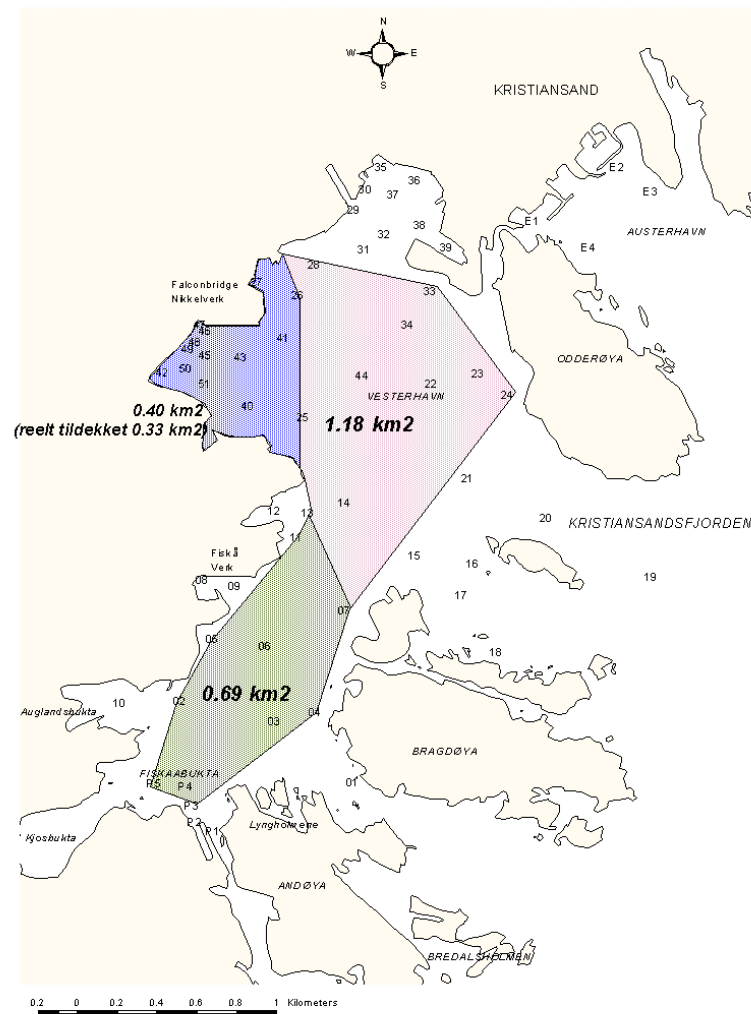


Bruk av marin sand ved tildekking av forurensede sedimenter i Kristiansandsfjorden

En vurdering av risiko for introduksjoner av fremmede arter



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet:

www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

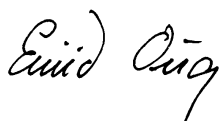
Tittel Bruk av marin sand ved tildekking av forurensete sedimenter i Kristiansandsfjorden. En vurdering av risiko for introduksjoner av fremmede arter	Løpenr. (for bestilling) 4815 - 2004	Dato 10. mars 2004
	Prosjektnr. Undernr. O - 23422	Sider Pris 38
Forfatter(e) Eivind Oug	Fagområde Marin økologi	Distribusjon
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvernavdelingen	Oppdragsreferanse
--	-------------------

Sammendrag

I Hanneviksbukta i Kristiansandsfjorden tildekkes forurensete bunnsedimenter ved å legge et sandlag på bunnen. Denne rapporten tar opp problemstillinger knyttet til risiko for uønsket spredning av arter ved bruk av sand fra marine løsmasseforekomster. I Kristiansandsfjorden er det ønske om å benytte sand fra Hirtshalsområdet som tas opp ved mudring i farleder og ytre havn. Det er spesielt faren for overføring og viderespredning av introduserte arter som kan ha uoversiktlige og negative virkninger. Generelt må det betraktes som liten risiko ved bruk av sand fra åpne strømrrike områder på Nord-Jylland. I disse områdene forekommer samme arter som på norskekysten, men det anbefales å foreta biologiske forundersøkelser og dokumentere miljøforhold før import av sand gjennomføres. Ved bruk av sand fra indre havneområder, brakkvannsområder og fjorder, hvor sannsynlighet for forekomst av introduserte arter er større, må risiko vurderes nærmere. Til dette må det utarbeides oversikter over arter som potensielt kan overføres, detaljerte miljøforhold i opptaksområdet og deponeringsområdet, og hvilke skader artene kan forårsake. Sanden kan behandles mekanisk eller kjemisk for å redusere innhold av organismer, men metodene gir ikke sikkert resultat. Det vil være ønskelig å gjennomføre kontrollundersøkelser i Kristiansandsfjorden dersom import av sand gjennomføres.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Marin sand	1. Marine sand
2. Overdekking av forurenset bunn	2. Capping of contaminated sediments
3. Sand fra Danmark	3. Use of sediments from Denmark
4. Vurdering av risiko for introduksjon av arter	4. Assessment of risks of species introductions



Eivind Oug
Prosjektleder

Kari Nygaard
Forskningsleder

Jens Skei
Forskningsdirektør

O - 23422

**Bruk av marin sand ved tildekking av forurensede
sedimenter i Kristiansandsfjorden**

En vurdering av risiko for introduksjoner av fremmede arter

Forord

Som et ledd i pilotprosjektene med opprydding av forurenset sjøbunn pågår det i Kristiansand tildekking av forurensede bunnsedimenter i Hanneviksbukta utenfor Falconbridge Nikkelverk A/S. Fylkesmannen i Vest-Agder koordinerer prosjektarbeidet. For å skaffe tilveie tilstrekkelige overdekkingsmasser, kan det være aktuelt å benytte sand fra Danmark. I den forbindelse har Fylkesmannen ønsket å utrede om det kan foreligge risiko for overføring av uønskede arter til Kristiansandsfjorden ved en slik aktivitet.

Fylkesmannen henvendte seg til NIVA med en foreløpig forespørsel om problemstillingen våren 2003. NIVA utarbeidet et notat om dette som forelå 1. august 2003. Etter dette fikk NIVA i oppdrag å utrede nærmere risiko for uønsket spredning av arter ved bruk av marin sand til overdekking av forurenset sjøbunn (tilsagnsbrev av 2. oktober 2003). Utgangspunktet er ønsket om å kunne bruke sand fra Hirtshalsområdet i Kristiansandsfjorden. I prosjektet ble det avtalt å gjennomføre et fagmøte for eksperter på området for å oppnå en størst mulig grad av felles faglig forståelse av temaet.

Fagmøtet ble avholdt 18. november 2003 i Kristiansand. På møtet deltok Ole Norden Andersen, Luscus Naturovervåging, Ølstykke, Danmark; Hanna Behrens, DNV, Oslo; Helge Botnen, Unifob, Bergen; Anders Jelmert, Havforskningsinstituttet, Arendal, Eivind Oug, NIVA og Dag Petter Sødal, Fylkesmannen i Vest-Agder. Alle fagekspertene har i tillegg til diskusjoner på møtet gitt faglige innspill til rapporten. Ole Norden Andersen takkes spesielt for bidrag om danske undersøkelser.

En rekke personer har vært kontaktet i forbindelse med rapportarbeidet. En spesiell takk rettes til Barrie Dale, Universitetet i Oslo, for informasjon om cyster i sedimenter og Karen Andersen, Nordjyllands Amt, Ålborg, for informasjon om opptak og behandling av sand i Hirtshals. Andre personer som har bidratt med synspunkter og innspill er Egil Dragsund, DNV, Oslo, Else Hvas, Nordjyllands Amt, Ålborg og Stephan Gollasch, GoConsult, Hamburg.

Kontaktperson hos Fylkesmannen i Vest-Agder har vært Dag Petter Sødal.

Grimstad, 10. mars 2004

Eivind Oug

Innhold

Sammendrag	6
1. Bakgrunn	8
1.1 Opprydning i forurensede sedimenter	8
1.2 Forurensning i Kristiansandsfjorden	8
1.3 Tiltak i Kristiansandsfjorden – overdekking av forurensede sedimenter – pilotprosjekt	9
2. Bruk av løsmasser for overdekking	11
2.1 Kristiansandsfjorden	11
3. Problemstillinger ved bruk av marin sand til overdekking	12
4. Spredning av organismer	13
4.1 Organismer i marine løsmasser	13
4.2 Introduksjon av fremmede arter	13
4.3 Risiko for spredning av fremmede arter	14
5. Import av sand fra Danmark - fare for introduksjon av fremmede arter ?	16
5.1 Opptak av sand i danske farvann	16
5.2 Undersøkelser av fauna og flora i danske farvann	16
5.2.1 Nasjonale programmer	16
5.2.2 Havneområder og sanddumpingsområder	18
5.2.3 Bløtbunnsfauna	18
5.2.4 Parasitter i skjell og fisk	18
5.3 Representerer Skagerrak et naturlig spredningshinder ?	19
5.3.1 Topografi og strømforhold	19
5.3.2 Naturlig spredning fra Danmark til Norge	19
5.3.3 Introduksjon ved skipstrafikk	20
5.4 Introduserte arter i danske farvann	20
5.4.1 Parasitter	21
5.5 Naturtilstand og miljøforhold i havneområdene i Hirtshals og Kristiansand	25
5.5.1 Hirtshals	25
5.5.2 Kristiansand	25
6. Vurdering av risiko for introduksjoner ved import av sand fra Danmark til Kristiansand	28
6.1 Organismer på sandforekomster i Hirtshals og andre danske områder	28
6.2 'Target list' for Kristiansand og fare for sekundærspredning	29
6.3 Risikoanalyser	30

7. Bruk av norsk sand	31
7.1 Utbredelse av arter i norske farvann	31
7.2 Overføring av arter ved sandtransport	31
7.3 Kvalitet av overdekkingsmasse	31
8. Mulige effekter ved overføring av arter til Kristiansandsfjorden	33
9. Tiltak for å forhindre spredning av organismer	34
10. Diskusjon og anbefalinger	35
10.1 Import av sand fra Hirtshals	35
10.2 Sand fra indre havneområder, brakkvannsområder og fjordmunninger	36
10.3 Sand fra norske områder	36
10.4 Undersøkelser i Kristiansandsfjorden	36
11. Referanser	37

Sammendrag

I en rekke norske havneområder og fjorder er bunnsedimentene betydelig forurensset av miljøgifter. Tiltak for å rydde opp i forurensede sedimenter er et av miljøvernmyndighetenes satsningsområder. I Hanneviksbukta i Kristiansandsfjorden er bunnsedimentene tildels sterkt forurensset av tungmetaller, PAH og klororganiske forbindelser. For tiden pågår arbeid med å tildekke sedimentene med et sandlag for å hindre spredning av miljøgifter til partikler og organismer. Til nå har det vært benyttet sand fra en utgravd tunnel på land, men ved videre tildekking må det hentes løsmasser fra andre forekomster.

En mulighet er å hente sand fra Danmark, hvor det jevnlig foretas mudring i havneområder og elveinnløp for å vedlikeholde seilingsdyp. I Hirtshals blir det årlig tatt opp i størrelsesorden 200.000 – 300.000 m³ sand. Import av sand fra Hirtshalsområdet kan være et kostnadsaktuelt alternativ for Kristiansandsfjorden.

Ved bruk av marine sedimenter til overdekking vil det foreligge risiko for at arter som ikke finnes naturlig tilstede i deponeringsområdet følger med løsmassene. Dersom slike arter etablerer seg, kan de skape problemer for naturlig fauna og flora og eventuelle kommersielt viktige arter i områdene omkring. Det er spesielt faren for overføring og viderespredning av introduserte arter som kan ha uoversiktlige og negative virkninger. Mange introduserte arter i nordiske farvann er innført med ballastvann i skip og ved havbruksvirksomhet, men disse kan videreføres ved andre aktiviteter som forflytning av løsmasser.

I hovedtrekkene er Skagerrak et sammenhengende område uten spesielle barrierer for naturlig spredning av marine arter. Hovedstrømsystemet går fra sydlige Nordsjøen opp langs Jylland og videre ut Skagerrak langs norskekysten. Arter som finnes i åpne kystområder i Danmark vil derfor kunne spre seg naturlig til norskekysten. Sammenligning av bunnsfauna fra kysten like utenfor Hirtshals med norske registreringer viser at de aller fleste artene finnes på begge sider av Skagerrak.

Forskjellene i fauna og flora kan være større for indre kystområder, havneområder og fjorder. I områder som utsettes for organisk belastning, tilførsler av næringssalter, tilførsler av ferskvann eller påvirkes av menneskelig virksomhet kan det finnes arter som ikke forekommer i åpent farvann utenfor. Enkelte introduserte arter synes å klare seg best i næringsanrikede områder.

Der er rapportert ca. 50 introduserte arter i danske og norske farvann. Omkring 10 er bare kjent fra Danmark. De fleste av disse har en sydlig utbredelse i Danmark, men noen er etablert i Limfjorden. Det foreligger bare få rapporter om introduserte arter på vestkysten av Danmark nord for Vadehavet og på Nord-Jylland, men det er ikke foretatt systematiske undersøkelser for dette.

I vurdering av risiko forbundet med introduserte arter må det tas hensyn til sannsynligheten for overlevelse, sannsynligheten for etablering av reproducerbare bestander og sannsynligheten for negative virkninger i området de introduseres til. I forbindelse med spredning av arter i ballastvann er det utviklet prinsipper for vurdering av risiko. Dette omfatter utarbeidelse av lister ('target list') over arter som potensielt kan overføres og angivelse av sannsynlighet for etablering. Til dette trengs det kunnskap om miljøforhold i områdene (hydrografi, forurensning, eutrofiering), sannsynlige levesteder for artene (habitater, vertsdyr for parasitter), sannsynlige spredningsveier og mulige måter for rekruttering og transport. Informasjonen om områdene kan sammenfattes i typebeskrivelser ('profiler') for områdene. Vurderingen av risiko kan gjennomføres ved formaliserte risikoanalyser eller datamodeller.

Ved bruk av sand fra danske sjøområder i Kristiansandsfjorden vil sannsynligheten for uønsket spredning av arter avhenge av hvor sanden hentes fra. Vurderingen av risiko kan foregå i flere trinn med ulike ambisjonsnivåer. Slike trinn vil være:

- 1) påvise hva slags organismer som finnes på aktuelle sandforekomster og avgjøre om disse også finnes naturlig tilstede i Kristiansandsområdet
- 2) avklare om det kan finnes introduserte arter eller andre uønskede organismer på sandforekomstene eller i områder omkring som kan overføres ved aktiviteten
- 3) gjennomføre en formalisert risikoanalyse for å beregne sannsynlighet for og mulig skadepotensiale i Kristiansandsområdet ved overføring av uønskede organismer

Generelt må det betraktes som liten risiko for overføring av uønskede arter ved import av sand fra strømrrike åpne områder i Hirtshals eller andre steder på Nord-Jylland. Fra sandutvinningsområdet i Hirtshals foreligger det ingen biologiske undersøkelser. I det ytre havneområdet er det lite trolig at artssammensetningen skiller seg vesentlig fra kystområdene utenfor, men dette bør dokumenteres ved forundersøkelser av flora, fauna og miljøforhold. Slike undersøkelser må gjennomføres før beslutninger om opptak og import av sand treffes. Dersom området er påvirket av aktiviteter inne i havneområder, bør mer omfattende kontrollundersøkelser gjennomføres.

Sannsynligheten for forekomst av introduserte arter i Danmark er størst i indre havneområder, brakkvannsområder og fjorder. Dersom det vurderes å benytte sand fra slike områder, må risiko vurderes nærmere. Dette vil innebære at det utarbeides en 'target list' over arter som potensielt kan overføres til Kristiansand og detaljerte typebeskrivelser (havneprofiler) for opptaksområdet og Kristiansandsfjorden. Ved risikoanalyser kan det angis en samlet risiko og avgjøres om denne er tilstrekkelig lav. Analysene gir også grunnlag for å vurdere avbøtende tiltak og hva disse vil bestå i.

Ved bruk av sand fra norske forekomster i Skagerrak kan sannsynligheten for overføring av arter som ikke ville kunne rekrutteres naturlig til Kristiansandsfjorden, betraktes som liten. Men muligheten for viderespredning av lokalt forekommende arter kan være tilstede. Spesielt bør muligheten for viderespredning av introduserte arter kontrolleres.

Det er mulig å behandle sand mekanisk eller kjemisk for å redusere innholdet av organismer, men dette kan være innsatskrevende og vil ikke alltid gi sikkert resultat. Et mulig tiltak er å fjerne topplaget av sand på bunnen, som vil inneholde de fleste organismene, og bare benytte dypereleggende sand. Det kan ikke gis noen generell anbefaling om tidsperiode på året for når sand bør tas opp og overdekking utføres, men sommer og høst kan være gunstig med sikte på å sikre raskest mulig oppbygging av naturlige organismesamfunn i overdekkingsområdet.

I Kristiansandsfjorden vil det være ønskelig at det gjennomføres kontrollundersøkelser i tildekkingsområdet og i faste referanseområder omkring dersom sandimport settes i verk. Dette kan dokumentere om organismer overføres ved aktiviteten og om de i så fall er i stand til å spre seg i fjorden. Det er noe uklart om sandoverdekkingen kan ha betydning for etablering av fremmede organismer. Ved sandoverdekkingen anlegges det 'ny' bunn i Kristiansandsfjorden som ikke har noe etablert organismesamfunn. Undersøkelsene vil også gi nødvendig bakgrunnskunnskap dersom det skulle opptre introduksjoner i Kristiansandsfjorden med uheldige virkninger. Introduksjoner kan forekomme også på andre måter, spesielt med skipstrafikken og undersøkelsene kan derfor bidra til å klargjøre årsakssammenhenger.

1. Bakgrunn

1.1 Opprydning i forurensede sedimenter

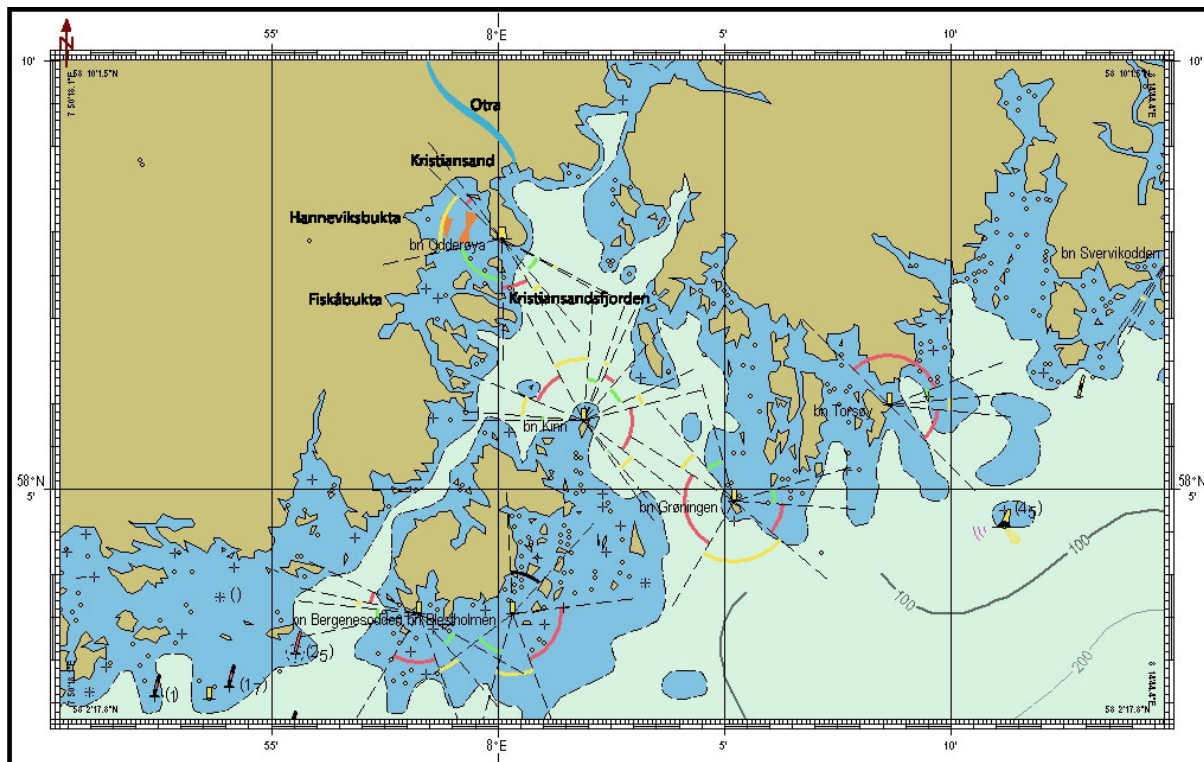
I en rekke norske havneområder og fjorder er bunnsedimentene betydelig forurensset av miljøgifter. Miljøgiftene kommer fra tidligere utslipp fra industri, bosetning og annen virksomhet og har blitt lagret i bunnsedimentene over tid. Disse lagrene innebærer sekundære kilder til forurensning etter at de opprinnelige kildene er fjernet. Miljøgiftene er giftige for naturlig forekommende organismer og kan opptas i konsumarter som fisk og skalldyr. Mange steder er det gitt kostholdsråd på grunn av innholdet av miljøgifter i konsumarter. Tiltak for å rydde opp i forurensede sedimenter er et av miljøvernmyndighetenes satsningsområder. Opprydningen kan gjennomføres ved at de forurensede sedimentene overdekkes med uforurensset masse, fjernes og deponeres på sikkert sted eller renses for forurensningene (SFT 2003).

Et hovedmål ved tiltakene er å stoppe spredningen av miljøgifter slik at naturlig forekommende organismer ikke tar opp miljøgifter. Spesielt er det aktuelt å kunne oppheve kostholdsråd der det er gitt slike. Samtidig vil opprydningstiltakene skape nye og bedre livsbetingelser for naturlige organismer. I områder hvor forurensningene har ført til vesentlig skadevirkninger på naturlig fauna og flora, vil et delmål være at naturen så langt som mulig vender tilbake til en normal tilstand, dvs. slik den ville vært uten forurensningen. Dette er også klart ønskelig ut fra allmenhetens opplevelse av naturkvalitet og bruk av området.

1.2 Forurensning i Kristiansandsfjorden

I Kristiansandsfjorden er bunnsedimentene tildels sterkt forurensset av tungmetaller, PAH og klororganiske forbindelser. De sterkeste forurensningene finnes i Hanneviksbukta utenfor Falconbridge Nikkelverk (nikkel, HCB, dioksiner/furaner) og i Fiskåbukta utenfor Fiskå verk (PAH) (Figur 1). I fjorden er det gitt kostholdsråd for fisk og skalldyr.

Biologiske undersøkelser i Kristiansandsfjorden har vist at forurensningene klart påvirker forekomst av naturlige organismer. I de mest forurensede områdene er antall arter og artsmangfold vesentlig redusert sammenlignet med upåvirkede kontrollområder (Rygg 1985, Skei et al. 2002). Særlig fattig er faunaen i Hanneviksbukta. Virkningene på bunnfaunaen synes best å kunne relateres til forurensningen av metaller, HCB og dioksiner (Skei et al. 2002). Undersøkelsene har også vist at miljøgifter fra sedimentene er tilgjengelige for opptak i bunnorganismer. Dette viser at miljøgiftene representerer en stor risiko med hensyn på spredning til fisk og andre organismer som beiter på sedimentlevende dyr (Skei et al 2002).



Figur 1. Oversiktskart over Kristiansandsfjorden. Bunnområder som er forurensset av miljøgifter omfatter Hanneviksbukta og Fiskåbukta.

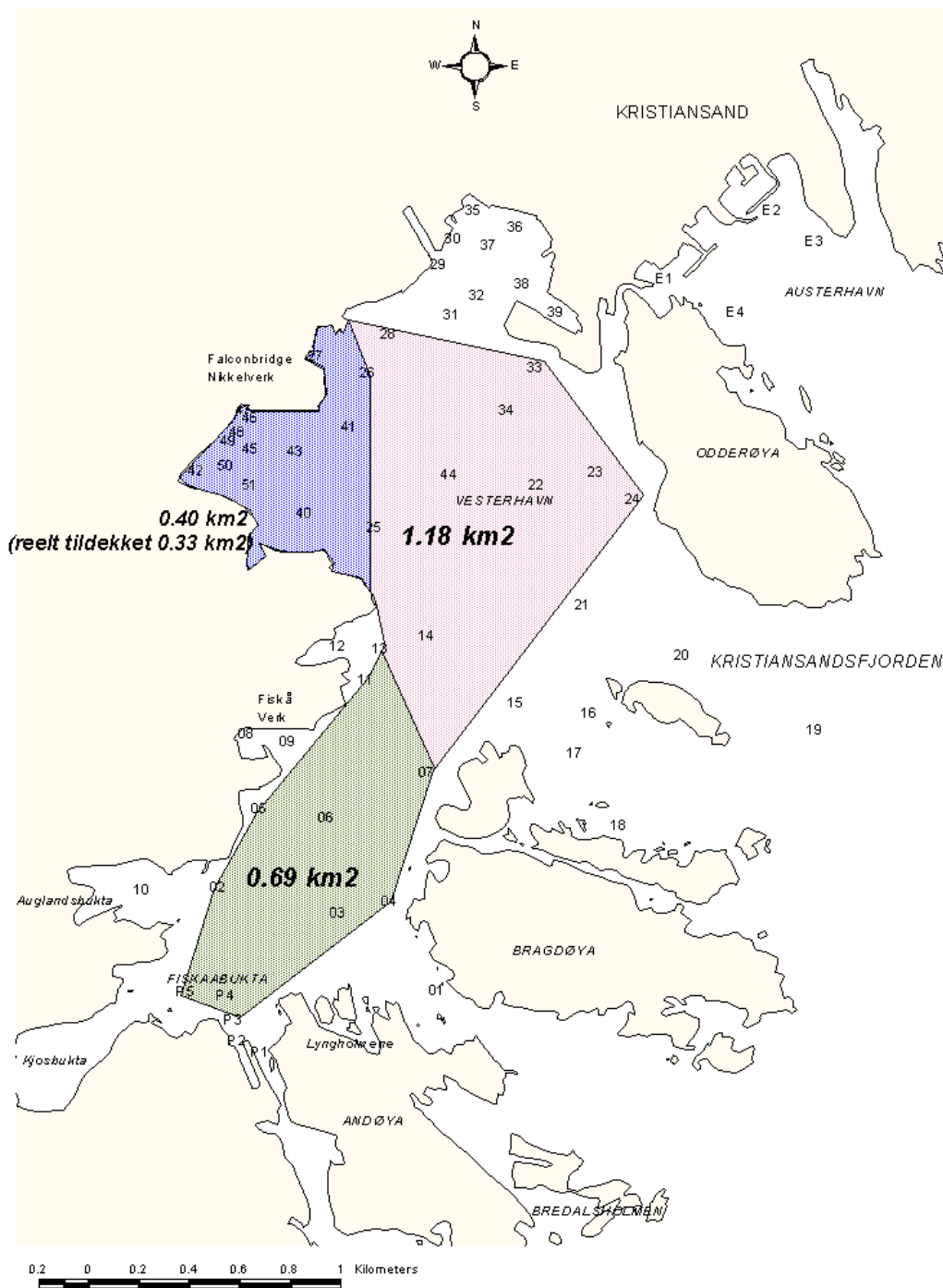
1.3 Tiltak i Kristiansandsfjorden – overdekking av forurensede sedimenter – pilotprosjekt

Kristiansandsfjorden er utpekt av miljøvernmyndighetene som et av fem pilotområder for opprydning av forurensede sedimenter (SFT 2003). I fjorden er det allerede satt i gang tildekking av bunnområdene i Hanneviksbukta utenfor Falconbridge Nikkelverk A/S. Målet med tildekkingen er å forhindre spredning av miljøgifter fra sedimentene til partikler og organismer i fjorden. Som ledd i pilotprosjektet skal effektene av opprydningstiltakene evalueres og tekniske og praktiske forhold dokumenteres (SFT 2003).

Tildekkingen utføres ved at det legges et sandlag over sedimentene. Tildekkingen utføres innenfor en linje som er trukket fra Kolsdalsbukta til Myrodden utenfor Hanneviksbukta og ut mot Vesterhavn (Figur 2). Det vurderes om et større område i Vesterhavn utenfor denne linjen skal tildekkes på et senere stadium, men det er foreløpig ingen konkrete planer om tildekking i disse områdene.

Første fase av tildekkingen avsluttes innen utløpet av 2003. Det er da lagt et ca 40 cm tykt sandlag over hele tildekkingsområdet (kravet er minimum 25 cm alle steder). Sanden er overskuddsmasse som er gravd ut ved anleggelse av en veitunnel på Lund i Kristiansand. Denne sanden er en gammel avsetning av elvesand fra munningsområdet for Otrå. Veianlegget blir snart ferdigstilt og det blir ikke gravd ut mer sand fra dette området.

I fjorden er det ønskelig å kunne tildekke et større område. For å gjennomføre dette må det skaffes ytterligere løsmasser fra andre forekomster. Dette vil også gi en større langsiktig effekt av overdekkingen i forhold til kostholdsråd og restitueringsiltak i fjorden.



Figur 2. Arealer som tildekkes i Hanneviksbukta ved Falconbridge (øvre venstre felt), og arealer som vurderes for tildekking i Vesterhavn (øvre høyre felt) og i Fiskåbukta (nedre felt).

2. Bruk av løsmasser for overdekking

Sand til overdekking kan hentes både fra land, slik som tilfellet har vært til nå i Kristiansand, og fra undersjøiske forekomster. Opptak av sand fra undersjøiske forekomster finner i liten grad sted i norske farvann, men er en betydelig virksomhet i en rekke land rundt Nordsjøen. Den eneste virksomheten av noe betydning i norske farvann er opptak av skjellsand som benyttes til jordforbedring og som kalkingsmiddel i vassdrag.

Økologisk sett vil det være noe forskjell mellom sand fra landforekomster og fra undersjøiske forekomster. Sand fra landforekomster vil i utgangspunktet være et unaturlig substrat for marine organismer, men vil trolig forholdsvis fort bli tilpasset. Marin sand er 'mettet' med sjøvann og vil derfor være mer attraktiv for direkte kolonisering av marine arter. Uansett masse vil det etter deponering foregå en naturlig tilpasning av kornsammensetningen i relasjon til strømgimmet i området. Hvis området er strømpåvirket og sanden er svært finkornet, vil finpartikler eroderes og transporeres bort. Hvis området er strømsvakt og sanden grov, vil tiltransportert finmateriale avsettes på bunnen og etterhvert legge seg oppå overdekkingsmassen. Prosessene vil i noen grad influeres av koloniseringen av bunnfauna i og med at mange arter påvirker bunnsedimentene ved sin aktivitet.

2.1 Kristiansandsfjorden

Ved videre overdekking i Kristiansandsfjorden kan sand hentes enten fra landavsetninger eller fra undersjøiske forekomster. Hva som velges vil i stor grad være et spørsmål om totale kostnader for opptak og transport, samtidig som sanden må være egnet for formålet, dvs. ha en egnet kornstørrelse. Bruk av marin sand er aktuelt, både fordi sanden utgjør et naturlig substrat for marine arter og fordi det kan spares kostnader som ville påløpt ved omlasting til lekter før dumping i overdekkingsområdet.

I Kristiansands nærområder er det få store marine sandforekomster hvor det kan hentes sand. Det kan derfor være aktuelt å benytte sand fra mer fjerntliggende områder. Dette gjelder sand både fra norske områder og fra utlandet.

Et aktuelt alternativ er å hente sand fra Danmark. I danske områder må det jevnlig foretas mudring i havneområder og elveinnløp for å vedlikeholde seilingsdyp i områder hvor sand naturlig transporteres inn med strøm og bølgebevegelser. I Danmark foregår det også regulært opptak av sand utenfor kysten med sikte på bruk. Import av sand fra Danmark kan være et prisgunstig alternativ i og med at kostnadene i hovedsak vil omfatte transport over Skagerrak.

3. Problemstillinger ved bruk av marin sand til overdekking

Ved bruk av marin sand vil det være flere aktuelle problemstillinger:

- *Ressurser.* Det må avklares hvor det finnes tilgjengelige sandforekomster. Forekomstene må kunne utnyttes uten at dette har vesentlige negative virkninger i området hvor forekomstene finnes.
- *Kvalitet og renhet.* Sandmassene må ikke inneholde miljøgifter eller være forurenset på annen måte. Det må også sikres at det ikke medfølger organismer som kan skape problemer i overdekkingsområdet. Spesielt dersom det er tale om å overføre sandmasser over større avstander, må det sikres at dette ikke fører til spredning av uønskede organismer.
- *Behandlig av massene.* Dersom sandmassen ikke er ren eller den kan inneholde uønskede organismer, bør det avklares om det kan treffes spesielle tiltak eller om massene kan behandles på noen måte.

Bruk av sand fra landavsetninger behandles ikke nærmere i denne rapporten.

4. Spredning av organismer

I marine sedimenter kan det følge med ulike typer organismer som kan finne livsvilkår i eller omkring deponeringsområdet. Hvis overdekkingsmassene hentes fra et sted som er fysisk adskilt fra deponeringsområdet, er det mulighet for at arter som ellers ikke ville blitt rekruttert naturlig, kan etablere seg etter overdekking. Slike 'fremmede' organismer kan skape problemer i sitt nye leveområde. Dersom dette skulle skje, vil mye av den positive effekten av opprydningstiltaket forsvinne.

4.1 Organismer i marine løsmasser

I marine sedimenter vil det normalt finnes en rekke ulike typer organismer. De mest iøynefallende organismene er ordinær bunnfauna, såkalt makrofauna, som omfatter arter større enn 0.5-1 mm. De mest arts- og individrike gruppene er nesledyr, børstemark, muslinger, krepsdyr og pigghuder. I tillegg finnes det en rekke grupper av mindre former i sedimentene, såkalt meio- og mikrofauna. Meiofauna er organismer ned til ca. 0.1 mm i størrelse, mens mikrofauna er mindre. Generelt er kunnskapen om makrofauna god, mens det er liten kunnskap om meio- og mikrofauna.

Det vil også kunne finnes noe vegetasjon på dyp ned til ca. 30 m. De fleste artene er avhengige av fast substrat for feste, dvs. større partikler som skjell og stein som ligger fast i sedimentet. Det kan også finnes små encellede alger og hvilestadier som sporer og cyster av planktoniske mikroalger i sedimentene. Sporer og cyster kan gi grunnlag for oppblomstringer av artene i vannmassene dersom de frigjøres fra sedimentene.

De fleste organismene vil bare finnes i et tynt sjikt øverst på en sandforekomst. Av makrofauna er det størst tetthet i nivået 0-10 cm. Dypere enn 30 cm finnes bare enkelte arter. Sporer og cyster av planktonalger finnes i de samme dybder, men vil også forekomme dypere ned i ustabile sedimenter som utsettes for fysisk omrøring. I praksis vil dette innebære at volumet av marine løsmasser som kan inneholde bunnfauna, er lite i forhold til det som totalt vil bli hentet opp fra en forekomst. Cyster kan forekomme i hele sedimentvolumet.

4.2 Introduksjon av fremmede arter

Med fremmede organismer menes det helst arter som er transportert over store avstander og som introduseres i miljøer som er helt adskilt fra det normale leveområdet. På verdensbasis regnes slike introduksjoner å være en av de viktigste truslene mot å opprettholde naturlig biologisk mangfold. I Norge antar man at omkring 45 fremmede marine arter er etablert. Direktoratet for naturforvaltning (DN) har fått utarbeidet to større utredninger om introduksjoner av fremmede marine arter (Hopkins 2001a, b). På nordisk basis har Nordisk ministerråd utarbeidet to utredninger om introduksjoner (Gollasch & Leppäkoski 1999, Weidema 2000). Nylig er det utgitt et større arbeid om betydning og forvaltning av introduserte arter i Europa (Leppäkoski et al. 2003). OSPAR-kommisjonen for nord-Atlanteren og det internasjonale råd for havforskning (ICES) har også engasjert seg i problematikken. Generelt er det stor oppmerksomhet omkring tiltak som vil kunne hindre spredning av arter.

Introduksjoner kan forekomme på mange måter. Skipsfart og havbruksvirksomhet regnes som de to viktigste kildene. I skipsfart er det særlig bruk av ballastvann som bidrar til at arter kan overføres over lange avstander (se f.eks. Botnen et al. 2000a, b). Fjerning av naturlige barrierer, handelsvirksomhet og varetransport er også viktige kilder (Hopkins 2001a, b). I en tentativ rangering av de viktigste kildene, er introduksjoner som følge av transport av sand og grus listet som nr. 14 i betydning (Gollasch & Leppäkoski 1999; Hopkins 2001a).

Etter introduksjon på ett sted, kan en introdusert art bli spredd videre til omkringliggende områder. Dette betegnes som sekundærspredning eller sekundærintroduksjon. Spredning kan enten skje naturlig (f.eks. med strømmen) eller ved ulik menneskelig aktivitet som ved primærintroduksjon (Gollasch & Leppäkoski 1999).

4.3 Risiko for spredning av fremmede arter

Ulike metoder har vært benyttet for å vurdere risiko for introduksjoner og antyde effekter av introduksjonene. I hovedsak vil det være behov for å vurdere (Gollasch & Leppäkoski 1999):

- sannsynligheten for at en introdusert art kan overleve på det nye stedet
- sannsynligheten for at arten vil kunne etablere en reproduserende bestand på det nye stedet
- sannsynligheten for at arten vil kunne forårsake skade

I forbindelse med faren for spredning med ballastvann har det vært utviklet flere former for risikoanalyser. Generelt sett vil disse analysene inneholde:

- a) en liste over de arter som kan overføres ved den aktuelle aktiviteten ('target species')
- b) en sammenlikning av miljøforhold (saltholdighet, temperatur, habitater) for å avgjøre om artene vil kunne overleve etter introduksjon
- c) en utredning om hvorvidt det finnes 'økologiske nisjer' for artene (for parasitter kan det f.eks. være aktuelle vertsdyr)
- d) en sammenlikning med utviklingshistorien for arter som allerede er innført.

Listen over arter vil ofte ha karakter av en 'svarte-liste' for arter som ikke ønskes overført. Listen vil i særlig grad omfatte arter som har forårsaket skade ved introduksjoner andre steder, og hvor det foreligger muligheter for skade i det aktuelle området. Dette kan både dreie seg om arter som allerede er introdusert, men hvor flere overføringer kan styrke muligheten for etablering, og om arter som ikke er påvist. Listen kan også omfatte arter som har potensiale for sekundær spredning når de er etablert.

Det vil ofte ikke være mulig å sette opp en realistisk liste over 'target species' basert på rapporterte funn og kjent utbredelse for artene. Det vil derfor være nødvendig også å føre opp arter som potensielt kan finnes i områdene hvor overføring kan finne sted fra. Til dette trengs det kunnskap om miljøforhold i områdene (hydrografi, forurensning, eutrofiering), sannsynlige levesteder for artene (habitater, vertsdyr for parasitter), sannsynlige spredningsveier og mulige måter for rekruttering og tiltransport. Informasjonen kan sammenfattes i typebeskrivelser ('profiler') for områdene. Med sikte på introduserte arter i havneområder vil trafikkstatistikker med oversikter over skipsruter og frekvenser være viktig.

Tilsvarende vil det for risikoanalyser være behov for å utarbeide typebeskrivelser for områdene artene kan introduseres til. Hovedvekten legges da på miljøforhold, habitater og eventuelle 'økologiske nisjer' for artene. En 'vellykket' etablering kan bare finne sted når det finnes egnede lokalmiljøer og habitater. Generelt synes det å være redusert sjanse for etablering i områder med gode miljøforhold og artsrike organismsamfunn. Dette har trolig å gjøre med konkurranse og predasjon, samt muligheten får å finne 'økologiske nisjer'.

Gollasch & Leppäkoski (1999) har gitt eksempel på en kvantitativ risikoanalyse for nordiske områder. Analysen er utført for utvalgte havner i Norge, Sverige og Østersjøen hvor det for hver av disse har vært utarbeidet en typebeskrivelse. Analysen omfatter en serie elementer i hovedkategoriene skipstrafikk, habitat, naturlig organismsamfunn, og antall allerede introduserte arter i nærliggende områder. Hvert element gis en poengverdi fra 1 til 5 utfra en vurdering av risiko. Samlet poengverdi i hele analysen gir så et uttrykk for faren for introduksjoner.

Risikoanalyser kan også utføres ved bruk av modeller. I Norge har Veritas utviklet modellen EMBLA for å beregne risiko for overføring av uønskede arter i ballastvann i skip (Behrens et al. 2002). Denne modellen omfatter flere separate moduler som omfatter oppstilling av en liste over 'target species', en oversikt over alle prosesser med håndtering av ballastvann, bruk av midler for å behandle ballastvannet og en risikoanalyse hvor muligheten for etablering i mottagerhavn beregnes.

5. Import av sand fra Danmark - fare for introduksjon av fremmede arter ?

5.1 Opptak av sand i danske farvann

I danske farvann foregår det opptak av sand både for spesifikke bruksformål og ved fjerning av masser i havneområder og elveinnløp. Masser som fjernes fra havneområder undersøkes med hensyn på innhold av miljøgifter før eventuell bruk eller deponering avgjøres. Løsmasser som inneholder for høye konsentrasjoner av miljøgifter (gjennomgående 2 ganger bakgrunnsnivå) skal bringes på land og renses. Masser som har lavere innhold, kan benyttes som strukturmasse. Dersom den ikke kan brukes, dumpes massen på nærmere angitte dumpeplasser langs kysten. Ved valg av dumpeplasser tas det hensyn til innhold av finmateriale. Sand dumpes i naturlige sandbunnsområder, mens leire dumpes på leirholdige bunner (Århus Amt 2001, Nordjyllands Amt 2003).

Totalt er det vesentlige mengder løsmasse som dumpes langs kysten etter mudring. Aktiviteten betegnes på dansk som 'klapning' og dumpeplassene for 'klappladser'. Langs kysten av Nordjylland (Skagerrak og Kattegat) er det i alt etablert 25 anviste dumpeplasser (Nordjyllands Amt 2003).

I Hirtshals tas det opp i størrelsesorden 200.000 – 300.000 m³ sand årlig. Opprensningen foretas utenfor havnen og i innseilingsområdet og omfatter et lag på 0-2 m tykkelse. Materialet hentes opp med sugepumpe og føres til et landbasert deponi. En stor del av sanden benyttes som grunnlagsmasse i forbindelse med bygging av motorvei, men dette er en virksomhet som er i ferd med å avsluttes. I andre havner som Hanstholm, Esbjerg og Rømø tas det årlig opp 100.000 – 400.000 m³ sand som dumpes utenfor havnen (Kystdirektoratet 2003).

I enkelte områder utenfor kysten foregår det opptak av ren sand for ulike bruksformål. Et formål, såkalt 'fodring', er for påfylling av sand i strandområder hvor naturlig sand eroderes bort. Enkelte områder på vestkysten av Jylland er utsatt for så sterk erosjon at stranden presses tilbake flere meter i året. Opptak av sand for 'fodring' kan omfatte store volumer. I et område ved Søndervig nord for Ringkøbing fjord er det nylig søkt om tillatelse til utvinning av 2 mill m³ sand årlig fra 10-20 m dyp i en ti-årsperiode og over et areal på 35 km² (Birklund 2003). Partikkelstørrelsen for sanden ligger i området 0.3-0.7 mm som tilsvarer medium til grov sand. Innhold av finmateriale er svært lavt.

5.2 Undersøkelser av fauna og flora i danske farvann

5.2.1 Nasjonale programmer

I Danmark foregår det løpende overvåking av marin flora og fauna, næringsalter og hydrografi i en rekke områder. Overvåkingen gjennomføres i stor grad av amtene under nasjonale programmer som 'Nationale overvågningsprogram for vandmiljøet' (NOVA; fra 2004 NOVANA). Danmarks miljøundersøkelser (DMU) har et overordnet ansvar for gjennomføring og rapportering fra programmene. Figur 3 viser nett av stasjoner for undersøkelser av sedimenter, algevegetasjon og bløtbunnsfauna.

Data fra overvåkingen lagres i en sentral database for marine overvåkingsdata (MADS) hos DMU. Med hensyn på bløtbunnsfauna omfatter programmet totalt mer enn 100 stasjoner (Figur 3). Fullstendige og bearbejdede data er rapportert fra noen av områdene.

5.2.2 Havneområder og sanddumpsområder

De fleste undersøkelser under de nasjonale programmene gjennomføres i åpne farvann eller i fjordområder. I havneområder og på dumpel plasser for sand foretas det ikke regulære undersøkelser av biologisk forhold. Det kan imidlertid stilles krav om konsekvensvurderinger dersom dumpel plasser legges til vernesoner eller på grunt vann (Århus Amt 2001). Det kan også stilles krav om biologiske undersøkelser ved opptak av sand i områder med naturlige miljøforhold (Kystdirektoratet 2003). En slik undersøkelse er gjennomført ved Søndervig på vestkysten av Jylland, hvor det søkes om opptak av sand for påfylling i strandområder (Birklund 2003; se nedenfor).

I Hirtshals har Nordjyllands Amt undersøkt innholdet av miljøgifter i sedimentene i opptaksområdet i innløpet til havnen. Under NOVA-programmet er det en målestasjon for hydrografi og vannkjemi (nitrogen og fosfor) vest for opptaksområdet.

På dumpel plasser utenfor Hirtshals har Nordjyllands Amt foretatt sedimentundersøkelser og beregnet sedimentspredning. I 2004 skal det gjennomføres en kontrollundersøkelse av bunnfauna på strekningen fra Hanstholm til Skagen.

5.2.3 Bløtbunnsfauna

Fra Nordjylland foreligger det rapporterte data fra området Skiveren nordøst for Hirtshals for perioden 1986-2002 (Hedeselskapet 2002). Det foreligger også data fra flere stasjoner i nordlige Kattegat og i Limfjorden.

Prøvene fra Skiveren er innsamlet langs transekter på 4, 10 og 20 m dyp (Figur 3, stasjon 2204-2220). Sedimentet i prøvetakingsområdet består av fin lysbrun sand med innslag av silt. På stasjonene ble det funnet 20-40 arter i prøvene hvert år. Artsantallet stiger mot dypet og er høyest på 20 m. Over perioden 1986-2002 har antall arter generelt steget. Individtetthetene for de fleste prøvene er i intervallet 1000-2400 ind./m² (Hedeselskapet 2002).

Arts- og individantallene er på nivå med det som finnes i norske kystområder. I alt er det rapportert mer enn 200 arter i prøvene. En kontroll av artslistene mot norske funndata (Brattegard & Holthe 1997) viser at majoriteten av disse også er rapportert fra norske områder i Skagerrak. Omkring 10 arter er ikke rapportert fra Norge, men flesteparten av disse er børstemark som tilhører grupper hvor det forekommer usikkerhet i identifiseringer og forskjeller i navnebruk. Forskjellene er derfor usikre. En av artene, børstemarken *Scolelepis bonnieri*, er rapportert som mulig introdusert i Norge (Hopkins 2001a). Bare et par 'gode' arter, muslingen *Donax vittatus* og hoppekrepsen *Urothoe grimaldi*, er ikke registrert i Norge. Dette er arter med mer sydlig utbredelse.

I området ved Søndervig på vestkysten av Jylland, hvor det søkes om opptak av sand, er det også foretatt undersøkelser av bunnfauna. Dette er et område med ustabil substrat som er utsatt for sterk fysisk påvirkning fra bølger og strøm. Bunnfaunaen er generelt artsfattig. I alt ble det registrert omkring 40 arter i prøvene med mindre enn 10 arter per stasjon (Birklund 2003). En av de viktigste artene, muslingen *Spisula solida*, er ikke registrert i norske farvann. Dette er ellers en vanlig musling lenger syd og vest i Nordsjøen. Alle andre vanlig forekommende arter er kjent fra norske farvann.

5.2.4 Parasitter i skjell og fisk

I Limfjorden foregår det en viss overvåking av parasitter i oppdrettsarter som blåskjell og østers. På 1960-tallet ble blåskjell infisert av krepsdyrparasitten *Mytilicola intestinalis*. Arten har holdt seg i Limfjorden, men har ikke spredd seg videre, trolig fordi den har en begrenset spredningsevne (Knudsen 2000). I 1980 ble østers i Limfjorden infisert av parasitten *Bonamia ostreae*, som har

forårsaket stor dødelighet av østers lenger syd i Europa. Senere undersøkelser har vist at denne parasitten ikke har etablert seg i danske østersbestander (Møllgaard et al. 2002).

På 1980-tallet ble ål infisert med en parasittisk rundorm *Anguillicola crassa* som sitter i svømmeblæren. Arten finnes nå i hele Nord-Europa og ble påvist i Norge i 1994.

Det er kjent flere typer sykdommer på fisk fra danske farvann forårsaket av bakterier eller virus. Flere av disse har tilknytning til stress og har hatt høyest frekvens i områder med oksygensvikt. Bare i ett tilfelle er det kjent utbrudd av en epidemisk sykdom, nemlig utbrudd av 'sildesopp' på bestander av sild. Dette skyldes en encellet organisme (Møllgaard et al. 2002).

5.3 Representerer Skagerrak et naturlig spredningshinder ?

5.3.1 Topografi og strømforhold

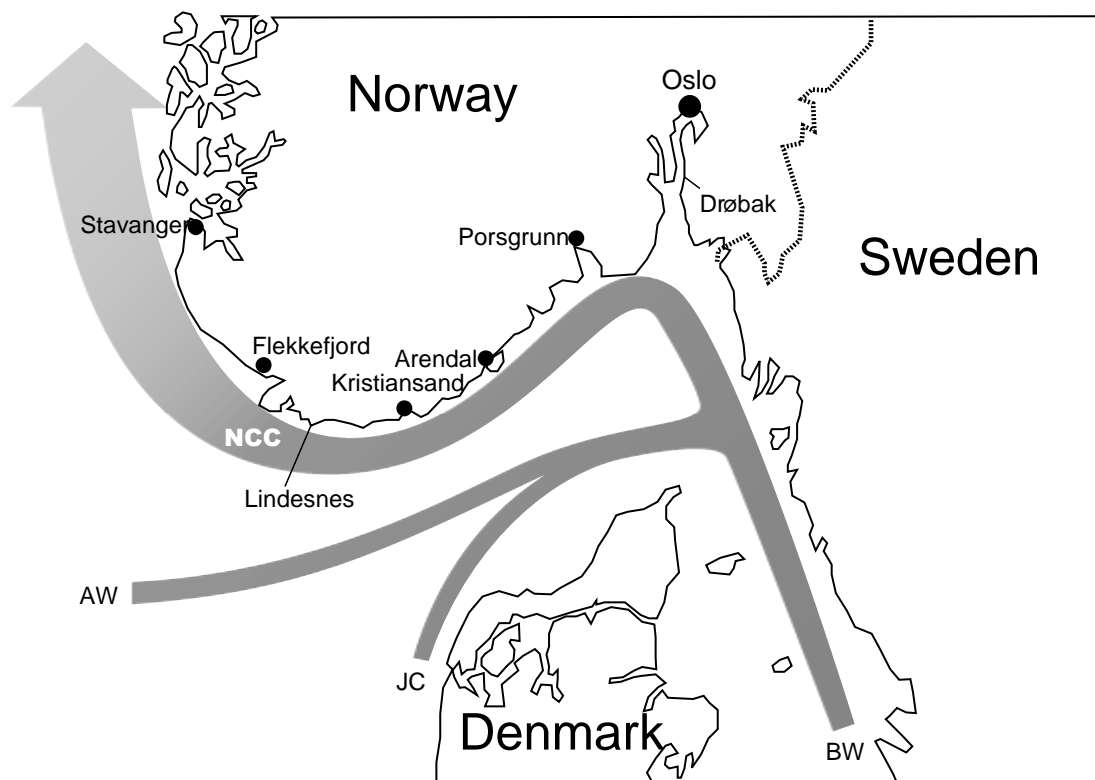
Skagerrak kan betraktes som et basseng som grenser til Nordsjøen. Det dypeste området utgjøres av Norskerenna som løper på norsk side, mens det er utstrakte grunnområder utenfor Danmark. Størstedypet er på 680 m utenfor Arendal. Bunnsedimentene består i stor grad av sand på dansk side. På norsk side er det mer varierende sedimenter med grov sand og grus utenfor kysten og bløte sedimenter i Norskerenna. I kystområdene er det bløte sedimenter i beskyttede områder

Hovedstrømmene i Skagerrak omfattes av en inngående strøm av overflatevann fra sør langs kysten av Danmark (Jyllandsstrømmen) som forener seg med en utgående strøm av vann fra Østersjøen gjennom Kattegat (Baltiske strøm). Disse danner utgangspunktet for den norske kyststrømmen som følger kysten av Norge nordover (Figur 4). I tillegg kommer det atlantisk vann fra nordlige Nordsjøen inn i Skagerrak. Dette strømsystemet innebærer at norskekysten i Skagerrak ligger nedstrøms for Danmark.

5.3.2 Naturlig spredning fra Danmark til Norge

Dypområdet i Skagerrak representerer et naturlig hinder for spredning av gruntvannsorganismer fra Danmark til Norge. Imidlertid vil alle arter som har spredningsstadier i vannmassene, f.eks. frittlevende larver, eller som kan feste seg til flyteobjekter, kunne overføres med strømmene via indre Skagerrak og ut langs norskekysten. Dette vil også være spredningsvei for arter med bunnlevende larver. For disse artene vil spredningen imidlertid ta tid.

Generelt kan ikke Skagerrak oppfattes som et spredningshinder, men naturlig overføring av arter som ikke har spredningsstadier i vannmassene kan ta lang tid.



Figur 4. Fremherskende strømsystemer i Skagerrak og Kattegat. JC = Jyllandsstrømmen, AW = Atlantisk vann, BW = Baltisk vann, NCC = den norske kyststrømmen.

5.3.3 Introduksjon ved skipstrafikk

Overføring av arter fra Danmark kan skje ved skipstrafikk. Generelt kan bunnorganismer overføres med skip ved å feste seg til skipsskrog, forekomme i sediment i ballastvanntanker og forekomme i sedimentrester som henger på ankere, fiskeredskaper etc (Gollasch & Leppäkoski 1999; Hopkins 2001a). På grunn av utstrakt trafikk over Skagerrak, vil det alltid være en viss risiko for introduksjon av arter med skip og fiskefartøyer så lenge det ikke treffes spesielle tiltak mot dette.

5.4 Introduserte arter i danske farvann

Vidrespredning til Norge av arter som er introdusert i Danmark, kan finne sted naturlig eller ved menneskelig virksomhet. I Tabell 1 er det vist en oversikt over rapporterte introduserte arter i danske farvann. Tabellen bygger på opplysninger fra Knudsen (2000), Hopkins (2001b), Møllergaard et al. (2002) og data fra en database som omfatter Østersjøen og Kattegat (BSASD 2003). For den danske vestkyst synes det å foreligge forholdsvis lite data om introduserte arter.

I Tabell 1 er det også tatt med rapporter fra norske farvann (Hopkins 2001a). Dette gir grunnlag for å kunne sammenligne forekomst og utbredelse av artene mellom Danmark og Norge. I denne sammenheng er det spesielt grunn til å fokusere på arter som er rapportert fra Danmark, men som ikke er påvist i Norge. Dette vil omfatte arter som potensielt kan overføres fra Danmark til Norge ved sandtransport. I Tabell 2 er det gitt en oppsummering av hvilke arter dette gjelder.

Fra sydlige Nordsjøen (Nederland, Belgia) og Engelske kanal kjennes det enkelte introduserte arter som ikke er rapportert lenger nordover i Nordsjøen, f.eks. rurarten *Elminius modestus* og østersparasitten *Mytilicola ostreae*.

5.4.1 Parasitter

Generelt er det lite kunnskap om overføring av parasitter og sykdomsfremkallende organismer. I tilfeller hvor det er rapportert om introduserte parasitter, har disse vært innført med vertsorganismer. Dette gjelder for parasitter i østers, blåskjell og ål. Mest sannsynlig vil ytterligere spredning av parasittene derfor skje naturlig i bestandene eller ved videre overføring av vertsorganismene. Blåskjellets krepsdyrparasitt har ikke spredd seg utover Limfjorden (Knudsen 2000).

Utførlig informasjon om parasitter og infeksjonssykdommer på kommersielt utnyttede arter av muslinger, krepsdyr og pigghuder er gitt av Bower & McGladdery (2003).

Tabell 1. Sammenlignende data for introduserte arter i Kattekat, danske vestkyst og Skagerrak. Data for marine bunnlevende arter, fisk og parasitter. Data kompilert fra 'Baltic Sea alien species database' (BSASD 2003), Knudsen (2000) og Hopkins (2001a, b). * For Nordsjøen og danske vestkyst er data ikke fullstendige.

Art	Norsk navn / synonymt navn	Økofunksjonell gruppe	Først obs. Kattegat	Først obs Nordsjøen / dansk vestkyst *	Først obs Norge	Registrert i Norge
Grønnalger						
<i>Codium fragile</i>	Pollpryd	Makroalge	ca. 1930	1919	1895	Skagerrak – Troms
Brunalger						
<i>Colpomenia peregrina</i>	Østerstyv	Makroalge	1930	1939	1933	Østfold – Nord-Trøndelag
<i>Fucus evanescens</i>	Gjelvtang	Makroalge	1924	1980	1900	Skagerrak – Finnmark
<i>Sargassum muticum</i>	Japansk drivtang	Makroalge	1985	1972/1984	1984	Østfold – Hordaland
Rødalger						
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	Rødklo	Makroalge	1902	1901	1902	Hele kysten
<i>Dasya baillouiviana</i>	Strømgarn	Makroalge	ca. 1940	1950	1966	Skagerrak
<i>Dasysiphonia</i> sp.	Japansk sjølyng (?)	Makroalge	-	-	1996	Hordaland – Sogn og Fjordane
<i>Gracilaria gracilis</i>	Pollris	Makroalge	-	-	1935	Oslofjord – Møre
<i>Polysiphonia harveyi</i>	(= <i>P. isidiosa</i>)	Makroalge	tidsp. ukjent	1976	1985	Oslofjord – Bergen
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>			-	-	1994	Oslofjord
Blomsterplanter						
<i>Spartina townsendii</i>	Vadegress	Gress		ca. 1940	-	
Hydroider						
<i>Bougainvillia rugosa</i>		Filtrasjons-eter	tidsp. ukjent			
<i>Clavopsella navis</i>		Filtrasjons-eter	1960	tidsp. ukjent		
<i>Cordylophora caspia</i>	Brakkvanns-køllepolypp	Filtrasjons-eter	ca. 1800		1985	Iddefjord – Stavanger
Flatormer						
<i>Pseudodactylogyrus anguillae</i>				ca. 1980	ca. 1900	Østfold – Vest-Agder
<i>Pseudodactylogyrus bini</i>					ca. 1900	Østfold – Vest-Agder

Art	Norsk navn / synonymt navn	Økofunksjonell gruppe	Først obs. Kattegat	Først obs Nordsjøen / dansk vestkyst *	Først obs Norge	Registrert i Norge
Rundormer						
<i>Anguillicola crassus</i>	Ålens svømmeblæreorm	Parasitt på ål	1980		1994	Østfold, Vest-Agder
Børstemark						
<i>Alkmaria rominji</i>		Detritus-eter	-		?	Østfold
<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	Australsk kalkrørsorm	Filtrasjons-eter	1953		-	
<i>Marenzelleria cf. viridis</i>		Detritus-eter	1985	ca. 1980	?	Aust-Agder – Finnmark (uklar taksonomi)
<i>Scolelepis cf. bonnieri</i>		Detritus-eter	-		1995	Hordaland (uklar taksonomi)
Bløtdyr						
<i>Crassostrea gigas</i>	Stillehavsosters	Filtrasjons-eter	1985	ca. 1980	1979	Hordaland – Nordland
<i>Crassostrea virginica</i>	Amerikansk østers	Filtrasjons-eter	1880		-	
<i>Crepidula fornicata</i>	Tøffelsnegl	Filtrasjons-eter	ca. 1940	1934	1958	Østfold – Hordaland
<i>Ensis americanus</i>	Amerikansk knivskjell	Detritus-eter	1981	1979	1989	Østfold – Aust-Agder
<i>Mya arenaria</i>	Vanlig sandskjell	Filtrasjons-eter	ca 1250	ca. 1300	ca. 1000	Hele kysten
<i>Petricola pholadiformis</i>	Amerikansk boreskjell	Filtrasjons-eter	1927		1955	Østfold – Vest-Agder
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Vandresnegl	Detritus-eter	1887		1952	Østfold – Stavanger
<i>Tapes philippinarum</i>	Asiatisk teppeskjell	Filtrasjons-eter	-	ca. 1980	1987	Hordaland – Trøndelag
<i>Teredo navalis</i>	Pelemark	Tre-borer	ca. 1800		ca. 1700	Østfold – Trøndelag
Krepsdyr						
<i>Balanus improvisus</i>		Filtrasjons-eter	1844		ca. 1900	Østfold – sydlige Nordland
<i>Callinectes sapidus</i>	Blå svømmekrabbe	Rovdyr	1951			
<i>Caprella mutica</i>		Rovdyr	-		1999	Hordaland
<i>Corophium curvispinum</i>		Sediment-eter	ca. 1920	tidsp. ukjent	-	
<i>Corophium sextonae</i>		Sediment-eter			1985	Skagerrak
<i>Eriocheir sinensis</i>	Kinesisk ullhåndskrabbe	Alteter (omnivor)	1926	1912	1976	Østfold – Oslofjord
<i>Gammarus tigrinus</i>		Alteter (omnivor)	1975			
<i>Homarus americanus</i>	Amerikansk hummer	Alteter (omnivor)	-		1999	Oslofjord, Kristiansand

Art	Norsk navn / synonymt navn	Økofunksjonell gruppe	Først obs. Kattelat	Først obs Nordsjøen / dansk vestkyst *	Først obs Norge	Registrert i Norge
<i>Mytilicola intestinalis</i>	Blåskjellets krepsdyrparasitt	Parasitt	-	ca. 1960	-	
<i>Orconectes virilis</i>	Amerikansk kreps	Alteter (omnivor)	1960			
<i>Paralithodes camtschatica</i>	Kongekrabbe	Alteter (omnivor)	-	-	1985	Finnmark – Troms
<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	Krabbe	Alteter (omnivor)	1948			
Sekkedyr						
<i>Molgula manhattensis</i>		Filtrasjons-eter	-		?	Hordaland, Trondheimsfjorden
<i>Styela clava</i>	Østasiatisk sekkedyr	Filtrasjons-eter	1984			
Fisk						
<i>Micropterus dolomieu</i>		Rovdyr	1890			
<i>Oncorhynchus clarki</i>		Rovdyr	ca. 1960			
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regnbueørret	Rovdyr	1890		1902	Akershus – Troms
<i>Oncorhynchus nerka</i>		Rovdyr	1959			
<i>Salvelinus fontinalis</i>		Rovdyr	1872			

Tabell 2. Introduserte arter i danske farvann som ikke er rapportert fra Norge

Artsnavn	Gruppe	Kommentarer / effekter
<i>Spartina townsendii</i>	Gressplante	På bløtbunn i Vadehavet. Konkurransen-sterk, i spredning. Stabiliserer substrat, dels innplantet. Trolig kryssning (Knudsen 2000)
<i>Bougainvillia rugosa</i>	Hydroide	Ukjent økologisk betydning (BSASD 2003)
<i>Clavopsella navis</i>	Hydroide	Ukjent økologisk betydning. Truet på verdensbasis. Forslag om vern i UK (Hopkins 2001b, BSASD 2003)
<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	Kalkrørsorm	I Københavns Sydhavn, ved kjølevannsutløp med forhøyd temperatur (Knudsen 2000)
<i>Crassostrea virginica</i>	Musling	
<i>Callinectes sapidus</i>	Blå svømmekrabbe	Øresund, København, Nederland (Christiansen 1969)
<i>Gammarus tigrinus</i>	Krepsdyr – marflue	
<i>Orconectes virilis</i>	Kreps	Ferskvann (? brakkvann)
<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	Krabbe	Brakkvann, København, Nederland (Christiansen 1969)
<i>Mytilicola intestinalis</i>	Krepsdyr – parasitt	I Limfjorden, liten skade. Skader i blåskjellfarmer i Nederland /Frankrike. Spres med blåskjell (Knudsen 2000)
<i>Styela clava</i>	Sekkedyr	I Limfjorden, vokser på brygger, skjell, alger etc. Videre spredning i Kattegat og Skagerrak kan ventes (Knudsen 2000, Kjøie et al. 2000)

5.5 Naturtilstand og miljøforhold i havneområdene i Hirtshals og Kristiansand

5.5.1 Hirtshals

Hirtshals har omkring 14000 innbyggere. Havneområdet i Hirtshals strekker seg over ca. 2 km og er beskyttet av utenforliggende moloer. Havnen er inndelt i flere mer eller mindre avlukkede bassenger. Dybden i havneområdet er ca. 10 m. De ytre områdene er utsatt for inntransport av sand i perioder med sterk vind og urolig sjø. I havnen er det anlagt en permanent pumperørsledning for sand som mudres opp (Hirtshals havn 2003).

Vannmasser i havneområdet står i direkte kontakt med kystvannet utenfor. I hovedsak vil temperatur og saltholdighet være tilsvarende som i kystvannet.

Hirtshals havn har forholdsvis stor skipstrafikk. De vesentligste aktivitetene er godstransport og fergetrafikk, hvor fergetrafikken til Norge (Kristiansand og Oslo) innebærer en betydelig virksomhet. Ellers er det rutetrafikk til Færøyene, Murmansk, samt periodevis Canada (Hirtshals havn 2003). I tillegg er Hirtshals en betydelig fiskerihavn. Aktivitetene omfatter for det meste mottak av fisk (sild, makrell, torsk, flyndre) til videreforedling. Industrifisk spiller en mindre rolle (Hirtshals havn 2003).

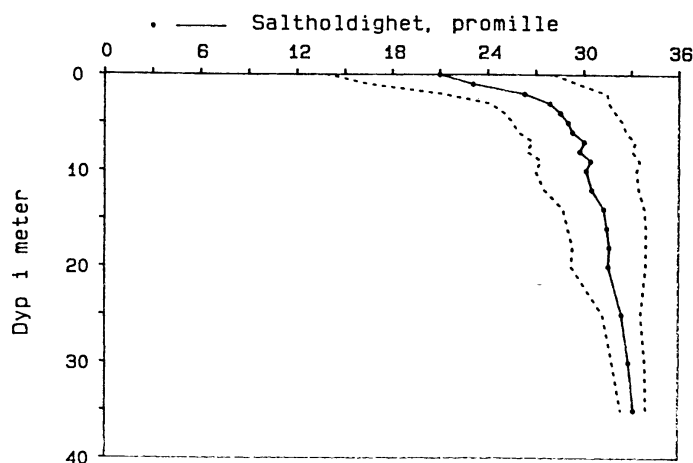
5.5.2 Kristiansand

Kristiansand er en by på ca. 70.000 innbyggere. Bebyggelsen strekker seg omkring det meste av indre deler av Kristiansandsfjorden. Det sentrale havneområdet er Vesterhavnen, hvor også tildekkingen av

forurensede bunnsedimenter finner sted. Store industriforetak (prosessindustri) er lokalisert ved Hanneviksbukta og i Fiskåbukta sørvest for Vesterhavnen (Figur 1, 2).

Kristiansandsfjorden har dyp til 260 m og åpen forbindelse til Skagerrak i sørøst (Figur 1). Det er ingen terskler fra hovedfjorden og innover mot havneområdene. Sentralt i Vesterhavnen er bunndypet 35-40 m, mens dypet avtar til 15-20 m innover til Fiskåbukta.

Sjøområdet ved Kristiansand tilføres betydelige mengder ferskvann fra elvene Otra og Topdalselva. I indre fjordområder øst for Kristiansand sentrum er det et markert brakkvannslag i overflaten gjennom det meste av året med saltholdighet < 15 PSU. I Vesterhavn kan vannmassene inndeles i et overflateag med 15-25 PSU og et sjøvannslag med saltholdighet > 25-30 PSU (Figur 5). Vannutskiftningen i fjordsystemet er god. Midlere oppholdstid for overflatevann synes å være 0.5-1.5 døgn for selve Kristiansandsfjorden og 1-2 døgn for Vesterhavnen og Fiskåbukta. Dypvannet skiftes ut over 1-2 uker (Molvær et al. 1986).



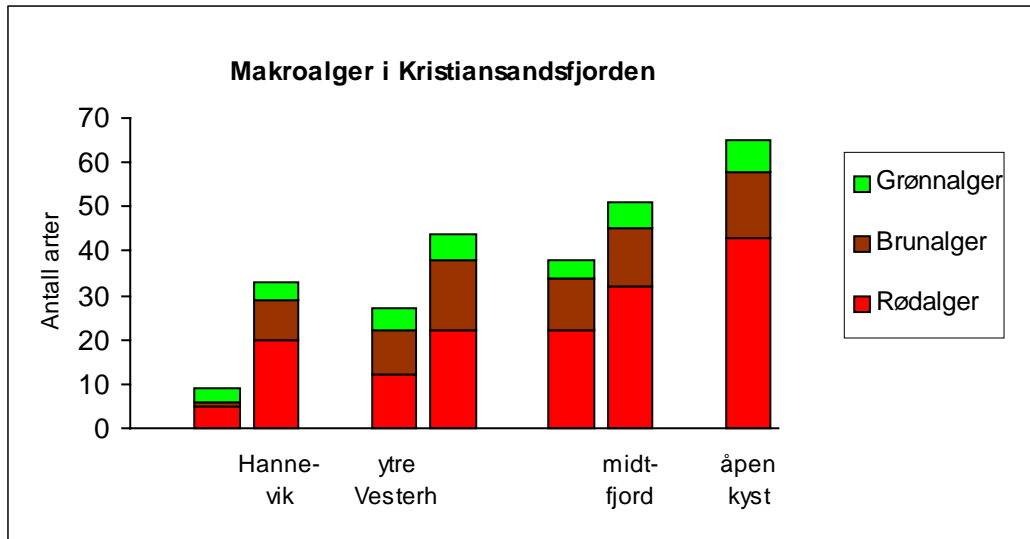
Figur 5. Gjennomsnittlig saltholdighetsprofil for Vesterhavn. Stiplede linjer markerer ett standardavvik på hver side av gjennomsnittet. Fra Molvær et al. (1986).

Kristiansandsfjorden mottar utslipp fra industri og kommunalt avløpsvann. De fleste utslippene gjennomgår høygradig rensing før utslipp til fjorden. Kommunalt avløpsvann, som tidligere ble sluppet ut i havneområdet, ledes nå til renseanlegg lenger ut i fjorden og slippes ut på dypt vann etter kjemisk rensing. De viktigste miljøproblemen i fjorden er derfor knyttet til de forurensede sedimentene i Vesterhavnen.

I det meste av fjordområdet er det hardbunn på grunt vann og sand- og leirholdige sedimenter dypere nede. I Vesterhavn er det bløte sedimenter med 50-70 % finstoff (partikler < 0.063 mm) i det meste av området, samt i Fiskåbukta og i Hanneviksbukta hvor tildekkingen av sedimentene finner sted (Næs & Rygg 2001). Innerst i havneområdet og i innløpet til Vesterhavn er det noe grovere sedimenter med 20-40 % finstoff. Organisk innhold (TOC) i de mest finkornede sedimentene er 25-40 mg/g.

I Vesterhavnen er naturlige organismesamfunn påvirket av miljøforholdene. I Hanneviksbukta og Fiskåbukta er bunnfaunaen artsfattig og har lav diversitet. Antall arter og diversitet øker forholdsvis raskt med avstand fra de mest forurensede områdene (Skei et al. 2002). I innløpet til Vesterhavn og i fjordområdet utenfor er det normal bunnfauna med artsrike samfunn (Oug et al. 1994; Skei et al.

2002). Organismesamfunn på grunt vann i Vesterhavn er forholdsvis artsrike med tildels rik tangvegetasjon i strandkanten, men er dels påvirket av næringssalter og dels av industriutslipp. Antall arter av fastsittende alger har økt over de senere årene etter at utslippene er redusert (Figur 6). Øst for Kristiansand er artstallene moderate til lave med overvekt av grønnalger og påvekstalger som følge av påvirkning av ferskvann og næringssalter (Oug et al. 1994, Kroglund unpubl.).



Figur 6. Antall fastsittende alger på hardbunn (0-30 m) i 1982 (venstre søyle) og 1992 (høyre søyle) på dykkestasjoner i Hanneviksbukta, ytre del av Vesterhavn, midt i Kristiansandsfjorden og på åpen kyst. Data fra Oug et al. (1994).

Kristiansand havn har forholdsvis stor skipstrafikk. Statistikk fra 2002 viser at det i alt var 3150 registrerte skipsanløp ved offentlige og private kaianlegg. Samlet utgjør anløpene en tonnasje på 29 mill. bruttotonn (Kristiansand Havn 2002). Hovedtrafikken utgjøres av fergetrafikk til Hirtshals med i alt 1312 anløp. Regnet i tonnasje utgjør fergetrafikken omkring 80 % av anløpene. Annen betydelig trafikk i havnen er godstransport (omkring 800 anløp), industritransport til bedriftene Falconbridge og Fiskå verk (250 anløp) og cruisetrafikk (omkring 20 anløp). Mye av godstransporten kommer fra norske havner eller områdene omkring Nordsjøen, mens industritransport og cruiseferter ofte har fjærnere destinasjoner.

6. Vurdering av risiko for introduksjoner ved import av sand fra Danmark til Kristiansand

Vurdering av risiko for om uønskede arter kan følge med ved import av sand kan foregå i flere trinn med ulike ambisjonsnivåer. Slike trinn i vurderingen vil være:

- 4) påvise hva slags organismer som finnes på aktuelle sandforekomster og avgjøre om disse også finnes naturlig tilstede i Kristiansandsområdet
- 5) avklare om det kan finnes introduserte arter eller andre uønskede organismer på sandforekomstene eller i områder omkring som kan overføres ved aktiviteten
- 6) gjennomføre en formalisert risikoanalyse for å beregne sannsynlighet for og mulig skadepotensiale i Kristiansandsområdet ved overføring av uønskede organismer

Punkt 1) representerer et minimum av kunnskap som bør innhentes før opptak og import av sand finner sted. På basis av fauna og flora, og sammen med data for vannmasser og sedimenter, kan miljøtilstanden på forekomsten karakteriseres.

Punkt 2) representerer viktig tilleggsinformasjon som kan utredes for opptaksområdene. For områder hvor det er økt risiko for forekomst av introduserte arter (f.eks. havneområder) bør det utarbeides en 'target list' over arter som kan overføres til Kristiansand. Også andre uønskede arter bør sjekkes opp, f.eks. parasitter. Til dette vil det være behov for kunnskap om introduserte arter i Danmark og hva slags naturmiljøer disse finnes i. Det vil også være behov for detaljerte typebeskrivelser (havneprofiler) for områder der opptaket skal finne sted og for Kristiansand.

Punkt 3) representerer en full behandling av alle faktorer med basis i en 'target list' og havneprofiler. I tillegg inkluderes alle prosesser ved opptak, transport og deponering av sand. Det kan også utarbeides overslag over hva slags skader introduserte arter kan føre til i Kristiansandsområdet. Analysen vil kunne angi hvilke faktorer og prosesser som kan være særlig kritiske og hvor eventuelle risikoreduserende tiltak kan settes i verk. Det kan være ønskelig å gjennomføre risikoanalyser i mange situasjoner, men analysene er mest påkrevd i tilfeller hvor det er sannsynlig at uønskede arter kan forekomme.

Et forhold som også kan vurderes, er mulighetene for overføring på andre måter enn ved importen av sand. Ikke minst kan skipstrafikken mellom Kristiansand og Hirtshals innebære en risiko for overføring. Dersom faren for overføring ved skipstrafikken blir vurdert å være større enn ved import av sand, bør spørsmål om import ikke behandles isolert, men sees i en større sammenheng hvor total risiko og skadepotensiale inngår.

6.1 Organismer på sandforekomster i Hirtshals og andre danske områder

Fra sandutvinningsområdet i Hirtshals foreligger det ingen biologiske undersøkelser. Dette vil trolig også være tilfelle for en rekke andre danske sandforekomster som kan være aktuelle for utvinning. Danske kystområder er imidlertid homogene over store strekninger, og mye må derfor kunne utledes på basis av generell kunnskap om naturlige miljøforhold (temperatur, saltholdighet, strømforhold, sedimentsammensetning). Vurderinger vil allikevel aldri kunne erstatte undersøkelser for å dokumentere hva slags organismegrupper og arter som finnes på stedet.

I det ytre havneområdet i Hirtshals må en forvente at det er gode strømforhold og rask vannutskiftning. At området er utsatt for inntransport av sand, tilsier at dette er strømrikt og at sanden

er ustabil. Et slikt område vil være dominert av arter som er tilpasset sandbunn. Det er lite trolig at artssammensetningen skiller seg vesentlig fra kystområdene utenfor. Mest trolig er artslistene fra overvåkingen ved Skiveren representative for hvilke arter av bunnfauna som kan finnes, men artsrikhet og mengdefordeling mellom artene kan være forskjellig. Ustabil sand er svært ofte arts- og individfattig slik som tilfellet var på sandforekomsten ved Søndervig.

Undersøkelsene av bunnfauna ved Skiveren og Søndervig viste at majoriteten av artene også finnes i norske farvann. De få som ikke er registrert i Norge, er sydlige arter som nok er nær nordgrensen for sin utbredelse. Det er liten grunn til å tro at disse artene kan føre til problemer dersom de overføres til Norge. Mest sannsynlig finnes disse artene ikke i Norge på grunn av forskjeller i temperaturforhold og mangel på typiske habitater (sadbunn). Dersom de skulle etablere seg, vil naturmiljø og organismsamfunn være nokså likt det de har i sitt naturlige miljø i Danmark.

Det finnes mindre informasjon om andre grupper av organismer i danske kystområder. Et spesielt problem som kan oppstå, er at cyster av planktonalger som kan finnes i sedimentene, ved overføring og deponering kan føre til spesielle planktonoppblomstringer i Kristiansandsfjorden (se nedenfor). Dette vil imidlertid være cyster av arter som lever fritt i vannmassene og som har utbredelse over hele Skagerrak.

I det indre havneområdet i Hirtshals og i andre delvis lukkede farvann i Danmark kan det være spesielle miljøforhold. I områder som utsettes for organisk belastning, tilførsler av næringssalter eller påvirkes av menneskelig virksomhet kan det finnes arter som ikke forekommer i åpent farvann utenfor. For eksempel er det kjent at enkelte introduserte arter synes å klare seg best i eutrofierte områder. Det kan derfor være større fare for overføring av uønskede arter fra slike områder.

Det finnes lite informasjon om miljøforhold og organismer fra indre havneområder i Danmark. Dette innebærer at behovet for å gjennomføre forundersøkelser er større. Slike undersøkelser bør omfatte bunnfauna, men kan også målrettes mot spesielle organismegrupper. Bunnfauna er vanlig brukt for å karakterisere og overvåke miljøtilstand. Dersom det skal undersøkes for spesielle arter eller artsgrupper, er det behov for å arbeide ut fra en 'target list' over arter som ikke ønskes overført.

6.2 'Target list' for Kristiansand og fare for sekundærspredning

I denne rapporten er det ikke utarbeidet noen 'target list' for Kristiansand med sikte på introduksjoner fra Danmark. En slik liste kan imidlertid utarbeides med basis i Tabell 2 ovenfor og kunnskap om artenes biologi og spredningsmønster. Listen vil omfatte arter som er registrert i Danmark og som potensielt kan finnes i Hirtshals eller andre steder hvor sand kan hentes fra. Kunnskap om artene kan hentes fra databaser som 'Baltic Sea alien species database' (BSASD) og dataprogrammet EMBLA. For å avgjøre om artene kan finnes i Hirtshals eller andre aktuelle steder, må alle lokalmiljøer i havneområdet beskrives og importveier til Hirtshals kartlegges. Dette vil innebære at det utarbeides en mer detaljert beskrivelse av havneområdet i Hirtshals enn hva som er gitt ovenfor. Spesielt vil det være påkrevd å beskrive vannkvalitet og bunntyper (sadbunn, bløte sediment, rør og konstruksjoner) i havneområdet.

Flere introduserte arter vil kunne registreres med forholdsvis enkle undersøkelser dersom de forekommer. Det kan derfor være aktuelt å gjennomføre undersøkelser spesielt med sikte på å påvise eventuelle introduksjoner i Hirtshals og andre områder.

Listen over 'target species' vil omfatte arter som kan finne egnede etableringsmiljøer i Kristiansand. I realiteten kan dette bli mange arter fordi havneområdet og fjorden omkring omfatter en rekke naturtyper og bunnmiljøer. På listen vil det være bløtbunnsarter med forekomst fra fjæresonen til dyp

vann, hardbunnsarter, arter som er tolerante for ferskvannstilførsel og arter som er tolerante for næringsanrikning og miljøgifter.

6.3 Risikoanalyser

Risikoanalyser for import av sand må kunne utføres etter tilsvarende prinsipper som for ballastvann. Analysene bygger på informasjon om opptaksområder, 'target list' og havneprofiler som ovenfor, men vektlegger informasjonen etter bestemte kriterier. I tillegg inkluderer analysene sannsynlighet for overlevelse ved opptak, transport og deponisjon. Dette kan ta hensyn til mengde sand som overføres, hyppighet, og tidspunkt i forhold til arters livssyklus.

Analysene kan gjennomføres etter forholdsvis enkle prinsipper bygget på et poengsystem for hvert element (sml. Gollasch & Leppäkoski 1999). Det er også mulig å gjennomføre analysen ved bruk av datamodeller, f.eks. DNVs risikomodell EMBLA, med dette vil kreve noe tilpasning. EMBLA er utviklet for å beregne risiko ved primære introduksjoner, dvs. ved transport over store geografiske områder.

En risikoanalyse vil også inneholde en vurdering av skadepotensialet i Kristiansand. I EMBLA er det inndelt i kategoriene økologisk skade, økonomisk skade og helserisiko. Ved økologisk skade vurderes potensialet for at artene kan fortrenge naturlig forekommende arter i organismsamfunnene, ved økonomisk skade vurderes faren for påvirkning på kommersielle arter, f.eks. i havbruk, og ved helserisiko vurderes faren for introduksjon av patogene organismer.

En risikoanalyse vil forutsette mye og detaljert informasjon. Det er i denne rapporten bare innhentet et foreløpig informasjonsgrunnlag. Det må også fastsettes vektorer og poengskalaer for elementene i analysen.

7. Bruk av norsk sand

7.1 Utbredelse av arter i norske farvann

Et omfattende oppsummering av kunnskap om utbredelse av marine bunnorganismer i norske kystområder er utarbeidet av Brattegard & Holthe (1995, 1997) på oppdrag for DN. I arbeidet ble norskekysten delt inn i 26 sektorer hvor alle rapporterte funn er registrert. Totalt er mer enn 4000 arter registrert. På basis av registreringene er det foretatt en inndeling av kysten i 'biogeografiske subprovinser' – dvs. områder som har en enhetlig sammensetning av flora og fauna. Det viste seg naturlig å inndele kysten i tre subprovinser: Skagerrak subprovins som strekker seg fra Svenskegrensen til Lista/Egersund, vest-norsk subprovins fra Lista/Egersund til Lopp havet og Finnmark subprovins fra Lopp havet til grensen til Russland. Grensene mellom subprovinserne er ikke markerte. Generelt er det stort overlapp i forekomst av arter mellom subprovinserne.

Skagerrak subprovins, som Kristiansand ligger innenfor, er preget av arter fra sydlige Nordsjøen og av arter som har deler av sin utbredelse i Kattegat og tildels Østersjøen (Brattegard & Holthe 1995). En rekke arter som er vanlige langs Vestlandet mangler.

Vest-norsk sub-provins er det området som har flest arter med sørlig utbredelse, men antallet arter med sørlig utbredelse avtar relativt jevnt fra Trøndelagskysten og nordover. Biodiversiteten er høy, og høyeste på strekningen fra Hardangerfjorden til Trøndelag (Brattegard & Holthe 1995).

7.2 Overføring av arter ved sandtransport

Generelt må det forventes at innenfor sub-regionene er det nokså liten risiko for overføring av arter som ikke ville kunne rekrutteres naturlig inn i et tiltaksområde. Dette gjelder spesielt når flyttingen skjer medstrøms, som på Skagerrak-kysten vil si fra øst mot vest. Basert på sammensetningen av naturlig fauna og flora, er det neppe enkelt å trekke yttergrenser for hvor sandmasser skal kunne hentes fra.

Men det vil alltid foreligge en mulighet for at arter med lokale bestander eller introduserte arter, som ikke har fått godt fotfeste, kan videreflyttes. I de siste årene har det for eksempel vært endel oppmerksomhet omkring amerikansk hummer som har vært påvist i Oslofjord-området og ved Kristiansand. Dette er en art som fryktes for å kunne utkonkurrere europeisk hummer dersom den får fullt fotfeste. I slike tilfeller bør det nok avklares om sandtransport kan ha noen innflytelse på videre spredning.

7.3 Kvalitet av overdekkingsmasse

Kvaliteten på overdekkingsmassen kan også ha betydning. I skjellsand finnes det normalt artsrike bunndyrsamfunn (se f.eks. Oug & Moy 2001), mens det i mineralsand normalt er lite fauna tilstede. Dette kan ha betydning for hvor mange arter som kan følge med i sandtransport. Trolig er mulighetene størst for å overføre arter i skjellsand, men dette vil tildels avhenge av om sandopptaket finner sted fra overflaten eller dyper i forekomsten.

Kvaliteten av overdekkingsmassen kan også ha betydning for etablering av organismesamfunn i tiltaksområdet. Trolig vil skjellsand være mest attraktivt fordi så mange arter naturlig finner livsgrunnlag i skjellsand. Over tid vil imidlertid en tilpasning til strømregimet i området finne sted

uansett hva slags masse som benyttes. Det er lite grunnlag for å avgjøre om dette er et forhold som kan ha vesentlig betydning.

8. Mulige effekter ved overføring av arter til Kristiansandsfjorden

Selv om fauna og flora i sandforekomster er kjent, kan det være vanskelig å si hvilke arter som kan bli overført. Dette avhenger i stor grad av artenes muligheter til å overleve opptak og transport. Men majoriteten av naturlig forekommende arter vil ikke forventes å ha noen påvisbare effekter i Kristiansandsfjorden.

For overføring av introduserte arter kan forholdet være anderledes. Introduserte arter kan oppføre seg helt forskjellig i nytt miljø. Det kan derfor være vanskelig å vurdere hvilke og hvor omfattende effekter slike kan ha. Et eksempel på en forholdsvis nylig introdusert art med markant økologisk betydning er japansk drivtang, som i de senere årene helt har dominert grunne sandbunnsområder på Skagerrak-kysten. En introdusert art som kan komme til å få en vesentlig økonomisk betydning er amerikansk hummer.

Generelt viser det seg imidlertid at de fleste introduserte arter har små effekter, spesielt når de overføres til områder med artsrike og stabile naturlige organismsamfunn. Dette er tilfelle for de fleste artene som allerede er introdusert i danske og norske farvann (se Tabell 1). Det kan her nevnes eksempler på alger som østerstyv og pollris, og bløtdyr som tøffelsnegl og amerikansk knivskjell, som må kunne betraktes som naturlig integrerte i norsk flora og fauna. Det er få eksempler fra Skagerrak-kysten på introduserte arter som har hatt større uheldige effekter.

Et forhold som ikke er lett å vurdere, er om mulighetene for etablering påvirkes av at det ved sandoverdekkingen anlegges 'ny' bunn i Kristiansandsfjorden. Denne bunnen har ikke noe etablert organismsamfunn. I så måte er bunnen åpen for kolonisering. Dette kan gi oppvekstvilkår for arter som ikke ville kunne etablere seg i et utviklet organismsamfunn. Mulighetene er derfor tilstede for at flere arter enn normalt kan etablere seg. Hvilke konsekvenser dette kan ha er uklart, men trolig vil mange av disse forsvinne på et senere stadium etterhvert som stedegne arter etablerer bestander og normale organismsamfunn bygges opp.

Et spesielt forhold som har med deponeringen av sand å gjøre, er muligheten for at algecytter i sedimentene frigjøres og gir opphav til oppblomstringer i vannmassene. I forbindelse med deponeringen kan det derfor forekomme algeoppblomstringer som ellers ikke ville funnet sted. Dette kan omfatte oppblomstringer av skadelige og giftige alger. Mest trolig vil oppblomstringene ha kort varighet. Det er liten grunn til å anta at overføring av sand vil bidra til permanent etablering av planktonalger som ikke allerede finnes i området. I noen grad kan det angis en sannsynlighet for oppblomstringer basert på erfaring fra lignende situasjoner.

9. Tiltak for å forhindre spredning av organismer

Det er egentlig nokså få tiltak som kan treffes for å forhindre spredning av organismer ved transport av sand. Behandling av sanden vil i de fleste tilfeller være svært innsats- og kostnadskrevenende. Det er heller ikke sikkert at behandlingen er virksom for alle organismegrupper. Ikke minst cyster er sterkt motstandsdyktige mot mange former for behandling.

Mulige behandlingsformer omfatter mekanisk behandling (tørking), kjemisk oksydasjon, klorering og nitrogenovermetning. Ved tørking må sedimentet mellomlagres og avvannes etter opptak. Dette kan gjennomføres etter enkle prosedyrer, men innebærer ekstra arbeid og kostnader med mellomlagring og omlasting. Kjemiske metoder kan være raske å gjennomføre, men resultatene kan være usikre. Et problem vil være at kjemiske midler angriper organisk materiale i sanden i like stor grad som de angriper organismene. Det kan derfor være vanskelig å sikre seg at alle organismer faktisk utsettes for kjemikaliene. Kjemiske metoder kan dessuten ha den ulempe at det produseres giftige produktstoffer under behandlingen som kan ha miljøskadelige effekter dersom de slippes ut.

I realiteten er det nok vel så effektivt å redusere forekomsten av organismer gjennom prosedyren for sandopptak. Et mulig tiltak er å fjerne topplaget av sand på bunnen, som kan inneholde de fleste organismer, og bare benytte dypereliggende sand. Dette vil ikke fjerne dypereliggende cyster, men mengden av cyster vil kunne reduseres dersom prosessen foretas på tidspunkter når tettheten av cyster i overflatesedimentet normalt er størst. Dette er i perioden etter at cystene dannes og bunnfelles. I hovedsak skjer cystedannelsen på våren og sommeren i etterkant av aktive algeoppblomstringer.

10. Diskusjon og anbefalinger

Det er ikke mulig å gi noen sikker garanti for at uønskede arter ikke kan følge med ved opptak og transport av marin sand. Sjansen er imidlertid liten, i tillegg til at det er liten sannsynlighet for at overførte arter skal kunne etablere bestander med skadelige virkninger i mottaksområdet. Erfaringene fra studiene av ballastvann viser at det generelt er liten risiko for overføring av skadelige arter. I realiteten er det få overføringer som har skjedd med ballastvann til norske områder sett i forhold til skipstrafikkens størrelse (se Botnen et al. 2000a).

Det er minst risiko for overføring av uønskede arter når sand hentes fra åpne områder med gode naturforhold og liten menneskelig påvirkning. Det vil være større risiko dersom sand hentes fra mer lukkede miljøer som indre havneområder eller steder med spesielle naturforhold. Miljøer som er eutrofierte (overgjødset) eller påvirket av ferskvann kan være mest utsatt.

Parasitter og patogene organismer overføres i all hovedsak med vertsorganismer. Så lenge sanden ikke hentes fra steder hvor infiserte vertsorganismer finnes, er sjansene for overføring svært små.

10.1 Import av sand fra Hirtshals

Generelt må det betraktes som liten risiko ved import av sand fra åpne strømrrike områder i Hirtshals eller andre steder på Nordjylland. Forholdene på aktuelle sandforekomster bør imidlertid dokumenteres før opptak finner sted. Dette bør ha som mål å beskrive bunnfauna og eventuell bunnvegetasjon, karakterisere miljøforholdene, og vurdere om introduserte arter kan finnes på forekomsten. Dokumentasjonen vil gi et langt bedre grunnlag for å treffe beslutninger om import enn bare ved å vurdere sandforekomsten på generelt grunnlag.

Ytre havneområder i Hirtshals vil trolig ha liknende miljøforhold som åpent kystvann utenfor. Dette vil kunne avgjøres i forundersøkelser av bunnfauna og sedimenter. Dersom det viser seg at forholdene ikke er like og at området er påvirket fra aktivitetene inne i havneområdet, bør en mer omfattende kontroll gjennomføres før import av sand foretas.

Undersøkelsene kan i enkelte tilfeller avsløre om det finnes uønskede arter på forekomsten. Dette kan også gjelde for mulige vertsorganismer for parasitter og patogene organismer. Med hensyn på introduserte arter bør mulig forekomst av disse utredes nærmere ved gjennomgang av informasjon om artene.

Forundersøkelser kan også omfatte andre organismegrupper. Spesielt kan det vurderes å kontrollere for cyster av planktonalger i sedimentene. Dette kan gi en indikasjon på mulighetene for uheldige algeoppblomstringer i Kristiansandsfjorden. Det er imidlertid vanskelig å sikre seg at undersøkelsene er representative fordi konsentrasjonene av cyster kan være svært lave.

Organismer vil kunne overføres med sandtransporten hele året. Det kan derfor ikke gis noen generell anbefaling om tidsperiode for når sand bør tas opp og overdekking utføres. Kanskje bør vårperioden unngås fordi mange arter av bunnfauna da har gyteperiode og cyster av planktonalger da har høyest spiredyktighet. Sommer og høst kan være gunstig med sikte på å sikre raskest mulig oppbygging av naturlige organismsamfunn i overdekkingsområdet. I denne perioden er tilførsel av larver fra stedegen fauna størst.

10.2 Sand fra indre havne områder, brakkvannsområder og fjordmunninger

Indre havneområder, brakkvannsområder og fjorder i Danmark er områder hvor introduserte arter mest sannsynlig kan forekomme. Opptak og import av sand fra slike områder vil derfor innebære en viss risiko. I havneområder med aktiv skipstrafikk vil det dessuten være fare for at fremmede arter stadig tilføres med ballastvann.

Dersom det vurderes å benytte sand fra slike områder, må risiko vurderes nærmere. Dette vil innebære at det i tillegg til undersøkelser av fauna og vegetasjon, utarbeides en 'target list' over arter som potensielt kan overføres til Kristiansand og detaljerte typebeskrivelser (havneprofiler) for områdene. I typebeskrivelsene bør særlig utsatte habitater og spesielle aktiviteter beskrives. Det bør utføres detaljerte risikoanalyser. På bakgrunn av dette kan det angis en risiko og avgjøres om denne er tilstrekkelig lav. Analysene gir også grunnlag for å avgjøre om avbøtende tiltak kan settes i verk og hva disse vil bestå i.

10.3 Sand fra norske områder

Generelt må det betraktes som liten risiko ved overføring av sand til Kristiansandsfjorden fra norske kystområder i Skagerrak. Praktisk talt alle arter som kan finnes på sandforekomstene vil ha mulighet til å spre seg naturlig inn i Kristiansandsfjorden. Unntaket er for introduserte arter som foreløpig ikke har fått godt fotfeste i norske farvann. Slike arter kan spres videre med aktiviteten. Det bør derfor undersøkes om introduserte arter kan forekomme på aktuelle sandforekomster.

Ved bruk av sand fra områder utenfor Skagerrak, det vil si vest for Lista, vil det være mulig å få med arter som ikke ellers finnes i Skagerrak. Trolig vil det også i disse tilfellene være liten risiko ved dette, fordi naturtyper og organismesamfunn i Kristiansandsfjorden ikke er vesentlig forskjellig fra det som finnes lenger vest. Men jo lenger unna sanden hentes fra, jo større er forskjellene. Det er her ikke gjort noen nærmere vurdering av dette.

10.4 Undersøkelser i Kristiansandsfjorden

I Kristiansandsfjorden vil det være ønskelig at det gjennomføres noen kontrollundersøkelser dersom sandimport settes i verk. Undersøkelsene bør omfatte bunnfauna, algecyser og planktoniske alger, men også andre organismegrupper kan vurderes. Cyster som ikke utløses under sanddumpingen, vil kunne konsentreres i et topplag på bunnen. Undersøkelsene bør gjennomføres både på sanddumpingslokaliteten og i faste referanseområder omkring. Dette kan dokumentere om organismer overføres ved aktiviteten og om de i så fall er i stand til å spre seg i fjorden.

Undersøkelsene vil også gi nødvendig bakgrunnskunnskap dersom det skulle opptre introduksjoner i Kristiansandsfjorden med uheldige virkninger. Introduksjoner kan forekomme også på andre måter, spesielt med skipstrafikken og undersøkelsene kan derfor bidra til å klargjøre årsakssammenhenger.

11. Referanser

- Birklund J. 2003. VVM-redegjørelse for et nyt sandindvindingsområde på Vestkysten udfor Husby Klit - Søndervig. DHI rapport 52424. Tilgjengelig på Kystdirektoratets nettsider: www.kyst.dk/
- Behrens HL, Haugom GP, Bakke SM. 2002. EMBLA concept; risk assessment methodology and impact and consequence analysis methodology. Technical Report no 2002-1269, Det Norske Veritas, Oslo. 24 pp.
- Botnen HB, Evensen D, Johannessen PJ. 2000a. Ballastvann, paradiset for blindpassasjerer – resultater fra Sture prosjektet. IFM-rapport 2-2000. Univ. i Bergen 86 s.
- Botnen HB, Evensen D, Johannessen PJ. 2000b. Biologisk undersøkelse av sediment fra ballasttanker – resultater fra Mongstadprosjektet. IFM-rapport 11-2000. Univ. i Bergen 58 s.
- Bower SM, McGladdery SE. 2003. Synopsis of infectious diseases and parasites of commercially exploited shellfish. Fisheries and Oceans Canada. Internett: www.pac.dfo-mpo.gc.ca.
- Brattegard T, Holthe T. 1995. Kartlegging av egnede marine verneområder i Norge. Utredning for DN 1995-3. Direktoratet for naturforvaltning. Trondheim. 179 s.
- Brattegard T, Holthe T. 1997. Distribution of marine, benthic macro-organisms in Norway. Utredning for DN 1997-1. Direktoratet for naturforvaltning. Trondheim. Tilgjengelig på DN's nettsider (www.naturforvaltning.no).
- BSASD 2003. Baltic Sea Alien Species Database. Internett: www.ku.lt/nemo.
- DMU 2002. Marine områder 2001 – miljøtilstand og utvikling. NOVA-2003. Danmarks Miljøundersøkelser, faglig rapport nr. 419. 94 s. Tilgjengelig på www.dmu.dk.
- Christiansen M. 1969. Decapoda Brachyura. Marine Invertebrates of Scandinavia 2: 1-143
- Gollasch S, Leppäkoski E. 1999. Initial risk assessment of alien species in Nordic coastal waters – stowaways of the sea. Nordisk ministerråd Rapport Nord 1999:8. 244 s.
- Hedeselskapet 2002. Bundfaunamonitering Skagerrak 2002. Rapport 362.02.530. Internett: Nordjyllands Amt, Natur og miljø. www.nja.dk/serviceområder/natur og miljø/
- Hirtshals havn 2003. Årsberetning 2002, Hirtshals Havn. Internett: www.hirtshalshavn.dk
- Hopkins CCE 2001a. Actual and potential effects of introduced marine organisms in Norwegian waters, including Svalbard. Utredning for DN 2001-1. Direktoratet for naturforvaltning. Trondheim. 49 s. Tilgjengelig på DN's nettsider (www.naturforvaltning.no).
- Hopkins CCE 2001b. A review of introductions and transfers of alien marine species in the North Sea area. Utredning for miljøverndepartementet. Tilgjengelig på DN's nettsider (www.naturforvaltning.no).
- Knudsen J. 2000. Nye arter i danske farvande. I: Temarapport 1. Invasive arter og GMOer, nye trusler mot naturen. Naturrådet. Danmark.
- Kristiansand Havn 2002. Styrets årsberetning for 2002. Kristiansand Euro-port Norway – årsberetning og regnskap 2002. Tilgjengelig på www.kristiansand-havn.no.
- Kystdirektoratet 2003. Havneopgaver. Internett: www.kyst.dk/hvad_laver_vi/
- Køie M, Kristiansen A, Weitemeyer S. 2000. Havets dyr og planter. NKS-forlaget. Oslo. 351 s.
- Leppäkoski E, Gollasch S, Olenin S (eds). 2003. Aquatic invasive species of Europe – distribution, impacts and management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht /London.

- Mellergaard S, Dolmer P, Berggren U, Wallach T. 2002. Udvalget om miljøpåvirkninger og fiskeriressourcer. Delrapport vedr. andre faktorer. Danmarks Fiskeriundersøgelser, rapport 114-02.
- Molvær J, Solheim HI, Källqvist T. 1986. Basisundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Delrapport V. Vannutskiftning og vannkvalitet. Statlig prog. forurensningsovervåk rapport 260/86; NIVA rapport 1993. 78 s.
- Nordjyllands Amt 2003. Hvor klappes der ? Dumpning, også kaldet planing, av havbundsmateriale i kystnære områder. Internett: Nordjyllands Amt, Natur og miljø. www.nja.dk/Serviceomraader/
- Næs K, Rygg B. 2001. Tiltaksplan for opprydding i forurensede sedimenter i Kristiansandsfjorden. Kartlegging av konsentrasjoner i sedimentet i 2001 samt kartfremstilling av resultater fra tidligere undersøkelser. NIVA rapport 4371-2001. 42 s.
- Oug E, Jacobsen T, Moy F. 1994. Overvåking av Kristiansandsfjorden 1992-93. Hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna ved Odderøya, i Vesterhavn og i Korsvikfjorden. NIVA rapport 3075. Oslo/Grimstad. 56 s.
- Oug E, Moy F. 2001. Undersøkelse av skjellsandforekomster i Søgne kommune, Vest-Agder. NIVA rapport 4436. Oslo/Grimstad. 31 s.
- Rygg B. 1985. Basisundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Delrapport I. Bløtbunnfaunaundersøkelser 1983. Statlig prog. forurensningsovervåk rapport 176/85. NIVA rapport 1711. SFT/NIVA. 60 s.
- Skei J, Olsgard F, Ruus A, Oug E, Rygg B. 2002. Risikovurderinger knyttet til forurensede sedimenter: med fokus på Kristiansandsfjorden. SFT rapport TA 1864/2002. Internett: www.sft.no/publikasjoner/vann/1864/ta1864.pdf
- SFT 2003. Forurenset sjøbunn. Internett www.sft.no/arbeidsomr/sedimenter/
- Weidema IR. 2000. Introduced species in the Nordic countries. Nordisk ministerråd Rapport Nord 2000:13. 242 pp.
- Århus Amt 2001. Vandkvalitetsplan 2001. Målsætninger for vandløb, søer og kystvande. Århus Amt.