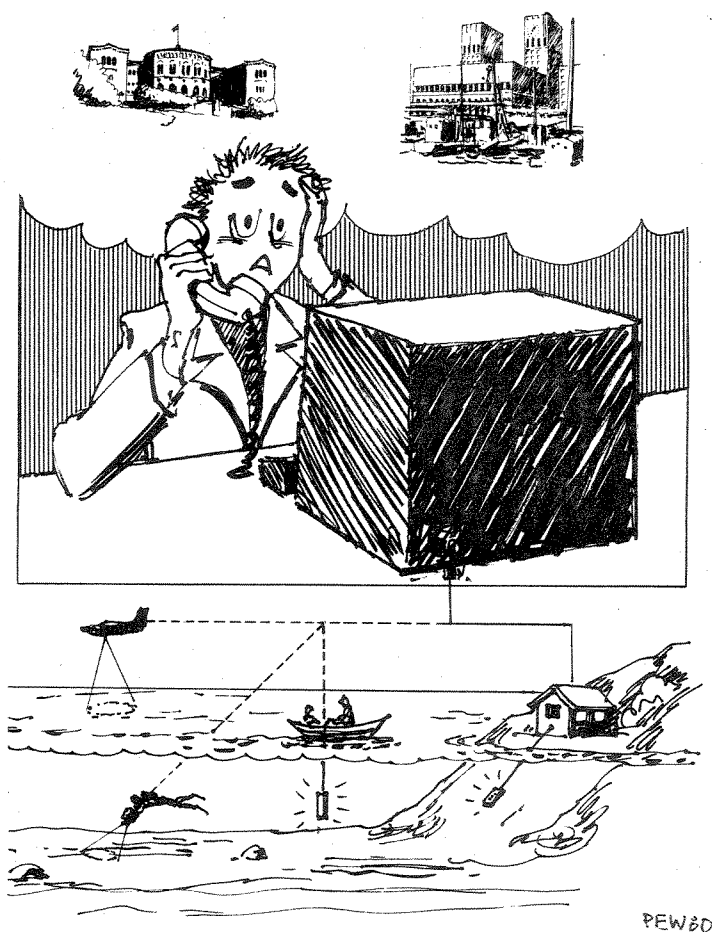


O-75038

# Nasjonalt program for overvåking av vannressurser

## Utredning om parametere og observarsjonsfrekvens i fjorder



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

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

Rapportnummer: 0-75038
Undernummer: XII
Løpenummer: 1181
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: 0-75038 Nasjonalt program for overvåking av vannressurser. Utredning om parametere og observasjonsfrekvens i fjorder	Dato: 10/1 1980
	Prosjektnummer: 0-7503813
Forfatter(e):  Jon Knutzen	Faggruppe: Oseanografi
	Geografisk område: Norge
	Antall sider (inkl. bilag): 41

Oppdragsgiver: Miljøverndepartementet v/Statens Forurensningstilsyn	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt:

Det er gjort en utredning om behovet for overvåking av forurensninger i norske fjorder og kystområder. Rapporten omfatter oversikter vedrørende forurensningskategorier, brukerinteresser og aktuelle observasjonsmetoder, samt koblingen mellom dem. Med dette som utgangspunkt er det konkretisert forslag til overvåking som tilsikter å dekke utslipp av husholdningsavløpsvann, industriutslipp, diffus påvirkning og eventuell snikforurensning av miljøgifter.

4 emneord, norske:
1. Overvåkingsprogram
2. Fjorder/kystfarvann
3. Norge
4. Havforurensning

4 emneord, engelske:
1. Monitoring program
2. Coastal waters
3. Norway
4. Marine pollution

  
Prosjektleders sign.:

  
Seksjonsleders sign.:

  
Instituttetsjefs sign.:

ISBN 82-577-0241-2

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Oslo

0-75038

NASJONALT PROGRAM FOR OVERVÅKING AV

VANNRESSURSER

UTREDNING OM PARAMETERE OG OBSERVASJONS-

FREKVENS I FJORDER.

Oslo, 10 januar 1980

Saksbehandler: Jon Knutzen

Instituttssjef: Kjell Baalsrud

## F O R O R D

Denne rapport er skrevet på oppdrag fra Statens Forurensningstilsyn som ledd i forberedelsen til og planleggingen av et nasjonalt program for overvåking av vannressurser (NIVAs arbeidsnotat nr 4 av 8. mai 1979 og SFTs brev av 21 juni 1979).

En utredning om parametere og observasjonsfrekvens ved overvåking reiser en rekke vanskelige spørsmål. Det er forsøkt å ta konsekvensen av at almene betraktninger som regel har høy sannhetsgehalt, men er av ubetydelig praktisk interesse. De foreliggende konkretiseringer pretenderer ikke å være den eneste løsning, men viser en måte som overvåkingen kan iverksettes på.

Følgende medarbeidere ved instituttet har bistått med gjennomlesning av manuskriptet:

J. Molvær, G. Nilsen (gått over i annen stilling), B. Rygg,  
J. Skei, H. Thaulow.

Oslo, den 10 januar 1980

  
Jon Knutzen

INNHALDSFORTEGNELSE:

Side:

FORORD	
1. OVERVÅKINGEN HAR FORMÅL SOM DELVIS MÅ OPPFYLLES VED FORSKNING .....	4
2. UTGANGSPUNKTET FOR OVERVÅKING ER PROBLEMER OG BRUKER- INTERESSER .....	5
3. NÆRMERE OM OBSERVASJONER OG INFORMASJONSINNHOOLD .....	10
4. DET NASJONALE OVERVÅKINGSPROGRAM MÅ REFLEKTERE PÅVIRKNINGENES MANGFOLDIGHET OG LOKALITETENES SÆRPREG	15
4.1 Vassdragsreguleringer .....	15
4.2 Lett nedbrytbart organisk stoff og næringsalter .....	16
4.2.1 Referansestudier i henholdsvis uberørte og betydelig belastede områder .....	19
4.2.2 Enkel overvåking med henblikk på eutrofiering og fekal forurensning i moderat til sterkt belastede områder.....	25
4.3 Overvåkingsopplegg ved punktkilder for belastning med metaller, organiske mikroforurensninger og diverse industrikjemikalier .....	32
4.4 Langtransportert belastning med metaller og organiske mikroforurensninger .....	38
4.5 Oljeforurensning .....	40
5. PROBLEMET SJØFUGL .....	41

TABELLFORTEGNELSE:

Tabell 1. Oversikt vedrørende typer av problemer/forurensninger/ påvirkninger og studieobjekter ved overvåking i fjorder, med forsøk på antydning av de viktigste kob- linger. Graden av betydning er antydnet ved: ** (meget viktig), * (viktig) og - (ikke viktig eller mindre aktuell). .....	6
Tabell 2. De vanligste koblinger mellom brukerinteresser og observasjonstyper ved fjordundersøkelser med utvalgte parametereksempler. Antydnet gradering fra viktig til (som oftest) mindre viktig eller ikke aktuell:**, *, -, .....	7

Tabell 3.	Studieobjekter, parametere og informasjonsinnhold ved overvåkingsundersøkelser i fjorder. Antatt viktigste forhold og observasjonsmetoder er understreket.....	11
Tabell 4A.	Eksempel på rammeopplegg for enkel overvåking i betydelig ferskvannspåvirkede resipienter belastet med organisk stoff, næringssalter og tarmbakterier .....	27
Tabell 4B.	Eksempel på rammeopplegg for enkel overvåking i lite ferskvannspåvirkede resipienter belastet med organisk stoff og næringssalter.....	28
Tabell 5.	Minimumsopplegg for overvåking av metaller og organiske mikroforurensninger i omgivelsene til større byer og bymessige industriområder .....	35
Tabell 6.	Overvåkingsprogram med hensyn på PAH og fluorid i resipienter for utslipp fra aluminiumsindustri .....	37
Tabell 7.	Overvåkingsprogram med henblikk på referanseverdier og eventuell sn'kforurensning med metaller og organiske mikroforurensninger .....	39

1. OVERVÅKINGEN HAR FORMÅL SOM DELVIS MÅ OPPFYLLES VED FORSKNING.

Det overordnede mål er å gi opplysninger som myndighetene har behov for, dessuten informasjon til almenheten og særlige brukerinteresser. Mer spesifikt skal observasjonsmaterialet gi beskjed om:

- Tilstand
- Utviklingstendenser
- Effekter av tiltak

Sagt i korthet skal informasjonene brukes i offentlig og privat planlegging, dvs. for å vurdere og bestemme hva de enkelte vannforekomster kan/bør/skal brukes til. Herunder kommer også vurdering av virkemidler for å oppnå den ønskede tilstand. Forvaltningen trenger dessuten kunnskaper om:

- Naturforholdene
- Art og omfang av forurensende tilførsler og andre påvirkninger.

Noen ganger vil tilstrekkelige opplysninger om naturforhold og forureningsbelastning være tilgjengelige fra før. Andre ganger må slike undersøkelser innbefattes i overvåkingsopplegget. Enkelte naturforhold (f.eks. vannutskifting, ferskvannspåvirkning o.a.) vil regelmessig måtte tas med i undersøkelsene. Overvåkingen vil bare kunne gi pålitelige beslutningsgrunnlag når resultatene av inngrep/påvirkninger kan skilles fra naturbetingede variasjoner. Der kunnskapsgrunnlaget er utilstrekkelig for dette, bør overvåkingen enten kombineres med forskning eller unnlates/utsettes. Med "forskning" forstås i denne forbindelse både innvinning av nødvendige, men ofte banale kunnskaper om den aktuelle vannforekomst (referanse- eller grunnlagsundersøkelser) og grunnforskning som tar sikte på å beskrive og bestemme årsakene til f.eks. naturlige bestandsfluktasjoner eller variasjoner i bakgrunnsnivåer av ulike stoffer. Dagens redskaper for å nå målene er ikke bedre enn at behovet for metodeforskning må karakteriseres som stort og langvarig.

## 2. UTGANGSPUNKTET FOR OVERVÅKING ER PROBLEMER OG BRUKERINTERESSER

Å understreke at overvåkingen må være problemorientert er lite mer enn en selvfølgelighet. Derimot er det av betydelig interesse, men ofte vanskelig, å få beskrevet hva problemene består i. For akutte, lokale situasjoner er det enkelt å gi innhold til overvåkingsprogrammer. Typiske eksempler er før/etter-undersøkelser ved store endringer i belastning over kort tid (nye utslipp, mudring/dumping, igangsettelse av renseanlegg etc.)

Tabell 1 gir en skjematisk oversikt over (1) problemer/forurensninger/påvirkninger og (2) de naturfenomener som studeres for å få virkningene registrert og karakterisert. I tabellen er det videre forsøkt å antyde hvilken praktisk betydning eller aktualitet de respektive problemer og registreringsobjekter har, dertil koblingen mellom dem.

Skjemaets hovedberettigelse ligger i å vise hvor mangeartet og sammensatt både problemer og effektregistreringer er. En slik tabell må ellers tas med sterke forbehold og kan ikke gi mer enn en pekepinn. Det enkelte forurensningstilfelle kan være av en slik art at både studieobjektene og deres kobling til belastning må gis en annen viktighetsgradering enn skjemaet angir. Rangeringen etter betydning og aktualitet er også bestemt av tilgjengelige kunnskaper, arbeidskapasitet, metodikk og praktiske forhold. Nye kunnskaper og enklere metoder kan f.eks. gjøre dyreplankton mer aktuelt som overvåkingsobjekt enn angitt, etc.

En annen innfallsvinkel er å fremstille koblinger mellom brukerinteresser og de egenskapene ved fjordmiljøet som disse er interessert i, slik det er forsøkt i tabell 2. Hovedvekten ligger her med andre ord på de observasjoner brukerne kan være interessert i ut fra sine isolerte interesser, men for rubrikkene "resipientutnyttelse" og "kjølevannsforsyning" er det vanskelig å ikke inkludere enkelte informasjoner som vedkommende bruker kanskje først og fremst må ha av hensyn til andre interesser. Det gjelder f.eks. opplysninger om de grunnleggende forhold i resipienten, dvs. forurensningstilførsler, islegging, strømforhold, vannutskiftning og oksygenforhold. (De opplysninger som i slike tilfeller må has for å gi en fullgod beskrivelse av utslippet og andre inngreps konsekvenser (hygieniske og biologiske forhold), finnes derimot listet under de forskjellige problemkategorier i tabell 1).



Tabell 1. Oversikt vedrørende typer av problemer/forurensninger/påvirkninger og studieobjekter ved overvåking i fjorder, med forsøk på antydning av de viktigste koblinger. Graden av betydning er antydning ved: \*\* (meget viktig), \* (viktig) og - (ikke viktig eller mindre aktuell).

Problemer/ Forurensninger/ Påvirkninger	NATUR- GRUNNLAG **	KLOAKKVANN, NEDBRYTbart ORG.MAT. OG NÆRINGSSAL- TER **	METALLER **	SYNTETISKE *	OLJE *	TJERESTOFFER (PAH o.a.) **	RADIOAKTIVE STOFFER	DIV. KJEMIKALIER *	PARTIKLER * (Gruveavløp o.a.)	SØPPEL	KJØLEVANN *	VASSDRAGS- REGULERING *	ANDRE INN- GREP (Terskel senkning, lufting o.a.)
DIV. OMKRINGINFORMASJON *	**	**	*	*	-	-	-	*	**	*	*	**	*
HYDROGRAFI/STRØM **	*	**	*	*	*	*	*	*	**	*	**	**	**
ØVRIGE FYS. OBS * (Lysforh., o.a.)	*	**	-	-	-	-	-	*	**	-	*	*	*
VANNKJEMI *	*	*	**	*	*	*	*	*	*	-	-	-	*
SEDIMENTER **	**	*	**	**	*	**	*	*	**	-	-	*	*
BAKTERIER/VIRUS *	*	**	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-
1) PLANTEPLANKTON *	*	**	-	-	-	-	-	-	*	-	*	*	*
1) DYREPLANKTON *	*	-	-	-	-	-	-	-	*	-	**	**	*
1) FASTSITTENDE ALGER **	**	**	-	-	*	-	-	*	*	-	**	**	*
1) HARDBUNNSFAUNA *	*	*	-	-	**	-	-	*	*	-	*	*	*
1) BLØTBUNNSFAUNA **	**	**	-	-	*	-	-	**	**	*	*	*	*
1) FISK	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	*
1) GRUNTVANNSSAMFUNN **	*	**	-	-	**	-	-	*	*	-	**	**	*
2) INDIKATORARTER/SAMFUNN*	**	*	**	**	*	**	**	*	-	-	*	-	-
BLOKJEM./FYSIOL./GENETISKE STRESSINDIKATORER *	**	*	*	*	**	*	-	*	-	-	-	-	-
DIREKTE (VISUELLE) OBS.	-	-	-	-	*	-	-	*	**	**	-	-	-

1) Arter og mengder)

2) Inklusiv arter som analyseres på metaller o.a. for å indikere nivå i omgivelsene.

TABELL 2. DE VANLIGSTE KOBLINGER MELLOM BRUKERINTERESSER OG OBSERVASJONSTYPER VED FJORDUNDERSØKELSER, MED UTVALGTE PARAMETEREKSEMPLER. ÅNTYDET GRADERING FRA VIKTIG TIL (SOM OFTEST) MINDRE VIKTIG ELLER IKKE AKTUELL: \*\*, \*, -.

Braker- interesser Observasjoner	YRKE- FISKE**	HØSTING AV SKJELL, TANG OG TARE o.a.*	SPORTS- FISKE OG SKJELLSANKING**	VANNFORSY- NING NÆRINGS- MIDDELINDUSTRI*	KJØLEVANN OG ANNE VANNFORSYNING	AKVAKULTUR (FJORDBRUK)*	BADING - REKREASJON**	LANDSKAPS- VERN, FORSKN. OG UNDERVISN.	RESIDENT UTNYTT (inkl. vassdragsreg.)	SJØTRSP- SMÅBÅTRAFIKK HAVNEVESEN
OMKRINGINFORMASJON*	**	**	**	-	-	**	*	**	**	*
Forurensningsbelastning**	**	**	**	**	*	**	*	*	**	*
Ferskvannstilførsel*	-	*	*	-	-	*	*	*	**	*
Tidevann*	*	**	*	-	-	*	-	*	*	*
Isforhold	-	*	*	-	-	*	-	*	**	*
Annet	*		-	-	-	*	-	*	*	
FYSISKE FORHOLD**	*	*	*	-	**	**	**	**	**	*
Vanntemperatur*	**	*	*	-	**	*	**	*	**	*
Saltholdighet**	*	*	*	-	**	**	*	*	*	*
Lagdeling**	*	*	*	-	**	*	-	*	**	*
Strøm*	*	-	*	*	**	-	*	*	*	*
Vannutskiftning*	*	-	*	*	**	-	-	*	**	*
Turbiditet/Partikler	*	*	*	*	-	*	*	*	-	-
Lysforhold (siktedypp o.a.)*	-	*	-	-	-	*	*	*	-	-
VANNKJEMI*	**	**	**	-	*	**	-	**	-	-
Oksygen**	**	-	*	-	*	-	-	*	*	-
Hydrogensulfid*	*	-	*	*	-	*	-	*	*	-
Total org.karbon	-	-	-	-	*	-	-	*	-	-
Næringsalter (P- og N-forb.)*	-	*	-	-	-	*	-	*	-	-
Metaller** (Hg,Cd,Pb. o.a.)	**	**	*	-	-	*	-	*	-	-
Org.mikroforur.* (halogenerte forh,PAH o.a)	*	*	*	-	-	*	-	*	-	-
Oljehydrokarboner	*	*	*	*	-	*	*	*	-	*
Diverse industrikjemikalier*	*	*	*	*	-	*	*	*	-	*
pH	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-
Annet	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-
SEDIMENTKJEMI*	*	*	*	-	-	*	-	**	*	-
Redoksforhold	*		*	-	-	*	-	**	**	
Innh. av org.stoff og næringsalter (C, P- og N-forb.)	*	-	*	-	-	*	-	*	*	-
Lagdeling/aldersbestemmelse	*	-	*	-	-	*	-	**	**	-
Metaller (Hg, Cd, Pb. o.a.)*	**	*	**	-	-	*	-	**	**	-
Org. mikroforurens.*	**	*	**	-	-	*	-	**	**	-
Div. industrikjemikalier*	*	*	*	-	-	*	-	**	*	-
HYGIENISKE FORHOLD**	**	**	**	**	-	**	**	*	-	-
Kimtall	-	*	*	*	-	*	*	*	-	-
Fekale (termotabile) koliforme**	*	**	**	**	-	**	**	*	-	-
Fecale streptokokker*	*	*	*	**	-	**	**	-	-	-
<i>Clostridium perfringens</i>	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
Smakstoffer*	*	*	*	*	-	*	-	*	-	-
Giftstoffer (metaller o.a. i organismer) **	**	**	**	-	-	-	-	**	-	-

forts. tabell 2

Bruker- interesser  Observasjoner	YRKES- FISKE**	HØSTING AV SKJELL, TANG OG TARE o.a.*	SPORTS- FISKE OG SKJELLSANKING**	VANNFORSY- NING NÆRLINGS- MIDDELINDUSTRI*	KJØLEVANN OG ANNE VANNFORSYNING	AKVAKULTUR (FJORDBRUK)*	BADING - REKREASJON**	LANDSKAPS- VERN, FORSIN- OG UNDERVISN.	RESPIENT UTNYTT (inkl. vassdragsreg.)	SJØTRSP- SMÅBÅTTRAFIKK HAVNEVESEN
BIOLOGISKE FORHOLD**	*	*	*	-	-	**	*	**	-	-
Klorofyll**	-	*	*	-	*	*	**	*	-	-
Primærproduksjon	*	-	*	-	*	*	-	*	-	-
1) Fastsittende alger**	*	*	*	-	-	*	*	*	-	*
1) Hardbunnsfauna	-	*	-	-	*	-	*	*	-	-
1) Benthiske grunt- vannssamf.**	*	*	*	-	*	*	*	*	-	-
1) Bløtbunnsfauna**	*	-	*	-	-	*	-	**	-	-
1) Planteplankton*	*	-	*	*	-	*	*	*	-	-
1) Dyreplankton	*	-	*	*	*	-	-	*	-	-
1) Bakterier (utenom hyg. indikatorer)	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-
1) Høyere planter	-	-	-	-	-	-	*	*	-	*
Fiskebestander	**	-	**	-	*	*	-	*	-	-
Skalldyrbestander (krepser, muslinger)	**	**	*	-	*	*	-	*	-	-
Tang- og tarebestander	-	**	-	-	-	*	-	*	-	-
2) Indikatorarter/sam- funn **	*	*	*	-	-	*	-	**	*	-
Biologiske indekser*	*	*	*	-	-	*	*	*	-	-
Stressindikasjoner* (biokjem, fysiolog., gen- netiske)	*	*	*	-	-	*	-	*	-	-
Fiskesykdommer	**	-	*	-	-	*	-	*	-	-
DIVERSE	-	-	-	-	*	*	*	*	-	-
Seston (frafiltrerbart matr.)	-	-	-	-	*	*	*	*	-	-
Visuelle obs.*	-	-	-	-	-	-	**	*	-	-

1) Arter og mengder

2) Inklusiv arter som analyseres på innhold av metaller og org. mikroforurensninger for å indikere nivå i omgivelsene.

Også for tabell 2 gjelder at det i et slikt skjema bare er mulig å få frem hovedtrekkene. Rangeringen hva angår betydning er gjort skjønnsmessig, og etter det som stort sett gjelder i norske fjorder. Den må følgelig tas med forbehold, både mht. brukerinteresser, hvilke observasjoner som er mest aktuelle og viktighetsgraderingen for de angitte koblinger. Når så viktige brukerinteresser som resipientutnyttelse, sjøtransport og båttrafikk er gradert lavt, har det sammenheng med at slik virksomhet for egne, isolerte formål stiller små krav til vannkvalitet. Kultivering av fisk og andre organismer samt høsting av tang/tare og skjell har foreløpig mindre omfang, men kan i fremtiden bli brukerinteresser av første rang.

Man ser videre at en observasjonsmetode kan være rangert lavt, mens koblingen mellom vedkommende observasjoner og en eller flere brukerinteresser kan være tillagt stor betydning. Oftest skyldes slike tilsynelatende selv-  
motsigelser skjønnsmessige vurderinger av praktiske forhold. For eksempel er bestandsundersøkelser av kommersielle fiskearter av stor interesse for yrkesfiskere, men slike undersøkelser er så ressurskrevende at de neppe kan ha noen plass innen et overvåkingsprogram.

### 3. NÆRMERE OM OBSERVASJONER OG INFORMASJONSINNHOOLD

Utarbeidelsen av et informasjonssystem for overvåkingen krever en så vidt mulig fullstendig oversikt over de typer av data som skal inngå. Kap. 2 gir i hovedsaken overskrifter med bare enkelte eksempler på de konkrete parametre (størrelser, egenskaper) som er aktuelle. Noen fullstendig oversikt er det heller ikke mulig å gi. Grunnen er at de forskjellige størrelser og egenskaper kan beskrives/karakteriseres på forskjellig måte.

Informasjonssystemet må derfor besitte en smidighet som tillater innpasning av ulike observasjonsmetoder, beskrivelsesmåter og enheter. Dette skyldes også hensynet til utvikling og innkjøring av ny metodikk.

I tabell 3 er det gitt sammenstilling som viser hovedparten av observerte fenomener/parametre, med kommentarer vedrørende beskrivelsesform og informasjoninnhold.

Med informasjoninnhold forstås bl.a. om de observerte fenomener gir opplysninger om årsaker eller virkninger. I andre tilfeller utgjør observasjonene en del av grunnlaget for å tolke årsak/virkning/sammenhenger.

(I tabellen er slike forhold betegnet "modifiserende faktorer"). Ofte er det ikke noe klart skille mellom disse informasjonstyper fordi fenomenene inngår i kjede eller et nett av årsaker og effekter.

TABELL 3. STUDIEOBJEKTER, PARAMETERE OG INFORMASJONSINNHOOLD VED OVERVÅKINGSUNDERSØKELSER I FJORDER, ANTATT VIKTIGSTE FORHOLD OG OBSERVASJONSMETODER ER UNDERSTREKET.

Studieobjekter/Parametere	Beskrivelsesform/informasjonsinnhold/kommentarer
<b>OMKRING INFORMASJON</b>	
<u>Forurensningsbelastning</u>	Art. Mengde pr tidsenhet. Konsentrasjon. Tilstandsform. Årsaker.
<u>Ferskvannstilførsel</u>	Mengde pr. tidsenhet. Variasjon gjennom året. Arealbelastning. Modifiserende faktor 1)
<u>Tidevann</u>	Minste, største, <u>midlere</u> amplitude. Modifiserende faktor
<u>Isforhold</u>	Isdekt areal, forekomst relatert til tid, ---- " ----
Arealfordeling i nedbørfelt	Km <sup>2</sup> dyrket mark, skog, etc. Kart. Grunnlag for beregn. diffus. belastn. Årsaker/modifiserende faktor.
Vind/lufttrykk	m pr sek/mbar. Vindroser, dominerende vindretninger, sesongvariasjoner. Modifiserende faktorer.
Lufttemperatur/skydekke	°C. Dekningsgrad (8-deler) relatert til tidsrom. Modifis. faktorer
<b>FYSISKE FORHOLD</b>	
<u>Vanntemperatur</u>	°C, Isopletdiagrammer. Variasjon gj året. Modifis. faktor/virkning.
<u>Saltholdighet</u>	°/oo S. Isopletdiagrammer. Årsak/modif. faktor/virkning
<u>Lagdelling</u>	Isopletdiagrammer. Vertikalgradienter. Modif. faktor/virkning.
<u>Strøm</u>	cm/sek. Strømprofiler, <u>strømkart</u> . Modif. faktor/virkning.
<u>Vannutskifting</u>	Volum pr. tidsenhet, variasjoner gj.året. Episoder. Årsak/modif. faktor/virkning.
Turbiditet/partikler	Konsentrasjon, partikkeltyper, flyfoto. Årsak/modif. faktor/virkning.
Lysforhold	Lysenergi pr. flateenhet. Gjennomsnittlighet vertikalt og horisontalt. Ekstinksjon (svakkelse) med dyptet. Sesongvariasjon. Modifiserende faktor.
<u>Siktedyb</u>	m vertikal sikt. Modif. faktor/virkning.
<b>VANNKJEMI</b>	
<u>Oksygen</u>	Konsentrasjon, isopletdiagrammer, vertikalgradienter. Modif.faktor/virkning
<u>Hydrogensulfid</u>	Konsentrasjon, isopletdiagrammer. Vertikalgradienter. Modif.faktor/virkning
Total organisk karbon	Konsentrasjon. Virkning
Løst organisk karbon	---- " ----
Suspendert tørrstoff	---- " ----
Suspendert gløderest	---- " ----
<u>Tot. P (fosfor)</u>	Konsentrasjon. Modif. faktor/virkning.
<u>Orthofosfat</u>	----- " -----
<u>Tot. N (nitrogen)</u>	----- " -----
<u>Nitrat</u>	----- " -----
<u>Ammonium</u>	----- " -----
Tot. partikulært P og N, tot.løst P og N	Konsentrasjon. Modif. faktor/virkning.
P/N forhold	Atomært eller vektbasert forholdstall. Relasjon til minimumsfaktor for vekst av planteplankton. Modif. faktor/virkning.
Algevekstpotensial/tilsetningsforsøk	Vekstutbytte (biomasse)/begrensende næringsstoff. Virkning.
<u>Metaller</u> (Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Fe, Cr, Ni, o.a.)	Konsentrasjoner. Modif. faktor/virkning. Aktuelt å skille mellom tilstandsformer (partikulært, løst, enkle joner, kompleksjoner).
Organiske mikroforurensninger ( <u>halogenerte hydrokarboner</u> og andre forb. <u>Polysykliske aromatiske hydrokarboner</u> (PAH) etc.	Konsentrasjoner. Modif.faktor/virkning. Vanskelig å analysere i vann pga. lave kons. og kontamineringsfare. Benytter heller indikatororganismer og/eller sedimentanalyser.
Oljehydrokarboner	Konsentrasjoner, flyfotografier av oljefilm, visuelle observasjoner ved massive påvirkninger. Modif. faktor/virkning. Vanskelige vannanalyser ved små konsentrasjoner. Alternativt brukes indikatororganismer.
<u>Div. kjemikalier fra industri</u> ( <u>lignosulfonsyre</u> , <u>fenol</u> , arsen, cyanid, sulfid, <u>fluorid</u> , smaksfremkallende substanser	Konsentrasjoner. Modif. faktor/virkning.
Pesticider fra industri, jord- og skogbruk	Konsentrasjoner. Antatt mindre aktuelt i Norge.
Surhetsgrad	pH. Modif. faktor/virkning. Bare aktuelt i mulige spesielle tilfeller (kullfyrt kraftverk, industriutslipp i små resipienter)
Kjemiske fekalieindikatorer	Kons. av coprostanol. Kan bli aktuelt i fremtiden.

Tabell 3 forts..

Studieobjekter/Parametere	Beskrivelsesform/informasjonsinnhold/kommentarer
<b>SEDIMENTER</b>	
<u>Kornstørrelse</u>	Subjektiv angivelse til grus, sand, leire etc., eller %-vis fordeling på størrelseskategorier. Modifiserende faktor.
<u>Farge, andre visuelle obs.</u>	Gir hurtig, evt. foreløpig orientering om lagdeling (lag av forskjellig beskaffenhet), evt. perioder med råttent bunnvann, forekomst av særskilte partikler, o.a. (f.eks. fiber eller gruveavgang). Modif.faktor.
Redoks. potensial	m volt jevnført med standard hydrogenelektrode. Grunnlag for å bedømme kjemisk miljø (fellings- og løsningsforhold for metaller o.a.) Modif. faktor.
<u>Aldersbestemmelse</u>	Ustabile cesium- og blyisotoper gir årsgedaterting h.h.v. ca. 25 og ca. 150 år tilbake. Grunnlag for bestemmelse av sedimentasjonshastighet og forurensningshistorikk (tidsgradienter, akkumuleringshastighet etc.).
Vanninnhold	Prosent. Grunnlag for ulike beregninger, f eks av mengde lagrede forurensninger og årlig utveksling med bunnvann.
<u>Organisk stoff</u>	Mengde pr. kg tørt sediment. Virkning/modif. faktor. Bl.a. grunnlag for å vurdere metallnivåer (som for mangemetaller varierer med kons. av org. mat.) Modif.faktor også i relasjon til organismesamfunn.
<u>Metaller (Hg, Cd, Pb, Zn, Cu o.a.)</u>	Konsentrasjon (mengde pr. kg org. stoff eller pr. kg tørt sediment). Tids- og avstandsgradienter. Virkn./modif. faktor.
Metaller i porevann	Konsentrasjoner. Virkning/modif.faktor (bunndyrs miljø). Innen overvåking bare aktuelt i spesielle tilfeller.
<u>Organiske mikroforurensninger (halogenerte hydrokarboner og andre forb. (PCB, HCB o.a.), polycykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) o.a.</u>	Konsentrasjoner. Virkning/modif.faktor (bunndyrs levevilkår). Tids- og avstandsgradienter. Indirekte bedømmelse av nedbrytbarhet.
Div. kjemikalier fra industriutslipp	Konsentrasjoner. Virkning/modif.faktor. Tids- og avstandsgradienter.
<b>HYGIENISKE FORHOLD</b>	
<u>Fekale (termostabile) koliforme</u>	Konsentrasjon. Virkning. Aktuelt i vann og indikatororganismer (muslinger). Sporing av kloakkvann.
Fekale streptokokker	Konsentrasjon. Virkning. Aktuelt i vann og indikatororganismer (muslinger). Sporing av kloakkvann.
<u>Clostridium perfringens</u>	Konsentrasjon i slam/sedimenter. Virkning. Sporing av kloakkvann.
Kimtall	Konsentrasjon/virkning.
Smakstoffer	Konsentrasjon. Virkning. Analyse i sjømat (fisk, skalldyr)
Giftige stoffer fra utslipp	Konsentrasjon. Virkning. Analyse av metaller og organiske mikroforurensninger i sjømat.
Paralyserende muslinggift	Konsentrasjon, angitt som giftighetspotensial. Forekomst av muslinggift kan være delvis effekt av overgjødning. Overvåkes til dels allerede av veterinærmyndighetene.
<b>BIOLOGISKE FORHOLD</b>	
<u>Klorofyll</u>	
ATP (Adenosintrifosfat) Primærproduksjon	Konsentrasjon. Biomasse planteplankton. Gjødningseffekter o.a. Virkninger. Konsentrasjon. Biomasse, mest av plankton (inkl.bakterier) Virkning. Mengde karbon pr. flate - eller volumenh. Planteproduksjon (planteplankton, fastsittende alger, høyere planter). Gjødningseffekter o.a. virkninger.
Primærprod./Klorofyll	Assimilasjonstall (mål for prod. effektivitet) Sunnhetsindikator. Virkning.
<u>Fastsittende alger</u>	Mest kval. og semikvant. data (artslist, nøkkelarter <sup>2</sup> ), samfunnets sammensetning, vertikalsoneering, algenes kondisjon, subjektive/relative forholdstall mellom hovedgrupper, indikatorarter, fotodokumentasjon, mengdeangivelser). Eventuelt også biomasse pr. flateenhet for utvalgte arter. Flyfotografier - dekn.grad for utvalgte bestander. Virkninger (gjødning, regulering, giftutslipp o.a.).
Nedre grense for fastsittende alger	Dybdeangivelse. Effekter (gjødning, partikler o.a.)
<u>Hardbunnsfauna</u>	Mest kval. og semikvant. data (artslist, nøkkelarter, samfunnets sammensetning, indikatorarter og -samfunn, dyrenes kondisjon, subjektive (relative) mengdeangivelser, eventuelt biomasse pr. flateenhet. Stereofotografering av faste flater, annen fotodokumentasjon. Modif. faktor (beiting). Virkninger (gjødning, regulering, giftutslipp o.a.)
<u>Gruntvannssamfunn knyttet til bunnen</u>	Omfatter vanligvis alger og hvirvelløse dyr ned til nedre grense for algevekst, eventuelt bare fjæreltet med sprøytsonen. Mest kval. og semikvantitative data (artslist, samfunnsstruktur, hovedarternes dekningsgrad eller annen rel. mengdemessig forekomst (indikatorarter, nøkkelarter etc.). Fotodokumentasjon. Virkninger.

Tabell 3 forts..

Studieobjekter/Parametere	Beskrivelsesform/informasjonsinnhold/kommentarer
BIOLOGISKE FORHOLD forts..	
<u>Bløtbnunnsfauna</u>	Kval. og kvant. data (artslistor, samfunnsstruktur, antall eller biomasse pr. flateenhet, indikatorarter og -samfunn, indekser (forholdstall mellom utvalgte grupper), indekser for diversitet (mangfold) eller dominans, avvik fra log-normal fordeling. Virkninger av org.stoff, lavt oksygeninnhold o.a.
Plantep plankton	Kval. og kvant. data (artslistor, samfunnsstruktur, antall eller volum pr. volumenhet vann (evt. overflateenhet), indekser, indikatorarter, giftige dinoflagellater. Mulig fremtidig bruk av alge-sonde til kval. og kvantitative data (i første omgang sondring mellom hovedgrupper på grunnlag av eksitasjonsspektra). Virkninger
Dyreplankton	Kval. og kvant.data (arter, samfunnsstruktur, antall eller biomasse pr. volumenhet eller overflateenhet, indikatorarter, -grupper, diversitet, div. indekser. Modif. faktor (beiting)/Virkninger.
Bakterier	Antall pr. volumenhet. Indikatorarter og -grupper (på bestemte stoffer vedk. bakterier bryter ned, f.eks. oljehydrokarboner) Virkninger.
Høyere planter	Kval. og kvant. data (arter, samfunnsstruktur, dekn.grad, bestands-utbredelse, biomasse pr. flateenhet), flyfotografier. Virkninger. (ferskvannstilførsel, reguleringer, gjødsling o.a.)
Fiskebestander	Kvant.data basert på prøvefiske, ekkoloddregistreringer, fangst-og ilandføringsstatistikk. Virkninger. Bare aktuelt for det nasjonale overvåkingsprogram i spesielle tilfeller.
Skalldyrbestander (Kreps, muslinger)	Kvant.data fra fangst - ilandføringsstatistikk eller på grunnlag av spesielle undersøkelser. Virkninger. Begrenset aktualitet innen det nasjonale overvåkingsprogram.
Tang- og tarebestander	Kvant.data i form av biomasse pr. flateenhet etter registrering eller basert på høstingsstatistikk, gjenvestudier, etc. Virkninger. Sjelden aktuelt innen overvåking.
Indikatorarter/-samfunn	A) Arter/samfunn som sier noe om miljøforholdene ved fravær eller tilstedeværelse, eventuell mengdemessig dominans. Eks. eutrofieringsindikatorer blant plantep plankton og fastsittende alger; Indikatorer på rik næringstilgang eller arter tolerante for lave oksygenkonsentrasjoner blant bløtbnunnsfauna. B) Arter som brukes til registrering av akkumulerte stoffer, f.eks. metaller (tang/muslinger) eller org. mikroforurensninger, oljehydrokarboner (albuskjell, blåskjell). Reflekterer i varierende grad "midlere forekomst" av vedkommende stoffer i omgivelsene. Virkninger.
<u>Biologiske indekser</u>	Forskjellige matematiske uttrykk for diversitet (mangfold), dominans og andre forhold som karakteriserer samfunnsstruktur (artssammensetning, evt. kombinert med mengdemessig forekomst). Virkninger.
Sykdom hos fisk, skalldyr o.a.	Hyppighet av sår, virus, og bakterieinfeksjoner, parasitter, skjelettskader og kreftsvulster, endrede immunitetsreaksjoner, celle- og vevreaksjoner. Epidemiologiske studier som krever samtidig bestandskartlegging. Ressurskrevende og neppe aktuelt innen det nasjonale overvåkingsprogram før referansedata er etablert gjennom forskning. Virkninger.
Fysiologiske, biokjemiske og genetiske stressindikasjoner (eksklusiv biotester) Eksempler: - Ånding - Næringsopptak - Avfallsutskillelse - Nitrogenomsetning - Vekst - Formering - Energibudsjett - Kondisjonsfaktor - Formering - Blod- og serumegenskaper - Lysosomale virkninger - Steroidstoffsiftet - Aktivitet av MFO enzymer - Aktivitet av metallavgiftingsenzymer - Biokjemiske forholdstall i planktonalger (C/P, C/N, Klorofyll/ATP etc.) - Alkalint fosfatase aktivitet, planktonalger	Mulig aktualitet i fremtiden. Relativt få metoder som kan anses tilstrekkelig utprøvet eller praktiske for overvåkingsformål. Metodene krever til dels komplisert utstyr og spesialkompetanse. Før iverksettelse i overvåking trengs forskning vedrørende parameterenes normalvariasjon (for å kunne relatere avvik til forurensningsbelastning). Ofte begrenset anvendbarhet pga. manglende kvantitative sammenhenger mellom grad av påvirkning og reaksjons-utslaget. Enkelte metoder antas operasjonelle forutsatt tilgang på utstyr og kompetanse. Eksempler er: 1) biokjemiske forholdstall, 2) aktivitet av alkalint fosfatase i planktonalger (til belysning av næringstilgang og minimumsfaktorer for algevekst) og 3) MFO-aktivitet (aktivitet av Mixed Function Oxidase - indikator på bl.a. forekomst av syntetiske org. forbindelser og PAH. Virkninger.
DIVERSE	
<u>Seston</u> (frafiltrerbart materiale)	Kval. og kvant.data vedrørende partikler. Delvis enkle mikroskopianalyser, delvis avanserte kjemiske og fysikalske metoder til elementanalyse og identifikasjon av enkeltpartikler. Virkninger/Modif. faktor Til bl.a. subjektivt bedømte omkringdata (f.eks. sol- og bølgeeksponering i fjæra) Modif. faktorer.
Visuelle observasjoner	



Tabell 3 forts..

Studieobjekter/Parametere	Beskrivelsesform/informasjonsinnhold/kommentarer
BIOTESTER (Eksklusiv metoder for ren utslippskontroll) 3)	
Vekstpotensial, planktonalger kombinert med tilsetningsforsøk	Vekstutbytte (antall celler pr. l) av planktonalger i kolbekultur. Rutinemetode ved bl.a. Environmental Protection Agency o.a. Gir informasjon om vannets innhold av tilgjengelige næringssalter og ved tilsetningsforsøk indikasjoner på potensielt begrensede næringsstoff (N, P eller Fe). Resipient og utslippsovervåking. Virkninger.
Dialysekultur av planktonalger	Veksthastighet registrert ved telling av algeceller. Burkultur enten i vannforekomsten eller laboratoriet. Reflekterer vannets vekstegenskaper. Kan anvendes både ved resipient- og utslippsovervåking. Virkninger.
<u>Ames test,</u>	Test på forekomst av mutagene (arvestoffendrende og potensielt kreftfremkallende) stoffer. Mangler foreløpig kvantitativ sammenheng mellom påvirkningsgrad og testutslag. Virkninger.
Akkumuleringstester (i felt)	Dyrking eller burkultur av organismer med henblikk på å registrere oppkonsentrering i organismer av metaller og organiske mikroforurensninger. Mest aktuelle organismer er planktonalger (ovennevnte dialysekulturer), muslinger, snegl og fisk. Ofte vel så hensiktsmessig å måle i naturlig forekommende bestander, men dyrking kan gi mer kontrollerte betingelser (plassering av bur, kombinasjon med automatisk registrerende apparatur eller blandprøvetaking av vann til kjemiske analyser, ensartet testmateriale). Virkninger.
Transplantasjonsforsøk (flytting av organismer til eller fra belastede områder)	Utslag på vekst, formering o.a. Kan f.eks. belyse om fravær av organismer i et område skyldes direkte giftvirkning eller indirekte effekter formidlet gjennom konkurranse med mer tolerante eller begunstigede arter.

- 1) Faktor med direkte eller indirekte innflytelse på årsak/virkningsforhold, f.eks. mht. strøm, lagdeling, vannutskiftning, forurensning, islegging, organismeresammfunns sammensetning etc.
- 2) Nøkkelart: Art som spiller en avgjørende rolle for samfunnets utforming, f.eks. ved å oppta stor plass, beite på andre arter eller på annen måte.
- 3) Ved ren utslippskontroll eller forhåndsvurdering av utslippskonsekvenser er et stort antall tester aktuelle. Til dels dør det seg om korttidstester i kolbekulturer med henblikk på å fastslå grensekonsentrasjoner for økt dødelighet (LC<sub>50</sub>-tester) eller terskelkonsentrasjoner for andre reaksjoner (vekst, formering, næringsopptak, annen adferd, andre fysiologiske og biokjemiske reaksjoner) til dels langtidstester i gjennomstrømningssystemer og ellers burtester med kulturkaret koblet til en delstrøm av avløpsvannet (kontinuerlig gjennomstrømming). En del giftighetstester kan for så vidt brukes i resipientovervåking. Imidlertid er det vanligvis mer praktisk med en kombinasjon av tester på avløpsvann, fortynningsberegninger og økologiske observasjoner i resipientene.

#### 4. DET NASJONALE OVERVÅKINGSPROGRAM MÅ REFLEKTERE PÅVIRKNINGENES MANGFOLDIGHET OG LOKALITETENES SÆRPREG.

I Norge har man tre problemkategorier som er utbredt i et stort antall vannforekomster:

- Forsurning
- Overgjødsling
- Regulering.

Generelt sett er ingen av dem særlig viktige i fjorder. Forsurning er helt uaktuell (inntil man eventuelt får sjøvannsvasking av avgasser fra olje- eller kullfyrte kraftverk); de øvrige to gjør seg gjeldende et begrenset antall steder. Med "gjør seg gjeldende" menes her at vi er i stand til å konkretisere effektene, dvs at de lar seg skille fra naturlige variasjoner. (Dette kan skyldes manglende kunnskaper, men mest at liten skade har skjedd).

##### 4.1 Vassdragsreguleringer

De viktigste primære effekter av at ferskvannstilførselen endres mht. rytme og eventuell mengde, er at overflatelagets saltholdighet, sjiktning og strømforhold (og noen ganger partikkelinnhold) forandres. Av dette kan følge en rekke sekundær-effekter på: Lokalklima, isforhold, gruntvannssamfunn, vannutskiftning etc. De primære effekter har i seg selv begrenset forvaltningsmessig interesse. I en rekke tilfeller av moderate inngrep (sett fra fjord-interesser) lar det seg ikke gjøre å konkretisere konsekvensene utover primæreffektene. Noe forskjell fra år til år hva angår påvirkningsgrad og -måte (variasjoner i ferskvanntilrenningen) og mulige langtidsvirkninger kan tale for overvåking. Imidlertid, med det nåværende kunnskapsgrunnlag kan man som regel bare gi spekulative antydninger om langsiktige følger. Hvis uheldige konsekvenser skulle bli registrert, vil det ofte være begrenset hvilke tiltak som kan gjøres når reguleringen er et faktum. Alle disse forhold tilsier at i fjorder vil overvåking av regulerings effekter, i betydningen enkle undersøkelser over lengre tid, ha forholdsvis liten hensikt. Det som trengs er en kombinasjon av grunnforskning med omfattende, men tidsavgrensede før/etter undersøkelser (slik som det er gjort enkelte steder i regi av Rådgivende utvalg for fjordundersøkelser). Mulige storstilte effekter på kyststrømmen og kystfarvannenes pelagiske samfunn må eventuelt dekkes av et eget, ressursrettet forskningsprogram.

#### 4.2 Lett nedbrytbart organisk stoff og næringssalter

Overbelastning med lett nedbrytbart organisk stoff og næringssalter er bare åpenbar i et mindre antall fjordresipienter sammenlignet med det store antall ferskvannsforekomster som er skadet, m.a.o. en situasjon som er noe lik den man har for regulerings vedkommende. Denne parallellitet går igjen med hensyn til virkningene av moderate belastninger. Også for kloakkvannsutslipp er forholdet at man ofte bare er i stand til å dokumentere enkelte primæreffekter (grumsing, høyere partikkelinnhold, høyere bakteriekonsentrasjoner) over ganske begrensede arealer og volumer. Antagelig er koliforme bakterier eller andre indikasjoner på fekal forurensning fremdeles den beste tracer man har. Økt innhold av organisk stoff og næringssalter vil ofte maskeres av naturlige variasjoner i resipientene, eller krever en observasjonsfrekvens utover det som er praktisk og økonomisk gjennomførbart.

Til sekundæreffektene hører minsket oksygenkonsentrasjon, økt forekomst av planteplankton, mer "grønske" på strendene og andre forskyvninger i tangvegetasjonens sammensetning, endringer i bløtbunnsfauna, innskrenket livsrom for fisk og reker som resultat av forringede oksygenforhold o.a. På grunn av naturlige variasjoner og reguleringsmekanismer er det heller ikke enkelt å få dokumentert slike utslags sikre sammenheng med belastning. For noen av sekundæreffektene vedkommende (hyppighet av grønnalger, endringer i gruntvannssamfunns sammensetning) vil ferskvannstilførsel kunne gi delvis lignende symptomer som overgjødning. Dette er en betydelig vanskelighet fordi gradientene i forurensnings- og ferskvannspåvirkning ikke sjelden er sammenfallende. For moderate belastninger er det et betydelig kunnskapsgap som må fylles før man er i stand til å skille ferskvanns- og forurensningseffekter.

Flere momenter gjør at fjorder i det store og hele er mindre ømfintlige for næringssaltbelastning enn ferskvannsforekomster og spesielt innsjøer:

- Upåvirket saltvann har høyere innhold enn ferskvann av fosforforbindelser, som er den mest sannsynlige minimumsfaktor for plantevekst i norske ferskvannstyper (med mulige unntak for tilfeller av meget høy belastning)
- Mange steder bidrar estuarin sirkulasjon, tidevann og vind betydelig til økt vannutskiftning og dermed fortykning av det forurensende materialet

Den skisserte situasjon har gjort at behovet for rensetiltak ved kloakkvannsbelastning i kystfarvann har vært sterkt omdiskutert. Et hovedmål for det nasjonale overvåkingsprogram må være å tilveiebringe kunnskaper som gjør disse vurderinger sikrere. Dette kan oppnås gjennom en kombinasjon av fire angrepsmåter:

- 1) Omfattende før/etter-undersøkelser i forbindelse med store endringer i belastning, f eks den planlagte samling av kloakkvann fra deler av Oslo, Bærum, Asker og Røyken til et utslipp ved Slemmestad (indre Oslofjord).
- 2) Grundige studier av 5-10 markert belastede lokaliteter, gjerne små, relativt innelukkede bassenger, med noe forskjellig grad av ferskvannstilførsel.
- 3) Grunnforskningsprosjekter i et fåtall uberørte eller ubetydelige, belastede lokaliteter av ellers samme type som ovenfor (5-6 stk).
- 4) Enkel overvåking på det resterende antall av utvilsomt belastede lokaliteter.

Ved å satse på små vannforekomster (eller mindre deler av større områder) når det gjelder undersøkelseskategoriene 2) og 3) begrenses omkostningene. Et hovedpoeng er å unngå innsamling av til sammen store mengder, men spredte data, fra svakt eller bare moderat påvirkede vannmasser.

Hensikten med undersøkelseskategoriene 2) og 3) er å få økte kunnskaper om naturtilstanden og dens vekslinger (3), og å jevnføre dette med en så vidt mulig utførlig dokumentasjon av hva eutrofierings- og saprobierings-symptomene består i (2). Ett av de viktigste delmålene her er å kvantifisere de belastningsgrader som det med dagens kunnskaper og metoder er mulig å spore. Det fordres med andre ord også en grundig kartlegging av forurensningstilførslene sammen med fortynningsberegninger. Parallell gjennomføring av forskjellige enkle overvåkingsopplegg sammen med grundige undersøkelser vil fortelle hvor sikre informasjoner som slike enkle programmer kan gi.

Før denne type basis- og metode/referanseundersøkelser er utført på et utvalg steder, taler faglige grunner for at undersøkelsene i kategori 4) bør være begrenset i antall. Forvaltningsmessig har ikke dette så store konsekvenser. Blant de kystområder som Statens forurensningstilsyn har plukket ut som mest aktuelle overvåkingsobjekter, er det bare vel 20 steder som kan anses sterkt belastet med lett nedbrytbart organisk stoff og næringssalter. Ytterligere ca 30 kan betegnes moderat påvirket. I nesten alle disse ca 50 fjordområdene er det samtidig andre typer av forurensninger som gjør seg gjeldende. De er følgelig også av andre grunner aktuelle for overvåking. Ved slike tilfeller av kombinert forurensning kan eutrofieringsaspektet dekkes av et enkelt tilleggsprogram uten særlige omkostningsøkninger.

De problemkategorier som faller utenom den ramme som er skissert av SFT vil være en del små fjorder, viker, poller og havnebassenger. Tilstanden i disse vannforekomstene berører hver for seg små mindre befolkningsemngder, og lokalitetenes antall er vanskelig å anslå fordi det sjelden er gjort undersøkelser i dem. Eksempler på slike steder, som ikke direkte er nevnt blant SFT's overvåkingslokaliteter, er blant annet Skjebergkilen (Østfold), Trosbyfjorden og Hellefjorden (Telemark), Sønedeledfjorden (Aust-Agder), Grisefjorden/Tjørsvågbukta (Vest-Agder), Hafrsfjord (Rogaland), Ulvikpollen (Hordaland), Åsefjorden (Møre og Romsdal) og Borgenfjorden (Nord-Trøndelag). Det er blant disse og andre steder med relativt rene eutrofieringsproblemer at det er aktuelt å velge ut noen for grundigere studier (u.søk. kategori 2). Slike studier vil også gjøre det mulig å teste anvendeligheten av tilsvarende erfaringsmodeller for fjorder som Vollenweider o.a. har arbeidet med når det gjelder sammenheng mellom belastning og eutrofieringsgrad i innsjøer.

De uberørte lokaliteter som bør være gjenstand for grunnforskningsorienterte undersøkelser er det ikke noe bestemt grunnlag for å velge ut, annet enn at de bør ligge i nærheten av forskningsinstitusjoner (først og fremst universiteter og marinbiologiske stasjoner), slik at det er bekvemt å få i stand en serie hovedfagsarbeider som dekker de ulike fagfeltene. Prosjektet i Lindåspollene i Hordaland er et eksempel på en slik konsentrasjon om et mindre område over en periode. Borgenfjorden i Nord-Trøndelag kan også nevnes. Praktiske problemer med å dekke alle disipliner av interesse må ventes å oppstå, men antas å kunne løses gjennom grunnforskningsinstitusjonenes samarbeide med institusjoner for anvendt forskning og/eller lokale etater/laboratorier.

Særlig vil slikt samarbeide være aktuelt i forbindelse med kartlegging av forurensningstilførsler.

I det følgende presenteres rammeopplegg for henholdsvis de foreslåtte grundige undersøkelser (kategori 2 og 3) og enklere overvåkingsprogrammer. De førstnevnte må nødvendigvis bli mindre detaljerte på grunn av at det må tas relativt mer hensyn til de stedegne forhold enn ved enkel overvåking. Særlig når det gjelder referansestudiene må oppleggene forstås som et diskusjonsgrunnlag.

#### 4.2.1 Referansestudier i henholdsvis uberørte og betydelig belastede områder

---

##### *Forutsetninger*

Relativt beskyttet (lite bølgeeksponert) område som kan dekkes av 1 eller 2 hydrografiske stasjoner for å få karakterisert hydrografiske forhold og vannkjemi. Ferskvannspåvirkning og oksygensvinn antas så markerte at de spiller rolle for benthiske organismesamfunns utforming på henholdsvis grunt og dypt vann. To stasjoner er aktuelle ved tilstedeværelse av terskel eller annen utpreget hindring av vannutskiftning. Videre antas 3 års observasjoner (mer hvis ekstreme (uvanlige) forhold inntreffer i løpet av perioden). Enkelte variable (f.eks. fekale coliforme bakterier) kan sløyfes på uforurensede lokaliteter.

##### *Omkringinformasjon*

Belastning med lett nedbrytbart organisk stoff, fosfor- og nitrogenforbindelser, angitt som kg BOF<sub>7</sub>, kg N og kg P pr år (eventuelt også for spesielle perioder med støtbelastning, - f eks sesongbetonte utslipp fra landbruk, industri eller hyttefelter).

Klimatiske og andre forhold - observasjon av vind, lufttemperatur og nedbør, eventuelt også skydekke og lufttrykk fra nærmeste værstasjon; tidevannsamplitude og perioder med islegging. (Biologiske observasjoner i strandsonen kan eventuelt kreve eget opplegg for observasjon av vannstandsveksling).

### *Fysisk/kjemiske forhold*

3 års observasjoner på hydrografiske stasjoner (1-2 etter nevnte forutsetninger).

Saltinnhold, temperatur, oksygen. Minimum månedlige observasjoner av saltinnholdighet og temperatur på standarddyp 0, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 100, 200 m osv. til nær bunnen<sup>\*)</sup>. Eventuelt kan observasjonene med fordel gjøres med automatisk registrerende instrument (CTD = STD: Konduktivitet (Salt), Temperatur, Dyp). Ved markerte saltgradienter (f.eks. i overflatelaget) kan det benyttes salinoterm. Små saltgradienter i dyplaget kan nødvendiggjøre innsamling av vannprøver til laboratorieanalyse (for nøyaktig registrering av dypvannsutsifting). Måling av oksygeninnhold foretas enten med oksygensonde eller i prøver fra nærmere bestemte dyp etter behov; eventuelt utelates hvis oksygeninnholdet viser liten variasjon og ikke har betydning for å karakterisere tilstanden. Hvis anaerobe forhold, innsamles vannprøver til analyse på hydrogensulfid.

Under spesielle omstendigheter, f.eks. for å følge terskeloverskylling og fornyelse av bunnvann, eller for å gi en nøyaktig karakteristikk av gruntvannsorganismers fysiske miljø, kan det være ønskelig med kontinuerlig registrering av strøm, saltholdighet og temperatur ved automatisk registrerende utstyr (Aanderaamålere, saltceller og termistorkjeder) over visse perioder. Slike observasjoner er begrenset til de dyp sondene er plassert, men kan i enkelte tilfeller erstatte de øvrige nevnte metoder.

Lysforhold og partikkelinnhold. På rutinebasis karakteriseres lysforhold i vann sjelden ved annet enn siktedyp. I basis- og referansestudier bør det gjøres registrering av totalt innfallende lys på overflaten, samt ekstinksjon av forskjellige bølgeområder (rødt, grønt, blått lys) ved fotocelleobservasjoner; observasjoner for hver meter ned til 1% eller 0.1% av totalt innfallende lys. Observasjonene utføres månedlig fra slutten av februar til oktober, samt en gang midtvinters. Det bør for hver måned sørges for å få observasjoner i henholdsvis klart og overskyet vær og ved tilnærmet samme solhøyde. Om det trengs observasjoner fra flere år, beror hovedsakelig på karakteren av ferskvannstilførselen og partikkeltransport. Har ferskvannstilførselen en utpreget rytme som fravikes i liten grad fra år til år, greier det seg med 1 års observasjoner. På alle observasjonstidspunkter måles det samtidig siktedyp med og uten vannkikkert.

\*) Lokale forhold kan gjøre det påkrevet med tilleggsdyp.

I mange tilfeller vil det i tillegg til det som er nevnt være ønskelig med en direkte karakteristik av partikkelinnholdet (kvantitativt, noen ganger også kvalitativt).

Siktedypmålinger med og uten vannkikkert inkluderes ved alle typer av observasjoner og prøveinnsamling fra de frie vannmasser (uavhengig av øvrige undersøkelser av lysforhold).

Turbiditetsmålinger bør inngå i de hydrografiske/kjemiske observasjoner i tilfelle lysforholdene bare karakteriseres ved siktedyp. Målingene kan innskrenkes til standarddyp i overflatelaget (ned til sprangsjiktet, evt. siktedypet).

Strømmålinger vil være mest aktuelle ved eventuelt behov for å registrere varighet og omfang av terskeloverskylling (bunnvannsfornyelse). Observasjonene må i tilfellet gjøres med kontinuerlig registrerende utstyr (Aanderaa-målere o.l.) montert i et mindre antall dyp (1-3) på eller umiddelbart innenfor terskelen. Strømmålinger kan også komme til anvendelse når det er behov for mer eksakte tall enn teoretisk beregnet vannutskiftning i overflatelaget (basert på informasjon om tidevann, ferskvannstilførsel, lagdeling og vind).

Næringssaltinnholdet karakteriseres ved analyse på innhold av totalfosfor, totalnitrogen og jern (både ufiltrert og filtrert vann), orthofosfat, ammonium, nitritt (etter spesielle behov) og nitritt-nitrat. Minimum månedlig prøvetaking i månedene februar-oktober og én gang midtvinters, i alt 10 observasjoner i standarddyp pr år (Eventuelt kan enkeltdyp sløyfes).

#### *Biologi og bakteriologi i frie vannmasser*

Klorofyllinnhold undersøkes ukentlig på 1 - 2 stasjoner fra begynnelsen av februar til ut august, deretter 14-daglig ut oktober og 1-2 ganger om vinteren i 0-2 m, 2-5 m og 5-10 m. Prøvene filtreres i felt, mens analysene foretas i laboratorium. Alternativt foretas observasjoner med automatisk registrerende utstyr (Fluorimeter, Varioscens e.l.), men da med kalibrering mot laboratorienanalyser. Sistnevnte standardiseres såvidt mulig til en ekstraktiv fluorimetrisk metode. Laboratorieanalysene forutsetter også standardisering med hensyn til oppbevaring og forsendelse av filtere. Et par ganger i vekstsesongen, fortrinnsvis under oppblomstring, gjøres undersøkelser på et utvidet stasjonsnett (5-10 stk) for å få



inntrykk av klorofyllets fordeling over en større del av vannforekomsten (kontroll av hovedstasjonenes representativitet).

Primærproduksjonsmålinger etter C-14-metoden bør foretas minimum 14-daglig i vegetasjonsperioden og 1-2 ganger om vinteren, på ca 6 dyp på hver stasjon og med samtidige målinger av lysintensiteten i det aktuelle bølglengdeområdet (400-700 nm). Helst bør det samtidig innsamles prøver til klorofyllanalyse, slik at forholdet mellom produksjon og klorofyllmengde kan beregnes. Primærproduksjonsmålingene bør så vidt mulig samordnes med klorofyllobservasjonene.

Kvantitative planteplanktonanalyser er tidkrevende hvis de skal gjøres fullstendig. Som et minimum bør dominerende arter bestemmes i prøver som tas parallelt med prøver til klorofyllanalyse. Helst bør det også gjøres tellinger og volumberegninger av de arter som til sammen utgjør 90% eller mer av algebiomassen. Det siste kan eventuelt gjøres på et mindre utvalg av prøvene, f eks halvparten, slik at man får omtrent 14-daglige observasjoner.

Kvantitative zooplanktonstudier har bl.a. betydning i relasjon til bedømmelsen av svingninger i fyttoplanktonpopulasjoner (beitingseffekter). De kan enklest gjennomføres ved vertikale og eventuelt horisontale håvtrekk i ulike skikt av vannmassene.

Bakteriebestander undersøkes dels for å spore fekale indikatorer, dels for å få informasjon om mengden av nedbrytere. Analyse av fekale (termostabile) koliforme eller fekale streptokokker behøver bare utføres på belastede lokaliteter. I de frie vannmasser vil det greie seg med ukentlige overflateprøver (0-2m) på de hydrografiske stasjoner om sommeren (juni-august). Videre bør det utføres månedlige analyser på fekale indikatorer i blåskjell gjennom hele året og på et mindre antall stasjoner i forskjellig avstand fra forurensningskildene. På den måten fås noe innblikk i både sesongvariasjon og horisontalspredning. Totalantallet bakterier kan bestemmes ved telling (epifluoresensmikroskopi). Prøvene kan samles inn parallelt med innsamling av vann til kjemisk analyse (månedlig, hele året, standard dyp).

### *Begrensende næringsalter*

Spørsmålet om potensielt begrensende næringsstoffer for algevekst kan belyses ved algekulturer, der vekstutbyttet eller veksthastigheten måles parallelt i kulturer uten, henholdsvis med tilsetning av næringsalter (jern, fosfor- og nitrogenforbindelser, hver for seg eller i kombinasjon). Som program foreslås 14-daglige eller månedlige observasjoner fra midten av februar (eller like før våroppblomstring) til og med august, med tillegg av vinterobservasjon. Kulturene baseres på blandprøver fra overflaten (0-2 m).

Under oppblomstringer foretas i tillegg analyse på planteplanktonbestandenes innhold av ATP, klorofyll, karbon, nitrogen og fosfor. Forholdstall mellom konsentrasjonene av disse variable vil indikere hvilke av nitrogen eller fosfor som har vært begrensende for de analyserte planteplanktonbestander.

Det kan videre være aktuelt å analysere på aktiviteten av alkalint fosfatase i planteplankton. Høy konsentrasjon (aktivitet) av dette enzymet indikerer fosfatbegrensning i vannet.

### *Gruntvannssamfunn*

Avhengig av de stedegne forhold velges ut et mindre antall representative stasjoner på steinstrand. Helst bør det være nord- eller østvendte strender med så vidt mulig jevn helning, som også fortsetter under vann. Vår og høst foretas registrering av benthosalger og dyr i et 5-10 m bredt belte fra sprøytsonen ned til laveste lavvann, med vekt på dominerende arter og eventuelle indikatorer. Disse undersøkelser bør suppleres med mer hyppige observasjoner for å fange opp variasjoner i forekomsten av strandsnegl og innflytelsen av sneglebestandene på algenes kimplanter. Likeledes bør tidsrekkefølgen for etableringen av de ulike algearters kimplanter søkes fastslått. På de ubelastede lokalitetene gjøres observasjoner på 2-3 stasjoner med likeartede fysiske forhold (himmelretning, berggrunn, helning). Dette antall stasjoner benyttes også på de sterkt belastede lokalitetene, men utvides etter behov hvis det over korte avstander er tydelige gradienter i ferskvannspåvirkning og/eller forurensningsnivå, eventuelt mulighet for å observere en nært beliggende, uberørt referanse-lokalitet.

Kvantitative angivelser begrenses til nøkkelartene og kan følge det system som er beskrevet i tidligere rapport (NIVA, 0-75038. Biologiske metoder aktuelle ved overvåking av vannressurser, kap. 28, 3/4 1979).

Under laveste lavvann på de samme stasjoner foretas registreringen av dyr og alger ved dykking. Nøyaktig registrering med fotodokumentasjon finner sted vår og høst, mens mulige endringer i mellomtiden dekkes ved månedlige befaringer. Observasjonene foretas ned til nedre grense for vekst av fastsittende alger (eksklusive skorpeformede). Hvis forholdene ligger til rette for det, opprettes stereofotostasjoner på 2 - 5 dyp, med fotografering av faste prøveflater til ulike tider av året.

#### *Bløtbunnsfauna*

Registrering med grabb foretas vår (mai) og høst (november) på 1 stasjon (+ eventuelt stasjoner for studium av avstandsgradienter på de belastede stedene). På hver stasjon tas 4-5 parallelle prøver. Til samme tider innsamles prøver med slede og/eller trål, for å få med dyr som lever like over bunnen. (Ved studium av avstandsgradienter benyttes bare grabb). Materialet bearbejdes med henblikk på ulike former for statistisk beskrivelse (indekser for mangfold eller dominans, log-normal fordeling) og forekomst/fravær av indikatorarter. (Nærmere beskrivelse av metodikk i ovennevnte rapport, kap. 29).

#### *Sedimentobservasjoner*

På bløtbunnsfauna-stasjonene må det tas sedimentpropper til visuelle observasjoner og analyser på innhold av organisk stoff, fosfor- og nitrogenforbindelser.

#### 4.2.2 Enkel overvåking med henblikk på eutrofiering og fekal forurensning i moderat til sterkt belastede områder.-----

Det følgende opplegg baserer seg blant annet på det som er anført ovenfor om muligheten av å spore primære og sekundære effekter av belastning med organisk stoff og næringssalter. Vanligvis kommer andre typer belastning i tillegg. Parametere for å observere effekter av disse forurensningstyper behandles i senere avsnitt.

Antallet stasjoner som er nødvendig for de ulike observasjoner må nødvendigvis variere med områdets størrelse. Imidlertid er det vesentlige ved overvåkingen å få frem tidsgradienter. Økt forståelse av sammenhengen mellom belastningsgrad og forurensningssymptomer (og herunder redegjørelse for årsakene til eksisterende avstandsgradienter ved en kilde) må i hovedsaken dekkes ved de grundige, mangesidige og detaljerte studier som er skissert i foregående pkt. 4.2.1. Ved overvåkingen bør derfor antallet stasjoner innskrenkes til et minimum, til fordel for tettere observasjoner. Følgelig må man være villig til å løpe en kalkulert risiko med hensyn til representativiteten av stasjonene, som må velges med omhu.

Unntak fra regelen om streng prioritering med hensyn til antallet stasjoner kan gjøres i tilfeller der feltarbeidet utgjør en vesentlig del av tidsbruk og omkostninger, dvs når det dreier seg om direkte feltobservasjoner som krever lite tilleggsarbeide i form av analyser og bearbeidelse. Det kanskje mest typiske eksempel på dette er observasjoner av enkelt identifiserbare og dominerende arter av alger og dyr i fjærebeltet.

På dette feltet vil man med lite tilleggsarbeide kunne rekke over flere stasjoner på en dag, og på den måten også kunne få et grovt bilde av avstandsgradienter. Det samme kan gjelde enkelte hurtige observasjoner av overflatevannets egenskaper, særlig siktedyp og salinoterm-observasjoner og 0-2 m blandprøver som samles inn med henblikk på analyse etter behov. Slike observasjoner kan derfor med fordel gjøres på vei til og fra hovedstasjonen(e).

Programmets detaljutforming må tilpasses de stedegne forhold. Dette gjelder kanskje i særlig grad antall stasjoner og observasjonsfrekvens for variable i de frie vannmasser. I tabellene 4A og 4B er det gitt prinsippopplegg for etpar ulike situasjoner og behov, henholdsvis med høy og lav innsatsramme for hvert alternativ.

Det antas at lokale medarbeidere kan gjøre hydrografiske observasjoner med salinoterm og foreta innsamling av prøver fra de frie vannmasser (vannkjemi, klorofyll, tarmbakterier). I enkelte tilfeller må salinotermobservasjoner erstattes av vannprøver til nøyaktigere saltholdighetsbestemmelser. Biologiske undersøkelser forutsettes utført av et forskningsinstitutt.

ALTERNATIV A: Terskelfjord som krever 2 hydrografiske stasjoner (1 referanse). Ferskvannstilførsel som spiller rolle for utforming av gruntvannssamfunn og vannutskifting. Forurensnings-symptomer i både overflatelag og dypvann (oksygensvinn). Behov for overvåking av hygieniske forhold.

ALTERNATIV B: Relativt beskyttet basseng, men uten terskler som hindrer dypvannsfornyelse. Eutrofieringssymptomer i det vesentlige begrenset til overflatelaget. Ferskvannsinntakelsen så moderat at den ikke har åpenbare konsekvenser for grunnvannssamfunn. Ikke behov for overvåking av hygieniske forhold.

Det vil selvfølgelig finnes en rekke situasjoner som skiller seg noe ut fra eller representerer en mellomting av disse konkrete eksempler. Blant annet vil det være et mindre antall større fjorder som krever et mer omfattende program. Det kan dreie seg om fjorder med komplisert utforming (flere adskilte bassenger) eller med brukerinteresser som er spredt over større avstander, slik at det er behov for beskrivelse av forholdene i de enkelte bassenger, eller avstandsgradienter. Eksempler på dette er Hvalerområdet ved Fredrikstad og Oslofjorden, samt fjordene ved Bergen og Stavanger etc.

I prinsippet må derfor hver vannforekomst programmeres for seg.

TABELL 4 A EKSEMPEL PÅ RAMMEOPPLEGG FOR ENKEL OVERVÅKING I BETYDELIG FERSKVANNSPÅVIRKEDE RESIPIENTER BELASTET MED ORGANISK STOFF, NÆRINGSSALTER OG TARMBAKTERIER.

Alternativ A: Se nærmere om forutsetninger i tekst. Høy ramme: H, Lav ramme: L.

OBSERVASJONER	OBSERVASJONSFREKVENSDYP	KOMMENTARER
<u>Omkringinginformasjon (H/L)</u> Primært kartlegging av forurensningstilførsler	1. år, siden ajourføring etter behov	Forutsatt utført av forurensningstilsynet i fylkeskommunen. Bare veiledning/vurdering ved sentral instans.
<u>Hydrografi, (H)</u> Saltholdighet (S), Temperatur (T) og oksygen (O <sub>2</sub> ), hydrogen-sulfid (H <sub>2</sub> S)	2 stasjoner 8 g i året, 10 std dyp. Antall dyp for O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S tilpasses lokale forhold.	
Saltholdighet i overflatelag	På hovedst., hver meter ned til sprang-sjikt, ca 20 g pr år, 15 g mai-aug., ellers ved flom.	
Siktedyp (med/uten vannkikkert)	Alle tokt	
<u>Hydrografi, (L)</u> S, T, O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S S i overflatelag Siktedyp	Som ovenfor, men 4 g i året " " " 8 g juni-juli, 2 g v/flom Alle tokt	
<u>Vannkjemi og klorofyll (H)</u> Klorofyll a, totalfosfor, totalnitrogen, orthofosfat, nitritt+nitrat, jern, turbiditet. I enkelte resipienter også tot.org. karbon, tørrstoff og gløderest.	Blandprøver 0-2 m og 0-10 m 8 g i året, 2 st. I tillegg på hovedst. : Ukentlig i mai-aug. Representativitetstester 2 g i året (prøver 0-2 m på 5 omliggende understasjoner)	
<u>Vannkjemi og klorofyll (L)</u> Som ovenfor, men ikke TOC	Som ovenfor, men sommerobs. på hovedst. begrenset til juni/juli.	
<u>Bakteriologiske observasj. (H)</u> Fækale coliforme eller fækale streptokokker (evt <i>Clostridium</i> )	Ukentlige overflateprøver på hovedst. i perioden mai-aug., evt. også nær bade-strenger	Spesielle brukerinteresser (f eks skyllevann/ fisk) kan nødvendiggjøre helårsobservasjoner.
<u>Bakteriologiske observasj. (L)</u> Som ovenfor	Som ovenfor, men halv frekvens, eller kortere periode (juni/juli)	
<u>Plantep plankton (H)</u> Kvantitative prøver/håvtrekk, 0 m	Samles inn i 0-2 m laget parallelt med prøver til klorofyllanalyse, evt bare ved spesielle oppblomstringer	Analyseres bare på hovedarter og etter behov.
<u>Plantep plankton (L)</u>	Bare prøver fra oppblomstringsepisoder	
<u>Gruntvannssamfunn (H)</u> 1) Fremtredende arter av dyr og fastsittende alger i fjærebeltet 2) Undervannsbefaring med henblikk på: Nedre grense for algevekst, heterotrofe org., nedslamming, evt skille mot råttent vann. Fotodokument.	En gang i året (sommer - tidl. høst)	Undersøkelsene gjøres på et mindre antall stasjoner (3-5) egnet til å gi informasjon om evt forurensningsgradienter innen området. Undervannsbefaring 1-2 st.
<u>Gruntvannssamfunn (L)</u> Som ovenfor + undervannsbefaring.	Som ovenfor.	
<u>Bløtbunnsfauna (H/L)</u> Kvantitativ undersøkelse med grabb. Analyse av sediment (innh. org. stoff)	2 st. (hovedst. og ref.st.) en gang hvert 3. år (senhøstes). 5 replikater (parallele grabbskudd) pr stasjon	Hyppigere undersøkelser ved større endringer i belastning over kort tid.
<u>Div. sentrale funksjoner (H/L)</u>	Etter behov for de ulike funksjoner	Planlegging, møter, samlande prosjektvurdering, revurdering av program, sammenlign. med andre områder, andel i samlerapp. for nasjonal overvåking.

TABELL 4 B EKSEMPEL PÅ RAMMEOPPLEGG FOR ENKEL OVERVÅKING I LITE FERSKVANNSPÅVIRKEDE RESIPIENTER BELASTET MED ORGANISK STOFF OG NÆRINGSSALTER

Alternativ B: Se nærmere om forutsetningen i tekst.

Høy ramme: H, Lav ramme: L.

OBSERVASJONER	OBSERVASJONSFREKVENSDYP	KOMMENTARER
Omkringinformasjon (H/L) Primært kartlegging av forurensningstilførsler	1. år, siden ajourføring etter behov	Forutsatt utført av forurensningstilsynet i fylkeskomm. Bare veiledn/vurdering ved sentral instans
Vannkjemi og klorofyll (H) Totalfosfor, total-nitrogen, orthofosfat, nitritt+nitrat, turbiditet, jern: I enkelte resipienter også totalt organisk karbon, tørrstoff og gløderest	1 st. blandprøver 0-2 m og 0-10 m Ukentlig i perioden mai-aug, dertil 4 g resten av året (febr., april, sept., nov.). En prøve fra dypvann (bare kjemi) 8 g i året.	
Vannkjemi og klorofyll (L) Som ovenfor, men + TOC	Som ovenfor, men ca halv obs.frekvens (dvs ukentlig i juni-juli + 4 g over resten av året)	
Hydrografi (H) Saltholdighet, temperatur, siktedyp	Salinotermobservasjoner etter behov på hydrokjemisk tokt. Siktedyp på alle tokt.	
Hydrografi (L) Som ovenfor	Som ovenfor, men ca 1/2 obs.frekvens.	
Gruntvannssamfunn (H)	1 gang i året (sommer-tidlig høst)	Undersøkelsene gjøres på et mindre antall stasjoner (3-5) egnet til å gi informasjon om evt forurensningsgradienter innen området. Undervannsbefaring 1-2 st. R <sup>c</sup> Revurdering etter 3 år.
1) Fremtredende arter av dyr og fastsittende alger i fjærebeltet 2) Undervannsbefaring med henblikk på: Nedre grense for algevekst, heterotrofe org., nedslamming evt skille mot råttent vann. Fotodokumentasjon.		
Gruntvannssamfunn (L) Som ovenfor + undervannsbefaring	Som ovenfor	
Bløtbunnsfauna (H) Som i tabell 4A	Som i tabell 4A, men bare 1 st. og hvert 5 år.	Hyppigere undersøkelser ved større endringer i belastning over kort tid.
Bløtbunnsfauna (L)	Bare etter nærmere vurdering av behov	
Diverse sentrale funksjoner	Etter behov for de ulike funksjoner	Se tabell 4A.

Til tabellene 4 A og 4 B kan knyttes følgende tilleggs kommentarer:

### *Omkringinformasjon*

I prinsippet er dette det samme som nevnt i pkt 4.2.1, men om nødvendig med prioritering av *belastningsberegninger*.

### *Fysisk/kjemiske forhold*

Saltholdighet og temperatur registreres med salinoterm\* innenfor og utenfor terskel av lokal medarbeider. For å gi bakgrunn til bedømmelse av gruntvannsamfunnenes utforming bør observasjonene gjøres ukentlig i overflatelaget. Under flom kan det være aktuelt med hyppigere observasjoner. For å registrere dypvannsfornyelse vil det som regel være tilstrekkelig med 6-8 observasjoner i året. Oksygenforholdene dekkes ved innsamling i standard-dyp (se foran), men vanligvis er det ikke nødvendig med mer enn ett prøvedyp over sprannglaget. Oftest er det ikke nødvendig med oksygenanalyser av vannet utenfor terskelen (hvis vannet kan antas å være nær mettet).

Siktedyp (med og uten vannkikkert) registreres samtidig med salinotermobservasjonene, men kan ofte innskrenkes til sommersesongen (mai-august), med stikkprøver utenom dette.

### *Vannkjemi og klorofyllinnhold*

Vannprøver innsamles ved lokal medarbeider som blandprøver fra minimum 0-2 m, helst også blandprøve fra overflaten til sprangsjiktnivå, evt 0-10 m. (Blandprøvene samles fortrinnsvis inn med spesielle prøvetagere, men kan også fås ved bruk av konvensjonelle vannhentere). Prøvene samles inn ukentlig i perioden mai-august, om nødvendig innskrenket til juni-juli, med tillegg av 4-6 stikkprøver fra andre årstider. Det gjøres analyser på innhold av klorofyll, totalfosfor, totalnitrogen, total organisk karbon, tørrstoff og gløderest, helst også orthofosfat, nitritt+nitrat og jern. Viktigst er totalnitrogen og totalfosfor. Analysene gjøres på ufiltrede prøver, men det er en fordel hvis det er anledning til å gjøre analyser av tot-N, tot-P og jern på filtrert vann.

Kvantitative planteplanktonprøver (100 ml) oppbevares for mulige fremtidige behov, men analyseres ikke rutinemessig.

\* små forskjeller i saltholdighet kan gjøre det påkrevet med innsamling av vannprøver til saltanalyse i laboratoriet.



Hvis overvåkingen dreier seg om et moderat eller lite belastet område, kan det være behov for å gjøre næringssaltanalyser av vann fra et eller to prøvedyp under spranlaget (i kompensasjonsstrømmen), for bl.a. å få skjønn på hvor mye næringssalter som bringes til overflatelagene fra dypere liggende vannmasser sammenlignet med direkte tilførsler fra kilder på land.

For å få et grunnlag for å jevnføre med tilsvarende uberørte vannmasser, er det en fordel om tilsvarende vannkjemiske observasjoner kan gjøres på en nærliggende referansestasjon (f.eks. utenfor terskel), men med utviklings-tendenser som hovedformål er ikke dette ubetinget nødvendig. Forutsatt at det kreves lite tilleggstid i felt, kan programmet i tilfellet skjøtes på med månedlige eller 14-daglige observasjoner på referansestasjonen i mai-august.

#### *Hygieniske forhold*

Vannprøver til analyse på innhold av fekale koliforme bakterier, *Clostridium*, eller fekale streptokokker innsamles på en stasjon representativ for det forurensede bassenget som 0-2 m blandprøver, eventuelt på steder der det er spesielle brukerinteresser (f.eks. badestrender eller nær inntak av vann til fiskeforedlingsindustri). I førstnevnte tilfelle kan prøveinnsamlingen foregå samtidig med vannprøver til øvrig karakteristikk av overflatelaget, men observasjonene innskrenkes til badesesongen.

Hvis det ikke er noen hygieniske interesser knyttet til resipienten, bortfaller hensikten med analyse på fekale indikatorer.

Hvis det foregår skjellsamling i området eller akvakultur (fjordbruk), kan det være behov for analyse på innholdet av fekale bakterier i skjell, eventuelt kultivert fisk.

### *Biologiske observasjoner*

Utenom indirekte målinger av planteplanktonbiomasse (registrert ved klorofyll), må det som et minimum gjøres observasjoner av strandsnegler og de større fastsittende alger i fjærebeltet, dvs. vanlige tangarter, grønnalger og rødalger. Som nevnt vil man kunne rekke over et relativt høyt antall stasjoner pr. dag, slik at det på denne måten kan fås et bedre helhetsinntrykk av forholdene innen resipientområdet enn observasjonene på 1-2 stasjoner i de frie vannmasser kan gi. Den enkle algeinventeringen foretas 1 gang pr år av en marin biolog og kan kombineres med grundigere studier på 1-2 st. (en nærliggende referansest. om mulig), der det gjøres semi-kvantitative registreringer av alle makroskopiske livsformer ned til laveste lavvann (kfr. pkt. 4.2.1). Slike registreringer har imidlertid liten hensikt med mindre det er en relativt markert tidevannsforskjell (omkring 1 meter eller mer).

Hvis forurensningene også influerer på forholdene i bunnvannet, gjøres bløtbunnsfaunastudier med grabb på 2 stasjoner (1 hvis det ikke er mulig å få tatt en nærliggende referansestasjon). Undersøkelsene utføres på senhøsten, da faunaen er mest stabil. Utenom perioder med betydelige belastningsendringer over kort tid, vil det greie seg med prøvetaking hvert 3dje eller 5te år. Sammen med bløtbunnsfaunaregistreringene må det gjøres i hvert fall visuelle observasjoner og helst bestemmelse av organisk stoff i de øvre sedimentlag. Bunndyrundersøkelsene krever bruk av forskningsfartøy eller leie av annen større båt med vinsj (f.eks. en reketråler).

Hvis det er økonomisk mulig med utvidede biologiske undersøkelser, vil det være mest nærliggende å satse på dykkerregistreringer av flora og fauna på 1-2 stasjoner ned til nedre grense for vekst av fastsittende alger, eventuelt opprettelse av stereofotostasjoner i 2 - 3 dyp ned til 20 - 30 m dyp.

#### 4.3 Overvåkingsopplegg ved punktkilder for belastning med metaller, organiske mikroforurensninger og diverse industrikjemikalier.

I begrepet punktkilder regnes det her også med større bysentra.

Den heterogene samling av forurensningstyper fra industriutslipp lar seg ikke overvåke ved å plankekjøre samme opplegg på alle berørte lokaliteter. Enkelte ganger vil man ha en dominerende kilde med et oversiktlig antall forurensningskomponenter (f eks et smelteverk). Andre ganger vil det være 2-3 hovedkilder av noe forskjellig karakter (eks Sørfjorden i Hardanger, Ranafjorden). I noen tilfeller vil det være mange og svært forskjelligartede tilførsler som gjør seg gjeldende (eks Frierfjorden, Hvalerområdet og en rekke havnebassenger).

Av dette følger at det i enda større grad enn for eutrofierings vedkommende er vanskelig å konstruere eksempler som gir rimelig dekning av et flertall av de aktuelle situasjoner. For utslipp av en del metaller og organiske mikroforurensninger kan det likevel skisseres et rammeopplegg som kan komme til anvendelse i områder nær større byer eller høyt industrialiserte tettsteder. De naturelementer som analyseres vil i stor grad kunne gå igjen fra sted til sted, mens stoffene det analyseres på nødvendigvis må variere etter kildens karakter.

Som faste analysemedier foreslås sedimenter, blåskjell, torsk og tang; vann bare i et mindre antall tilfeller. Ved bruk av sedimenter og blåskjell analyseres på både metaller og organiske forbindelser, tang vesentlig på metaller (anvendelig også for PAH-analyser), og torsk bare på kvikksølv/kadmium/bly og organiske forbindelser. Vann analyseres i tilfelle bare på metallinnhold. Blant algeartene velges primært grisetang eller blæretang; hvis disse ikke finnes på stedet: tarmgrønnske, sjøsalat eller grønndusk.

Blant metaller bør bly, kadmium og kvikksølv være gjennomgangsparametere fordi de er eksempler på elementer som regelmessig viser forhøyede konsentrasjoner på grunn av global eller regional forurensning (et stort antall diffuse, sivilisatoriske kilder). Videre vil kobber og sink være aktuelle i et betydelig antall tilfeller, sjeldnere krom, nikkel, mangan, jern og arsén. Utover kjerneparameterene kan det regnes med et midlere tillegg på to metaller. (Analysene av metaller utover kvikksølv, kadmium og bly kan forøvrig gjøres med uvesentlige tilleggsomkostninger, og er derfor generelt anbefalelsesverdige.)