

Resipientundersøkelsen i Trondheimsfjorden

Av *amanuensis* Eirik Lande, Trondheim

Eirik Lande, som har den daglige ledelse av Trondheimsfjord-prosjektet, har vært ansatt ved Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Museet, siden 1965. Han er cand. real fra Universitetet i Oslo med marinbiologi som hovedfag.

Foredrag holdt i Norsk Forening for Vassdragspleie og Vannhygiene, i Trondheim 8. mai 1974.

Innledning.

I de senere år har en stadig ved eksempler sett at sjøen ikke kan benyttes som «søppelplass» hvor ubegrensede mengder avfallsprodukter forsvinner. Dette har en derfor begynt å ta konsekvensene av ved å vurdere eventuelle skadevirkninger før utslipp foretas.

Observasjoner fra Trondheimsfjorden tydet på en stadig økende forurensningsbelastning, særlig nær utslipp fra byer, tettbebyggelse, industri og gruvedrift. Det var derfor nødvendig med et omfattende registreringsarbeid for å klarlegge dagens situasjon som kunne danne grunnlag for en helhetsvurdering av Trondheimsfjorden som resipient.

Representanter for Nord- og Sør-Trøndelag fylke oppnevnte på denne bakgrunn i 1971 et arbeidsutvalg for å planlegge en resipientundersøkelse av Trondheimsfjorden. For å lede gjennomføringen av undersøkelsen

ble det senere også opprettet en styringsgruppe bestående av representanter for fylkenes arbeidsutvalg og representanter fra de institusjonene som samarbeider om undersøkelsen: Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Museet (DKNVS, Museet), Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA), Vassdrags- og Havnelaboratoriet, NTH og Fiskeridirektoratets havforskningsinstitutt.

Opplegg av undersøkelsen.

Hydrografiske målinger.

Innsamling av vannprøver fra fjorden foretas fra Biologisk stasjons forskningsfartøy «Harry Borthen I». Stasjonsnettet (fig. 1) representerer et utvalg av DKNVS, Museets 22 faste stasjoner hvor målinger er foretatt regelmessig siden 1963. Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold måles på 10 stasjoner 15 ganger pr. år og på 9 supplerende stasjoner 4 ganger pr. år på standardiserte dyp. Stasjonsnettet omfatter 234 målepunkter. I flere sidegrener av hovedfjorden hvor en har grunn til å tro at dårlig vannutskiftning og/

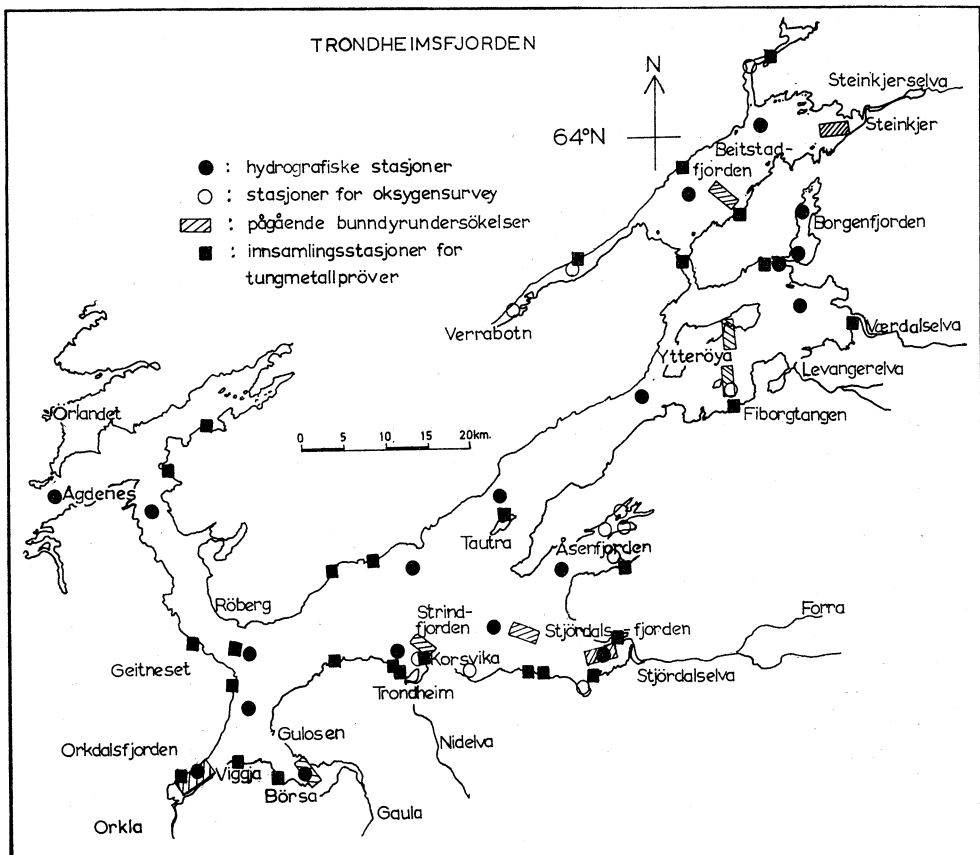


Fig. 1.

eller stor belastning av organisk stoff har ført til redusert oksygeninnhold i vannmassene, gjennomføres det i september måned en oksygensurvey som omfatter 49 målepunkter.

På alle stasjonene blir siktedypet målt og meteorologiske observasjoner blir utført.

Fjordens plantenæringsstoffer.

Innsamling av vannprøver for analyse av plantenæringsstoffer foretas på alle hydrografiske stasjoner (fig. 1) i 0, 2, 5, 10 og 20 m dyp. Prøvene blir analysert for ortofosfat, total fosfor, nitrat og total nitrogen i filtrert sjøvann og total fosfor og total nitrogen i ufiltrert sjøvann. Det

er også innsamlet noen prøver for analyse av ammonium-innhold. I 1975 vil det regelmessig bli innsamlet vannprøver for analyse av ammonium.

Analysene ble ved undersøkelsenes begynnelse i 1972 utført av NIVA. En stadig større del av arbeidet ble etter hvert overført til Selskapet for industriell og teknisk forskning ved Norges tekniske høgskole (SINTEF), som nå utfører alt analysearbeidet. For interkalibrering foretas det utveksling av prøver mellom SINTEF og NIVA.

Tilførsel av plantenæringsstoffer fra land.

I de største elvene som renner ut i fjorden, Orkla, Gaula, Nidelva, Stjørdalselva, Levangerelva, Verdalselva og Steinkjerelva (fig. 1) blir det innsamlet vannprøver for analyse av plantenæringsstoffer. Det har også blitt innsamlet prøver fra fire bekker som renner ut i Borgenfjorden i indre del av Trondheimsfjorden. Prøvene blir analysert for de samme komponenter som sjøvannsprøvene. Også elvevannsprøvene vil bli analysert for innhold av ammonium.

Innsamlingsprogrammet for elvevannsprøver er lagt opp slik at prøver i elvene tas to-tre dager før prøver blir tatt i fjorden. I vår-, sommer- og høstmånedene innsamles det oftere prøver i elvene enn i fjorden slik at det årlig blir tatt 20 prøveserier fra 19 stasjoner.

På innsamlingsstasjonene for elvevannsprøver blir også pH, ledningssevne og turbiditet målt.

Strømforhold og vannutskiftning.

Strømforholdene og vannutskiftningen er undersøkt på Agdenesterskelen og i flere områder mellom Orkdalsfjorden og Steinkjer (fig. 1). I overflatelaget undersøkes strømforholdene ved hjelp av drivlegemer og paraply-drivmarkører, mens en i dypere lag bruker kontinuerlig registrerende strømmålere.

Plankton.

Den årlige variasjonen i planktonbestanden blir undersøkt ved hjelp av prøver som innsamles 15 ganger pr. år på syv representative stasjoner. Planteplanktonprøvene innsamles på 0, 2, 5 og 10 m dyp samtidig med at de hydrografiske målinger foretas. Variasjonen i zooplanktonets volum og sammensetning undersøkes på de stasjoner hvor det tas planteplanktonprøver. Det tas to vertikale håvtrekk fra hver stasjon, ett fra 100 til 0 m og ett fra bunn til 0 m.

Innsamlingsprogrammet vil bli redusert i løpet av 1974 til fordel for andre undersøkelser.

Bunndyrundersøkelser.

Bunndyrfaunaen er en meget følsom indikator når det gjelder forurensningsbelastning. Ved å samle inn prøver av bunndyrbestanden er det mulig å undersøke den relative tilstand på forskjellige lokaliteter i fjorden og ved gjentatte innsamlinger kan en påvise hvilken vei utviklingen går.

Fra ni områder hvor en har grunn til å tro at bunndyrbestanden kan være eller vil bli påvirket av forurensning av forskjellig art, innsam-

les det bunnprøver med Petersens grabb (0,1 m²) to ganger pr. år. Områdene hvor undersøkelsen pågår er: utenfor Steinkjer, Kirknesvågen i Beitstadfjorden, ved Ytterøy, ved Fiborgtangen, Stjørdalsfjorden, Strindfjorden, Korsvika, Gulosen og Orkdalsfjorden (fig. 1). I hvert av disse områdene tas det prøver med grabb fra 20, 50, 100 og 200 m dyp. Det tas 10 grabbprøver fra hvert dyp. I løpet av 1974 vil også andre områder bli undersøkt. Foruten å kunne indikere eventuelle skadevirkninger av forurensninger vil resultatene også være av stor verdi som referansemateriale.

Tungmetallundersøkelser.

Tungmetallinnholdet i alger og dyr fra Trondheimsfjorden har tidligere vært lite kjent. Undersøkelser av tungmetallinnholdet i grisetang er imidlertid utført av Dr. A. Haug ved Institutt for marin biokjemi ved Universitetet i Trondheim. Dr. A. Haugs undersøkelser og andre observasjoner gjorde det rimelig å anta at det i enkelte områder av Trondheimsfjorden ble tilført betydelige mengder av tungmetaller fra f.eks. industri og gruvedrift.

Siden resipientundersøkelsen startet er det derfor samlet inn alger og dyr fra 34 lokaliteter rundt fjorden (fig. 1) for analyse av innhold av bly, kobber, jern, nikkel, krom, sølv, sink og kvikksølv. Tungmetallanalysene er vesentlig utført på blåskjell, albuskjell og grisetang, men det er også tatt flere prøver av blæretang, sauetang, torsk, hyse, steinbit, smørflyndre, skolest, sjømus, høgjel,

svarthå, vass-sild, sildemåke, ærfugl og egg av ærfugl.

Hos sildemåke og ærfugl har en tatt prøver av brystmulkulaturen, lever og nyrer. Analysene utføres av SINTEF.

Foreløpige resultater.

Etter at undersøkelsen har pågått i ca. to år har en fått en viss oversikt over forholdene i fjorden. Utskiftninger av dypvann foregår flere ganger pr. år i hovedfjorden og selvreiningskapasiteten kan derfor sies å være god.

Forholdene i sidegrener av hovedfjorden og i mer avgrensede bassenger er derimot ikke så gunstige. Resultatene av oksygenmålingene i områder med dårlige utskiftningsforhold og/eller stor belastning av organisk materiale viser at en om høsten har en markert reduksjon av oksygeninnholdet nær bunnen. Dette gjelder Verrabotn, Lofjorden i Åsenfjorden og Stjørdalsfjorden (fig. 1) hvor oksygeninnholdet i september 1972 og 1973 ble målt til å være mellom 2,0 og 4,0 ml O₂/l. Spesielt må nevnes indre basseng av Borgenfjorden (fig. 1) hvor det om sommeren og høsten er registrert oksygenfritt miljø under 15—20 m dyp. På grunnlag av resultater av plantenæringsstoffundersøkelsene ser årsaken til dette ut til å være for stor belastning av organisk materiale på grunn av avrenning fra tilstøtende landområder og dårlige utskiftningsforhold.

De kjemiske analyser av plantenæringsstoffer viser at fosfatmengden er nærmest konstant i hele hovedfjorden, mens nitratverdiene øker

svakt innover, noe som er naturlig. I sidegrener av hovedfjorden og mer avgrensede bassenger kan forholdene være annerledes. I Borgenfjorden, f.eks., er det registrert høyere innhold av fosfat og nitrat enn i hovedfjorden. Nitrogenverdiene som er registrert i bekkene som renner ut i Borgenfjorden er også meget høye og det økte N/P-forholdet i Borgenfjorden indikerer at avrenning fra landområder er mer utslagsgivende enn kloakktilførselen.

Resultatene fra de øvrige elvevannsanalysene viser høye verdier fra nedre del av Levangerelva (fig. 1). Disse resultatene er imidlertid ikke ferdig bearbeidet.

De foreløpige resultater av strømmålingene som er utført i overflatelaget i området mellom Orkdalsfjorden og Ytterøya (fig. 1) viser at vannet generelt strømmer innover langs fjordens sørøstside og ut langs nordvestsiden. Følgene av dette er at avløpsvann fra fjordens sørøstside hvor de største industribedrifter ligger og hvor befolkningstettheten er størst, i overflatelagene vesentlig blir ført innover i fjorden. Transporten av de dypere liggende vannmassene er ennå ikke tilstrekkelig undersøkt.

Av resultatene av bunndyrundersøkelsene kan en se at Orkdalsfjorden (fig. 1) tydelig skiller seg ut. Faunaen der viser lav similaritet med faunaen i Trondheimsfjorden forøvrig. Artsantallet er meget lavt, individmengden utgjøres av et par arter og de beregnede verdier for «diversity» er også svært lave. I forurensede områder hvor miljøet er mer kontrollert av fysikalske faktorer enn biologiske, er dette svært

vanlig, og det kan derfor tyde på at miljøet på bunnen i Orkdalsfjorden er «stresset».

Bunnfaunaen på 20 og 50 m dyp ved Fiborgtangen (fig. 1) er både arts- og individrik, men viser spesielle trekk fordi den domineres av muslingartene *Thyasira sarsi*, *Abra alba* og *A. nitida*. *T. sarsi* ser ofte ut til å dominere i områder hvor det finnes mye dødt plantemateriale og lokaliteten er trolig under innflytelse av en nærliggende treforedlingsbedrift. Dersom en sammenligner bunnfaunaen ved Fiborgtangen med bunnfaunaen på samme dyp utenfor Ytterøya på den andre siden av fjorden (fig. 1) hvor en har høyere verdier for «diversity» og mindre «stress», er ulikheten påfallende.

Utenfor Steinkjer (fig. 1) finner en på 20 m dyp en artsfattig, men individrik fauna. Her dominerer to muslingarter av slekten *Thyasira* og «diversity» er lav. Det må imidlertid bemerkes at bunnsdimentene var av spesiell mørk og seig karakter.

På grunt vann i Korsvika og i Stjørdalsfjorden (fig. 1) finnes et svært rikt dyreliv. Dette kan være en naturlig tilstand, men kan også tyde på en økende gjødsling av områdene. På lengre sikt vil dette kunne føre til for stor belastning av organisk materiale slik at en kan få en så stor reduksjon av oksygeninnholdet nær bunnen at bare få arter kan leve der.

I de øvrige undersøkte områder ble det funnet en rik og naturlig variert fauna.

Når en skal undersøke et bunndyr-samfunn må en være klar over at en ikke har statiske tilstander. En

svært rik fauna med dominans av spesielle arter kan være et mellomstadium mellom normale og ødelagte dyresamfunn. Utviklingen må derfor følges gjennom et lengre tidsrom for å gi sikre data.

Resultatene av tungmetallundersøkelsen viser at Orkdalsfjorden og området rundt Killingdal Grubeselskaps anlegg ca. 2 km nordvest for Trondheim tydelig skiller seg ut.

I Orkdalsfjorden er det særlig innerst i fjorden påvist høye verdier av kopper og sink i blåskjell, albuskjell og grisetang. Også lengre ut i fjorden, ved Geitneset, Børse og Viggja (fig. 1) er det funnet relativt høye verdier. Det bør forøvrig bemerkes at det under innsamlingen av prøver fra Orkdalsfjorden var vanskelig å finne en lokalitet med tilstrekkelig mengde prøvemateriale. I hvilken grad det forurensede vannet transporteres innover fjorden gir de foreliggende resultater ingen indikasjoner om.

Årsaken til det sterke «stress» på faunaen i Orkdalsfjorden som tidligere omtalt, kan ikke forklares ut fra hydrografiske forhold eller sedimenttype fordi disse ikke skiller seg ut fra Trondheimsfjorden forøvrig. Det synes derfor som om de spesielle og usunne forhold for faunaen skyldes påvirkning av tungmetaller fra gruvedriften lengre oppe i dalen.

I fjæra ved Killingdal Grubeselskaps anlegg nordvest for Trondheim ble det i blåretang funnet høye konsentrasjoner av kopper og sink. Det

ble også målt relativt høye verdier av bly, sølv og jern. Også i dette området var det vanskelig å finne tilstrekkelig mengde prøvemateriale.

Påvirkning av tungmetallforurensningen rundt Killingdal Grubeselskaps anlegg ved Trondheim biologiske stasjon som ligger like i nærheten. Da det i 1966—67 ble gjennomført en vekstundersøkelse av blåskjell utenfor stasjonen ble det i løpet av de 15 månedene undersøkelsen pågikk registrert vel 90 % dødelighet, nedsatt veksthastighet og andre forurensningssymptomer hos skjellene. Parallelle undersøkelser på en annen og «uforurensset» lokalitet resulterte i ca. 15 % dødelighet og normal vekst.

Analysedata for tungmetallinnhold i fugl og fisk er ennå ikke vurdert.

Opplegget av undersøkelsen vil i løpet av høsten 1974 bli endret slik at innsamling av plankton, måling av pH, ledningsevne og turbiditet i elvene og innsamling av prøver til tungmetallanalyser og plantenæringsstoffer vil bli redusert. Det vil på den annen side bli tatt prøver for analyse av andre plantenæringsstoffer og bunndyrundersøkelser vil bli utført på nye lokaliteter. Undersøkelsen vil bli avsluttet i løpet av høsten 1975.

LEGEND :

Fig. 1. Kart over Trondheimsfjorden hvor innsamlingsstasjonene er avmerket.