

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

0-38/75

FORSLAG TIL

NASJONALT PROGRAM FOR UNDERSØKELSER AV RESIPIENTER

DEL I

OVERVÅKING AV VANNKVALITET

A Generell del

Blindern, 1. juni 1976

Saksbehandler: John Erik Samdal

Medarbeidere: Peter Balmér, Pål Brettum,
Kjell Baalsrud, Jon Knutzen,
Olav Skulberg

Instituttetsjef: Kjell Baalsrud

INNHALDSFORTEGNELSE

| | Side |
|---|------|
| FORORD | 4 |
| BAKGRUNN | 5 |
| 1. INNLEDNING | 9 |
| 2. MÅL OG NYTTE | 10 |
| 3. FAGLIGE RESONNEMENTER, PRINSIPPER OG PROBLEMSTILLINGER FOR OVERVÅKINGEN AV VANNRESSURSENE | 11 |
| 3.1 Basisdata og informasjon om naturgitte forhold | 11 |
| 3.2 Noen viktige forurensningsproblemer, -virkninger og -trusler | 13 |
| 3.3 Observasjoner, metoder, prøvetakinger og analyser | 15 |
| 3.3.1 Biologiske | 15 |
| 3.3.2 Fysisk-kjemiske | 16 |
| 3.3.3 Biologiske og fysisk-kjemiske | 18 |
| 3.4 Hygieniske undersøkelser | 19 |
| 3.5 Valg av prøveområder | 19 |
| 3.6 Grunnvann | 20 |
| 3.7 Overflatevann - vassdrag (innsjøer, elver) og nedbør | 21 |
| 3.7.1 Innsjøer | 21 |
| 3.7.2 Elver | 23 |
| 3.7.3 Nedbør, snø og smeltevann | 25 |
| 3.8 Estuarer og fjorder | 26 |
| 3.8.1 Miljøgifter | 26 |
| 3.8.2 Nedbrytbart organisk materiale og gjødselstoffer | 29 |
| 3.8.3 Fysiske påvirkninger | 31 |
| 3.8.4 Hygieniske forhold | 32 |
| 4. KONTROLL AV UTSLIPP FRA KOMMUNALE RENSEANLEGG | 32 |
| 5. KONTROLL AV UTSLIPP FRA INDUSTRI | 32 |
| 6. OVERVÅKING AV AKTIVITETER SOM ER AV BETYDNING FOR VANNKVALITETEN I RESIPIENTENES NEDBØRFELT | 32 |
| 6.1 Beregning av forurensningsproduksjon | 33 |
| 6.2 Utslippskontroll | 33 |
| 6.3 Regnskapsførsel for forurensning | 34 |

INNHALDSFORTEGNELSE (forts.)

| | Side |
|---|------|
| 7. METODEUTVIKLING | 35 |
| 8. ARBEIDETS UTFØRELSE OG SAMARBEIDENDE INSTITUSJONER | 35 |
| 9. RAPPORTERING OM RESULTATENE AV OVERVÅKINGEN | 37 |
| | |
| VEDLEGG 1 Oversikt over noen viktige vannkvalitetsparametre, deres bruk og betydning | 38 |
| | |
| TABELL 1 Forskjellige forhold som ofte kan belyses med data om vannkvalitet | 12 |
| | |
| TABELL 2 Fysisk-kjemiske og biologiske parametre som vanligvis bør brukes på ulike vanntyper | 22 |

FORORD

I Miljøverndepartementets brev av 24.4.1975 fikk Norsk institutt for vannforskning (NIVA) i oppdrag å utarbeide et forslag til nasjonalt resipientprogram. I denne rapport fremlegges:

DEL I - OVERVÅKING AV VANNKVALITET - A GENERELL DEL

som er en oversikt over de viktigste problemstillinger, prinsipper og synspunkter av betydning for et overvåkingsprogram. Del I - Overvåking av vannkvalitet - B Spesiell del omhandler programforslag med ramme-kostnader for overvåking av noen vannressurser.

Del II som er problemorienterte undersøkelser og Del III som gjelder undersøkelser av forskningskarakter kan fremlegges senere. Del I fremlegges nå fordi det haster med å få etablert overvåkingen.

Forslaget til overvåkingsprogram som nå foreligger er utarbeidet i kontakt med en styringsgruppe som består av sjefsingeniør M, Rød, Miljøverndepartementet (MD), overingeniør B. Bergmann-Paulsen, Statens Forurensningstilsyn (SFT) og overingeniør B. Slyngstad, Fylkesmannen i Oslo og Akershus. Styringsgruppen har vært med og diskutert rapportens innhold, og en del av synspunktene er fremkommet fra denne gruppen. Gruppen skal fungere som styringsorgan for undersøkelsene når disse kommer i gang.

Blindern, 1. juni 1976

J. E. Samdal

BAKGRUNN

Bakgrunnen for arbeidet med undersøkelser av vannressursene fins hovedsakelig i Vedlegg 4, St.meld. nr. 107 (1974-75) Om arbeidet med en landsplan for bruken av vannressursene.

Ifølge Vedlegg 4 til St.meld. nr. 107 (1974-75) tas det sikte på tre typer undersøkelsesprogrammer på forskjellig ambisjonsnivå:

- grunnprogram eller overvåking
- kontrollprogram eller problemprogram
- forskningsprogram

Målene med disse tre hovedkategorier av programmer er flere og forskjellige. Overvåkingen (Del I) skal påvise utviklingstendenser i et lang-siktig perspektiv. Problemprogrammet (Del II) kan være av relativt kort varighet, ofte 1-3 år, og tar gjerne utgangspunkt i overvåkingen med sikte på konkrete problemløsninger. Forskningsprogrammet (Del III) kan være metodeorientert og ivaretar økt kompetanse- og erkjennelsesgrunnlag.

Overvåkingen er et rutineprogram med begrenset innsats, men med mulighet for å påvise utviklingstendenser i vannressursene. Rammen for overvåkingen blir liten, men må være fleksibel, slik at undersøkelsene kan være forskjellige fra vassdrag til vassdrag avhengig av forurensnings-tilførsler og beliggenhet i landet. Overvåkingsprogrammet bør i prinsipp omfatte alle hovedvassdrag, spesielt viktige bivassdrag og de større fjorder (St.meld. nr. 107 (1974-75), s. 103 og St.meld. nr. 44 (1975-76), Tiltak mot forurensninger, s. 83).

Overvåking av vannressursene er tidligere bare i liten grad etablert i vårt land, mens undersøkelser - av problem- og forskningsorientert karakter - har vært utført i betydelig omfang.

Problemprogrammet består av problemorienterte prosjekter som f.eks. kan springe ut fra overvåkingsprogrammet, når det anses å være behov for mer omfattende innsats enn forutsatt i den rutinemessige overvåkingen. Prosjektene bør formuleres med sikte på de stedegne omstendigheter og

problemer. I problemprogrammet bør undersøkelsene i prioritert rekkefølge utføres for vannressurser som ut fra overvåkingsprogrammet eller på annen måte er funnet påvirket. Høyeste prioritet bør gis de vannforekomstene der store brukergrupper og interesser med klare konflikter er berørte, og/eller der større tiltak ventes å endre vannkvaliteten. Graden av forurensning må belyses i forhold til de brukerinteresser som gjør seg gjeldende (se St.meld. nr. 107 (1974-75) side 51). Problemprogrammet tar sikte på praktiske problemløsninger for vannressursforvaltningen (vannforsyning, fiskeriinstanser, friluftsliv, vern, energiutnyttelse, reguleringer m.v.). Resultatene skal gi grunnlag for forslag om tiltak som må iverksettes for å bedre forholdene eller angi hvilke krav som skal stilles for nye virksomheter.

Forskningsprogrammet (Del III) fokuseres på metode- og problemkonkretisering for det praktiske arbeid. Forskningsprogrammet skal omfatte nye, særlig vanskelige problemer, hvor man kan studere metodiske og teoretiske nyvinninger med sikte på at forskningsresultatene kan få størst mulig praktisk anvendelse på landsbasis. Forskningsprogrammet bør, der det er hensiktsmessig, være et supplement til de to øvrige programmer. Det binder programmene sammen og er en faglig overbygging som innebærer en videre bearbeiding av resultater og utprøving av metoder. De tre programkategorier utgjør således et hele.

Mens de praktiske oppgaver innen vassdragsforvaltningen nå i stor grad er innrettet på behandling av forurensningsskader, må de på sikt få mer preg av forebyggende virksomhet. Saneringstiltak m.h.t. forurensninger kan ofte baseres på relativt enkle biologiske og tekniske holdepunkter, men en forebyggende virksomhet vil stille langt større og mer varierte krav til faglige kunnskaper. Målet må være å "bedømme" og forhindre at en forurensningssituasjon oppstår. Dette innebærer at det er mulig å vurdere den virkningen forskjellige inngrep og tiltak i vannforekomstene kan ha på bruken til ulike formål.

Undersøkelser av vannressursene (elver, innsjøer, nedbør, grunnvann og fjorder) har som oppgave å fremskaffe et materiale som beskriver de

fysiske, kjemiske og biologiske forhold i vannforekomstene. Dette materialet skal gi informasjoner om forurensningstilstanden, og det bør kunne brukes for å avgjøre hvor store belastninger ulike vannressurser tåler samt muliggjøre en vurdering av de konsekvenser nye tiltak av forskjellig art får for vannressursene. Materialet kan også nyttes som grunnlag for oversiktsplanlegging, industrilokalisering, vurdering av tiltak innen friluftslivet m.v. Resultatene av undersøkelsene blir således et viktig grunnlag for vassdragenes drift. Det må sterkt fremheves at det er nøye sammenheng mellom undersøkelsene i nedbørfeltene, vassdragene og tilhørende fjordavsnitt. Opplysninger om eksisterende og planlagte fremtidige forurensningstilførsler og ulike virksomheter i nedbørfeltene blir bl.a. et viktig grunnlag for planleggingen og gjennomføringen av undersøkelsene i vassdrag og fjorder.

Det er nødvendig å komme i gang med et nytt opplegg som bl.a. kan gi utgangspunkt for arbeidet med overvåking av vannkvaliteten; funksjoner som ikke eksisterer i dag. En omlegging er påkrevet for å erstatte de nåværende mer spredte og tilfeldige undersøkelser av vannressursene med omfattende og langsiktige undersøkelser av større nytteverdi. Intensjonene i Oslo- og Paris-konvensjonen tilsier et slikt opplegg, og det er viktig å påvise og forstå hvordan en forurensningssituasjon utvikler seg. Overvåking må til for å følge virkningen av de tekniske tiltak som etter hvert settes i verk for å bekjempe vannforurensningene. Resultatene og erfaringene blir et nødvendig driftsgrunnlag med mulighet for eventuell justering av tekniske tiltak og utvikling av disse. Det er særlig viktig å oppdage uheldige utviklingstendenser i vannressursene i tide. Vi har i Norge en rikdom av høyverdige vannressurser. Mange har markert forskjellig karakter, men er ennå hovedsakelig lite påvirket av forurensninger. Mye kan oppnås for å sikre dem for fremtiden hvis arbeidet med undersøkelsesprogrammer i et langsiktig perspektiv tas opp straks, slik at grunnlaget for å treffe beslutninger vedrørende disponeringen av vannressursene styrkes.

Et nasjonalt undersøkelsesprogram for vannressursene må bli et viktig grunnlag for en landsplan for bruken av vannressursene slik som beskrevet i St. meld. nr. 71 (1972-73) Langtidsprogrammet 1974-77 og

St.meld. nr. 27 (1971-72) Om regionalpolitikken og lands- og landsdelsplanleggingen.

Det er nødvendig så snart som mulig å etablere et nytt opplegg for undersøkelser av vannkvaliteten i en rekke av landets vannforekomster, fortrinnsvis etter det tredelte mønster som er skissert foran. Slike undersøkelser må ta utgangspunkt i de enkelte vannforekomsters nedbørfelter, og det er derfor behov for koordinering av undersøkelsene i vannforekomster som berører flere kommuner og i vannforekomster som berører flere fylker. Det er ønskelig med en avklaring av statsmyndighetenes, fylkeskommunenes og kommunenes fremtidige oppgaver i slik virksomhet.

Katastrofeforurensninger og episodeutslipp forutsettes ivaretatt i det opplegg som allerede er etablert (ref.: Akutt vannforurensning. Utgitt av SVA og SIFF). Bl.a. med bakgrunn i forslagene i NOU 1974: 25 Beredskap mot akutt forurensning (Melbyutvalgets utredning) vil et nytt opplegg for tiltak ved akutte forurensningssituasjoner bli utarbeidet.

1. INNLEDNING

Planen som nå legges frem for overvåking av vannressursene kan dekke en 10-års periode og inneholder en omtale av en rekke viktige enkeltfaktorer og detaljer. En fortsatt detaljplanlegging og konkretisering må til før planen kan bli et operasjonsgrunnlag (f.eks. vedrørende samarbeidsformer, statistisk opplegg fra undersøkelser, informasjon, rapporteringsformer m.v.). Videre detaljplanlegging bør derfor foregå i forbindelse med en foreslått pilot-fase (2-3 år).

Av viktige momenter nevnes:

- Overvåkingen bør være utformet fleksibelt og ta utgangspunkt i den enkelte vannforekomsts egenart, og søkes tillempet problemene. Samtidig bør, av praktiske og andre årsaker, et ensartet opplegg tilstrebes på landsbasis.
- Overvåkingsprogrammene bør med mellomrom revurderes og modifiseres i tråd med innvunne erfaringer.
- Overvåkingsmetoder og bearbeiding av materiale for estuarer/fjorder bør harmoniseres både med overvåking i vassdragene og med overvåking av oljeforurensninger fra aktiviteten i Nord-sjøen. Vassdrags- og fjordovervåking har egne opplegg som møtes i estuarområdene.
- Selv om overvåkingsprogrammet kan starte på kort varsel, vil nytten av arbeidet for noen vannforekomster øke i vesentlig grad ved at det foretas mer omfattende grunnlagsstudier med henblikk på å skaffe referansedata. Dette er særlig viktig i sterkt påvirkede, men utilstrekkelig undersøkte områder og forøvrig på steder der det kan ventes vesentlige endringer i påvirkningsgraden.
- Overvåkingen bør ha en mest mulig enhetlig utforming som sikrer en faglig god behandling av grunnproblemene med forurensning i vassdrag og fjorder.

- Overvåkingen bør gis en praktisk utforming som tillater kontinuerlig virksomhet til rimelig kostnad og arbeidsinnsats.
- Overvåkingen bør legges opp slik at lokale organers medvirkning sikres.

Overvåkingen i dette forslag er basert på de erfaringer som NIVA har gjennom undersøkelser og vurderinger av landets vannressurser. Forslagene tar først og fremst sikte på å registrere den alminnelige tilstand i vannressursene ut fra miljøvernmyndighetenes behov. Det er imidlertid ønskelig at andre myndigheter og institusjoner ut fra sine erfaringer, behov og interesser kommer med synspunkter og ønsker før det tas standpunkt til endelig utforming av programmet.

2. MÅL OG NYTTE

Overvåkingsprogrammet skal gi fortløpende opplysning om vannforekomstenes tilstand og forandring som resultat av utviklingen og virksomhetene i nedbørfeltene. I hvilken grad planlagte og iverksatte rensetekniske tiltak gir tilsiktet forbedring blir et viktig mål. Resultatene av overvåkingen vil bedre mulighetene for å beregne kvantitativt hele forureningsbelastningen på resipienten. Forbindelsen mellom belastning og vannressursenes tilstand kan derved belyses - noe som er av den største betydning for miljøvern og fysisk planlegging.

Målene kan kort sammenfattes på følgende måte:

1. Overvåkingsprogrammet skal gi grunnlag for en bedømmelse av utviklingstendensen i resipientens vannkvalitet på lengre sikt.
2. Overvåkingen skal gi informasjoner om aktiviteter som kan medføre konfliktsituasjoner med hensyn til de brukerinteresser som knytter seg til vannforekomstene.

Sentralforvaltningen kan nytte resultatene av overvåkingen til å holde seg løpende orientert om tilstanden i vannressursene og dermed ha grunnlag for å iverksette nye tiltak (strengere renskrav, nye undersøkelser

m.v.), vurdere behovene for midler til tiltak og overvåking, prioritere aktuelle problem - programmer m.v.

Resultatene av overvåkingen kan nyttes av den lokale forvaltning i kommunene og av fylkesmyndighetene i arbeidet med forurensningskontroll. Videre kan resultatene brukes for å følge effekten av eksisterende og nye tiltak mot forurensninger og som grunnlag for oversiktsplanleggingen (bolig- og industrilokalisering, rekreasjon og friluftsområder m.v.).
Tabell 1.

Resultatene av overvåkingen kan tilrettelegges for almenheten, slik at denne i større grad blir gjort kjent med vannressursenes tilstand.

Det innsamlede materiale kan gi grunnlag for beregning av enkle næringsstoffbudsjetter. Dette er av stor betydning for bedømmelse av eutrofiutvikling og ved vurdering av minstevannføringer i vassdrag.

3. FAGLIGE RESONNEMENTER, PRINSIPPER OG PROBLEMSTILLINGER FOR OVERVÅKINGEN AV VANNRESSURSENE

3.1 Basisdata og informasjon om naturgitte forhold

I sammenheng med gjennomføringen av et overvåkingsprogram om tilstand og utvikling i relasjon til forurensninger, vil det være behov for visse basisdata som ikke selv gir uttrykk for forurensningsgraden, men som svært ofte er nødvendig for å bedømme forurensningsparametrene. For innsjøer er det viktig å ha kjennskap til bl.a. teoretisk oppholdstid, sprangsjiktets omtrentlige beliggenhet, overflatevannmassenes oppholdstid i vekstsesongen og sirkulasjonsperiodens varighet. I elver kan vannføring, vannstand og strømhastighet være vesentlige faktorer. Videre er temperatur, konduktivitet, surhetsgrad (pH) og partikkelinnhold eksempler på viktige parametre. I fjorder og kystområder er det nødvendig med kjennskap til vannutskiftningen, særlig gjelder dette omfang og frekvens av bunnvannsutskiftningen i terskelfjorder. Uavhengig av hvilke forurensningskategorier det dreier seg om, må det ved fjordundersøkelser som oftest foretas målinger av temperatur, saltholdighet, ferskvannstilførsel og oksygen. Andre eksempler på bakgrunnsdata er

Tabell 1. Forskjellige forhold som ofte kan belyses med data om vannkvalitet¹⁾

| Lokale/ kommunale | Fylkes/ regionale | Nasjonale | Inter- nasjonale |
|--------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| Ledelse og drift av anlegg | Prognoser og planlegging | Planlegging | Forurensning av internasjonale farvann/vassdrag |
| Vedlikehold | | | |
| Utslippskontroll | Utslippskontroll | Langtidsprogram/ -plan | |
| Vannkvalitets- kontroll | Vannkvalitets- kontroll | | |
| Overvåking av vannkvalitet | Overvåking av vannkvalitet | Overvåking av vannkvalitet | |
| Avgiftskontroll | Finanskontroll | Offentlige kostnads- undersøkelser | Europeiske økonomiske utviklings- tendenser (OECD) |
| | Langsiktig for- valtningsopplegg | Langsiktig for- valtningsopplegg | |
| Uhell | Uhell | | |
| Informasjon og rapportering | Informasjon | Statistiske publikasjoner | |
| | Utviklings- tendenser | Standardisering | |
| Finansiering av anlegg | Koordinering av tiltak | | |
| Teknisk design av anlegg | | | |
| Undersøkelser | Undersøkelser Forskning | Forskning og utvikling | Forskning og utvikling |
| | | Lover og forskrifter | Konvensjoner |

1) Bearbeidet etter D.W. Rodda, J. Wat. Pol. Contr. Fed. 1976 (Vol. 48), s. 115.

opplysninger om nedbør, vind og tidevannsbevegelse, som f.eks. er aktuelt i forbindelse med systematiske siktedypsmålinger og bedømmelse av vannutskifting.

Overvåkingen må avpasses etter de forskjellige vannforekomstenes egenarter. I mange vannforekomster er det store variasjoner (år/ sesong), særlig i vegetasjonsperioden. For en og samme resipient kan kvaliteten også variere betydelig fra år til år uten at forurensningsbelastningen forandres nevneverdig. Årsaken til årsvariasjonene er som regel klimatisk betinget. I nedbørfattige år føres små forurensningsmengder inn i resipienten med overflate- og dreneringsvannet, mens belastningen fra slikt vann øker sterkt i år med stor nedbør. Lav vannføring i nedbørfattige år kan gi sterk forurensning fra direkte utslipp som kan føre til ulemper og konflikter i vassdragene.

Vekstperiodens lengde er også av vesentlig betydning for vannforekomstens tilstand. Ulike lys- og temperaturforhold bidrar til at produksjonen i resipienten kan variere fra år til år. Tidspunktet (år, dag, kl.) for prøvetaking kan derfor ha avgjørende betydning for prøveresultatet, først og fremst i sterkt forurensede vannforekomster. Særlig klimatiske variasjoner og vannføringsvariasjoner kan gjøre det vanskelig å få frem reelle utviklingstendenser. Prøvetakinger under samme forhold fra år til år gir best grunnlag for forutsigelser om utviklingstendenser i vannkvalitet og forurensningsutvikling.

Kartlegging av forurensningstilførsler vil være en forutsetning for tolkning av data, likeledes kunnskaper om andre typer påvirkning eller iverksatte vernetiltak.

3.2 Noen viktige forurensningsproblemer, -virkninger og -trusler

Blant de forurensningsvirkninger eller forurensningssymptomer som medfører størst sjenanse for en allsidig bruk av våre vannressurser, er saprobiering (vekst av sopp og bakterier) og eutrofiering (vekst

av alger og høyere planter). Disse fenomener er den biologiske respons på tilførsler av henholdsvis lett nedbrytbart organisk stoff og nærings-salter. Kommunalt og industrielt avløpsvann samt avrenning fra jord- og skogbruksområder er de viktigste årsaker til denne utvikling. Vassdragsreguleringer og eventuelle kjølevannsutslipp kan i betydelig grad forsterke virkningen av slike tilførsler. Virkningene av reguleringer og endret vannføring bør overvåkes flere steder. Det samme kan på sikt sies om virkning på fjordene av varmtvannsutslipp fra kraftverk.

Virkningene av belastningen med lett nedbrytbart organisk materiale og plantenæringsstoffer er nedsatt sikt i overflaten og mindre lys, lave oksygenkonsentrasjoner (eller hydrogensulfid-utvikling) i dypereliggende lag, nedslamming av bunn og organismer, anriking på organisk stoff i bunnavløringene og endrede bunndyrsamfunn. Eutrofiering fører i tillegg til økt primærproduksjon og i mer utpregede tilfeller til begynnelse av hurtigvoksende alger (grønnalger, blågrønnalger o.a.), som bl.a. kan gi farget og grumset vann, ulemper for vannforsyning, fiske, rekreasjonsinteresser m.v.

Selv om det blir ført en restriktiv kontroll med utslipp til luft og vann av metaller og organisk mikroforurensning, bør den langsiktige virkning i vannressursene følges. Snikforurensning med miljøgifter kan skyldes fjerntransport via atmosfæren, men forurensninger fra søppelfyllplasser og avrenning fra urbane, sterkt trafikerte områder, industrialiserte strøk og jordbruksområder, er også viktige kilder.

Tungmetaller og andre giftstoffer kan i enkelte vannforekomster medføre alvorlige problemer. Slike komponenter kan skape akutte forurensnings-tilstander (fiskedød o.l.) og mer langsiktige problemer ved at de akkumuleres eller opphopes i de enkelte organismer gjennom næringskjedene. Problemene kan f.eks. være knyttet til utslipp av metaller fra gruver med avgangshauger og slamavsetninger, og aktualiserer kjemiske undersøkelser av bunnsedimenter, fisk og andre dyr etter en bestemt undersøkelsesfrekvens.

Undersøkelser av miljøgifter i innlands- og kystvann bør planlegges i

sammenheng og etter en felles faglig og metodisk vurdering. Oppmerksomheten m.h.t. miljøgifter i våre vannforekomster har av forskjellige årsaker hittil særlig vært rettet mot kystfarvannene. I denne rapport omtales miljøgiftproblematikken og overvåkingen derfor særlig inngående under pkt. 3.8.1.

Forurenset nedbør og snø er en alvorlig forurensningskilde med hensyn til forurning og sannsynligvis også når det gjelder belastning med tungmetaller og organiske mikroforurensninger. Bidraget med næringsstoffene fosfor og nitrogen fra nedbør kan også være av en størrelsesorden som fortjener oppmerksomhet.

Episoder med akutt fiskedød som skyldes smeltevann fra forurenset snø, har vist behovet for overvåking av snøens og snøsmeltevannets kvalitet i nedbørfeltene til utsatte vassdrag.

3.3 Observasjoner, metoder, prøvetakinger og analyser m.v.

3.3.1 Biologiske

Vanligvis gir biologiske observasjoner tidligere informasjon om forandringer i vannforekomster enn det som kan oppnås med kjemiske analyser. Biomasseparametre (organisk karbon, klorofyll, kvalitative/kvantitative dyre- og planteplankton m.v.) blir et viktig grunnlag. I opplegget for overvåkingen bør befaringer av erfarne biologer inngå som et viktig element. Befaringene bør omfatte innsamling av materiale fra ulike typer substrat (bløtbunn, stenbunn) og fra områder med ulik gjennomstrømningshastighet (stryk, stilleflytende elv, innsjø) i et vassdrag. Når og hvor ofte slike befaringer bør gjennomføres, er avhengig av problemene i de forskjellige vannforekomster. Biologiske indikasjoner på vassdragenes utviklingstendenser er særlig viktige og fastslås bl.a. ved observasjoner på biologiske referansestasjoner.¹⁾ På utvalgte lokaliteter bør det, særlig p.g.a. års- og sesongvariasjoner, opprettes slike biologiske referansestasjoner, hvor en under mer kontrollerte betingelser kan følge den biologiske utviklingen gjennom lengre tid.

1) For en nærmere beskrivelse av arbeidet ved biologiske referansestasjoner vises til DEL I, Overvåking av vannkvalitet, B Spesiell del, VEDLEGG 1.

Samfunnet av høyere planter og fastsittende alger i ferskvann og av fastsittende alger i fjærebeltet i fjorder vil gi gode indikasjoner både på den generelle forurensningssituasjon og på gjødslingseffekter. Et lite antall stasjoner som befares én gang i året, vil gi basis for å bedømme forskjeller både med henblikk på sted og tid. Rapporteringen bør baseres på en utstrakt fotodokumentasjon. Omhyggelighet i utvelgelsen av stasjoner med hensyn til underlagets helning, beskaffenhet, sol- og bølgeeksponering m.v. vil gi sammenlignbare data fra forskjellige vannressurser.

Dyrelivet på bløtbunn, både samfunnet generelt og bestemte arter, kan anses som den mest pålitelige og utsagnskraftige indikator på de gjennomsnittlige oksygenforhold og på eventuell anriking med organisk stoff. Observasjonene gjøres med ett eller flere års mellomrom på et lite antall stasjoner.

På ellers sammenlignbare stasjoner (m.h.p. grunnforhold, strøm, nedslamning) gir nedre dyp for makroskopisk algevekst et uttrykk for de gjennomsnittlige lysforhold (vannklarheten) og gjenspeiler bl.a. tettheten av planktonalger. Algevekstens nedre grense er også et anvendelig mål for virkningen av f.eks. dumping av mineralpartikler, endret tilførsel av leire og sand ved vassdragsreguleringer. Observasjonene må gjøres ved dykking, men kan innskrenkes til maksimum én gang i året.

En kvantitativ metode for registrering av marin hardbunnsfauna ved dykking og fotografering av faste prøveflater er en lovende overvåkingsmetode der naturforholdene ligger til rette for det. Med denne metode kan utviklingen følges ved observasjoner med relativt lange mellomrom på samme måte som for bløtbunnsfauna og fastsittende alger.

3.3.2 Fysisk-kjemiske

P.g.a. de nevnte variasjoner (Pkt. 3.1) bør prøvetakingene skje med korte tidsintervaller, særlig i sterkt forurensede vannforekomster. For at kostnadene med analyser ikke skal bli for store, vil det i mange tilfeller være hensiktsmessig å blande enkeltp prøver til blandprøver, som etter konservering kan analyseres etter en lengre tids lagring (måned, kvartal).

Resultatene vil på denne måte gi måneds- eller sesongmiddelverdier som danner den nødvendige informasjonsbakgrunn for bedømmelse av endringer i transport- og belastningsverdier. Ved en slik arbeidsform vil imidlertid ikke informasjon om sesong- eller korttidsvariasjoner i vannets kjemiske kvalitet innfanges. Det kan derfor også bli nødvendig med undersøkelser av visse enkeltprøver på en del komponenter. Enkelte parametre kan med fordel bestemmes i forbindelse med prøvetakingene.

Siktedypsmålinger er viktige og enkle feltmålinger som ofte kan gi informasjon om f.eks. eutrofiutviklingen. Frekvensen av siktedypsmålinger kan være som for biomasseparametrene (organisk karbon, klorofyll og kvalitative/kvantitative planteplanktonprøver) men variasjonene med vind og vannutskifting gjør at resultatenes brukbarhet vil øke vesentlig med observasjonsfrekvensen.

Bunnsedimenters relative innhold av organisk stoff avhenger - forutsatt rolige strømforhold - i hovedsaken av primær og sekundær belastning med organisk stoff samt nedbrytningshastigheten. Akkumulering finner sted ved høy belastning og særlig hvis denne leder til lavt oksygeninnhold eller oksygenfrie forhold. Bl.a. i Oslofjorden er det påvist tydelige forskjeller fra de innerste områdene og utover. Et mindre antall prøver kan innsamles én gang i året eller med lengre mellomrom.

I ferskvann muliggjør næringssaltanalyser oppstilling av inn-ut budsjetter for innsjøer, og dette er en særlig viktig overvåkingsmetode for disse vannforekomster. Videre er det sannsynlig at informasjon om nivåene av totalfosfor og totalnitrogen mot slutten av fullsirkulasjon kan gi et pålitelig underlag for å følge utviklingen i innsjøers eutrofigrad. Tilsvarende enkle muligheter finnes ikke i fjordområder, der transport og omrøringsforhold er mer kompliserte. Sannsynligvis vil det derfor kreves en hyppigere prøvetaking i både tid og rom for å karakterisere næringssaltforholdene i fjorder.

Utviklingen av oksygenbudsjetter for terskelfjorder vil på sikt muliggjøre forutsigelse av effekter ved ulike typer av påvirkning (belastning med organisk stoff og næringssalter, regulering, varmtvannsut-

slipp, terskelsenkning) og være av stor betydning for vannforvaltningen.

3.3.3 Biologiske og fysisk-kjemiske

Resultatene av kjemiske næringssaltanalyser på vannprøver vil gi indikasjoner på fosfor(P)/nitrogen(N) forhold og, særlig i forbindelse med vekstpotensialstudier og tilsetningsforsøk (algekulturer) gi opplysninger om minimumsfaktorer. For å unngå usikkerheter p.g.a. til dels hurtig varierende konsentrasjoner med både tid og dyp bør det brukes blandprøver fra de representative vannmasser.

Vannets vekslende partikkelinnhold illustrerer mange av de grunnleggende fenomener og egenskaper som karakteriserer vannforekomstene (f.eks. tidspunkt for og varighet av flom, oppblomstring av organismer). Imidlertid er det tidkrevende å måle/analysere det suspenderte stoffet kvalitativt og kvantitativt, slik at det kreves en forenklet teknikk for et systematisk overvåkingsformål. En mulig fremgangsmåte er såkalte seston-undersøkelser som utføres ved daglig/ukentlig filtrering av fast vannmengde gjennom membranfilter med etterfølgende tørking og lagring av filtrene i referanseøyemed. Slike undersøkelser på et mindre antall stasjoner i en vannressurs gir ved analyse etter noen år muligheter for å bedømme forhold som var karakteristisk for den aktuelle vannforekomst. Resultatene kan gis i form av et relativt mål for partikkelmengde (relaterbart til flom, oppblomstringsperioder o.a.) samt opplysninger om hvilke partikkeltyper og organismer som dominerer i frafiltrert materiale. Metodens kvalitative brukbarhet vil være noe begrenset av hvilke arter som er identifiserbare etter tørking. Stort sett er dette begrenset til diatomeer og øvrige skallbærende former, men også andre organismer kan ofte gruppe-identifiseres. En videre (teoretisk) mulighet er identifikasjon av uoppløste kjemiske forbindelser ved fysiske analyseteknikker. Sestonmetodikken har vært i bruk gjennom lengre tid, men behøver en mer systematisk utprøving over minimum et par år før brukbarheten innen et rutineovervåkingsprogram kan bedømmes fullt ut.

3.4 Hygieniske undersøkelser

Det bør drøftes om hygieniske problemer i hovedsaken er dekket ved helsemyndighetenes og veterinærmyndighetenes rutinemessige overvåking. For drikkevann og annet bruk som angår menneskers og dyrs helse må dette spørsmål forelegges og avgjøres av helsemyndighetene.

En aktivitetsøkning av de hygieniske undersøkelser vil trolig være ønskelig i vannressursene og kan med fordel koordineres med overvåkingsprogrammet. Dette kan f.eks. gjelde overvåking av badevannskvalitet ved analyser på innhold av tarmbakterier eller colifage. Imidlertid er det få eksempler på at farlige smittsomme sykdommer er spredd gjennom kontakt med fekal forurenset vann. Enkelte steder kan det være vel så aktuelt å ha overvåking av spiselige muslingers innhold av tarmbakterier. Forøvrig vil det i nærheten av større utslipp av avløpsvann (særlig fra industri) kunne opptre ugunstig høye konsentrasjoner av metaller og/eller organiske miljøgifter i spiselige organismer. Det tenkes i særlig grad på bunnfisk og stasjonære skalldyr, men det er også eksempler på at reker og pelagisk fisk er blitt influert.

3.5 Valg av prøveområder

Prøveområdene kan velges ut på grunnlag av to prinsipielt forskjellige kriterier:

a) Operativt kriterium

Utprøving av det praktiske opplegget, dvs. metodikk i vid forstand og samarbeidet mellom sentrale og lokale institusjoner/medarbeidere.

b) Mål-kriterium

Innvinning av erfaring om hva spesifiserte programmer kan gi i relasjon til undersøkelsenes formål.

Første punkt må antas å kunne avklares på relativt kort sikt, det andre er naturlig nok av mer langsiktig karakter. Utviklingstendenser kan vanligvis først bedømmes etter flere år - unntatt der det

er radikale inngrep i den ene eller annen retning. I en eventuell innlednings- eller utprøvningsperiode synes det følgelig gunstigst å konsentrere seg om vannforekomster der det både relativt hurtig kan etableres en struktur for samarbeide mellom lokale og sentrale laboratorier og samtidig på kort sikt kan ventes endringer av en type som overvåkingsprogrammet kan fange opp.

En utprøving av opplegg/metodikk vil gi mer hvis det foregår på steder hvor det foreligger et fyldig referansemateriale, eller hvis overvåkingsprogrammet kan utføres parallelt med en større undersøkelse.

Andre kriterier for valg av prøveområder kan være ønskeligheten av å beskrive vannforekomster med avstandsforskjeller for de mest aktuelle forurensningstyper og områder som er henholdsvis uberørt og belastet. Graden av konflikt for ulike brukerinteresser kan også spille inn. Til slutt nevnes det uomtvistelige behovet for undersøkelser i områder der det bare foreligger et sparsomt materiale fra tidligere.

Avveiningen av de ovennevnte momenter må finne sted i samråd med forvaltningsmyndighetene. Forslagene i denne planen - B Spesiell del - er ment som eksempler på årsprogrammer som antas å kunne iverksettes i 1976.

3.6 Grunnvann

I fjell forekommer grunnvann stort sett i sprekkdannelser. Vannets kvalitet avhenger bl.a. av om sprekkene, hvor grunnvannet står, når opp til overflaten, slik at grunnvannet kan forurennes av overflatevann. Kvaliteten er dessuten avhengig av hvilken evne vannet har til å løse ut mineralsalter fra fjellgrunnen, og ikke minst hvilke salter som løses ut.

Grunnvannskvaliteter i løsavsetninger er først og fremst avhengig av vannets oppholdstid i grunnen, grunnens permeabilitet og avsetningenes mektighet. Overflatevannets muligheter for påvirkning av grunnvannskvaliteten er mindre enn der grunnvannet forekommer i sprekker.

Overvåking av overflatevann og opplysninger om forurensningskilder vil som regel muliggjøre utsagn om grunnvannets påvirkning. Overvåking av grunnvannet bør utføres ved grunnvannslokaliteter av betydning for vannforsyning og i områder hvor grunnen i betydelig grad brukes som resipient for avløpsvann og slam, f.eks. i forbindelse med søppelfyllinger, hyttekonsentrasjoner o.l.

3.7 Overflatevann - vassdrag (innsjøer, elver) og nedbør

I dette avsnittet og avsnitt 3.8 gås det noe nærmere inn på de viktigste problemstillinger sammen med en kort omtale av de enkelte parametervalg. For en mer detaljert oversikt over mulige parametervalg vises til tabell 2.

3.7.1 Innsjøer

Oftest er det belastning med nedbrytbart organisk stoff og næringsalter som er viktig å overvåke. I mange nedbørfelter bør i tillegg forsurening og forurensning med giftstoffer og utviklingen i forbindelse med reguleringer overvåkes.

Fra innsjøer bør det samles inn vannprøver 4 ganger i løpet av året (vinter, vår, sommer, høst). For mindre og enkle innsjøsystemer er det tilstrekkelig med en prøvetakingsstasjon, mens det fra mer kompliserte og større innsjøer bør tas prøver fra flere stasjoner. Det bør tas prøver fra 3 dyp under sommer- og vinter-situasjonen (en prøve fra epilimnion og 2 prøver fra hypolimnion) og fra 2 dyp høst og vår (en prøve fra de øvre og en fra de dypere vannlag). For å fremskaffe materiale for beregning av næringssaltbudsjetter o.l., foreslås at det tas prøver for fosfor og nitrogen-analyse relativt ofte fra de viktigste innløp og utløp. Vannføringsdata bør skaffes til veie. Næringssaltbudsjetter kan ofte baseres på analyser av blandprøver, slik som nevnt foran (Pkt. 3.3.2), for å spare analysekostnader.

Biologisk prøvemateriale fra innsjøer (kvantitative og kvalitative dyre- og planteplanktonprøver) innsamles samtidig med den fysiske-

Tabell 2. Fysisk-kjemiske og biologiske parametre som vanligvis bør brukes på ulike vanntyper.

| Parameter | Innsjøer | Elver | Estuarer og fjorder | Grunnvann | SNSF-PROSJEKTET | | | |
|--|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------|--------|-----|-----|
| | | | | | Vann | Nedbør | Snø | |
| <u>Fysisk-kjemiske:</u> | | | | | | | | |
| Vannst., vannføring hydrologiske data | x | x | x | Avtales evt. nærmere i pilotfasen | | | | |
| Temperatur | x | x | x | | | | | |
| Siktedyp | x | | x ¹⁾ | | | | | |
| pH | x | x | x ¹⁾ | | | | | |
| Konduktivitet | x | x | | | | | | |
| Alkalitet | x | x | | | | | | |
| Turbiditet | x | x | x | | | | | |
| Klorid | | | | | | (x) | (x) | (x) |
| Sulfat | x | x | | | | x | x | x |
| Total fosfor | x | x | x | | | | | (x) |
| Ortofosfat (fortrinnsvis filtrert) | | | x | | | x | x | |
| Total nitrogen | x | x | x | | | | | |
| Nitrat (fortrinnsvis filtrert) | | | x | | (x) | x | x | |
| Ammonium (fortrinnsvis filtrert) | | | x | | | x | x | |
| Aluminium | | | | | x | | | |
| Natrium | | | | | x | | x | |
| Kalium | | | | | x | x | x | |
| Magnesium | | | | | (x) | x | x | |
| Kalsium | x | x | | | x | x | x | |
| Jern | | | x | | | | | |
| Sink | | | | | | x | x | |
| Bly | | | | | | | x | |
| Kadmium | | | | | | | x | |
| Kobber | | | | | | | x | |
| Oksygen | x | x ¹⁾ | x | | | | | |
| Organisk karbon | x | x | x | | | | | |
| Organiske mikroforurensninger(OMF) | | | | | x | x | x | |
| Miljøgifter (syntetiske stoffer, tungmetaller) | x ¹⁾ | x ¹⁾ | x | | | | | |
| <u>Biologiske:</u> | | | | | | | | |
| Kval. og kvant. dyre- og planteplankton | x | | x | | | | | |
| Begroing og bunnsfauna | | x | x | | | | | |
| Klorofyllinnhold | x | | x ¹⁾ | | | | | |
| Sestonfiltre | | x ¹⁾ | x ¹⁾ | | | | | |
| Algevekstpotensial | x | x | x | | | | | |
| Innh. av org. stoffer i bunnssubstrat | | | x | | | | | |
| Koliforme bakterier og kimtall | x ¹⁾ | x ¹⁾ | x ¹⁾ | | | | | |

(x) betyr at prøvene konserveres før denne parameter, men analyseres først etter nærmere avklart behov.

1) Bare i spesielle tilfelle.

kjemiske prøvetaking. Vannprøver til vekstpotensialmålinger for alger bør tas under en fullsirkulasjonsperiode (vår- eller høst-sirkulasjonsperiode) og ved kulminasjon av vekstsesongen. I sirkulasjonsperiodene er næringssaltinnholdet tilnærmet maksimalt i overflatelagene, og resultatene vil derfor gi informasjoner om eutrofieringsgraden.

I regulerte innsjøer blir det i et overvåkingsprogram, med noen tillegg (f.eks. farge, turbiditet, temperatur), aktuelt med måling av de samme egenskaper som nevnt ovenfor. Vannstandsforandringer som skyldes reguleringer, vil som regel først ha effekt på strandsonen, og derfor må oppfølging av endringer i den høyere vegetasjon, begroinger og bunnfauna i disse litorale soner inngå i programmet. Overvåkingsprogrammet for innsjøer nedstrøms reguleringsområdet må også tilpasses denne spesielle problemstilling.

I innsjøer der forurensninger av tungmetaller og miljøgifter kan være et problem, må overvåkingsprogrammet innbefatte parametre som tar med disse komponenter. Det vil også være ønskelig å samle inn sedimentprøver og eventuelt fisk m.v. for analyser av tungmetallinnhold o.l. Slike undersøkelser kan foretas etter et program med lange tidsintervaller (f.eks. én gang annet hvert år e.l.).

3.7.2 Elver

I rennende vann vil ofte belastning med nedbrytbart organisk stoff og næringssalter skape problemer. Nedstrøms f.eks. treforedlingsbedrifter, næringsmiddelbedrifter (potetmelfabrikker o.l.) er en rekke av våre større elver (Otra, Dramselva, Glåma, Hunnselva osv.) sterkt forurenset med organisk stoff som gir grobunn for heterotrof vekst (bakterier og sopp). (Ref. bl.a.: Beskrivelse og undersøkelser av vannforekomster Del 1-4. Utredning for Østlandskomiteén 1967 NIVA rapport 0-110/65.)

Kloakkvann og avrenningsvann fra jordbruket (siloe) gir ofte mest lokale utslag, men over større strekninger når vannføringen er liten i forhold til belastningen. Problemene kan være sesongbetonte og avhenge av driftsrutinene i industri og jordbruk. Ved særlig lave vannføringer om vinteren og sommeren forsterkes ofte problemene. Halm-

luting kan medføre alvorlige forurensningsproblemer i en rekke mindre elver. Gruvedrift skaper forurensninger med utslipp av tungmetaller, slam, sure forbindelser m.v.

Plantenæringsstoffer gir vekst av høyere akvatisk vegetasjon i stilleflytende elvepartier, og sterk begroing av fastsittende alger i hurtigflytende partier. Begroingene kan være særlig store nedenfor innsjøsystemer og stilleflytende elvepartier (innsjøutløpseffekt). Kloakkvann, visse typer industrielt avløpsvann og jordbruksavrenning er årsak til denne type forurensningsvirkninger.

I regulerte vassdrag med små vannføringsvariasjoner og til dels lave vannføringer, kan det ofte oppstå konflikter med andre brukerinteresser. Disse problemer må det tas hensyn til i et overvåkingsprogram både med hensyn til valg av prøvetakingsstasjoner, prøvetakingsfrekvens og -praksis og analysekomponenter.

Ved valg av prøvetakingssteder er det flere hensyn å ta:

- Prøvetakingsstedene må velges slik at prøvene blir representative for de vannmasser som man skal skaffe seg informasjon om. Ved overvåking av vannkvaliteten i en elv, må prøvene samles inn på steder hvor vannmassene er homogene, dvs. på steder hvor tilløp, utslipp o.l. ovenfor er godt blandet inn i hovedvannmassene.
- På elvestrekninger med betydelige strømhastigheter, er vannmassene normalt godt blandet, og slike steder er derfor velegnet som prøvetakingssteder. På stilleflytende elvepartier kan det ofte være fordelaktig å lage blandprøver av enkeltprøver fra steder av elvetverrsnittet.
- Ved et rasjonelt rutineopplegg er det nødvendig å velge prøvetakingsstasjoner på steder hvor elven er lett tilgjengelig. Ofte er broer o.l. velegnete prøvetakingssteder. Videre er det i noen grad nødvendig å ta hensyn til vannmerkens eller vannføringsstasjonens plassering, prøvetakingspersonellens bosted o.l.

- Prøvetakingsstasjonene må velges slik at brukbare vannføringsdata kan anvendes ved beregninger av transportverdier o.l.
- I enkelte tilfeller, f.eks. ved sterkt forurensete lokaliteter, vil det være fordelaktig, og ofte nødvendig, med automatiske prøvetakere. Ved bruk av slike må man også ta hensyn til tilgang på elektrisk strøm, steder hvor instrumentene kan stå beskyttet og være under regelmessig tilsyn m.v.
- Prøvetakingsstasjonenes plassering for fysisk, kjemisk og biologisk undersøkelse må bestemmes etter en inngående befaring av det aktuelle vassdrag før overvåkingsprogrammet settes i gang.

Prøvetakingsfrekvens og -praksis bestemmes av elvens karakter og forurensningstilstand. Vannkvaliteten i en elv kan avhenge av forureningsbelastning, utslippspraksis o.l., og kan til dels være svært varierende. I de fleste tilfeller vil det imidlertid være tilstrekkelig med ukentlig uttaking av prøver, og i visse tilfeller enda sjeldnere. Prøvene bør imidlertid tas på et bestemt tidspunkt på dagen. I enkelte vassdrag med sterkt varierende vannkvalitet (på grunn av utslipp o.l.) bør det brukes automatiske prøvetakere med uttak av prøver hver time eller hver dag.

De biologiske undersøkelser bør foreløpig i vesentlig grad baseres på befaringer langs vassdraget, utføres av en erfaren biolog og kombineres med regelmessige observasjoner på referansestasjoner. I hvert enkelt vassdrag bør det velges ut bestemte lokaliteter hvor man regelmessig hvert år, annethvert år eller sjeldnere (avhengig av problemstillingen) samler inn både kvantitative, semikvantitative og/eller kvalitative prøver. De kvantitative bestemmelser blir biomasse, dekningsgrad eller lignende.

3.7.3 Nedbør, snø og smeltevann

Nedbørens m.v. sammensetning, særlig m.h.p. forsurening, mikroforurensninger og næringssalter bør overvåkes i forbindelse med luft-

overvåking og nedbørmålinger. I nedbørfeltene til større vassdrag og ellers i særlig utsatte landsdeler bør det være et stasjonsnett for innsamling av f.eks. månedsblandprøver av nedbør. Et slikt nett har allerede vært i virksomhet innen et OECD-prosjekt som koordineres av NILU, og videre arbeid bør bygge på erfaringene herfra og fra prosjektet Sur Nedbørs Virkning på Skog og Fisk (SNSF).

3.8 Estuarer og fjorder

Havet er den endelige resipient, men det er i fjord- og kystområdene at forurensninger gjør seg mest gjeldende. Her er påvirkningene fra land størst, og det samme gjelder belastningen med forurenset regn og annet nedfall. Overvåking av sjøvannsområder bør derfor som en hovedregel være mest intensiv nær land; i estuarer og fjorder. Vassdragenes forurensningsbidrag er viktig for forståelsen av kystområdenes tilstand. Observasjonene i fjorder og forøvrig langs kysten bør bindes sammen med overvåkingen av innlandets vannressurser.

I det følgende er det så langt mulig gitt generelle retningslinjer for hvilke typer av undersøkelser, prøvetakingstidspunkter og observasjonshyppighet som er aktuelle i sammenheng med ulike påvirkninger. Slike biologiske observasjoner som er nødvendige eller kan brukes til å belyse effektene av i prinsippet alle kategorier miljøforstyrrelser, er ikke nevnt spesielt. Det henvises til gjennomgåelsen i pkt. 3.3.1 og VEDLEGG 1.

3.8.1 Miljøgifter

I sjøområder er det et generelt behov for overvåking av miljøgifter. Slike stoffer tilføres fra flere forskjellige kilder: via vassdrag, ved fjerntransport fra tilgrensende forurensete havområder som Østersjøen, Skagerak og Nordsjøen, fra skipstrafikk og ved en rekke direkte utslipp fra smelteverk, kjemisk industri og skipsverft. Et like viktig moment er utvinningen av olje på kontinentalsokkelen og oppbyggingen av petrokjemisk industri langs kysten. I tillegg må nevnes bruken av fjordene som deponeringsområder for avgang fra gruve- og bergverksindustri.

Forekomsten av skadelige metaller (i første rekke kadmium, bly og kvikksølv, i mindre grad kopper, sink, krom, mangan o.a.) samt organiske miljøgifter (halogenerte hydrokarboner, polysykliske og andre aromatiske hydrokarboner, komponenter av EDC-tjære, olje, aromastoffer, etc.) bør undersøkes i alle de områder som vites å være eller ha vært sterkt forurenset. Bakgrunnsverdier (referansedata) bør fremskaffes fra et mindre antall upåvirkede fjorder i ulike landsdeler. Ved utvelgelsen av disse må det legges vekt på å få med slike steder som må antas særlig utsatt i tilfelle av oljespill fra utvinningen i Nordsjøen.

Når det gjelder metaller, er det aktuelt å undersøke innholdet i:

- a) Utvalgte alger, fortrinnsvis i grisetang og blæretang eller andre flerårige brunalger. Prøvene kan samles inn med ett års mellomrom (eventuelt sjeldnere), og det legges vekt på at algene (eller algedelene) om mulig har samme alder. Metallkonsentrasjonen i de nevnte alger gir en tilnærmet integrasjon av vannets metallinnhold.
- b) Utvalgte dyr, fortrinnsvis en eller flere av: blåskjell, albuskjell, strandkrabbe eller skrubbeflyndre. Muligens er blåskjell og skrubbeflyndre mest aktuelle. Dette er hovedsakelig begrunnet med at begge er meget utbredte og stasjonære arter som tåler stor variasjon i saltholdighet og dessuten benyttes til mat. Skrubbeflyndrens biologi, fysiologi og biokjemi er også under utforskning i et internasjonalt forskningsprosjekt i regi av Verdens Helseorganisasjon (ref.: NIVA-rapport 1/7 1975: Forskningsprosjekter 1975). I enkelte områder vil brisling eller ål være et bedre alternativ enn skrubbeflyndre. Analysene kan rutinemessig foretas en gang i året på materiale fra én til få stasjoner i hvert fjordområde. Det er behov for å ta hensyn til organismenes alder ved bedømmelse av resultatene.
- c) Sedimenter. Etter hvert som man får økende viten om variasjonene i de naturlige bakgrunnsverdier, bør dette bli en standard overvåkingsparameter. I norske fjorder må man imidlertid vente å finne stor variasjonsbredde, avhengig bl.a. av om bunnvannet er permanent eller periodisk uten oksygen, videre beroende på bunnens beskaffenhet

(sand, leire, rik eller fattig på organisk materiale). I foruren-
sede fjorder er sedimentenes metallinnhold en egenskap som har gitt
illustrerende dokumentasjon av forurensningens spredning og ut-
vikling over tid.

Organiske miljøgifter bør undersøkes både i vann, blandingsplankton,
utvalgte dyr (helst en eller flere av de arter som er nevnt ovenfor)
og i sedimenter. Både på grunn av det varierende behovet, og de til-
dels høye analyseomkostningene, må analyseprogrammet tilpasses de sted-
egne forhold. Det er derfor begrenset hva som kan gis av generelle
retningslinjer for denne del av overvåkingen.

I forbindelse med utvinningen av olje i Nordsjøen, bør det opprettes
et stasjonsnett for oljeanalyser på vannprøver. Av både faglige, prak-
tiske og økonomiske årsaker er det viktigere at nettet omfatter steder
som er representative for alle grader av eksisterende belastning enn
at man forsøker å oppnå en landsomfattende dekning ved et stort antall
stasjoner. Eksempelvis kan det startes med å kartlegge forholdene i
8-10 forurenkede fjorder, fra de innerste til de antatt mindre påvirkede
lokaliteter i fjordgapet. I tillegg bør som nevnt programmet omfatte
en del områder som bedømmes å være særlig utsatt ved en eventuell
større lekkasje på oljefeltene. Prøvetakingen baseres i størst mulig
grad på automatikk, f.eks. batteridrevne ekstraktorer som plasseres i
overflatesjiktet for en kortere periode. I alminnelighet behøver inn-
samlingsfrekvensen neppe være over 4 ganger i året, men korttidssving-
ninger og variasjonene gjennom året bør studeres nærmere. Alt etter
behovet analyseres vannprøvene både på totalinnhold av hydrokarboner
og på spesielle grupper eller enkeltstoffer (halogenerte hydrokarboner
generelt, polyklorerte bifenyler, klorerte styrener, hexaklorbenzen,
PAH, EDC-tjære forbindelser, etc.).

Blandingsplankton fra overflatelaget kan analyseres på organiske miljø-
gifter med samme frekvens som vannprøvene, hvis ikke spesielle grunner
skulle tilsi noe annet. Ellers kan det for planktonets vedkommende
være mindre aktuelt med vinterobservasjoner. For fisk og andre dyr
kan analysene innskrenkes til 1-2 ganger i året, primært i perioden

etter sterk vekst, sekundært i en hvileperiode. Sedimenter undersøkes en gang i året.

3.8.2 Nedbrytbart organisk materiale og gjødselstoffer

I et stort antall estuarer og fjorder skyldes de mest iøynefallende forurensningsvirkningene overbelastning med organiske og uorganiske næringsstoffer. På grunn av korttidsvekslinger og variasjoner over året, byr overvåking basert på analyser av vannprøver på praktiske og økonomiske problemer. Det bør derfor overveies å bruke blandprøver fra representative vannmasser og forøvrig satses på observasjoner under kritiske perioder. Tabell 3 illustrerer et mulig opplegg for de viktigste plantenæringsstoffer.

Tabell 3. Minimumsopplegg for prøveinnsamling og analyser av vann på innhold av næringssalter i estuarer og fjorder

| Tidspunkt og vannmasse | Ufiltrerte prøver | Filtrerte prøver |
|---|---|--|
| 1-3 ganger, primært før våroppblomstringen starter, ellers så nær planktonets vår- og sommermaksimum som mulig. Prøver må tas fra overflatelaget, helst også fra under sprangsjiktet. | Total fosfor Total nitrogen Evt. jern | Total fosfor Total nitrogen Orthofosfat Nitrat Ammonium Evt. jern |

Analyser på filtrerte prøver er prioritert fremfor ufiltrerte. Av praktiske årsaker kan det imidlertid bli vanskelig å få dette gjennomført fullt ut. Man må ellers være oppmerksom på at behovene kan være noe forskjellige fra fjord til fjord. I sterkt belastede områder kan det være av større interesse å bestemme hvilke plantenæringsstoffer som brukes opp ved planktonoppblomstring enn å få en alminnelig karakteristik av vannkvaliteten.

De kjemiske analyser bør suppleres med algetester, dvs. at vann til testene innsamles samtidig med de kjemiske prøvene. Vekstpotensialmålingene bør ved behov ledsages av tilsetningsforsøk, der man ved tilsetning av kjente mengder næringssalter belyser hvilke stoffer som er reelt eller potensielt begrensende for algeveksten.

Prøver til analyse på "biomasseparametre" (organisk karbon og klorofyll) samt kvalitative og kvantitative planteplanktonprøver kan også tas samtidig med prøvene til næringssaltanalyse, men egentlig vil det kreves hyppigere observasjoner for å få representative data. Ukentlige eller 14-daglige observasjoner over 4-6 uker før og under våroppblomstring, samt i 4-6 uker om sommeren, kan imidlertid være tilstrekkelig dersom programmet blir gjennomført over flere år. Alle de nevnte analyser må minimum gjennomføres på blandprøver fra sjiktet 0-2 m. Planteplanktonprøvene innsamles rutinemessig, men bearbeides bare etter behov og fortrinnsvis på hovedarter.

Oksygenmålinger er stort sett bare aktuelle i bassenger med tydelig oksygenvinn i dyplagene, dvs. der konsentrasjonene regelmessig går under ca. 4 ml O₂/l eller metningsprosenten under ca. 60%. Hvis de kritiske periodene er kjent, kan registreringene innskrenkes til 1-2 ganger i året, men ellers bør det være 4 observasjoner pr. år. Registreringene kan gjøres med en oksygensonde (forutsatt fravær av hydrogen-sulfid) og vanligvis begrenses til dyp under terskelnivå.

Siktedyp måles som rutine ved siden av all annen virksomhet som skal belyse kvaliteten i de frie vannmasser, men helst bør det legges opp til tette observasjoner innen representative perioder (sommersesongen, eventuelt også før, under og etter planteplanktonets våroppblomstring, ved flom, etc.).

Med hensyn til observasjoner av biologiske indikatorsamfunn henvises til pkt. 3.3.1 foran.

Biokjemisk karakteristikk av planteplanktonets fysiologiske tilstand kan gi nøkkelen til forståelse av hvilke næringssalter som virker be-

grensende og når. (Den kjemiske sammensetningen endres som funksjon av mengden av tilgjengelige næringssalter.) Denne lovende metoden, som er tatt i praktisk bruk ved Institutt for marin biokjemi i Trondheim, bør vies betydelig oppmerksomhet innen forskningsdelen av det nasjonale resipientundersøkelsesprogrammet. Muligens vil metoden finne anvendelse i rutineovervåking i løpet av kort tid og kunne erstatte andre overvåkingsparametre.

3.8.3 Fysiske påvirkninger

Virkningene av vassdragsreguleringer ytrer seg primært ved endret ferskvannstilførsel og dermed sammenhengende forandringer i saltholdighetsforhold, temperatur, islegging, lagdeling, konsentrasjon av suspendert stoff, lysgjennomgang og vannutskifting. Slike forandringer kan i sin tur medføre grunnleggende forskyvninger i de berørte områders organismsamfunn. Særlig gjelder dette gruntvannsorganismene, men det er stadig flere indikasjoner på at også plankton og bunndyr kan rammes.

De fleste reguleringssaker vil sannsynligvis kreve egne opplegg tilpasset de enkelte tilfeller. Blant annet kan det foreligge mistanke om langsiktige virkninger av noe forskjellig karakter. Etter innledende referansestudier vil det imidlertid være et generelt behov for overvåking av følgende: saltholdighetsvariasjoner med tid og dyp, temperatur, siktedyp (eventuelt andre lysforholdsparametre eller suspendert tørrstoff), oksygen i dyplaget og fjærebeltets algevegetasjon (evt. gruntvannsorganismer i sin alminnelighet). Observasjonene kan vanligvis konsentreres om kritiske perioder (lavvannsføring, flomtopper, vegetasjonsperioden) og for de biologiske observasjonene en gang i året. Ved ekstreme tilfeller av økt tilførsel av partikler kan det også oppstå behov for overvåking av sedimentenes beskaffenhet og bunnfauna.

Varmtvannsutslipp aktualiserer primært temperaturmålinger, kontroll av lagdelingsmønsteret og eventuelle andre parametre som kan indikere konsekvensene for vannutskifting (oksygeninnhold og saltholdighet). I neste omgang blir det spørsmål om å se på de biologiske virkningene. Et undersøkelsesprogram må konkretiseres ut fra resipientforholdene,

men for de fysisk/kjemiske observasjonene vil det sannsynligvis være behov for minimum 3-4 observasjonsserier til ulike tider av året.

3.8.4 Hygieniske forhold

Bortsett fra den overvåking som allerede er i gang når det gjelder paralyserende muslingforgiftning (ref.: Institutt for næringsmiddelhygiene, Norges veterinærhøgskole), og det som fremgår ovenfor under avsnittet om miljøgifter, synes det å være lite behov for å ha noen omfattende innsats på de hygieniske forhold i sjøvann. Imidlertid bør det overveies om det innenfor rammen av overvåkingsprogrammet bør etableres rutinekontroll av skjell som ikke er handelsvare, men likevel i en viss utstrekning brukes til mat. I denne sammenheng er indikasjon på fekal forurensning mest aktuell, mens øvrige analyser må foretas ut fra de lokale forhold med hensyn til industriutslipp o.l.

4. KONTROLL AV UTSLIPP FRA KOMMUNALE RENSEANLEGG

Det vises til pågående utredning ved SFT om drift og kontroll av kommunale renseanlegg.

5. KONTROLL AV UTSLIPP FRA INDUSTRI

Det vises til NIVAs notat 0-70/75 (av 17.12.1975) "Kontroll av utslipp fra industri", som ble utarbeidet etter oppdrag fra SFT.

6. OVERVÅKING AV AKTIVITETER SOM ER AV BETYDNING FOR VANNKVALITETEN I RESIPIENTENES NEDBØRFELT

En overvåking av de aktiviteter på land som har betydning for vannkvaliteten i resipientenes nedbørfelt, kan beskrives ved stikkordene

beregning av forurensningsproduksjon
utslippskontroll
regnskapsførsel for forurensninger.

6.1 Beregning av forurensningsproduksjon

Et nødvendig grunnlag for vurdering av forurensningstilførsler er en beregning av den totale forurensningsproduksjon. For en del forurensningskilder som husholdningskloakk, overvann fra urbane områder, forurensninger fra landbruksarealer foregår beregningen ved at man registrerer en del faktorer som f.eks. antall personer, urbanisert areal, prosent impermeable flater, areal dyrket mark, antall kuer etc. Multipliseres mengdefaktoren med spesifikke forurensningstall som f.eks. g fosfor/person · dag, g fosfor/ha tettstedsareal · år, fås forurensningsproduksjonen.

Det vil her være behov for registreringer i de ulike nedbørfelt, og registreringen må siden ajourføres med jevne mellomrom. Registreringsarbeidet vil trolig med fordel kunne samordnes med Statistisk sentralbyrås registreringer ved folketelling, jordbrukstallinger etc. De spesifikke tall er erfaringsverdier. Noen få er basert på omfattende undersøkelser og kan betraktes som sikre. For andre er bakgrunns materialet mer spinkelt, eller de spesifikke tall kan endres med tiden. Disse må derfor korrigeres etter som kunnskapene forbedres.

For en del aktiviteter som f.eks. mange typer industriproduksjon vil beregninger basert på mengdetall og spesifikk forurensningsproduksjon være altfor usikre i relasjon til forurensningskildens relative betydning. I slike tilfeller må forurensningsproduksjonen beregnes gjennom målinger, prøvetaking og analyser.

6.2 Utslippskontroll

For alle punktutslipp til resipienter av noen betydning bør registrering av de forurensningsmengder som slippes ut foretas ved en organisert undersøkelse, som i størst mulig utstrekning bør baseres på kontinuerlig vannmengdemåling og regelmessig, helst kontinuerlig, prøvetaking.

6.3 Regnskapsførsel for forurensning

Et hovedprinsipp bør være at en skal kunne redegjøre for hvor den i et nedbørfelt produserte forurensningsmengden tar veien.

Når forurensningsproduksjonen er beregnet og utslippskontrollen har vist hvilken del av forurensningsproduksjonen som når resipienten via kjente punktutslipp, så skal differansen redegjøres for.

For forurensningskilden husholdningskloakk kan et eksempel på regnskapsførsel for fosfor (P) se ut som nedenstående sammenstilling.

Forurensningsproduksjon (beregnet)

$$20.000 \text{ personer} \times 2,5 \text{ g P/person} \times \text{dag} \times 365 \text{ dager} = 18.250 \text{ kg P/år}$$

Utsluppet fra renseanlegg etter utslippskontroll

| | | |
|-----------------------------|---------------|----------------------|
| A-sted kjemisk renseanlegg | 500 kg P/år | |
| B-sted mekanisk renseanlegg | 1.000 kg P/år | |
| C-sted urensset utslipp | 4.000 kg P/år | = |
| | | <u>5.500 kg P/år</u> |
| | | 12.750 kg P/år |

| | | |
|--|----------------------|-----------------------|
| Bortkjørt slam fra A-sted renseanlegg | 4.000 kg P/år | |
| Bortkjørt slam fra B-sted renseanlegg | 200 kg P/år | |
| Utslipp av kloakkvann via overløp, anslått | 800 kg P/år | |
| Fjernet ved septiktanker i spredt bebyggelse | 500 kg P/år | |
| Utslipp til resipienter fra spredt beb. anslått | 2.500 kg P/år | |
| Utslipp i grunn fra spredt bebyggelse anslått | 2.000 kg P/år | |
| Avløpsvann i A-sted ikke tilknyttet renseanlegg | <u>1.000 kg P/år</u> | <u>11.000 kg P/år</u> |
| Ikke kjent | | <u>1.750 kg P/år</u> |

En slik regnskapsførsel antas å kunne gi verdifulle opplysninger for systematisk prioritering av overvåking, tilsyn og tekniske data.

7. METODEUTVIKLING

Utvikling av metoder som av forskjellige årsaker er særlig velegnet for overvåkingen kan tenkes integrert i selve overvåkingsprogrammet eller i forskningsprogrammet.

Metodeutvikling som en egen del av overvåkingsprogrammet kan være fordelaktig fordi ordningen trolig gir særlig god kontakt mellom behov for ny metodikk og eksisterende mulighet.

Spørsmålet avhenger imidlertid av flere forhold og bør drøftes nærmere med sikte på avklaring i pilot-fasen.

8. ARBEIDETS UTFØRELSE OG SAMARBEIDENDE INSTITUSJONER

Undersøkelsene av vannressursene er felt- og laboratoriearbeid. Innsamling av prøver til forskjellige årstider med etterfølgende bearbeiding og undersøkelser av prøver med biologiske og kjemiske metoder utgjør hovedelementer i arbeidet. I et arbeidsopplegg med langsiktig perspektiv bør felt- og laboratoriearbeid koordineres både lokalt og sentralt på en helt annen måte enn hittil. Prøvetakingen bør foregå med lokale krefter, og enklere laboratorieundersøkelser kan utføres på stedet eller i mindre laboratorier i landsdelene. Det bør fortrinnsvis satses på bruk av eksisterende laboratorier som eventuelt styrkes med dette for øyet. Slike laboratorier kan også ha andre oppgaver knyttet til forurensningssektoren, f.eks. undersøkelser av avløp fra renseanlegg, industriforurensninger m.v. Feltarbeid som nå utføres av flere institusjoner bør koordineres slik at arbeidet koster mindre, særlig der tokt- og feltarbeidet er omfattende og kostbart, f.eks. ved fjordundersøkelser. En del sentrale og vanskelige undersøkelser bør utføres ved større laboratorier.

Sentrale vassdragsmyndigheter vil hovedsakelig være interessert i et overvåkingsprogram der resultatene viser utviklingstendenser i grove hovedtrekk. Fylkene og kommunene antas mest interessert i en mer finmasket struktur for overvåkingen der resultatene hovedsakelig illustrerer utviklingen i vannressursen mer i detalj.

På det nåværende tidspunkt kan det vanskelig sies noe konkret og detaljert om utførelsen av overvåkingen. En nærmere avklaring på dette punkt forutsettes å skje etter hvert, men en del synspunkter kan fremlegges.

Miljøvernmyndighetene vil særlig ta seg av programmenes økonomi, administrasjon og fordeling av arbeidsoppgaver ved forskjellige institusjoner med kapasitet og kompetanse for undersøkelsenes utførelse. Undersøkelsene bør utføres i et aktivt og forpliktende samarbeid med de berørte myndigheter og institusjoner, bl.a. fiskeri- og helsemyndigheter og andre. Prøvetaking og enklere analyser (f.eks. pH, siktedyp, konduktivitet o.l.) som utføres ved lokale krefter, vil kreve opplæring i prøvetakings-, konserverings- og enklere undersøkelsesteknikk. Kjemiske analyseforskrifter foreligger allerede i en viss utstrekning som Norsk Standard og blir et viktig hjelpemiddel i arbeidet. Det må også treffes avtaler om lagring og transport av prøver. Til hjelp for dette arbeidet bør det utarbeides en håndbok som på en enkel og instruktiv måte kan hjelpe operatørene.

Innsamling av opplysninger om forurensningstilførsler blir et viktig ledd og underlag for overvåkingen. Slik innsamling av data kan fortrinnsvis foregå i fylkene etter et arbeidsopplegg som kan utarbeides av NIVA.

Annet viktig grunnlag for overvåkingen blir standardiserte opplegg for undersøkelser av utslipp fra industrielle og kommunale renseanlegg. For sistnevnte type anlegg er et arbeidsopplegg under forberedelse, og det vises til avsnitt 4. For undersøkelser av utslipp fra industrielle renseanlegg vises til utredningen som er nevnt i avsnitt 5.

Et overvåkingsprogram for grunnvann bør utarbeides i kontakt med Statens Institutt for Folkehelse (SIFF) og Norges Geologiske undersøkelse (NGU) med utgangspunkt i den oversikt over grunnvannsressursene som NGU har laget.

Overvåkingen av nedbør (snø, is) foreslås inntil 1980 lagt til SNSF-prosjektets regionale undersøkelser (ref.: St.prp. nr. 172 (1974-75) Om videreføring av forskningsprosjektet "Sur nedbørs virkning på skog og fisk").

Overvåkingen bør utnytte erfaringer fra andre land som har etablert overvåking.

9. RAPPORTERING OM RESULTATENE AV OVERVÅKINGEN

Undersøkelsene skal omfatte ressurovervåking av betydelig omfang. Rapportering bør skje hurtig, og resultatene bør lagres i en sentral databank. Informasjon om resultatene til myndigheter og befolkning vil vies særlig oppmerksomhet i samarbeide med Statistisk sentralbyrå. Det bør siktes mot brukervennlige rapporter i form av årbøker med statistisk bearbeidet materiale. Et vann-atlas for Norge med løpende ajourføring bør utarbeides.

Gjennomføringen av arbeidet med de biologiske befaringsene og arbeidet ved de biologiske referansestasjonene vil gi et omfattende og verdifulle biologisk materiale. Dette vil, sammen med det materiale som museene, universitetsinstituttene, NIVA og andre allerede rår over, kunne danne grunnstammen i en biologisk databank. Et samarbeid bør etableres med de f.eks. naturhistoriske museer. Dette er viktig for å kunne bevare og få systematisert materialet på en forsvarlig måte for ettertiden. Et slikt opplegg vil også muliggjøre en sammenkopling av arbeidet med overvåkingsprogrammet med forurensningsprogrammet for vassdrag og fjorder og med grunnforskningen i landet.

OVERSIKT OVER NOEN VIKTIGE VANNKVALITETSPARAMETRE,
DERES BRUK OG BETYDNING

Hydrologiske data (vannstand, vannføring m.v.)

Nødvendig for bl.a. beregning av stofftransport og for tolking av biologiske data.

Temperatur

Nødvendig bl.a. for vurdering av varmetransport, vannutskifting og biologiske forhold.

Siktedyp

Gir et relativt mål på partikkelinnholdet, vannets utseende (farge) i en innsjø/fjord. Viktig feltobservasjon som bl.a. kan gi en rask informasjon om planktontettheten.

pH

Angir vannets surhetsgrad og kan indikere bl.a. utslipp av sterke syrer, baser, biologisk aktivitet, sur nedbør m.v.

Konduktivitet

Denne parameter gir rask informasjon om vannets innhold av mineralsalter.

Plantenæringsstoffene (fosfor, nitrogen m.v.)

Viktige parametre for vurdering av produksjonsforholdene (og eventuell eutrofiering) i vannforekomster.

Oksygen

Har betydning ved kvantitative studier og beregninger av samspillet mellom produksjon/tilførsel og nedbryting av organisk materiale. Viktig for tilstandsvurderinger, sirkulasjons-vannutskiftingsforhold.

Organisk karbon

Parameter for biomassestudier og ved vurdering av organisk påvirkning av vassdragene. Viktig også ved vurdering av saprobierende utviklingstendenser, dvs. vekst av heterotrofe organismer som sopp, bakterier og protozoer.

Miljøgifter (organiske forbindelser, tungmetaller o.a.)

I områder hvor slike stoffer tilføres vannforekomstene, er det vesentlig at deres nivåer og variasjonsmønstre kartlegges p.g.a. giftenes akutte virkninger og akkumuleringseffekter.

Kvalitative og kvantitative dyre- og planteplankton

Gir informasjon om mengde og sammensetning av dyre- og planteplankton i en vannforekomst, og dermed informasjoner om vannforekomstens tilstand.

Klorofyllinnhold

Gir et mål på planteplanktonbiomassen i en vannforekomst.

Begroing og bunnfauna

Utviklingen av begroings- og bunndyrsamfunn i en vannforekomst gir informasjon om lokalitetens tilstand. Særlig godt egnet til å vurdere langtidseffekter av forurensningstilførsler.

Algevekstpotensial

Angir vannets produksjonsevne. Kan gi informasjon om visse komponenter er minimumsfaktorer for algevekst i en vannforekomst.

Seston

Gir opplysninger om mengde og art av partikler (mikroorganismer, uorganiske partikler m.v.) i vannmassene.

Koliforme bakterier og kintall

Viktig for å bedømme de hygieniske forhold bl.a. for drikkevann.