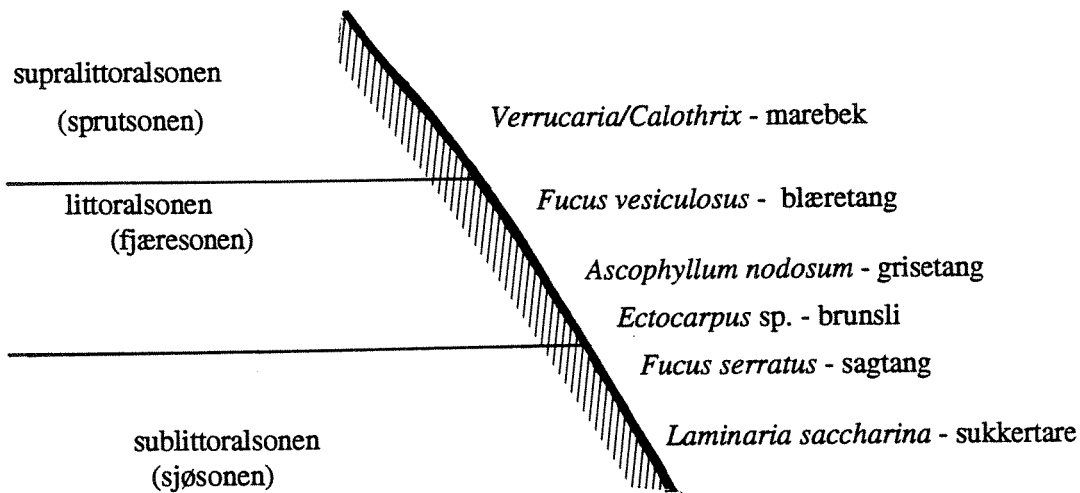
Beskyttede lokaliteter kan være i den indre skjærgården eller i bukter og vikene i den ytre skjærgården. Her er det liten bølgeeksponering.

Det er hovedsakelig marebek som vokser i den smale sprutsonen på beskyttede steder, mens fjæresonen og sjøsonen er dominert av tang. Både blæretang og sagtang er dominerende langs hele kysten på beskyttede steder. Øverst i fjæresonen er spiraltang (*Fucus spiralis*) registrert som vanlig eller dominerende enkelte steder, men det hører til unntakene. Grisetang er dominerende eller vanlig de fleste stedene, men synes ikke å være så dominerende som blæretang og sagtang. Av mindre algearter er fjæreblood, rekeklo og krusflik dominerende de fleste steder. Blåskjell er også registrert som dominerende flere steder, men er ikke så dominerende som på mer eksponerte steder. Rur, stor strandsnegl og korstroll er vanlige sammen med bl.a. brunslie, finsveig (*Dictyosiphon foeniculaceus*), rugl (*Lithothamnion* sp.) og tarmgrønske. Fjærerur er den vanligste rur-arten.

Sukkertare er den vanligste taren og er dominerende de fleste stedene mens fingertare er mindre vanlig. Stortare er ikke registrert som vanlig eller dominerende på beskyttede steder.

Det synes å være en mer varierende algeflora med mindre tydelige assosiasjoner på svakt eksponerte steder enn på eksponerte lokaliteter.

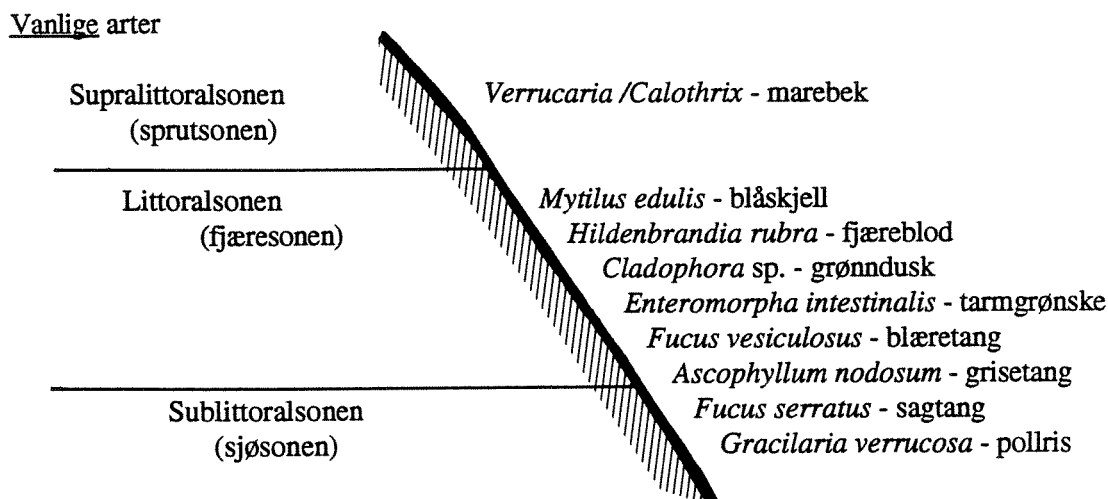
5.1.4. Skjærgård, ferskvannspåvirket - beskyttet/moderat eksponert



Figur 11. Skjematisert strandprofil av ferskvannspåvirket lokalitet. Algene er plassert i det nivå de forekommer hyppigst.

Det er hovedsakelig beskyttede steder, men også noen semi-eksponerte lokaliteter, som er tatt med i denne biotopen og omfatter områder nær utløp av elver eller fjorder. Biotopen ligner i artsdominans på beskyttede steder, med dominans av blæretang og sagtang i fjære og sjøsonen. Fjæreblod, rekeklo og krusflik er vanlige arter her, i likhet med beskyttede steder. Det samme gjelder blåskjell, strandsnegl og korstroll. Grisetang er imidlertid mindre utbredt, og arter som brunsl, havsalat (*Ulva lactuca*), grønn dusk (*Cladophora* sp.) og tarmgrønske er mer vanlig. Sukkertare er registrert som dominerende enkelte steder. Antall dominerende og vanlige arter er redusert i forhold til beskyttede områder.

5.1.5. Fjord, ferskvannspåvirket - beskyttet.



Figur 12. Skjematisert strandprofil av et indre fjordområde, av ferskvannspåvirket lokalitet. Algen er plassert i det nivå de forekommer hyppigst.

Indre fjorder og poller vil være både ferskvannspåvirkede og beskyttede. Fra de gjennomgåtte rapportene ser det ut til at det er mindre tydelige assosiasjoner på slike lokaliteter enn andre biotoper. Artene som er representert er vanlige og ikke dominerende. Både grisetang, blæretang og sagtang er vanlig i indre fjorder. Tarmgrønske, grønndusk og pollris (*Gracilaria verrucosa*) er som regel vanlige, mens krusflik, fjæreblood og martaum (*Chorda filum*) bare stedvis er vanlige eller spredte. Andre arter som kan opptre som vanlige i indre fjorder er blåskjell, bleiktust (*Spermatochneus paradoxus*), havsalat og strandtagl.

Mindre grønnsalger som kryptråd (*Rhizoclonium implexum*) og krøllhårsalge (*Chaetomorpha linum*) kan danne grønne matter sammen med grønnduskarter.

5.1.6. Mengdevurdering av utvalgte arter

Noen utvalgte rapporter er systematisk gjennomgått og de vanligste artene samt mengdevurdering for hver art er notert. Det er bare tatt hensyn til arter som er registrert i strandsonen, dvs. 0-2 meter dyp. Opplysningene er ført opp i tabellform (Tabell 3 og 4). Lokaltetene er også her delt inn i fem ulike biotoper.

Tabell 3 viser forekomst av utvalgte arter, basert på gjennomsnitt av alle gjennomgåtte rapporter. Arter med svært flekkvis fordeling og arter som kun er tilstede deler av året kan få en lav gjennomsnittsverdi. I enkelte rapporter er kun noen få arter av dyr tatt med, slik at faunaen kan ha en relativ lav forekomstangivelse i tabellen..

Tabell 4 viser forekomst av utvalgte arter som gjennomsnitt av rapportverdier når arten har vært tilstede. Tabellen viser derfor om arten vanligvis opptrer som dominerende, vanlig, spredt eller som enkeltfunn når den først forekommer i et område. Er en art kun registrert på ett sted, vil tabellen vise forekomstverdien på dette stedet. Forekomstverdien er ikke nødvendigvis representativ for hele Skagerrak.

Tabellene er basert på følgende rapporter:

Pedersen et al. 1991, Pedersen et al. 1989a, b, Rueness 1966, Fredriksen & Rueness 1990, Oug & Moy 1991, Oug et al. 1990, Næs et al. 1991, Bokn 1986, Bokn 1984, Haugen et. Nilsen 1973, Berge et al. 1988, Åsen 1983a, b, 1987, Knutzen 1990, Nilssen 1975, Holt 1976, Molvær 1977, Klavestad 1964.

TABELL 3

Tabellen viser forekomst av vanlige strandsonearter som en gjennomsnittsverdi av utvalgte rapporter. I rapporter hvor algen ikke er registrert er forekomsten satt lik null. Artene er plassert etter minkene forekomst på de eksponerte stedene. Se forøvrig forklaring til tabell 3 og 4 i teksten.

		Ekspontert	Semi- eksponert	beskyttet	ferskvanns- påvirket	indre fjord
Alger: Tykt læraktlig thallus						
Laminaria saccharina	sukkertare	••	••	••	••	•
Laminaria digitata	fingerare	••	••	•	•	
Halidrys siliquosa	skolmetang	•	••	•	•	
Laminaria hyperborea	stortare	•	•	•		
Fucus serratus	sagtang		••	••	••••	••
Fucus vesiculosus	blæretang		•	•••	•••	•••
Fucus evanescens	gjelvtang		•		•	
Ascophyllum nodosum	grisetang			••	••	••
Alger: Grovere grenet						
Polysiphonia brodiaei	penseldokke	••••	•			
Dumontia contorta	bendelsleipe	•••	•	•		
Nemalion helminthoides	rødsleipe	•••	•		•	
Chondrus crispus	krusflik	••	••	••	••	•
Corallina officinalis	krasing	••	••	••	•	
Chordaria flagelliformis	strandtagl	••	••	•	•	•
Gracilaria verrucosa	pollris					••
Alger: Flnt forgrenet						
Ceramium rubrum	rekeklo	••••	•••	••	••	•
Polysiphonia urceolata	røddokke	••	••	•		
Chaetomorpha melagonium	laksesnøre	•	•	•	•	
Cladophora rupestris	vanlig grønndusk	•	•	•	••	
Cladophora sp.	grønndusk		•	•	••	•••
Alger: Tynt bladaktlig eller hult rørformet thallus						
Porphyra umbilicalis	vanlig fjærehinne	••••	••			
Porphyra linearis	smal fjærehinne	••	•			
Enteromorpha intestinalis	tarmgrønske	•	••	••	•••	•••
Ulva lactuca	havsalat	•	••	•	•	•
Alger: Skorpeformet thallus						
Hildenbrandia rubra	fjæreblad	••	••	••	••	••
Phymatolithon sp.	rugl	••	••	••	•	•
Calothrix / Verrucaria	marebek	•		•	••	•
Dyr: Planktonspisere etc.						
Mytilus edulis	blåskjell	•••	•••	••	••	•
Electra pilosa	mosdyr	•	••	•		
Balanus sp.	rur	•	•	•	•	•
Membranipora membranacea	mosdyr	•	•	•		
Pomatoceros triqueter	trekantmark	•	•	•	•	
Spirorbis sp.	posthornmark	•	•	•		
Dyr: Rovdyr						
Asterias rubens	korstroll	••	•	•	•	•
Nucella lapillus	purpurnegl	•	•	•		
Dyr: Beltere						
Littorina littorea	stor strandsnegl	•	••	••	•	•
Littorina saxatilis	spiss strandsnegl	•	•		•	

Symbolforklaring:	
•	enkeltfunn
••	spred
•••	vanlig
••••	dominerende

TABELL 4

Tabellen viser forekomst av vanlige strandsonearter når disse er tilstede. Forekomsten er beregnet som gjennomsnitt av de registreringene som er gjort av arten. Artene er plassert etter minkene forekomst på de eksponerte stedene. Se forøvrig forklaring til tabell 3 og 4 i teksten.

		Ekspontert	Semi- eksponert	beskyttet	ferskvanns- påvirket	Indre fjord
Alger: Tykt læraktig thallus						
Laminaria hyperborea	stortare	****	***	***		
Halidrys siliquosa	skolmetang	****	***	**	****	
Laminaria saccharina	sukkertare	***	***	****	***	**
Laminaria digitata	fingerare	***	***	***	**	
Fucus vesiculosus	blæretang		***	****	****	***
Fucus serratus	sagtang		***	****	****	***
Fucus evanescens	gjelvtang		**		***	
Ascophyllum nodosum	grisetang		.	***	***	***
Alger: Grovøre grenet						
Nemalion helminthoides	rødsleipe	****	****		**	
Polysiphonia brodiaei	penseldokke	****	****			
Chordaria flagelliformis	strandtagl	****	***	***	**	***
Corallina officinalis	krasing	****	***	***	**	
Dumontia contorta	bendelsleipe	***	**	***		
Chondrus crispus	krusflik	**	***	***	***	**
Gracilaria verrucosa	pollris					***
Alger: Fint forgrenet						
Ceramium rubrum	rekeklo	****	***	***	***	**
Chaetomorpha melagonium	laksesnøre	***	**	**	**	
Cladophora rupestris	vanlig grønndusk	**	**	***	***	
Polysiphonia urceolata	røddokke	**	**	***		
Cladophora sp.	grønndusk		**	***	***	***
Alger: Tynt bladaktig eller hult rørformet thallus						
Porphyra linearis	smal fjærehinne	****	***			
Porphyra umbilicalis	vanlig fjærehinne	****	***		.	
Ulva lactuca	havsalat	***	**	**	***	***
Enteromorpha intestinalis	tarmgrønske	**	***	***	***	***
Alger: Skorpeformet thallus						
Calothrix / Verrucaria	marebek	****	***	***	***	***
Phymatolithon sp./Lithothamnion	rugl	***	***	****	**	***
Hildenbrandia rubra	fjærebld	**	***	***	***	***
Dyr: Planktonspisere etc.						
Mytilus edulis	blåskjell	****	****	****	****	***
Balanus sp.	rur	**	***	****	****	**
Membranipora membranacea	mosdyr	**	**	***		
Pomatoceros triquetus	trekantmark	**	**	**	***	
Spirorbis sp.	posthommark	**	**			
Dyr: Rovdyr						
Asterias rubens	korstroll	***	***	***	***	**
Nucella lapillus	purpurnegl	***	.	**		
Dyr: Beltene						
Littorina littorea	stor strandsnegl	***	***	***	***	***
Littorina saxatilis	spiss strandsnegl	**	***		**	

Symboler	
.	enkeltfunn
**	spredt
***	vanlig
****	dominerende

5.2. Alger og dyr på bløtbunn

Undersøkelsene i Presterødkilen ved Tønsberg viste at det er en høy produksjon av mikroalger (diatomeer) på mudderflaten om våren (Leinaas & Christie 1991). Utover sommeren begynner en rask utvikling av grønnalger, for det meste tarmgrønnske (*Enteromorpha intestinalis*) og havsalat (*Ulva lactuca*). I månedskiftet august-september skjer det vanligvis en rask reduksjon av vegetasjonen, og senhøstes er stort sett hele tidevannsflaten vegetasjonsløs.

Faunaen på mudderflaten er forholdsvis artsfattig, men individtallet er meget høyt. Produksjonen danner næring for en rekke fugl (strand- og vadefugler), i noen grad også fisk. Totalt er det påvist mer enn 30 dyreformer, men bare ca. 10 kan karakteriseres som vanlige. Dominerende former er fåbørstemark (spesielt arten *Tubifex costatus*), mangebørstemarkene *Nereis diversicolor* og *Manayunkia aestuarina*, tangloppen *Corophium volutator*, muslingkreps, bunnlevende hoppekreps og rundormer. *Nereis* er den eneste større formen og dominerer biomassemessig tidevannssamfunnet fullstendig på sommeren og høsten. Det er store sesongvariasjoner i samfunnet. *Nereis* og flere andre store arter som sandskjell (*Mya*) og hjerteskjell (*Cerastoderma*) er ømfintlige for frost og dør ned eller utvandrer om vinteren, mens noen av de små artene tåler lave temperaturer og forblir i området hele vinteren. På våren er derfor samfunnet dominert av de små formene som har overvintret, mens *Nereis* vandrer inn på mudderflaten i løpet av sommeren og øker i tallrikhet tidlig på høsten.

Arts sammensetningen og sesongutviklingen er sterkt influert av de klimatiske forholdene. Særlig har vinterfrosten stor effekt. Det generelle mønsteret blir modifisert av uforutsigbare klimatiske situasjoner som f.eks. langvarig lavvann (stabile høytrykk) og milde vintre uten isdannelse. Faunaen i Presterødkilen er i stor grad funnet å være representativ for tilsvarende tidevannsflater (Leinaas & Christie 1991) som det finnes mange av i ytre Oslofjord og Østlandsområdet (Figur 7). Sannsynligvis er resultatene også representative for mudderflater på andre deler av Skagerrakkysten. Men det er store forskjeller til Vestlandet og Nord-Norge hvor nøkkelarter som *Nereis diversicolor* og *Manayunkia* er mindre betydningsfulle eller mangler.

Edwardsen et al. (1988) fant at faunaen i Hummerbakkfjorden ved Langesund og på Jomfruland var dominert av *Nereis diversicolor* og sandmuslingen *Mya arenaria*. Det ble også funnet *Corophium* og spredte individer av fjæremark (*Arenicola marina*). Det ble registrert tildels høye tettheter av overvintrende dyr, slik at noen høy vinterdødelighet ikke hadde funnet sted på disse lokalitetene vinteren 1987 - 88 (isfri vinter).

6. ERFARINGER FRA OLJEUHELL OG EKSPERIMENTER

6.1 Skagerrak-kysten

På Skagerrak-kysten har det vært flere utslipp av olje, men kun ved ett oljesøl har det vært igangsatt undersøkelser på biologiske effekter i fjæra.

I desember 1982 gikk M/S "Bayard" på grunn på Midtfjordskjær sør i Frierfjorden like innenfor Brevik. Ved uhellet lekket det ut ca. 250 tonn olje av typen Bunker C. Det meste av oljen ble ført ut av fjorden og forårsaket tilgrising av strandområdene i området ved Brevik-Stathelle. Også utover i fjorden til Langesund var oljen synlig som store flak på overflaten og førte til tilgrising av strender. Oljesølet var synlig på strendene i flere måneder etter utslippet.

Det ble samlet inn biologiske prøver og prøver for analyse av hydrokarboner like etter uhellet og fram til fire måneder etter (Christie & Bokn 1983). Undersøkelsene tydet på at oljen hadde liten virkning på plante- og dyrelivet i fjæra. De dominerende artene på hardbunn som blæretang, sagtang, blåskjell og rur viste ingen tegn til skader eller tydelige bestandsendringer på oljepåvirkede lokaliteter. Oljen syntes imidlertid å ha negativ virkning på forekomsten av enkelte krepsdyr. På noen lokaliteter var gammaride amphipoder (tanglopper) og isopoder (tanglus) forsvunnet fra øverste delen av fjæra. Olje fra vann ble tatt opp i filtrerende organismer som blåskjell, men oljen ble skilt ut i løpet av en måned, slik at hydrokarbonverdiene i organismene nokså fort var tilbake til bakgrunnsnivå.

Oljen kan ha hatt langvarige virkninger helt lokalt. På beskyttede lokaliteter ble det på våren observert at oljen smeltet i sterkt solskinn og rant ned i tangen. Det ble også observert stor oljeinnblanding i sedimentet og mellom sivrøtter i et fjærområde med sivvegetasjon. Denne lagrede oljen kan antagelig ligge lenge og lekke ut litt etter litt (Christie & Bokn 1983).

De eksperimentelle undersøkelsene på bløtbunn i Presterødkilen ved Tønsberg (Leinaas & Christie 1991) viste at sedimentfaunaens umiddelbare respons ved eksponering for olje var en redusert individtetthet for alle arter. Artene hadde imidlertid ulik toleranse for olje. Muslingkrepss var spesielt ømfindtlige, mens fåbørstemark og rundmark var mest robuste. Ved langvarige eksponeringer som i lokalt oljeforurensede områder av kilen, var det betydelige endringer i tettheter, ømfindtlige arter ble borte mens spesielt tolerante arter utviklet tette bestander.

Olje som ble direkte påført sedimentet i Presterødkilen, ble raskt vasket bort av tidevannet. Generelle erfaringer ved større oljesøl er imidlertid at oljen etterhvert trenger ned i sedimentet på grunn av tidevann, bølgebevegelse og biologisk aktivitet (graving). Denne oljen kan bli liggende over år. Forsøk i Presterødkilen med oljeblandet sediment viste klart negative effekter for kolonisering av sedimentet. Den dominerende arten *Nereis diversicolor* unngikk i stor grad sediment med oljekonsentrasjoner over 1000 ppm (Berge 1986).

6.2. Andre relevante erfaringer

Alt i alt har et stort antall oljehell vært studert med hensyn på skader på planter og dyr i fjæra. Dokumentasjon av effektene har imidlertid gitt tildels svært varierende resultater. Forløpet ved restitusjonen har variert og den totale restitusjonstiden er sjelden forsøkt fastsatt. I fellesrapporten for AKUP-prosjektene (Lein et al. 1992) blir det pekt på årsaker til dette, bl.a. ulike oljetyper egenskaper, forskjellige opprenskningsmetoder som ofte er mangelfullt dokumentert, og forskjellig detaljeringsnivå ved undersøkelsene, i tillegg til at oljesølene har skjedd i forskjellige områder med ulike fysiske forhold og organismesamfunn. Fellesrapporten gir en oversikt over flere større oljesøl og omtaler også eksperimentelle arbeider med sikte på å klarlegge generelle mønstre i skadeforhold og restitusjon i den grad dette er mulig.

Med sikte på forholdene i Skagerrak er de mest relevante erfaringene å finne fra oljehell i områder med liten tidevannsforskjell (f.eks. Østersjøen), områder med liknende artssammensetning i strandsonen og områder med periodevis isdekke (f.eks. Østersjøen og arktiske områder). Men også kunnskap generelt fra norskekysten er av betydning.

6.2.1. Oljehell

Østersjøen

I Østersjøen har det vært flere oljehell hvor virkningene har vært undersøkt. Det mest kjente var 'Tsesis'-uhellet i 1977 hvor mer enn 1000 tonn brenselolje ble sluppet ut i et skjærgårdsområde sør for Stockholm. Oljesølet førte ikke til vesentlige skader på tangvegetasjon (blæretang), men det var en betydelig dødelighet av organismer som lever i tangbeltet, f.eks. gammaride amphipoder. I muslinger var det et raskt opptak av hydrokarboner. Etter ett år hadde det skjedd en betydelig restitusjon av dyresamfunnet i tangbeltet. På bløtbunn ble krepsdyr, børstemark og meiofauna betydelig redusert. Året etter var bløtbunnsamfunnet i gjenoppbygging, men forholdet mellom artene var unormalt med uvanlig sterk rekruttering av muslinger. Det tok flere år for samfunnet å komme tilbake til normale forhold (Elmgren et al 1983). Hovedkonklusjonen var at skadene i

hardbunnsfjæra var mindre og trolig av kortere varighet enn tilfellet var for områder med mudder og sandbunn. Sammenlignbare resultater til det som ble funnet i Fucus-beltet etter utslippet fra "Tsesis" er også funnet ved andre uhell i Østersjøen (Notini 1978).

I 1979 ble deler av skjærgården på Åland forurenset av olje etter strandingen av tankeren 'Antonio Gramsci' i Latvia. Oljen hadde drevet i åpent vann i omtrent to måneder før den kom på land som tynne flak. Generelt var skadene i fjæra små. I øvre fjæra (i belte av grønnalger) var det små forskjeller mellom forurensete lokaliteter og kontrollområder. I tangbeltet ble flere dyrearter redusert, men uten at dette førte til større endringer i samfunnet. I de følgende to-tre år var det svingninger i bestandene som trolig var en kombinasjon av ettervirkninger og naturlige variasjoner (Bonsdorff 1981).

Bretagne

I 1978 forliste oljetankeren "Amoco Cadiz" ved Bretagne i Frankrike, og 223 000 tonn råolje ble sluppet ut. Fjæresamfunn langs en 200 km lang kystlinje, tilsvarende 72 km², ble tilsølt av olje (Chassé 1978). Kysten består av eksponert kyst med fjell og store stein, samt sandstrender og svært beskyttede estuarier. Tidevannsforskjellen er 5-9 meter, og det er sterke strømmer langs kysten p.g.a. tidevannet (Laubier 1978). Mange av de fysiske forholdene i Bretagne er ulike de som gjelder på Skagerrak-kysten, men de to områdene har likevel mange av de samme artene.

Det var hovedsakelig i de beskyttede områdene, hvor oljen ble liggende lengst, at det ble gjort undersøkelser på flora og fauna. På hardbunn ble det funnet mindre ødeleggelser enn ventet etter oljesølet, og det var ingen massiv dødelighet hos noen arter. Dødeligheten var selektiv og delvis. Makroalgedekket totalt sett overlevde oljesølet (Chassé 1978), men fersk olje induerte en sterk blekning hos de mest sensitive filamentøse grønnalgene, hos rødalger, og noen brunalger (Floc'h & Diouris 1980). Forvitret olje dekket plantene og resulterte i svakheter og død. Det synes klart at effekten av olje var mer gradvis på alger enn på dyr.

Det ble påvist dødelighet og ødeleggelser på algearter som vanlig grønnndusk (*Cladophora rupestris*), fjærepyttsnøre (*Chaetomorpha aerea*), bendelsleipe (*Dumontia contorta*) og rekeklo (*Ceramium* sp.) i en beskyttet bukt i et av de mest forurensete områdene (Floc'h & Diouris 1980).

Et og et halvt år etter oljesølet hadde blæretang (*Fucus vesiculosus*) utvidet sin forekomst nedover mot lavvannsmarkedet, sannsynligvis som et resultat av elimineringen av enkelte herbivore dyr (Floc'h & Diouris 1980).

Undersøkelser i bløtbunnsområder med ålegress (*Zostera marina*) viste moderate skader (Jacobs 1980). Direkte virkninger på ålegresset var lokale og kortvarige. I faunaen var det en kraftig nedgang i arter og individer, men restitusjonen gikk relativt fort for mange av artene som var tilbake etter ett år. For små organismer (meiofauna) på sandstrand ble det imidlertid påvist olje-relaterte effekter i ca. 6 år etter utslippet (Bodin 1988).

Sognesjøen

"Mercantil Marica" grunnstøtte i Sognesjøen i oktober 1989, og det ble igangsatt undersøkelser av oljetilsølte plante- og dyresamfunn på bølgebesskyttet lokaliteter. Kvalitative og semi-kvantitative fjæreundersøkelser ble foretatt 4-5 dager etter uhellet og gjentatt etter 4, 10, og 22 måneder. Kvalitative ruteanalyser ble foretatt på noen av stasjonene. Tangdekket ble tildels kraftig redusert, og av 51 ulike arter var 25 arter påvirket i negativ retning etter 10 måneder. Artsantallet var lavere på de oljepåvirkede stasjonene enn på referansestasjonene. Etter 22 måneder ble det funnet tegn på en begynnende gjenoppbygging av plante- og dyresamfunnet på en av stasjonene, mens på en annen stasjon var det fortsatt oljerester både på tang, fjell, sediment og på vannet (Hjohlman et al. 1991).

6.2.2. Eksperimenter

Feltstudier på effekter av nordsjøolje i den øvre del av hardbunnsfjæra og i littoralbasseng er gjort i Bergen av Bonsdorff & Nelson (1981), Bonsdorff (1983) og Nelson (1982). Gjentatte doseringer av eldet nordsjøolje i hardbunnsfjæra hadde bare negativ innvirkning på strandsnegl (*Littorina*) av de voksne dyrene. Fjærerur (*Balanus balanoides*), blåskjell (*Mytilus edulis*), albuesnegl (*Patella vulgata*), purpurnegl (*Nucella lapillus*), tanglus (*Jaera albifrons*, *Idotea pelagica*), tanglopper (*Hyale nilssoni*) og flere arter av strandsnegl (*Littorina* spp.) viste ingen negative effekter. Føe juvenile rur ble det funnet en signifikant negativ effekt. I littoralbasseng vil tanglopper (amphipoder) og fritt bevegelige krepsdyr forsøke å rømme unna et oljesøl, men en betydelig lokal dødlighet kan likevel inntreffe. Tanglopper regnes som spesielt følsomme. Restitusjon av faunasamfunnet i littoralbasseng avhenger av mengden olje som er tilført bassenget (Lein et al. 1992).

Ved NIVA's forskningsstasjon på Solbergstrand er det utført detaljerte studier av effektene på alger og dyr ved langvarige oljeeksponeringer (kronisk påvirkning). Hydrokarboner kan ha negative effekter på dominerende komponenter i hardbunnsfjæra, selv om akutt dødlighet ikke alltid kan påvises (se Bakke 1986).

6.2.3. Sammenfatning av erfaringene

Generelt viser erfaringene at et oljesøl ikke vil føre til total dødlighet av alle alger og dyr i strandsonen. I flere tilfeller har man erfart at skaden påført ved opprenskingsaksjoner ble minst like store, f.eks. 'Torrey Canyon' og 'Exxon Valdez' (Lein et al. 1992). Selv om det har vært store skader synes mange arter å vende fort tilbake når oljen er borte. Full restitusjon innebærer imidlertid at også de langsomt rekrutterende organismene bygger opp bestander. I enkelte områder, spesielt i beskyttede, kan de langsomt voksende artene også være de som strukturerer samfunnet. Etter 'Torrey Canyon' - uhellet var det unormal artssammensetning i strandområder i 10 år etter uhellet. Det er nok allikevel en mer vanlig erfaring at de mest følsomme artene tar skade, f.eks. enkelte filamentøse alger, bevegelige krepsdyr og fastsittende dyr uten skall (se kap. 7.2.). Mange av disse kan fort vende tilbake når oljen er borte, men i beskyttede områder kan oljen ligge lenge og hindre rekruttering i lang tid.

7. VURDERING AV SÅRBARHET OG RESTITUSJONSTID

Det totale skadebildet ved et oljehell vil innbefatte både skadens omfang og skadens varighet. Med skadens omfang menes hvor stor del av fjæresamfunnet som rammes, d.v.s. hvor stor del av det opprinnelige antall arter og individer som blir ødelagt og hvor alvorlig skaden er for de enkelte plantene og dyrene (død, nedsatt fertilitet, skader på organismen). Med skadens varighet menes tiden det tar før organismesamfunnet er fullstendig restituert etter en skade (restitusjonstid). I fellesrapporten for AKUP-prosjektene (Lein et al. 1992) rommes begge momentene i begrepet 'sårbarhet'. Et mål ved fellesrapporten er å utvikle en indeks for sårbarhet tilpasset en analysemodell for konsekvenser ved oljeutslipp (Anker-Nilsen et al. 1991). Analysemodellen forutsetter en indeks i intervallet 0-1. I fellesrapporten er grenseverdiene for indeksen definert slik:

0: ingen påviselige effekter av olje på noen arter hverken på kort eller lengre sikt.

1: alle arter dør og det tar mer enn 20 år før samfunnet er fullstendig restituert

Fastsettelsen av indeksverdier er vanskelig fordi effekten av olje varierer med fysiske forhold (bølgeeksponering, tidevann, klima) lokalt fra sted til sted, og fra art til art i organismesamfunnet. Tidligere dokumentasjon etter oljehell har vist at restitusjonstiden kan være vanskelig å forutsi. For mange arter kjenner vi ikke hvilken effekt oljen har. Det er imidlertid ofte mulig å forutsi effektene etter organismens form, bygning, ernæringsmåte etc. I restitusjonstiden ligger også sekundære virkninger som innebærer at organismesamfunnet kan endre seg når sentrale arter ('nøkkelarter') blir borte. I slike tilfeller er ikke samfunnet restituert (biologisk) før disse artene har etablert seg på nytt med nye bestander. For eksempel tar det fra 10 til 25 år for å gjenoppbygge en ødelagt grisetangvegetasjon i beskyttede områder.

7.1 Oljedrift og selvrensning

Effekten av olje vil være avhengig av hvor sårbare de enkelte artene er overfor den aktuelle oljetypen, og tiden artene utsettes for oljen. Når oljen driver på sjøoverflaten gjennomgår den en forvittringsprosess som innebærer at mye av de lettere og giftige fraksjonene fordamper, samtidig som vannløselige komponenter blandes inn og fortynnes i sjøvannet. Mens oljen er tynn, vil bølger og vannbevegelser kunne rense strendene. Sannsynligvis er tiden det tar før oljen når land av vesentlig betydning for størrelsen av de akutte toksiske skader som vil opptre på planter og dyr i tidevannssonen (Lein et al. 1992).

7.1.1. Avstand fra utslippssted

I Skagerrak er avstanden fra et eventuelt lete- og utvinningsområde til kysten kort. Ved de fremherskende vindretninger (SV) vil olje fra et oljespill i åpent hav kunne nå land i løpet av 6-48 timer. Sannsynligheten for at oljen driver i land i løpet av 30 døgn er mellom 80 og 99 %. Mengden olje som kommer til land forventes å være mellom 11 og 52 % av utslippsmengden (Skognes 1990).

Skjærgården langs Skagerrakkysten er smal og gir kort avstand mellom åpent hav og beskyttede bukter og vikar. Det er derfor større fare for at olje fra et utslipp i åpent hav når frem til indre kystområder på Skagerrakkysten enn mange andre steder i landet.

7.1.2. Oljedrift i skjærgårdsområder

Erfaringer tilsier at oljen lokalt i et skjærgårdsområde driver inn i beskyttede vikar og bukter og derved 'fanges inn' i bølgebeskyttede områder. Med skiftende vindretning kan oljen forflyttes, men vil som regel strande på nytt på tilsvarende lokaliteter (Lein et al. 1992). Dette bidrar til forlenget oljeeksponering i beskyttede områder. Ved oljesøl på Sørlandskysten må en regne med at store deler av de attraktive friluftsområdene vil bli rammet.

7.1.3. Oljepåslag i strandsonen

Det meste av oljen i strandsonen vil avsettes ved nivå for høyvann (Wolfe 1978). Hvis et oljesøl derfor når land under perioder med høy vannstand, slik som ved lavtrykk og sterk sørvestlige vind, kan oljen avsettes ovenfor det nivå i stranden hvor de fleste marine artene finnes. Oljen kan også bli kastet opp i supralittoralsonen, i f.eks strandenger og gjøre skade på vegetasjonen der. Hvis derimot oljesølet finner sted i en periode med høytrykk og pent vær kan oljen bli liggende midt i fjæresonen. På Skagerrak-kysten vil det derfor være sterkt væravhengig i hvor stor grad fjæreorganismene blir eksponert for olje.

7.1.4. Selvrensning ved bølger og tidevann

Bølger og tidevann vil gradvis vaske oljen vekk fra stranden. Denne selvrensningen øker med økende vannbevegelse (se tabell 5). På bølgeeksponerte steder kan derfor oljen vaskes bort etter relativt kort tid, mens oljen kan bli liggende lenge på beskyttede steder. Generelt vil også selvrensningsevnen være større på steder med stor tidevannsforskjell enn på steder med liten tidevannsforskjell. I Skagerrak fører den lave tidevannsvekslingen til redusert selvrensningsevne på beskyttede steder sammenlignet med andre kystområder i landet.

Tabell 5. Selvrenningshastighet som følge av strandtype og bølgeenergi, beregnet fra flere større oljesøl og feltforsøk (Fra CONOCO 1989). Gjelder for kaldtempererte, littorale biotoper.

Strandtype	Prosent av olje fjernet	
	i løpet av en dag	i løpet av 5 dager
Hardbunn eksponert	60 - 63	99 - 99,3
beskyttet	5 - 10	5 - 22
Sandstrender lav bølgeaktivitet	10 - 26	40 - 78
høy bølgeaktivitet	40 - 45	92 - 95
Grus-streder lav bølgeaktivitet	5 - 18	22 - 53
høy bølgeaktivitet	33 - 40	86 - 92
Våtmarksområder	0,1 - 1	0,5 - 5

7.1.5. Langtidsvirkning fra oljeholdige sedimenter

I sand- og mudderområder kan større mengder olje blandes ned i sedimentene og lagres over lengre tid. Southward & Southward (1978) antok at spor etter oljen fra 'Torrey Canyon' ville ligge begravd i sandbunn 10 år etter uhellet. I Sognesjøen var det betydelige oljerester i sedimentet 2 år etter 'Mercantil Marica' uhellet i 1989 (Hjohlman et al. 1991). Oljen vil gradvis frigjøres fra sedimentene over flere år. Også for hardbunnsområder på nærliggende lokaliteter representerer dette en kanskje vesentlig forlengelse av oljepåvirkningen i beskyttede områder. Etter forliset til tankeren 'Florida' ved West Falmouth i Massachusetts ble det funnet at i områder med høy oljekonsentrasjon i sedimentene spredde oljen seg til andre områder i lang tid etter oljesølet (Sanders et al. 1980).

7.1.6. Olje i is

Is kombinert med olje kan ha flere uheldige effekter. På grunn av lav temperatur blir oljen holdt flytende lengre, og fordampningshastigheten minker. Dette medfører at oljen vil være i kontakt med vann over et relativt langt tidsrom. Hvis oljen blir fanget i overgangen mellom isen og vannet, vil den kunne fryse inn i isen og komme til overflaten når isen brekker opp og smelter (Engelhardt 1984). Oljesøl i perioder med is kan derfor føre både til forlenget eksponering for olje og forsinket virkning, som finner sted under isløsningen. På den annen side kan islegging redusere spredningen av olje. Bukter og gruntvannsområder i indre skjærgård kan derfor bli skjermet mot oljesøl så lenge disse er islagt.

7.2 Oljens virkning på organismer og organismsamfunn

Olje kan skade levende organismer både ved å være giftig (akutt, lethale/sublethale effekter), og ved å gi mekanisk skade. Oljen er giftigst umiddelbart etter utslipp, men etter fordampning av de flyktigste komponentene (som er de mest giftige) forvitrer oljen og brytes ned ved mikrobiell aktivitet. Den mekaniske skaden kommer av at oljen dekker organismene og derved blokkerer livsviktige funksjoner som respirasjon og fotosyntese. Der er særlig tykk og seig olje som gir mekanisk skade på organismer.

Oljens skadevirkninger avhenger av hvilke arter som tilsøles, og tiden organismene er i kontakt med oljen. På hardbunn er det observert at bl.a. grisetang ikke tar skade av kortvarig oljeeksponering, men deler av planten kan råtne under langvarig påvirkning (Lein et al. 1991). Grisetang og sauetang er de tangartene som har vist størst skader etter oljesøl (Lein et al. 1991, Wikander 1982, Floc'h & Diouris 1980). Trådformete og bladformete alger har også vist at de er sårbare ved oljesøl (Floc'h & Diouris 1980), men de har raskere vekst og kortere livssyklus enn de store tangartene og kan derfor relativt raskt etablere nye bestander.

Blåskjell og rur har vist seg relativt tolerante ved akutte oljesøl. Dyr med skall (muslinger, rur) har mulighet for å stenge seg av fra sitt ytre miljø over kortere tidsrom (timer-dager), og kan derved unngå de mest ugunstige miljøforhold. Bevegelige dyr som snegl og krepsdyr kan i noen grad søke bort eller søke tilflukt under alger og dermed unngå direkte eksponering. De mest sårbare dyrene er derfor de som er fastsittende og ikke har skall (f.eks. mosdyr, hydroider, sjøroser, sekkedyr). Over lengre tids oljeeksponering vil også dyr med skall bli påvirket ved at dyrene svekkes og lettere utsettes for dødelighet av andre årsaker (se f.eks. Bokn & Moy 1985).

Erfaringene etter flere oljesøl tilsier at det generelle algedekket overlever et oljesøl. Enkelte områder og arter kan være hardt rammet, men effektene for algene synes å være mindre enn for dyrene. Små tråd- eller bladformige alger er mer følsomme enn tang for direkte kontakt med olje.

I tillegg til de direkte skadene av olje kan det opptre større sekundære forandringer i organismesamfunnet dersom tanglaget eller enkelte sentrale arter ('nøkkelarter') forsvinner. Ved flere større oljesøl der det opprinnelige tangdekket har forsvunnet, har rasktvoksende alger som f.eks. tarmgrønske blomstret opp. I slike tilfeller vil det gå lang tid før samfunnet igjen er tilbake til sin opprinnelige sammensetning. Restitusjonen går sannsynligvis tregest i beskyttede områder med velutviklet grisetangvegetasjon fordi grisetangen er en nøkkelart som bruker flere år på å etablere seg og vokse opp til normal størrelse etter ødeleggelse.

Dersom olje som ender i fjæra gir forhøyede konsentrasjoner i vannet kan dette gi utslag i aktivitetsforandringer og økt dødlighet hos littorale fisk (Berge et al. 1983, Reiersen og Berge 1985).

7.3 Forventet skade og restitusjonstid ved oljesøl i Skagerrak

Erfaringer fra oljesøl viser at det tar som regel mer enn ett år før oljen er forsvunnet. På beskyttede steder og ikke minst i bløtbunnsområder kan oljen bli liggende i flere år. Restitusjonstiden (biologisk restitusjon) for et fullstendig ødelagt samfunn kan variere meget. Generelt har man beregnet, basert på kunnskap om forplantning og vekst for nøkkelarter, at det vil gå tre år på eksponerte lokaliteter for å gjenoppbygge et normalt organismesamfunn, mens det kan gå inntil 25 år i beskyttede områder (Lein et al. 1992). Undersøkelsene etter 'Torrey Canyon', som er det uhell hvor ettervirkningene er best fulgt opp, viste at det tok minst 9-10 år før hele det berørte området var tilsynelatende restituert. Mann og Clark (1978) som har oppsummert flere oljehell fant at fjæresamfunnet i de fleste tilfeller nærmert seg normal struktur innen 10 år.

Flere forhold i Skagerrak kan modifisere forholdene ved restitusjon etter skade. Generelt er det en fattigere flora og fauna i hardbunnsfjæra enn nordover langs kysten, både på grunn av den smale tidevannssonen og av vanskelige leveforhold som periodevis tørke, ferskvannspåvirkning, isskuring og store temperaturforskjeller mellom sommer og vinter. Dette medfører at antall arter som potensielt kan skades er noe mindre. Trolig fører det også til et mindre komplekst samfunn som er i en kontinuerlig utviklingsprosess etter de naturlige 'katastrofene' (tørke, issuring). Den biologiske restitusjonstiden kan derfor være kortere i Skagerrak enn andre steder på kysten. På den andre siden kan skadene lett bli større relativt sett, og utviklingen på kortere sikt vanskeligere å forutse, dersom oljesøl inntreffer samtidig med spesielle hydrografiske eller meteorologiske forhold. Et oljesøl

etterfulgt av en langvarig lavvannsperiode om sommeren kan være sterkt skadelig. Langvarig tørrlegging kan i seg selv slå ut store deler av fjæresamfunnet, men uttørring kombinert med oljesøl har større skadeeffekt enn olje alene (Bokn & Moy 1991).

7.3.1 Åpen kyst - eksponert

På bølgeutsatte steder er fjæra langs Skagerrak-kysten preget av små, ofte ettårige, alger som bl.a. rødalgeslektene *Ceramium*, *Polysiphonia* og *Porphyra* (kap. 5.1.1). Generelt er øvre del av fjæresonen på lokaliteter med høy eksponeringsgrad også ellers langs norskekysten dominert av små arter hvorav mange er ettårige. Hvilke arter som er tilstede vil variere fra landsdel til landsdel, men mange av artene er blad- og trådformete rødalger. I Nord-Norge vokser også tang på eksponerte steder. Eksponerte lokaliteter i Skagerrak må derfor kunne sammenlignes med resten av landet, men det er mulig at den relative andel av høyt skadeutsatte arter er større. Erfaringene etter utslippet fra "Amoco Cadiz" i Bretagne var at flere blad- og trådformete alger ble sterkt bleket og nekrotiske innen kort tid (Floc'h & Diouris 1980). Det er grunn til å tro at denne algegruppen generelt er ømfintlig ved direkte kontakt med olje.

Olje blir vasket vekk fra eksponerte steder på grunn av generelt stor og vedvarende vannbevegelse. Det er imidlertid sannsynlig at eksponerte lokaliteter på Skagerrak-kysten har lavere selvrensningsevne enn på Vestlandet og i Nord-Norge fordi det er færre lavtrykk og mindre vind i Skagerrak (se 4.3.3.). I stille perioder kan oljen bli liggende lenge på fjell og stein. Alle forhold samlet (organismesamfunnets sammensetning, værforhold, kort avstand fra utslippsområde ved uhell) tilsier at de direkte skadene ved et oljesøl i Skagerrak kan bli svært store.

På den annen side kan det ta forholdsvis kort tid å få gjenetablert et nytt organismesamfunn på eksponerte lokaliteter ettersom det er mange ettårige arter tilstede. Ventelig vil restitusjonstiden være tilsvarende eller kortere enn ellers langs kysten. Et eksponert samfunn vil nok i de fleste tilfeller være fullstendig restituert 2-3 år etter at oljen er borte.

7.3.2. Åpen kyst og skjærgård - moderat eksponert

På moderat eksponerte lokaliteter i Skagerrak er flere av de større tangartene vanlige samtidig som det finnes et bredt spekter av andre rød- grønn- og brunalger (kap 5.1.2). Grisatang (*Ascophyllum nodosum*), er vanlig og dominerende nordover langs kysten på moderat eksponerte lokaliteter (Lein et al. 1992), men er ikke så vanlig på slike lokaliteter i Skagerrak. Det at det finnes tangdekke, kan avgrense de direkte skadene ved oljesøl, men hvor store skadene blir, vil nok avhenge av de aktuelle

værforholdene i tidsrommet stranden er eksponert for olje. Skadebildet ved et oljesøl kan derfor være svært vanskelig å forutse.

Selvrensningsevnen er mindre enn på eksponerte steder, men det er allikevel betydelige bølgebevegelser som kan vaske oljen vekk. Trolig spiller forskjellene i værforhold mellom Skagerrak og andre kystområder mindre rolle for selvrensningsevnen enn på eksponerte steder fordi områdene er avskjernet mot de sterkeste bølgebevegelsene.

Restitusjonstiden for et fullstendig ødelagt samfunn vil være lenger enn på eksponerte lokaliteter. Blæretang og sagtang bruker 1 - 3 år på å nå full størrelse og reproduksjonsdyktighet, men kan bruke enda lengre tid på å bygge opp stabile bestander. Sammenlignet med andre steder i landet, hvor grisetangen dominerer, er dette en kort restitusjonstid. Imidlertid kan vintre med is og sommerperioder med høytrykk og lav vannstand være med å forsinke gjenoppbyggingen. Hvis tangen forsvinner etter oljesølet vil det nye samfunnet være mer sårbart for isskuring. Det sannsynlige er derfor at gjenoppbyggingen kan ta fra 3 til 6-7 år. Forløp og gjenoppbygging er imidlertid klart vanskeligere å forutse enn ellers på kysten.

7.3.3. Skjærgård og fjord - beskyttet

På beskyttede steder dominerer flerårig tang mengdemessig i fjæresonen. Områdene i Skagerrak skiller seg klart fra Vestlandet og Nord-Norge hvor grisetang nesten over alt danner tette bevoksninger i fjæra. På Skagerrak-kysten er strandsamfunnene relativt artsfattige med lokale forskjeller i artssammensetning og dominerende arter. I områder med ferskvannspåvirkning er samfunnene generelt artsfattige (kap 5.1.3 - 5.1.5).

Ved oljesøl er det først og fremst tangartene som blir tilsølt ettersom de fungerer som "trær" i algesamfunnet. Ved tett tangvegetasjon kan underartene, som vokser innimellom tangen, bli beskyttet mot direkte oljeeksponering. Skadene på samfunnet er derfor i stor grad styrt av hva som skjer med de store tangartene. Av tangartene er det rapportert størst skader på grisetang, som kan henge sammen med dens plassering i fjæra.

De beskyttede lokalitetene i Skagerrak har svært liten selvrensningsevne. Erfaringer, selv fra områder med betydelig tidevannsforskjell, har vist at oljen kan bli liggende i lang tid. Etter "Amoco Cadiz" -uhellet ved Bretagne i 1978 var det olje i beskyttede bukter i flere måneder etter oljesølet (Floc'h & Diouris 1980), til tross for 5-9 m tidevannsforskjell (Laubier 1978). I Nova Scotia fant man olje i beskyttede områder hele 6 år etter et større oljesøl. I Sognesjøen var det olje i en beskyttet bukt nesten to år etter forliset til "Mercantil Marica" i 1989 (Hjohlman et al. 1991). I Skagerrak kan

man regne med at oljen vil bli liggende like lenge eller lenger, men det kan være fordelaktig at det er lite løsmassestrender på kysten som ville kunne 'lagre' oljen (kap 4.4.).

Restitusjonstiden for et ødelagt samfunn vil kunne variere meget. Generelt er restitusjonstiden lengst i samfunn dominert av grisetang siden denne etablerer seg sent og vokser langsomt. På Vestlandet og i Nord-Norge er det antatt opptil 25 år, men det er grunn til å tro at grisetangen ikke blir så gammel i Skagerrak. Kimplanter etablerer seg i nye områder etter 1 - 4 år (Lein et al. 1992) og utvikler bestander etter ca. 10 år. På den annen side fører de ustabile forholdene i Skagerrak med isskuring og uregelmessige vannstandsendringer til at grisetang har vanskelig for å etablere seg, og at dødeligheten er større. Fra Sverige er det vist at is øker dødeligheten og reduserer vekst hos grisetang, særlig mindre planter (Åberg 1992). Det er derfor nærliggende å tro at etableringen av grisetang kan ta noe lenger tid her enn på Vestlandet og ellers i landet. Restitusjonstiden vil derfor avhenge av en rekke forhold.

Et moment ved vurderingene er nok også at man ikke har tilstrekkelig kunnskap om beskyttede fjæresamfunn i Skagerrak til å avgjøre hvor stabile forekomstene av grisetang, og for den saks skyld også andre arter, er under normale forhold. Det er derved vanskelig å sette en norm for hva som vil være et fullt restituert samfunn.

I beskyttede samfunn der grisetangen er sterkt redusert av oljesøl kan man vente en restitusjonstid på 10 - 15 år.

7.3.4 Sand- og mudderstrender

Forsøkene i Presterødkilen (Leinaas & Christie 1991) tok sikte på å vurdere både skadeomfang og restitusjonstid for mudderstrender. Forsøkene konkluderte med at moderate oljesøl som bare desimerer bestandene av de mest ømfindtlige artene, ikke har betydelige konsekvenser for organismesamfunnet. Full restitusjon av de ømfindtlige artene vil finne sted i løpet av noen få år. Forholdsvis store oljesøl hvor bare de mest robuste artene greier seg, vil derimot ha langvarige virkninger. Flere av de små nøkkelartene (fåbørstemark, *Manayunkia*) har langsom spredningsevne og kan bruke flere år på å spre seg over avstander på få metre. Varigheten vil også være avhengig av i hvor stor grad bestander dypere enn tidevannssonen påvirkes fordi store arter som mangebørstemarken *Nereis diversicolor* re-invaderer mudderflaten fra områder utenfor etter vintre med is. Ved meget store oljesøl hvor alle arter utryddes, vil restitusjonen ta svært lang tid, anslagsvis mer enn 10 år. Ved store søl vil det også være fare for at bestander under tidevannssonen utryddes eller desimeres (Leinaas & Christie 1991). Restitusjonstiden på mudderstrender vil derfor være av omtrent samme varighet som på beskyttede hardbunnsområder.

7.4 Sårbarhetsindeks

I fellesrapporten for AKUP-prosjektene er det på bakgrunn av samlede vurdering gitt indekser for sårbarhet for ulike områder av kysten og samfunnstyper (beskyttet, moderat eksponert, eksponert). Ved fastsettelse av indeksene er det lagt hovedvekt på vurdering av graden av selvrensning og antatt alder og bestandsstruktur hos dominerende arter (Lein et al. 1992). Graden av bølgepåvirkning er antatt å være en nøkkelfaktor for hvilke effekter en kan vente etter oljehell. De største forskjellene i indeksverdi er derfor relatert til bølgepåvirkning. Trolig er det størst geografisk forskjell i de beskyttede samfunnene, hvor Skagerrak synes å skille seg klart fra andre norske kystområder.

I en totalvurdering er det for de beskyttede områdene valgt en indeksverdi på 0.5 for Vestlandet og kysten nordover til Troms (Lein et al. 1992). For Skagerrak er sårbarheten på beskyttede steder vurdert til å være 0,3 - 0,6. Den høyeste verdien (0,6) gjelder beskyttede områder med griselang hvor gjenveksten kan gå meget langsomt, mens den laveste verdien (0,3) representerer områder som mangler griselang og som karakteriseres ved et mer hurtigvoksende samfunn. At indeksen blir gitt ved et intervall, representerer både lokale forskjeller i artssammensetning, mindre forutsigbare forhold enn eller på kysten (is, tørke) og generelt dårligere kunnskap om samfunnene.

For middels eksponerte og eksponerte områder langs hele norskekysten er sårbarhetsindeksen satt til henholdsvis 0,1 og 0,05. I realiteten markerer dette at man forventer lignende totale skadebilder uansett hvor på kysten et uhell måtte inntreffe. For Skagerrak representerer disse verdiene middelverdier. Som diskutert ovenfor er ikke forutsigbare forhold av stor betydning også på moderat eksponerte og eksponerte områder, forhold som kan øke eller redusere den direkte skaden og påvirke restitusjonstiden. Kanskje vil vi forvente en noe raskere restitusjon på Skagerrak enn ellers på kysten under normale forhold, men dette bør det være dokumentasjon på, fortrinnsvis eksperimentell, før det kan sies noe mer sikkert om dette.

8. LITTERATUR

- Adey, W, H. 1971. The sublittoral distribution of crustose corallines on the Norwegian coast. - Sarsia 46: 41-58.
- AKUP 1990. Utredningsprogram for Skagerrak. Arbeidsgruppen for konsekvensutredninger av petroleumsvirksomhet (AKUP). Olje- og energidepartementet 1990.
- Anker-Nilsen, T., Johansen, Ø. & Kvenlid, L. 1991. En analysemodell for konsekvensutredninger av petroleumsvirksomhet. Fase 1: Systemdesign. -NINA Oppdragsmelding 79: 1-26.
- Arwidsson, T. 1937. Meeresalgen aus Vestagder und Rogaland. -Nytt Mag. Naturv. 76: 85 - 149.
- Badski, T. 1971. Algevegetasjonen i Ytre Oslofjord øst for Tønsberg. -Hovedfagsarbeid i marinbotanikk, Universitetet i Oslo.134 s.
- Bakke, T. 1986. Experimental long term pollution in a boreal rocky shore environment. - Proceedings of the 9th AMOP Technical seminar 1986, ISBN 0-662-14812-6, pp. 167-178.
- Berge, J.A. 1986. Rekolonisering av råoljekontaminert sediment i Presterødkilen. En eksperimental undersøkelse. In: H.P.Leinaas (ed). Innvirkning av olje på strukturerende prosesser i littoralsonen - bløtbunn. FOBO Årsrapport 1986, pp. 30 - 47.
- Berge, J. A., Green, N. & Rygg, B. 1988. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepsis* langs kysten av Sør-Norge i mai - juni 1988. Akutte virkninger på organismesamfunn langs kysten. Datarapport fra NIVAs undersøkelser. -SFT/NIVA overvåkingsrapport 329/88.L.nr.2194.
- Berge, J.A., Johannessen, K.I. & Reiersen, L.-O. 1983. Effects of the water soluble fraction of North Sea crude oil on the swimming activity of the sand galy, *Pomatoschistus minutus* (Pallas). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 68: 159 - 107.
- Bodin, P. 1988. Results of ecological monitoring of three beaches polluted by the "Amoco Cadiz" oil spill.: development of meiofauna from 1978 to 1984. -Mar. Ecol. Prog. Ser. 42: 105 - 123.
- Bokn, T. 1984. Basisundersøkelse i Hvalerområdet og Singlefjorden. Gruntvannsorganismer 1980 - 1982. -SFT/NIVA overvåkingsrapport 135/84.L.nr. 1615.
- Bokn, T. 1986. Biologisk befarings i Vrengensundet, Tjøme. August 1986. -NIVA rapport O-86176. L.nr.1936.
- Bokn, T. 1987. Biologiske undersøkelser omkring utslipp til Holmestrandfjorden. Gruntvannssamfunn 1985 og 1986. -NIVA rapport O- 85127.
- Bokn, T., Knutzen, J., Kvalvågnes, K. & Rygg, B. 1978. Resipientundersøkelse ved Vallø i Sem og Vrånes i Stokke. Rapport nr. 1. Biologiske undersøkelser i juli - august 1975. -NIVA rapport O-95/74.
- Bokn, T., Kvalvågnes, K. & Rygg, B. 1982. Resipientundersøkelse ved Vallø i Sem og Vrånes i Stokke. Rapport nr. 3. Biologiske undersøkelser i 1981. -NIVA rapport O-7407 .L.nr. 1420.

- Bokn, T & Moy, F. 1985.** Community structure. In: Bakke, T.(ed.) Long term effects of diesel oil on marine benthic communities in enclosures. -NIVA rapport 1697.
- Bokn, T & Moy, F. 1991.** Long term effect of diesel oil on rocky shore communities in mesocosms. I. Effects on selected community structure. -OEBALIA. International Journal of Marine Biology and Oceanography; XVII, 1, 155 - 175.
- Bonsdorff, E. 1981.** The 'Antonio Gramsci' oil spill. Impact on the littoral and benthic ecosystems. Marine Pollution Bulletin, Vol. 12, No. 9, pp. 301-305.
- Bonsdorff, E. 1983.** Effects of experimental oil exposure on the fauna associated with *Corallina officinalis* L. in intertidal rock pools. - Sarsia 68: 149-155.
- Bonsdorff, E. & Nelson, W.G. 1981.** Fate and effects of crude oil in the littoral of a Norwegian fjord. -Sarsia 66: 231-240.
- Baalsrud, K., Bokn, T., Guldbrandsen, R., & Rygg, B. 1989.** Eutrofisisituasjonen i Ytre Oslofjord. Delprosjekt 3.15: Mossesundet. -SFT/NIVA overvåkingsrapport nr. 353/89..L.nr. 2228.
- Børresen, J. A. 1987.** Vindatlas for Nordsjøen og Norskehavet. -Universitetsforlaget / DNMI 1987.
- CONOCO 1989.** Heidrun field. Environmental impact assessment. CONOCO Norway Inc.
- Chassé, C. 1978.** The ecological impact on and near shores by the Amoco Cadiz oil spill. Marine pollution bulletin 9(11), 298 - 301.
- Christie, H. & Bokn, T. 1983.** Oljeutslipp fra M/S "Bayard" i Grenlandsfjordene, julen 1982 - marinbiologiske effekter. Rapport - FOHs Biologiske beredskapsplan. SFT.
- Dannevig, A. 1943.** Havisen på Sørlandet. -Naturen 67, 12-18.
- Edvardsen, B., Anstensrud, M., Christie, H., Fredriksen, S., Gray, J. S., Leinaas, H. P., Schram, T., Saanum, I. & Winther-Larsen, T. 1988.** Rapport fra undersøkelser om effekter på bunnlevende organismer og strandlevende fisk på kyststrekningen Langesund - Tvedestrand etter oppblomstringen av *Chrysochromulina polylepis*. -Rapport, Universitetet i Oslo.
- Efraimsen, H., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B. & Skei, J. 1982.** Supplerende basisundersøkelse og rutineovervåking i Iddefjorden 1980. -NIVA rapport 8000302.
- Elmgren R., Hansson, S., Larsson, U., Sundelin, B. & Boehm, P.D. 1983.** The "Tsesis" oil spill: Acute and long-term impact on the benthos. -Marine biology 73: 51-65.
- Engelhardt, F. R. 1984 (ed.).** Petroleum effects in the arctic environment. -Elsevier applied science publishers. London
- Floc'h J.-Y. & Diouris, M. 1980** Initial effects of Amoco Cadiz oil on intertidal algae. -Ambio 9: 284 - 286.

- Fredriksen, S. & Rueness, J. 1990.** Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord 1989. Delprosjekt 4.1: Benthosalger i Ytre Oslofjord. -SFT/NIVA overvåkingsrapport nr. 397/90..L.nr. 2388.
- Gran, H., H. 1893.** Algevegetasjonen i Tønsbergfjorden. -Christiania Vidensk.-selsk. Forhandl. 1893. No. 7.
- Gran, H., H. 1897.** Kristianiafjordens algeflora. I Rhodophyceæ og Phaeophyceæ. -Skr. udg. af Videnskapsselskabet i Christiania 1896. I. Math.-naturv. Kl.
- Green, N., Knutzen, J. & Åsen, P. A. 1985.** Basisundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Delrapport 3 : Gruntvannssamfunn 1982-1983. -SFT/NIVA overvåkingsrapport nr. 189/85. L.nr.1747.
- Haugen, I. N. & Molvær, J. 1982.** Foreløpig vurdering av Fedafjorden, Rosfjorden og Mannefjorden ved Mandal. -NIVA rapport O-80065. L.nr.1364.
- Haugen, I. & Nilsen, G. 1973.** Undersøkelser av vann- og forurensningsproblemer ved kjernekraftverk. Resultater fra Oslofjordområdet for perioden 1971 - 1972. NIVA rapport O - 177/70.
- Hjohlman, S., Lein, T.E., Küfner, R. & Futsæter, G. 1991.** Skadevurdering av tilsølte strender i Sognesjøen. Årsrapport 1991. -Institutt for fiskeri- og marinbiologi, Universitetet i Bergen. Rapportserie. Rapport nr.37, 1991. 34 pp.
- Holt, G. 1976.** Den littorale algevegetasjonen i Grenland, Nedre Telemark. -Hovedfagsarbeid i marin botanikk. Univ. i Oslo.
- Iversen, P. E. 1981.** Benthosalgevegetasjonen i Sandefjordsfjorden og Mefjorden, Søndre Vestfold. Del I og II. -Hovedfagsarbeid i marin botanikk. Univ. i Oslo.
- Jacobs, R.P.W.M. 1980.** Effects of the 'Amoco Cadiz' oil spill on the seagrass community at Roscoff with special reference to the benthic infauna. Marine Ecology - Progress Series 2: 207-212.
- Jacobsen, T & Moy, F. 1992.** Strandsoneundersøkelse i fjordområde ved Farsund. -NIVA-rapport O-901872 Løpenr. 2741.
- Janèrus, K. & Jansson, J-E. 1982.** Climatological ice atlas for the Baltic Sea, Kattegat, Skagerrak and Lake Vänern (1963 - 1979). -SMHI Norrköping / Havforskningsinstituttet i Helsinki.
- Johannessen, T. & Gjøsæter, J. 1990.** Algeoppblomstringen i Skagerrak i mai 1988 - Etervirkninger på fisk og bunnfauna langs Sørlandskysten. -Flødevigen meldinger nr. 6.
- Jødal, M. 1985.** Taxonomi, livshistorie og økologi hos harpacticoid copepoder på en sandstrand ved Langesund, Telemark. Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi, Universitetet i Oslo.
- Klavestad, N. 1957.** An ecological study of the vegetation in Hunnebunnen, an old oyster poll in south - eastern Norway. -Nytt. Mag. Bot. 5: 63-100.
- Klavestad, N. 1964.** Further observations on the algal vegetation in Hunnebunnen, south-eastern Norway. -Nytt. Mag. Bot. 11: 143-150.

- Knutzen, J. 1990.** Overvåking av gruntvannsamfunn i Grenland 1988-1989. -SFT/NIVA overvåkingsrapport 435/9. L.nr.2516.
- Knutzen, J. 1981.** Utslipp av avløpsvann fra Lista aluminiumsverk. Kontrollundersøkelser 1979-1980. -NIVA rapport O-68019. L.nr.1291.
- Knutzen, J. 1991.** Utslipp av avløpsvann fra Lista aluminiumsverk. Kontrollundersøkelse 1989-1990. -NIVA rapport O-68019. L.nr.2615.
- Knutzen, J., Bokn, T. & Rygg, B. 1974.** Undersøkelse av bløtbunnsfauna og fastsittende alger i Hvalerområdet 18-20/9 - 1973. -NIVA rapport O-229/60.
- Knutzen, J., Molvær, J., Norheim, B. & Skei, J. 1982.** Grenlandsfjordene og Skienselva 1981. -SFT/NIVA overvåkingsrapport 52/82. L.nr. 1422.
- Kvalvågnæs, K. & Rygg, B. 1979.** Resipientundersøkelse ved Vallø i Sem og Vårnes i Stokke. Rapport nr. 2. Biologiske undersøkelser i juli 1978. -NIVA rapport O-74095. L.nr.1171.
- Kvalvågnæs, H., Haugen, I. & Magnussen J. 1978.** Resipientvurdering av Høllefjorden, Søgne kommune. -NIVA rapport O - 76/76.
- Laubier, L. 1978.** The AMOCO CADIZ oil spill - lines of study and early observations. -Marine pollution bulletin 9(11), 285-287.
- Lein, T. E., Hjohlman, S., Berge, J. A., Jacobsen, T., & Moe, K.A 1992.** Oljeforurensning i hardbunnsfjæra. Effekter av olje og forslag til sårbarhetsindekser for norskekysten. IFM - rapport nr. 23, 1992. 41pp. Universitetet i Bergen.
- Lein, T. E., Hjohlman, S., Küfner, R., Mortensen, P. B. & Sjøtun, K. 1991.** Skadevurdering av tilsølte strender i Sognesjøen, C Sluttrapport 1990. -Institutt for fiskeri- og marinbiologi, Universitetet i Bergen. Rapportserie. Rapport nr. 9, 1991.
- Lein, T. E., Rueness, J. & Wiik, Ø. 1974.** Algologiske observasjoner i Iddefjorden og Singlefjorden. -Blyttia 32: 155 - 168.
- Leinaas, H.P. & Christie, H. 1991.** Innvirkning av olje på strukturerende prosesser i littoralsonen - bløtbunn. In: Barrett, R.T. (ed.) Forskningsprogram om biologiske effekter av oljeforurensning (FOBO). Sluttrapport. -NINA Forskningsrapport 17: 24-37.
- Lundquist, J-E. & Årnell, T. 1990.** Sammanfatning av isvintern och isbrytarverksamheten 1989/1990. -Rapport, Sjøfartsverket / SMHI.
- Lundquist, J-E. & Årnell, T. 1991.** Sammanfatning av isvintern och isbrytarverksamheten 1990/1991. -Rapport, Sjøfartsverket / SMHI.
- Lüning, K. 1990.** Seaweeds. Their environment, biogeography and Ecophysiology. -John Wiley & Sons, Inc. 527 pp.
- Magnus, P. 1873.** Ueber die botanischen Ergebnisse der Expedition der Pommerania von 16. Juni bis 2. August 1871. -Jber. Commis. wiss. Unters. dtsch. Meere 1: 65-83.

- Magnus, P. 1875.** Die botanischen Ergebnisse der Nordseefahrt vom 21. Juli bis 9. September 1872. -Jber. Commis. wiss. Unters. dtsch. Meere 2: 59-79.
- Magnusson, J., Christie, H., Efraimsen, H. Green, N. & Pedersen, A. 1982.** Supplerende basisundersøkelser og rutineovervåking i Iddefjorden 1981. -SFT/NIVA overvåkingsrapport 45/82..L.nr. 1414.
- Magnusson, J., Christie, H., Efraimsen, H. Green, N. & Pedersen, A. 1983.** Supplerende basisundersøkelser og rutineovervåking i Iddefjorden 1982. -SFT/NIVA overvåkingsrapport 105/83. L.nr. 1546.
- Magnusson, J. & Rygg, B. 1988.** Eutrofisisituasjonen i Ytre Oslofjord. En sammenstilling av tidligere forurensningsundersøkelser. -SFT/NIVA overvåkingsrapport 338/88. L.nr. 2169.
- Mann, K. H. & Clark, R.B. 1978.** Long-term effects of oil spill on marine intertidal communities. - Journal of the Fisheries Research Board of Canada 35: 791-795.
- Molvær, J. 1977.** Resipientundersøkelse av Nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Fremdriftsrapport fra de biologiske undersøkelsene mars 1974 - mai 1976. Rapport nr. 6. -NIVA rapport O - 70111
- Molvær, J. 1978.** Orienterende hydrokjemisk og biologisk undersøkelse av Hellefjorden, Kragerø. - NIVA rapport O - 68/77.
- Molvær, J., Bokn, T., Kirkrud, L., Kvalvågnes, K., Nilsen, G., Rygg, B. & Skei, J. 1979.** Resipientundersøkelse av Nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport nr 8. Sluttrapport. -NIVA rapport O - 70111.
- Moy, F. & Wikander, P. B. 1990.** Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy, Aust-Agder. Bløtbunns- og hardbunnsundersøkelser i 1989. Fellesrapport. -NIVA rapport O - 89120 O - 88127. L. nr 2490.
- Nelson, W. 1982.** Experimental studies of oil pollution on the rocky intertidal community of a Norwegian fjord. -J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 65: 121 - 138.
- Nilsen, G. 1974.** Undersøkelser av vann- og forurensningsproblemer ved kjernekraftverk. Resultater fra Oslofjordområdet for perioden 1973 - 1974. -NIVA rapport O-177/70.
- Nilssen, J. P. 1975.** En algologisk undersøkelse fra Sønedeledfjorden ved Risør - en "land-locked" fjord som er særlig utsatt ved forurensning. -Blyttia 33: 17-26.
- Notini, M. 1978.** Long-term effects of an oilspill on Fucus macrofauna in a small Baltic bay. -J. Fish. Res. Board Can. 35: 745 - 753.
- Næs, K., Oug, E., Knutzen, J. & Moy, F. 1991.** Resipientundersøkelse av Tromøysund. Bunnsedimenter, organismer på bløt- og hardbunn, miljøgifter i organismer. -NIVA rapport O - 89170, L.nr. 2645.
- Oug, E., Molvær, J. Hindar, A. & Green N. 1990.** Resipientundersøkelse i fjordområdet ved Mandal. -NIVA rapport O - 89122. L.nr.2398.

- Oug, E., Molvær, J., Moy, F. & Næs, K. 1991.** Resipientundersøkelse i fjordområdet ved Farsund. Vannutskifting, vannkvalitet, strandsoneregistreringer og bløtbunnsfauna. -NIVA rapport O - 90187. L.nr. 2661.
- Oug, E. & Moy, F. 1991.** Overvåking av Kristiansandsfjorden 1990. Hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna ved Bredalsholmen og i Fiskåbukta. -NIVA rapport O - 90088. L. nr. 2651.
- Pedersen A., Green, N., Walday, M. & Moy, F. 1991.** Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør - Norge. Årsrapport for hardbunnsundersøkelsene i 1990. -SFT/NIVA Overvåkingsrapport 447/91. L.nr. 2606.
- Pedersen, A., Oug, E., & Green, N. 1989b.** Oppblomstring av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis*. Gjenvekst av organismesamfunn langs kysten. NIVAs undersøkelser i juni 1989. - SFT/NIVA overvåkingsrapport nr. 403/90.L.nr.2396.
- Pedersen, A., Wikander, P. B., Oug, E., & Green, N. 1989a.** Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis*. Virkninger på organismesamfunn langs kysten. NIVAs undersøkelser i november 1988. - SFT/NIVA overvåkingsrapport nr. 355/89. L.nr.2233.
- Reiersen, L.-O. & Berge, J.A. 1985.** Increased swimming activity of the sand goby *Pomatoschistus minutus*, exposed to low concentrations of water soluble fraction of North Sea crude oil. In: Gray, J.S. & Christiansen, M.E. (eds). *Marin biology of polar regions and effects of stress on marine organisms*, pp. 379 - 387. John Wiley & Sons Ltd., 639 pp.
- Rueness, J. 1966.** Algevegetasjonen i Høvvåg, Aust-Agder. -Hovedfagsarbeid i marinbotanikk. Univ. i Oslo.
- Rueness, J. 1969.** Alger fra Lyngør. -Blyttia 27: 26 - 29.
- Rueness, J. 1977.** Norsk algeflora. -Universitetsforlaget, Oslo, 266 pp.
- Rueness, J., Jacobsen, T. & Åsen, P. A. 1990.** Trekk ved marine benthosalgers utbredelse i Norge belyst ved undersøkelser av blandt andre rødalgen *Ceramium shuttleworthianum* (pigget rekeklo). -Blyttia 48; 21-26.
- Røsjorde, H., J. 1970.** Algevegetasjonen i Larviksdistriktet, Vestfold. -Hovedfagsarbeid i marinbotanikk. Univ. i Oslo.
- Sanders, H.L., Grassle, J.F., Hampson, G.R., Morse, L.S., Garner-Price, S. & Jones, C.J. 1980.** Anatomy of an oil spill: long-term effects from the grounding of the barge *Florida* off West Falmouth, Massachusetts. *J. Marine Research*, Vol. 38 (2), pp. 265 - 380.
- Sendstad, E. & Sindre, E. 1981.** Fysiografisk strandsonkartlegging for tiltak mot oljesøl. - SINTEF-rapport nr. STF 21 A 81046.
- Southward, A.J. & Southward, E.C. 1978.** Recolonization of rocky shores in Cornwall after use of toxic dispersants to clean up the *Torrey Canyon* spill. *J. Fish. Res. Board Can.* 35: 682-706.
- Sjöfartsverket 1980.** Redogörelse för Sveriges statliga isbryterverksamhet 1979/80 utarbetad av statens isbrytardirektör. -Sjöfartsverkets meddelanden nr. 2, 1980.

- Sjøfartsverket 1981.** Redogørelse for Sveriges statliga isbryterverksamhet 1980/81 utarbetad av statens isbrytardirektör. -Sjøfartsverkets meddelanden nr. 1, 1981.
- Sjøfartsverket 1982.** Redogørelse for Sveriges statliga isbryterverksamhet 1981/82 utarbetad av statens isbrytardirektör. -Sjøfartsverkets meddelanden nr. 2, 1982.
- Sjøfartsverket 1983.** Redogørelse for Sveriges statliga isbryterverksamhet 1982/83 utarbetad av statens isbrytardirektör. -Sjøfartsverkets meddelanden nr. 3, 1983.
- Sjøfartsverket 1984.** Redogørelse for Sveriges statliga isbryterverksamhet 1983/84 utarbetad av statens isbrytardirektör. -Sjøfartsverkets meddelanden nr. 2, 1984.
- Sjøfartsverket 1985.** Sammanfatning av isvintern och isbrytarverksamheten 1984/1985. Rapport, - Sjøfartsverket / SMHI.
- Skognes, K. 1990.** Oljedrift i Skagerrak. Delrapport drivbanestatistikk (AKUP). -OCEANOR-rapport OCN R-90093.
- Stene-Johansen 1971.** Undersøkelse av sjøresipienter i Kristiansandsregionen. -NIVA rapport O - 110/64. L.nr. 342.
- Sundene, O. 1953.** The algal vegetation of Oslofjord. -Skr. norske Vitensk. Akad. I. Mat.-Nat. kl. 1953, 2: 1-245.
- Sætre, R. 1973.** Temperatur og saltholdighetsnormaler for overflatelaget i norske kystvann. - Fiskets gang 59(8), 166-172.
- Wedege, N.P. & Solhjell, S. 1984.** Håndbok i strandrensing - opprensing av oljesøl på strender. SFT, Oslo 1984.
- Wikander, P. B. 1982.** "Dei Fovos" -spillet på Helgeland. Erfaringene med iverksettelse av "Norwegian ecological action plan for oil spills (NEAP)". -NDH-Rapport 18, 1982.
- Wikander, P. B. 1986.** Lokaliteter for marin - økologisk datainnsamling langs kysten av Aust - Agder. -NIVA rapport O - 86179. L.nr.1902.
- Wikander, P. B. 1990.** Inventering av molluskfaunaen på Skagerrak-kysten II. 180 stasjoner prøvetatt fra 1982 til 1990. -NIVA rapport nr. 2376. 274pp.
- Wolfe, A.D. 1978.** The AMOCO CADIZ oil spill. A summary of observations made by U.S. scientists 23. march - 10. may, 1978. Marine pollution bulletin 9(11), 288-292.
- Åberg, P. 1992.** Size-based demography of the seaweed *Ascophyllum nodosum* in stochastic environments. -Ecology 73: 4, pp. 1488-1501.
- Åsen, P. A. 1973.** En undersøkelse av den marine flora og fauna i de indre deler av Byfjorden i Kristiansand, spesielt sett i sammenheng med den marine forurensing og sammenlignet med et referanseområde på Ytre Flekkerøy. -Rapport til Falconbridge Nikkelverk A. S.
- Åsen, P. A. 1978.** Marine benthosalger i Vest-Agder. -Hovedfagsarbeid i marinbotanikk. Univ. i Bergen.

- Åsen, P. A. 1983a. Biologiske undersøkelser av Høllefjorden, Søgne - fastsittende alger og observasjoner av dyr. -Rapport til sivilingeniør Lindboe A. S
- Åsen, P. A. 1983b. Marinbotanisk befarung i strandsonen til Tjaumsvågen, Lindesnes 3.11.1983. - Rapport til Miljøvernabdelingen, Fylkesmannen i Vest-Agder.
- Åsen, P. A. 1987. Rapport fra marinbiologisk (botanisk) befarung i Skogsfjorden, Mandal 13.05.1987. -Rapport til Miljøvernabdelingen, Fylkesmannen i Vest-Agder.
- Åsen, P. A. 1988. Registrering av marin fastsittende algevegetasjon og skadevirkninger forårsaket av *Chrysochromulina polylepis* på utvalgte lokaliteter i Agder. -Miljøvernabdelingen, Fylkesmannen i Vest-Agder, Rapport nr. 9 - 1988.
- Åsen, P. A. 1989. Registrering av marin fastsittende algevegetasjon i Høllefjorden, Søgne, Vest - Agder 1989. -Rapport til teknisk etat, Søgne kommune.
- Åsen, P. A. 1991. Marine benthosalger i Vest - Agder: Vegetasjonsbeskrivelser og tabeller med stasjonsvise artslister over registrerte arter i 1976. -Miljøvernabdelingen, Fylkesmannen i Vest - Agder, Rapport in prep.
- Åsen, P. A. 1991. Foreløpig sammenstilling av eksisterende kunnskap(litteratur etc.) om fastsittende makroalgesamfunn i Skagerrak. -Årsrapport 1990. Arbeidsgruppen for konsekvensutredninger av petroleumsvirksomhet (AKUP), OED.

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-2230-8