



Statlig program for  
forurensningsovervåking

0-80003-03  
avr-11

# Rapport 171/84

Oppdragsgiver	Statens forurensningstilsyn
Deltakende institusjon	NIVA

## Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden 1980-83

Konklusjonsrapport



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

#### Hovedkontor

Postadresse:  
Postboks 333  
0314 Oslo 3  
Brekkeveien 19  
Telefon (02)23 52 80

#### Sørlandsavdelingen

Postadresse:  
Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041)43 033

#### Østlandsavdelingen

Postadresse:  
Rute 866, 2312 Ottestad  
Postgiro: 4 07 73 68  
Telefon (065)76 752

Rapportnummer:

0-8000303

Undernummer:

XI

Løpenummer:

1688

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden, 1980-83. Konklusjonsrapport. (Overvåkingsrapport 171/84).	Dato: 25. november 1984
Forfatter (e):  Jens Skei	Prosjektnummer: 0-8000303
	Faggruppe: Hydroøkologi
	Geografisk område: Østfold
	Antall sider (inkl. bilag): 43

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: Rapporten oppsummerer 3 års basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden (1980-83). Glommas munningsområde, Øra-området og øvre del av Løperen er sterkt forurenset. De viktigste forurensningseffektene er her fravær av vanlige planter og dyr i fjæra og artsfattig og forurensningstolerant dyreliv på bløtbunnen. I samme område er det også funnet overkonsentrasjoner av særlig jern og titan i tang, blåskjell, sedimenter og partikler, samt forhøyede nivåer av klorerte hydrokarboner i blåskjell og fisk (Øra-området). Midtre og nedre deler av Løperen, munningen av Vesterelva, deler av Singlefjorden, samt enkelte kiler er betydelig forurenset, mens Leira, utsiden av Hvaler-øyene og Sekken er lite til moderat forurenset. Hovedårsakene til forurensningen er utslipp fra Kronos Titan A/S og treforedlingsindustri, mens naturlig slamtransport i Glomma forårsaker den mest synlige vannkvalitetsforringelsen. Undersøkelsen har, med forbehold for Øra-området og munningen av Glomma, ikke avdekket alarmerende høyt miljøgiftinnhold i fisk og skaldyr.

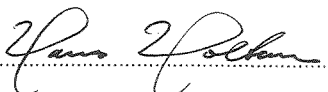
4 emneord, norske:
1. Hvaler/Singlefjorden 1980-83
2. Forurensningsovervåking
3. Sammendragsrapport
4. Statlig program
Overvåkingsrapport 171/84

4 emneord, engelske:
1. Hvaler/Singlefjord 1980-83
2. Environmental monitoring
3. Summary report
4. National monitoring /84

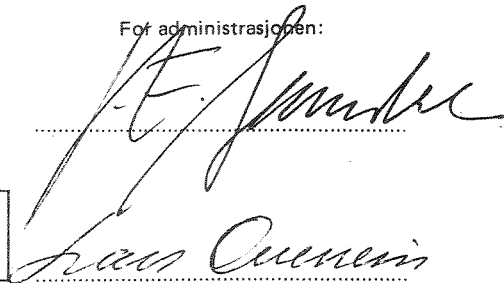
Prosjektleder:



Divisjonssjef:



Før administrasjonen:



ISBN 82-577-0867-4



# Statlig program for forurensningsovervåking

0-8000303

BASISUNDERSØKELSER I HVALEROMRÅDET OG SINGLEFJORDEN, 1980-83

Konklusjonsrapport

25. november 1984

Prosjektleder  
og forfatter : Jens Skei

Medarbeidere : Tor Bokn  
Lars Kirkerud  
Jon Knutzen  
Knut Kvalvågnæs  
Jan Magnusson  
Kristoffer Næs  
Are Pedersen  
Brage Rygg  
Kai Sørensen  
Øivind Tryland

## FORORD

En tre års basisundersøkelse i Hvalerområdet og Singlefjorden under Statlig program for forurensningsovervåking og med Statens forurensningstilsyn som oppdragsgiver er avsluttet.

Undersøkelsen er rapportert i 10 delrapporter og 1 notat, inkludert 3 preliminærrapporter som ble utgitt i perioden 1980-81. Dette omfatter følgende rapporter:

1. Basisundersøkelse i Singlefjorden - Hvalerområdet. Delprosjekt om bruksformer. Prosjektplan (3.6.1980).
2. Basisundersøkelse i Singlefjord - Hvalerområdet. Delområde: Forurensningstilførsler. Fremdriftsrapport 1980. (3.6.1981).
3. Basisundersøkelse i Singlefjorden - Hvalerområdet. Bading og vannkvalitet (30.6.1981).
4. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Bløtbunnsfauna. Rapport nr. 69/83 (16.3.1983).
5. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Åteforekomster for brisling- og sildeyngel i 1981. Rapport nr. 96/83 (4.10.1983).
6. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Løste metaller og suspendert partikulært materiale i overflatevann og kjemisk sammensetning av bunnsedimentene, 1980-81. Rapport nr. 70/83 (8.11.1983).
7. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Miljøgifter i organismer 1980-1981. Rapport nr. 122/84 (25.3.1984).
8. Hvalerområdet. Bløtbunnsfauna 1982. Rapport nr. 131/84. (10.2.84).
9. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Gruntvannsorganismer 1980-1982. Rapport nr. 135/84 (16.2.84).
10. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Hydrografi, vannutskiftning og hydrokjemi. Rapport nr. 170/84 (20.11.84).

11. Bruk av sedimentfeller i Glomma-estuaret sommeren 1983 (notat).

Etter rapporteringsplanen skulle det også lages en delrapport på ajourføring av forurensningstilførsler. Da lite nytt kom fram i forhold til hva som ble rapportert i 1980, blir det ikke laget en ny rapport. Brukerinteresser skulle også etter planen avsluttes med en supplerende rapport, i tillegg til rapporten i 1980 og 1981. Men da ansvarshavende for dette delprosjektet sluttet ved NIVA våren 1984, har ikke dette vært gjennomførbart.

Denne sluttrapporten har som mål å fremstille en syntese eller et resyme av samtlige delrapporter i en meget konsentrert form. Det er lagt vekt på å få fram hovedkonklusjonene samt gi svar på de spørsmål som forvaltningen og allmennheten naturlig stiller.

En rekke institusjoner og privatpersoner har vært engasjert i prosjektet og bidratt til dets slutføring (kfr. ovennevnte delrapporter, 1-10). Alle takkes for sin innsats.

Jens Skei

INNHOILDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	1
OPPSUMMERING	4
1. BAKGRUNN FOR UNDERSØKELSEN	8
2. PROSJEKTETS MÅLSETTING	10
3. MÅLEPROGRAM	12
4. HVILKE SPØRSMÅL HAR VI FÅTT SVAR PÅ?	15
5. HVA MÅGLER VI KUNNSKAP OM?	21
6. LITTERATUR	23
 VEDLEGG - DELUNDERSØKELSENEs MÅLSETTINGER OG KONKLUSJONER	 24-43

O P P S U M M E R I N G

1. Denne rapporten gir et sammendrag av resultater fra tre års basisundersøkelser (1980-83) i Hvalerområdet og Singlefjorden. Rapporteringen omfatter 10 delrapporter og 1 notat samt denne sammendragsrapporten (med vedlegg som omfatter konklusjoner og sammendrag fra delrapportene).
2. Undersøkelsen har omfattet vannmassene, bunnen og biologiske forhold for å gi en bredest mulig fremstilling av forurensningstilstanden i området.
3. De viktigste forurensningssymptomene som er påvist, er:

- artsfattig og forurensningstolerant dyreliv på bløtbunn innenfor et område på 30 km<sup>2</sup> i indre Hvalerområdet (Glommas munning, øvre del av Løperen).
- fravær av vanlige planter og dyr i fjæra i det samme området.

Av andre klare forurensningseffekter bør nevnes:

- forhøyede konsentrasjoner av klorerte hydrokarboner, særlig i blåskjell, men også i fisk fra Øra-området.
  - moderat forhøyede konsentrasjoner av kvikksølv i skrubbeflyndre og sedimenter.
  - overkonsentrasjoner av særlig jern og titan i tang, blåskjell, sedimenter og partikler i Løperen.
4. Grad av forurensning er vurdert ut fra en firdelt skala:

*Sterk forurensning*  
*Betydelig forurensning*  
*Moderat forurensning*  
*Lite forurensning*

Da hele undersøkelsesområdet er meget stort (240 km<sup>2</sup>) og uensartet, er det ikke mulig å gi en samlet vurdering av forurensningsgrad. Med forbehold om lokale variasjoner, og de prinsipielle vanskeligheter knyttet til angivelse av geografiske grenselinjer, kan delområdene karakteriseres på følgende måte:

Glommas munningsområde, Øra-området og øvre del av Løperen:  
Sterkt forurensset.

Midtre og nedre deler av Løperen, munningen av Vesterelva, deler av Singlefjorden, samt enkelte kiler:  
Betydelig forurensset.

Leira, utsiden av Hvalerøyene og Sekken:  
Lite til moderat forurensset.

5. Opplysninger om forurensningstilførsler basert på målinger er fremdeles ikke fullt tilfredsstillende, men hovedkildene til forhøyede konsentrasjoner av miljøgifter må antas å være:

- Kronos Titan A/S: Jern og titan, i mindre grad også andre metaller.
- Borregaard A/S : Kvikksølv, sink (i det vesentligste slutt med nedleggelsen av rayonullfabrikken)
- Søppelfyllplass på Øra: PCB og eventuelt andre tungt nedbrytbare klororganiske forbindelser.

Om andre kilder (industrielt avløpsvann, husholdningskloakk) foreligger ikke opplysninger som muliggjør en vurdering av deres betydning som kilde for miljøgifter.

6. Hovedkildene til den organiske belastningen synes mest sannsynlig å være:

- treforedlingsindustri, i første rekke Borregaard A/S og Saugbrugsforeningen, men også andre bedrifter i Glommas nedbørfelt.
- kloakkvann, spesielt fra Fredrikstad by
- næringsmiddelindustri i Sarpsborg-Fredrikstad-regionen



Produksjonen av organisk materiale (plankton) i hovedvannmassene antas å bidra lite til den organiske belastningen. Naturlig forekommende humusstoffer i Glomma-vann er trolig av større viktighet.

7. Hovedkildene til den estetiske forurensningen av overflatevannet i form av nedsatt sikt er:
  - stor naturlig silt- og leiretransport i Glomma, spesielt ved høy vannføring.
  - partikulære utslipp fra Kronos Titan A/S (avfall fra titandioksydproduksjon) og Borregaard A/S (fiber), spesielt ved lav vannføring i Glomma
  - Skumdannelse og brunfarging av vannet som følge av utslipp fra treforedlingsindustrien (Borregaard A/S, Saugbrugsforeningen o.a.)
8. Innholdet av tungt nedbrytbare klororganiske forbindelser og kvikksølv i spiselige organismer fra området nær Øra og Glommas munning, bør vurderes av helsemyndighetene. Forøvrig er det bare påvist moderate overkonsentrasjoner av miljøgifter i organismene.

Bortsett fra i Vesterelva, Østerelva og Løperen er badevannskvaliteten akseptabel i undersøkelsesområdet.

Det er heller ikke funnet klare overgjødslingssymptomer, i hvertfall ikke i de åpne vannmassene.

9. Observasjonsmaterialet gir grunnlag for følgende konklusjoner av betydning for praktiske tiltak:
  - Hvis en normal bløtbunnsfauna skal gjenopprettes, må først og fremst utslippene av avfall fra titandioksydproduksjon, men også organisk stoff i form av fiber, begrenses betydelig.
  - Begrensning i utslipp av avfall fra titandioksydproduksjon vil sannsynligvis også være gunstig for fjærebeltets og gruntvannsområdenes samfunn av alger og dyr.

- De estetiske forhold i området synes vesentlig dirigert av naturbetingede faktorer (som naturlig slamtransport med Glomma). Men ved reduksjon i utslipp av avfall fra titandioksydproduksjon og fiber vil merkbare forbedringer antas å skje i perioder med lav vannføring i Glomma. Det bør ellers påpekes at det utvises stor forsiktighet ved bakkeplanering, byggeaktivitet, nydyrking etc. i Glommas nærområde, idet dette kan bidra til økt erosjon og større slamtransport til sjøområdet.
10. Basert på resultatene fra basisundersøkelsen foreslås følgende undersøkelser:
- testing av avløpsvann fra Kronos Titan A/S i kunstige fjærebeltbassenger (modelløkosystemer) (årsak-virkning)
  - overvåking av innholdet av PCB og andre klororganiske forbindelser og kvikksølv i fisk og blåskjell innenfor Hvalerøyene
  - bløtbunnsfaunaundersøkelser hvert 5. år og årlige undersøkelser av strandsamfunn for å konstatere om det sterkt forurensede området innenfor Hvalerøyene tiltar eller avtar i størrelse.

## 1. BAKGRUNN FOR UNDERSØKELSEN

Undersøkelser i slutten av 60-åra og begynnelsen av 70-åra viste relativt klart at Glomma-estuaret og deler av Singlefjorden var forurenset, uten at entydige årsaksforhold kom fram (NIVA, 1969, 1972, 1974). Det kan nevnes at undersøkelsen av fastsittende alger i området i 1973 konkluderte med at det var en synlig reduksjon i forekomsten av de vanligste tangarter (NIVA, 1974). Videre kom det fram opplysninger fra lokalbefolkningen, fiskere og Skjeberg Friluftsnemnd. Blant disse kan nevnes:

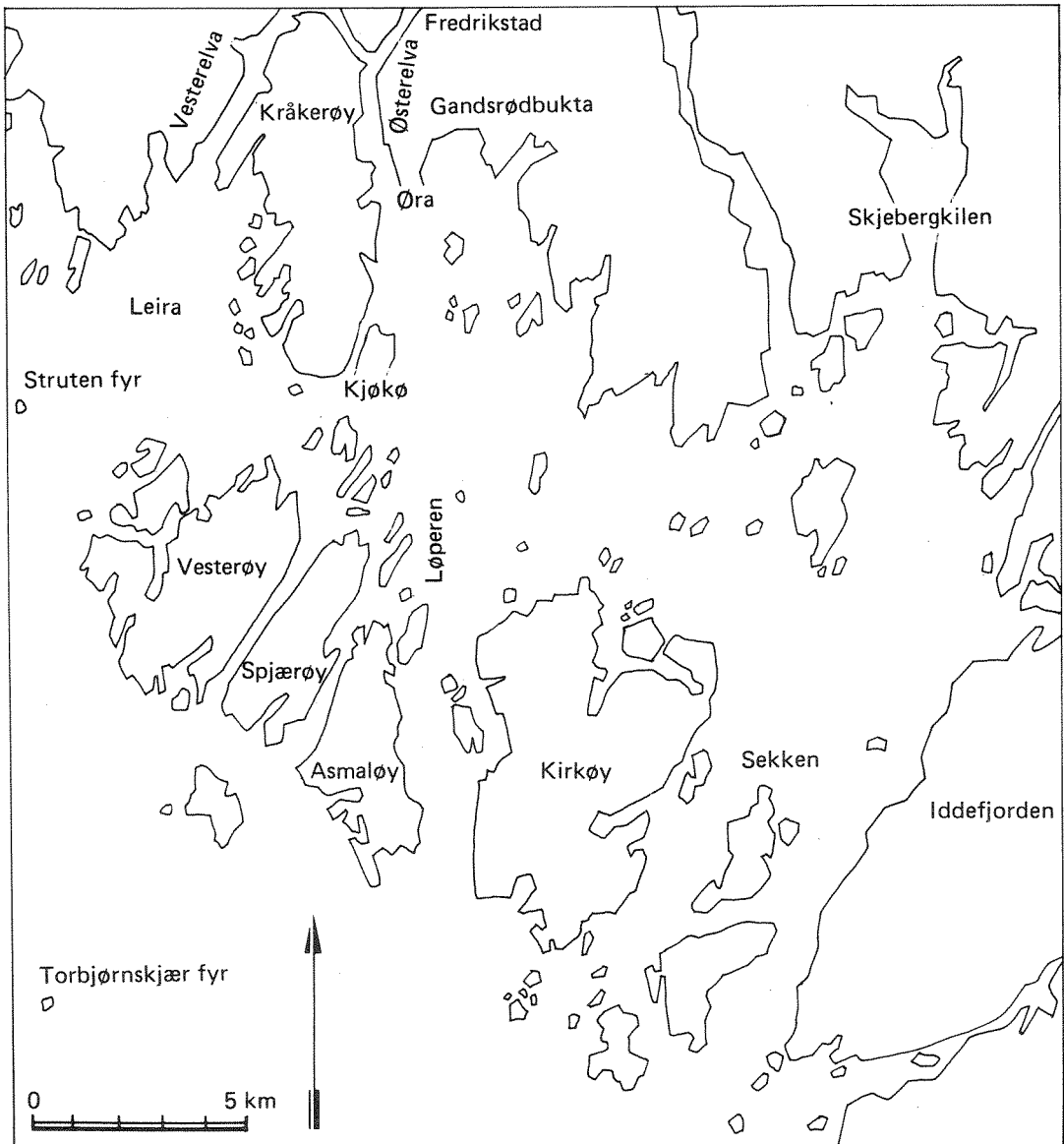
- Dårlig lukt av vannet
- Reduksjon i forekomst av strandreker og fisk, samt fiskedød i ruser
- Redusert forekomst av morild
- Mindre med skjell, men en økning i forekomsten av grønske
- Nedslamming av garn

Dette var i 1975.

I juli samme år fikk NIVA en henvendelse fra Fylkesmannen i Østfold om å foreta en undersøkelse i sjøområdet mellom Glomma og Iddefjorden. Det ble laget et rammeforslag som grunnlag for videre drøftelser om igangsetting av et prosjekt. Dette ble ikke realisert på grunn av sviktende finansiering.

I juli 1979 fikk NIVA i oppdrag av Statens forurensningstilsyn å utarbeide et forslag til en basisundersøkelse i Hvalerområdet og Singlefjorden som et ledd i Statlig program for forurensningsovervåking. Undersøkelsen kom i gang i 1980, og alle feltmålinger ble avsluttet i 1983. Første halvår av 1984 ble avsatt til rapportering. Et kart over området med stedsnavn brukt i denne rapporten er vist på figur 1.

Fig. 1. Kart over undersøkelsesområdet.



## 2. PROSJEKTETS MÅLSETTING

Hovedmålsettingen med undersøkelsen slik den ble formulert ved prosjektets start i 1980 var som følger:

- I Undersøkelsen i Singlefjorden - Hvalerområdet skal beskrive den eksisterende tilstanden i resipienten. Resultatene skal danne en basis for en langsiktig overvåking av forurensnings-tilstanden i området.
- II Områdets rekreasjons- og ressursmessige muligheter skal undersøkes og vurderes mot områdets nåværende bruksverdi.
- III Basisundersøkelsen skal belyse de forhold som i første rekke påvirker områdets bruksverdi. På bakgrunn av resultatene skal tiltak foreslås slik at områdets ressurser kan utnyttes mest mulig optimalt.

Denne målsettingen er blitt noe justert underveis, slik at vektleggingen av områdets bruksverdi og brukerkonflikter er blitt noe redusert til fordel for en mer inngående studie av forurensningsproblemer og deres mulige årsaker. Dette er delvis et resultat av mangel på miljøkvalitetskriterier, dvs. hvilke krav de enkelte bruksformer krever til miljøkvalitet. F.eks. hvilken vannkvalitet kan man med rimelighet forvente i et sjøområde influert av Norges største elv?

Undersøkelsen ble lagt opp på bred faglig basis (se kap. 3) for å kunne gi en fyldestgjørende beskrivelse av tilstanden i resipienten (hovedmålsetting nr. I). Denne målsettingen anses i store trekk å være oppnådd. Undersøkelsen har gitt en regional oversikt over forurensningstilstanden, og den vil være anvendelig som basis for en eventuell langsiktig overvåking av tilstanden i området (hovedmålsetting nr. I). Det bør påpekes at undersøkelsen i stor grad har vært sentrert om hovedvannmassene og at lokale forurensningseffekter i liten grad er blitt vurdert.

Selv om datamaterialet er omfattende begrenser undersøkelsene seg stort sett til feltobservasjoner i perioden april-oktober. Vintersituasjonen er ikke dokumentert, dvs. perioder hvor vannføringen i Glomma er lavest.

Hovedmålsetting nr. II er bare i liten grad oppfylt, av årsaker nevnt

ovenfor, mens målsetting nr. III er delvis oppfylt. Det er forsøkt å finne årsak-virkning-sammenhenger i den grad dette lar seg gjøre ved feltstudier i et område med en rekke ulike forurensningskilder og betydelige naturlige stressfaktorer. Skal dette utdypes nærmere må dette skje ved eksperimentelle studier av biologiske effekter av ulike avløpsvanntyper under tilnærmede kontrollerte betingelser (laboratorieskala og/eller i utendørs modelløkosystemer). Basisundersøkelsen har imidlertid klart registrert noen forurensningssymptomer som kan tilbakeføres til konkrete kilder, slik at tiltak kan vurderes.

### 3. MÅLEPROGRAM

Basisundersøkelsen har vært delt i en rekke delfelt, som hver har hatt sin spesifikke målsetting og sitt måleprogram:

Forurensningstilførsler (ansv. Øivind Tryland)  
Brukerinteresser (ansv. Einar Lagset)  
Hydrografi og vannkjemi (ansv. Jan Magnusson, Kristoffer Næs  
og Jens Skei)  
Bunnsedimenter (ansv. Kristoffer Næs og Jens Skei)  
Gruntvannssamfunn (ansv. Tor Bokn)  
Bløtbunnsfauna (ansv. Brage Rygg)  
Dyreplankton og brisling (ansv. Lars Kirkerud og  
Gunnar Henning Røed)  
Miljøgifter i biologisk materiale (ansv. Jon Knutzen)

Delprosjektene spesifikke målsetting og konklusjoner finnes i Vedlegg (bakerst i rapporten).

#### Forurensningstilførsler

Forurensningstilførsler til Hvalerområdet og Singlefjorden fra jord- og skogbruk, befolkning og industri har vært basert på teoretiske beregninger ut fra avrenningskoeffisienter og konsesjonsopplysninger fra industrien. Direkte målinger på utslipp av miljøgifter fra industribedrifter har vært mangelfulle, og beregningene som er gjort er derfor beheftet med stor usikkerhet. Kartlegging av utslippenes størrelse og sammensetting er av stor betydning for å kunne vurdere tiltak mot forurensningen (hovedmålsetting nr. III).

#### Brukerinteresser

En intervju/spørreskjemaundersøkelse ble gjennomført på badesteder i området sommeren 1980. Dette ble gjort for å koble bruken av området til rekreasjon til vannkvalitet (hovedmålsetting nr. II og III). Innsamling av data om fiskerivirksomheten ble påbegynt, men ikke fullført, da ansvarshavende sluttet ved NIVA.

#### Hydrografi og vannkjemi

Et hydrografisk måleprogram (salt og temperatur) for å registrere

Glomma-vannets spredning og fortykning, den hydrografiske årsvariasjon og dypvannsutskiftingen ble satt i gang i 1980. Hovedvekten ble lagt på overflatevannet. Det ble gjennomført fem hovedtokt i sommerhalvåret 1980, hvor tilnærmet synoptiske (dvs. på samme tid) målinger ble gjort på et 50-talls stasjoner. I tillegg til disse hovedtoktene i 1980 og ett hovedtokt under vårflommen i 1981 ble det i tidsrommet 1980-82 utført ukentlige hydrografitokter på 4-6 stasjoner om sommeren. Det ble ellers utført daglige observasjoner på Struten og Torbjørnskjær fyr og i Skjebergkilen.

Det vannkjemiske måleprogrammet har vært kjørt samtidig med hydrografien og har omfattet parametre som oksygen (begrenset omfang), næringssalter, vannets siktbarhet, klorofyll, organisk materiale, lignin, termotolerante koliforme bakterier og metaller i løst og partikulær form. Det hydrografiske og hydrokjemiske programmet ble kjørt for å oppfylle hovedmålsetting nr. I.

#### Bunnsedimenter

Sedimentprøver er tatt på nærmere 40 stasjoner og er analysert i forskjellig omfang for tungmetaller, fosfor, nitrogen, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og polyklorerte bifenyler (PCB). Sommeren 1983 ble det satt ut sedimentfeller i midtre deler av Løperen for å måle mengder og sammensetting av partikulært materiale som sedimenterer til bunns. Denne delundersøkelsen inngår også i tilstandsbeskrivelsen (hovedmålsetting nr. I).

#### Gruntvannssamfunn

Det er blitt gjennomført årlige undersøkelser over 3 år på 75 lokaliteter hvor gruntvannsorganismenes utbredelse er blitt kartlagt fra fjæresonen ned til 1-2 m dyp. I tillegg er det blitt gjennomført to dykkerundersøkelser på 15 lokaliteter for registrering av nedre grense for algevekst og hovedtrekkene i organismesamfunnens sammensetting (ref. hovedmålsetting nr. I).

#### Bløtbunnsfauna

I 1980 og 1982 ble det tatt prøver på henholdsvis 21 og 18 stasjoner for registrering av bløtbunnsfaunaens artsammensetning og diversitet (dvs. mangfold), (ref. hovedmålsetting nr. I).



### Dyreplankton og brisling

I tilknytning til en hovedfagsoppgave ved Universitetet i Oslo, ble det utført en undersøkelse i 1981 på 5 stasjoner av dyreplanktonets sammensetning og rolle som føde for brisling. Delundersøkelsen er delvis knyttet til hovedmålsetting nr. I og II.

### Miljøgifter i biologisk materiale

I perioden 1980-81 ble det innsamlet blåskjell, blæretang, grønndusk, skrubbeflyndre, torsk, sild og brisling til analyse av tungmetaller på et varierende antall stasjoner (2-11). De samme organismene, bortsett fra tang og grønndusk, ble også analysert for klororganiske forbindelser (f.eks. PCB, HCB etc.). Blåskjell ble også analysert for polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Delundersøkelsen har direkte tilknytning til hovedmålsetting nr. I og II.

#### 4. HVILKE SPØRSMÅL HAR VI FÅTT SVAR PÅ?

De overordnede og sentrale spørsmålene som forvaltning og menigmann naturlig stiller er følgende:

- (i) Er Hvalerområdet og Singlefjorden sterkt forurenset sammenlignet med andre fjorder og estuarer som det er naturlig å sammenligne med?
- (ii) Hvilke deler av området er mest forurenset?
- (iii) Hvilken type forurensning er mest fremtredende?
- (iv) Hva skyldes denne forurensningen?
- (v) Hva er konsekvensene?
- (vi) Hva kan gjøres for å bedre forholdene ?
- (vii) Hvilke tiltak vil monne mest?

Naturvitenskapelige undersøkelser gir sjelden helt entydige og klare svar. Utsagnskraften vil i stor grad avhenge av områdets kompleksitet og dataomfanget. Når det vitenskapelige dataunderlaget er utilstrekkelig må skjønn tas i bruk. De konklusjoner som trekkes vil derfor være basert på en blanding av konkrete observasjoner og skjønn.

Et områdes forurensningsgrad må relateres til en skala. Forurensningsgrad kan ikke uttrykkes eksakt og empirisk så lenge vannkvalitetskriterier mangler. Det er her derfor valgt å bruke en firdelt skala på forurensningsgrad:

Sterkt forurenset	
Betydelig	"
Moderat	"
Lite	"

#### Forurensningsgrad (i og ii) og forurensningstyper (iii)

Undersøkelsesområdet dekker et vannareal på over 240 km<sup>2</sup> og utgjør landets største gruntvannsområde med et mylder av øyer, skjær og viker. Det er derfor åpenbart at vannkvaliteten i området varierer

betydelig, og at graden av forurensning er geografisk forskjellig. Hvaler-området er ingen fjord, men et grunt estuar hvor vannmassene består av Glomma-vann, Iddefjord-vann og kyst-vann (Skagerrak-vann). Av disse vanntypene er Glomma-vann og Iddefjord-vann markert forurenset. De områdene som er mest forurenset, er derfor de som er sterkest influert av Glomma og Iddefjorden.

Relatert til den valgte forurensningsskalaen, kan følgende geografiske inndeling etter forurensningsgrad gjøres:

Glommas munningsområde, Øra-området og øvre del av Løperen:  
Sterkt forurenset.

Midtre og nedre deler av Løperen, munningen av Vesterelva, deler av Singlefjorden samt enkelte kiler:  
Betydelig forurenset.

Leira, utsiden av Hvalerøyene, Skjebergkilen og Sekken:  
Lite til moderat forurenset.

Sammenlignet med andre norske fjordområder er det området som her er betegnet som sterkt forurenset, betydelig mindre forurenset mht. miljøgifter enn f.eks. Sørfjorden, Kristiansandsfjorden, Saudafjorden, Frierfjorden og Ranafjorden. Når det gjelder organisk belastning, er det sterkt forurensede området mindre forurenset enn f.eks. Iddefjorden, men verre enn deler av Indre Oslofjord og andre områder utenfor større byer. Forskjellen i forurensningsgrad mellom Hvalerområdet og de nevnte fjordområdene kan i stor grad tilskrives Glommas store fortynningskapasitet. Grad av forurensning kan også variere, avhengig av hvilken del av miljøet vi vurderer, f.eks. vannmassen, organismesamfunnene eller bunnen. Vanligvis er det en sammenheng mellom alle disse delene av miljøet, slik at hvis vannet er forurenset, gjenspeiler det seg i organismene og sedimentene.

Den forurensningen som er lettest iakttagbar er den nedsatte sikten i vannet, brunfargen og tendensen til skumdannelse, spesielt utenfor Iddefjorden. Videre kan man iaktta nedslamming og dannelse av rødbrunt belegg på steiner og svaberg, spesielt i øvre del av Løperen. Mangel på vegetasjon langs strendene i den mest Glomma-influerte delen av området er også et særtrekk. I enkelte kiler, spesielt i østlige deler av Singlefjorden, er det derimot iakttatt betydelig grønskebegroing i fjæra (opplysninger fra lokalbefolkning). Bortsett fra slike lokale situasjoner, er det lite som tyder på overbelastning med gjødselstoffer. Det man ikke lett kan observere med det blotte øye, er

forurensningen av bunnen, samt mer moderate utslag av påvirkning fra miljøgifter. Bunnsedimentene i øvre deler av Løperen er sorte av jernsulfid og høyt organisk innhold, og har en meget begrenset bunnfauna. Forhøyede konsentrasjoner av miljøgifter (metaller og organiske stoffer) er dessuten påvist både i vannmassene, i organismer og i sedimentene.

#### Forurensningsvirkninger - årsaker til problemene (iv)

Forurensende stoffer tilføres området ved industriutslipp, tilførsler fra befolkning (kloakk) og ved diffuse tilførsler (avrenning fra jord- og skogbruksarealer). Disse tilførslene fører til en samlet forurensningseffekt. I tillegg kommer ferskvannstransporten via Glomma som en viktig stressfaktor på det marine miljøet. Foruten ferskvannsstress utøver Glomma også en belastning i form av naturlig sedimenttransport (silt og leire), som i flomperioder er meget stor. Det er således en blanding av sivilisatoriske og naturlige faktorer som påvirker vannkvaliteten i Singlefjorden og Hvaler-området.

Undersøkelsen har vist at den nedsatte sikten i vannet i første rekke skyldes transport av silt og leire med Glomma. Denne effekten er sterkt sesongavhengig og er mest fremtredende i tilknytning til flomperioder. Reguleringene i Glomma har redusert flomskader og ekstremsituasjoner med hensyn til sedimenttransport. Men da både lavlandsflommen og høyfjellsflommen opptrer i perioden april-juli, når området er mest i bruk av båtfolk og friluftssinteresserte, er grumset vann et estetisk problem. Leirtransporten i Glomma er trolig et økende problem på grunn av erosjon langs elva som skyldes bakkeplanering, økt åkerareal på bekostning av eng og beite og byggevirkosomhet. Nedsatt sikt forsterkes av fiberutslipp fra treforedlingsindustrien og av jernslam fra Kronos Titan A/S. De sistnevnte bidragene er relativt viktigst i perioder med liten vannføring i Glomma.

Brunfargen og skumdannelsen skyldes i all vesentlighet utslipp av organiske stoffer fra treforedlingsindustrien (særlig Borregaard A/S og Saugbrugsforeningen A/S). Nedslamming er delvis et resultat av stor naturlig sedimentering, men også en følge av tilførsler fra industrien (spesielt jernslam) som forårsaker brunt belegg i fjæresonen og sorte jernsulfidholdige bunnsedimenter.

Fraværet av vanlige planter og til dels dyr i fjæra i et 30-40 km<sup>2</sup> stort område innenfor Hvaler-øyene kan vanskelig forklares ut fra ferskvannsstress alene. Brunt og jernholdig belegg på steiner i

fjæresonen (se NIVA, 1974), som med overveiende sannsynlighet skyldes utslipp av jernsulfat fra Kronos Titan A/S, kan ha en betydelig innvirkning på utbredelsen av fastsittende alger i området. En utarmet bunnfauna ved Glommas munning og øvre deler av Løperen sammenfaller med lave oksygenverdier i bunnvannet og høyt metallinnhold i sedimentene. Det første skyldes hovedsakelig stor organisk belastning, ikke som resultat av overgjødning i vannmassen, men ved direkte tilførsler av organisk materiale (trefiber, humus, kloakkvann etc.). Et visst oksygenforbruk forårsakes også ved oksydering av to-verdige jernforbindelser (utslipp av jernsulfat fra Kronos Titan A/S). Oppkonsentreringen av metaller i sedimentene (spesielt jern, kobber og sink) skyldes mest sannsynlig utslipp fra Kronos Titan A/S, i tillegg til metallutslipp fra Borregaard A/S (spesielt sink før rayon-ullfabrikken ble nedlagt) og diffuse tilførsler. Det ble ellers funnet forhøyede PCB-konsentrasjoner i sedimenter og organismer i Øra-området. En søppelfyllplass i området antas å være kilde.

#### Konsekvenser av forurensningsvirkningene - på miljøet og for andre interesser (v).

Deler av området er betydelig og til dels sterkt forurenset. Av den grunn er det viktig å vurdere konsekvensene av disse funnene. Det bør slås fast at det ikke er gjort funn som gjør det risikabelt å spise fisk eller skalldyr fra området. Et lite forbehold må tas for fisk og særlig skalldyr fra Gandsrødbukta - Øra. Her ble det konstatert betydelig mer PCB, HCB og andre klorerte hydrokarboner i skrubbe, torsk og blåskjell enn fra det øvrige undersøkelsesområdet. Disse forholdene bør vurderes av helsemyndighetene slik at det kan tas stilling til om det er behov for supplerende undersøkelser på organiske miljøgifter i fisk og skalldyr.

Bortsett fra nærområdet til Fredrikstad viser målinger av termotolerante koliforme bakterier at badevannskvaliteten generelt er akseptabel hva bakterieinnhold angår. Redusert sikt i vannet kan enkelte steder (områder influert av Glomma-vann) og periodevis (flomperioder) gjøre vannet mindre egnet til bading. Den reduserte sikten har også generelle økologiske konsekvenser ved at produksjonspotensialet i et område med så store gruntvannsarealer blir lavere enn optimalt.

Undersøkelsen gir ikke grunnlag for å vurdere om forurensningstilstanden er til hinder for utøvelse av fiske i større deler av

området. Det bør imidlertid påpekes at ål i visse perioder av året har dødd i ruser i Glommas munningsområde (opplysninger fra ålefiskere). Disse observasjoner henger etter alt å dømme sammen med utslipp av surt jernavfall fra Kronos Titan A/S, men gjelder bare utslippets nærområde (dvs. innen få hundre meters avstand). Den vanligste årsaken til fiskedød generelt er oksygensvikt, og det bør påpekes at periodevis er oksygenforholdene i Glommas munningsområde meget dårlige. Det er også konstatert sår og svulstdannelse hos ål, men ingen systematiske data kan belyse spørsmålet om eventuell overhyppighet jevnført med ubelastede vannforekomster.

En annen konsekvens av forurensningen i området er at organisme-samfunnene både på strender og på bløtbunn er utarmet innenfor et 30-40 km<sup>2</sup> stort areal på innersiden av Hvalerøyene. Dette er en uheldig økologisk situasjon som bør overvåkes for å konstatere om utviklingen går i positiv eller negativ retning, dvs. om det påvirkede området avtar eller tiltar i størrelse. Mangfoldigheten i plante- og dyresamfunnene har en egenverdi.

#### Forurensningsbegrensende tiltak (vi og vii)

Når uønskede effekter påpekes, er det nærliggende å spørre om det finnes botemidler. Det kan dreie seg om tiltak som stopper opp en uheldig utvikling eller det kan være tiltak som fører til en rehabilitering i miljøet (f.eks. bedret vannkvalitet i forhold til dagens). Dette er avhengig av kvalitetskrav. Hva er en akseptabel vannkvalitet? Hva kan vi tolerere av overkonsentrasjoner av miljøgifter i organismer? Mangel på kvalitetskriterier og relevante bakgrunnsverdier gjør det vanskelig å besvare disse spørsmålene. Av den grunn er det også vanskelig å foreslå konkrete botemidler.

Den dårlige sikten i vannet domineres av naturlig sedimenttransport. For å redusere denne mest mulig bør det utøves forsiktighet med hensyn til bakkeplanering, byggeaktivitet, oppdyrking etc. som kan føre til økt erosjon i Glommas nærområde. Reduksjon i utslippene av partikulært materiale fra industribedriftene vil bidra i samme retning. Hvor mye som må fjernes før det har noen innvirkning på sikten i de frie vannmassene, er umulig å fastslå. Partikulære utslipp fra industrien har relativt størst betydning ved lav vannføring i Glomma. Men selv om de partikulære utslippene ble fjernet, vil dette neppe føre til store forbedringer i siktbarheten i vannet i Hvaler-området. Det er ikke totalmengden av partikulært stoff fra industrien som er problemet, men sammensettingen av dette stoffet. Fiberutslipp fra Borregaard A/S

fører til økt organisk belastning i estuaret. Ved fjerning av dette utslippet må vi forvente at oksygenforholdene i øvre deler av Løperen bedrer seg og at arealet av utarmet bløtbunnsfauna minker. Jernutslippet fra Kronos Titan er 10 ganger større enn den naturlige tilførselen av partikulært jern med Glomma ved lav vannføring, mens titanutslippet er 3 ganger større enn det naturlige bidraget. Ved høy vannføring derimot, er det de naturlige partikkeltilførslene som dominerer, delvis som et resultat av en oppvirvling av bunnsedimenter i elva. På grunnlag av dette må det konstateres at en kraftig reduksjon i jernutslippet fra Kronos Titan ville ha positive virkninger på miljøet (reduisert jernbelegg på strender og mindre tungmetaller i de forskjellige deler av miljøet).

Byggingen av det kommunale renseanlegget på Øra vil utvilsomt redusere mengden koliforme bakterier i Fredrikstads nærområde. Fjerning av organisk stoff vil ha positiv effekt på oksygenforholdene i de dypere delene av Løperen og Gandsrødbukta, men vil neppe ha noen betydning for hovedvannmassene.

Av inngrep som er gjort i selve resipienten, og som har innvirkning på vannkvaliteten, er byggingen av veitracen mellom Vesterøy og Kjøkkø. Veitracen har ført til mindre blanding og lenger oppholdstid på vannmassene i dette området og dermed dårligere vannkvalitet. Problemet er neppe så stort at en vil anbefale praktiske tiltak.

## 5. HVA MANGLER VI KUNNSKAP OM?

Basisundersøkelser avdekker vanligvis problemstillinger som det av tidsmessige og økonomiske årsaker ikke vil være mulig å innlemme i selve basisundersøkelsen. Disse problemstillingene, avhengig av deres viktighet, bør tas opp som egne problemorienterte undersøkelser.

Som nevnt innledningsvis er basisundersøkelsen lagt opp på en bred faglig basis og med regional karakter. Det medfører at lokale forurensningsforhold bare i liten grad er blitt tatt opp. Likeså er undersøkelsen av vannmassene konsentrert om overflatelaget og bare til deler av året. Forholdene på dypere vann er likevel i det vesentligste dekket ved studier av bløtbunnsfauna og sedimenter.

Undersøkelsen er basert på observasjoner i felt og i et såpass komplisert område (topografisk og mht. forurensningstilførsler) er det vanskelig å påpeke biologiske effekter av konkrete utslippskomponenter.

Av generelle kunnskapsmangler, som er gjeldende for alle typer marine undersøkelser, er mangelen på vannkvalitetskriterier og de forskjellige bruksformers krav til miljøkvalitet. Likeså mangler vi kunnskap om hvordan store mengder silt- og leirpartikler i vann påvirker pelagiske og fastsittende organismer. Dette sammen med biologiske effekter av ferskvannsstress er forskningsoppgaver av stor generell verdi.

De kunnskapsmangler som basisundersøkelsen i første rekke har avdekket, kan oppsummeres på følgende måte:

- (i) Giftvirkningen av ulike typer industrielt avløpsvann på marine organismer (toleransegrenser).
- (ii) Effekten av vannmassens høye innhold av silt og leire på primærproduksjonen (plankton) og på fastsittende alger.
- (iii) Forurensningstilstanden i nærsonen til utslippene og i kiler og bukter.
- (iv) Vannkvaliteten i dypvannet.
- (v) Vannkvaliteten i perioder med lavest ferskvannstilførsel og minst biologisk aktivitet (vinteren).



Av disse kunnskapsmanglene er det mest påkrevende å få avklart (i) hvor avløpsvann fra Kronos Titan A/S (jernutslippet) blir testet. Slike tester bør fortrinnsvis foregå ved å dosere de aktuelle avløpsvanntypene til modelløkosystemer (f.eks. ved NIVAs marine forskningsstasjon, Solbergstrand) i ulike fortynninger. Disse testene kan suppleres med utsettelsesforsøk i resipienten (f.eks. burforsøk, transplantering av planter etc.) og med konvensjonelle laboratorietester. Dette vil bringe oss nærmere forklaringen på hvorfor organismesamfunnene i området er forstyrret.

## 6. LITTERATUR

NIVA (1969). Vurdering av Glåma som resipient for avløpsvann fra Titan Co A/S. Undersøkelser fra 1968-69. Stensilert, 23 sider. Saksbehandler: R.T. Arnesen.

NIVA (1972). Forurensningseffekter ved utslipp eller dumping av avfall fra titandioksydproduksjon. Stensilert, 47 sider. Saksbehandler: J.Knutzen.

NIVA (1974). Undersøkelse av bløtbunnsfauna og fastsittende alger i Hvaler-området 18-20/9-1973. Stensilert, 38 sider. Saksbehandler: J.Knutzen.

Referanser til delrapporter i basisundersøkelsen (se Forord).

V E D L E G G

DELUNDERSØKELSENES MÅLSETTINGER OG KONKLUSJONER

Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden.

Bløtbunnsfauna. Rapport nr. 69/83 (16.3.1983)

Forfatter: Brage Rygg.

#### SAMMENDRAG

- I I store deler av et 30 km<sup>2</sup> stort område mellom Øra og Kirkøy var faunaen enten utslettet eller var fattig, hadde lav diversitet og var dominert av arter som er typiske for forurensete lokaliteter.
- II På stasjonene nærmest Glommaestualet var sedimentene svarte og forurensningspåvirket. Rustbrune (jernholdige) utfellinger opptrådte i sedimentprøvene så langt ut som til mellom Asmaløy og Kirkøy.
- III Stort sett falt utbredelsen av jernholdig sediment sammen med forurensningspåvirket fauna. Sikkert hadde også andre forurensninger betydning. Grumsing og nedslamming med fiber og andre partikler, og oksygenmangel som følge av høy organisk belastning, er blant det som en antar kan ha skadet faunaen mest.
- IV Utarming av faunaen skyldtes neppe utelukkende forurensninger frembrakt av menneskelige aktiviteter. Den kan også delvis bero på naturgitte betingelser i Glomma og dens nedbørfelt og i sjøområdene utenfor.
- V I Singlefjorden tydet faunaen på økt næringstilgang og organisk belastning, antagelig fra Iddefjorden.
- VI I Leira og det ytre Hvalerområdet var faunaen normal.

Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Åteforekomster for brisling- og sildeyngel i 1981. Rapport nr. 96/83 (4.10.1983).

Forfattere: Gunnar Henning Røed, UiO, Lars Kirkerud.

## 1. SAMMENDRAG

*For å få en indikasjon på Hvalerområdets produktivitet, både alment og spesielt med tanke på åte for brisling og sildeyngel, ble det tatt zooplanktonprøver i løpet av mai-september 1981 på 4 stasjoner. Både kvantitativt og kvalitativt viste zooplanktonet seg å være velegnet som føde for brisling og sild. Nær utløpet av Glomma ble det imidlertid registrert redusert bestand og økt innslag av arter som indikerer miljøforstyrrelse. Det er sannsynlig at organiske og uorganiske partikler fra Glomma og lokale kilder (treforedling, titanoksyd-produksjon) bidrar til å redusere mengden av åte i området innenfor Hvalerøyene.*

Kvalitativt viste zooplanktonet seg å ha en god sammensetning relativt til næringsvalget hos sild og brisling slik dette er kjent fra tidligere relevante arbeider. Sammensetningen av zooplanktonet må sies å være normal, med dominans av hoppekreps i området. Et større antall børstemark (fam. Spionidae) nær Glomma indikerer lokale forstyrrelser (økt sedimentering, tilførsel av organiske partikler). Den geokjemiske undersøkelsen har vist at lokal industri yter et betydelig tilskudd til innholdet av uorganiske partikler (jern). Bidraget av organiske partikler (trefiber) blir nå nærmere undersøkt.

Zooplanktonets biomasse i området avtok innover mot Glomma. Stasjonen lengst fra Glomma skilte seg ellers ikke fra resultater av sammenlignbare undersøkelser i Ytre Oslofjord.

Når bestandstettheten av zooplankton i de øvre vannlag avtok innover mot Glommas utløp, henger dette sannsynligvis sammen med ugunstige forhold som ferskvannsfortynning, større innhold av ufordøyelige partikler og redusert andel av planteplankton.

Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Løste metaller. Suspendert materiale og sedimenter. Rapport nr. 70/83 (8.11.1983).  
Forfatter: Kristoffer Næs.

## KONKLUSJONER OG SAMMENDRAG

Denne delrapporten har som siktemål å gi svar på følgende spørsmål:

- *i hvilken grad er vannmassene og bunnsedimentene i undersøkelsesområdet forurenset ?*
- *hva skyldes denne forurensningen ?*
- *er det mulig med vår eksisterende viten å foreslå tiltak som kan bedre situasjonen ?*

Delundersøkelsen som omhandler løste metaller og suspendert materiale i vannmassen og kjemisk sammensetning av bunnsedimentene, har gitt følgende svar:

I. *Vannmassene og bunnsedimentene i Hvalerområdet og Singlefjorden er svakt forurenset sammenlignet med områder som Frierfjorden, Ranafjorden og Sørfjorden. Dette antas å skyldes de store naturlige tilførselene av partikler med Glomma, og som til dels maskerer effekten av forurensende utslipp. De naturlige tilførselene varierer imidlertid med årstidene. Ved høy vannføring i Glomma, og spesielt under vårflommen (lavlandsflommen), når Glomma transporterer store mengder leire (erosjonsprodukter), er de relative bidragene av forurensende stoffer fra befolkning og industri små. Ved lav vannføring derimot, er vannmassene i nedre del av Glomma, Leira, Løperen og deler av Singlefjorden klart forurenset.*

*Sammenlignet med aktuelle områder som f.eks. Oslofjorden og Gøta-elv-estuaret, er konsentrasjonene av løste metaller i Glomma-estuaret generelt 1-15 ganger høyere. I partikulær form er spesielt verdiene av jern og titan høye (utslipp fra Kronos Titan A/S), opptil 3 ganger det som er naturlig ved lav vannføring i Glomma.*

*Eutrofieffekter begrenser seg i hovedsak til enkelte kiler (Holtekilen, Svalerødkilen, Røsneskilen, Grimsøkilen).*

*I motsetning til vannkvaliteten som varierer sterkt over tid, gir bunnsedimentene et gjennomsnittsbilde av forurensningen. Disse undersøkelsene gir et nokså entydig bilde av situasjonen. Nedre del av Glomma og*

Løperen er moderat forurensset på bunnen. Verdiene for metaller og organiske mikroforurensninger er generelt 2 - 10 ganger høyere enn i relativt upåvirkede områder. Akkumulering av forurensede stoffer skjer spesielt i nedre deler av Løperen (området Spjørøy - Asmaløy). Dette forklares ved at forurensninger transporteres med Glommavann, men på grunn av brakkvannets høye strømhastighet sedimenterer lite i Løperens øvre deler. Etter hvert minsker energien i systemet og partiklene sedimenterer. Når bunnsedimentene er så vidt moderat forurensset skyldes det stor fortynnende effekt av naturlig sedimentering.

II. Årsakene til den observerte forurensningen av vann og sedimenter kan være:

- (i) "Naturlig" forurensning. Årsaken til nedsatt sikt og grumsing i nedre del av Glomma, Løperen og deler av Hvalerområdet skyldes i stor grad leiretransporten i Glomma. Erosjon i Glommas nedbørfelt er sannsynligvis et tiltagende problem på grunn av økte menneskelige aktiviteter. Denne "naturlige" forurensningen kan imidlertid ikke forklare forhøyede konsentrasjoner av metaller i vannet under lav vannføring i Glomma og den påviste akkumuleringen av metaller på bunnen.
- (ii) Lokale utslipp fra industri og befolkning. Metall-tilførsler fra befolkning er sannsynligvis relativt beskjedne, slik at tilførslene i første rekke er fra Kronos Titan A/S og Borregaard Industrier A/S. De er de største industrielle bidragsyterne av forurensende stoffer i området.
- (iii) Langtransporterte forurensninger. Det synes lite sannsynlig at forurensningen i undersøkelsesområdet skyldes langtransport via vannstrømmer eller luft. Den regionale fordelingen av forurensningen viser tydelig at problemet har lokal opprinnelse, i første rekke Glomma, dernest enkelte kiler med dårlig vannutskiftning og i noen grad Iddefjorden.

III. I lys av den forurensningssituasjonen som er avslørt ved denne delundersøkelsen, er det relevant å spørre om dette er en situasjon som må vedvare eller om tiltak kan iverksettes for å bedre forholdene. De mest iøynefallende forurensningsproblemene er dårlig sikt i vannet og ned-

*slamming, og skyldes som nevnt i stor grad naturlige erosjonsprodukter. Bortsett fra en fornuftigere arealdisponering i Glommas nærrområde, som i større grad hindrer erosjon, er det lite å gjøre med dette. Utslipp av jern fra Kronos Titan A/S og fiber fra Borregaard Industrier A/S bidrar også til nedsatt vannkvalitet, og en ytterligere reduksjon av bidragene ville bedre forholdene, om enn ikke dramatisk. Hvorvidt utslippene av miljøgifter (metaller o.a.) bør foreslås redusert, kan ikke vurderes ene og alene på bakgrunn av denne delrapporten. Konklusjonene må trekkes på bakgrunn av resultatene fra de biologiske undersøkelsene. En samlet vurdering vil bli gitt i konklusjonsrapporten. En reduksjon i tilførsler av organisk materiale og næringssalter i kommunal kloakk ved bygging av renseanlegg, vil ikke i første rekke forbedre forholdene i hovedvannmassene (f.eks. Løperen), men vil ha vesentlig betydning for vannkvaliteten i bakevjer, viker, bukter og isolerte kiler.*

Undersøkelsen av forurensningstilstanden i vannmassene og på bunnen i Hvalerområdet og Singlefjorden har gitt svar på en del spørsmål, men har samtidig avdekket en del hull i vår viten. Manglende detaljering vedrørende industriutslipp vanskeliggjør overslagsberegninger og teoretiske vurderinger. Undersøkelsen har dessuten hatt regional karakter og det har derfor ikke blitt tatt hensyn til problemer i nærrområdene til utslippene. Dette gjør det vanskelig å sammenholde årsak-virkning. På grunn av stor biologisk aktivitet i sedimentene, med unntak av øvre deler av Løperen, har det ikke vært mulig å fastslå den historiske utviklingen av forurensning i området. Prioriteringen av oppgaver ved en eventuell oppfølging må imidlertid vente til de andre delundersøkelsene er rapportert.

Nedenfor er det laget en sammenstilling av enkeltresultatene fra undersøkelsen av løste metaller (A) og suspendert partikulært materiale (B) i overflatevannet og kjemisk sammensetning av bunnsedimentene (C). Side- og figurhenvisningene refererer seg til grunnlaget for konklusjonene/sammen-  
draget.

#### A. Løste metaller

1. De høyeste konsentrasjonene av løst jern i vannmassene (> 50 µg/l) ble funnet i Løperen-området og illustrerer Glommas hovedløp i estuaret.



Mengden av løst jern vil i stor grad variere med vannføringen i Glomma. Høyeste konsentrasjoner ble målt i april måned og må sees i sammenheng med snøsmeltingen i lavlandet og tilførsler av store mengder løst og partikulært materiale via elvevannet (s. 16 og fig. 4 og 5).

2. Det ble funnet høyere konsentrasjoner av løst jern i sentrale deler av Løperen enn lengre oppe ved Fredrikstad. Det skyldes etter alt å dømme utslipp fra Kronos Titan A/S (s. 16 og fig. 5).
3. Mengden av kopper, sink, bly og kvikksølv løst i vannmassene var henholdsvis 3-15, 3-20, 0,5-3 og 0,03-0,1 µg/l. I forhold til relativt upåvirket sjøvann er dette over-konsentrasjoner på: Cu: 3-15, Zn: 1-10, Pb: 5-15, Hg: 3-10 ganger. Selv om verdiene viser forurensningspåvirkning, er de ikke alarmerende høye. For dårlige opplysninger om utslippsmengder umuliggjør direkte sporing av kildene (s.22 ).

#### B. Partikulært suspendert materiale

1. Jern i suspendert partikulært materiale (opp til 3000 µg/l øverst i Løperen) er i stor grad bundet til aluminiumsilikater (leire). Spesielt er dette tilfelle ved høy partikkelmengde i elva (april). Ved relativt lav konsentrasjon av leirepartikler i Glomma observeres økende mengder av "annet jern", dvs. ikke silikatbundet jern, i sentrale deler av Løperen. Årsaken antas å være utslipp fra Kronos Titan A/S.

Beregninger viser at naturlig tilførsel av ikke silikatbundet jern med Glommavannet er 2,7 ganger større enn utslipp fra Kronos Titan A/S ved høyeste partikkeltransport i Glomma (april). Ved laveste partikkeltransport (september) var den naturlige tilførselen bare 1/10 av utslippet fra Kronos Titan A/S. I gjennomsnitt av fem målinger ved forskjellig partikkeltransport i Glomma, var utslippet fra Kronos Titan A/S like stort som det som tilføres naturlig med Glomma (s. 23, 30, 32 og fig. 12).

2. Som for jern er innholdet at titan i suspendert partikulært materiale påvirket av utslipp fra Kronos Titan A/S. Beregninger viser at utslipp av titanoksyd utgjør ca. 30 % av naturlig tilførsel ved høyeste partikkelmengde i Glomma, mens bidraget er tre ganger naturlig tilførsel ved laveste partikkelmengde (s. 32 og fig. 14).

3. Partikulært fosfor i Løperen-området vil i hovedsak være bundet som jern-fosfater. I kystområdet (dvs. utenfor skjærgården), som er mindre påvirket av Glommavannet, vil fosfor også kunne være organisk bundet, spesielt ved høy planktonproduksjon. Dette gjelder også de fleste kilene (s. 36, 40 og fig. 19, 20, 21, 22).
4. Innholdet av partikulært silisium i april er sterkt påvirket av høy partikkelmengde i elvevannet og silisium var i hovedsak uorganisk bundet. I august måned var mesteparten av silisiummengden i kystområdet, kilene og Sækken bundet i kiselalger, mens uorganiske silikater var dominerende i Løperen (s. 40 og fig. 23, 24).
5. Scanning elektron mikroskopering av partikler i Løperen-området viste at Glomma tilførte estuaret store mengder ferskvannsdiatomeer i august, mens leirepartiklene dominerte i april. Utover Løperen økte størrelsen av partikkelaggregatene. Både jern og titan er fremtredende i disse aggregatene (s. 46, 52 og fig. 25, 26, 27, 28).
6. Siktedypet i Løperen-området er kontrollert av elvetilførte uorganiske partikler. I kystområdet, kilene og Sækken er siktedypet bestemt av uorganiske partikler når konsentrasjonen av disse er høye i april-juni. Ved relativt små mengder uorganiske partikler i vannet kontrolleres siktedypet i hovedsak av biologisk produksjon. Utslipp av fiber fra treforedlingsindustri (i hovedsak Borregaard Industrier A/S) influerer lite på siktbarheten i vannet når naturlig sedimenttransport er stor. I vinterhalvåret må man vente at fiber i større grad influerer på siktedypet, likeså jernutslippet fra Kronos Titan (s. 55 og fig. 29, 30, 31 og 32).
17. Ved lav vannføring i Glomma (liten energi i systemet) sedimenterer partikulært materiale i stor grad i midtre og nedre deler av Løperen. Dette har stor betydning for tilførsler av partikulære forurensninger til sedimetet her. Ved høy vannføring i Glomma er energien i systemet så stor at det er liten sedimentering i Løperen-området. Partiklene føres i stedet i stor grad ut i kystområdet (s. 32, 36 og fig. 15, 16, 34, 35, 37).

### C. Bunnsedimenter

1. Jern i sedimentene viste forhøyede konsentrasjoner (opptil 7,4 %) i nedre deler av Løperen og skyldes sannsynligvis tilførsler av jernoksyder/hydroksyder dannet ved utslipp av jernsulfat fra Kronos Titan A/S.

I resten av området var verdiene normale og i samsvar med målinger fra Oslofjorden (s. 62 og fig. 34).

2. Sink og kvikksølv i sedimentene (henholdsvis 77-328 og 0,42-2,01 µg/g) var generelt noe anrikt i sentrale og nedre del av Løperen (s. 65 og fig. 35, 37).
3. Fordelingen av kopper og krom i sedimentene (henholdsvis 3-137 og 19-130 µg/g) viste til dels samme fordeling med høyeste verdier øverst i Løperen og generelt avtagende konsentrasjon mot kystområdet (s. 70 og fig. 39, 41).
4. I motsetning til de andre metallene ble de laveste verdiene av bly i sedimentene funnet øverst i Løperen (~ 40 µg/g). I resten av estuaret var verdiene høyere (~ 80 µg/g). Det er mulig at bly i større grad enn de andre metallene er knyttet til de fineste partiklene som i liten grad sedimenterer i øvre del av Løperen, men avsettes utenfor dette området (s. 74 og fig. 42).
5. Konsentrasjonen av polyklorerte bifenyler (PCB) i sedimentene varierte mellom 18-1800 ng/g (= ppb). De høyeste verdiene ble funnet i Løperen og spesielt ved Øra, hvor en søppelfylling kan være lokal kilde. Verdiene er moderate, men opptil tre ganger overflateverdier fra Indre Oslofjord (s. 76).
6. Konsentrasjonen av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i sedimentene var relativt lave (723 - 1206 ng/g). Verdiene er noe høyere enn det som betraktes som bakgrunnsnivå (ca. 500 ng/g) (s. 77).
7. De høyeste verdiene av metaller og organiske mikroforurensninger i sedimentet ble generelt, bortsett fra bly, funnet i Løperen-området. Verdiene viser imidlertid relativt liten anrikning. I kystområdet (utenfor skjærgården) var konsentrasjonene normale. Dette behøver nødvendigvis ikke bety at fluksen til sedimentet av forurensninger er lav. Belastningen kan maskeres av høy naturlig sedimentering av uorganiske partikler tilført med Glomma.

Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Miljøgifter i organismer 1980-1981. Rapport nr. 122/84 (25.3.1984).  
Forfatter: Jon Knutzen.

## 1. KONKLUSJONER OG SAMMENDRAG

Hovedformålet med basisundersøkelsen i Hvalerområdet og Singlefjorden innen det statlige program for forurensningsovervåking har vært å beskrive forurensningssituasjonen med henblikk på å avklare eventuelle behov for forurensende tiltak.

De mer spesifikke formål med registreringene av miljøgifter i organismer har vært å:

- karakterisere denne side av forurensningssituasjonen i relasjon til mulig skade på organismsamfunn og uønskede konsekvenser for brukerinteresser
- spore influensområdet for aktuelle punktkilder
- tilveiebringe referansedata for overvåking

I *Hovedkonklusjonen fra undersøkelsene av miljøgifter i organismer fra Hvalerområdet/Singlefjorden 1980/81 er at det (i hovedsaken) ble funnet lave eller moderat høye konsentrasjoner. Det var ingen vitnesbyrd om alarmerende forurensningsgrad, men noen tilfeller av tydelige overkonsentrasjoner jevnført med "normalkonsentrasjoner" fra områder som bare er diffust belastet.*

- *Blæretang, og delvis blåskjell, viste lokalt forhøyede konsentrasjoner av jern og titan, i mindre grad også av mangan og vanadium innen et område sterkt påvirket av Glåmavann og dermed av utslippet fra Kronos Titan A/S (fig. 2, 3).*
- *Både skrubbe, torsk og blåskjell samlet i omegnen av Øra - ytterst i Gandsrødbukta inneholdt betydelig mer av PCB, HCB og andre klorerte hydrokarboner enn fisk og skjell fra innsamlingssteder lenger ut. Særlig for blåskjells vedkommende var forskjellene markante (10-50 ganger). Kilden kan være den nærliggende søppelfyllplassen, og forholdet bør følges gjennom overvåking. Lavere, men likevel forholdsvis høye konsentrasjoner av lite nedbrytbare klororganiske stoffer ble også funnet i skjell fra stasjoner spredd over de øvrige deler av undersøkelsesområdet.*

*De observerte miljøgiftnivåer tyder ikke på et miljø som kan være skadelig for marine organismer, men dette må underkastes en helhetsvurdering der det tas hensyn til mulighet for giftige mikromiljøer forårsaket av partikler med høyt metallinnhold.*

*Konsentrasjoner av metaller o.a. i spiselige organismer synes ikke betenkelige, men dette må eventuelt vurderes av helsemyndighetene.*

*Formålet med undersøkelsene må antas i det vesentlige å være oppnådd, men det er ønskelig å få gjentatt en del av observasjonene ved et overvåkingsopplegg, dessuten å få identifisert ukjente klororganiske forbindelser.*

- II Observasjonene av miljøgifter i organismer har omfattet metaller i tang, blåskjell og fisk, klorerte hydrokarboner (PCB, HCB, DDE o.a.) i fisk og blåskjell, samt polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell. Lokalteter, parametere og observasjonsfrekvens fremgår av tabell 1 og fig. 1.
- III Metallnivåene i tang og blåskjell var stort sett lave eller moderat høye. Det viktigste unntaket fra dette var enkelte komponenter i avløpsvannet fra Kronos Titan A/S: jern, titan, mangan og vanadium i blæretang og grønnalgen *Cladophora* sp. (fig. 2, appendikstabell A1) og titan i blåskjell (fig. 3, appendikstabell A2). Jevnført med "normalverdier" var overkonsentrasjonene av jern og titan i tang av størrelsesordenen 10-20 ganger, i blåskjell noe mindre.
- IV I skrubbe ble det funnet enkeltexemplarer med forhøyet kvikksølvinnhold (opp til 0,5-0,6 mg Hg/kg friskvekt), men middelkonsentrasjonene lå på under 0,3 mg/kg for alle stasjoner (tabell A3). I torsk, brisling og sild var det derimot lavt kvikksølvinnhold (tabellene A4, A5). Øvrige observerte metaller (bly og kadmium) forekom i lave eller "normale" konsentrasjoner hos alle arter.
- V Innholdet av klorerte hydrokarboner i blåskjell var moderat eller lavt på alle stasjoner med unntak av st. 76 (fig. 1), som må antas å være påvirket fra søppelfyllplassen på Øra. Her var konsentrasjonene av PCB, HCB, DDE 10-50 (100) ganger høyere enn på de øvrige stasjoner (tabell A6). HCB-konsentrasjonene var dessuten omkring 10 ganger

høyere enn det som er vanlig å observere i områder uten punktkilder. PCB-innholdet var også noe forhøyet jevnført med et høyt "normalnivå", men i mindre grad.

På stasjonene med moderat forhøyet innhold av klorerte hydrokarboner i blåskjell ble det registrert et betydelig innhold av ekstraherbart persistent (lite nedbrytbart) organisk bundet klor (tabell A6). De identifiserte forbindelser kan bare forklare størrelsesordenen et par prosent av totalinnholdet av slike stoffer. Disse observasjoner representerer en usikkerhet både med hensyn til kilder og konsekvenser.

- VI Klorerte hydrokarboner i fisk viste samme utbredelsesmønster som blåskjellanalysene: 10-20 ganger høyere HCB-konsentrasjoner i lever av torsk og skrubbe fra området Øra - ytterst i Gandsrødbukta enn i fiskelever fra Asmaløy og Kirkøy, mens PCB-innholdet var 2-4 ganger høyere (tabellene A3 og A4). De høyeste observerte HCB- og PCB-konsentrasjonene var henholdsvis omkring det dobbelte og omtrent som et høyt "normalnivå" i fisk fra vannforekomster som bare mottar diffus tilførsel (ingen punktkilder).
- VII Blåskjells innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) var lavt over hele området (tabell A7), selv om det lokalt syntes å være svakt høyere konsentrasjoner, bl.a. nær Øra-området.
- VIII Ved den fremtidige overvåking av Hvalerområdet kan analyser av klororganiske forbindelser i fisk og blåskjell primært konsentreres om lokaliteter nær søppelfyllplassen på Øra og eventuelt øvre del av Løperen. Målinger av PAH og metaller i blåskjell bør gjentas på et materiale fra et lite antall stasjoner i øvre del av Løperen og området nord for Kirkøy før det tas endelig standpunkt til behovet for overvåking.

Til dels høye konsentrasjoner av total organisk bundet persistent klor (tabell A6), og blant disse en høy andel ukjente (ikke-identifiserte) forbindelser gjør det ønskelig med en egen problemorientert studie med henblikk på identifikasjon av stoffene. Problemet er ikke spesielt for Hvalerområdet, men aktuelt for flere områder langs kysten.

Hvalerområdet. Bløtbunnsfauna 1982. Rapport nr. 131/84 (10.2.1984).  
Forfatter: Brage Rygg

### **SAMMENDRAG**

Basisundersøkelsen i Singlefjorden-Hvalerområdet er utført innenfor det statlige programmet for forurensningsovervåking, på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn. Hovedformål for undersøkelsen er å beskrive forurensningssituasjonen for bl.a. å klarlegge et eventuelt behov for forurensningsbegrensende tiltak. Formålet med denne delundersøkelsen er å beskrive nærmere i hvilken grad og i hvor stort område utslippene fra A/S Kronos Titan påvirker deler av de biologiske samfunnene i Hvalerområdet.

I Glommaestuaret sør for Fredikstad og langs elvas hovedløp i sjøen ut til Asmaløy - Kirkøy var sedimentene svarte og forurensningspåvirkete. Bløtbunnsfaunaen var artsfattig og dominert av arter som tåler betydelig forurensning. Faunaens diversitet var svært lav sammenlignet med diversiteten på mindre belastete stasjoner i Hvaler og Singlefjorden og i andre norske fjorder uten betydelige forurensninger.

Stort sett falt utbredelsen av jernholdig sediment sammen med forekomsten av forurensningspåvirket fauna, men også andre forurensninger har stor betydning. Grumsing og nedslamming med trefiber og andre partikler, og oksygenmangel som følge av stor organisk belastning, er blant det som må antas å ha skadet faunaen mest ved siden av utslippene fra Kronos Titan A/S.

Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Gruntvannsorganismer.  
Rapport nr. 135/84.  
Forfatter: Tor Bokn

#### SAMMENDRAG

I. Denne delrapporten beskriver en undersøkelse som har hatt som målsetting å besvare følgende spørsmål:

- a) *er gruntvannsorganismenes utbredelse som en kunne vente ut fra de naturgitte forhold i undersøkelsesområdet ?*
- b) *hvis avvik, i hvilke deler av området gjør dette seg gjeldende ?*
- c) *hva er årsaken til eventuelle avvik i organismsamfunnene ?*
- d) *hvilke tiltak er aktuelle for å bedre situasjonen ?*

II. Tre års undersøkelser på 76 ulike lokaliteter har gitt følgende svar:

- a) *Flere arter var fraværende fra strender hvor de naturlig skulle forventes å leve ut fra de naturgitte betingelser.*
- b) *Større avvikende utbredelser av organismsamfunn ble funnet i selve hovedløpet til Glomma, et areal beregnet til ca. 40 km<sup>2</sup>. Til tross for liten sannsynlighet for nærings saltbegrensning, ble det registrert en bemerkelsesverdig liten grønnalgebegroing der. Store mengder av en blågrønnalge er derimot observert i dette området, hvilket indikerer organisk belastning. Rustbrunt slam og belegg var vanlig på organismer, berg, bunn og ruser.*
- c) *Den store partikkelkonsentrasjonen som føres ut med Glomma, forårsaker helt åpenbart en slipingseffekt på bergene i hovedløpet, hvilket kan ha en hemmende effekt på etableringen av fastsittende organismer. Fordi naturlige miljøfaktorer alene ikke kan forklare fraværet av flere arter i hovedløpet, foreligger det mistanke om tiltagende skade på fjerebeltesamfunnet. Selv om akkumuleringen av miljøgifter i organismer ikke er alarmerende stor, vil den hyppige ferskvannspåvirkningen med til dels høye konsentrasjoner av partikulært materiale føre til øket følsomhet overfor forskjellige former for sivilisatorisk påvirkning.*
- d) *Videre arbeid må omfatte eksperimentelle undersøkelser med utvalgte fastsittende organismer i ulike utviklingsfaser for å avgjøre om vannkvaliteten tidvis kan føre til dødelige eller skadelige effekter. Bare etter slike undersøkelser kan det være mulig å anbefale hvilke forurensningskomponenter som bør reduseres for å få en øket biologisk produksjon i estuaret.*



- III Undersøkelsen omfatter registreringer av de mest fremtredende større planter og dyr knyttet til hardbunn på 76 ulike stasjoner (figur 1). Artene gir forskjellig respons på ulike påvirkninger av naturlig og annen opprinnelse. For å dekke flest mulige lokaliteter er det brukt en enkel registreringsmetode på i alt syv tokter i perioden 1980-82 (tabell 1). I tillegg til denne registrering av organismer ned til 1-2 m dyp på alle stasjoner, er dykkerobservasjoner foretatt på 16 av stedene (figur 1).
- IV På grunnlag av resultatene på 37 stasjoner fra 3 år er det tegnet inn fire vegetasjonsområder (figurene 2 og 3). Vegetasjonsområdet i hovedløpet for Glomma skilte seg klart ut som et organismefattig område sammenlignet med de tre øvrige vegetasjonsområder (figur 4). Artsantallet for såvel fastsittende alger som virvelløse dyr økte med økende avstand fra Glommas utløp (figurene 5-7, 20). Observasjoner fra denne undersøkelsen samsvarer med registreringer fra 1972-73.
- V Utvalgte arter, som anses å være nøkkel- og/eller indikatorarter, er presentert ved utbredelseskart (figurene 9-16). Denne utbredelsen er diskutert i relasjon til naturlige miljøpåvirkninger og forurensningsbelastninger. Til tross for liten sannsynlighet for næringssaltbegrensning i hovedløp, ble det registrert en bemerkelsesverdig liten grønnalgebegroing der. En opportunistisk alge som tarmgrønske ble knapt registrert i hovedløpet (figur 9). De fleste av de omtalte arter er verken begrenset av den lave saltholdighet eller andre naturforhold i området. Fiskesykdommer som utvekster (svulster) på nesepartiet av ål forekommer ikke helt sjelden, ifølge lokale fiskere. Hvorvidt disse svulster og uforklarlige fravær av noen organismer i undersøkelsesområdet er effekter av industri- og/eller kloakkutslipp, gjenstår å undersøke. Tester med avløpsvann og ulike fiskearter vil i den forbindelse være meget viktig.

Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Hydrografi, vannutskiftning og hydrokjemii. Rapport nr. 170/84 (20.11.84).  
Forfattere: Jan Magnusson og Jens Skei

## SAMMENDRAG

*Denne rapporten er en del av basisundersøkelsen i Singlefjorden/Hvalerområdet utført etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn. Rapporten behandler Glomma-vannets spredning og fortynning, dvs. ferskvannets influensområde, den hydrografiske årsvariasjonen, dypvannsutskiftning, gjennomskinnelighet, transport og sedimentasjon av partikler, plante-planktonbiomassen, næringssalter, organisk stoff og lignin i vannmassene samt innholdet av termotolerante koliforme bakterier (tarmbakterier) i Glommas nærområde.*

*Formålet med delundersøkelsen har vært dels å beskrive vannutskiftning og generelle hydrografiske forhold som nødvendig informasjon for øvrige undersøkelser, dels kartlegge spredningsforhold, samt studere gjødslingseffekter og tarmbakterier. Det var også tenkt å se på blandingen mellom kystvann og vann i Singlefjorden/Hvaler, men denne oppgaven har hatt lav prioritet og blir heller ikke særlig diskutert. Delundersøkelsen kan oppsummeres på følgende måte:*

Topografi: Singlefjorden/Hvalerområdet har store gruntvannsområder. Omtrent 25% av bunnarealet har dyp mindre enn 6 meter, og ca. 50% av bunnarealet ligger på dyp mindre enn 20 meter. Foruten at området har mange topografisk adskilte kiler, er det også gjort inngrep i området ved bygging av en veitrasé mellom Vesterøy og Kjøkø.

Ferskvannstilførsler: Områdets ferskvannstilførsler domineres helt av Glomma. Av de to utløpene transporterer Østerelva ca. 2,5 ganger så mye vann som Vesterelva. Vintervannføringen ligger mellom 340-500 m<sup>3</sup>/s. Vårflommen starter normalt i midten av april (snøsmelting i lavlandet) og når maksimal styrke i månedsskiftet mai/juni (snøsmelting på fjellet) med vannføringer over 2000 m<sup>3</sup>/s. Varigheten av vannføringer over 1000 m<sup>3</sup>/s utgjør ca. 15% av et år, mens i 50% av året er vannføringen under 500 m<sup>3</sup>/s.

Noe ferskvann tilføres også fra Iddefjorden, men vannføringen her er liten (10-20 m<sup>3</sup>/s sommerstid) i forhold til Glomma.

Ferskvannets spredning: Ferskvannet fra Glomma blandes med underliggende sjøvann og strømmer ut mot Skagerrak. Blandingen er intensiv i selve elveutløpene samt i området utenfor Hvalerøyene og Singlefjorden.

Ved sterk flom i Glomma (over 1000 m<sup>3</sup>/s) presses saltkilen tilbake i Østerelva og Vesterelva. Spesielt i Østerelva skjer en kraftig erosjon som merkes best i området sør for grenen mellom de to elvene. Mindre ferskvann i Vesterelva enn i Østerelva gir høyere saltholdigheter i Leira. Veitracéen mellom Vesterø og fastlandet virker forhindrende på vannutskiftningen mellom Leira og Løperen, og området øst for veitracéen er betydelig mere Glommapåvirket enn om tracéen ikke hadde vært bygget. Ferskvannet fra Østerelva gir stabilt lav saltholdighet i Løperen og nordsiden av Kirkøy. Ved økende vannføring i Glomma senkes i første rekke saltholdigheten i Singlefjorden.

Overflatelaget er omtrent 4 meter tykt og har en gjennomsnittlig ferskvannsandel på mellom 30-60%. I Løperen (L4-L14) er ferskvannsandelen i gjennomsnitt omtrent 50% i perioden mai-september med små avvik (standardavvik: +14%). I Singlefjorden (S9) er ferskvannsandelen omkring 30% (standardavvik: ± 15%).

Brakkvannet blandes med sjøvann i hovedsak utenfor Hvalerøyene eller i Singlefjorden. En del av dette vannet tilbakeføres trolig i den innadgående og underliggende sjøvannsstrømmen. Forurensninger og partikler vil på denne måte i større utstrekning holdes tilbake i området, i stedet for å transporteres ut i Skagerrak.

Under flomperioder og ved østlig eller nordøstlig vind kan brakkvannet fra Hvalerområdet strømme ut forbi Torbjørnskjær fyr og her gi saltholdigheter lavere enn 15 ‰. Ved Struten fyr blir vannet brunlig eller grumsete ved saltholdigheter under 24 ‰. Overflatesaltholdigheten er forøvrig omtrent den samme ved de to fyrstedene.

Daglige observasjoner i Gansrødbukta (Øra) viser at saltholdigheten normalt varierer mellom 7 og 11 ‰ i sommerhalvåret og at den ved nordlige vinder øker til over 30 ‰ (10% av observasjonene). Den høye saltholdigheten kan være et problem for den saltholdighetsfølsomme hjertetjønnaksen (Potamogeton perfoliatus) som er en viktig del av floraen i det fuglerike området. Kanalen mellom Glomma og Øra skulle gi overflatesaltholdigheter under 7% i den vegetative sesongen og bør således kontrolleres mht. tiltetting.

I Skjebergkilen var saltholdigheten generelt høyest i området - i gjennomsnitt like høy som utenfor Hvalerøyene. Bare i 10% av et sommerhalvår ble

saltholdigheten lavere enn 8 ‰ og det i forbindelse med regnvær, hvor lokale ferskvannskilder gir sterkt utslag.

Ferskvannets oppholdstid innenfor Hvalerøyene/Singlefjorden varierer med ferskvannstilførsler og vindforhold. Halvparten av året ligger oppholdstiden på omkring 16 døgn når ferskvannstilførselen ligger under 500 m<sup>3</sup>/s (vinterhalvåret). I sommerhalvåret varierer oppholdstiden mellom 5 og 9 døgn.

I Vesterelva/Leira-området er oppholdstiden beregnet til mellom 4 og 8 døgn sommerstid. Med ferskvannets oppholdstid menes her også den del av ferskvannet som er nedblandet i reaksjonsstrømmen under overflaten.

Vannutskiftningen: Den hydrografiske årsvariasjonen følger den vanlige syklusen for sørnorske områder. Variasjonene i temperatur og saltholdighet skyldes i alt vesentlig vanntransport (advektive prosesser). Mer eller mindre totale vannutskiftninger er registrert 3-4 ganger pr. år i observasjonsperioden 1980-82. Regelmessig ble store vinterutskiftninger registrert i 1980-82 sammenfallende med kraftig, nordlig vind. Mindre utskiftninger - avhengig av vindforholdene - kan skje året rundt. Det er ingen store lokale avvik innenfor Hvalerøyene i vannutskiftning, unntatt slike steder som Hunnebunden. På tross av den gode vannutskiftningen er den organiske belastningen så stor at vi får dårlige oksygenforhold (< 3 ml O<sub>2</sub>/l) eller dannelse av hydrogensulfid i vannmassene under 40 meters dyp i Løperen (L6, L15) og øst for Ramsø (L8). Derimot ble det registrert gode oksygenforhold i Leira (V9) og Singlefjorden (S9).

Siktedypet: Det slamholdige Glommavannet gir hele området innenfor Hvalerøyene dårlig siktedyp. I Løperen er gjennomsnittlig siktedyp omkring 1-2 meter i mesteparten av sommerhalvåret (80% av tiden). De beste forhold er registrert i Singlefjorden (S9) og Skjebergkilen (S13) hvor siktedypet henholdsvis er over 3 meter i vel 50% og 30% av tiden i sommerhalvåret.

Det slamholdige Glommavannet er registrert langt ut mot Tisler, og fronten mellom sjøvann og grumsete Glommavann kan vandre mellom Tisler og Kosterfjorden, alt etter vind- og strømforhold. Ved et tilfelle ble fronten registrert innenfor Tisler og med en forskjell i siktedyp på vel 4 meter over 2 meters avstand. Under det turbide overflatelaget strømmer klarere sjøvann inn i området.

Siktedypet øker med økende avstand fra Fredrikstad. Økningen skyldes en kombinasjon av fortykning med sjøvann og sedimentering av partikler (pga. flokkulering). Ved å sammenligne det inverse siktedyp (turbiditet) og hvordan dette avtar med avstanden fra Fredrikstad og med ferskvannsfortynningen, vil vi kunne få et bilde av den relative størrelsen på sedimentasjonen i området. Områder med stor sedimentasjon er Vesterelva mellom Gressvik og Krossnes, Leira, mellom Søstrene og Vesterøy, nord for Spjørøy, midtre og ytre del av Løperen, vest og syd for Ramsø, mellom Singleøy og Kirkøy samt utenfor Iddefjordens munning. Meget stor sedimentasjon får vi vest for Tenneskjær i Leira, straks øst for veitracéen mellom Vesterøy og fastlandet, nord-vest for Ramsø, Botnekilen og munningen av Iddefjorden. Tilførsler av partikler er registrert mellom jernbanebroen (L1) i Fredrikstad og Gressvik (V15) i Vesterelva og i Østerelva mellom L1 og L5, samt fra Iddefjorden.

Ettersom siktedypet blir relativt normalt utenfor Hvalerøyene, må en regne med at størsteparten av det partikulære materialet blir igjen inne i området. Bare i unntakstilfeller - ved nordøstlig og ikke for sterk vind sammenfallende med flom i Glomma, føres større mengder partikler ut av området.

#### Planteplankton og klorofyll a:

Planktonbiomassen (målt som klorofyll a) er liten i områdets overflatelag unntatt kilene til Singlefjorden. Spesielt høye verdier ble registrert i Grimsøykilen og Sækken, Svalerødkilen og Røsneskilen. Biomassen avtar med økende saltholdighet opp til 12 ‰, for deretter å øke igjen ved saltholdigheter over 13 ‰. Store mengder plankton ble registrert i Singlefjorden oktober 1981, men dette skyldes tilførsel utenfra. Slike oppblomstringer er tidligere registrert i området (Tangen 1979).

Planktonbiomassen oppviser stort sett en normal årlig variasjon i Singlefjorden, men nærmere Løperen og i selve Løperen blir denne variasjonen mindre markert.

De største planktonforekomstene ble ved enkelte registreringer funnet å ligge under overflatelaget (10 meters dyp mai 1981). Dette er marint plankton som føres inn i området med reaksjonsstrømmen. De dårlige lysforholdene gir trolig ingen videre produksjon av disse algene i Løperen - Ramsø-området, men de vil utgjøre verdifull føde for zooplankton.

### Hydrokjemi:

Fosforkonsentrasjonen i overflatevannet var størst i Vesterelva, Østerelva og munningen av Iddefjorden og avspeiler tilførselskildene i området. Størsteparten av fosforet er knyttet til partikler og de desidert største mengder ble registrert i Løperen under vår- og høstflom. Det ser ikke ut til å være noen fosformangel i undersøkelsesområdet som ville hindre planktonproduksjonen.

Det ble registrert høye konsentrasjoner av totalnitrogen i hele undersøkelsesområdet og derved høye N/P-forhold (20-40) (vektbasis) i overflatevannet som skyldes store tilførsler fra Glomma av organisk materiale i overflatevannet fra land.

N/P-forholdet i dypvannet varierte omkring 7:1, hvilket skulle tilsi nedbryting av plankton i de frie vannmassene. Tungt nedbrytbart, nitrogenholdig materiale sedimenterer.

Overflatevannet i området er betydelig forurensset av organisk materiale. Normalt er innholdet av total organisk karbon (TOC) i kystvann omkring 1-2 mg/l, mens målingene i Singlefjorden-Hvalerområdet lå 3-4 ganger over dette i 1980-82. Under overflatelaget var det normale konsentrasjoner av TOC (1-2 mg/l), uansett stasjon og tidspunkt. Sedimentasjonen må således være rask og det sedimenterende materialet tungt nedbrytbart (eksempelvis ligninforbindelser).

Målinger av lignin i overflatevannet viste tilførsler til området via Glomma-vann og Iddefjord-vann. Fortynningen synes imidlertid å være stor og konsentrasjonene avtar raskt med avstanden fra Glomma og Iddefjorden.

Badevannskvaliteten: I Vesterelva, Østerelva og Løperen er badevannskvaliteten dårlig og oppfyller ikke helsemyndighetenes krav til friluftsbading. Tilførsel av termotolerante koliforme bakterier (tarmbakterier) skjer i Fredrikstadsområdet, nedenfor jernbanebroen. Største konsentrasjoner ble registrert i 1983 i Vesterelva (Gressvik og Krossnes). Dette var før kloakkutslippet til Vesterelva ble overført til Østerelva.



## Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør  
grunnvann  
vassdrag og fjorder  
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

**gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.**

**registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.**

**påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.**

**over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.**

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

**Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)  
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)  
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)  
Norsk institutt for luftforskning (NILU)  
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)  
Statens forurensningstilsyn (SFT)**

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil bli publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.