

O-85281

OR-1946

# Forekomst av miljøgifter i norske vassdrag og fjorder



RAPPORT 1 - HOVEDDEL

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor      Sørlandsavdelingen      Østlandsavdelingen      Vestlandsavdelinge  
Postboks 333      Grooseveien 36      Rute 866      Breiviken 2  
0314 Oslo 3      4890 Grimstad      2312 Ottestad      5035 Bergen - Sand  
Telefon (02)23 52 80      Telefon (041)43 033      Telefon (065)76 752      Telefon (05)25 53 2

Prosjektnr.:	0-85281
Undernummer:	
Løpenummer:	1946
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel:	Dato:
Forekomst av miljøgifter i norske vassdrag og fjorder Rapport 1: Hovedrapport	29. desember 1986
Forfatter (e):	Prosjektnummer:
Jon Knutzen Norman Green Lars Lingsten	0-85281
	Faggruppe:
	Marinøkologisk
	Geografisk område:
	Norge
	Antall sider (inkl. bilag):
	95

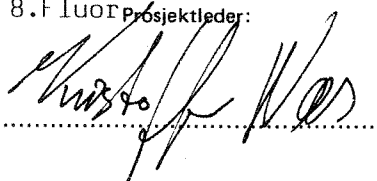
Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
Statens forurensningstilsyn	

Ekstrakt:  
Ut fra en foreløpig liste over prioriterte miljøgifter i vann, er det stilt sammen opplysninger om forekomst av de aktuelle stoffer og stoffgrupper i norske vannforekomster. Dette er gjort i form av data-skjemaer for de enkelte områder og samletabeller med skjønnsmessig angivelse av forurensningsgrad/problemstørrelse. Sammenstillingen ledsages av bakgrunnen for prioriteringen og kommentarer vedrørende egenkapene til utvalgte stoffer/stoffgrupper, samt anbefalinger vedrørende det fortsatte arbeid med miljøgifter i vann.

4 emneord, norske:
1. Miljøgifter
2. Akvatisk miljø
3. Norge
4. Oversikt
5. Metaller
6. PAH

7. Klorerte forbindelser  
8. Fluor

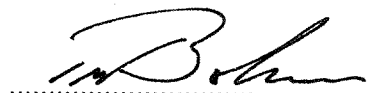
Prosjektleder:



4 emneord, engelske:
1. Micropollutants
2. Aquatic environment
3. Norway
4. Overview
5. Metals
6. PAH

7. Chlorinated hydrocarbons  
8. Fluoride

For administrasjonen:



ISBN 82-577-1176-4

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

O-85281  
FOREKOMST AV MILJØGIFTER I NORSKE VASSDRAG OG FJORDER  
HOVEDRAPPORT

OSLO, 29/12 1986

Prosjektleder: Kristoffer Næs  
Medarbeidere: Norman W. Green  
Jon Knutzen  
Lars Lingsten

## INNHOLDSFORGTEGNELSE

	Side
FORORD	
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	1
2. BAKGRUNN OG FORMÅL	3
3. GJENNOMFØRING	3
4. FORELØPIG LISTE OVER PRIORITERTE MILJØGIFTER I VANN	7
5. UTVALGTE STOFFERS EGENSKAPER I RELASJON TIL DET AKVATISKE MILJØ OG BRUKERINTERESSER	11
6. OVERSIKT VEDRØRENDE OMRÅDER, PROBLEMTYPER OG FORURENSNINGSGRAD	20
6.1 Elver og innsjøer	22
6.2 Marine områder	30
7. OPPSUMMERING, KOMMENTARER OG TILRÅDINGER	45
8. STOFFRELATERTE ARBEIDSOPPGAVER	49
9. LITTERATUR	51
Vedlegg A: Skjemaer for ferskvannsmiljø	
Vedlegg B: Skjemaer for marint miljø	} I eget bind (rapport 2)
Vedlegg C: Antatte "Normalnivåer" av metaller i utvalgte vannmoser og fastsittende ferskvannsalger	90
Vedlegg D: "Normalnivåer" av miljøgifter i ulike medier fra marine områder	91
Vedlegg E: Oversikt over utførte, igangværende og planlagte utredninger og annet arbeid vedrørende "bakgrunnsnivåer" av miljøgifter	94

## FORORD

Foreliggende rapport er skrevet på oppdrag fra Statens forurensnings-tilsyn (kontrakt nr. 234/85), som et ledd i etatens arbeid med miljøgifter.

Ved instituttet har hoveddelen av arbeidet - sammenstillingen av opplysningene om de enkelte vannforekomster (vedlegg A/B) og sammendraget av denne informasjon i kap. 6 - vært utført av Norman Green (marine områder, og Lars Lingsten (ferskvannslokaliteter), mens kommentarkapitlene (5, 7, 8) er skrevet av Jon Knutzen, som også har hatt hovedansvaret for redigeringen.

Forøvrig har Karl Jan Aanes, Magne Grande og Merete Johannessen vært behjelpelig med beskrivelsen av enkelte vassdrag med gruveforurensning. De to sistnevnte har også - sammen med Jens Skei - bistått med gjennomlesning og kommentarer til siste rapportutkast.

Grunnlagsdelen av arbeidet - samlingen av skjemaene for de enkelte vannforekomster i vedleggene A og B - trykkes som separat bind (rapport 2).

Litteraturlisten omfatter:

- Arbeider benyttet til å fremstille skjemaene.
- Referanser i hovedrapportens tekstdel og vedlegg C-E.
- Et så vidt mulig bredt utvalg av andre undersøkelser som fremdeles har aktualitet i forbindelse med rapportens tema. (Litteraturlisten foregir mao. ikke å gi en fullstendig oversikt mht. miljøgiftstudier i norske vannforekomster).

Oslo, 29. desember 1986

Kristoffer Næs  
Prosjektleder

## 1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

I Hovedformålet med rapporten har vært å gi en oversikt over de større vannforekomster i Norge som er forurenset med miljøgifter, slik denne samlebetegnelsen er spesifisert ved en foreløpig liste over prioriterte stoffer og stoffgrupper for vann (tabell 1, kap. 4).

II Resultatene av en litteraturgjennomgang er presentert på skjemaer med sammentrukne data om de enkelte områder (vedleggene A og B), henholdsvis for elver/innsjøer og fjorder/kystfarvann. (Disse to vedleggene presenteres i et eget bind - rapport 2).

Informasjonene fra vedleggene er oppsummert i tabell 2 (ferskvann) og tabell 3 (marine områder), med en skjønnsmessig vurdering av forurensningsgraden i de enkelte vannforekomster (kap. 6).

III Som bakgrunn for arbeidet er presentert forslag til en foreløpig liste over prioriterte miljøgifter i vann (kap. 4), basert på en del egenskapskriterier for stoffene og kriterier for forekomst i Norge, samt kommentarer til de mest kjente (og antatt viktigste) stoffer og stoffgrupper (kap. 5).

Som bakgrunnsinformasjon er også gitt en oppsummering av de foreløpige resultater fra et igangværende arbeide med å stille sammen data om "normalkonsentrasjoner" (vedlegg C-E).

IV Med unntak for mobilisering av aluminium og andre metaller ved forurensning er akutte miljøgiftproblemer knyttet til bestemte utslipp eller gruveavrenning. Konsekvensene av langsiktig påvirkning ved diffus belastning er ellers spekulativt betonet både mht. til enkeltstoffer og særlig hva angår sumeffekten.

V For videreføringen av forvaltningens arbeid med miljøgifter i vann er det forslagsvis nevnt et mindre utvalg av stoffer /stoffgrupper, alternativt enkelte temaer som peker seg ut som satsningsområder. De aktuelle stoffene er: kvikksølv (Hg), kobber (Cu), aluminium (Al), kadmium (Cd), komplekset ekstraherbart persistent organisk bundet klor (EPOCl), heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS), kloralkylbenzener og polysykliske

aromatiske hydrokarboner (PAH), mens det pekes på følgende temaer; forsurening, gruveavrenning, aluminiumsindustri, blekeri-avløp.

Videre tilrås økt innsats på mer grunnleggende (problemorienterte) studier, dels ut fra et langsiktig forvaltningsperspektiv, dels for å tilveiebringe mer betryggende grunnlag for beslutning vedrørende enkelte problemområder.

Det fremheves også som viktig å få en mer planlagt og langsiktig utredningsvirksomhet på områder der Norge i hovedsaken vil avhenge av utenlandske forskningsresultater og erfaringer. Mer konkret vil dette si en plan for løpende utrednings- og planleggingsvirksomhet om "bakgrunnsverdier", terskelnivåer for skade og om norsk forskning innen disse felter.

Nasjonal innsats på tilveiebringelse av bakgrunnsnivåer og referanseverdier fremstår som en prioritert arbeidsoppgave bare i de tilfeller man har pålitelige analysemetoder. Slik virksomhet bør av kapasitetsgrunner begrenses til utvalgte representative steder og prøvetyper. Tidligere planer om en miljøprøvebank bør vurderes på nytt.

## 2. BAKGRUNN OG FORMÅL

Statens forurensningstilsyn gjennomfører et utredningsprosjekt som har til formål skaffe oversikt over omfang og betydning av miljøgiftbelastningen i Norge. Prosjektet skal danne grunnlag for SFTs fremtidige arbeid på feltet. Hovedprosjektet er organisert som flere delprosjekter.

Hovedmålsetningen med dette delprosjektet er å gi en oversikt over større vannforekomster i Norge som har miljøgiftbelastning, omfanget av denne og hvilke stoffer som skaper de største problemene.

Delprosjektet er gjennomført i to faser:

- Fase 1 omfattet en litteratursammenstilling for finne fram til aktuelle publikasjoner og ble rapportert som en statusrapport.
- Fase 2 omfattet komplettering av Fase 1, systematisering og bearbeiding av data. Foreliggende dokument rapporterer fase 1 og 2.

## 3. GJENNOMFØRING

Fase 1 ga ca.400 referanser ut fra litteratursøk (FOU-basen og NIVA-basen) og interne/eksterne kontakter. I litteratursøket ble følgende emneord brukt: metall, tungmetall, miljøgift, polyaro, polysyk, polymek, benzo(a)pyr, klorer, brom, fluor, halogenert, pestisider, DDT, DDE, PCB, lindan, endosulfan, dioxin, methoxyklor, BHC, HCH, HCB, EDC-tjære.

Følgende eksterne institusjoner er kontaktet:

Agder Disriktshøgskole, kjemiavdelingen  
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt  
Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt  
IKU  
NGU  
SI  
SIFF  
SINTEF  
Universitetet i Bergen, Biologisk institutt  
Universitetet i Bergen, Geologisk institutt



Universitetet i Bergen, Kjemisk institutt  
 Universitetet i Oslo, Kjemisk institutt  
 Universitetet i Oslo, Institutt for marin zoologi og kjemi  
 Universitetet i Trondheim, Allmenvitenskaplig høgskole  
 Universitetet i Tromsø, Institutt for geologi  
 Universitetet i Tromsø, Institutt for matematisk realfag  
 Norges Veterinærhøgskole  
 Veterinærinstituttet

Referansene er punchet inn på en database (ved hjelp av FICS). I dag kan det gis utskrifter etter følgende katalogiseringer:

- årstall
- forfatter
- emneordene:
  - fv = ferskvann (dvs.vannmasser)
  - fs = ferskvannssedimenter
  - fo = ferskvannsorganismer
  - sv = saltvann (dvs.vannmasser)
  - ss = saltvannssedimenter
  - so = saltvannsorganismer
  - gn = generelle oversikter
  - li = litteraturoversikt
  - me = metodebeskrivelse

Samtlige referanser i database er gitt i litteraturlisten.

For at fase 2 skulle være innenfor de gitte økonomiske rammene var det viktig at det ble gjort prioriteringer i arbeidet. I samråd med SFT er følgende prioriteringer gjort:

- Arbeidet ble delt i en stedsdel og en stoffdel hvor stedsdelen ble arbeidsmessig prioritert. Rapporteringen blir derfor konsentrert om hvilke områder som har miljøgiftproblemer, type/størrelse av disse og eventuelle konsekvenser.
- Det ble konsentrert om problemområder. Dette medfører at det ble foretatt et utvalg av vannforekomster med de antatt største skader eller brukerkonflikter.
- I utgangspunktet er kun siste opplysninger om vedkommende stoff fra den aktuelle vannforekomst tatt med. Hvis det foreligger flere undersøkelser som viser en trend, er disse inkludert. Åpenbart metodisk usikre data er ikke med.
- Stoffvalget er begrenset til de prioriterte stoffer/stoffgrupper på

SFTs foreløpige liste over miljøgifter (se kap.4). Følgelig inngår ikke data om oljeforurensning eller radioaktivitet, som begge er gjenstand for egen behandling av forurensningsmyndighetene og andre berørte etater. (Utslipp av miljøgifter innen den oljerelaterte sektor er derimot inkludert.) Heller ikke inngår større belastninger med industriavfall som ikke kommer inn under miljøgiftbegrepet (eks.: jern/syreutslippet i Glomma.)

Rapporten er bygd opp i tre hovednivåer. Nivå 1 gir en oversikt i tabellform over områder, problemtype (metall, organiske klorforbindelser, PAH) og problem-størrelse (moderat, markert, stor), se tabell 2 og 3.

Nivå 2 supplerer nivå 1 med tekst og gir informasjon om utbredelse og eventuelle konsekvenser.

I denne generelle vurderingen av problemtype er det forsøkt å ta i betraktning: a) størrelse på det influerte området, b) hvilke medier (d.v.s., vann, sediment og organismer) er påvirket og c) hvilke stoffer som er involvert. Angivelse av størrelsen av vedkommende problemtype i hvert området er dels basert på antatte overkonsentrasjoner og dels en skjønsmessig vurdering.

Overkonsentrasjoner er relative til antatte "normalnivåer". Disse nivåene er noe varierende avhengig bl.a. av hvilken litteratur man har hentet dem fra. Selve begrepet "normalnivåer" er i utgangspunktet vanskelig definerbart og må i realiteten ses som et konsentrasjonsintervall. På grunn av dette og de ovennevnte betraktninger, kan det være vanskelig å gjøre en felles vurdering av ulike lokaliteter, kanskje spesielt i saltvann (ulike grad av diffus påvirkning med ofte noe forurenset ferskvann). Derfor er det i tillegg til kommentarer gitt under nivå 2. utarbeidet i tabellform veiledende "normalnivåer" for miljøgifter i sjøvann, marine sedimenter og marine organismer (vedlegg D). For ferskvannsmiljøet er det foreløpig sparsommere med systematiserte data om "bakgrunnsnivåer", og her innskrenker denne delen seg til en sammenstilling om metaller i moser og fastsittende alger (vedlegg C). Arbeidet med sammenstilling av bakgrunnsnivåer i ulike medier foregår parallelt, og mer informasjon om dette vil bli tilgjengelig om kort tid (kfr. Vedlegg E). Det er mulig at det da vil være formålstjenlig med noe revisjon av nærværende rapport, både mht. vurderinger og detaljer i presentasjonsformen.

Nivå 3 rapporterer de enkelte publikasjonene i form av skjemaer over konsentrasjoner osv. (vedlegg A og B, rapport 2). Referansene på skjemaene er gitt i sin fullstendige form på litteraturlisten.

Data vedrørende konsentrasjoner i mediet saltvann er i stor grad blitt utelatt i denne utredningen. Dette skyldes dels at det er sparsomt med pålitelige observasjoner (utilstrekkelig analyse- og prøvetakningsmetodikk) og at tallene er mindre representative i i tid og rom enn data fra sediment- og organisme-undersøkelser. Også for ferskvann bør data om konsentrasjoner tas med forbehold (delvis forskjellig metodikk og ikke tilstrekkelig hensyntagen til betydningen av metallenes tilstandsform).

#### 4. FORELØPIG LISTE OVER PRIORITERTE MILJØGIFTER I VANN

Bl.a. etter kommentarer på møter i SFT's referansegruppe for miljøgifter og ved Nordisk seminar om miljøgifter 13-14 1986, er listen i tabell 1 en noe korrigert og revidert utgave av den opprinnelige som ble presentert i instituttets arbeidsnotat av 24/1 1986. Prioriteringen av stoffene innskrenker seg til en oppdeling i 2 grupper pluss en gruppe for nærmere vurdering (se tabell 1).

Det opprinnelige forslaget er utarbeidet ved et gruppearbeid på NIVA ut fra eksisterende kunnskaper (Knutzen og medarb. 1986), og med bakgrunn i et sett egenskapskriterier og et sett forekomstkriterier (kfr. kolonnene i tabell 1):

Egenskapskriteriene (ikke prioritert rekkefølge) er:

- A: Akutt toksisitet
- B: Persistens
- C: Bioakkumulering
- D: Kroniske effekter (mutagen, cancerogen, teratogen o.a.)

I prinsippet bør egenskaper som persistens (bestandighet) og tilbøyelighet til bioakkumulering (særlig oppkonsentrering langs næringskjeder) tillegges størst vekt. Imidlertid er det et problem å tallfeste den innbyrdes vektlegging mellom de fire egenskapskriteriene.

Forekomstkriteriene er:

- I Stoffer som vi vet gjør skade i Norge, inklusiv å interferere med brukerinteresser i vid forstand.
- II De vi vet finnes i vårt land og som mistenkes å gjøre skade.
- III Stoffer som er eller kan være et problem andre steder, og som vi ikke kjenner utbredelse og nivå av i Norge.
- IV "Nye" miljøgifter som dannes ved industrielle prosesser ved norske bedrifter, men som er utilstrekkelig kjent på grunn av manglende karakterisering av industrielt avløpsvann.
- V Tilfeller av at (uoversiktlig) mange giftige stoffer forekommer

sammen (industrielt avløpsvann - bransjer).

Kategori V er tatt med fordi en streng kjemisk tolkning av "stoff/stoffgruppe" dels impliserer innsikt som ikke i fullt monn er til stede, dels ser bort fra en realitet som både møtes i praksis og som er gjenstand for berettiget teoretisk spekulasjon: samvirke mellom flere miljøgifter. Betrakning av det samlede avløp (eventuelt delstrømmer) fra aktuelle problembansjer (problemprosser) garderer mot en for ensidig teoretisk angrepsvinkel. Kriteriet V er kommet til anvendelse der man står overfor kompliserte stoffblandinger i avløpsvann som hittil bare er delvis karakterisert, eller der en gruppe stoffer regelmessig forekommer sammen i en varierende blanding. Eksempler er blekeriavløp, vaske- og løsningsmidler.

Kriterium V overlapper med de øvrige (I-IV). For oversiktighetens skyld er derfor bare I-IV brukt ved den summariske begrunnelsen i tabell 1. Utfyllende kommentarer til de fleste av stoffene/-stoffgruppene gis i kap. 5.

Av tabell 1 ses også at det delvis er valgt å betrakte grupper av nær beslektede stoffer under ett. Flere av disse tilfellene reflekterer generelt ufullstendige kunnskaper og/eller behov for en nasjonal opprusting av kompetanse.

Når olje/oljederivater og radioaktive nuklider ikke er med på listen, har dette som nevnt ovenfor vesentlig en administrativ begrunnelse.

Listen må betraktes som foreløpig (fremdeles under vurdering).

Tabell 1. Foreløpig liste over stoffer/stoffgrupper prioritert i to grupper samt en gruppe for nærmere vurdering etter kriteriene I-IV og A-D (se tekst).

- ? markerer manglende opplysninger eller kunnskaper  
 ( ) indikerer i moderat grad eller usikkerhet mht. vedkommende kriterier  
 [ ] markerer tvil mht. gruppeplassering (bytte gruppe eller om stoffet bør være med)

Stoff	I	II	III	IV	A	B	C <sup>1</sup>	D
<u>Gruppe 1</u>								
Kvikksølv (særlig metylkvikksølv)	x				x	x	x	x
Kadmium	x				x	x	x	x
Kobber	x				x	x		(x)
Bly	(x)	x			(x)	x	x	x
Sink	x				x	x		
Aluminium	x				x	x		(x)
<u>[Organotinnforbindelser]</u>								
Tributyltinnoksyd, tributyltinnfluorid		(x)	x		x	(x)	(x)	
Trifenyltinnfluorid								
<u>Cancerogene PAH<sup>2</sup></u>								
Benzo(a)pyren	x				x	(x)	(x)	x
Benzo(b)fluoranthren	x				(x)	(x)	(x)	x
Benzo(j)fluoranthren	x				(x)	(x)	(x)	x
<u>Persistente klororganiske I:</u>								
EPOCl (sum persistente klororganiske)	x	x	x	x	(x)	x	x	x
Heksaklorbenzen	x		x		x	x	x	x
Oktaklorstyren	x		(x)		(x)	x	x	x
PCB	(x)	x	x		x	x	x	x
Lindan (γ HCH)		(x)	(x)		x	(x)	(x)	(x)
Klorerte alkylbenzener	x		?	x	(x)	(x)	(x)	?
<u>Klorblekeriavløp</u>								
(med bl.a. polare klorcymener og upolare klorerte fenoler, katekoler og quaiakoler, klorerte ligniner med derivater)	x				x	(x)	(x)	?
<u>Gruppe 2:</u>								
Fluor		x			x	x	(x)	x
Nikkel		x			(x)	x		(x)
[Arsen]		(x)			(x)	x		(x)
Krom		(x)			x	x		(x)
<u>Cancerogene PAH II<sup>3</sup>:</u>								
Benzo(c)fenanthren		x			(x)	(x)	(x)	x
Dibenz(a,h)antracen		x			(x)	(x)	(x)	x

Tabell 1, forts.

Stoff	I	II	III	IV	A	B	C <sup>1</sup>	D
<b>Persistente klororganiske II:</b>								
Klorerte dioksiner		?	(x)		x	x	(x)	(x)
Klorerte dibenzofuraner		?	(x)		x	x	(x)	(x)
[Klorerte parafiner ?] (Gruppe 1?)		x	(x)		(x)	x	x	?
Polyklorerte naftalener			(x)		(x)	x	x	(x)
[Toksafen?] (Gruppe 1?)		x	x		x	(x)	x	x
Clordan		(x)	(x)		(x)	(x)	(x)	?
DDT og nedbrytingsprodukter		(x)	x		(x)	x	x	x
Klorerte benzener unntatt HCB	(x)				?	x	x	?
Klorerte styrener unntatt OCS	(x)				?	x	x	?
Dekaklorbifenyl	x				(x)	x	x	?
EPOBr (sum persistente bromorganiske) <sup>4</sup>	(x)	x			?	x	x	?
[Arylfosfater]		(x)	(x)		(x)	x	(x)	(x)
[Isopropyletylthionocarbamat] <sup>5</sup>		(x)			?	(x)	?	?
<b>FOR NÆRMERE VURDERING</b>								
Herbicider/pesticider i landbruk/skogbruk		x			x?	(x?)	(x?)	x?
Ftalater		(x)			(x)	(x)	(x)	(x)
Avløp fra tekstilindustri		(x)			(x)	?	?	?
Asbest i vannforsyning (ikke drikke- vannaspektet)		(x)			?	(x)	?	x?
NTA (nitrilotrieddiksyre)		(x)			(x)	x	(x)	x
Raffineriavløp	(x)				(x)		(x)	(x)
Vaskemidler/løsningsmidler		(x)			x	(x)	?	?
Sølv		(x)			x	x		?
Indium		(x)			x	x		?
Beryllium		(x)			x	x		?
Alkylfenoletoxylater m. nedbrytn.prod. (Nonylfenol o.a.)								
Alkylbenzosulfonater								

1) Alle de nevnte metaller akkumulerer i organismer under vedvarende belastning, men det er bare krysset av for de elementer og forbindelser der dette må anses å være et problem. Oppkonsentreringer langs næringskjeder gjelder sannsynligvis vesentlig for kvikksølv, muligens også kadmium (fugl og pattedyr som lever av forurenset fisk, skjell og krepsdyr).

2) De mengdemessig mest betydningsfulle i gassvaskeavløp fra smelteverk.

3) Like sterkt kreftfremkallende som benzo(a)pyren, men av mer sporadisk (usikker) forekomst og i betydelig mindre mengder.

4) Dannes bl.a. ved reaksjon mellom klororganiske forbindelser og sjøvann.

5) Syntetisk flotasjonskemikalium med relativ høy persistens. Påvist i vann flere km fra kildene. Har i de senere år erstattet de før vanlige "pine oils" og xanthater. Mange tonn slipper årlig ut fra norske kisoppredningsverk.

## 5. UTVALGTE STOFFERS RELASJON TIL DET AKVATISKE MILJØ OG BRUKERINTERESSER

I det følgende gjengis summarisk det som antas å utgjøre hovedproblemene forbundet med forekomst av utvalgte stoffer og stoffgrupper fra listen i kap. 4.

### Kvikksølv

Kvikksølv knyttes lett til sulfhydrylgrupper på proteiner og kan derved nedsette aktiviteten til enzymer. Blant de alvorligste subletale effekter hos mennesker og hvirveldyr er forstyrrelser i sentralnervesystemet (methylkvikksølv gjennomtrenger blod-hjerne barrieren).

Direkte giftvirkning fra forurenset vann og sedimenter antas lite aktuelt (svært begrensede områder, episodisk). Akkumulering av methylkvikksølv og resulterende kroniske giftvirkninger fra små doser over lang tid utgjør hovedproblemet. Mest utsatt er toppleddene i akvatiske næringskjeder (sjøfugl/rovfugl muligens også pattedyr som sel, mink, oter). Bestandstruende effekter i regionalt omfang er så vidt vites bare sannsynliggjort for enkelte arter av fugl.

Det er mange eksempler på lokale, delvis regionale begrensninger på rekreasjons-, fiske- og akvakulturinteresser på grunn av helsemessig betenkelig høyt innhold av kvikksølv i fisk og skjell. I Norge kan nevnes Frierfjorden og Sørfjorden, samt stor ørret og gjedde i enkelte innsjøer/vassdrag. Regional kartlegging av kvikksølv i fisk mangler i vårt land, derved også grunnlag for å vurdere mulig risiko knyttet til lufttransport og mobilisering av kvikksølv ved forsurening.

### Kadmium

Dette metall har meget lang oppholdstid i kroppen (halveringstid 10-20 år). Akkumulering hos pattedyr skjer i bl.a. lever og nyre. Forstyrrelse av nyrefunksjonen og dermed sammenhengende skader på benvev utgjør sannsynligvis den største risiko ved kadmiumeksponering hos pattedyr.

Direkte (akutte) giftvirkninger av kadmium overfor akvatiske



organismer er bare sannsynlig nær enkelte utslipp i fjorder og ved gruveavrenning. Kroniske virkninger på dyr som inngår i akvatiske næringskjeder er kjent bl.a. i form av ryggradskrumning hos fisk. Det må antas at dette også kan bevirke reduserte bestander.

Til tross for disse dokumenterte giftvirkninger er sannsynligvis akkumulering av kadmium i spiselige organismer det største problemet. En del saltvannsorganismer (særlig krepsdyr, men også muslinger) har høyt naturlig innhold av kadmium, til dels over grenseverdier ellers anbefalt for næringsmidler. Følgelig er det fiske (krepsdyr), akvakultur og rekreasjon som er de mest utsatte brukerinteresser. I Norge er det særlig Sørfjorden og Hardangerfjorden som er et eksempel på dette, men også resipienter for gruveavløp og gassvaskevann fra smelteverk er utsatt.

### Bly

Direkte giftvirkning i vannmiljøet inntreffer først ved konsentrasjon relativt høyt over bakgrunnsnivået, slik at denne form for risiko må anses liten, selv nær utslipp. (Blyhagl utgjør et spesialtilfelle som krever oppmerksomhet og antagelig tiltak i en del vannforekomster.) Oppkonsentrering langs næringskjeder er heller ikke kjent (kort halveringstid i bløtt vev, benvev som hovedlager). Grenseverdier for bly i mat skyldes gardering mot risiko for subletale effekter, først og fremst i nervesystemet. Særlig barn er utsatt for hjernesker ved blyeksponering.

Selv om absorpsjonen av bly fra tarmen er lav, antas blyinnholdet i spiselige organismer å være mer kritisk enn økosystemeffekter (annet enn lokalt ved utslipp og gruveavrenning). Imidlertid har blyinnholdet i ferskvann og kystnære områder gjennomgått en betydelig generell økning (ofte flerdobling) på grunn av bilavgasser, veiavrenning og atmosfærisk nedfall. Konsekvensene av dette for akvatiske samfunn er ukjent (f.eks. hva angår mulig blyakkumulering og eventuell hjernesker hos sjøfugl og fiskeetende pattedyr). Følgelig er det også av hensyn til det akvatiske miljø påkrevet med en restriktiv holdning mht. spredning av bly til omgivelsene.

I Norge er de viktigste punktkildene gruveavrenning (ferskvann), dessuten oppredningsverk og et sinkverk (saltvann).

### Kobber

Dette metall har meget høy akutt giftighet overfor flere typer av organismer, bl.a. fisk og planktonalger (for enkelte av sistnevnte omkring metalllets bakgrunnsnivå, avhengig av tilstandsform). Akkumulering skjer i betydelig grad i planter, mer varierende i dyr (moderat i fisk). Oppkonsentrering langs næringskjeder skjer ikke eller i ubetydelig grad. Av ovenstående følger at de akutte effekter fra punktkilder er mest betenkelig, dernest mulige kroniske effekter direkte fra kobber i vann og særlig sedimenter (slik det er sannsynliggjort fra siste års sammenstilling av overvåkingsresultater fra en rekke fjorder).

Punktkilder er i vårt land vesentlig gruveavrenning, og i saltvanns resipienter dessuten oppredningsverk, smelteverk og elektrokjemisk industri.

### Sink

For sink gjelder generelt det samme som nevnt under kobber, men sink er betydelig mindre giftig overfor de fleste akvatiske organismer. Imidlertid ledsages sinkbelastning som regel av kadmium. Akvatiske økosystemer og brukerinteresser knyttet til vann kan anses beskyttet når det tas hensyn til akutte og kroniske effekter av direkte karakter (fra vann, eventuelt via sedimenter).

Viktigste punktkilder er gruveavrenning, oppredningsverk, et sinkverk og en del smelteverk og annen metallindustri. (Tilførsel fra galvanotekniske bedrifter antas nå å være på et betryggende nivå.)

### Aluminium

Forsurning mobiliserer aluminium, som ved lav pH (ca 5.0) er giftig overfor fisk o.a. i lave konsentrasjoner, og som dessuten mistenkes å kunne ha helsemessige konsekvenser. Problemet har stort omfang i Sør-Norge og representerer den største manifesterte miljøgiftskade i landet.

### Krom

Krom kan eksistere i to oksidasjonstrinn i vann - III og VI, hvorav sistnevnte er mest giftig. Imidlertid er det vanskelig å bestemme andelen av de to tilstandsformene, som dessuten kan gå over i

hverandre under ulike, og foreløpig mangelfullt definerte forhold. Inntil slike forhold er avklart må derfor sum oppløst krom tas i betraktning.

I likhet med de tidligere behandlede metaller kan krom(VI) være giftig ved såvidt lave konsentrasjoner som 10-100 µg/l, som imidlertid er høyt over naturlige nivåer. Planter og hvirvelløse dyr kan akkumulere krom i betydelig grad, men det er liten eller ingen risiko for oppkonsentrering langs næringskjeder.

Med avløp fra galvanoteknisk industri under kontroll er det bare få vannforekomster i Norge som berøres av krombelastning i en grad som kan være betenkelig (Glomma/Hvaler). Det er imidlertid behov for å få bedre kunnskaper om mulige effekter fra tidligere og eksisterende garveriavløp. Det samme kan gjelde enkelte malingfabrikker.

### Nikkel

Direkte akutt eller kronisk giftvirkning fra vannets innhold av nikkel synes å være den mest kritiske faktor, idet oppkonsentrering fra næringskjeder ikke er kjent å representere noen trusel, hverken mot toppleddene i akvatiske næringskjeder eller fra et helsemessig synspunkt (nikkel i spiselige organismer).

En god del nikkel tilføres vann via atmosfæren (forbrenning av olje), mens antallet større punktkilder i Norge er begrenset til et nikkelverk med utslipp i Kristiansandsfjorden.

### Arsen

Virkningene av arsen har med jevne mellomrom vært fokusert, men synes ikke å representere noen vesentlig risiko i det vanndige miljø, med unntak for lokale resipienter. Disse er fåtallige i Norge og av moderat størrelse etter reduksjonen av utslippet i Kristiansandsfjorden (Ranafjorden?). Ved gruveavløp som inneholder arsen synes giftvirkninger å være tilstrekkelig forklart ved kobber og sink. Lokalt kan dumping av impregneringsvæske ha betydning.

### Organo-tinn

Flere organiske tinnforbindelser benyttes som begroingshindrende middel i skipsmaling. Ved undersøkelser i utlandet er giftvirkning konstatert på snegl og muslinger ved så lave konsentrasjoner som ned mot 1 µg/l (enda lavere overfor enkelte andre organismer).

Orienterende analyser av sedimenter i en større småbåthavn i Norge har ikke vist alarmerende verdier, men det er også behov for informasjon om akkumulering i organismer.

### Øvrige metaller

For disse mangler i stor grad opplysninger både om giftighet, akkumuleringsegenskaper og kilder. Ingen større punktkilder har vært fokusert i Norge (unntatt for jern (Glomma) - et spesialtilfelle som underkastes egen behandling).

### Fluor

Fluor er et av de stoffene som i hvertfall overfor enkelte saltvannsorganismer har vist seg giftig i konsentrasjoner mindre enn en størrelsesorden over det naturlige nivå. (Absoluttnivåene for skade er likevel lavest i ferskvann, kfr. det generelt sett betydelig lavere fluoridinnhold i ferskvann jevnført med saltvann). Akkumuleringsegenskapene er utilstrekkelig kjent, men enkelte resultater kan tyde på at fastsittende marine alger akkumulerer mer enn 1:1 proporsjonalt med konsentrasjonsøkningen i vannet. Eventuell akkumulering i dyr og oppkonsentrering langs næringskjeder er lite studert, men forhøyede konsentrasjoner er konstatert i fiskefilet ved bruk av fôr med høyt innhold av fluorid. Fluorinnholdet i spiselige marine organismer har interesse ut fra både helsemessig synsvinkel og næringslivinteresser.

### Persistente klororganiske forbindelser (PCB, HCB, DDT, etc.)

Forskjellige organiske forbindelser med midlere molekylstørrelse (opp til molvekt 600-1000) og med et høyt innhold av klor har generelt vist seg å ha et høyt akkumuleringspotensial og i noen tilfeller oppkonsentreres langs næringskjeder. Særlig utsatt for oppkonsentrering er dyr som får det vesentlige av sitt inntak via føden (sjøfugl, rovfugl, sel, oter, mink).

Virkningene på utsatte organismer er fremdeles utilstrekkelig kjent og uoversiktlig, men mangfoldig og sterkt betenkelig: forstyrrelse av hormon-, sanse- og nervefunksjoner, dessuten innvirkning på blodsirkulasjonen. Enkelte av stoffene er i tillegg konstatert å kunne påvirke arvestoffet og være kreftfremkallende. Gjennomtrengning av barrieren mellom livmoren og fosteret må også nevnes. Resultatet av dette kan ha bestandstruende omfang (eggskallfortynnelse hos fugl, forplantningsevne hos sel), dessuten medføre storskala dyreplageri (sel/Østersjøen).

Helsemessige forhold, rekreasjons- og næringsinteresser kan sterkt berøres ved opphoping av slike stoffer i spiselige organismer.

Selv om noen av stoffene også viser akutt giftighet overfor enkelte arter i lave konsentrasjoner (PCB, klorerte dioksiner, klorerte dibenzofuraner) er vannløseligheten så liten at det er skader ved lang eksponering og/eller forårsaket av stadig høyere konsentrasjoner i fettholdig vev (bl.a. nerveceller og kjertler) som representerer den egentlige risiko.

De aktuelle stoffene har noe forskjellig giftighets- og akkumuleringsegenskaper, men med våre nåværende kunnskaper er det påkrevet med generell aktsomhet og restriktiv holdning til alle som inngår i denne gruppen (DDT med nedbrytningsprodukter og kjemisk nærstående forbindelser, PCB, toksafen, klordan, klorerte benzener, styrener, parafiner, naftalener, dioksiner, dibenzofuraner). I denne forbindelse må anvendeligheten av sumvariabelen EPOC1 (ekstraherbart persistent organisk bundet klor) vurderes.

Foruten atmosfærisk tilførsel må tas i betraktning lokale diffuse kilder (all forbrenning av klorholdig materiale, særlig ved nærvær av kull), avfallsdeponier (PCB i gamle transformatorer og kondensatorer), videre forurensninger i industrikjemikalier (f.eks. klorfenoler).

I Norge har man et par større punktkilder for heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren, klorerte alkylbenzener m.m. som har foranledighet advarsel mot å spise fisk og skaldyr (Kristiansandsfjorden, Frierfjorden). Nevnes må også påvisningen av de giftigste blant gruppen klorerte dibenzofuraner og dioksiner i fisk fra Kristiansandsfjorden, dessuten at disse stoffene opptrer i resipienter for avløp fra klorblekerier.

Som punktkilder kan også betraktes bruken av lindan mot barkbiller i tømmeropplag. Bruken av klorerte hydrokarboner som pesticider i landbruket er ellers begrenset.

#### Brom-organiske forbindelser

I prinsippet må organobromforbindelser betraktes på linje med klororganiske stoffer, men virkningen er lite studert og punktkilder er ikke kjent i Norge (med forbehold for Kristiansandsfjorden og Frierfjorden, der det imidlertid er uklart i hvilken grad forekomsten skyldes klororganiske forbindelsers reaksjon med brom ved utslipp i

sjøvann).

### Klorblekeriavløp

Avløpsvannet fra klorblekerier utgjør en kompleks og varierende sammensetning (bl.a. avhengig av om det dreier seg om sulfitt- eller sulfatcellulose, videre av celluloseens lignininnhold og dermed klorbehovet). Inntil det er bedre belyst hvilke stoffer som representerer den største risiko bør derfor blekeriavløp ses på under ett. Et stort innslag utgjør flyktige klor- og bromforbindelser, samt andre lavmolekylære stoffer som klorerte fenoler, guaiakoler og katekoler og de mindre vannløselige klorerte cymener og ligninderivater. I resipientene omdannes også klorerte guaiakoler og klorerte ligniner bakterielt til klorerte veratroler og anisoler. De sistnevnte er mer bestandige enn guaiakolene og mer bioakkumulerende enn ligninene.

Norge har store blekeriutslipp i Iddefjorden, Glomma og Oslofjorden (Tofte). Alle disse blekeriavløpene er utilstrekkelig karakterisert (nå påbegynt for Iddefjordutslippets vedkommende) og resipientforholdene tilsvarende dårlig belyst. Senere tids påvisning i Sverige av de sterkt giftige klorerte dibenzofuraner og dioksiner aktualiserer ytterligere at disse resipienter ofres mer oppmerksomhet.

### Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

Denne gruppen av tjærestoffer omfatter flere potensielt kreftfremkallende stoffer (bl.a. benzo(a)pyren, benzo(c)fenantren, dibenz(a,h,)antracen og benzo(b,j)fluoranten). Selv om enkelte PAH er påvist å ha virkning i lave konsentrasjoner, er det konsekvensene av PAH-akkumulering i spiselige organismer som er årsak til størst bekymring (begrensninger på rekreasjon, fiske og akvakultur). Forekomst av PAH i mat må anses generelt uønsket, men foreløpig er det ikke noe bestemt epidemiologisk eller annet medisinsk grunnlag for å påstå en sammenheng mellom overhyppighet av f.eks. mavekreft og høyere PAH-inntak enn vanlig gjennom føden (i motsetning til det som gjelder PAH-eksponering via luft og lungekreft).

Oppkonsentrering langs næringskjeder finner ikke sted i noen grad som kan sette høyere ledd i kjedene i fare, idet særlig hvirveldyr har god evne til omsetning og påfølgende utskillelse av nedbrytningsproduktene. Imidlertid kan særlig muslinger akkumulere PAH til 2-3 størrelsesordner (10-potenser) over bakgrunnskonsentrasjoner. Betydelige overkonsentrasjoner kan også opptre i krepsdyr og noen ganger i fisk.

Virkningene på akvatiske organismer er generelt dårlig undersøkt. Særlig gjelder dette en nærliggende hypotese om sammenheng mellom overhyppighet av sår og svulster hos fisk ved intim kontakt med PAH-forurensede sedimenter (slik som i mange estuarer og eller nær større utslipp). I det siste er det imidlertid kommet enkelte rapporter, både fra felt- og laboratoriestudier, som sannsynliggjør slike skader.

Norge har en rekke store punktutslipp av PAH til fjorder ved gassvaskevann fra smelteverk med Søderbergelektroder (jernverk, aluminiumsverk, ferromanganverk), dessuten fra produksjon av anoder og koks. Virkningene i form av overkonsentrasjoner i muslinger kan i flere tilfeller spores 10-20 og opp til 50 km fra kilden.

Polyaromater med oksygen, svovel eller nitrogen i ringstrukturen vil ofte forekomme sammen med PAH (samme kilder), men oftest i lavere konsentrasjoner i det akvatiske miljø. Også slike heterosykliske forbindelser omfatter en del forbindelser med kreftfremkallende egenskaper, (bl.a. enkelte nitrogenholdige substanser - azaarener). Gruppen er ofret vesentlig mindre oppmerksomhet enn PAH, og behovet for utredninger og eventuelt nærmere undersøkelser bør vurderes. (Imidlertid er det sannsynlig at eventuelle farer for skade er mer knyttet til luft- enn vannforurensning).

#### Herbicider og pesticider

Dette er en gruppe uensartede stoffer, hvis betydning i lokalt utsatte vannforekomster har vært gjenstand for liten oppmerksomhet. Selv om det er streng kontroll med bruken av stoffene (Giftnemda, Statens Plantevern), kan det være behov for vurderinger og eventuelt utredninger om mulige konsekvenser for vannlevende organismer.

#### Øvrige stoffer og stoffgrupper

For de stoffer/grupper som står oppført på listen i kap. 4, men som ikke er kommentert ovenfor, synes det først å være behov for en nærmere drøftelse av om de overhodet bør figurere på en liste over prioriterte miljøgifttemaer i vann. Eventuelt bør det tilgjengelige materialet om bruk i Norge og utenlandske erfaringer sammenstilles som grunnlag for slike vurderinger. Dette gjelder:

- Ftalater - Avløp fra tekstilindustri - Arylfosfater (uaktuelle p.g.a. liten bruk?) - Alkylfenoletoxylater og deres muligens meget

persistente nedbrytningsprodukter (nonylfenol o.a.) - Alkylbenzo-  
sulfonater - NTA - Kjemikalier i løsningsmidler - Isopropylethyl-  
thionocarbamat

I arbeidet så langt synes det ikke fremkommet tilstrekkelig begrunnel-  
ser hverken for eller mot å inkludere eller utelate de som her er  
nevnt. For alkylfenoletoksylder - tensider med stor anvendelse for å  
hindre smussavsetninger i maskiner - kan imidlertid henvises til en  
nylig svensk rapport (Naturvårdsverket, Rapport 3024, mai 1986). Av  
rapporten fremgår bl.a. at de delvis bestandige nedbrytningsproduktene  
har høyt potensial for bioakkumulering, og at dette i betraktning av  
stort industrielt forbruk er verd oppmerksomhet.



## 6. OVERSIKT VEDRØRENDE OMRÅDER, PROBLEMTYPER OG FORURESNINGSGRAD

Oversikt over de viktigste områder der miljøgiftproblemer gjør seg gjeldende i Norge er gitt i tabell 2 og 3, henholdsvis for vassdrag/-innsjøer og for fjorder/kystfarvann. Forbeholdet som ligger i uttrykket bare de antatt "viktigste områder" har særlig betydning for tabell 2, idet vi i Norge har en rekke små vannforkomster som er påvirket fra tidligere gruvevirksomhet. Begrunnelsen for å utelate slike tilfeller er primært at det ikke kan regnes med at vesentlige brukerinteresser er berørt, samt det store antallet (praktiske grunner). Nedenfor følger kommentarer til hovedområdene nevnt i tabell 2 og tabell 3.

Referanser er utelatt i tabellene og i stor grad også i de etterfølgende kommentarer av tekniske og presentasjonsmessige grunner. Tabellene og kommentarene er basert på skjemaene i vedlegg A og B; der de aktuelle referanser er gitt.

Tabellene angir en skala for forurensningsgraden:

- + moderat
- ++ markert
- +++ stor

Denne graderingen representerer en skjønnmessig vurdering, der det er tatt hensyn til:

- Påvirkningens art. (Kvikksølv, kadmium og persistente klororganiske forbindelser betraktet som mest alvorlig under ellers like betingelser. Det vil f.eks. si at ved en og samme overkonsentrasjon for kvikksølv og sink, betrakter førstnevnte som mest alvorlig).
- Eventuelle tilstedeværelse av giftvirkninger (konstaterte økologiske skader).
- Grad av registrerte overkonsentrasjoner (dvs. i forhold til et mer eller mindre godt kjent "normalintervall").
- Skadene eller overkonsentrasjonenes geografiske utbredelse.
- Størrelser og betydning av de rammede brukerinteresser.

Den viktigste innvendingen mot en skjønsmessige vurderingen av denne typen er at den er personavhengige, ikke bare hva angår individuelle og gruppe-tilhørende kvalifikasjoner, mens også mht. til innbyrdes vektlegging av ovennevnte problemtyper/skader; dertil av nyanser i sprogbruk. Dette er ingen tilfredstillende situasjon, men den har foreløpig ingen åpenbare løsninger. Problemet krever egne diskusjoner og overveielser i et omfang som ligger utenfor den foreliggende oppgavens ramme, men som aktualiseres ved forvaltningens prioritering av oppgaver innen det fortsatte arbeidet med miljøgifter.

Det er forsøkt å antyde utbredelse av miljøgiftproblemer i form av geografiske avgrensninger (distanser og arealer). Noenlunde sikre angivelser av denne art kan på det eksisterende kunnskapsgrunnlag bare gis for overkonsentrasjoner, i mindre grad for økologiske skader og konflikt med brukerinteressene (helsemessige konsekvenser av overkonsentrasjoner i spiselige organismer, etc.). Dette skyldes dels innflytelse fra andre stressfaktorer enn miljøgifter, dels manglende grenserverdier for helsemessige konsekvenser eller økologisk skade, dels utilstrekkelig kartlegging av miljøgiftenes nivå og utbredelse i ulike medier.

6.1 Elver og innsjøer

Et summarisk sammendrag av skjemaopplysningene i vedlegg A er gitt i tabell 2.

Tabell 2. Oversikt over områder, problemtypen og -størrelsen av miljøgifter i norske vassdrag.

+ moderat ++ markert +++ stor Skade kode:  
 ( ) begrenset område påvirket A : økologisk skade  
 < > gammel undersøkelse B : akkumulering  
 ? antatt, ikke undersøkt tilstrekkelig C : helserisiko, fiske/rekreasjon skade

Sted (ferskvann)	Miljøgifter				Medium	Skade kode
	metaller	org.kl.	PAH	andre		
RØROSOMRÅDET . . . . .						
Glomma ned. til. . . . .						
Bellingmo . . . . .	++ .Cu, Zn, Cd, Pb.				vann, moser . . . . .	A, B. . . . .
Orva . . . . .	+++ .Cu, Zn, Cd, Pb.				vann, moser . . . . .	A, B, C. . . . .
Hitterelva-Håelva. . . . .	+++ .Cu, Zn, Cd . . . . .				vann, moser . . . . .	A, B. . . . .
FOLLA . . . . .						
Follshaugmoen. . . . .	+++ .Cu, Zn, Cd . . . . .				vann, moser. . . . .	A, B, C. . . . .
Gjelten bru. . . . .	++ .Cu, Zn, Cd . . . . .				vann, moser. . . . .	A, B. . . . .
GLOMMA. . . . .						
n. for Sarpsfossen. . . . .	++ .Hg . . . . .	<+>			fisk, . . . . .	B. . . . .
MJØSA . . . . .						
. . . . .	+++ .Hg . . . . .				fisk, (stor) . . . . .	B, C. . . . .
. . . . .	++ .Hg . . . . .				sediment. . . . .	B. . . . .
ved Hunselva . . . . .		+			fisk, . . . . .	A, B, C. . . . .
.Hunselva . . . . .	+++ Cu, Cr . . . . .				vann. . . . .	A, B, C. . . . .
TYRIFJORDEN . . . . .						
. . . . .	++ .Hg . . . . .	++			sediment, . . . . .	B. . . . .
Storelva . . . . .	+++ .Hg . . . . .	+			fisk(stor). . . . .	B, C. . . . .
Skjærdalselva. . . . .	+++ .Ni, Cu. . . . .				vann, moser. . . . .	A, B, C. . . . .
Henoa. . . . .	++ .Ni, Cu. . . . .				moser . . . . .	A, B. . . . .
HEDDALSVATN . . . . .						
utløp. . . . .			++		vann. . . . .	B. . . . .
. . . . .	++ .Hg, Cd. . . . .		+++		sediment. . . . .	B. . . . .
KAMMERFOSELVA. . . . .						
. . . . .	++ Hg . . . . .				fisk. . . . .	B. . . . .
OTRA. . . . .						
.Vennesla . . . . .		+++			fisk. . . . .	A, B, C. . . . .
ORKLA . . . . .						
.Svorkmo og nedover	+++ Cu, Zn, Cd. . . . .				vann. . . . .	A, B, C. . . . .
.sideelv Ya . . . . .	+++ Cu, . . . . .				vann. . . . .	A, B, C. . . . .
.sideelv Skauma . . . . .	++ .Cu, Zn, Cd. . . . .				vann. . . . .	A, B. . . . .
.sideelv Vorma. . . . .	++ .Cu, Zn, Cd. . . . .				vann. . . . .	A, B. . . . .

Tabell 2 forts.

Sted (ferskvann)	Miljøgifter				Medium	Skade kode
	metaller	org.kl.	PAH	andre		
GAULA . . . . .						
Kjøli-Killingdal .	+++ Cu . . . . .				vann . . . . .	A,B,C.
Killingdal-Reitan.	+++ Cu,Zn,Cd . . . . .				vann . . . . .	A,B,C.
NAMSEN . . . . .						
.Stallvikselva . .	+++ Cu,Zn,Cd . . . . .				vann . . . . .	A,B,C.
.Grøndalselva . .	++ Cu,Zn,Cd . . . . .				vann,fisk . . . . .	A,B.
.Huddingsvassdraget	++ Cu,Zn,Cd . . . . .			slam.	vann . . . . .	A,B.
.n.for Grøndalselva	+ Cu,Zn . . . . .				vann . . . . .	A.
MOLDÅGA/RØSSÅGA . .						
Moldåga . . . . .	++ Pb,Cu,Zn,Cd . . . . .				vann . . . . .	A,B.
Røssåga . . . . .	+ Pb,Cu,Zn,Cd . . . . .				vann . . . . .	B.
Bleikvatn . . . . .	++ Pb,Cu,Zn,Cd . . . . .			slam.	vann . . . . .	A,B.
Bleikvatn . . . . .	++ Pb,Cd . . . . .				fisk . . . . .	A,B.
SULITJELMAVASSDRAG.						
Langvatn . . . . .	+++ Cu,Zn . . . . .			slam.	vann,sediment . . . . .	A,B.
Sjønstaelva . . . .	+++ Cu,Zn . . . . .				vann . . . . .	A,B.
ALTA/KAUTOKEINOVAS.						
Bidjovagge . . . . .	().?. . . . .					
PASSVIKSELVA . . . .						
Bjørnevatn . . . . .	++ Ni . . . . .				sediment . . . . .	B.
Svanvatn . . . . .	++ Hg . . . . .				sediment . . . . .	B.
Svanvatn . . . . .	+++ Hg . . . . .				fisk,(stor) . . . . .	B,C.

### Kommentarer til Tabell 2 (ferskvann)

#### RØROSOMRÅDET

Det er store områder i Øvre Glomma som er påvirket av gruvevirksomhet i Rørosområdet. De nedlagte gravene rundt Røros har store tungmetallutslipp, særlig kobber og sink men også kadmium og bly. Hovedkilden for forurensning er Kongens gruve samt slamdammer. Det forekommer også okerutfelling, f.eks. Orva.

Hovedvassdraget Glomma er markert påvirket ned til Bellingmo. Det har forekommet fiskedød bl.a. nedstrøms utløpet av Orva. Sideelvene Orva og Hitterelva-Håelva har stor påvirkning av tungmetaller. Det forekommer meget høye konsentrasjoner av tungmetaller i forbindelse med regnperioder etter langvarig tørke. Økologisk skade gjør seg gjeldende i Orvsjøen og hele Orva samt Glomma nedstrøms samløpet med Orva (ned til Sundet bru, dvs. ca. 5 km), videre Djupsjøen, hele Hitterelva samt Håelva nedstrøms samløp Hitterelva dvs. ca. 6 km. Dammen på Storwartz er utbedret i 1986 og positiv utvikling er forventet. Forurensningssituasjonen er ellers relativt stabil, men kan forverres

hvis noen av avgangsdammene bryter sammen. Røros bruker infiltrasjonsvann fra bredden av Hittersjøen til drikkevann.

#### FOLLA

Folla er resipient for både gammel og ny gruveindustri. Dagens gruve-drift pågår på Tverrfjellet ved Hjerkin. Tungmetallpåvirkningen i Folla som følge av denne virksomheten er ubetydelig. Lenger ned i vassdraget ved Follidal tettsted er det nedlagte gruveområdet til Follidal Verk lokalisert. Tungmetalltilførslene herfra er meget store (Fe, Cu, Zn, Cd). Tungmetallpåvirkningen i Folla herfra og ned til samløp med Grimsa er stor, en strekning på ca. 15 km. Det er registrert store negative effekter på biologiske forhold (bunndyrfauna og fisk) ved NIVA's stasjon ved Follshaugmoen ca. 11 km nedstrøms Follidal tettsted.

Forhøyede tungmetallkonsentrasjoner kan måles ned til samløpet med Glomma. Under ugunstige fortynningsforhold kan tungmetallkonsentrasjonene til dels være betydelige også nederst i vassdraget. Forurensningstilstanden i Folla er stabil.

#### GLOMMA NEDENFOR SARPSFOSSEN

Sarpsborg/Fredrikstad-området er Norges nest største industri-konsentrasjon med mange forskjellige typer av industrivirksomhet. Bl. a. har A/S Borregaard betydelig utslipp av særlig klororganiske stoffer fra blekerier, men også kvikksølv. Mens de marine områdene ble undersøkt i 1981-82 og delvis viste forhøyet kvikksølvinnhold i fisk, er nedre del av elven ikke undersøkt siden de omfattende studiene av fisk i 1971-73. Disse viste også markert forhøyet Hg-innhold i fisk. Repe-tisjon av denne undersøkelsen er planlagt etter uhell med betydelig kvikksølvutslipp fra Borregaard i 1985.

En undersøkelse av organiske klorforbindelser i fisk i 1979 ( Tveten og Carlberg 1980) viste moderat påvirkning nedenfor Sarpsfossen. En slik undersøkelse bør repeteres og utvides til og bl.a. å omfatte EPOCl. Den kan samordnes med en planlagt undersøkelse ved bl.a. byve-terinæren i Sarpsborg av kvikksølvinnholdet i fisk (foranlediget av at Borregaard i 1985-86 har hatt betydelig høyere utslipp enn fastsatt i konsesjonsbetingelsene).

## MJØSA

En undersøkelse av kvikksølv i fisk fra Mjøsa i 1979-80 hadde vist at større individer av gjedde, lake, abbor og aure hadde kvikksølvinnhold over grensen for fisk til konsum. Nivået hadde ikke endret seg nevneverdig i perioden 1969-79, noe som var ventet etter at bruk av kvikksølv i hovedkilden (treforedlingsindustrien) ble slutt i 1970. I 1983-85 ble det foretatt en undersøkelse av kvikksølvforurensningen av Mjøsa. Den skulle bl.a. klarlegge mengde og regional fordeling av kvikksølv og vurdere mulighetene for at kvikksølv fra sedimentene på ny skulle gå inn i næringskjedene. Man konkluderer med at ut fra eksisterende atmosfæriske tilførsler og tilførsler fra de urbane områdene rundt innsjøen må belastningen fortsatt betegnes som betydelige. En god del av kvikksølvet i sedimentene antas å være potensielt tilgjengelig for remobilisering og videretransport inn i økosystemet. Resultatene fra kvikksølvanalysene i fisk er foreløpig ikke ferdig bearbeidet. Så sent som i 1979-80 inneholdt flere arter mer enn 1 mg Hg/kg friskvekt (Frøslie et al. 1985).

Etter Mjøsaksjonen (1976-1981) og nedleggelsen av Toten Cellulose våren 1981 er belastningen av giftige forbindelser (tungmetaller, cyanid m.m.) på Hunselva blitt betydelig redusert. Til tross for dette er vassdraget på strekningen nedstrøms Raufoss fortsatt sterkt forurenset og ut fra en biologisk vurdering nærmest totalskadet.

## TYRIFJORDEN

I slutten av 60-åra hadde de fleste fiskeslag i Tyrifjorden kvikksølvinnhold som overskred internasjonalt aksepterte grenser for konsumfisk i til dels betydelig grad. Den dominerende kilde til kvikksølvforurensning har vært treforedlingsindustrien, men etter stopp i utslippene fra denne kilde fra 1970, er det kvikksølvlagre i elve- og innsjøavleiringer som må betraktes som den viktigste (og bare langsomt avtagende) kilde.

Man har beregnet at ca. 2 tonn kvikksølv som stammer fra utslipp fortsatt finnes i Tyrifjordens bunnslam. Det har vært en markert bedring i perioden 1970-80 med hensyn til kvikksølvinnhold i fisk, men store og gamle eksemplarer av ørret og gjedde har fortsatt for høye verdier.

Innholdet av organiske mikroforurensninger er generelt lavt i Tyrifjorden. Ørret tatt i Storelva 1979 (Martinsen et al 1982) inneholdt omtrent fem ganger så mye klororganiske forbindelser som "bakgrunns-

verdien" mens sik fra samme område hadde konsentrasjoner omtrent som "bakgrunnsverdier"

På vestsiden av Tyrifjorden er det flere nedlagte gruver, bl.a. Langdalen grube og Ertelien nikkilverk. Nikkel og kobber fra disse områder blir ført ut i Tyrifjorden via Åsterudtjern, Skjærdalselva og Henoa. Begge disse vassdrag har markert til stor påvirkning av tungmetaller.

#### DRAMMENSELVA

Tidligere er det registrert betydelige overkonsentrasjoner av kvikksølv i fisk, men da det bare foreligger gamle data, er ikke Drammenselva inkludert i tabell 2. Ajourførte opplysninger er ønskelig.

#### HEDDALSVATNET

Heddalsvatnets sedimenter er markert forurenset med polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), opp til 50 ganger et antatt bakgrunnsnivå i overflatesedimenter (0-2 cm). Belastningsmålingene ble avbrutt ved nedleggelse av ferromanganproduksjonen ved Tinfos Jernverk før årsskiftet 1982-83, men resultatene tydet på markert redusert tilførsel sammenlignet med hva det må ha vært tidligere. PAH-konsentrasjonene i utløpet fra innsjøen varierte over mer enn en størrelsesorden, men var i middel ikke mer enn omkring 3 ganger vanlig forekommende nivåer i overflatevann uberørt av punktkilder. Innholdet av potensielt kreftfremkallende stoffer var lavt i både vann og fisk. Sedimentene viste en viss forurensning med kvikksølv, men mest i eldre lag.

#### KAMMERFOSSELVA

Det var tidligere påvist betydelig kvikksølvkontaminering fra treforedlingsindustrien i Kammerfosselva (Underdal og Håstein 1971). Etter at vedkommende bedrift i 1969 sluttet med å bruke kvikksølv, ble det gjennomført en undersøkelse i 1970-75, (Steines et.al, 1976). Det ble konstatert en betydelig nedgang i kvikksølvinnholdet i fisk, fra 3-6 til 1 µg Hg/g våtvekt, men dette var ca. 5 ganger høyere en nivået overfor fabrikken. Senere undersøkelser (Norheim et al. 1986, manuskript) har dokumentert hvor langsomt kvikksølvinnholdet i fisk avtar etter stopp i belastningen (nærmere 15 år til samme kvikksølvnivå i fisk nedenfor som ovenfor fabrikken). Betydelige kvikksølvmengder er fremdeles lagret i elvedimentene.

## OTRA

Industriutslippene på Vennesla tilfører Otra klororganiske stoffer. Innholdet av ekstraherbart organisk klor i fisken fra Otra ligger 10-20 ganger høyere enn et antatt bakgrunnsnivå. Fisken som oppholder seg nedstrøms bedriftene får usmak på grunn av forurensningene. Laks og ørret kan ikke oppholde seg over lengre tid eller reproducere seg nedstrøms bedriftene. Otra er også påvirket av forsurening og forhøyede aluminiumkonsentrasjoner, som sammen med miljøgiftutslipp fra industrien gir økologisk skade 15 km nedstrøms Hunsfos.

## ORKLA

Orklavassdraget er betydelig belastet med tungmetaller fra nedlagt og igangværende gruveindustri. Fra Svorkmo og nedover har Orkla stor påvirkning av tungmetallene kobber og sink, men konsentrasjonene og effektene på de biologiske forhold har avtatt gjennom en fireårsperiode (fra 1982). Sideelvene Ya, Skauma og Vorma fører metallholdig vann fra nedlagte gruveområder, men virkninger i selva Orkla er ikke påvist. I Ya og Skauma er det markerte effekter mens Vorma med Ringevatnet og Hostovatnet til tross for høyt metallinnhold har et godt fiske etter ørret og røye. Økologisk skade er konstatert i hovedvassdraget fra Svorkmo til Orkanger dvs. 15 km og i sideelvene Ya ca. 5 km og Skauma ca. 2 km.

## GAULA

Gaula er betydelig belastet med tungmetallholdig avrenning fra gamle og nylig nedlagte gruver. Den øvre delen av vassdraget ned til Reitan har stor påvirkning av tungmetaller, spesielt med kobber fra Kjøli gruver. Gamle og nye Killingdal gruver gir ytterligere tilskudd av kobber, sink og kadmium til vassdraget like ovenfor Reitan stasjon. En elvestrekning på 30 km er fisketom som følge av tungmetallinnholdet i elvevannet.

Det er gjennomført tiltak for å begrense forurensningene fra Kjøli gruver, men disse har til nå hatt midlertidig effekt. Ytterligere tiltak er nå gjennomført og en videreføring av dette arbeidet er under planlegging.



Nedleggelsen av Killingdal gruver i 1986 vil neppe bety store endringer i metalltilførslene til vassdraget.

#### NAMSEN

Hovedvassdraget er lokalt moderat påvirket av tungmetaller nedenfor samløp med Grøndalselva som gjennom Skorovasselva får tilsig fra de nedlagte gruveområder i Skorovatn. Skorovasselva med Dausjøen og Store Skorovatn samt Grøndalselva har markerte effekter av tungmetallforurensning. Tilsig fra Skorovatn kommer også gjennom Stallvikelva ut i Tunnsjøen. Deler av denne innsjøen er markert påvirket, men effekter videre nedover gjennom Tunnsjøelva er ikke konstatert. Huddingsvassdraget med indre del av Vektaren (Vektarbotn) er noe påvirket med tungmetaller men påviste forurensningseffekter skyldes her vesentlig partikler (flotasjonsavgang). Metallforekomster i Gjersvika bidrar muligens også til å gi vassdraget med Limningen og Tunnsjøen forhøyede tungmetallkonsentrasjoner. Nedleggelse av Skorovass gruber medfører at forurensningssituasjonen i Skorovasselva - Grøndalselva vil bli forverret.

#### MOLDÅGA/RØSSÅGA

Avrenning fra gruveområdet og den gamle slamdammen ved Bleikvassli gruver påvirker Bleikvasselva som renner inn i Moldåga. I Moldåga observeres av og til forhøyede metallkonsentrasjoner, men den biologiske effekt er relativt liten. Moldåga renner ut i Røssåga, som bare er lite eller ubetydelig påvirket.

I dag deponeres avgang fra gruve drift i Kjøkkenbukta. Sedimentundersøkelser, vannkvalitet og innholdet av tungmetaller i fisk viser at Kjøkkenbukta er preget av utslippet.

#### SULITJELMAVASSDRAGET

I Langvatn deponeres flotasjonsavgang fra Sulitjelma Bergverk. Innsjøen mottar også avrenning fra nedlagte gruveområder. Langvatn har stor påvirkning av tungmetallene kobber og sink. Sjonstaelva har også hatt stor påvirkning av tungmetallet kobber, men biologiske analyser viser at forholdene nedover i Sjonstaelva har bedret seg etter reguleringen ettersom forurenset vann nå ledes utenom vassdraget. Sjonstaelva munner ut i Øvrevatn, som har forhøyede konsentrasjoner av tung-

metaller. I Øvrevatn synes situasjonen å ha blitt forverret etter Sjonståutbyggingen.

#### KAUTOKEINO/ALTAELVA

Bidjovagge Gruber startet drift på gullholdig kobberkis sommeren 1985. Driften antas å strekke seg over en periode på 4-5 år. Gruveområdet drenerer til et bekkesystem som fører til innsjøen Stuorajavre og videre til hovedvassdraget Kautokeinoelva/Altaelva. Avrenning fra den gamle gruvevirksomheten synes ikke å gi påvisbare effekter og det er ikke forventet at den nye virksomheten vil forverre situasjonen.

#### PASVIKELVA

Analyser av sedimenter fra Pasvikelva (Bjørnevattn) viste markert påvirkning med tungmetaller, særlig for nikkell, som stammer fra virksomheten i Nikeli i Sovjet.

6.2 Marine områder

Et summarisk sammendrag av skjemaopplysningene i vedlegg B er gitt i tabell 3.

Tabell 3. Oversikt over områder, problemtype og -størrelse av miljøgifter i norske fjorder og kystområder. "Biota" vil si muslinger, tang, fisk, sjeldnere krepser o.a..

0 lav, + moderat, ++ markert, +++ stor      Skade kode:  
 ? antatt/ikke undersøkt tilstrekkelig      A : økologisk skade  
 () begrenset området påvirket              B : akkumulering  
 <> gammel undersøkelse                    C : helserisiko, fiske/rekreasjon skade  
 \* mulig fremtidige problemområdet  
 p.g.a. utbygging

Sted (marin)	Miljøgifter				Medium	Skade kode
	metaller	org.kl.	PAH	F <sup>2</sup>		
HVALEROM./SINGLELFJ/						
IDDEFJORD . . . . .						
.Hvaler/Singlelfj.om	<+++> Hg Cu <+>Zn Cr	<+++>	0		vann, sed. og biota	A <sup>1</sup> B C
.Iddefjord	<+++>Pb Cd Hg Cu Zn.	+++?			<sediment> og biota	A <sup>1</sup> B C <sup>1</sup>
OSLOFJORDOMRÅDET . . . . .						
.Indre Oslofjord . . . . .	++.Cu.Cd Hg m.m . . . . .	+	+		<sediment> og biota	.B .
.Hurum.(Tofte). . . . .		++(++?)			biota . . . . .	A?B C?
.Drammensfjord . . . . .	+ Hg Pb Cd . . . . .	++(++?)	0		sediment og biota . . . . .	.B C.
.Slagentangen . . . . .			+		sediment og biota . . . . .	. . . . .
.Vallø/Vårnes . . . . .	<0> . . . . .		(+)		sediment og biota . . . . .	. . . . .
GRENLANDSFJORDOM . . . . .						
.Gunnkleivfjord . . . . .	+++ Hg . . . . .	+++?	+++?		vann og <sediment>.	A <sup>1</sup> B C.
.Volls fjord . . . . .	++. Hg Pb Cd Zn . . . . .	+++	+++		<sediment> . . . . .	A <sup>1</sup> B C.
.Frierfjord . . . . .	+++ Hg Pb Cd Zn . . . . .	+++	+++		<sediment> og biota	A <sup>1</sup> B C.
.Eidanger/Langesund	+ . Hg Pb Cd Zn . . . . .	++	++		<sediment> og biota	.B C.
KILSFJORD v/Kragerø	<+> Hg . . . . .				<biota> . . . . .	.B?C?
TROMØY og MOLAND v/						
.Arendal . . . . .			<(+)>		<biota> . . . . .	. . . . .
KRISTIANSANDEFJORD . . . . .	+++ Ni Cu Pb m.m. . . . .	+++	(+++)		vann, sed. og biota	A <sup>1</sup> B C.
LISTA . . . . .			(+++)	(++)	vann (F), biota . . . . .	A <sup>1</sup> B . .
FEDAFJORD . . . . .	++ Pb Cd Zn Cu . . . . .	0	(+++)		sediment og biota . . . . .	A B C.

Tabell 3 forts.

Sted (marin)	Miljøgifter				Medium	Skade kode
	metaller	org.kl.	PAH	F		
BYFJORD/GANDSFJORD/						
.HAFRSFJORD . . . . .	<+> Hg Pb Zn Ag . . . . .	0 . . . . .	0 . . . . .		<sediment> og biota	.B . . . . .
.Risavika . . . . .			+? . . . . .			
KARMSUNDET . . . . .	<++> Hg Pb Cd Zn . . . . .	<+> . . . . .	<+(++)> (+?) . . . . .		<sediment og sagt.>	A?B C?
KÅRSTØMRÅDET . . . . .	* . . . . .	* . . . . .	* . . . . .			
SAUDAFJORD . . . . .	<++> Zn Pb Cd . . . . .	+? . . . . .	+++ . . . . .		<sediment og biota>	A B C .
SØRFJORD/HARDANGER-						
.FJORDOMRÅDET . . . . .						
.Åkrafjord . . . . .	0 . . . . .				blåskjell . . . . .	
.Husnes . . . . .	<+> Cd Zn . . . . .		<+> . . . . .	<(+)>	sediment og <biota>	.B C .
.Hardangerfjord . . . . .	++ Hg Pb Cd Zn . . . . .	0 . . . . .	0 . . . . .		sediment og biota .	.B C .
.Sørfjorden . . . . .	+++ Hg Pb Cd Zn . . . . .	0 . . . . .	(++) . . . . .	+? . . . . .	sediment og biota .	A B C .
.Ulvikpollen/Osa-						
.fjord/Eidfjord . . . . .	+ Hg Pb Cd . . . . .	0 . . . . .	0 . . . . .		sediment og biota .	.B C .
BERGENOMRÅDET . . . . .						
.Sørfj./Byfj./ . . . . .						
.Raunefj./Nordåsv. <+> Hg Pb Cd Zn Cu . . . . .					<sediment> . . . . .	
.Sotraområdet . . . . .	Cr? . . . . .		<(+)> . . . . .		<biota> . . . . .	
MONGSTADOMRÅDET . . . . .	0 * . . . . .	0 . . . . .	* . . . . .		sediment og biota .	
SOGNEFJORDOMRÅDET . . . . .						
.Årdalsfjord . . . . .	++ Pb Cd Cu . . . . .	0 . . . . .	+++ . . . . .	(++) . . . . .	sediment og biota .	A B C .
.Sogndalsfjord . . . . .		<+> . . . . .			biota . . . . .	
.Stavfjord . . . . .	0 . . . . .	0 . . . . .	0 . . . . .		biota . . . . .	
NORDGULEN . . . . .	+ Cd Cu Pb m.m. . . . .		0 . . . . .		vann, sed. og biota	A <sup>1</sup> B C .
BORGUNDFJORD . . . . .	<+> Hg Pb Cd Zn Cu . . . . .	0 . . . . .			<sediment og biota>	
SUNNDALSFJORD . . . . .		+? . . . . .	<+>+? . . . . .	+? . . . . .	<sediment> . . . . .	.B?C?
TRONDHEIMSFJORDOM. . . . .						
.Trondheim by omr. <+++>.++ Cd Cu Pb . . . . .						
.inkl. Illsvika . . . . .	.Zn Hg . . . . .	0 . . . . .	+? . . . . .		<sediment>.og biota	A?B C .
.Orkdalsfj./Gulosen <+++>.++ Cd Cu Zn . . . . .		0 . . . . .			<sediment>.og biota	A B C .
.Stjördalsfjord . . . . .	<0> . . . . .		+ . . . . .		sediment og biota .	
.Hommelvik . . . . .	<0> . . . . .		+++ . . . . .		sediment og biota .	A?B C .
.Levangerområdet . . . . .	+ Hg . . . . .	+? . . . . .	+ . . . . .		<sediment> . . . . .	
.Beistadfjordom . . . . .	+ Hg . . . . .		+ . . . . .		<sediment> griset .	
NAMDALSFJORD . . . . .	+? . . . . .					
VEFSENFJORD . . . . .	0 . . . . .	+? . . . . .	+++ . . . . .	(+) . . . . .	sediment.og biota .	
RANAFJORD . . . . .	<+> Cu Pb Zn . . . . .	+? . . . . .	+++ . . . . .		<sediment> og biota	.B C .
GLOMFJORD . . . . .	<+> Hg . . . . .	0 . . . . .	(+) . . . . .	(+) . . . . .	<sediment og biota>	A?B C .
SKJERSTADFJORD . . . . .	+ Cu Cd . . . . .				sediment og griset .	.B . . . . .

- 1) vesentlig eller delvis fra annet enn miljøgifter  
2) Fluorid

### Kommentarer til Tabell 3 (marin)

#### HVALEROMRÅDET/SINGLEFJORDEN/IDDEFJORDEN

Data er fra undersøkelser i Hvalerområdet/Singlefjorden (1980-81). Stor grad av påvirkning i sediment og organismer (blæretang, grønn-dusk, blåskjell, torsk, skrubbe, brisling og sild) er bregrenset til Gandsrødbukta/Løperen og innsiden av Hvalerøyene. Påvirkning med andre metaller enn jern (Fe) og titan (Ti) er funnet å være moderat. Skrubbe, torsk og blåskjell samlet i omegnen av Øra - ytterst i Gandsrødbukta inneholdt betydelig mer polyklorerte bifenyler (PCB), heksaklorbenzen (HCB) og andre klorerte hydrokarboner enn fisk og skjell fra innsamlingssteder lenger ut. Særlig for blåskjells vedkommende var forskjellene markante (10-50 ganger). Tydelig forhøyet kvikksølvinnhold er funnet i enkelteeksemplarer av skrubbe fra indre Hvaler. Arealet berørt av muligens betenkelige overkonsentrasjoner av kvikksølv og klororganiske forbindelser i fisk og andre spiselige organismer kan bare anslås fordi kartleggingen bare har vært av orienterende karakter, og dataene ikke er ajourført på 5 år. Størrelsesordenen 30-40 km<sup>2</sup> kan antydes som et maksimum; mer sannsynlig 10-20 km<sup>2</sup> (Gandsrødbukta og eller innenfor Kjøkøy). Ajourførte opplysninger er ønskelig.

Det er ikke funnet vesentlig påvirkning med miljøgifter i Singlefjorden, men observasjonene har bare hatt orienterende karakter og det er behov for nøyere kartlegging av klororganiske forbindelser i fisk, skjell og krabber.

Data fra eldre undersøkelser av sediment i Iddefjord (1977) viste "metallforurensning ...av betydelig omfang". Dette gjaldt alle målte metaller: bly (Pb), kadmium (Cd), kobber (Cu), sink (Zn) og kvikksølv (Hg). Unntatt for kvikksølv, som hadde et maksimum i indre fjord, var overkonsentrasjonene av metaller i overflatesedimenter (0-4 cm) størst nær Halden. Markert berørt bunnareal kan anslås til størrelsesordenen 10 km<sup>2</sup>. Arealangivelse for skade eller brukerkonflikter er det lite grunnlag for, men det må antas at fisk fra hele Iddefjorden (unntatt stasjonære bestander nær Berbyelvas utløp) inneholder klororganiske stoffer fra blekeriavløp. Organismer er ikke analysert på metaller. Fisk inneholdt klororganiske forbindelser fra blekeriavløp (Ofstad et al., 1981), men undersøkelsene er utilstrekkelige for å gradere forurensningsnivået. Sedimentene inneholdt stoffer fra blekeriavløp, men er heller ikke analysert i tilstrekkelig omfang. Undersøkelsene av klororganiske forbindelser i spiselig organismer (skjell, krabbe,

fisk) bør gjentas. Likeledes bør det gjøres analyse av kvikksølv i fisk fra Glommaestualet og indre Hvaler etter Borregaards overskridelse av konsesjonsgrensen for kvikksølvutslipp i 1985-86.

#### OSLOFJORDOMRÅDET

Eldre undersøkelser av sediment fra deler av Indre Oslofjord (Bekkelagsbassenget, Bestumkilen, Frognerkilen og utenfor Akerselva og Akershus Festning, 1977-78) har vist forhøyede konsentrasjoner av kobber, bly, sink, krom og kvikksølv. Data fra 1982 viste forhøyede konsentrasjoner av PCB, spesielt i Frognerkilen.

Nyere data (1984-85) for blåskjell og torsk fra Indre Oslofjord (Rambergøya/Nesoddtangen) har vist forhøyede konsentrasjoner av kvikksølv, kadmium, og PCB med avtakende gradient mot Drøbak og Færder fyr. PAH-data for blåskjell (1980-81) viste også noe forhøyede konsentrasjoner i Bekkelagsbassenget. Merkbare trender i PAH er ikke notert.

Undersøkelse av klorerte forbindelser i skrubbe og blåskjell fra Tofte (1984) har begrenset tallmateriale (n<7) (Liseth et al., 1985). Ekstraherbare persistent klorerteforbindelser (EPOCL) i blåskjell var to ganger "normalnivå".

Arealangivelse for overkonsentrasjoner i sediment utover det som fremgår av stedsbetegnelsene ovenfor er det ikke grunnlag for. Det samme gjelder influensområdet til blekeriutslippet ved Tofte, der det er ønskelig med mer omfattende undersøkelser på bakgrunn av svenske rapporter om klorerte dibenzofuraner og dioksiners forbindelse med blekeriavløp.

Undersøkelser av sediment i Drammensfjorden (1982) viste lave til moderate konsentrasjoner av metaller (kvikksølv, bly, kadmium) klorerte forbindelser og PAH, med unntak av EPOCL som var markert høyere enn et antatt (usikkert) bakgrunnsnivå. Det var ingen klar horisontal gradient av metaller og PAH fra Lierstranda til Rødtangen. Lokal forurensning med PAH i sedimenter (fra tjærepappindustri) finnes innenfor Gilhusodden.

For fisk fangst innerst i Drammensfjorden (Lierstranda, Gilhusbukta) 1984 var konsentrasjonene av PCB og kvikksølv markert forhøyet. Observasjonene hadde orienterende karakter og det er behov for gjentatte observasjoner med tillegg av PCB-analyser av fisk fra områder lenger ut. Skjell viste ingen overkonsentrasjon av metaller, men moderat for-

høyete PAH-innhold.

PAH undersøkt i sediment fra Slagentangen (1983) viste lave verdier.

PAH ved Vallø stammer fra et syrebek-deponi ved raffineriet på Vallø (østsiden). Undersøkelser av sediment og blåskjell (1985) viste at området nær raffineriet var påvirket i moderat grad.

Metallanalyse av blæretang fra Vårnes (1975) viste at "verdiene lå lavt eller på det normale for ubelastede områder." (Rygg et al., 1978).

#### GRENLANDSOMRÅDET

Hele området er påvirket av miljøgifter, men i forskjellig grad. I hele Frierfjorden, dvs. et areal på omkring 10 km<sup>2</sup> innenfor Brevikterskelen er det restriksjoner på bruk av fisk til mat på grunn av forhøyet innhold av kvikksølv og klorerte hydrokarboner. Problemene skyldes tidligere høy belastning som nå er redusert (særlig mht kvikksølv, men også betydelig for klororganiske forbindelser). Spesielle problemer er knyttet til vid spredning av PAH fra smelteverksavløp (se nedenfor).

Gunnekleivfjorden har svært høye kvikksølvkonsentrasjoner i vannet (1984) og sedimentet (1975), opptil 10000 ganger "normalnivå" (kfr. vedlegg D). Vannanalyser har vist uendret forhold siden 1981.

Undersøkelser av sediment i Vollsfjorden (1976 og 1978) viste meget høye konsentrasjoner av metaller (spesielt kvikksølv, bly, kadmium, sink), klorerte organiske forbindelser og PAH (PAH har vist noe nedgang).

Undersøkelser i Frierfjorden i 1975 og 1980 viste uendrede forhold, i sedimentene, med meget høye konsentrasjoner av metaller (spesielt kvikksølv, bly, kadmium, sink), klorerte organiske forbindelser (HCB, octaklorstyren (OCS), dekalorobifenyli (DCB)) og PAH.

Reduksjoner i opprinnelige utslippsmengder resulterte derimot i betydelig nedgang i innholdet av kvikksølv og klororganiske stoffer i organismer 1975-1980. Men også senere års undersøkelser av blåskjell og torsk i Frierfjord har vist markerte og omtrent stabile overkonsentrasjoner. Konsum av blåskjell og fisk er fortsatt (1984) frarådet.

Problemene i Frierfjorden gjelder også i Eidangerfjorden, Brevikfjorden og Langesundfjorden, men i betydelig mindre grad hva angår kvikksølv og klorerte hydrokarboner.

PAH i blåskjell fra Brevikfjorden, Langesundsfjorden, Helgerøfjorden og Åbyfjorden (1983-84) har vist markert til sterkt (noe varierende) forhøyede konsentrasjoner. Forholdet legger begrensninger på akvakultur og rekreasjon (skjellsanking) i et område utenfor Brevikterskolen av omkring 20 km<sup>2</sup> størrelse.

#### KRAGERØMRÅDET

Gammel undersøkelse av kvikksølv i fisk fra Kildsfjorden (1966) viste noe forhøyede verdier. Det kan være aktuelt å observere forholdene på nytt for å se om tidligere kvikksølvpåvirkning i Kammerfossvassdraget fremdeles kan spores i fjordsedimenter og særlig fisk.

#### ARENDALOMRÅDET

Gammel undersøkelse fra Tromøy og Moland (1979) med få prøver (n<3) av PAH i forskjellige marine organismer viste lave til moderate konsentrasjoner (Knutzen og Sortland 1982).

#### KRISTIANSANDOMRÅDET

Undersøkelser av sediment (1983) viste meget høye konsentrasjoner av metaller (spesielt nikkel, kobber, arsén, men også kobolt, sink, jern og kadmium), klorerte forbindelser og PAH i Vesterhavn/Fiskaabukta. Konsentrasjonene (spesielt for nikkel og klorerte forbindelser) avtok raskt mot ytre fjordområde (syd for Odderøya -Bragdøya). Topdalsfjorden var svakt til moderat påvirket med noe forhøyede nikkel-, kobber- og bly-verdier. Kvikksølv-, sink- og kadmium-verdiene var relativt lave i hele området

Metallanalyser av vann (1983) viste forhøyede konsentrasjoner i Vesterhavn/Fiskaabukta og spesielt nær Falconbridge av kobber, jern, kvikksølv, nikkel og bly i forhold til "normalverdier" (kfr. Vedlegg D).

Undersøkelser i 1982-84 viste høye konsentrasjoner av metaller (spesielt bly, kobber, nikkel, kobolt, og til dels jern) i skjell, snegl



og tang; videre høyt nivå av klorerte og bromerte forbindelser (klorerte benzener, styrener, kloralkylbenzener og ekstraherbart persistent organisk bundet klor og brom (EPOCl og EPOBr)) særlig i fisk, delvis også i krabbe og blåskjell fra Vesterhavn/Fiskaabukta. Også fisk fra andre deler av fjorden hadde noe forhøyet innhold av klororganiske forbindelser. PAH viste bare moderate overkonsentrasjoner i blåskjell i indre del av fjorden.

Etter utslippsbegrensning i 1982 ble det observert nedgang i metallkonsentrasjonene i organismer, men bare delvis og usikkert for klor- og bromforbindelser. Miljøgiftforholdene er fortsatt slik at myndighetene har advart mot å spise fisk og skalldyr fra Vesterhavn/Fiskaabukta og fiskelever fra lenger ut i fjorden. Dette vil si at 20-25 km<sup>2</sup> i noe varierende grad er rammet av restriksjoner på fiske, akvakultur og rekreasjon.

Bidraget fra miljøgiftutslippene til skade på organismsamfunn (det er også andre og delvis mer utslagsgivende påkjenninger) må antas å innskrenke seg til omkring 2-5 km<sup>2</sup> innerst i fjorden (Vesterhavn). Både metallstress og belastning fra partikler er etter 1984 betydelig redusert (mens problemet med klororganiske stoffer foreløpig ikke er løst).

## LISTA

Albuskjell og tang har hatt høye konsentrasjoner av PAH fra utslippene startet tidlig i 1970-årene. I tang er det påvist markert forhøyete fluorinnhold. De høyeste konsentrasjonene av PAH gjelder et begrenset område ved Husebysanden, men enkelte resultater kan tyde på at PAH kan spores i hvert fall 3 km fra utslippstedet. Økologiske skader synes begrenset til mindre enn 1 km<sup>2</sup>, mens arealet for PAH-økning i organismer ikke lar seg beregne ut fra de foretatte undersøkelser.

## FEDAFJORDEN

Undersøkelser av sediment (1984) viste høye konsentrasjoner av metaller (spesielt mangan, sink, kadmium og bly) og PAH på innsiden av terskelen ved Agnholmen.

Undersøkelser i 1984 viste markert forhøyet innhold av PAH i fisk, krabbe og blåskjell fra indre del av fjorden (innenfor Agnholmen), dvs. over 3-4 km<sup>2</sup> og opp til 4-5 km utover i fjorden.

## BYFJORDEN/GANDSFJORDEN/HAFRSFJORDEN

Eldre undersøkelser av sediment fra disse tre fjordområdene (1976) viste forhøyede konsentrasjoner av metaller (kvikksølv, bly, sink og sølv), men ikke av PCB. Konsentrasjoner av metaller og PAH i organismer (1981) var lave. Sedimentanalyser fra 1983 var vanskelig å sammenligne (ulike metoder), foruten at sølv ikke ble analysert. Analyse av albuskjell (1982/83) fra Risavika bar "spor" av PAH. Nyere undersøkelser foreligger (Bokn et al. 1986), men er ikke skjemaført.

## KARMSUNDET

Eldre undersøkelser av sediment (1977) viste høye konsentrasjoner av metaller (spesielt kvikksølv men også kobber, bly, og sink) dessuten av PCB og PAH. Høye metallverdier ble registrert nærmest Haugesund og til dels i Kopervik. Eldre metallanalyser på sagtang (1977) viste forhøyede konsentrasjoner av kvikksølv og tildels sink, kobber og bly.

Analyse av sediment (1979-80) viste forhøyede konsentrasjoner av kvikksølv, sink, bly og kadmium, opptil over 80 ganger "normalnivåer" for kvikksølv (Kfr. vedlegg B og D). Høyeste verdier ble funnet i Haugesjøen og Smeasundet. Sedimentundersøkelser øst for Karmøy (1979-80) viste noe forhøyede verdier (inntil 20 ganger "normalnivåer") for kvikksølv, sink, bly, kadmium og kobber.

Undersøkelser av miljøgifter i organismer 1979-80 viste markerte overkonsentrasjoner av PAH i blåskjell fra Kopervik til Haugesund, (imidtertid også på en antatt referansestasjon), likeledes forhøyet innhold av fluor i skall av strandkrabbe og blåskjell samlet nærmere utslippet. For blåskjell var det også noe høyere fluoridinnhold enn vanlig i bløtdeler. Både fordi undersøkelsene er gamle og for å få mest mulig sammenlignbare data, er det ønskelig med gjentatte observasjoner innen rammen av det statlige overvåkingsprogram.

## KÅRSTØMRÅDET

En gassterminal er nå under utbygging. Mulig gasskraftverk samme sted kan aktualiserer PAH-påvirkning fra gassvaskevann, og den generelle virksomhet på og omkring slike større industrianlegg fordrer alminnelig overvåking av miljøgiftnivåer

## SAUDAFJORD

Sedimenter var i 1981 forurenset inntil 12-15km avstand fra Sauda Smelteverks utslippssted, og organismer viste overkonsentrasjoner 25km unna kilden (PAH i muslinger). Sedimentobservasjonene viste forhøyede konsentrasjoner av metaller (mangan, sink, bly, kadmium) og PAH. PAH lå omtrent på samme nivå som data fra tidligere undersøkelser (1976), mens metallkonsentrasjonene var noe redusert etter iverksatt avløpsvannbehandling ved Sauda Smelteverk A/S (1978).

Analyser av tang og skjell (1974/76 og 1981) viste forhøyede konsentrasjoner av mangan, sink, bly og kadmium, men minsket metallinnhold etter 1978 med hensyn til mangan, sink og bly. Tendensen til minskning var ikke så markert for kadmium. PAH i oskjell og blåskjell viste overkonsentrasjoner fallende fra ca. 500 ganger til 5-10 ganger (25km ut). Vannanalyser (1981, data ikke ført på skjema i vedlegg A) viste forhøyede konsentrasjoner av mangan og kadmium.

## SØRFJORDEN/HARDANGERFJORDOMRÅDET

Analyser av blåskjell fra Sørfjorden/Hardangerfjorden i 1983 viste overkonsentrasjoner av kadmium opp mot 50-100 ganger i hele Sørfjorden (40 km), markerte overkonsentrasjoner (10-50x) fra innerst i Hardangerfjorden og 60 km utover fra Sørfjordens munning i hovedfjorden. Tydelige overkonsentrasjoner av kadmium var sporbare til munningen av Hardangerfjorden - 140 km fra kilden i Odda (Norzink A/S). På grunn av denne påvirkning anses hele Hardangerfjorden, dvs. 700-800 km<sup>2</sup> uegnet for skjelloppdrett.

Også blyinnholdet i blåskjell var høyere enn helsemyndighetenes anbefalte øvre grense i hele Hardangerfjordsystemet (unntatt ytterst og i de innerste fjordarmene). Videre var det til dels sterkt forhøyede konsentrasjoner av sink og kvikksølv.

Helsemessig betenkelig høye nivåer av kvikksølv ble funnet i flyndre fra hele Sørfjorden og i tilstøtende deler av hovedfjorden (1984), dvs. mer enn 50 km fra kilden og over et areal av mer enn 100 km<sup>2</sup>. Etter helsemyndighetenes retningslinjer legger dette begrensninger på konsum av bunnfisk. Pelagiske fiskeslag var ikke markert berørt; heller ikke oppdrettsfisk fra lokaliteter i hovedfjorden.

De massive metallforurensningene er bekreftet ved meget høye overkonsentrasjoner i tang, som for kadmium og sink vedkommende lot seg spore opp mot 100 km fra Odda (1984), mens kvikksølv-, bly- og kobberinnholdet var normalt utenfor Sørfjorden.

Sedimentanalyser i Sørfjorden/Hardangerfjorden fra 1985 viste også sterkt forhøyede konsentrasjoner av kadmium, sink, bly og kvikksølv; innerst i Sørfjorden også for kobber. Også i sedimenter var metallforurensningene sporbare innover og langt utover i Hardangerfjorden (Varaldsøy, 100 km fra Odda).

Vannet i den aller innerste del av Sørfjorden er konstatert å være giftig overfor ømfintlige organismer pga. det høye metallinnholdet. Undersøkelser av bløtbunnsfauna i 1981 og 1984 har vist sterkt reduserte samfunn i den innerste delen (omkring 5 km<sup>2</sup>) og tydelig til moderat påvirkning helt ut til munningen (40 km).

Sørfjorden er også forurensset med polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) fra Odda Smelteverk, (og tidligere fra et aluminiumsverk). Forurensningene gjenfinnes som høye konsentrasjoner i bunnvleiringene innerst i fjorden, men med raskt avtagende konsentrasjoner utover. Det er ikke funnet særlig utslag av PAH-belastningen i skjell.

Tiltak mot metallforurensningene er truffet bl.a. i form av fjelldeponering av jarosittavfallet og nedsettelse av en spuntvegg for å hindre tilførsel fra land- og sjødeponier.

#### BERGENOMRÅDET

Undersøkelser av sediment fra Sørfjorden, Byfjorden, Raunefjorden og Nordåsvatnet (1981) viste noe forhøyede konsentrasjoner av kvikksølv, bly, kadmium og sink. Høye konsentrasjoner ble funnet særlig i Nordåsvatnet. Upubliserte data for tungmetaller i blåskjell og flyndre fra Nordåsvatnet tidlig i åttiårene viste ingen forhøyete verdier (P. Johannessen, personlig meddelelse).

Enkelte prøver av blæretang, blåskjell og albuskjell fra Sotra-området (Solsvik havn) (1978) viste svakt forhøyede konsentrasjoner av PAH.

#### MONGSTADOMRÅDET

Undersøkelser av sediment og organismer på Mongstad (1985) er rappor-

tert, men rapporten er ikke gjort tilgjengelig av Norsk Stats Oljeselskapet. Rapporten inneholder data på tungmetaller og PCB. Verdiene var "lave" (P.Johannessen, personlig meddelelse). Det er påkrevet med generell aktpågiventet mht. miljøgiftsnivåer (inkludert PAH). Data fra slike undersøkelser bør som ellers være offentlig tilgjengelig.

#### ÅRDALSFJORDEN/SOGNDALSFJORDOMRÅDET

Sedimentundersøkelser i Årdalsfjorden i 1983 viste meget høye konsentrasjoner av PAH og markerte til moderate overkonsentrasjoner for bly, kadmium, kobber og fluor. Konsentrasjonene avtok utover fra Årdal, men for PAH er det grunn til å regne med at påvirkningen strekker seg utover i hovedfjorden (dvs. lenger enn 15 km, ikke undersøkt).

Oskjell hadde meget høyt innhold av PAH innerst i fjorden, fallende til ca. 3-5 ganger bakgrunnsnivået ca. 15 km fra Årdal. Dermed er det også begrensninger på rekreasjon, skjellsanking og fiskeoppdrett i et område av 15-30 km<sup>2</sup> størrelse. Tang og muslinger viste moderat forhøyet innhold av fluorid og enkelte metaller. Forekomst av klororganiske forbindelser (PCB) er ikke undersøkt. Miljøgiftvirkninger i form av skade på organismsamfunn kan gjøre seg gjeldende i noen grad, men fysiske påkjenninger antas mest avgjørende for utryddet eller sterkt redusert bløtbunnsfauna over omkring 1 km<sup>2</sup> innerst i fjorden. Utenfor dette området var det normalt bløtbunnsamfunn.

Analyser av steinbit, bergylte, lomre, vanlig ulke, hyse, torsk og skrubbe fra Sogndalsfjord/Kaupanger (1972, 1974, 1982) viste reduserte konsentrasjoner av klorerte forbindelser (spesielt DDT og PCB) etter at DDT ble forbudt som sprøytemiddel.

Undersøkelser av metaller i sagtang, grisetang, blåskjell, oskjell og torsk fra Stavfjord (1981) viste lave verdier (enkeltuntak beror mest sannsynlig på feilanalyse).

#### NORGULEN

Vannundersøkelser (1984) viste høye konsentrasjoner av metaller. Verdiene avtok raskt med økende avstand fra utslippet (innen 2 km). Undersøkelser av sediment (1984) viste høye konsentrasjoner av alle målte metaller (d.v.s. kadmium, kobber, aluminium, jern, nikkel, bly og sink). PAH-analyser fra en tidligere undersøkelse (1972) ga lave verdier. Undersøkelser av grisetang, blåskjell, hyse og lomre fra

Tennøyane i 1984 viste høye konsentrasjoner av kobber i tang fra indre basseng (overkonsentrasjoner i størrelsesorden 5-10 ganger. Også tang i en avstand av 6-7 km fra utslippet viste noe påvirkning med kobber. Blåskjellanalysene ga derimot ingen indikasjon på metallforurensning (dårlig kobberindikator). Fisk fra indre basseng viste muligens moderate overkonsentrasjoner for kobber og bly.

#### BORGUNDFJORDEN

Eldre undersøkelser av sediment (1976) viste noe forhøyede konsentrasjoner for alle målte metaller (d.v.s., bly, kadmium, sink og kvikksølv) i Aspevågen og for bly, kadmium, og kvikksølv i Veddevika og Mauseidvågen. Eldre undersøkelser av blæretang, grisetang, blåskjell og taskekrabbe (1976-77) viste moderate konsentrasjoner av metaller (kobber, bly og muligens krom) i Aspevågen og Spjelkavika, mens innholdet av klorerte hydrokarboner i organismer viste lave verdier.

#### SUNNDALSFJORDEN

En eldre (ufullstendig) undersøkelse av PAH i sediment (1972) viste forhøyede verdier ca. 5 km fra elvemunningen. Foruten PAH i organismer og sedimenter, bør den kommende overvåkningsundersøkelse (1986-87) også omfatte fluorid i organismer, samt PCB og metaller i generell orienterings- og referanseøyemed. Tidligere anodeproduksjon og delvis bruk av Søderbergelektroder i aluminiumsproduksjonen gjør at det må forventes PAH-forurensning i en grad som betyr negative konsekvenser for akvakultur og rekreasjon; muligens også i fiske.

#### TRONDHEIMSFJORDOMRÅDET

Undersøkelser av sediment i området i nærheten av Killingdal gruvers oppredningsverk i Iilsvika (vest for Trondheim by) (1981) viste meget høye konsentrasjoner av metaller (kadmium, sink, bly, kobber, sølv og jern). Grisetang fra samme område (1983) viste høye kadmium-konsentrasjoner (kun kadmium og sink målt, kfr. Vedlegg B). Blåskjellundersøkelser fra Flakk, Redberg, Ingdalsbukta, Østmarknes (1985) viste lave verdier av metaller og klorerte forbindelser.

Undersøkelser av sediment i Orkdalsfjorden og Gulosen (1981) viste meget høye konsentrasjoner av metaller (sink, kobber, og kadmium) som resultat av utslipp fra gruveområdet på Løkken og tilførsler fra ned-

lagte gruver i Gaulas nedbørfelt. Undersøkelser fra samme området viste høye konsentrasjoner av kobber og sink i grisetang (1981) og kadmium i torskelever (1985, kfr. Vedlegg B). Derimot viste blåskjell-undersøkelser fra Trossavik og Orkdalsfjord (1985) lave verdier for metaller og PCB-konsentrasjoner.

Undersøkelser av sediment i Hommelvik (1981 og 1983) viste meget høye konsentrasjoner av PAH fra tydeligere impregneringsverk (kreosot), men bare over begrenset området (4-14 km<sup>2</sup> med sterkt til moderat forhøyet PAH-innhold). Undersøkelser i 1983 viste også delvis høye konsentrasjoner av PAH i blåskjell, (men rask synkende med avstand fra den tidligere kilden, dvs. moderat til liten forurensning lenger enn 2 km unna). I fisk (torsk og sandflyndre) ble bare påvist moderate overkonsentrasjoner av PAH.

Undersøkelser av sediment i Levanger, Skogn og Verdal (1981) ga forhøyede konsentrasjoner av kvikksølv og PAH (kfr., Vedlegg B).

Undersøkelser av sediment i Beistadfjorden (1981) viste meget høye konsentrasjoner av kvikksølv, trolig som resultat av tidligere forurensning fra Follafoss tresliperi. Grisetang hadde lave metallkonsentrasjoner.

#### NAMDALSFJORDEN

Undersøkelse av sediment er planlagt for 1986.

#### VEFSNFJORDEN

Undersøkelser av sediment fra Mosjøen til Drevja (1984) viste noe høye konsentrasjoner av fluorid og sterkt forhøyet innhold av PAH, men ingen kvikksølvforurensning. De høyeste konsentrasjonene ble funnet nærmest utlippene fra Møsjøen Aluminiumsverk. (Høye kvikksølv-verdier funnet tidligere (1978) skyldes trolig kontaminering av prøvene). PAH i sediment hadde økt betraktelig siden 1978, men dette kan ikke forklares ut fra utslippsdata. Analyser av blåskjell og tang (1984) viste høye konsentrasjoner av PAH (blåskjell) og lave konsentrasjoner av metaller (kvikksølv, kadmium, krom, kobber, bly, nikkel og fluor). PAH lå på omtrent samme nivå som tidligere (1978). Sterkt PAH-påvirket bunnareal strakte seg i hvert fall 10 km utover fjorden og omfattet et areal på mer enn 20 km<sup>2</sup>. Ut fra overkonsentrasjoner av PAH på omkring 100 ganger i blåskjell fra fjordmunningen (ca. 24 km) er fiskeoppdrett

og skjellfarming ikke tilrådelig i noen del av fjorden.

#### RANAFJORDEN

Eldre undersøkelser av sediment (1975) viste noe forhøyede konsentrasjoner av PAH og metaller (spesielt kobber og bly). Undersøkelser i 1980-81 viste meget høye konsentrasjoner av PAH i blåskjell/oskjell, dvs. overkonsentrasjoner 1000/20 ganger, hhv. nær Mo i Rana og 45 km utover i fjorden. Metallkonsentrasjoner i skjell og tang var moderate /lave. PAH-belastningen i Ranafjorden er sannsynligvis den største i landet, og når forurensningene lot seg spore nærmere 5 mil (sannsynligvis lenger) fra kildene (Jernverket, dernest Koksverket) betyr dette konflikt med andre brukerinteresser (først og fremst akvakultur), over et areal av størrelsesordenen 100 km<sup>2</sup>. Også i fisk og særlig i reker ble det i 1981 og 1984 funnet noe forhøyet PAH-innhold, men dette er forhold som må undersøkes nøyere før det eventuelt kan trekkes konklusjoner om forurensningsgrad i ulike deler av fjorden.

#### GLOMFJORDEN

Undersøkelser av sediment (1981) viste noe forhøyede konsentrasjoner av PAH og fluor nær fabrikken i indre del av fjorden. I tillegg ble det vist noe forhøyede kvikksølv konsentrasjoner på grunn av tidligere utslipp. Undersøkelser (1981-82) viste forhøyede konsentrasjoner av fluorid i blåskjell, men bare lokalt nær utslippet. Konsentrasjoner av metaller, PCB og PAH var lave.

#### SKJERSTADFJORDEN

Undersøkelser av sediment (1984) viste noe forhøyede konsentrasjoner av kobber, sink og kadmium ved Fauske og innover mot Øvrevatnet. Bly ble også målt. Grisatang- analyser viste forhøyede konsentrasjoner av kobber og sink.

#### SVALBARD

Enkelte analyser av en rekke metaller (15) og klorerte forbindelser (21) fra Kongsfjord (1984) viste lave konsentrasjoner i polartorsk (noe usikkert om det er denne arten det gjelder eller vanlig torsk), gapeflyndre, tare (*Laminaria*), reker, purpurnegl og sjøpung



(Ascidiaceae). Kun en verdi er oppgitt for hvert stoff. For klorerte forbindelser er konsentrasjoner angitt på fettbasis og må derfor omregnes for å kunne sammenlignes med data i vedlegg D.

## 7. OPPSUMMERING, KOMMENTARER OG TILRÅDNINGER

Av tabell 2-3 fremgår at de akutte hovedproblemene i Norge vesentlig er knyttet til bestemte utslipp eller til avrenning fra gruveområder. Det viktigst unntak fra dette er mobilisering av særlig aluminium, men også kvikksølv og andre metaller ved forsurening. For akvatiske økosystemer og brukerinteresser knyttet til vann er spørsmålet om eventuell snikforurensning fra summen av alle påvirkninger over tid fremdeles spekulativt betonet.

Av dette følger at forvaltningsmyndighetene på den ene siden har en rekke oppgaver av begrenset omfang å gripe fatt i. Dette er problemer med tilknytning til bestemte steder, og der det er mulig å ha en fullt dekkende, kvantitativ beskrivelse av både belastning og konkrete brukerinteresser (utenom det som ligger i begrepet naturvern i videste forstand). En rasjonell løsning av disse oppgaver beror på evnen til å bestemme omfanget av den innsats som skal til for å få en betryggende basis for beslutning og planer, mao. hvor mye som trengs av undersøkelser og utredninger før konklusjoner trekkes. I denne forbindelse må det påpekes at det i mange slike sammenhenger fremdeles mangler pålitelige tall for tilførsel av forurensende stoffer, som representerer årsaksiden av problemene.

Ved siden av direkte påbud om forurensningsbegrensende tiltak peker mao. kartlegging av belastning seg ut som en sentral oppgave, også fordi slike data er nødvendig som grunnlag når spekulasjonene om snikforurensning skal bedømmes.

Et annet moment som må trekkes frem er at mange vannforekomster har felles problemer (samme forurensende stoffer). Når man nå gjennom statlig program for forurensningsovervåking og andre undersøkelser etter hvert har skaffet seg et noenlunde godt inntrykk av tilstanden i de mest forurensede vannforekomster, kan den rutinemessige overvåking begrenses til fordel for mer grunnleggende studier siktet mot å:

- vinne mer prinsipiell innsikt i utvalgte miljøgifters virkemåte og i konsekvensene av deres tilstedeværelse
- tilveiebringe beslutningsgrunnlag for lokale problemer der slike grunnlag fremdeles mangler.

Det ligger i sakens natur at dette delvis vil være langsiktig forskning som ikke desto mindre vil være målrettet. Det er en graverende feil å tro at forvaltningen ikke vil ha nytte av orientert grunnforskning. Tvert imot er dette i pakt med miljøforvaltningens lange tidsperspektiv.

Den rutinemessige overvåking kan da innskrenkes til tilfeller av behov for å:

- A) holde almenheten eller andre brukerinteresser løpende orientert
- B) få beskjed om effekten av tiltak
- C) følge en langsiktig utvikling

Eksempler på A) kan f.eks. være enkelte tilfeller av restriksjoner på rekreasjon, hobbyfiske og utøvelse av næring pga. miljøgifter. Et annet eksempel i samme kategori er forekomst av giftige blågrønnalger som truer vannforsyning og/eller hindrer badeliv og utnyttelse av beitemark. Forsurning er typisk for kategori C), som også kan gjelde overgjødsling av kysthav.

Den andre siden av forvaltningsmyndighetenes prioritering gjelder hvor mye ressurser som bør ofres på temaet langsiktig utvikling og mulig snikforurensning. For denne vurdering bør bl.a. følgende være sentralt:

- I      Langsiktig eksperimentell forskning vedrørende terskelverdier for subletale effekter på organismer som inngår i sentrale akvatiske næringskjeder (inkludert ikke akvatiske toppledd). Herunder kommer også problemkomplekset biotilgjengelighet (bl.a. fra sedimenter).
- II     Nasjonalt kartleggingsprogram for tilveiebringelse av informasjon om nåværende "diffuse bakgrunnsnivåer", men begrenset til representative steder, egnede medier og til de stoffer som man har pålitelige analysemetoder for.
- III    Opprettelse av en miljøprøvebank for utvalgte medier (prøvetyper) og med henblikk på fremtidige analyser.

Uten forvaltningens støtte for pkt. I vil man bare langsomt komme ut av det nåværende ufruktbare spekulative stadium.

Begrensninger nevnt under pkt. II er både praktisk og teoretisk begrunnet, idet ressursbehovet er forbydende stort for å gi en regional-/nasjonal dekning for hele listen av stoffer (selv om denne begrenses til gruppe 1 i tabell 1). Ut fra Norges situasjon, dvs. vår natur, våre viktigste problemer og den nasjonale kompetanse, kan man forsøksvis peke på følgende som bør komme høyt på en prioriteringsliste for satsningsområder, både for pkt I og II ovenfor:

- Kvikksølv
- Kobber
- Aluminium
- Kadmium
- Komplekset EPOCl (ekstraherbart persistent organisk bundet klor), der imidlertid eventuell kartlegging av bakgrunnsnivåer krever standardisert analysemetodikk og mer arbeid med identifikasjon av stoffene som inngår i denne sumvariabel.
- Enkelte bestandige klororganiske forbindelser som HCB (heksaklorbenzen), OCS (oktaklorstyren) og kloralkylbenzener.
- PAH (eventuelt også beslektede heterosykliske aromater) eller mer tematisk:
  - forurning
  - gruveavløp
  - aluminiumsindustri
  - blekeriavløp

Opplegget innenfor Joint Monitoring Group under Oslo- og Pariskommisjonene er forøvrig et eksempel på den strategi som ligger under anbefalingen i pkt. II ovenfor.

Forslaget om å ta opp til fornyet vurdering tanken om en miljøprøvebank (som f.eks. er etablert i Sverige) har særlig bakgrunn i manglende samsvar mellom behovet for å etablere referansedata og praktiske muligheter (kapasitet, kompetanse, analysemetoder).

For mange stoffer og problemområder vil Norge som en liten nasjon være henvist til i det vesentlige å trekke på utenlandske resultater. Imidlertid er det et poeng at dette gjøres på en mer planlagt måte enn hittil. Forurensnings- og miljøvernmyndighetene burde ha god mulighet til å utforme slike planer og få dem gjennomført ved en hensiktsmessig styring av utredningsmidler.

SFT's nåværende miljøgiftprosjekt utgjør et godt utgangspunkt for en

slik plan, sammen med det igangværende prosjekt på vannkvalitetskriterier. Imidlertid er det stor risiko for at oppgavens omfang, kompetansekrav og tidsperspektiver undervurderes, slik det er mange eksempler på i tidligere utredningsarbeid. En av de vesentlige årsaker til denne risiko er forventningene om uavbrutt produksjon av planer, råd og beslutninger. Det må mao. innses at prosessen er langvarig, og at det kan være riktig at forvaltningen for en periode tilsynelatende er mindre "produktiv" innen denne sektor.

Som en oppsummering av alt det foregående synes å fremgå følgende fire prinsipielle angrepsmåter, som til sammen utgjør det nødvendige underlag for myndighetenes arbeid:

- Kartlegging/Kvantifisering av belastning  
(Skalering av problemet)
- Utredninger/Sammenstillinger av "normalnivåer" Miljø-
- Utredninger om terskelnivåer for skade kvalitets-  
(i vid forstand) kriterier
- Langsiktig, stoff- og temabegrenset forskning  
vedrørende "normal"nivåer og terskelnivåer for  
økologisk skade

I denne forbindelse er det viktig at Miljøverndepartementet og Statens forurensningstilsyn har en oppfatning av hvor Norge bør satse på:

- bare tilstrekkelig teoretisk kompetanse
- forskningsmessig spisskompetanse

Dette vil være viktige signaler til landets miljøvernforskning og bedre kvaliteten på forskningsinstitusjonenes ytelser. Anvendt forskning er ufri i valg av tema, men må ha frihet i valg av metoder. Det siste vil i praksis si at visse vide rammebetingelser må oppfylles over flere år, hvis resultatene skal oppnås.

Kompetansen i Norge på emnet miljøgifter i vann er sterkt splittet. Særlig uheldig er at det ikke finnes noen stor gruppering som forener både kjemisk og biologisk innsikt på alle ønskelige felter (naturkjemi, analyseteknikk (organisk/uorganisk), økologi, eksperimentell biologi, fysiologi/biokjemi, veterinærmedisin, human toksikologi). Dette organisatoriske spørsmål bør tas alvorlig av miljøvernmyndighetene. Problemet har ikke bare med kvaliteten på forskning å gjøre, men er også sentralt for myndighetenes utnyttelse av forskerkompetanse. De miljøspørsmål man står overfor å ta standpunkt til eller løse blir stadig mer kompliserte. Derav følger økte krav til natur-

vitenskapelige ytelsers kvalitet, bl.a. i form av tverrfaglighet. En slik kvalitetsforbedring er det foreløpig ikke lagt til rette for i Norge.

## 8. STOFFRELATERTE ARBEIDSOPPGAVER

Det ligger utenfor rammen av denne rapport å konkretisere nærmere hva som er de viktigste problemer knyttet til hvert enkelt stoff eller stoffgruppe, og dermed også peke ut/rangere arbeidsoppgaver for forvaltningen.

En slik prioritering synes det tryggest å basere på en serie "idédunader" i møter der en tilstrekkelig bred forvaltningsmessig og faglig ekspertise er representert.

Det vil også være naturlig at en prioritering av arbeidsoppgaver innen det som gjelder ett stoff eller en stoffgruppe først følger etter at det er tatt standpunkt til hvilke stoffer som bør prioriteres.

Det er bare ett vannforurensningsproblem med miljøgiftaspekter som i Norge har hva man kan betegne et katastrofalt omfang - forsurening. Alle øvrige miljøgiftproblemer er enten lokale eller spekulative. Sett fra et forvaltningsmessig synspunkt har de derfor et felles behov: skalering.

Dette resonnement leder igjen frem til viktigheten av å kartlegge og kvantifisere belastningen; eventuelt utredninger som bl.a. inkluderer materialstrømanalyser for slike stoffer som bare mistenkes å kunne være opphav til problemer.

Behovet for å kvantifisere belastning er også felles for de stoffer/temaer/bransjer som forslagsvis er fremhevet som særlig aktuelle i kap. 7.

Et felles problemkompleks for stoffene nevnt i kap. 7 er omsetning og "fate" i naturen, herunder biotilgjengelighet og effekter av ulike tilstandsformer. Vedrørende samlebetegnelsen EPOC1 gjelder spesielt et behov for å få etablert bakgrunnsnivåer med standardisert metodikk og så vidt mulig få gruppen kjemisk karakterisert. (Uten at man kommer lenger med dette, blir denne variabel mer egnet til spekulasjon og eventuelt skremsel enn et praktisk verktøy for miljøvernmyndighetene).

Stikkordet "biotilgjengelighet" gjelder ikke minst fra sedimenter, kanskje særlig i fjorder der det er mange eksempler på meget høye konsentrasjoner av både organiske og uorganiske miljøgifter.

For alle de fire fremhevede metaller (kvikksølv, kobber, aluminium, kadmium) bør det være av betydelig økologisk (og muligens helsemessig) interesse å få klarlagt nøyere ved hvilke betingelser og i hvilken grad de mobiliseres ved forurening (og hva effektene er). Dermed må det også fokuseres på problemet bakgrunnsnivåer/tilstandsformer i vann.

For kobber spesielt kan fremheves de økologiske konsekvenser av belastning i saltvannsförekomster.

Foruten biotilgjengelighet fra sedimenter, synes det for klororganiske stoffer generelt å være viktig å få frem forskningsresultater som gir grunnlag for å sette grenseverdier mht. forekomst i mat eller i føde for pattedyr/fugl på toppen av akvatiske næringskjeder. (Dette er følgelig vel så mye et tema for terrestrisk miljøvern.)

For de tentativt prioriterte bransjer (gruveavløp, aluminiumsverk, blekerier) vil et beslutningsgrunnlag utover det nåværende først og fremst kreve en kombinasjon av belastningskarakteristikk og resipient relevante tester, dvs. langtidsforsøk, ofte under resipientsimulerte betingelser (modelløkosystemer o.a.).

## 9. LITTERATUR

Følgende forkortelser er brukt i litteraturliste:

NIVA	Norsk institutt for vannforskning
NTNF	Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd
NVH	Norges veterinærhøgskole
SI	Senter for industriforskning
SIFF	Statens institutt for folkehelse
SINTEF	Stiftelsen for industriell og teknisk forskning
SNSF	Sur nedbørs virkning på skog og fisk
SNV	Statens naturvårdsverk

- 
- Aagaard, P., Holtan, H., 1976. Mjøsprosjektet. Sedimentologiske undersøkelser 1972-1974 Delrapport nr 7. NIVA-rapport 0-91/69 XX, pp.72.
- Aanes, K.J., Erlandsen, A.H., Brettum, P., 1982. Rutineundersøkelse i Øyeren 1980. Rapport 23/81 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000220, pp.40.
- Aanes, K.J., Grande, M., Iversen, E., 1983. Rutineovervåking i Folla 1981. Rapport 39/82 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-80002-23, pp.73.
- Aanes, K.J., Iversen, E., 1983. Rutineovervåking i Folla 1982.. Rapport 92/83 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-80002-23 (02).
- Aanes, K.J., Iversen, E.R., 1984. Rutineovervåking i Folla 1983. Rapport 137/84 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-80002-23 (03).
- Abdullah, M.J., Ringstad, O., Kveseth, N.J., 1982. Polychlorinated biphenyls in the sediments of the inner Oslofjord. Water, Air & Soil Pollution, 18:485-497.
- Abry, T., Skogheim, O.K., Hongve, D., 1982. Sedimentene i Tyrifjorden: Tungmetaller og dateringer. Fagrapport 19. Tyrifjordutvalget.,



pp.41.

- Alfheim, I., Gether, J., 1978. Organiske mikroforurensninger i utslipp fra varmekraftverk. SI-rapport, pp.74.
- Alsaker-Nøstdahl, B., Tryland, Ø., 1981. Nasjonalt program for overvåking av vannressurser. Basisundersøkelse i Singlefjord - Hvalerområdet. Delområde: Forurensingstilførsler. Fremdriftsrapport 1980. NIVA-rapport 0-80003 03, pp.47.
- Andersen, A.T., 1973. Tungmetaller og andre forurensninger i Oslofjorden og kystfarvann - innvirkning av disse på marine organismer. VANN, 2(1973):84-88.
- Andersen, A.T., Dommasnes, A., Hesthagen, I.H., 1973. Some heavy metals in sprat (*Sprattus sprattus*) and herring (*Clupea harengus*) from the inner Oslofjord. Aquaculture, 2:17 - 22.
- Andersen, A.T., Neelakanan, B.B., 1974. Mercury in some marine organisms from the Oslofjord. Norwegian Journal of Zoology, 22:231-235.
- Arnesen, R.T., 1973. Undersøkelse av eksisterende deponeringsløsninger for avgang. Spesielle undersøkelsesmetoder. Fremdriftsrapport nr 4.. NIVA-rapport 0-81/67 - K-4/73 (3), pp.20.
- Arnesen, R.T., 1973. A/S Røros Kobberverk. En undersøkelse i Orvsjøen 1973. NIVA-rapport 0-101/73, pp.9.
- Arnesen, R.T., 1977. Orkla Industrier A/S. Grubeseksjonen. Overvåkingsundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1976. NIVA-rapport 0-78/74 III, pp.25.
- Arnesen, R.T., 1978. Orkla Industrier A/S. Grubeseksjonen. Overvåkingsundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1977. NIVA-rapport 0-78/74 IV, pp.46.
- Arnesen, R.T., Grande, M., Iversen, E.R., 1980. Overvåkingsundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1978-1979. NIVA-rapport 0-74078 V, pp.57.
- Arnesen, R.T., Grande, M., Tjomsland, T., 1979. Vannforurensning fra Gruver Røstvangen og Kjøli. NIVA-rapport 0-77061, pp.49.
- Arnesen, R.T., Grande, M., Tjomsland, T., 1979. Vannforurensning fra

- gruver - Killingdal. NIVA-rapport 0-77061, pp.38.
- Arnesen, R.T., Tjomsland, T., 1980. Røros Kobberverk. Vannforurensning fra gruver. NIVA-rapport 0-78050, pp.45.
- Augustson, I.H., Hauger, T., Skogheim, O.K., 1982. En studie av innsjøsedimenter i Vansjø. FFI-rapport-82/3016, pp.99.
- Baalsrud, K., Green, N.W., Knutzen, J., Næs, K., Rygg, B., 1986. Overvåking av Årdalsfjorden 1983. En tiltaksorientert undersøkelse av forurensninger fra aluminiumindustri og befolkning. Rapport 288/86 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000318, pp.125.
- Bakke, T., Knutzen, J., Kvalvågnæs, K., 1986. Syrebek-deponi ved raffineriet på Valløy. Effekter av deponiet på sjøområdet utenfor og vurdering av aktuelle tiltak. NIVA-rapport 0-85180, pp.23.
- Berg, S.K., 1977. Skrubbe, *Platichthys flesus* (L.) i Oslofjorden og dens forhold til forurensning. Innholdet av tungmetallene (Fe, Cu, Zn, Cd, Hg og Pb) i skrubbe, *Platichthys flesus* (L.). Hovedfagsoppgave, pp.124.
- Berg, S.K., 1981. Resipientundersøkelse i Karmsundet. Rogalandforskning-rapport T 9/81, pp.43.
- Bergan, M., 1983. Geokjemi og sedimentologi i resente marine muddersedimenter fra søndre Østfold. Hovedoppgave i geologi ved institutt for geologi, Universitet i Oslo.
- Berglind, L., 1977. Undersøkelse av PAH som forurensningskomponent ved deponering av silikastøv.. NIVA-rapport 0-5/76 III, pp.10.
- Berglind, L., 1982. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in industrial discharges and other aqueous effluents. Nordic PAH-projekt. SI-Rapport 770616-16, pp.18.
- Berglind, L., Arnesen, R.T., Knutzen, J., 1977. Undersøkelse av PAH som forurensningskomponent ved deponering av silikastøv. Bakgrunnsundersøkelse av PAH i norske overflatevanntyper. NIVA-rapport 0-5/76, pp.10.
- Berglind, L., Gjessing, E., 1980. Utprøving av analysemetoder for PAH og kartlegging av PAH-tilførsler til norske vannforekomster. NIVA-rapport A3-25, pp.48.

- Bergsjø, T., Grande, M., 1979. Tungmetallforgiftning av fisk. Norsk veterinærtidsskrift, 91:595-601.
- Berntsen, T., Tryland, Ø., 1981. Kjemisk-fysisk undersøkelse av støvutslipp i Oslofjorden, Slemmestad. NIVA-rapport 0-81024., pp.9.
- Bjerk, J.E., 1972. Rester av DDT og PCB i norsk brisling (*Clupea sprattus*) og sild (*Clupea harengus*). Institutt for farmakologi og toksikologi, Norges veterinærhøgskole, Oslo, 24:451-457.
- Bjerk, J.E., 1973. Residues of DDT in Cod from Norwegian Fjords. Bull. Environm. Contam. & Toxicol., 9(2):89.
- Bjerk, J.E., Brevik, E.M., 1980. Organochlorine compounds in aquatic environments. Arch. Environm. Contam. & Toxicol., 9:743-750.
- Bjerk, J.E., Kveseth, N., 1973. DDT og PCB i torskelever fra Sørfjorden. Kap. 6 i Resipientundersøkelser i Sørfjorden 1972. Miljøvernkomiteen i Odde.
- Bjønnnes, P.O., Brakstad, O.G., 1977. Undersøkelse av tungmetaller i biologisk materiale fra Kristiansandsfjorden.. Agder Distriktshøgskole, pp.37.
- Bjørseth, A., Carlberg, G.E., Gjøs, N., Møller, M., Tveten, G., 1981. Halogenated organic compounds in spent bleach liquors; determination, mutagenicity testing and bioaccumulation. In L.H.Keith(ed.) advances in the Identification & Analysis of Organic Pollutants i Water, Ann Arbor Sci. Publ. Inc., 2:1115-1129.
- Bjørseth, A., Knutzen, J., Skei, J., 1979. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments and mussels from Saudafjorden, Western Norway, by glass capillary gas chromatography. Sci. Total Environ., 13:71-86.
- Bokn, T., Green, N.W., Kjellberg, F., Kvalvågnæs, K., Skei, J., 1979. Resipientundersøkelse av Borgundsfjorden i Ålesund. NIVA-rapport 0-88/74, pp.207.
- Bokn, T., Kirkerud, L., Kvalvågnæs, K., Rygg, B., 1977. Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport nr. 6. Fremdriftsrapport fra de

- biologiske undersøkelserne mars 1974 - mai 1976. NIVA rapport 0-111/70, pp.234.
- Bokn, T., Kirkerud, L., Rygg, B., Skei, J., 1978. Review of existing data on cadmium and PCB in marine waters, biota and sediments of Norway. NIVA-report 0-46/78, pp.31.
- Bokn, T., Knutzen, J., 1982. Overvåking i Gandsfjorden og Byfjorden, Stavanger 1981. Rapport 56/82 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-80003-04 II, pp.35.
- Bokn, T., Molvær, J., Rygg, B., 1986. Overvåking av Gandsfjorden, Riskafjorden og Byfjorden. Stavanger 1985. NIVA-rapport 0-84138, pp.61.
- Bokn, T., Rygg, B., 1976. Polyklorerte bifenyler i transplanterte blåskjell. Organiska miljøgifter i vatten. I Proc. Tolfte nordiske Symposiet om vattenforskning, Visby 11 - 13 Maj 1976. Nordforsk, Miljøvårdssekretariatet. Publ. 1976:2, pp.395-400.
- Bokn, T., Skei, J., 1977. Kjemisk/biologiske undersøkelser i fjordene omkring Stavangerhalvøya, september 1976. NIVA-rapport 0-82/76, pp.66.
- Boman, E., Grande, M., 1985. Otra. Tiltaksorientert overvåking 1984. Overvåkingsrapport 199/85. NIVA-rapport 0-80002-08. Rapport 199/85 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-80002-08, pp.49.
- Brettum, P., Erlandsen, A.H., Faafeng, B., Løvik, J.E., 1981. Vurdering av planlagte vassdragsreguleringer i Rana-vassdraget. NIVA-rapport 0-75114, pp.59.
- Brevik, E.M., 1978. Organochlorines in fish and crabs from the Krisitansand fjord in Norway. Nord.Vet.-Med., 30:375-379.
- Brevik, E.M., 1981. Organochlorine residues in fish from Lake Mjøsa in Norway. Bull. Environm. Contam. Toxicol., 26:679-680.
- Brevik, E.M., 1984. Organochlorines in the Norwegian biological environment with special emphasis on hexachlorobenzene. Doktoravhandling. Universitet i Oslo, pp.34 + vedlegg.
- Brevik, E.M. Bjerck, J.E. Kveseth, N.J., 1978. Organochlorines in Codfish from Harbors Along the Norwegian Coast.. Bull.Environm.

- Contam. Toxicol., 20:715-720.
- Brevik, E.M., Christensen, G.C., 1982. Tungmetalleksponering av mennesker og miljø ved energiproduksjon. II. Sammenstilling av norske tungmetalldata. Institutt for Energiteknikk (IFE)/KR/E-82/008+N; Kjeller, pp.32.
- Buset, H., Tøgersen, S., 1978. PAH i bentos og zooplankton, Svea. STF21 A78168, Trondheim, SINTEF, pp.8.
- Bøe, B., 1984. Analyse av klorerte hydrokarboner og kvikksølv i fisk fra Frierfjorden januar 1983. Fiskeridirektoratet. Rapport 2/84, pp.8.
- Bøe, B., Egaas, E., Julshamn, K., 1978. Analyse av klorerte hydrokarboner og sporelementer i fisk fra Grenlandsfjordene 1977. Fiskeridirektoratet, Bergen. Rapporter og meldinger Nr. 6/78.
- Carlberg, G.E., 1978. Analyse av utslipp fra klorblekerier. Kjemi, 1:40-41.
- Carlberg, G.E., Drangsholt, H., Martinsen, K., Olufsen, B., 1980. Organiske mikroforurensninger i norske vannressurser. Analyse av haloformer, polysykliske aromatiske hydrokarboner og klorerte hydrokarboner i utvalgte drikkevannskilder. SI-rapport 780806-1, pp.27.
- Carlberg, G.E., Drangsholt, H., Tveten, G., 1981. Analyse av klororganiske forbindelser i vann, sedimenter og fisk fra Iddefjorden. SI-rapport 800806-01, pp.30.
- Carlberg, G.E., Drangsholt, H., Gjøs, N., Tveten, G., 1981. Miljøpåvirkning av klorerte hydrokarboner fra klorblekerier, analyse av vann, sedimenter og fisk fra Iddefjord. I Proc. 17. Nord.Symp. om Vattenforskning, Organohalogener og Akvat.miljø. Porsgrunn 1981. Nordforsk, Miljøvardserien 1981:1, pp.131-140.
- Carlberg, G.E., Gjøs, N., Tveten, G., Schou, L., 1982. Bioaccumulation in fish of lipophilic compounds in bleachery effluents from the pulp and paper industry. In Proc. of 1st.Eur.Sym.Anal.Org.Micropoll.Water, Berlin 1979. Commission of the European Communities, pp.313-322.

- Carlberg, G.E., Kringstad, A., Martinsen, K., Nashaug, O. (in press), 1986. Environmental impact of organochlorine compounds discharged from the pulp and paper industry. Proc. EUCEPA symp. Helsinki 19-22/5/1986, Environmental Protection in the 1990ies. pp.55-60.
- Carlberg, G.E., Landmark, L.H., Møller, M., Bergstrøm, B., Bengston, B.E., Storflor, H., Skramstad, J., 1987. Mutagenicity, acute toxicity and bioaccumulation potential of six chlorinated thiophenes identified in spent bleach liquours from Kraft bleaching. (in prep.) Proc. 2. EAWPRC symp. on forest industry waster water. Tampea, Finland, juni 1987.
- Carlberg, G.E., Martinsen, K., 1983. Organiske forurensninger i snø. Drikkevannsrapport 6. NTNFS utvalg for drikke vannsforskning.
- Carlberg, G.E., Martinsen, K., Kringstad, A., Gjessing, E., Grande, M., Kjellqvist T., Skåre, J.U., 1986. Influence of aquatic humus on the bioavailability of chlorinated micropollutants in Atlantic Salmon. Arc. Environ. Contam. Toxicol., 15:543-548.
- Carlberg, G.E., Tveten, G., 1978. Bestemmelse av klorerte hydrokarboner i sigevann fra avfallsfyllinger. SI-rapport 751112-1. NTNFS utvalg for fast avfall, pp.10.
- Carlberg, G.E., Tveten, G., 1980. Analyse av klorerte organiske forbindelser i fisk fra Mjøsa. SI-rapport 791102-1, pp.162.
- Carlberg, G.E., Tveten, G., 1980. Analyse av klorerte organiske forbindelser i fisk fra Glomma og i avløpsvannet fra et sulfatblekeri. SI-rapport 790108-1, pp.28.
- Carlberg, G.E., Tveten, G., Møller, M., 1979. Effekter av blekeriutslipp i det ytre miljø. Analyse av fisk fra Otra og Tofte og mutagentesting av blåskjell fra Tofte. SI-rapport 780910-1.
- Carlberg, G.E., Bøler, J.B., 1985. Determination of persistent chlorinated hydrocarbons and inorganic elements in samples from Svalbard. SI-rapport 831101-1, pp.19.
- Christensen, G.C., 1981. Radioaktivitet i tang langs norskekysten. Nordisk selskap for strålevern, 6te møte, Reykjavik 18-20 juni 1981, pp.5.
- Christensen, G.C., 1982. Radioaktivitet i blæretang (Fucus

- vesiculosus) langs norskekysten 1980-1981. Tredje Nordiske radioøkologiseminar, Hyvinkaa, 11-13 mai 1982, pp.9.
- Christensen, G.C., 1984. Radiocesium i norsk tang (*Fucus vesiculosus*) 1980-1983. Nordisk selskap for strålevern, 7de møte, København 10-12 oktober 1984, pp.6.
- Christensen, G.C., Brevik, E.M., 1982. Tungmetalleksponering av mennesker og miljø ved energiproduksjon. I. Matematiske modeller i eksponeringsstudier.. Institutt for energiteknikk (IFE)/KR/E-82/007+N, Kjeller, pp.16.
- Dahle, A.B., 1984. Resipientundersøkelser i fjordområdene rundt Jæren 1982-1984. Rogalandforskning rapport T 27/84, Del 1, pp.50.
- Eide, I., Myklestad, S., Melsom, S., 1980. Long-term uptake and release of heavy metals by *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. (*Phaeophyceae*) in situ. *Environ. Pollut.*, 23:19-28.
- Enger, B., Frøslie, A., Kirkerud, L., Knutzen, J., Madsen, L., Martinsen, K., Norheim, G., 1984. Overvåking av PCB, Kvikksølv og Kadmium i sjøvannsmiljø. Oslofjordområdet 1981-1982. Overvåkingsrapport 119/84.. Rapport 119/84 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-80106., pp.24.
- Fiskum, A., Aakus, B., Borchsenius, H., Scheldrup, A., Jørgensen, L., Hegset, E., Os, B., 1974. Orkdalsfjorden - forurensningskilder - skadevirkninger - mulige forbedringer. Universitetet i Trondheim.
- Fjerdingsstad, E., Nilssen, I.P., 1983. Heavy metal distribution in Norwegian acidic lakes: A preliminary record. *Arch.Hydrobiol.*, 96:190-204.
- Forstner, U., Wittmann, G.T.W., 1979. Metal pollution in the Aquatic Environment. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, pp.486.
- Frantzen, F., 1986. Tungmetallbelastning i indre deler av Saltenfjordområdet. Hovedfagsoppgave i kjemi til matematisk-naturvitenskapelig embetseksamen. Universitet i Trondheim, Kjemisk institutt.
- Fredrichsen, P., Håstein, T., 1974. Rapport om undersøkelser av kvikksølvinnholdet i fisk fra noen norske vassdrag og kyststrøk. Veterinærinstituttet (ingen rapport nr.), pp.25.

- Frivold, A.H., 1984. Karakterisering av sigevann fra Grønmo avfallsdeponi. Hovedfags oppgave, Institutt for Kjemi, Universitet i Oslo.
- Frøslie, A., Hoff, H., Underdal, B., 1977. Persistente klorerte hydrokarboner i fisk fra Grenlandsområdet innsamlet ved årsskiftet 1975-76 og 1976-77. Norge Veterinær Institutt (ingen rapport nr.).
- Frøslie, A., Norheim, G., Sandland, O.T., 1985. Levels of selenium in relation to levels of mercury in fish from Mjøsa, a freshwater lake in Southeastern Norway. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 35:572-577.
- Gjessing, E., Johannessen, M., Sukke, T., 1976. Vann- og nedbørkjemiske studier i Birkenes-feltet for perioden 1/5-1973 - 1/7-1958. SNSF-rapport TN 29/76.
- Gjessing, E., Lygren, E., Andersen, S., Berglind, L., Carlberg, G.E., Efraimsen, H., Kallkvist, T., Martinsen, K., 1984. Acute Toxicity and chemical characteristics of moderately polluted runoff from highways. Sci. Total Environ., 33:225-232.
- Gramme, P.E., Norheim, G., Bøe, B., Underdal, B., Bøckman, O.C., 1984. Detection of Cod (*Gadus morhua*) Subpopulations by Chemical and Statistical Analysis of Pollutants. Environ. Contam. Toxicol., 13:433-440.
- Grande, M., 1972. Kontrollundersøkelser i vassdrag for Grong Gruber A/S, 1972. NIVA-rapport 0-120/69.
- Grande, M., 1972. Hydrobiologiske undersøkelser i Årdalsvassdraget 1972. NIVA-rapport 0-90/70, pp.8.
- Grande, M., 1974. Hydrobiologiske undersøkelser i Årdalsvassdraget. Utsatt skjønn Utle/Hæreidselven m.v.. NIVA-rapport 0-90/70, pp.10.
- Grande, M., Arnesen R.T., 1973. Kontrollundersøkelse i vassdrag for Elkem A/S Skorovas Gruber 1973. NIVA-rapport 0-42/62, pp.21.
- Grande, M., Arnesen, R.T., 1973. Kontrollundersøkelse i vassdrag for Elkem A/S Skorovas Gruber 1972. NIVA-rapport 0-42/62, pp.18.
- Grande, M., Arnesen, R.T., 1980. Grong Gruber A/S. Kontrollundersøkelser i vassdrag 1978 og 1979. NIVA-rapport 0-69120 VII, pp.86.



- Grande, M., Arnesen, R.T., Iversen, E.R., Andersen, S., 1980. Kontrollundersøkelser Skorovas Gruber, 1978. Elkem-Spigerverket A/S - Skorovas Gruber. NIVA-rapport 0-62042-XIII, pp.59.
- Grande, M., Bakketun, Å., Romstad, R., 1985. Overvåkning i Orkla, 1984. Rapport 187/85 i Statlig program for forurensningsovervåkning. NIVA-rapport 0-8000210, pp.56.
- Grande, M., Iversen, E.R., 1986. Skorovas Gruber. Vurdering av forurensningssituasjonen i Stallviksvassdraget/Tunnsjøen. NIVA-rapport 0-62042, pp.40.
- Grande, M., Iversen, E.R., 1980. Undersøkelse av Folla. Observasjoner 1978-1979. NIVA-rapport 0-64120, pp.49.
- Grande, M., Iversen, E.R., 1980. Kontrollundersøkelser Skorovas Gruber, 1979. Elkem-Spigerverket A/S - Skorovas Gruber. NIVA-rapport 0-62042 (14), pp.57.
- Grande, M., Iversen, E.R., 1981. Grong Gruber A/S. Kontrollundersøkelser i vassdrag. Resultater 1980. NIVA-rapport 0-69120, pp.75.
- Grande, M., Iversen, E.R., 1981. Undersøkelse av Folla. Observasjoner 1980. NIVA-rapport 0-64120 (11), pp.61.
- Grande, M., Iversen, E.R., 1981. Kontrollundersøkelser - Skorovas Gruber 1980. Elkem-Spigerverket A/S - Skorovas Gruber. NIVA 0-62042, 15., pp.67.
- Grande, M., Iversen, E.R., 1982. Grong Gruber A/S. Kontrollundersøkelser i vassdrag. Resultater 1981. NIVA-rapport 0-69120 (14), pp.46.
- Grande, M., Iversen, E.R., 1982. Kontrollundersøkelser - Skorovas Gruber 1981. Elkem A/S, Skorovas Gruber. NIVA-rapport 0-62042 (16), pp.46.
- Grande, M., Iversen, E.R., 1983. Kontrollundersøkelser - Skorovas Gruber 1982. Elkem A/S - Skorovas Gruber. NIVA-rapport 0-62042 (17), pp.47.
- Grande, M., Iversen, E.R., 1983. Grong Gruber A/S. Kontrollundersøkelser i vassdrag. Resultater 1982. NIVA-rapport

0-69120 (15), pp.63.

Grande, M., Iversen, E.R., 1984. Kontrollundersøkelser - Skorovas Gruber 1983. Elkem A/S - Skorovas. NIVA-rapport 0-62042 (18), pp.55.

Grande, M., Iversen, E.R., Bildeng, R., 1984. Grong Gruber A/S. Kontrollundersøkelser i vassdrag. Resultater 1983. NIVA-rapport 0-69120 (16), pp.64.

Grande, M., Iversen, E.R., Bildeng, R., 1985. Grong Gruber A/S. Kontrollundersøkelser i vassdrag. Resultater 1984. NIVA-rapport 0-69120, pp.64.

Grande, M., Iversen, E.R., Bildeng, R., 1985. Kontrollundersøkelser - Skorovas Gruber 1984. Elkem A/S - Skorovas Gruber. NIVA-rapport 0-62042, pp.53.

Grande, M., Jensen, K.W., Lloyd R., 1977. Report on the effect of zinc and copper pollution on the salmonid fisheries in a river and lake system in central Norway. EIFAC (FAO) Tech. Pap., 29:34.

Grande, M., Romstad, R., Bildeng, R., Bakketun, Å., 1984. Rutineovervåking i Orkla, 1983. Overvåkingsrapport 154/84. NIVA-rapport 0-8000210 (04), pp.54.

Gray, J.S., Abdullah, M.I. (eds.), 1986. Resipientundersøkelsen i nærområdet ved SRV, 1980/1981 og 1985. Universitet i Oslo, Biologisk Institutt, (7 selvstendige deler i et bind).

Green, N., Kirkerud, L., Molvær, J., Rygg, B., Skei, J., 1979. Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og Skienselva. Årsrapport for 1977. NIVA-rapport 0-76129 III, pp.152.

Green, N., Kirkerud, L., Molvær, J., Rygg, B., Skei, J., 1980. Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og Skienselva. Sammenfattende årsrapport for 1978. NIV-rapport 0-76129 VIII, pp.26.

Green, N.W. (in prep.), 1986. Joint monitoring programme (JMP). National comments to the Norwegian data for Oslofjord areas and Orkdalsfjord 1985. NIVA-rapport 0-80106.

Grimnes, S., 1982. Opptak of innhold av tunmetallene Cu, Ni, Pb, Co i *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis. Hovedfagsoppgave i

- marinbiologi, Universitetet i Oslo. Høstsemesteret 1982, pp.149.
- Hansen, B., Vågsholm, K.R., 1978. Tungmetaller i sedimenter. Analyse av sedimentprøver fra Kristiansandshavn. Seminar oppgave Agder Distriktshøgskole (ingen rapport nr.), pp.56.
- Haug, A., Melsom, S., Omang, S.H., 1974. Tungmetallforurensning i Trondheimsfjorden og Hardangerfjorden undersøkt ved analyser av grisetang. Kjemis, 34:9-11.
- Haug, A., Melsom, S., Omang, S., 1974. Estimation of heavy metal pollution in two Norwegian fjord areas by analysis of the brown alga *Ascophyllum nodosum*. Environ. Pollut., 7:179-192.
- Haugen, I., Kirkerud, L., Knutzen, J., Kvalvågnæs, K., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., 1981. Vefsnfjorden som resipient for avfall fra Mosjøen Aluminiumverk. Rapport 1. Undersøkelser 1978 - 1980. NIVA-rapport 0-76149, 01, pp.175.
- Haver, E., 1980. Resipientundersøkelse i Frierfjorden. Kvikksølv i vann. Norsk Hydro, Forskningscenteret (E.Haver 27.10.80), pp.5.
- Haver, E., 1983. Resipientundersøkelser i Grenlandsfjordene, 1982. Norsk Hydro, Forskningscenteret. (ingen Dok. nr.), pp.15.
- Haver, E., 1984. Resipientundersøkelser i Grenlandsfjordene, 1983. Norsk Hydro, Forskningscenteret. Dok. nr. 1411Q, pp.8.
- Haver, E., 1985. Resipientundersøkelser i Grenlandsfjordene, 1984. Norsk Hydro, Forskningscenteret. Dok. nr. 4812Q, pp.8.
- Havre, G.N., Underdal, B., Christiansen, C., 1973. Cadmium concentrations in some fish species from a coastal area in southern Norway. OIKOS, 24:155-157.
- Havre, G.N., Underdal, B., Christiansen, C., 1973. The content of lead and some other heavy elements in different fish species from a fjord in western Norway. - From the proc. of the International symposium: Environmental Health, Ås.
- Havre, G.N., Underdal, B., Trosdahl, C., 1973. Analyse av elementene Hg, Cd, Pb og Zn i marint, animalsk materiale fra Sørfjorden, Hardanger. Kap. 5 i Resipientundersøkelser i Sørfjorden 1972. Miljøvernkomiteen i Odda, pp.7.

- Havre, G.N., Underdal, B., Trosdahl, C., 1973. Analyse av elementene Hg, Cd, Pb og Zn i marint animalsk materiale fra Sørfjord i Hardanger. Institutt for Biokjemi og Institutt for Næringsmiddelhygiene, Norges Veterinærhøgskole, pp.14.
- Heines, S.U., Knutzen, J., Kolstad, S., 1976. Resipientundersøkelse av Trondheimsfjorden. Forurensningstilførsler. NIVA-rapport 0-58/70.
- Henriksen, A., 1973. Analyse av tungmetaller i slam og avløpsvann. En sammenstilling av forbehandlingsmetoder. NIVA-rapport OK-3/73, pp.21.
- Henriksen, A., Balmer, K., Wright, R.F., 1976. Tungmetallkonsentrasjoner i små norske innsjøer. NIVA-rapport B2-20, pp.55.
- Henriksen, A., Wright, R.F., 1978. Concentrations of heavy metals in small Norwegian lakes. Water Res., 12:1755-1768.
- Holtan, G., Berglind, L., Erlandsen, A.H., Knutzen, J., Lindstrøm, E-A., Mjelde, M., 1984. Rutineovervåkning i Farris-Siljan-vassdraget 1983. Fagrapport om sedimenter, høyere vegetasjon og begroing. Rapport 125/84 i Statlig program for forurensningsovervåkning. NIVA-rapport 0-8000227, pp.38.
- Holtan, H., 1979. Mjøsprosjektet. Hovedrapport for 1971-76. NIVA-rapport 0-91/69, pp.176.
- Holtan, H., Kjellberg, G., Brettum, P., Tjomsland, T., 1980. Gudbrandsdalslågen og Mjøsa. Resipientvurderinger i forbindelse med reguleringsinngrep i Jotunheimen. NIVA-rapport nr. 0-79079.
- Hovland, E.G., Olsen, E., 1980. AAS-bestemmelse av tungmetaller i sjøvann. En undersøkelse av Kristiansandsfjorden. Seminaroppgave, Agder Distriktshøgskole (ingen rapport nr.), pp.74.
- Håkanson, L., 1980. The quantitative impact of pH, bioproduction and Hg-contamination on the Hg-content of fish (pike). Environmental Pollution (Series B), 1:285-304.
- Håkanson, L., 1981. Lake sediments in aquatic pollution control programs; principles, processes and practical examples. Statens naturvårdsverk, Vattenlaboratoriet Uppsala. SNV-rapport PM 1398, pp.242.

- Håkedal, J.T., Solheim, H.I., 1979. Metaller i strandsnegl og tang - en undersøkelse fra Kristiansandsfjorden. Agder distriktshøgskole, Forskningsserien nr. 1/79, pp.23.
- Ingebrigtsen, K., Skåre, J.U., 1983. Distribution and elimination of (14C) hexachlorobenzene after single oral exposure in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J. Toxicol. Environm. Health, 12:309-316.
- Iversen, E.R., 1982. Kontrollundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget i 1981. NIVA-rapport 0-74078 (07), pp.25.
- Iversen, E.R., 1982. Vannforurensninger fra nedlagte gruver i Orklas nedbørfelt Dragset Verk - Undal Verk - Kvikne Kobberverk. NIVA-rapport 0-80071.
- Iversen, E.R., 1983. Løkken Verk. Forurensningstilførsler fra gruveområdet ved Løkken Sentrum 1982-1983. NIVA-rapport 0-82062, pp.60.
- Iversen, E.R., 1983. Løkken verk. Forurensningstilførsler fra gruveområder ved Løkken sentrum 1982-83. NIVA-rapport 0-82062, pp.60.
- Iversen, E.R., 1985. Løkken Gruber A/S og Co. Kontrollundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1984. NIVA-rapport 0-74078, pp.28.
- Iversen, E.R., Grande, M., 1981. Kontrollundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget i 1980. NIVA-rapport 0-74078 06, pp.42.
- Iversen, R.E., Johannessen, M., 1984. Vannforurensning fra nedlagte gruver. NIVA-rapport 0-82068, pp.68.
- Iversen, R.E., Johannessen, M., 1985. Undersøkelser av avgangsdeponier i Rørosområdet. Orvsjøen og Djupsjøen. NIVA-rapport 0-84077, pp.30.
- Jensen, A., Rystad, B., Melsom, S., 1974. Heavy metal tolerance of marine phytoplankton. I. The tolerance of three algal species to zinc in coastal sea water. J. exp.mar.Biol. Ecol., 15:145-157.
- Jentoft, N.A., 1982. Kreosotforurensninger i Trondelag. Prøvetaking og karakterisering av polysykliske aromatiske forbindelser. Hovedoppgave i kjemi, Universitet i Trondheim, pp.169.
- Johannessen, M., Aanes, K.J, 1985. Overvåking av Sulitjelmavassdraget 1984. Rapport 209/86 i Statlig program for

forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-80002-28, pp.35.

Johannessen, M., Aanes, K.J., 1983. Overvåking av Sulitjelmavassdraget 1982. Rapport 90/83 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-80002-28, pp.16.

Johannessen, M., Grande, M., Iversen, E.R., 1986. A/S Bleikvassli Gruber: Kontroll- og overvåkingsundersøkelse i resipientene for avgang og avrenning fra gruveområdet 1985. NIVA-rapport 0-82121, pp.61.

Johannessen, M., Iversen, E.R., Grande, M., 1980. A/S Sulitjelma Gruber. Kontrollundersøkelser i Langvassdraget 1976-79. NIVA-rapport 0-77018 I, pp.52.

Johannessen, M., Iversen, E.R., 1983. A/S Bleikvassli Gruber. Vurdering av miljøkonsekvenser ved avgangsdeponering. NIVA-rapport 0-82121, pp.34.

Johannessen, M., Iversen, E.R., Grande, M., Aanes, K.J., Rørslett, B., Mjelde, M., 1984. A/S Bleikvassli Gruber. Kjemiske og biologiske forundersøkelser i Kjøkkenbukta og store bleikvatn. NIVA-rapport 0-82121, pp.39.

Johannessen, P.J., 1982. Byfjordundersøkelsen. Overvåking av fjordene rundt Bergen 1981. Rapport nr. 2. Institutt for marinbiologi, Universitet i Bergen..

Johannessen, P.J., 1984. Byfjordundersøkelsen. Overvåking av fjordene rundt Bergen 1983. Rapport nr. 4. Institutt for marinbiologi, Universitet i Bergen. Rapport nr. 6 1984.

Johannessen, P.J., Aabel, J.P., 1983. Resipientundersøkelse i Kvinnheråd Kommune. Institutt for marinbiologi, Universitet i Bergen. Rapport nr. 2 1983.

Julshamn, K., 1981. Studies on major and minor elements in molluscs in Western Norway. IV. The distribution of 17 elements in different tissues of oyster (*Ostrea edulis*), common mussel (*Mytilus edulis*). Fisk.Dir.Skr., Ser.Ernæring, 1(5):215-234.

Julshamn, K., 1981. Studies on major and minor elements in molluscs in Western Norway. I. Geographical variations in contents of 10 elements in oyster (*Ostrea edulis*), common mussel (*Mytilus edulis*). Fisk.Dir.Skr., Ser.Ernæring, 1(5):161-182.

- Julshamn, K., 1981. Studies on major and minor elements in molluscs in Western Norway. II. Seasonal variations in the contents of 10 elements in oyster (*Ostrea edulis*) from three oyster farms. Fisk.Dir.Skr., Ser.Ernæring, 1(5):183-197.
- Julshamn, K., 1981. Studies on major and minor elements in molluscs in Western Norway. III. Effects of size and age on the contents of 10 elements in oyster (*Ostrea edulis*) taken from unpolluted water. Fisk.Dir.Skr., Ser.Ernæring, 1(5):199-214.
- Julshamn, K., 1981. Studies on major and minor elements in molluscs in Western Norway. VII. The contents of 12 elements, including copper, zink, cadmium and lead, in common mussel (*Mytilus edulis*). Fisk.Dir.Skr., Ser.Ernæring, 1(5):267-287.
- Julshamn, K., 1981. Studies on major and minor elements in molluscs in Western Norway. VI. Accumulation and depletion of cadmium and lead and 5 further elements in tissues of oyster (*Ostrea edulis*), and. Fisk.Dir.Skr., Ser.Ernæring, 1(5):247-265.
- Julshamn, K., 1982. Undersøkelse av kadmium og bly i blåskjell fra Sognefjorden. Fiskeridirektoratets Vitamininstitutt. Rapport nr. 11 (1982), pp.18-19.
- Julshamn, K., 1982. Kadmium i fisk og skalldyr. Fiskets Gang, 19:593-595.
- Julshamn, K., 1983. Analysis of major and minor elements in molluscs from western Norway. Institute of Nutrition Directorate of Fisheries, januari 1983 (ingen rapport nr.).
- Julshamn, K., Brækkan, O.R., 1976. The relation between the concentration of some main elements and the stages of maturation of ovaries in cod (*Gadus morhua*). Fisk Dir. Skr. Ser. Ernæring., 1:1-15.
- Julshamn, K., Eriksen, J., 1977. Sporelementer i fisk, skalldyr og tang i og utenfor Kristiansandhavn. Fiskeridirektoratets Vitamininstituttet. Rapport 1/77, pp.20.
- Julshamn, K., Haugsnes, J., 1982. Sporelementer i muskel og lever av fisk fanget i Frierfjorden i desember 1981. Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt (ingen rapport nr.), pp.9 + tabeller.

- Julshamn, K., Haugsnes, J., Eriksen, J., 1977. Sporelementer i torsk, sild, rødspette og lodde fra det nordøstlige Atlanterhav. Fiskeridirektoratets Vitamininstitutt. Rapport 6-1978.
- Julshamn, K., Haugsnes, J., Secher, K., 1978. Sporelementer i fisk fra Grenlandsfjordene i 1977. Fiskeridirektoratets Vitamininstitutt, Rapport nr 1 (1978), pp.21.
- Julshamn, K., Haugsnes, J., Utne, F., 1978. The contents of 14 major and minor elements (minerals) in Norwegian fish species and fish byproducts, determined by atomic absorption spectrophotometry. Fisk.Dir.Skr., Ser. Ernæring, 1(4):117-135.
- Julshamn, K., Ringdal, O., Eide, B., Haugsnes, J., 1981. Kvikksølvkonsentrasjon i lever og muskel som indikasjon på at torsken som fanges i Frierfjorden vandrer innenfor Grenlandsfjordområdet. Fiskeridirektoratets Vitamininstitutt. Rapport 3 (1981).
- Julshamn, K., Slinning K-E., Haaland, H., Bøe, B., Føyn, L., 1985. Analyse av sporelementer og klorerte hydrokarboner i fisk og blåskjell fra Hardangerfjorden og tilstøtende fjordområder høsten 1983 og våren 1984. Fiskeridirektoratet. Rapporter og meldinger 6/85, pp.38 + vedlegg.
- Jørve, M., Paus, P.E., Lunde, G., 1977. Tilførsel av tungmetaller og klorerte forbindelser. En vurdering av de ulike kilders relative betydning. SI-rapport 760809, pp.78.
- Kallqvist, T., Magnusson, J., Pedersen, A., Tangen, K., 1982. Overvåking av forurensningssituasjonen i Indre Oslofjord 1981. NIVA-rapport 0-71160/35.
- Kirkerud, L., Knutzen, J., 1986. Tiltaksorienterende miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1984-1985. Rapport 226/86 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-71160/35, pp.56.
- Kirkerud, L., Magnusson, J., Nilsen, G., Skei, J., 1979. Undersøkelse av hydrografiske og biologiske forhold i indre Oslofjord. Overvåkingprogram - Årsrapport 1978. NIVA-rapport 0-71160, pp.81.
- Kirkerud, L.A., 1974. Konsentrasjonen av kobber, sink, bly og kadmium (delvis også jern) målt i zooplankton-arter fra Oslofjorden og



- Skagerak. Hovedfagsoppgave, Universitetet i Oslo, pp.63.
- Kirkerud, L.A., Riisberg, A.-M., 1982. Basisundersøkelse i Ranafjorden - en marin industriresipient. Delrapport 2. Miljøtoksikologisk vurdering av ammoniakk, cyanid, fenol og hydrogensulfid i indre del av Nordrana. Rapport 58/82 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-80003-10, pp.33.
- Kirkerud, L.A., Bokn, T., Knutzen, J., Kvalvågnæs, K., Magnusson, J., Skei, J., 1977. Resipientundersøkelse i Ranafjorden. Rapport nr. 2. Innledende hydrografiske, geokjemiske og biologiske undersøkelser. NIVA-rapport 0-31/75, pp.141.
- Kjellber, G., Rognerud, S., 1985. Tiltakorientert overvåking i Hunnselva 1984. NIVA-report 0-8000224, pp.44.
- Kjellsen, A., Ekornrød, L.Ø., 1975. Analyse av tungmetaller i sedimenter fra Saudafjorden.. Agder Distriktshøgskole mai 1975, pp.45.
- Kjos-Hansen, B., 1974. Punktutslipp av metallisk kvikksølv i marint miljø (Gandsfjorden). Ind. og Miljø, 5:9-11.
- Klausen, S., Solheim, H.J., 1976. Resipientundersøkelse for kloakkutslipp i Korsviksfjorden, Kristiansand. Resultater-hydrokjemisk del. Agder Distriktshøgskole (ingen rapport nr.), pp.11.
- Knutzen, J., 1975. Utslipp av avløpsvann fra Lista Aluminiumverk. Kontrollundersøkelse 1973/74. NIVA-rapport 0-19/68.
- Knutzen, J., 1977. Undersøkelse av PAH fra ferrosilisiumindustri. Litteraturstudium. NIVA-rapport 0-5/76 II, pp.38.
- Knutzen, J., 1978. Undersøkelse av PAH fra ferrosilisiumstøv. Algetester med lave konsentrasjoner av benzo(a)pyrene og benzo(a)anthracene. NIVA-rapport 0-5/76 I, pp.10.
- Knutzen, J., 1979. Utslipp av avløpsvann fra Lista Aluminiumverk. Kontrollundersøkelser 1975-1978. NIVA-rapport 0-68019 IV, pp.28.
- Knutzen, J., 1981. Overvåking i Saudafjorden 1980. Rapport 7/81 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000306, pp.39.

- Knutzen, J., 1981. Utslipp av avløpsvann Lista Aluminiumverk. Kontrollundersøkelser 1979-1980. NIVA-rapport 0-68019 05, pp.21.
- Knutzen, J., 1982. Internt arbeidsnotat om nivåer av klorerte hydrokarboner i utvalgte marine indikatorarter. NIVA-notat FP-82811, pp.4.
- Knutzen, J., 1982. Internt arbeidsnotat om "bakgrunnsnivåer" av metall i fisk. NIVA-notat FP-82811, pp.5.
- Knutzen, J., 1982. Eksempler på forekomst av miljøgifter i norske fjorder. (Some observations of micropollutants in Norwegian fjords). VANN, 2(1982):249-261 +eng.sum..
- Knutzen, J., 1982. Førtilstand i utslippsområdet til sentralrenseanlegg vest (SRV), indre Oslofjord. Undersøkelse av hygienisk vannkvalitet og miljøgifter i tang, blåskjell og fisk 1980-81. NIVA-rapport 0-80099, pp.28.
- Knutzen, J., 1983. A review of the effects on aquatic ecosystems of acid iron waste from the production of titanium dioxide by the sulphate process. NIVA-report 0-82012, pp.72.
- Knutzen, J., 1983. Blåskjell som metallindikator. (The common mussel (*Mytilus edulis*) as a metal indicator). VANN, 1(1983):24-33 + eng.sum..
- Knutzen, J., 1983. Supplerende basisundersøkelse i Sørfjorden (Hardanger) 1981-1982. Metaller, PAH og fluor i organismer (med tillegg av eldre data om PAH i sedimenter). Rapport 114/83 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-80003-09(04), pp.43.
- Knutzen, J., 1983. Utslipp av avløpsvann fra Lista Aluminiumverk. Kontrollundersøkelser 1981-1982. NIVA-rapport 0-68019 (06), pp.23.
- Knutzen, J., 1984. Undersøkelse av forurensning med PAH og metaller i Heddalsvatnet 1982-1983. NIVA-rapport 0-82063, pp.39.
- Knutzen, J., 1984. Basisundersøkelse i Ranafjorden, en marin industriresipient. Delrapport IV. Undersøkelse av organismesamfunn på grunt vann og av PAH og metaller i hvirvelløse dyr og tang 1980-81. Rapport 120/84 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-80003-10, pp.108.

- Knutzen, J., 1984. Basisundersøkelse i Hvalerområdet og Singlefjorden. Miljøgifter i organismer 1980-1981. Rapport 122/84 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000303(07), pp.38.
- Knutzen, J., 1985. "Bakgrunnsnivåer" av utvalgte metaller og andre grunnstoffer i tang. Øvre grense for "normalinnhold", naturbetingede variasjoner, opptaks- og utskillelsesmekanismer. NIVA-rapport 0-83091, pp.121.
- Knutzen, J., 1985. Utslipp av avløpsvann fra Lista Aluminiumverk. Kontrollundersøkelser 1983-1984. NIVA-rapport 0-68019, pp.25.
- Knutzen, J., 1986. Undersøkelser i Fedafjorden 1984-1985. Delrapport 3. Miljøgifter i organismer. Rapport 224/86 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000320, pp.39.
- Knutzen, J., Bjerkeng, B., Bokn, T., Grande, M., Kjellberg, F., Kvalvågnæs, K., Kallqvist, T., Rygg, B., 1974. Resipientundersøkelse av Saudafjorden. Observasjoner av hydrografi, sedimenter og biologiske forhold 10-13/9-1974. NIVA-rapport 0-51/74, pp.142.
- Knutzen, J., Bjerkeng, B., Bokn, T., Grande, M., Kjellberg, F., Kvalvågnæs, K., Kallqvist, T., Rygg, B., 1976. Resipientundersøkelse av Saudafjorden. Observasjoner av hydrografi, sedimenter og biologiske forhold 10-13/9 1974. NIVA-rapport 0-51/74 (3), pp.144.
- Knutzen, J., Bjerkeng, B., Kirkerud, L., 1978. Vurdering av vannutslipp fra kullfyrt kraftverk med sjøvannsvasking av røykgasser. NIVA-rapport 0-33/78, pp.119.
- Knutzen, J., Bokn, T., 1981. Overvåking i Gandsfjorden og Byfjorden, Stavanger 1980. Rapport 22/81 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-80003-09, pp.32.
- Knutzen, J., Enger, B., Martinsen, K., 1986. Basisundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Delrapport 4. Miljøgifter i fisk og andre organismer 1982-1984. Rapport 220/86 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000356, pp.115.
- Knutzen, J., Hvoslef, S., Kirkerud, L., 1986. Basisundersøkelse i Drammensfjorden. Delrapport 5: Miljøgifter i organismer. Rapport 219/86 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport

0-8000315, pp.23.

Knutzen, J., Kirkerud, L., 1981. Comments to the Norwegian Part of the Joint Monitoring Programme (area 26). NIVA-notat 80106, pp.9 + vedlegg.

Knutzen, J., Kirkerud, L., 1984. Blåskjell og nær beslektede arter (Mytilus ss.) som indikatorer på klorerte hydrokarboner - bakgrunnsnivåer i duffust belastede områder. NIVA-rapport 0-83091, pp.32.

Knutzen, J., Kvalvågnæs, K., 1982. Innledende basisundersøkelse i Stavfjorden 1981. Rapport 33/82 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-80003-14, pp.18.

Knutzen, J., Magnusson, J., Skei, J., 1978. Nasjonalt program for overvåking av vannressurser. Pilotprosjekt Iddefjorden 1977. NIVA-rapport 0-38/75, pp.74.

Knutzen, J., Martinsen, K., Næs, K., 1984. Om observasjoner av klororganiske stoffer i organismer og sedimenter fra Kristansandsfjorden. VANN, 19(1984):392-399.

Knutzen, J., Molvær, J., Norheim, G., Skei, J., 1982. Grenlandsfjordene og Skienselva 1981. Rapport 52/82 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000312 (04), pp.66.

Knutzen, J., Molvær, J., Norheim, G., Rygg, B., Skei, J., 1983. Grenlandsfjordene og Skienselva 1982. Rapport 91/83 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000312 V, pp.49.

Knutzen, J., Rygg, B., Skei, J., 1979. Nasjonalt program for overvåking av vannressurser. Pilotprosjekt Saudafjorden. Observasjoner 1974 - 1976. NIVA-rapport 0-38175, (VIII):93.

Knutzen, J., Rygg, B., Skei, J., 1982. Overvåking i Saudafjorden 1981. Rapport 50/82 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 8000306-II, pp.87.

Knutzen, J., Rygg, B., Skei, J., 1986. Undersøkelser i Fedafjorden 1984-1985. Samlerapport. Rapport 225/86 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000320, pp.24.

- forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-80002-19, pp.151.
- Lindholm, O., 1983. Miljøgifter i overvann. VAR-rapport (NIVA) 01/84. NTNFs program for VAR-teknikk, pp.53.
- Lingsten, L., 1982. Rutineundersøkelse i Glåma i Østfold 1981. Rapport 43/82 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000222, pp.27.
- Lingsten, L., 1982. Glåma i Hedmark. Delrapport. Datarapport 1978-1980. Vannkjemi og planteplankton. NIVA-rapport 0-78045, pp.150.
- Lingsten, L., 1984. Moser som metallindikatorer i noen norske vannforekomster. NIVA-rapport 0-80076-02., pp.37.
- Liseth, P., 1965. En vurdering av transport og utslipp av oppslemmet SiO<sub>2</sub>-støv fra Fiskaa Verk, Kristtiansand, på stort dyp i sjøen. NIVA-rapport 0-5/65, pp.26.
- Liseth, P., Aarefjord, F., Olsgard, F., Iversen, P.E., 1985. Resipientundersøkelse ved Tofte, Hurum. Marinbiologiske undersøkelser 1984. A/S Miljøplan-rapport PEI3/90-84, pp.ca.150.
- Liseth, P., Olsgård F., Iversen, P.E., Aarefjord, F., Hasle, J.R., 1986. Undersøkelse av det marine miljø i Nordgulen 1984-1985. Undersøkelse i dypområdet mellom Rise-Langnes og Brynneset. A/S Miljøplan-rapport JRH9/92-84, pp.151 +vedlegg.
- Lorentzen, I., Noraas, S., Sørbotten, B.R., 1975. Blåskjell (*Mytilus edulis*) benyttet som indikator organisme for studier av tungmetallfordeling i en sjøvannsresipient. Agder Distriktshøgskole, pp.30.
- Lunde, G., 1974. The analysis and characterization of trace elements, in particular bromine, selenium and arsenic in marine organisms. Doktoravhandling, Central institute for industrial research.
- Lunde, G., 1974. Analyse av organiske mikroforurensninger. SI-rapport 720205, pp.9.
- Lunde, G., 1976. A comparison of Organo-arsenic Compounds from different Marine Organisms. J.Sci. Id. Agric., 81:319-324.
- Lunde, G., 1980. Determination of PCB and DDE in Norwegian fresh water

fish. SNSF/IR 58/80.

Lunde, G., Baumann Ofstad, E., 1976. Determination of fat soluble chlorinated compounds in fish. Z. Anal. Chem., 282:395-399.

Lunde, G., Gether, J., 1974. Analyse av flyktige og ikke flyktige halogenerte upolare hydrokarboner i marine organismer. Teknisk rapport nr 4. SI 720205 452, pp.18.

Løfgren, M., 1974. Algkultur-test på kemiskt renat avloppsvatten. NIVA-rapport A2-04, pp.28.

Magnusson, J., 1976. Resipientundersøkelse i Korsvikfjorden, Kristiansand. NIVA-rapport 0-110/74, pp.77 .

Magnusson, J., Bokn, T., Kirkerud, L., Krogh, T., Nilsen, G., 1977. Undersøkelse av hydrografiske og biologiske forhold i indre Oslofjord. Overvåkningsprogram Årsrapport 1975 - 1976. NIVA-rapport 0-160/71, pp.119.

Magnusson, J., Skei, J., 1978. Nasjonalt program for overvåkning av vannressurser. Pilotprosjekt Iddefjord 1977. NIVA-rapport 0-38/75, pp.74.

Martinsen, K., Baumann-Ofstad, E., Lunde, G., Rygg, B., 1976. Klorerte organiske forbindelser i fisk fra Frierfjorden og Eidangerfjorden. SI-rapport 451-720205-10, pp.20.

Martinsen, K., Kringstad, A., Drangsholt, H., Tveten, G., Berg, N., Øfsti, T., Ramdahl, T., Gjør, N., Carlberg, G.E., Riise, J., 1982. Kartlegging av organiske mikroforurensninger i vann, sedimenter, nedbør og fisk fra Tyrifjordområdet. Fagrapport nr. 18. Tyrifjordutvalget.

Melhuus, A., Seip, K.L., Seip, H.M., Myklestad, S., 1978. A preliminary study of the use of benthic alga as biological indicators of heavy metal pollution in Sørfjorden, Norway. Environ. Pollut., 15:101-107.

Miljøverndepartementet/SIFF, 1975. Overflatevannskilder Østfold-Rogaland. Vurdering av kvalitet og kapasitet. Arbeidsrapport nr. 2.

Miljøverndepartementet/SIFF, 1981. Vannkilder Rogaland-Finnmark. Vurdering av kvalitet og kapasitet. MD/SIFF - Arbeidsnotat nr. 8.

- Miljøvernkomiteen i Odda, 1973. Resipientundersøkelser i Sørfjorden 1972. Miljøvernkomiteen i Odda (bidrag fra Svendsen, Sigvartsen, Haug et al., Skei, Havre et al., Bjerk og Kveseth), pp.250.
- Molvær, J., 1976. Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport nr. 5. NIVA-rapport 0-111/70, pp.143.
- Molvær, J., 1986. Overvåking av miljøforhold i Glomfjord 1985. NIVA-rapport 0-84134, pp.21.
- Molvær, J., Bjerkeng, B., Green, N., 1977. Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rap. nr. 7 Hydrokjemiske data fra tidsrommet mars 1974 - februar 1977. NIVA-rapport 0-111/70, pp.300.
- Molvær, J., Bokn, T., Kirkerud, L., Kvalvågnæs, K., Nilsen, G., Rygg, B., Skei, J., 1979. Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport nr 8. Sluttrapport. NIVA-rapport 0-70111-20, pp.253.
- Molvær, J., Knutzen, J., Haakstad, M., Tangen, K., 1984. Basisundersøkelse i Glomfjord 1981-82. Delrapport II. Vannutskiftning, vannkvalitet, miljøgifter i organismer og organismesamfunn på gruntvann. Rapport 128/84 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000316 (01), pp.125.
- Molvær, J., Knutzen, J., Rygg, B., Skei, J., 1984. Basisundersøkelse i Glomfjord 1981-82. Sammendragsrapport. NIVA-rapport 0-8000316 (01), pp.41.
- Molvær, J., Rygg, B., Skei, J., 1979. Vannforurensning ved produksjon av aluminiumoksyd fra anorthositt. Rapport 3. Befaring av området rundt Lutelandet og Sognefjorden i april 1978. Resipientvurdering. NIVA-rapport III, pp.63.
- Molvær, J., Rygg, B., Skei, J., 1980. Resipientundersøkelse av Volls fjorden, Skien kommune. NIVA - rapport 0-77114 (2), pp.44.
- Myklestad, S., Eide, I., Melsom, S., 1978. Exchange of heavy metals in *Ascophyllum nodosum* (L) Le Jol. in situ by means of 10 transplanting experiments. Environ. Pollut., 16:277-284.
- Myklestad, S., Eide, I., Melsom, S., 1979. Heavy metal exchange by

- Ascophyllum nodosum (Phaeophyceae) plants in situ. In Proc. 9th Seaweed Symp. (Jensen, A., Stein, J.R.S., Eds). Science Press, Princeton, pp.634.
- Nair, K.V.K., Andersen, A.T., 1972. The distribution of copper, zinc, cadmium and lead in *Mytilus edulis* from Oslofjord. Fisheries Improvement Committee ICES C.M. 1972/E:20.
- Nashoug, O., Kjellberg, G., Holtan, H., 1973. Undersøkelse av vannforurensning fra Gålås søppelfylling. NIVA-rapport 0-91/69.
- Nedenes, O.S., Biørnstad, R., 1980. Utslipp og forekomst av heksaklorbenzen i Norge. Statens forurensningstilsyn, pp.40.
- Neelakantan, B., 1976. Distribution of heavy metals in the northern shrimp *Pandalus borealis* from the Oslofjord. Fish. Technol., 13:20-25.
- Norheim, G., Håstein, T., Waasjø, E., 1986. Slow decrease in mercury levels in fish after cessation of mercury contamination. The National Veterinary Institute, Oslo, Norway.
- Norheim, G., Kristoffersen, K., Fiskebeck, P-E., 1985. Kvikksølv i vann, bottensedimenter og fisk fra Pasvikvassdraget. Fylkesmannen i Finnmark, Miljøvernnavdelingen. Rapport nr.12, pp.55.
- Norheim, G., Underdal, B., 1981. Kvikksølv og klorerte hydrokarboner i fisk. Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd.
- Næs, K., 1983. Basisundersøkelse i Hvalerområdet og Singlefjorden. Løste metaller og suspendert partikulært materiale i overflatevann og kjemisk sammensetning av bunnsedimentene, 1980-81. Rapport 70/83 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000303 VI, pp.100.
- Næs, K., 1984. Basisundersøkelser i Drammensfjorden 1982/83 Delrapport: sedimenter. Rapport 158/84 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000315, pp.28.
- Næs, K., 1985. Basisundersøkelse i Kristiansandsfjorden. Delrapport II. Metaller i vannmassene, metaller og organiske miljøgifter i sedimentene, 1983. Rapport 193/85 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000353, pp.62.
- Næs, K., Magnusson, J., 1981. Undersøkelse av hydrografiske og



- biologiske forhold i indre Oslofjord. En oversikt over publiserte og upubliserte arbeider om indre Oslofjord. NIVA-rapport 0-71160, pp.33.
- Næs, K., Rygg, B., 1982. Supplerende basisundersøkelse i Sørfjorden 1981. Rapport 51/82 i Statlig program for forurensingsovervåking. NIVA-rapport 0-8000-06 (03), pp.39.
- Næs, K., Rygg, B., Skei, J., 1982. Basisundersøkelse i Glomfjord. Delrapport I. Sedimenter, bløtbunnfauna og partikler i vann. Rapport 66/83 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-80003-16, pp.42.
- Næs, K., Skei, J., 1983. Basisundersøkelse i Ranafjorden, en marin industriresipient. Delrapport III. Løste metaller og partikler i vannmassene. Rapport 67/83 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000310 (3), pp.49.
- Næs, K., Skei, J., 1986. Indre Sørfjord. Sedimentenes betydning for metallforurensning i miljøet. Muligheter og behov for tiltak. Fase 1. Teoretisk utredning om rehabilitering. NIVA-rapport 0-86019. pp.52.
- Ofstad, E.B., Drangsholt, H., Carlberg, G.E., 1981. Analysis of volatile halogenated organic compounds in fish. *Sci. Total Environ.*, 20:205-215.
- Ofstad, E.B., Lunde, G., Martinsen, K., 1978. Chlorinated aromatic hydrocarbons in fish from an area polluted by industrial effluents. *Sci. Total Environ.*, 10:219-230.
- Olavfsen, J.A., Losnegard, N., Bakken, K., 1978. Analyse av kvikksølv i skrei og vårtorsk ved flammeløs atomabsorpsjon. *Fis.Dir.Skr., Ser. Teknol.Unders.*, 5.
- Palmork, K.H., 1974. Polysykliske aromatiske hydrokarboner i det marine miljø. I Proc. fra 9. Nord.Symp. om vattenforskning. Fjorder og kystvann som resipienter, Trondheim 27-29 juni 1973. Nordforsk, Miljøvårdssekretariatet. Publ. 174:4, pp.99-125.
- Paus, P.E., Helgesen, M., Matiesen, B., 1981. Tungmetaller i kommunalt fast avfall og slam. SI-rapport 800702-1; Oslo, pp.62.
- Phillips, D.J.H., 1978. The common mussel *Mytilus edulis* as an indicator of trace metals in Scandinavian waters. II. Lead, iron

and manganese. Mar.Biol., 46:147-156.

Ramdahl, T., Alfheim, I., Bjørseth, A., 1983. Emission of polycyclic aromatic hydrocarbons in the nordic countries. SI-rapport 800901-4, pp.34.

Reuther, R., Wright, R.F., Forstner, U., 1981. Distribution and chemical forms of heavy metals in sediment cores from two Norwegian lakes affect by acid precipitation. In Intern. Conf. Heavy Metals in the Environment, Proc. CEP Consultants, Edinburgh, pp.318-321.

Ringstad, O., 1983. PCB and DDT residues in sediments from the inner Oslofjord. Cand. real. hovedoppgave, Institutt for marin biologi/kjemi, Universitetet i Oslo, pp.191.

Ringstad, O., 1984. Polychlorinated biphenyls in the sediments of the Inner Oslofjord. 12th Nordic symposium on sediments (K.Henriksen, ed.).

Rognerud, S., 1985. Kvikksølv i Mjøsa's sedimenter. Arealfordeling og vertikalprofiler av antropogent kvikksølv. NIVA-rapport 0-82105, pp.47.

Rognerud, S., Berge, D., Johannessen, M., 1979. Telemarkvassdraget. Hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975-1979. NIVA-rapport 0-70112, pp.82.

Rognerud, S., Kjellberg, G., 1984. Rutineundersøkelse i Glåma oppstrøms Vorma 1983. Rapport 153/84 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000212 (03).

Rognerud, S., Kjellberg, G., 1985. Overvåking i Glåma oppstrøms Vorma 1984. Rapport 188/85 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000212, pp.32.

Rosseland, B.O., Skogheim, O.K., Bremnes, T., 1981. Avrenning fra manganslamdeponi. Vannkjemiske og fiskeribiologiske forhold i Sagevassdraget, Kvinesdal 1980. DVF - Fiskeforskningen. Rapport Nr. 5, pp.56.

Rye, H., Thendrup, A., 1978. Grov-vurdering av utslipp fra Flakt-Hydroprosessen for rensing av avgasser ved forbrenning av olje. STF60 A78019 Trondheim 1978-03-01, pp.65.

- Rygg, B., 1977. Nivåer av 1,2-dikloratan, 2-kloratanol, fenol, O-kresol, M-kresol, 3,4-xylenol og 3,5-xylenol i Frierfjorden og tilgrensende fjordområder i 1976. NIVA-rapport 0-85/74, pp.13.
- Rygg, B., 1978. Klororganiske mikroforurensninger. Litteraturstudium. NIVA-rapport XR-16, pp.318.
- Rygg, B., 1979. Miljøgifter i Frierfjorden. Administrativ sluttrapport til NTNf. NIVA-rapport A3-21 II, pp.8.
- Rygg, B., 1979. Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og Skienselva i 1978. NIVA-rapport 0-76129-02, pp.10.
- Rygg, B., 1980. Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og Skienselva i 1979. Delrapport nr 1. Miljøgifter i taskekrabbe, blåskjell og alger. NIVA-rapport 0-76129 IX, pp.13.
- Rygg, B., 1981. Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og nedre del av Skienselva 1980. Delrapport 1. Miljøgifter i taskekrabbe, blåskjell og alger. NIVA-rapport 0-80003-12 01, pp.35.
- Rygg, B., 1982. Trondheimsfjorden 1981. Delrapport I. Biologi. Rapport 61/82 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-80003-08, pp.27.
- Rygg, B., 1984. Trondheimsfjorden. Biologiske undersøkelser i 1983. Rapport 126/84 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000308 (03), pp.34.
- Rygg, B., 1985. Effect of sediment copper on benthic fauna. Marine Ecology - Progress Series, 25:83-89.
- Rygg, B., Bjerkeng, B., Knutzen, J., Molvær, J., Norheim, G., 1984. Grenlandsfjordene og Skienselva 1983. Rapport 161/84 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000312 VI, pp.61.
- Rygg, B., Bjerkeng, B., Molvær, J., 1985. Grenlandsfjorden og Skienselva 1984. Rapport 202/85 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000312, pp.66.
- Rygg, B., Bjerkeng, B., Molvær, J., 1986. Grenlandsfjordene og Skienselva 1985. Rapport 245/86 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000312 VIII, pp.79.

- Rygg, B., Bokn, T., Knutzen, J., Kvalvågnæs, K., 1978. Resipientundersøkelser ved Vallø I Sem og Vårnes i Stokke. Rapport nr. 1. Biologiske undersøkelser i juli - august 1975. NIVA-rapport 0-95/74, pp.65.
- Rygg, B., Green, N., 1981. Resipientundersøkelse ved avfallstipp fra aluminiumproduksjon Husnes i Kvinnherad. NIVA-rapport 0-80042, pp.9.
- Rygg, B., Green, N.W., Kirkerud, L., Molvær, J., Skei, J., 1979. Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og Skienselva. Sammenfattende årsrapport for 1978. NIVA-rapport 0-129/76, pp.26.
- Rygg, B., Knutzen, J., Skei, J., Heie, A., Ramdahl, T., Osvik, A., Melhuus, A., 1984. Kreosotforurensninger i Trøndelag. Miljøvirkninger i Hommelvika, Stjørdalsfjorden, Gudå og Mostadmarka. Rapport fra NIVA, SI og A/S MILJØPLAN. NIVA-rapport 0-83115, pp.132.
- Rygg, B., Molvær, J., Bokn, T., 1976. Resipientvurderinger av nedre Skienselva, Frierfjorden og tiliggende fjordområder. Klorerte hydrokarboner i sediment og biologisk materiale. Foreløpig rapport. NIVA-rapport 0-111/70 (8), pp.20.
- Rygg, B., Skei, J., 1984. Sammenheng mellom marine bløtbunnfaunasamfunns artsdiversitet og sedimentets miljøgiftinnhold. NIVA-rapport 0F-80612 (03), pp.14.
- Rygg, B., Skei, J., 1986. Undersøkelser av sedimenter og bløtbunnfauna i Fedafjorden i 1984. NIVA-rapport 0-8000320, pp.47.
- Salbu, B., Pappas, A.C., Steinnes, E., 1979. Elemental composition of Norwegian rivers. *Nordic Hydrology*, 10:115-206.
- Sandlund, O.T., Nashoug, O., Norheim, G., Høie, R., Kjellberg, G., 1981. Kvikksølv i fisk og evertebrater i Mjøsa og noen sjøer i Mjøsområdet, 1979 - 1980. DVF-rapport nr. 4.
- Seip, H.M., Mehlum, E., 1976. Bentiske alger som biologiske indikatorer for kopper, sink, kadmium og bly. SI-rapport 760120, pp.15.
- Seip, K.L., Melhuus, A., 1980. Tungmetallerundersøkelse i Kristiansandfjorden. SI-rapport 0-791001, pp.13.

- Serigstad, B., 1983. Effekter av ekofisk olje på oksygenopptak og vekst hos egg og larver av torsk (*Gadus morhua* L.). Hovedoppgave i miljøfysiologi til cand. scient. eksamen ved Universitet i Bergen, pp.96.
- Sigvartsen, E., 1973. Sørfjorden som resipient for tungmetaller, cyanider og fluor samt industrislam som gips og aluminiumholdige forbindelser. Kjemiske analyser av vannmassene i Sørfjorden og delvis ytters. Kap. 2 i Resipientundersøkelser i Sørfjorden 1972 Miljøvernkomiteen i Odda.
- Silde, J., 1971. Fluoridinnhold i Hardangerfjorden. (Upubl. skriv) personlig medd..
- Siljeholm, J., 1985. Vannforurensninger og tiltak mot vannforurensninger ved ESSO raffinieriet på Slagentangen. En miljøkjemisk analyse og "kostnytte" vurdering. Hovedfagsoppgave, Kjemisk intitutt, Universitetet i Oslo, pp.255.
- Singh, S., 1983. Geochemistry and sedimentology in holocene and recent sediments from Skagerrak. Cand. scient. thesis in geology, University of Oslo.
- Skei, J.M., 1973. Geokjemiske og marinkjemiske undersøkelser i Sørfjorden, Hardanger. Kap. 4 i Resipientundersøkelser i Sørfjorden 1972. Miljøvernkomiteen i Odda.
- Skei, J.M., 1975. The marine chemistry of Sørfjorden, West Norway. University of Edinburgh, pp.207.
- Skei, J.M., 1976. En vurdering av transport og utslipp av oppslammet silisium-dioxydstøv på dyp vann i Orklafjorden. NIVA-rapport 0-80/75.
- Skei, J.M., 1977. Sedimentundersøkelse i Bekkelaget renseanlegg. Januar 1977. NIVA-rapport 0-34/76, pp.45.
- Skei, J.M., 1977. Orienterende undersøkelse i nedre del av Sandvikselva. NIVA-rapport 0-22/79, pp.11.
- Skei, J.M., 1978. Sedimentundersøkelser i Frierfjordområdet. VANN, 1(1978):1-8.
- Skei, J.M., 1978. Serious mercury contamination of sediments in a

Norwegian semi-enclosed bay. Mar. Pollut. Bull., 9(1978):191-193.

Skei, J.M., 1978. Orienterende undersøkelse i Karmsundet. Hydrokjemiske, sedimentgeokjemiske og biologiske undersøkelser i juni 1977. NIVA-rapport 0-147/76 I, pp.58.

Skei, J.M., 1979. Eksempel på bruk av sedimenter i overvåking av norske fjorder. I Proc. 15. Nord.Symp. om vattenforskning. Overvåking av vattenområden. Ellivuori 24-26 april 1979. Nordforsk, Miljøvårdssekretariatet. Publ. 1979:2, pp.273-284.

Skei, J.M., 1979. Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og Skienselva i 1978. Delrapport nr 2. Metaller og partikulært materiale i vannmassene. NIVA-rapport 0-76129 IV, pp.9.

Skei, J.M., 1980. Nasjonalt program for overvåking av vannressurser. Pilotprosjekt Sørfjorden (Hardanger) 1978. NIVA-rapport 0-75038, pp.32.

Skei, J.M., 1980. Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og Skienselva i 1979. Delrapport nr 3. Metaller og partikulært materiale i vannmassene. NIVA-rapport 0-76129 (12), pp.16.

Skei, J.M., 1981. Dispersal and retention of pollutants in Norwegian fjords. Ras. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mar., 181(1981):78-86.

Skei, J.M., 1981. The entrapment of pollutants in Norwegian fjord sediments - a beneficial situation for the North Sea. I.A.S. Special Publ. on the Holocene Mar. Sedimentation, 5:461-468.

Skei, J.M., 1981. Kvikksølv i norske fjorder. Avslutning av prosjektet. NIVA-rapport 0F-80603, pp.19.

Skei, J.M., 1981. Permanently anoxic, marine basins - exchange of substances across boundaries. In Environmental Biogeochemistry, Ecol. Bull. (Halberg, R. (ed.)), 35:419-424.

Skei, J.M., 1981. Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og nedre del av Skienselva 1980. Delrapport 3. Sedimenter. Rapport 14/81 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-80003-12 03, pp.30.

Skei, J.M., 1982. Pollutants in marine sediments - A review of Norwegian investigations. International Council for the Exploration of the Sea. WGMS 1982/1, pp.20.

- Skei, J.M., 1983. Trondheimsfjorden 1981. Delrapport III. Sedimentundersøkelser. Rapport 103/83 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000308 (01), pp.26.
- Skei, J.M., 1985. Sedimentundersøkelse utenfor Jøssingfjorden 16-17 oktober 1985 - Kartlegging av influensområdet til Titania A/S utslipp av gruveavgang. NIVA-rapport 0-85168, pp.32.
- Skei, J.M., Haugen, I., Holmen, S.A., Kristoffersen, T., Tryland, Ø., 1978. Orienterende undersøkelse i karmsundet. Hydrokjemiske, sedimentgeokjemiske og biologiske undersøkelser i juni 1977. NIVA-rapport 0-147/76, pp.58.
- Skei, J.M., Molvær, J., 1976. Resipientvurderinger av Nedre Skienselva, Frierfjorden Rap. nr. 3. Fremdriftsrapport fra de sedimentgeokjemiske undersøkelsene i juli 1975. NIVA-rapport 0-111/70, pp.60.
- Skei, J.M., Paus, P.E., 1979. Surface metal enrichment and partitioning of metals in a dated sediment core from a Norwegian fjord. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 43:239-246.
- Skei, J.M., Price, N.B., Calvert, S.E., 1972. The distribution of heavy metals in sediments of Sør fjord, West Norway. *Water, Air and Soil Pollut.*, 1:452-461.
- Skei, J.M., Price, N.B., Calvert, S.E., 1973. Particulate metals in waters of Sør fjorden, West Norway. *AMBIO*, 2(1973):122-124.
- Skei, J.M., Rygg, B., Næs, K., 1986. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sør fjorden og Hardangerfjorden 1984-1985. Delrapport 1. Sedimentfeller, bunnsedimenter og bløtbunnsfauna. NIVA-rapport 0-8000309, pp.62.
- Skei, J.M., Saunders, M., Price, N.B., 1976. Mercury in plankton from a polluted Norwegian fjord. *Mar. Pollut. Bull.*, 7:34-36.
- Skogheim, O.K., 1979. Sedimentation of copper in Lake Årungen. Norway. In 7th Nordic Symposium on Sediments, Lund 1978 (Enell, M., Gahnstrøm, G. (eds.)), pp.70-84.
- Skogheim, O.K., Erlandsen, A.H., 1984. The eutrophication of Lake Årungen as interpreted from paleolimnological records in sediment cores. *VANN*, 4(1984):451-463.

- Skogheim, O.K., Læg Reid, M., Knutzen, J., Ormerod, K., Paus, P.E., Quenild, T., 1981. Tyrifjordundersøkelsen. Fagrapport 7.kusjon Kvikksølv i Tyrifjorden - data og diskusjon. Tyrifjordutvalget, pp.84.
- Skoglund, L., 1976. Rensing av dreneringsvann fra svovelkisgruver. Litteratundersøkelse. STF21 A76042 Skoglund, L. SINTEF 1976-03-19, pp.140.
- Skulberg, O., 1967. Svovelkisgruver og vassdragspåvirkning. VANN, 2(1967):53-59.
- Skåre, J.U., 1985. Sluttrapport nr. 572, Miljøtoksikologisk forskning. Institutt for farmakologi og toksikologi (NVH), pp.23.
- Skåre, J.U., Stenersen, J., Kveseth, N., Polder, A., 1985. Time trends of organochlorine chemical residues in seven sedentary marine fish species from a Norwegian fjord during the period 1972-1982. Arch. Environm. Contam. Toxicol., 14:33-41.
- Solheim, H., Håkedal, J., Bjønnes, P., Brakstad, D., 1977. Undersøkelse av tungmetaller i biologisk materiale fra Kristiansandsfjordene, Seminaroppgave våren 1977. Agder Distriktshøgskole.
- Solheim, H.I., 1980. Resipientundersøkelse i Korsvikfjorden, Kristiansand. Hydrokjemiske målinger sommeren 1979. Agder Distriktshøgskole (ingen rapport nr.), pp.34.
- Sorteberg, A., 1972. Kloakkslam og tungmetaller. Norsk Landbruk, 22:1-7.
- Sporstøl, S., Urdal, H., Drangsholt, H., Gjøs, N., 1983. Priority pollutants in Norway. SI-rapport 830202.
- Steiner, R.D., Nickless, G., 1974. Distribution of some heavy metals in organisms in Hardangerfjord and Skjerstadfjord, Norway. Water, Air & Soil Pollution, 3:279-293.
- Steinnes, E., Håstein, T., Norheim, G., Frøslie, A., 1976. Mercury in Various Tissues of Fish Caught Downstream of a Wood Pulp Factory in the Kammerfoss river, South Norway. Nord.Vet.-Med., 28:557-563.
- Stenner, R.D., Nickless, G., 1974. Distribution of some heavy metals



- in organisms in Hardangerfjord and Skjerstadvfjord, Norway. Water, Air and Soil. Poll., 3:279-291.
- Svendsen, H., 1973. Oceanografiske undersøkelser i Sørfjorden 1972. Kap. 1 i Resipientundersøkelser i Sørfjorden 1972. Miljøverkomiteen i Odda.
- Syversen, T., 1980. Omfang av helserisiko vedrørende tungmetall-belastning i den norske befolkning. Statens forurensningstilsyn (SFT)21. A80067. SINTEF Trondheim, pp.58.
- Sørstrøm, S.E., Rikstad, A., 1985. Tungmetaller i fisk i indre Namdalen. Fylkesmannen i Nord-Trøndelag Miljøvern avdelingen, report nr. 8 - 1985, pp.50.
- Tarkpea, M., Hagen, I., Carlberg, G.E., Kolsaker, P., Storflor, H., 1985. Mutagenicity, acute toxicity and bioaccumulation potential of six chlorinated styrenes. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 35(1985):525-530.
- Traaen, Asvall, Brettum, Heggberget, Huru, Jensen, Johannessen, Kaasa, Lien, Lillehammer, Lindstrøm, Mjelde, Rørslett, Aagaard, 1983. Basisundersøkelser i Alta-Kautokeinovassdraget 1980-82. Hovedrapport. Rapport 68/83 i Statlig Program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-80002-16, pp.117.
- Traaen, T.S, 1980. Pasvikelva. Undersøkelser i 1979-1980. NIVA-rapport 0-79047, pp.18.
- Tryland, Ø, 1978. Vannforurensning ved produksjon av aluminiumoksyd fra anorthositt. Rapport 2. Kjemisk-fysiske undersøkelser av avfallsstoffer fra forsøksanlegg. November 1977 - februar 1978. NIVA-rapport 0-54/77 II, pp.60.
- Tryland, Ø., 1983. Analyseresultater for avløpsvann fra Mosjøen Aluminiumverk. April-oktober 1982. NIVA-rapport 0-82027, pp.16.
- Tveten, G., Carlberg, G.E., 1980. Undersøkelse av blekeriutslippsvirkninger i Mjøsa. Analyse av klorerte organiske forbindelser i fisk fra Mjøsa. SI rapport 79 11 02-1.
- Tveten, G., Carlberg, G.E., 1980. Analyse av klorerte organiske forbindelser i fisk fra Glomma og i avløpsvann fra et sulfatblekeri. SI rapport 79 01 08-1.

- Underdal, B., 1970. Undersøkelse av kvikksølvinnholdet i fisk fra Mjøsa. Inst. for næringsmiddelhygiene, Norge Veterinær Høgskole (ingen rapport nr.).
- Underdal, B., 1970. Kvikksølvundersøkelser av fisk frå vatn i Austmarka. Inst. for næringsmiddelhygiene, Norge Veterinær Høgskole (ingen rapport nr.).
- Underdal, B., 1970. Kvikksølvundersøkelser av fisk frå Drammensvassdraget / Drammensfjorden. Inst. for næringsmiddelhygiene, Norge Veterinær Høgskole (ingen rapport nr.).
- Underdal, B., 1970. Kvikksølvundersøkelser av fisk frå Skiensvassdraget og frå Frierfjorden. Inst. for næringsmiddelhygiene, Norge Veterinær Høgskole (ingen rapport nr.).
- Underdal, B., 1970. Kvikksølvundersøkelse av fisk frå vatn og fjordområde i Vestfold fylke. Inst. for næringsmiddelhygiene, Norges Veterinær Høgskole (ingen rapport nr.).
- Underdal, B., 1971. Kvikksølvundersøkelser i fisk frå Øyeren - nedre delen av Glomma og frå einkilde vaten i Austfold fylke. Institutt for næringsmiddelhygiene. Norges Veterinær Høgskole, pp.26.
- Underdal, B., 1974. The Mercury concentrations in some saltwater fish species. Unpubl. manuskript til OIKOS 5.9.74, pp.8.
- Underdal, B., Håstein, T., 1971. Mercury in fish and water from a river and a fjord in the Kragerø region, South Norway. OIKOS, 22(1971):101-105.
- Underdal, B., Norheim, G., Hoff, H., Håstein, T., 1981. Kvikksølv og klorerte hydrokarboner i fisk fra Skeinsvassdraget og fjordene i Grenlandsområdet. Veterinærinstituttet / Norges Veterinærhøgskole / Skiens offentlig kjøtt- og næringsmiddelkontroll, pp.38.
- Uppstad, B., 1978. Cd i biologisk materiale. Brev av 22. november 1978. Hermetikkindustriens Kontrollinstitutt, pp.3.
- Weel, K., 1985. Kvikksølvundersøkelsen i Glomma 1971-73. I årsrapport 1985 fra Næringsmiddelkontrollen, Sarpsborg.
- Ødelien, M., Vigerust, E., 1972. Bly, kadmium, krom, kvikksølv, nikkel

og sink - forekomst i naturen og biologisk betydning. Plukk fra litteraturen. Norges landbrukshøgskole, Ås.

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. Rapport til Falkonbidge Nikkelverk, pp.33.

Åsen, P.A., 1978. Marine benthosalger i Vest-Agder. Hovedfagsarbeid i marin botanikk 1978. Inst. for Marinbiologi, Universitetet i Bergen, pp.190.

VEDLEGG A OG B: Eget bind (rapport 2), se forord.

VEDLEGG C: Antatte "normalnivåer" av metaller i utvalgte vannmoser og fastsittende ferskvannsalger, mg/kg tørrvekt. <sup>1)</sup> Usikre verdier er markert med ?

Arter	Fontinalis spp. (Elvemose)	Cladophora spp.	Lemanea fluviatilis
Metaller			
Kvikksølv	0.02-0.05	<1?	
Kadmium	0.1-0.5	<0.1-1.4(?)	2?
Bly	5-10	6-15(30?)	10-15
Kobber	15-25	<1-10(20?)	
Sink	75-250	<10-75(?)	~100?
Nikkel	~5		
Krom	1-5		
Jern	2000-20000?		

<sup>1)</sup> Det tas forbehold om delvis ufullstendig materiale, særlig for . algenes del. Kfr. rapportene:

L. Lingsten, 1985: "Bakgrunnsnivåer" av utvalgte metaller i ferskvannsmoser og mulighet for bruk av moser som indikator på organiske miljøgifter. NIVA-rapport 0-85167 I, 20/12, 1985, 15 s.

P. Brettum: "Bakgrunnsverdier" av utvalgte metaller i benthiske alger. NIVA-rapport 0-85167, 20/12 1985, 25 s.

VEDLEGG D: "Normalnivåer" av miljøgifter i fra marine områder.  
 "Normalnivåer" av miljøgifter i sjøvann, marine sedimenter og organismer. (%) under hver organism er ca. tørrstoffandel av friskvekt. (To siffer øverst til høyre i hver rubrik gir referansene.)

STOFF	VANN		SED.		ALGER		MUSLINGER		TORSK		SKRUBBE	
	ppb		ppm t.v.		blæret.	griset.	blåskj.	Oskjell	muskel	lever	muskel	lever
					ppm t.v.	ppm t.v.	ppm t.v.	ppm t.v.	ppm v.v.	ppm v.v.	ppm v.v.	ppm v.v.
					(25-35%)	(30-40%)	(15-20%)	(15-20%)	(20-25%)	(35-65%)	(20-25%)	(15-60%)
Hg	0.011	01	0.001	01	<0.05	06	<0.05	06	0.1-	10	0.02-	12
			0.04		0.1	06	0.1	06	0.5		0.02-	12
Cd	0.01	01	0.1-	19	<2-3	06	<1-2	06	<0.1-	10	0.003-	12
			0.2				3.0		2.8?		0.01-	12
Cu	0.04-	01	30-68	20	<10	08	<10	08	5-20	10	~0.5	12
	0.1										2-10	12
Pb	0.001-	01	12-51	20	<5-8	06	<3-5	06	1-10	10	~0.02	12
	0.015										<0.1-	12
Zn	0.01-	01	68-147	20	<200-	06	<200-	06	50-200	10	~5	12
	0.62				250		250				10-20	12
Cr	0.08-	01	30-84	20	<3-5	06	<2-3	06	1-5	10	~10	12
	0.15										20-40	12
Ni	0.2-	01	~10	19	<10-15	06	<10-15	06	1-5	10		
	0.7											
Co	0.04	01	10-20	19	<2-3	06	<2-3	06	0.5-5	10		
As	2.1	01	12	01	<50-60	06	<40-40	06	~5-15	10		
Se	0.04-	01	0.17	01	<.01-	06	<0.05-	06	~<1-5	10		
	0.13				0.2?		0.1?					
V	1.9	01	66-152	20	<1-2?	06	<2-3	06				
Ag	0.01	01	0.11	01	<0.5-	06	<0.5-1	06	0.1-	10		
					1?				0.5			

? Usikkert pga. få observasjoner

VEDLEGG D forts.

STOFF	VANN		SED		ALGER		MUSLINGER		TORSK		SKRUBBE	
	ppb	01	ppm t.v.	01	blæret.	griset.	blåskj.	Oskjell	muskel	lever	muskel	lever
					ppm t.v.	ppm t.v.	ppm t.v.	ppm t.v.	ppm v.v.	ppm v.v.	ppm v.v.	ppm v.v.
			(25-35%)		(30-40%)		(15-20%)	(15-20%)	(20-25%)	(35-65%)	(20-25%)	(15-60%)
Mn	0.2	01	6700	01	<200- <sup>06</sup>	<30-40 <sup>06</sup>	5-25 <sup>10</sup>		0.06- <sup>13</sup>	0.21- <sup>13</sup>		
					300				0.7	1.9		
Fe	1.3	01	5%	18	<500- <sup>06</sup>	<200- <sup>06</sup>	50-250 <sup>10</sup>					
					750	300						
Ti	1	01	1%	18	<20-30 <sup>06</sup>	<10-20 <sup>06</sup>						
Al			11-13	18								
St	8100	01	180	01			~20-50 <sup>10</sup>					
Sn	0.01	01			<1-2 <sup>06</sup>	<1-2 <sup>06</sup>						
F					<5-10 <sup>06</sup>	<10-20 <sup>06</sup>						
PCB			0.01-	04	0.06-	07	<0.05- <sup>11</sup>	0.204 <sup>07</sup>	0.01- <sup>14</sup>	1-5 <sup>14</sup>	0.05- <sup>14</sup>	0.2- <sup>14</sup>
			0.2		0.09?		0.5		0.1		0.5	1.0
HCB							<0.005 <sup>11</sup>		<0.001 <sup>14</sup>	0.01- <sup>14</sup>		
ΣDDT							-0.025		-0.001	0.1		
							<0.005 <sup>11</sup>		0.003- <sup>14</sup>	0.2- <sup>14</sup>	~0.1- <sup>14</sup>	
							-0.2		0.002	1.0	0.2	
Dieldrin							0.005 <sup>11</sup>					
							-0.05					
OHCH							<0.005 <sup>11</sup>					
							-0.025					
YHCH							<0.005 <sup>11</sup>					
							-0.025					
EPOCl			~0.1-	05			<0.25- <sup>11</sup>					
			0.2				2.5?					
PAH	0.1-	02	0.3-	03	0.5 <sup>08</sup>	0.5? <sup>09</sup>	0.2 <sup>17</sup>	0.5-1 <sup>15</sup>	0.02- <sup>16</sup>			
	0.3		0.5				0.5		0.05			

? Usikkert pga. få observasjoner

VEDLEGG D forts.

Litteratur refererte i Vedlegg D.

(Se komplett litteraturliste for fullstendige referanser).

01. Förstner og Wittman (1979): for vann - tabell 28 (s.87); for dyphavssediment - tabell 35 (s.134). Sedimentverdiene er lite egnet som bakgrunnsnivåer i nærkyst sediment og er der det mangler verdier fra mer relevante litteratur.
02. Knutzen et al. (1978): kullfyrt kraftverk - tabell A3, n=5 (s.104).
03. K. Næs (NIVA), pers.medd.
04. Næs (1985): Hvalerområdet og Singlefjord (tabell A3, s.99)
05. Næs (1984): Drammensfjord (s.19).
06. Knutzen (1985): Bakgrunnsnivåer i tang - tabell 1 (s.15).
07. Bokn et al. (1978): Cd og PCB i vann, biota og sediment - tabell 7 (s.22).
08. J. Knutzen (NIVA), pers. medd.
09. Knutzen og Sortland (1982): en prøve for blåretang fra st.3 - tabell 6 (s.425); tre prøver for blåskjell fra st. 1, 3, og 8 - tabell 2 (s.423).
10. Knutzen (1983): Blåskjell som metallindikator.
11. Knutzen og Kirkerud (1984): Blåskjell m.m. som indikator på PCB - tabell 1 (s.3) verdier fra åpen kyst og brakkvannspregede områder
12. Knutzen (1982): internt arbeidsnotat om metaller i fisk - tabell 1 (kvikksølv og Cd) og 2 (kobber, bly og sink); ekstreme lave/høye verdier i parentes utelat.
13. Hall, R.A., Zook, E.G., Meaburn, 1978. National Marine Fisheries Service survey of trace elements in the fisheries resource. NOAA Techn. Rep- NMFS SSRF-721. US Dept. of Commerce - National Oceanic and Atmospheric Administration - National Marine Fisheries Service. Mars 1978, 313s.. Utdrag av resultater fra Nord-Atlanteren. Referert av J. Knutzen (NIVA) i brev 17.4.1986 til SAUDA FISK A/S.
14. Knutzen (1982): internt arbeidsnotat om klorerte hydrokarboner i noen marine organismer; ekstreme lave/høye verdier i parentes utelatt, (s.2-3).
15. Knutzen (1984): Ranafjorden delrapport 4, s.40.
16. Kirkerud et al. (1985): Ranafjorden samlerapport, tabell 8 (s.37). Referert av J. Knutzen (NIVA) i brev 17.4.1986 til SAUDA FISK A/S.
17. Knutzen (1986): rapport utkast (9.5.86) om Vefsnfjord undersøkelse 1984, s.5.
18. Skei (1985): Jøssingfjord 1985, "normale marine sedimenter er maksimalt 1%  $TiO_2$  og 5%  $Fe_2O_3$ ." s.4. og 11-13%  $Al_2O_3$ .
19. J. Skei (NIVA), pers. medd.
20. Clavert S.E. (1976): tabell 33.8, s.210 i "The mineralogy and geochemistry of near-shore sediments", kapittel 33 i Chemical Oceanography, Riley J.P. og Chester, R. (eds.), 1976, Academic Press.



VEDLEGG E: Oversikt over utførte, igangværende og planlagte utredninger og annet arbeid vedrørende "bakgrunnsnivåer" av miljøgifter.

Rapporter/publikasjoner foreligger om:

Metaller

- P. Brettum 1985. "Bakgrunnsverdier" av utvalgte metaller i benthiske ferskvannsalger. NIVA-rapport 0-85167. II 20/12-85, 25 s.
- J. Knutzen 1983. Blåskjell som metallindikator (The common mussel (Mytilus edulis) as a metal indicator). VANN 1(1983): 24-33. (Eng. summary).
- J. Knutzen 1985. "Bakgrunnsnivåer av utvalgte metaller og andre grunnstoffer i tang. Øvre grense for "normalinnhold", konsentrasjonsfaktorer, naturbetingede variasjoner, opptaks- og utskillelsesmekanismer. NIVA-rapport 83091. 22/7 1985. 121 s.
- L. Lingsten 1985. "Bakgrunnsnivåer" av utvalgte metaller i ferskvann og mulighet for bruk av moser som indikator på organiske miljøgifter. NIVA-rapport 0-85167 1. 20/12-85, 15 s.

Klororganiske forbindelser

- J. Knutzen og L. Kirkerud 1984. Blåskjell og nær beslektede arter (Mytilus spp.) som indikator på klorerte hydrokarboner - bakgrunnsnivåer i diffust belastede områder. NIVA-rapport 0-83091. 20/3-84, 32 s.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

- J. Knutzen og B. Sortland 1982. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in some algae and invertebrates from moderately polluted parts of the coast of Norway. Water Res. 16(4): 421-428.

Utredningsarbeide er i gang (rapportering 1987) mht.:

- Metaller i strandsnegl (Littorina/Patella)
- Metaller i utvalgte arter av ferskvannsfisk (filet, lever)
- Metaller i høyere vannplanter

- Fluor i det akvatiske miljø (ferskvann/saltvann)
- Klororganiske forbindelser i fisk
- PAH i fisk

Påtenkt arbeid inkluderer:

- Metaller og organiske miljøgifter i taskekrabbe
- Organiske miljøgifter i strandsnegl
- Ajourføring av sammenstillinger vedrørende metaller og organiske miljøgifter i blåskjell