

O—8000313

Resipientundersøkelse av
Kristiansandsfjorden

Litteraturoversikt over
tidligere undersøkelser

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-80003-13
Undernummer:
Løpenummer: 1297
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Resipientundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Litteraturoversikt over tidligere undersøkelser	Dato: 24. august 1981
	Prosjektnummer: 0-8000313
Forfatter(e): Jarle Molvær	Faggruppe: Fjordseksjon
	Geografisk område: Vest-Agder
	Antall sider (inkl. bilag): 18

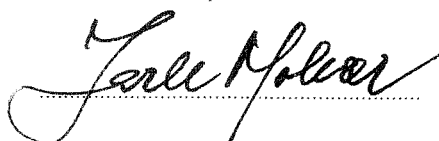
Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Vest-Agder	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: Med grunnlag i en litteraturoversikt over tidligere utførte undersøkelser i Kristiansandsfjorden, gis en oppsummering av resultater vedrørende vannutskiftning, vannkjemi, biologiske forhold, sedimentkjemi og innhold av metaller og organiske miljøgifter i organismer.

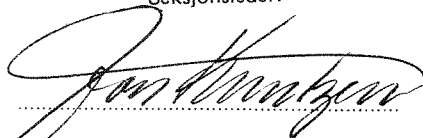
4 emneord, norske:
1. Overvåking
2. Kristiansandsfjorden
3. Vannforurensning
4. Sedimenter
Biologi

4 emneord, engelske:
1. Monitoring
2. Kristiansandsfjord
3. Water pollution
4. Sediments
Biology

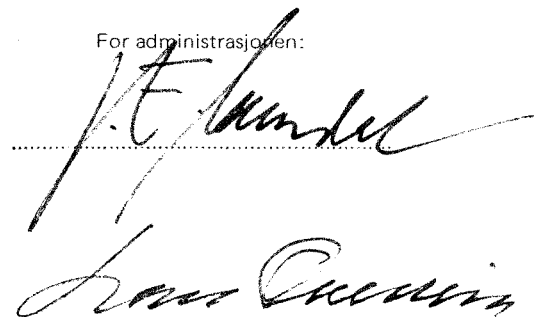
Prosjektleder:



Seksjonsleder:



For administrasjonen:



ISBN 82-577-0397-4

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

OSLO

0 - 8000313

RESIPIENTUNDERSØKELSE AV KRISTIANSANDSFJORDEN
LITTERATUROVERSIKT OVER TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Oslo, 24. august 1981

Saksbehandler : Jarle Molvær

For administrasjonen: J. E. Samdal

Lars N. Overrein

Forord

I brev av 27. februar 1981 fra Fylkesmannen i Vest-Agder ble NIVA gitt i oppdrag å utarbeide et programforslag for resipientundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Som grunnlag for dette programforslaget skulle det utarbeides en sammenstilling av tidligere undersøkelser i området. Dette er gjort ved foreliggende rapport.

Oslo, 24. august 1981

Jarle Mølver

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	3
1. INNLEDNING	5
2. OVERSIKT OVER TIDLIGERE UNDERSØKELSER	8
2.1 Vannutskiftning og vannkjemi	8
2.2 Sedimenter	10
2.3 Biologi	11
2.4 Miljøgifter i organismer	12
3. AKTUELLE TEMAER FOR SUPPLERENDE BASISUNDERSØKELSE	14
4. LITTERATURLISTE	16
Figur 1. Kristiansandsfjorden og tilliggende områder	6

1. INNLEDNING

Fjordområdene ved Kristiansand kan grovt inndeles i to: Topdalsfjorden med Ålefjærfjorden og selve Kristiansandsfjorden, se fig. 1.

Overflatelaget er preget av ferskvannstilførselen fra Otra (Årsmiddel ca. $150 \text{ m}^3/\text{s}$) og Topdalselva (årsmiddel ca. $60 \text{ m}^3/\text{s}$).

Selve Kristiansandsfjorden har ingen terskler, men Ålefjærfjorden og Topdalsfjorden har terskler på henholdsvis ca. 25 m dyp og ca. 40 m dyp. Disse bidrar til å redusere fornyelsen av dypvannet i fjordbassengene. Største dyp i Ålefjærfjorden er ca. 65 m mot ca. 70 i Topdalsfjorden.

Området tilføres store mengder forurensende stoff fra utslipp av kommunal kloakk og industrielt avløpsvann. Utslippene av kommunal kloakk fra Kristiansand til fjorden, til Otra og Topdalselva tilsvarer ca. 82 000 p.e. I tillegg tilføres området kommunal kloakk fra øvre deler av Otra.

På industrisiden er det utslipp av en rekke typer avløpsvann, hvorav metallutslipp fra Falconbridge Nikkelverk A/S i den senere tid er blitt viet mest oppmerksomhet, se bl.a. NIVA (1975). Ifølge opplysninger fra bedriften er de viktigste utslipp i dag:

Ni	oppløst i jernslam	ca 300 kg/døgn
		" 200 "
Cu	oppløst i jernslam	" 80 "
		" 80 "
Co	oppløst i jernslam	" 10 "
		" 10 "
Pb	totalt	" 100 "
As	som jernarsenat	" 450 "
Zn		" 10 "
Fe	som jernhydroksyd	" 5000 "
	oppløst	" 1000 "
Dimethylanilin		" 30 "
Svovelsyre		" 10 t/døgn
Natriumhydrogenkarbonat		" 12 "
Natriumsulfat		" 25 "

I begynnelsen av 1982 skal det anlegges et deponi for avvannet jernhydroksyd og tungmetallslam på land. I tillegg til jernslammet vil da utslippet



Etter sjøkart nr. 9.

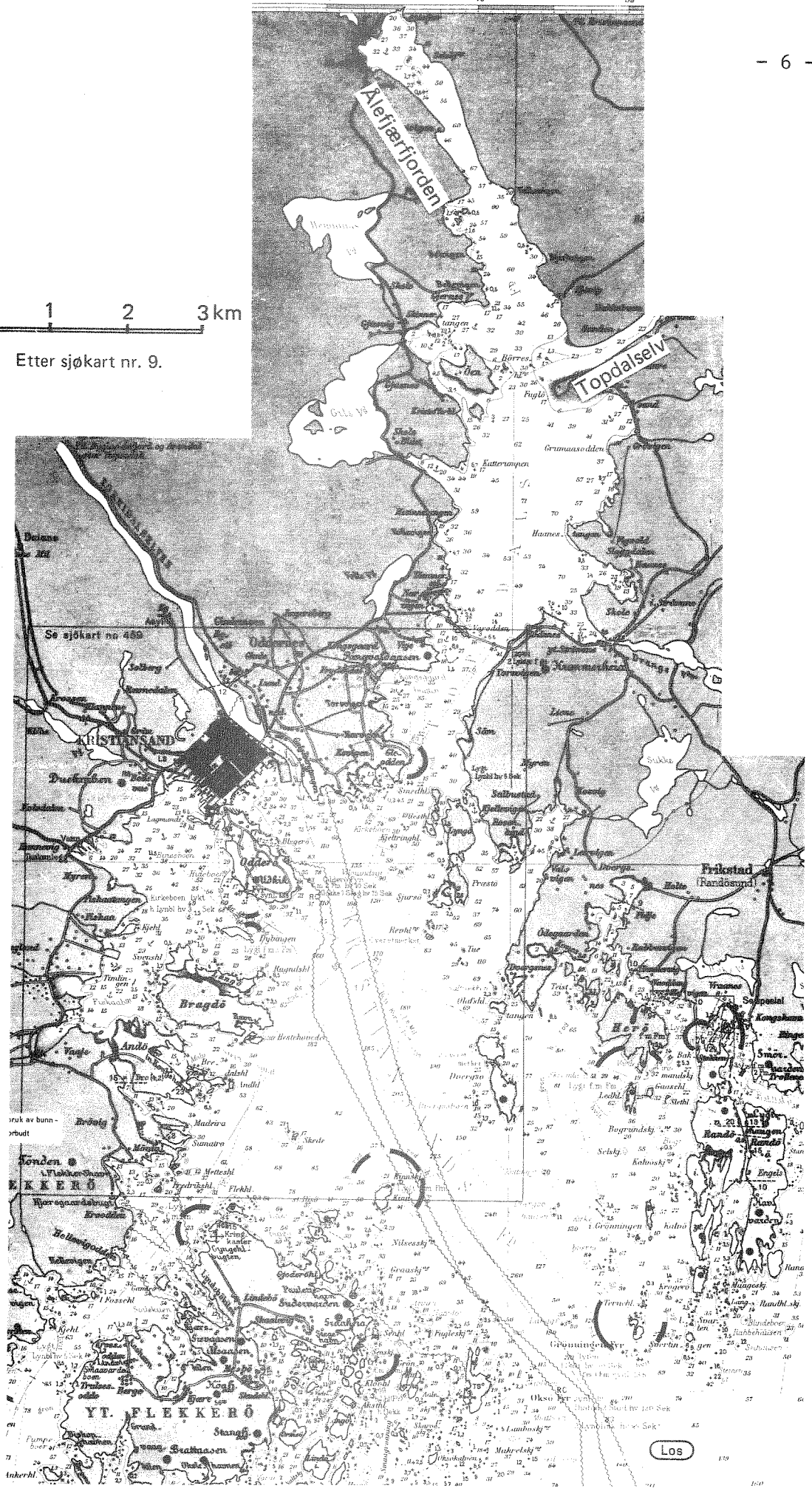


Fig. 1. Kristiansandsfjorden og tilliggende områder.

av arsen og bly på det nærmeste bli eliminert. De samlede utslipp av nikkel, kopper og kobolt blir samtidig betydelig mindre.

Området tilføres også betydelige mengder forurensninger fra treforedlingsindustrien fra de øvre deler av Otra.

Etter ca. 1915 er det blitt utført en rekke undersøkelser som dels gir generelle opplysninger om vannutskiftning og vannkjemiske, marinbiologiske og sedimentgeologiske forhold, og dels spesielt beskriver forskjellige sider ved forurensningssituasjonen i fjordområdet. Ut fra de foreliggende rapporter og artikler gis en kortfattet omtale av resultatene fra fagområdene vannutskiftning og vannkemi, biologi, sedimenter samt miljøgifter i organismer. I kap. 3 er gitt en kort omtale av aktuelle oppgaver innen en supplerende basisundersøkelse. I kap. 4 er gitt en fullstendig litteraturliste.

2. OVERSIKT OVER TIDLIGERE UNDERSØKELSER

2.1 Vannutskiftning og vannkjemi

Siden ca. 1920 er det utført en rekke hydrokjemiske fjordundersøkelser av forskjellig karakter i Kristiansandsregionen.

Den mest omfattende måleserien stammer fra Statens Biologiske Stasjon, Flødevigen, som etter 1924 vanligvis har innsamlet 1-3 prøveserier pr. år fra Kristiansandsområdet. Maksimalt antall prøveserier var 8 (i 1934), og de hyppigst besøkte stasjonene er ved Kvivigen i Ålefjærfjorden, Hånestangen i Topdalsfjorden og Odderøya i Kristiansandsfjorden. Foruten måling av temperatur så har prøvenes saltholdighet og oksygeninnhold blitt bestemt. Prøvene viser at det allerede i 1926 ble funnet hydrogensulfid fra og med 50 m dyp i Ålefjærfjorden. Dataene er ikke publisert.

I 1933 innsamlet K.M. Strøm vannprøver fra Ålefjærfjorden, spesielt med sikte på en beskrivelse av oksygenforholdene (Strøm 1936).

I tidsrommet mai 1968 - april 1970 utførte NIVA den første egentlige resipientundersøkelsen i området. Oppdragsgiver var Regionplanrådet for Kristiansand og omland. På den fysiske sektor ble det lagt spesiell vekt på strømforhold og vannutskiftning i overflatelag og i fjordbassengenes dypvann (NIVA 1971).

Etter oppdrag fra Kristiansand kommune utførte Vassdrags- og havnelaboratoriet, NTH, i oktober 1968 undersøkelser av strøm- og bunnforhold i Otra's utløp ved Tangen. Målingene ble utført i forbindelse med planer for utfylling av området (VHL 1969).

Etter oppdrag fra Kristiansand Mekaniske Verksted utførte NIVA i 1971/72 en liten undersøkelse i Vestre havnebasseng. Hensikten med undersøkelsen var å avklare om avløpet fra Agder Samslakteri kunne forverre korrosjonsforholdene i dette området. Herunder samlet man inn tre serier vannprøver som bl.a. ble analysert på saltholdighet, oksygen, nitrogen- og fosforforbindelser (NIVA 1972):

Etter oppdrag fra Falconbridge Nikkelverk A/S utførte Per A. Åsen i 1973 en undersøkelse av marin flora og fauna og bunnforhold i indre deler av Kristiansandsfjorden (Åsen 1973). Ved denne undersøkelsen ble det også innsamlet vannprøver fra overflatelag og bunn på 13 stasjoner, spesielt i Vesterhavn og i Fiskåbukta. Deteksjonsgrensen for analysene var gjennomgående høy, men resultatene tydet på en markert forurensning av kopper, nikkel, arsen og jern i området utenfor Falconbridge Nikkelverk.

I årene 1963, 1968, 1970-75 innsamlet Falconbridge Nikkelverk A/S 1-3 serier med vannprøver pr. år fra i alt 24 stasjoner i Otras munningsområde, Vesterhavn, Fiskaabukta og sørover mot Flekkerøy. Prøvene ble tatt fra overflaten og 10 m dyp og analysert for arsen, bly, jern, kobolt, kopper og nikkel.

I området nær Falconbridge kunne man påvise meget høye konsentrasjoner av de aktuelle metaller. Fordi deteksjonsgrensen ved analysene var høy i forhold til normale konsentrasjoner i sjøvann sier resultatene lite om utbredelsen av metallforurensningen.

I forbindelse med planlegging av Kristiansand kommunes renseanlegg ved Korsvikfjorden, utførte NIVA og Agder distriktshøgskole (ADH) i 1975-76 omfattende undersøkelser av vannutskiftningsforhold (strømmålinger, temperatur, saltholdighet) og av plantenæringssalter i dette området og i Kristiansandsfjorden. Resultatene er presentert i NIVA (1976) og Klausen og Solheim (1976).

Larsen og Moe (1977) utførte analyser av arsen og selén på en serie vannprøver innsamlet fra fire stasjoner i Kristiansandsfjorden. De fant høyeste konsentrasjoner i området nær Falconbridge Nikkelverk A/S.

Sommeren 1979 gjennomførte ADH en ny hydrokjemisk undersøkelse av Korsvikfjorden (Solheim 1980).

I tidsrommet 1979-80 utførte Hovland og Olsen (1980) analyser av jern, nikkel og kobber på vannprøver innsamlet i Kristiansandsfjorden. Resultatene viste at jern- og nikkelkonsentrasjonene i indre havnebasseng var 5-10 ganger større enn i referanseområdet Langenes i Søgne. For kobber var det ingen vesentlig forskjell mellom indre havnebasseng og referanseområdet.

De seneste undersøkelser av metaller i sjøvann i Kristiansandsfjorden er utført av Sentralinstitutt for industriell forskning (SI). Man benyttet kontinuerlige vannprøvetakere ved Fyret på Odderøya og på Andøya (se fig. 1). Målingene begynte i november 1979 og resultater fram til midten av mars 1980 er rapportert av Seip og Melhuus (1980). Prøvene ble analysert for kopper, sink, nikkel, bly, kadmium, kobolt og jern. Resultatene viste store variasjoner over tid, men aritmetiske middelverdier var fra 1,5-5 ganger høyere ved Odderøya enn ved Andøya. Forskjellen var størst for nikkel og minst for sink.

I 1980-81 utførte NIVA en kartlegging av vannkvaliteten i Tovdalsvassdraget og en vurdering av betydningen av planlagte reguleringsinngrep (NIVA 1981). I dette oppdraget inngikk også en vurdering av virkninger på fysiske og biologiske forhold i Topdalsfjorden ved endret ferskvannstilførsel.

2.2 Sedimentundersøkelser

Den første kjente sedimentundersøkelse i fjordområdet ble utført av Strøm (1936) som i 1933 tok en 50 cm lang sedimentkjerne fra 70 m dyp i Ålefjærfjorden. De øverste 10 cm av kjernen ble beskrevet som svart, mykt og råttent mudder.

I Per A. Åsens undersøkelse i 1973 (Åsen 1973) ble det innsamlet sedimentprøver fra 13 stasjoner i Vesterhavn og Fiskåbukta, samt fra en referansestasjon på sørsiden av Flekkerøy. I prøvene ble funnet meget høye konsentrasjoner av nikkel, kopper, jern, bly og arsen. Regnet i % av tørrvekt lå konsentrasjonene i følgende variasjonsområder:

Ni	: < 0,02 - 1,84 %
Cu	: < 0,02 - 1,53 %
Fe	: 0,45 - 45,0 %
Pb	: < 0,05 - 0,24 %
As	: 0,23 - 3,9 %

Referansestasjonen på Flekkerøya lå hele tiden lavest. Forhøyede konsentrasjoner kunne spores i en avstand av 1,7 km fra Falconbridge Nikkelverk A/S.

Utbredelsen av jernslamlaget ble også undersøkt. Tykkelsen av dette varierte fra 20 cm til 130 cm.

I samme området utførte Bodil Hansen og Kjell R. Vågsholm i 1978 en omfattende undersøkelse av metallforurensning av sedimentene (Hansen og Vågsholm 1978). Sedimentkjerner på 7-21 cm lengde ble innsamlet fra 13 stasjoner og analysert på nikkel, kopper, mangan, sink, bly, kadmium og jern. Resultatene var i det alt vesentlige i samsvar med Åsens resultater fra 1973 og viste en sterk økning i konsentrasjon mot Falconbridge Nikkelverk for nikkel, kopper, bly og jern. For mangan viste resultatene en svak økning i konsentrasjon mot området utenfor Fiskaa Verk. Konsentrasjonene av kadmium var gjennomgående lave.

Under dette kapittel kan også nevnes en vurdering av transport og utslipp av oppslammet SiO_2 -støv fra Fiskaa Verk (NIVA 1965). Utredningen tar bl.a. for seg støvets forurensning av sjøvannet og bunnen i utslippsområdet.

2.3 Biologiske undersøkelser

Som en del av NIVAs undersøkelse av Kristiansandsfjorden i 1968-70 (NIVA 1971) ble det utført en orienterende undersøkelse av organismesamfunnene i littoralsonen (fjæra). Foruten i havnebassengene og ved munningen av Otra ble det gjort observasjoner i Topdalsfjorden, selve Kristiansandsfjorden og områder utenfor Søgne.

Undersøkelsen viste normale forhold unntatt i den umiddelbare nærhet av selve havneområdet. Her var organismesamfunnene fattige både kvalitativt og kvantitativt. Dette kunne delvis forklares som et resultat av sterk og skiftende ferskvannspåvirkning, men man antok også at tilstanden var et resultat av forurensningsbelastninger på området.

I Åsens undersøkelse av Vesterhavn i 1973 (Åsen 1973) inngikk også en undersøkelse av den marine flora og fauna. Området ble inndelt i 13 stasjoner og de biologiske forhold undersøkt ved dykking. Undersøkelsen inkluderte også en kartlegging av utbredelsen av blæretang/spiraltang og tarmgrønske i området.

Resultatene viste at området var meget artsfattig både mht. dyr og alger. Strandkanten var dominert av tarmgrønske og av brunalgene *Pyaiella* sp. og *Ectocarpus* sp. På bunnen bidro jernslammet til store ødeleggelser av faunaen, og det synes som om skalldyrene var de eneste som kunne leve i slammet.

I sitt hovedfagsarbeid (Åsen 1978) undersøkte Per A. Åsen utbredelsen av marine benthiske makroalger i Vest-Agder, herunder også to stasjoner i indre del av Kristiansandsfjorden (Bertesbukta og Silokaia på Odderøya) og fem stasjoner i de mer sørlige deler av fjorden. Undersøkelsen pågikk i tidsrommet 1974-76, hovedsakelig ved dykking ned til ca. 25 m.

Hovedfagsoppgaven gir en bred oversikt over økologi, fenologi og utbredelse av de fastsittende, marine rød-, brun og grønnalger i Vest-Agder.

I forbindelse med etableringen av et kommunalt renseanlegg med avløp til Korsvikfjorden, utførte NIVA i 1977 en undersøkelse av bløtbnunnsfaunaen i området (NIVA 1979). Prøvene ble innsamlet før renseanlegget kom i drift. Oppdragsgiver var Kristiansands Ingeniørvesen. Faunaen var ensartet over store deler av fjordbassenget og hadde en sammensetning som er normal for områder uten nevneverdige forurensningspåvirkninger.

2.4 Miljøgifter i organismer

Organiske miljøgifter

Brevik (1978) og Brevik, Bjerke og Kveseth (1978) har undersøkt nivåene av sum-DDT, polyklorerte bifenyler (PCB) og heksaklorbenzen (HCB) i fiskelever og hepatopaneas (bukspyttkjertel) i krabber innsamlet rundt Odderøya, i Topdalsfjorden og ved Flekkerøy. Undersøkelsene viste at havneområdet (Odderøya) var mer forurenset med HCB og PCB enn Topdalsfjorden og Flekkerøyområdet. I havneområdet var konsentrasjonene av PCB og sum-DDT i samsvar med data fra andre undersøkelser i havnebasseng og langs kysten. Konsentrasjonene av HCB var derimot fra to til ett hundre ganger høyere enn det som ble funnet i forskjellige havnebassenger langs kysten.

Som en del av overvåkingsundersøkelsen i nedre del av Otra ble konsentrasjonene av fenoler, heksaklorbenzen, pentaklorbenzen, oktaklorstyren samt PCB bestemt i torsk fanget ved munningen av Otra (NIVA 1978). Konsentrasjonene var relativt høye og samsvarte således med resultatene fra de forannevnte undersøkelser. Man konkluderte med at det ikke var grunn til å frykte helsemessige skadevirkninger ved de konsentrasjonene som ble påvist.

Til slutt kan nevnes at Sentralinstitutt for industriell forskning (SI) har bestemt PCB-konsentrasjonen i makrell fanget i Kristiansandsfjorden i 1973 og 1975 (upubl. materiale). Konsentrasjonene var ikke høyere enn det som kan ansees for normalt i kystfarvann.

Metaller

Forekomsten av metaller i organismer i Kristiansandsfjordområdet er blitt undersøkt ved flere anledninger.

Åsen (1973) undersøkte konsentrasjonene av nikkel i taskekrabber i området ved Vesterhavn.

Lorentzen, Noraas og Sørbotten (1975) undersøkte konsentrasjonene av bly, jern, kadmium, kopper, mangan, nikkel og sink i blåskjell i Kristiansandsfjordområdet.

Larsen og Moe (1977) undersøkte konsentrasjoner og anrikning av arsen og selén i taskekrabbe, blåskjell, sukkertare, blæretang og sagtang fra Kristiansandsfjordområdet.

Bjønnnes og Brakstad (1977) foretok undersøkelser av bly, nikkel, kopper, kadmium og sink i strandsnegl, taskekrabbe, tang (vesentlig sagtang), fingertare og sukkertare i Kristiansandsfjordområdet.

Julshamn og Eriksen (1978) utførte en omfattende undersøkelse av metaller i fisk, skalldyr og tang i og utenfor Kristiansands havn. Prøvematerialet besto av blæretang, grisetang, blåskjell, taskekrabbe, torsk, flyndre, lange, hyse, hvitting, berggylte og knurr. Prøvene ble analysert for arsen, bly, kadmium, kobolt, krom, kopper, jern, mangan, nikkel, selén og sink.

Solheim og Håkedal (1979) har undersøkt konsentrasjoner og akkumulering av bly, jern, kadmium, kobolt, kopper, mangan og sink i strandsnegl, blæretang, grisetang og sagtang innsamlet i Kristiansandsfjorden.

I tillegg må nevnes at cand.mag. Sigrid Grimnes har undersøkt årsvariasjoner i tungmetall-opptak i grisetang og blæretang i Kristiansandsfjorden.

Undersøkelsen inngår i hennes hovedfagsarbeid ved Universitetet i Oslo, og ventes avsluttet i 1982. Analysene inkluderer bly, kobolt, kopper og nikkel.

De ovenfornevnte publiserte undersøkelsene har vist at konsentrasjonene i organismer for de fleste undersøkte metaller er signifikant høyere i Kristiansandsfjorden enn i mer upåvirkede områder. De høyeste konsentrasjoner opptrer i Vesterhavn og i Fiskåbukta.

3. AKTUELLE TEMAER FOR SUPPLERENDE BASISUNDERSØKELSE

Det skal nå utarbeides et program for en supplerende basisundersøkelse av Kristiansandsfjorden. På grunnlag av denne litteraturgjennomgåelsen vil vi kort nevne hva det bør legges særlig vekt på i undersøkelsesprogrammet.

Kartlegging og kvantifisering av forurensningstilførsler:

Dette er et viktig arbeidsområde. Man har et godt utgangspunkt i kartleggingen av industriutslippene av 1974 (NIVA 1975), nyere konsesjoner for industriutslipp, de seneste kommunale kloakkrenseplaner og data fra undersøkelsene i nedre del av Otra. Spesiell vekt bør legges på å finne mulige kilder for utslipp av organiske miljøgifter.

Vannutskiftning og vannkvalitet:

Her blir det spesielt viktig å kartlegge vannutskiftningsforholdene i Vesterhavn og i Fiskåbukta. Videre er produksjonsforholdene i vannmassene (næringsalter, klorofyll, plankton) lite undersøkt i hele området.

Sedimenter:

Behovet for supplerende data fra Vesterhavn - Fiskåbukta må vurderes. Ellers er det aktuelt med prøver fra andre deler av fjordområdet.

Bløtbunnsfauna:

Dette er et meget viktig fagfelt der lite er gjort hittil, unntatt i området ved Korsvikfjorden (NIVA 1979). Det er aktuelt med undersøkelser i hele fjordområdet.

Organismesamfunn på grunt vann:

Her bør legges en betydelig innsats. Hele fjordområdet er aktuelt, men spesielt viktig for havneområdet og Fiskaabukta. Man er i den heldige situasjon å kunne støtte seg til data fra 1968 (NIVA 1971) og Åsens undersøkelser i 1973 og 1974-76 (Åsen 1973, 1978).

Miljøgifter i organismer

Her er utført omfattende undersøkelser. I 1982 vil datamaterialet for organiske miljøgifter være 6-7 år gammelt. Undersøkelsene av metallforurensning er stort sett av nyere dato. Man må her vurdere behovet for en ajourført beskrivelse av forholdene, samt innsamling av supplerende data. Blant annet bør man få registrert virkningene av reduksjoner av metallutslipp som Falconbridge skal gjennomføre i 1982.

3. LITTERATURLISTE

Bjønnnes, P.O. og Brakstad, O.G., 1977:

Undersøkelse av tungmetaller i biologisk materiale fra Kristiansandsfjorden.

Seminaroppgave. Agder Distriktshøgskole. 37 s.

Brevik, E.M., 1978:

Organochlorines in fish and crabs from the Kristiansand fjord in Norway. *Nord.Vet.-Med.*, 30, 375-379.

Brevik, E.M., Bjerck, J.E. and Kveseth, N.J., 1978:

Organochlorines in Codfish from Harbors Along the Norwegian Coast.

Bull. Environm. Contam. Toxicol. 20, 715-720.

Hansen, B., & Vågsholm, K.R., 1978:

Analyse av sedimentprøver fra Kristiansands havn.

Seminaroppgave. Agder Distriktshøgskole. 56 s.

Hovland, E.G. og Olsen, E., 1980:

AAS-bestemmelse av tungmetaller i sjøvann. En undersøkelse av Kristiansandsfjorden. Seminaroppgave. Agder Distriktshøgskole. 74 s.

Håkedal, J.T. og Solheim, H.I., 1979:

Metaller i strandsnegl og tang - en undersøkelse av Kristiansandsfjorden.

Agder Distriktshøgskole. Forskningsserien nr. 1/79. 23 s.

Julshamn, K., & Eriksen, J., 1978:

Sporelementer i fisk, skalldyr og tang i og utenfor Kristiansand havn.

Rapport nr. 5 (1978). *Fiskeridirektoratets Vitamininstitutt*.

Stensilert 16 s. + tabs.

Klausen, S. og Solheim, H.J., 1976:

Resipientundersøkelse for kloakkutslipp i Korsviksfjorden,

Kristiansand. Resultater-hydrokjemisk del. Agder

Distriktshøgskole. 11 s. + fig.

Larsen, S.S. og Moe, Ø., 1977:

Undersøkelse av arsen og selén i sjøvann og biologisk materiale fra Kristiansandsfjorden.

Seminaroppgave. Agder Distriktshøgskole. 33 s.

Lorentzen, I., Noraas, S., & Sørbotten, B., 1975:

Blåskjell (*Mytilus edulis*) benyttet som indikatororganisme for studier av tungmetallfordeling i en sjøvannsresipient. -

Seminaroppgave. Agder Distriktshøgskole.

NIVA, 1965:

0-5/65 En vurdering av transport og utslipp av oppslemmet SiO_2 -støv fra Fiskaa Verk, Kristiansand, på stort dyp i sjøen.

Saksbehandler: Paul Liseth. 26 s. + fig.

NIVA, 1971:

0-110/64 Undersøkelser av sjøresipienter i Kristiansandsregionen.

Saksbehandler: S. Stene Johansen. 123 s.

NIVA, 1972:

0-23/64 Forurensninger i Kristiansands Vestre havnebasseng.

Korrosjonsforhold ved Kristiansand mek. verksted.

Saksbehandler: Hans Kristiansen. 11 s.

NIVA, 1975:

0-74/73 Kartlegging av kloakkutslipp fra industrien i Kristiansand.

Saksbehandler: Sverre Kolstad. 23 s.

NIVA, 1976:

0-110/74 Resipientundersøkelse i Korsvikfjorden, Kristiansand.

Saksbehandler: Jan Magnusson. 77 s.

NIVA, 1978:

0-12/73 Fremdriftsrapport for 1976-77. Overvåkingsundersøkelsen i nedre Otra. Saksbehandler: Morten Laake. 36 s.

NIVA, 1979:

O-77041 Overvåking av Korsvikfjorden ved Kristiansand.

Rapport nr. 1. Førundersøkelse i september 1977.

Saksbehandler: Brage Rygg. 13 s.

NIVA, 1981:

O-79029 Resipientundersøkelse i tilknytning til utbygging av

Tovdalsvassdraget. Saksbehandler: Torulv Tjomsland. 73 s.

Seip, K.L. og Melhuus, A., 1980:

Tungmetallundersøkelse i Kristiansandsfjorden. *Sentralinstitutt for industriell forskning. Oppdrag 791001.* 13 s.

Solheim, H.I., 1980:

Resipientundersøkelse i Korsvikfjorden, Kristiansand. Hydrokjemiske målinger sommeren 1979. Agder Distriktshøgskole. Stensilert, 34 s.

Strøm, K.M., 1936:

Landlocked waters. Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo.

I. Mat.-Naturvit. klasse. 1936. No. 7. 85 s.

Vassdrags- og havnelaboratoriet, NTH, 1969:

Strømmålinger og ekkolodding i Otra's utløp ved Tangen, 14-16. oktober 1968. Oppdrag nr. 600522.

Saksbehandlere: T. Lundebrekke og A. Tørum. 3 s. + fig.

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 forurensning og sammenlignet med et referanseområde på Ytre Flekkerøy. Rapport til Falconbridge Nikkelverk A/S. 33 s.

Åsen, P.A., 1978:

Marine benthosalger i Vest-Agder. Hovedfagsarbeid i marinbotanikk 1978.

Institutt for Marinbiologi, Univ. i Bergen. 190 s.